

不同生物保鲜剂 对带鱼冷藏保鲜效果的比较

高乾坤,杜贺超,赵云飞,吕凤霞*

(南京农业大学食品科学技术学院,江苏南京 210095)

摘要:为比较各种生物保鲜剂对冷藏带鱼的保鲜效果,考察不同生物保鲜剂在水产品防腐保鲜的应用,将百里酚、Nisin、茶多酚、 ϵ -聚赖氨酸配制成浓度为 1 g/kg 的保鲜液,乳酸菌发酵液稀释 1 倍得到乳酸菌发酵液保鲜液,浸渍带鱼 10 min,4 °C 冷藏,以菌落总数、挥发性盐基氮(TVB-N)、pH 和 TBA 值为检测指标,考察不同生物保鲜剂的防腐保鲜效果。结果表明,各种保鲜剂处理组的保鲜效果均优于对照组,其中 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液处理组显示出较强的保鲜效果,相比于对照组和其他保鲜剂处理组,能够显著抑制带鱼冷藏过程中菌落总数、挥发性盐基氮和 pH 的增长($p < 0.05$)。茶多酚处理组显示出较强的抗氧化能力,延缓了带鱼冷藏过程中 TBA 值的升高。百里酚和 Nisin 处理组能够一定程度延缓了带鱼的腐败变质,但总体上,其保鲜效果弱于 ϵ -聚赖氨酸和和乳酸菌发酵液处理组。综合评定微生物指标、理化和感官指标, ϵ -聚赖氨酸和和乳酸菌发酵液对带鱼冷藏的保鲜效果较好。

关键词:生物保鲜剂,带鱼,冷藏,比较研究

Comparisons of Different Natural Preservatives on the Chilled Storage of Hairtail

GAO Qian-kun, DU He-chao, ZHAO Yun-fei, LV Feng-xia*

(College of Food and Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: To compare the effects of various natural preservatives on the preservation of hairtail under chilled storage, the applications of different natural preservatives in aquatic products were investigated. Preservatives of thymol, Nisin, tea polyphenol, ϵ -Polylysine with concentration of 1 g/kg, *Lactobacillus* fermentation broth diluted 1 time with sterile water were prepared. Hairtail samples were immersed in preservative solutions for 10 min and storage in 4 °C. The total bacterial counts, volatile basic nitrogen (TVB-N), pH and TBA values were selected as the detection index to study the effect of different natural preservative agents. The results of the study showed that the preservation effect of various preservative treatment groups were better than that of the control group and the ϵ -poly-lysine and *Lactobacillus* fermentation culture treatments showed the strongest preservation effect compared with the other groups. The tea polyphenols treatment group showed strong antioxidant capacity and delayed the increase of TBA value during the chilled storage of hairtail. The thymol and Nisin treatment groups could retard the spoilage of the hairtail, but overall, their preservation effect was weaker than that of the treatments with ϵ -poly-lysine and *Lactobacillus* fermentation culture. To comprehensively evaluate the microbial, physicochemical and sensory indexes, ϵ -poly-lysine and *Lactobacillus* fermentation culture showed relatively better preservation effects on chilled storage of hairtail.

Key words: natural preservatives; hairtail; chilled storage; comparative study

中图分类号: TS254.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2018)22-0270-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2018.22.047

引文格式:高乾坤,杜贺超,赵云飞,等.不同生物保鲜剂对带鱼冷藏保鲜效果的比较[J].食品工业科技,2018,39(22): 270-275.

带鱼是我国的主要海产品之一,其经济效益极大。因为脂肪酸含量丰富,尤其是不饱和脂肪酸,对人体的营养价值极高。相比于家禽肉类,如牛肉、猪

肉和鸡肉等,更易被人体吸收^[1-3]。但同样因为其较高的脂肪酸含量比例,使其相较于其他家禽肉类更易氧化、腐败变质^[4]。

收稿日期:2018-03-09

作者简介:高乾坤(1994-),男,硕士研究生,研究方向:食品保鲜,E-mail:2015108008@njau.edu.cn。

*通讯作者:吕凤霞(1963-),女,博士,教授,研究方向:食品微生物与生物技术,E-mail:lufengxia@njau.edu.cn。

基金项目:国家科技支撑计划项目(2015BAD16B04)。

控制食品腐败变质的主要措施是添加化学防腐剂,常见的化学防腐剂如苯甲酸钠、山梨酸钾、硝酸盐等在食品工业有广泛的应用^[5-6]。但此类化学防腐剂本身也存在许多问题,滥用和过度使用导致其他的食品安全问题。探索天然产物在食品中的应用成为目前研究的热点^[7-8]。天然生物防腐剂在抑制食品微生物生长的同时,又不会影响食品的营养和品质特性,防止化学防腐剂的污染,安全有效的延长食品的保质期。

常见的天然生物防腐剂如茶多酚、百里酚、乳酸链球菌素(Nisin)、 ϵ -聚赖氨酸、曲酸、壳聚糖等,在水产品的保鲜方面,得到了广泛的研究。蓝蔚青等^[9]利用不同浓度的茶多酚考察对冷藏带鱼保鲜效果的影响,发现带鱼段经茶多酚保鲜液处理后,保鲜效果明显优于对照组,能显著延长其保鲜期;谢晶等^[10]考察了Nisin生物保鲜液对冷藏带鱼的保鲜效果,研究表明,0.5 g/L的Nisin保鲜液可适当延长冷藏带鱼的货架期;蒋慧亮等^[11]将百里酚应用于大菱鲆的低温冷藏中,研究表明,百里酚对微生物的生长有很好的抑制作用,保鲜效果显著。候伟峰、谢晶等^[12]研究了聚赖氨酸对南美白对虾的保鲜效果,结果表明:在 (4 ± 1) °C的储藏环境下,0.1%的 ϵ -PL溶液处理3 min能够有效地控制南美白对虾的腐败变质,同不添加 ϵ -PL溶液组相比,可延长货架期2~3 d。

本实验针对目前多种生物防腐剂在水产品防腐保鲜的广泛应用,选择几种常见的生物防腐剂,在同一浓度水平下,横向的比较它们对冷藏带鱼的保鲜效果,并同时考察由本实验室筛选的乳酸菌产抗菌物质对带鱼的保鲜效果。通过对不同生物防腐剂防腐效果的横向比较,更好地了解各种不同生物防腐剂的防腐性能,为以后生物防腐剂的选择和应用奠定一定的研究基础。同时考察乳酸菌产抑菌物质作为一种微生物源生物保鲜剂在带鱼冷藏中的应用效果,并与市场上常见的几种生物防腐剂进行初步比较。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜带鱼(200~250 g) 当日早晨购于浙江舟山港口,冰运至实验室;菌种 NX2-6 嗜酸乳杆菌 南京农业大学酶工程实验室保藏;平板菌落计数(PCA)培养基 北京陆桥生物技术有限公司;氧化镁(MgO)、硼酸、盐酸、甲基红、亚甲基蓝、百里酚 分析纯,国药集团化学试剂有限公司;乳酸链球菌素(Nisin)、 ϵ -聚赖氨酸 浙江银象生物工程有限公司;茶多酚 源叶生物有限公司;营养肉汤固体培养基(牛肉膏3 g,蛋白胨10 g,氯化钠5 g,琼脂18 g,超纯水1000 mL,pH7.0)、LB培养基(酵母浸膏5.0 g/L、胰蛋白胨10.0 g/L、NaCl 10.0 g/L,pH7.0)、嗜酸乳杆菌 NX2-6 发酵培养基(脱脂乳53 g/L、玉米粉20 g/L、乙酸钠10 g/L、柠檬酸氢二氨6 g/L,pH5.8) 实验室自制。

5084R型高速冷冻离心机 德国 Eppendorf 公司;SX-700型高压蒸汽灭菌锅 北京发恩科贸有限公

司;Orion Star pH计 美国 Thermo 公司(上海);PYX-DHS-50X65型隔水式电热恒温培养箱 上海跃进医疗器械厂;BagMixer 400型拍击式均质机 法国 Interscience 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 保鲜液的制备 分别准确称取一定量的百里酚、Nisin、茶多酚、 ϵ -聚赖氨酸,溶于无菌水中,配制成1 g/kg浓度的保鲜液。

将本实验室保藏的NX2-6菌株接种于种子培养基,37 °C恒温静置培养8 h,直到其完全凝乳。然后按4%的接种量,接种于脱脂乳发酵培养基,37 °C恒温静置培养24 h。将发酵液9000 r/min离心15 min,取上清,并用无菌水稀释1倍,得到乳酸菌发酵液保鲜液。

1.2.2 样品处理方法 挑选大小均一,体表鳞片完整无破肚,鲜度较高的带鱼,分别浸渍于不同保鲜液中,以无菌水浸泡作为对照组,计时10 min。取出后置于无菌铁质托盘上沥干水分。分装到无菌均质袋中,置于4 °C冰箱贮藏。分别在0、2、4、6、8 d取样,测定以下指标。

1.2.3 菌落总数的测定 将预先处理好的带鱼,在无菌条件下用无菌剪刀分别取25 g鱼肉样品(将整条鱼的肉取下,剪碎并混合均匀)置于无菌均质袋中,并加入225 mL含0.1%蛋白胨的0.85%的生理盐水中,放入均质机中均质2 min。具体操作参照GB 4789.2-2010《菌落总数测定》。

1.2.4 挥发性盐基氮(TVB-N)和pH的测定 TVB-N按照GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》中半微量定氮法进行测定。取10 g样品加入100 mL的煮沸冷却后的蒸馏水浸提30 min,过滤后滤液使用经校正剂校正后的pH计进行测定。

1.2.5 TBA值的测定 TBA值用硫代巴比妥酸值来衡量。取5.0 g样品加入15 mL A液(75.0 g三氯乙酸、1.0 g没食子酸丙酯和1.0 g EDTA,用ddH₂O定容至1 L),均质后过滤。取5.0 mL滤液加入等体积的B液(2-硫代巴比妥酸固体2.883 g,定容至1 L),100 °C水浴40 min后测定吸光度。具体测定方法参考^[13]。

1.2.6 感官评价 通过建立感官评定小组对带鱼冷藏过程中感官进行评定,评定小组由5人组成。根据外观、组织和气味三个方面对带鱼的感官品质进行综合评定。参照带鱼感官评定方法SC/T 3102-1984《鲜带鱼》标准和海水鱼感官评定方法^[14],并作出适当修改,按百分制进行评分。具体评判标准如下:

1.3 数据处理

实验中每组数据均进行3次重复,数据用Excel 2016软件处理,数据间差异的显著性通过统计软件SPSS 17.0进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同保鲜剂在带鱼保鲜过程中对菌落总数的影响

鱼体本身是一种营养丰富的天然培养基,非常

表1 带鱼感官评分表

Table 1 Sensory evaluation of hairtail

项目	100(分)	80(分)	50(分)	30(分)	10(分)
外观	体表呈银白色或银灰色,富有光泽,鱼鳞不易擦落,腮呈鲜红或紫红色,粘液透明,眼球饱满,角膜清晰	体表呈银白色或银灰色。光泽稍差脱鳞不超过体表四分之一。腮呈淡红或暗红色,粘液略浑浊,眼球平坦或微陷,角膜稍浑浊	体表色泽稍黯淡,鱼鳞掉落较多。粘液出现浑浊	体表较黯淡,鱼鳞脱落超过一半,粘液变得浑浊	体表色泽黯淡无光泽,鱼鳞脱落严重。粘液浑浊
组织	肌肉坚实组织紧密有弹性	肌肉稍软,弹性稍差	肌肉切面光泽稍暗	肌肉切面失去光泽,肌肉组织不紧密	肌肉切面色泽暗淡,组织失去弹性呈松散状
气味	具有鲜带鱼固有气味,无异味	具有鲜带鱼固有气味,基本无异味	带鱼固有鲜味减弱,略带异味	基本失去带鱼固有鲜味,异味较明显	腥臭味强烈,使人感到不适

有利于微生物的滋生。腐败变质,主要是由于腐败微生物的生长代谢引起的。因此,鱼体中微生物数量,可以作为鱼贮藏过程中腐败情况的一个衡量指标,即菌落总数。由图1可知,经百里酚、Nisin、茶多酚、 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液等不同保鲜剂浸泡的处理组,菌落总数都明显低于无菌水浸泡的对照组,说明这5种保鲜剂对细菌生长均有一定的抑制作用。其中,百里酚、Nisin和茶多酚的趋势十分接近,说明三者的保鲜效果相当, ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液的保鲜效果比较接近。国家水产标准(C/T 3102-2010)规定^[15],海产品的菌落总数指标不应高于6 lg CFU/mL,挥发性盐基氮(TVB-N)不应超过30 mg/100 g。贮藏6 d时,百里酚、Nisin和茶多酚处理组以及对照组的菌落总数均已超过6 lg CFU/mL, ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液处理组的菌落总数低于这一国家标准限定值,说明 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液的抑菌效果优于百里酚、Nisin和茶多酚。

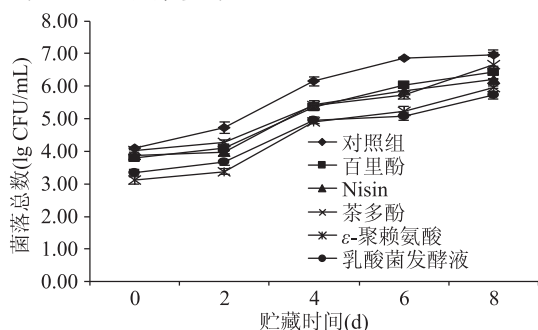


图1 不同种类保鲜剂对带鱼冷藏过程中菌落总数的影响

Fig.1 Effects of different preservatives on TVB-N during chilled storage of hairtail

2.2 不同保鲜剂在带鱼保鲜过程中对 TVB-N 值的影响

动物性食品由于酶和细菌的作用,在腐败过程中,使蛋白质分解而产生氨以及胺类等碱性含氮物质。此类物质具有挥发性,其含量越高,表明氨基酸被破坏得越多,特别是蛋氨酸和酪氨酸,营养价值大受影响。因此挥发性盐基氮(TVB-N)广泛作为衡量水产品鲜度的指标。由图2可知,在整个贮藏期间内,对照组和处理组的 TVB-N 值均呈上升

趋势,对照组的上升幅度明显高于各种处理组。初始时不同保鲜剂的处理组及无菌水浸泡的对照组 TVB-N 含量均小于 10 mg/100 g。贮藏 4 d 时,对照组和处理组的 TVB-N 值开始出现明显的差别,处理组的 TVB-N 含量均显著低于对照组 ($p < 0.05$),茶多酚、乳酸菌发酵液保鲜液和 ϵ -聚赖氨酸处理组 TVB-N 的含量分别是 10.98、11.32、11.88 mg/100 g,明显低于比百里酚和 Nisin 处理组 (19.34 和 19.78 mg/100 g)。但从贮藏第 6 d 开始,各组 TVB-N 含量均已超过 20 mg/100 g。

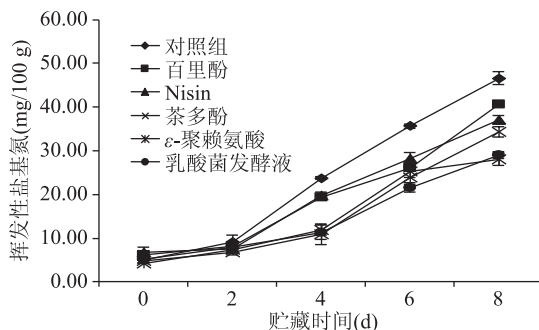


图2 不同种类保鲜剂对带鱼冷藏过程中 TVB-N 值的影响

Fig.2 Effects of different preservatives on TVB-N during chilled storage of hairtail

2.3 不同保鲜剂在带鱼保鲜过程中对 pH 的影响

微生物能够利用鱼肉组织中的营养物质如蛋白质,生成胺类物质,使鱼肉组织的 pH 上升。微生物数量愈多,代谢活动愈剧烈,那鱼肉组织中积累的碱性物质愈多。随着贮藏时间的延长,pH 会逐渐升高^[16]。如图3所示,带鱼在整个储藏过程中的 pH 基本呈递增趋势。除了乳酸菌发酵液保鲜液处理组外,其余组最初的 pH 都在 6.9 左右,差异不显著 ($p > 0.05$),在整个贮藏期间乳酸菌发酵液保鲜液和 ϵ -聚赖氨酸始终都低于对照组 pH。贮藏 2 d 时,对照组 pH 已经超过 7。Nisin 处理组在第 2 d 的 pH 明显高于对照组,乳酸菌发酵液保鲜液处理组在第 6 d pH 还没有达到 7,而其他保鲜剂在贮藏第 4 d 时 pH 都超过了 7,此外,乳酸菌发酵液保鲜液处理组在第 8 d 的 pH 远远小于对照组,说明乳酸菌发酵液保鲜液对带鱼 pH 的变化有明显抑制作用。

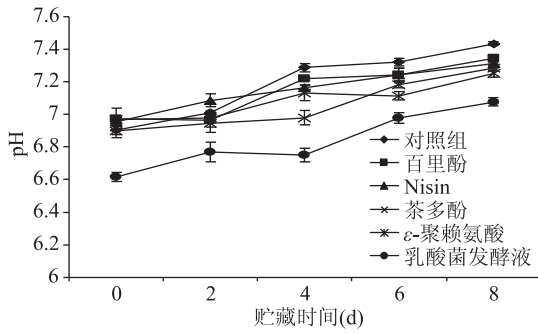


图3 不同种类保鲜剂对带鱼贮藏过程中 pH 的影响

Fig.3 Effects of different preservatives on pH during chilled storage of hairtail

2.4 不同保鲜剂在带鱼保鲜过程中对 TBA 值的影响

MDA 是脂质过氧化,也是细胞氧化损伤的一个重要检测指标。针对 MDA 的水平检测,以硫代巴比妥酸(TBA)方法测得的丙二醛(MDA)水平已被广泛用作诊断组织伤害和脂过氧化程度的指标^[17]。由图 4 可知,经不同保鲜剂百里酚、Nisin、茶多酚、ε-聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液浸泡的处理组均能有效的降低带鱼贮藏过程中的 TBA 值,各种保鲜剂都表现一定的抑制作用。第 0 d 时,各处理组 TBA 值在 0.5 mg MDA/kg 左右。贮藏 8 d 时,对照组 TBA 值达

到 1.21 mg MDA/kg,而茶多酚、ε-聚赖氨酸和乳酸菌发酵液保鲜液浸泡的各处理组 TBA 值均未超过 1.00 mg MDA/kg,显著低于对照组($p < 0.05$)。

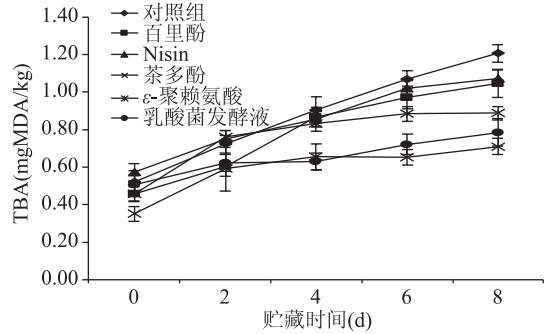


图4 不同种类的保鲜剂对带鱼贮藏过程中 TBA 的影响

Fig.4 Effects of different preservatives on TBA during chilled storage of hairtail

2.5 感官评价

为保证实验准确性,选择无破肚、体表鳞片完整有光泽鲜度较高的带鱼进行实验。初始时,百里酚处理组有一定刺激性气味外,气味评分较低。随着贮藏时间的延长,对照组带鱼表面黏度增加迅速,肉质发黄,特别是气味方面,变化显著($p < 0.05$)。而各组处理组也都有一定程度的变化,但均优于对照组。对照组在贮藏到第 4 d 时,带鱼的鲜味已被腥臭味

表2 各处理组在带鱼冷藏过程中的感官评分变化

Table 2 Changes of different treatments in sensory evaluation during chilled storage of hairtail

感官因素	处理	贮藏天数(d)				
		0	2	4	6	8
外观	对照组	95.2 ± 0.75	76.0 ± 1.10	55.0 ± 2.00	30.2 ± 1.94	20.2 ± 1.33
	百里酚	93.4 ± 0.80	80.4 ± 1.02	66.0 ± 1.02	58.2 ± 1.60	38.2 ± 1.72
	Nisin	93.0 ± 0.63	76.0 ± 0.63	64.6 ± 1.36	50.4 ± 1.50	42.0 ± 0.63
	茶多酚	91.4 ± 1.02	83.0 ± 1.10	75.4 ± 1.36	61.6 ± 1.36	55.2 ± 1.94
	ε-聚赖氨酸	94.4 ± 1.02	85.6 ± 0.49	85.8 ± 1.72	78.8 ± 0.75	63.6 ± 1.02
	乳酸菌发酵液	92.6 ± 2.06	84.4 ± 1.62	75.6 ± 0.49	70.6 ± 1.74	66.4 ± 1.02
	气味	对照组	91.8 ± 0.75	63.8 ± 0.75	42.2 ± 1.33	32.6 ± 1.62
百里酚		89.4 ± 0.80	72.4 ± 0.49	60.8 ± 1.17	47.2 ± 0.75	37.0 ± 1.67
Nisin		90.2 ± 1.33	76.6 ± 1.85	52.2 ± 1.94	43.6 ± 0.80	38.6 ± 1.50
茶多酚		92.8 ± 0.75	74.0 ± 0.63	57.6 ± 1.62	40.8 ± 0.75	33.6 ± 1.02
ε-聚赖氨酸		93.0 ± 0.63	88.8 ± 0.75	82.8 ± 1.60	76.8 ± 1.17	53.0 ± 2.00
乳酸菌发酵液		92.6 ± 0.49	88.4 ± 1.02	80.4 ± 0.49	74.2 ± 0.75	60.6 ± 0.80
组织		对照组	92.6 ± 0.49	79 ± 3.10	64.2 ± 0.75	54.8 ± 0.75
	百里酚	92.0 ± 0.63	76.6 ± 1.02	65.4 ± 1.50	59.4 ± 0.80	45.0 ± 0.63
	Nisin	94.6 ± 0.49	75.0 ± 0.63	66.2 ± 1.47	50.6 ± 0.80	47.8 ± 1.72
	茶多酚	95.2 ± 0.75	76.0 ± 1.41	66.2 ± 1.47	55.8 ± 0.75	43.6 ± 1.96
	ε-聚赖氨酸	93.6 ± 0.49	89.0 ± 0.89	82.2 ± 0.75	75.0 ± 0.63	54.8 ± 0.75
	乳酸菌发酵液	94.0 ± 0.89	85.2 ± 0.75	81.8 ± 1.60	80.4 ± 0.80	65.6 ± 0.80
	整体接受度	对照组	92.8 ± 0.40	69.4 ± 0.80	49.4 ± 0.80	34.8 ± 0.75
百里酚		92.8 ± 1.60	71.4 ± 3.14	60.4 ± 0.80	57.4 ± 1.62	30.6 ± 0.80
Nisin		93.0 ± 0.63	74.0 ± 0.89	61.0 ± 1.26	55.0 ± 0.63	37.6 ± 3.83
茶多酚		92.8 ± 1.17	83.2 ± 0.75	70.0 ± 0.63	56.8 ± 1.17	45.0 ± 1.26
ε-聚赖氨酸		94.2 ± 0.75	87.0 ± 1.67	79.4 ± 0.80	76.2 ± 1.17	62.6 ± 2.04
乳酸菌发酵液		94.2 ± 0.75	84.6 ± 0.10	80.0 ± 1.26	76.2 ± 0.75	64.6 ± 1.02

掩盖,而 ϵ -聚赖氨酸处理组和乳酸菌发酵液处理组带鱼特有的鲜味气味保持较好,异味很轻。这是因为气味物质由腐败微生物代谢产生,保鲜液有效的抑制了微生物的生长,减少了异味的产生。茶多酚处理组带鱼体表相较于对照组更加鲜亮,这是因为茶多酚阻止了带鱼组织中的脂质过氧化,脂质过氧化会使带鱼肉质发黄,体表暗淡。

3 讨论与结论

近年来,食品安全问题受到了消费者的普遍关注,国家对食品卫生安全的把控力度也不断增强。对于食品的防腐保鲜,天然生物防腐剂相比于化学防腐剂,越来越受到人们的青睐。对天然生物防腐剂在食品中的应用,也成为了研究热点^[18-19]。本研究中,将不同的生物防腐剂应用于带鱼冷藏,通过测定不同防腐剂处理组带鱼冷藏过程中菌落总数、挥发性盐基氮(TVB-N)等指标的变化,比较它们对带鱼冷藏过程中防腐保鲜的效果。

茶多酚是茶叶中主要的生理活性物质,为一种天然的抗氧化剂,作为食品添加剂中可有效抑制食品中不饱和脂肪酸的氧化^[20-21]。从本研究结果中可以看出,在带鱼贮藏到第8 d时,对照组的TBA值已达到1.21 mg MDA/kg,而此时茶多酚处理组TBA指标为0.71 mg MDA/kg,远低于对照组,且为各个生物防腐剂处理组中最低,体现了茶多酚的强抗氧化能力。蓝蔚青等^[9]将茶多酚应用于带鱼冷藏中,发现茶多酚在抑制带鱼贮藏过程中微生物的增长方面效果显著,本实验中,茶多酚和百里酚、Nisin处理组在抑制带鱼冷藏过程中菌落总数的增长方面,呈现相似的增长趋势,有相近的防腐效果,并且相比于对照组,均显示出显著的抗菌活性($p < 0.05$)。而 ϵ -聚赖氨酸处理中和乳酸菌发酵液处理组相比于茶多酚组,则显示出更强的抗菌活性。在带鱼贮藏初期,对照组和茶多酚处理组的菌落总数分别为4.09、4.01 lg CFU/mL,而 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液处理组分别为3.11、3.36 lg CFU/mL。说明 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液比茶多酚有更强的杀菌能力。在第8 d时,对照组和茶多酚处理组的菌落总数分别为6.97、6.66 lg CFU/mL,均已超过国家规定鲜带鱼鲜度标准6 lg CFU/mL,而 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液处理组的菌落总数分别为5.97、5.72 lg CFU/mL,仍低于国家鲜度标准。

乳酸链球菌素是由乳酸链球菌发酵产生,为一种高效、无毒、安全的天然食品防腐剂^[22]。Nisin能有效杀死或抑制引起食品腐败的革兰氏阳性菌、如肉毒杆菌、李斯特菌等^[23-25]。蓝蔚青等^[10]研究了Nisin对冷藏带鱼保鲜效果的影响,实验结果表明,经Nisin保鲜液处理的带鱼段,其保鲜效果优于冷藏对照组。本实验中,Nisin处理组相比于对照组,能一定程度减缓带鱼冷藏过程中菌落总数和挥发性盐基氮指标的增长,但在抑制TBA和pH的增长方面不显著($p > 0.05$)。Nisin处理组的抑菌能力弱于 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液处理组,其原因可能是带鱼的冷藏过程中,优势腐败菌如嗜冷杆菌、假单胞菌、希

瓦氏菌、肉杆菌属等多为革兰氏阴性菌,而Nisin主要抑制食品中革兰氏阳性菌的生长繁殖,对革兰氏阴性菌的抑制作用弱于革兰氏阳性菌。

百里酚存在于多种植物中,对真菌、螨虫有很强的杀灭作用^[26-27]。蒋慧亮等^[11]研究了1 g/kg百里酚保鲜液对冷藏大菱鲆的保鲜效果,研究表明,经百里酚保鲜液浸泡后,在3℃冷藏下,大菱鲆的货架期延长了169 h。本实验中,百里酚处理组在抑制带鱼冷藏过程中TBA和pH增长方面不显著($p > 0.05$),而能够一定程度上延缓菌落总数和TVB-N的增长,其变化规律与Nisin处理组相近。并且百里酚处理组保鲜效果显著低于 ϵ -聚赖氨酸和乳酸菌发酵液处理组($p < 0.05$)。

ϵ -聚赖氨酸是一种具有抗菌活性的多肽,安全性高,人体摄入后,会被消化分解为赖氨酸被人体吸收;抗菌谱广,对革兰氏阳性菌如枯草芽孢杆菌和革兰氏阴性菌中的产气节杆菌、大肠杆菌等易引起食物中毒与腐败的菌种有强烈抑制作用^[28-29]。Ying-Qiu Li等^[30]研究了 ϵ -聚赖氨酸对冷鲜猪肉的保鲜效果,研究表明 ϵ -聚赖氨酸能够显著抑制猪肉冷藏过程中菌落总数、TVN-N、pH的增长($p < 0.05$);刘骁等^[31]发现经1500和2000 mg/L的 ϵ -PL处理的冷却猪肉保鲜效果佳,能使冷却猪肉的货架期延长到10 d。本研究中, ϵ -聚赖氨酸处理组在贮藏初期便抑制了带鱼的初始菌落总数,相比于对照组,减少了约1个数量级。同时延缓了挥发性盐基氮的增长,在第8 d时,对照组的TVB-N值达到了46.60 mg/100 g,而 ϵ -聚赖氨酸处理组为28.05 mg/100 g,仍低于国家规定鲜度标准30 mg/100 g。

乳酸菌可产生抗菌性代谢产物细菌素,抑制食品中腐败菌生长,防止食品变质^[32]。此外,乳酸菌还可代谢产生如乳酸、双乙酰、脂肪酸等都有一定的抑菌活性^[33-34]。在所有保鲜液处理组中,第8 d时,乳酸菌发酵液处理组的菌落总数指标处在最低水平。孙卫青等^[35]同样发现经乳酸菌发酵液浸泡冷却猪肉,菌落总数和假单胞菌群的的增长得到了显著的抑制($p < 0.05$)。乳酸菌发酵产生的乳酸可抑制微生物的生长,同时降低食品的pH。本实验中,乳酸菌发酵液处理组从贮藏初期到末期,pH一直显著低于对照组和保鲜剂其他处理组($p < 0.05$),维持在较低的水平。

综合上述,五种保鲜剂均能相对抑制带鱼冷藏过程中微生物的增长,减缓冷藏带鱼的腐败速率。其中 ϵ -聚赖氨酸保鲜剂处理组和乳酸菌发酵液处理组的保鲜效果要优于茶多酚、百里酚和Nisin保鲜剂处理组。茶多酚在抑制带鱼冷藏过程中脂质氧化方面要优于其他保鲜剂处理组。

参考文献

- [1]柳卫海,詹秉义.东海区渔业资源变动分析[J].上海水产大学学报,1999,8(1):19-24.
- [2]沈月新.水产食品学[M].北京:中国农业出版社,2001:23-24.

- [3] Duan JY, Jiang YY, Cherian G, et al. Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets [J]. Food Chemistry, 2010, 122(4): 1035-1042.
- [4] 鸿巢章二, 桥本周久. 水产利用化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 133-136.
- [5] 袁蒲, 杨丽, 付鹏钰, 等. 我国食品防腐剂应用状况及未来发展趋势[J]. 科技创新导报, 2017, 14(29): 85-88.
- [6] 刘晨. 生物防腐剂及其在食品防腐中的应用[J]. 食品安全导刊, 2017(15): 130.
- [7] 陈文慧, 徐莉, 梁振纲. 生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用研究[J]. 食品工业, 2017, 38(5): 52-57.
- [8] 孟晓华, 胡楚婷, 许琪琦, 等. 几种天然生物防腐剂对生鲜罗非鱼片防腐效果研究[J]. 农产品加工(学刊), 2012(3): 51-54, 58.
- [9] 蓝蔚青, 谢晶, 赵海鹏, 等. 茶多酚对冷藏带鱼保鲜效果的比较研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(1): 159-161.
- [10] 蓝蔚青, 谢晶, 杨胜平, 等. Nisin 生物保鲜剂对冷藏带鱼的保鲜效果研究[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(4): 683-686.
- [11] 蒋慧亮, 李学英, 杨究时, 等. 百里酚对冷藏大菱鲆鲜度和货架期的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(14): 327-330.
- [12] 侯伟峰, 谢晶, 林永艳. ϵ -聚赖氨酸在南美白对虾保鲜上的应用[J]. 湖南农业科学, 2011(9): 127-130.
- [13] 张倩颖. 嗜酸乳杆菌 NX2-6 发酵食品级培养基及其在食品防腐中的应用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [14] 傅德成, 刘明堂. 食品感官鉴别手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1991: 50-51.
- [15] 中华人民共和国农牧渔业部. C/T 3102-2010 中华人民共和国农牧渔业部标准—鲜带鱼[S]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [16] 佟懿, 谢晶. 鲜带鱼不同贮藏温度的货架期预测模型[J]. 农业工程学报, 2009(6): 301-305.
- [17] 苏辉, 谢晶. 生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用研究进展[J]. 食品与机械, 2013(5): 265-269.
- [18] 蓝蔚青, 谢晶. 生物保鲜剂对水产品保鲜效果影响的研究进展[J]. 山西农业科学, 2009, 37(6): 75-78.
- [19] Sampels S. The Effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products; A review[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2015, 39(6): 1206-1215.
- [20] 王丽, 许奇, 徐顺, 等. 茶多酚对微生物生长影响的研究进展[J]. 现代食品科技, 2013, 29(7): 1737-1741.
- [21] 李颖畅, 张笑, 仪淑敏, 等. 茶多酚对水产品的保鲜机理及其应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(8): 365-368.
- [22] 徐启军, 黎锡流, 李晓玺, 等. 天然多肽抗菌活性物质 Nisin 及其在食品抗菌保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发, 2008(4): 177-182.
- [23] 李增利. Nisin 抗菌作用机制及抑菌效力[J]. 食品科技, 2004(10): 59-62.
- [24] Mirhosseini M, Afzali M. Investigation into the antibacterial behavior of suspensions of magnesium oxide nanoparticles in combination with Nisin and heat against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in milk [J]. Food Control, 2016, 68: 208-215.
- [25] Hui GH, Liu W, Feng HL, et al. Effects of chitosan combined with Nisin treatment on storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*) [J]. Food Chemistry, 2016, 203: 276-282.
- [26] 黄兵. 百里酚和香芹酚抗鸡球虫活性研究[C]. 北京: 中国畜牧兽医学学会家畜寄生虫学分会: 2006: 1.
- [27] 蒋慧亮, 李学英, 杨究时, 等. 生物保鲜剂对鱼类腐败菌抑菌效果比较及抑菌机理研究[J]. 食品科学, 2012, 33(23): 31-35.
- [28] 冯建岭, 魏敏, 刘海燕, 等. ϵ -聚赖氨酸应用于海鱼保藏的研究展望[J]. 食品工业, 2016, 37(2): 233-236.
- [29] 赵承强, 韦绍安. ϵ -聚赖氨酸在食品防腐领域的综合应用[J]. 广东化工, 2014, 41(21): 107-108.
- [30] Li Y Q, Feng J L, Han Q, et al. Effects of ϵ -polylysine on physicochemical characteristics of chilled pork [J]. Food and Bioprocess Technology 2013, 7(9): 2507-2515.
- [31] 刘骁, 谢晶, 林永艳. ϵ -聚赖氨酸对冷却猪肉保鲜效果的研究[J]. 湖北农业科学, 2012(1): 146-149.
- [32] 张咏梅, 张家国. 乳酸菌在水产品保鲜的应用现状及发展趋势[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(8): 190-192.
- [33] Lópezcuellar M D R, Rodríguezhernández A I, Chavarríahernández N. LAB bacteriocin applications in the last decade [J]. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 2016: 1-12.
- [34] Rouse S, Harnett D, Vaughan A, et al. Lactic acid bacteria with potential to eliminate fungal spoilage in foods [J]. J Appl Microbiol, 2008, 104(3): 915-23.
- [35] 孙卫青, 马俪珍, 南庆贤. 天然保鲜液对冷却猪肉保鲜效果的研究[J]. 中国农业科学, 2007(8): 1835-1842.

一套《食品工业科技》在手， 纵观食品工业发展全貌