

鲜切草鱼鱼腩保鲜剂筛选与货架期

何 丽, 侯温甫*, 艾有伟

(武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023)

摘 要:以鲜切草鱼鱼腩为原料,选取17种平皿体系条件下对假单胞菌抑菌效果好的保鲜剂对草鱼鱼腩进行保鲜处理,通过感官初筛选出对产品色泽、味道、组织形态、组织弹性影响小的保鲜剂;研究不同初筛得到的保鲜剂处理后冷鲜草鱼肉贮藏期间品质变化,并根据微生物生长曲线构建微生物生长一级模型,通过模型参数的变化定量反映抑菌剂对微生物生长的抑制作用,综合考虑保鲜剂对冷鲜鱼腩品质以及抑菌特性影响,选出草鱼鱼腩处理的最佳保鲜剂;并结合气调包装(50% CO₂+50% N₂)研究保鲜处理后草鱼鱼腩的货架期。结果表明:没食子酸、柠檬酸、鞣酸、磷酸三钾、 ϵ -聚赖氨酸、植酸处理后鱼腩颜色正常,保持原有鱼香味,组织形态和弹性无不良影响; ϵ -聚赖氨酸处理后品质优于其他组,并在草鱼鱼腩基质上有较好抑菌特性,确定 ϵ -聚赖氨酸为草鱼鱼腩最佳保鲜剂;经 ϵ -聚赖氨酸处理的鲜切鱼腩结合气调包装后置于4℃贮藏时的货架期可达13 d,能较长时间保持鲜切草鱼鱼腩的品质。

关键词:鲜切鱼腩;保鲜剂;货架期; ϵ -聚赖氨酸

Preservative Screening for Prolonged Shelf Life of Fresh-Cut Grass Fish Belly during Cold Storage

HE Li, HOU Wenfu*, AI Youwei

(College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Out of 17 preservatives, previously found to be highly effective against *Pseudomonas* using a plate culture system, the preservatives having little influence on the color, taste, morphology or elasticity of fresh grass carp belly were screened by sensory evaluation. Results suggested that after treatment with gallic acid, citric acid, tannic acid, trimethyl phosphate, polylysine or phytic acid, the color of fish belly remained normal, the flavor was maintained and no negative impact on morphology or elasticity was seen. The quality change of grass carp belly with preservative treatments during cold storage was assessed. A first-order model describing microbial growth was constructed based on the microbial growth curve. The bacteriostatic activity of preservatives was quantitated by model parameters. This study showed that ϵ -polylysine was the best preservative for grass carp belly. It had less impact on the quality of grass carp belly and exhibited stronger bacteriostatic activity than other preservatives. The shelf life of fresh grass carp with ϵ -polylysine treatment and modified atmosphere packaging (50% CO₂ + 50% N₂) when stored at 4℃ was 13 days. In conclusion treatment with ϵ -polylysine can help maintain the shelf life of grass carp.

Key words: fresh-cut grass carp; antistaling agent; shelf life; ϵ -polylysine

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604047

中图分类号: TS254.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2016)04-0260-06

引文格式:

何丽, 侯温甫, 艾有伟. 鲜切草鱼鱼腩保鲜剂筛选与货架期[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 260-265. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604047. <http://www.spkx.net.cn>

HE Li, HOU Wenfu, AI Youwei. Preservative screening for prolonged shelf life of fresh-cut grass fish belly during cold storage[J]. Food Science, 2016, 37(4): 260-265. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604047. <http://www.spkx.net.cn>

草鱼是“四大家鱼”之一^[1],肉质嫩而不腻,肌间刺少,具有良好的滋补作用,近年来,其消费量已超过200

万 t^[2]。随着超市业的快速发展,经宰杀、清洗、分割和包装的鲜切草鱼制品已渐渐成为新型的销售方式^[3],冷

收稿日期: 2015-06-29

基金项目: 湖北省教育厅科学研究计划项目(Q20141701)

作者简介: 何丽(1990—),女,硕士研究生,研究方向为食品科学与工程。E-mail: 1316910690@qq.com

*通信作者: 侯温甫(1979—),女,副教授,硕士,研究方向为水产品加工与贮藏。E-mail: 745682588@qq.com

鲜草鱼鱼腩是其中一种鲜切草鱼制品^[4]。由于草鱼肌肉组织细嫩、酶活性高、体表带有多种微生物,随着死后生理活动的终止,易导致其鲜度下降、品质变差,甚至腐败变质^[5]。为控制有害微生物,延长产品货架期,生产上会采取系列的保鲜手段抑制肉制品中微生物的生长繁殖^[6-7]。保鲜剂作为一种保鲜技术应用在水产品上,能有效抑制微生物生长,减缓水产品鲜度下降趋势,防止水产品贮藏过程中腐败变质^[8],延长产品货架期。龚婷等^[3]研究柠檬酸处理草鱼鱼片后货架期,比对照组延长了16 d;杨胜平等^[9]用壳聚糖溶液处理带鱼后冷藏,发现处理过的带鱼有较长的货架期,质量浓度为1 g/100 mL壳聚糖处理后能将带鱼的一级鲜度延长2~3 d,二级鲜度延长6~7 d。蓝蔚青等^[10]将经过Nisin处理后的带鱼,贮藏于4℃条件下进行实验,发现Nisin质量浓度为0.5 g/L时,在贮藏第6天,挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值为23.55 mg/100 g,能达到二级鲜度标准,同时感官品质未发生显著变化。目前,针对淡水鱼鲜切制品的保鲜剂筛选研究尚少见报道。

假单胞菌是冷鲜草鱼主要腐败微生物^[11],研究表明,假单胞菌生长预测模型的建立可以应用于冷鲜鱼肉保鲜效果的快速评估^[12],本实验以鲜切草鱼鱼腩为原料,选取本实验室陈振青等^[13]研究的平皿体系条件下60种常用保鲜剂中对假单胞菌抑制效果显著的17种保鲜剂作用于草鱼鱼肉基质上,通过感官初筛选出对产品色泽、味道、组织形态、组织弹性影响较小的保鲜剂。研究初筛保鲜剂处理后冷鲜贮藏草鱼肉品质变化,同时建立微生物生长一级模型,通过模型参数的变化定量反映保鲜剂对微生物生长的抑制作用,综合草鱼鱼腩品质及抑菌效果选出最佳保鲜剂,并结合气调保鲜联合应用,确定草鱼鱼腩在冷藏中的货架期,为保鲜剂在鲜切草鱼鱼腩应用上提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

鲜活草鱼 武汉市东西湖区武商量贩常青花园店。

平板计数琼脂(plate count agar, PCA)培养基、CFC假单胞菌选择性培养基 青岛高科技园海博生物技术有限公司;NaClO(分析纯) 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

SW-CJ-2FD型双人单面净化工作台 苏州净化设备有限公司;FD-Z1型气调包装机 上海福帝包装机械有限公司;FSH-2A型可调高速匀浆机 金坛市医疗仪器厂;BC/BD-220SE卧式双层门冷藏冷冻转换柜 青岛海尔特种电冰柜有限公司;MIR-154型低温恒温培养箱

三洋电机株式会社;FHW-450型保鲜膜封接机 浙江江南宝业有限公司;手提式蒸汽不锈钢消毒器(灭菌锅) 上海博讯医疗器械公司;DHG-9123A电热恒温鼓风干燥箱 上海一恒科技公司。

1.3 方法

1.3.1 原料预处理

新鲜草鱼,0.5 h内完成宰杀,去头、去鳞、去内脏并运回实验室,置于预冷柜中预冷至鱼肉中心温度降至8℃左右,整个过程约用时0.5 h。然后在经消毒杀菌处理的卫生条件良好的加工分割间进行去皮处理,经流动的自来水冲洗干净后,分割成大小均一的鱼块,每块鱼块宽度约为1 cm,每块质量约20~30 g。

1.3.2 保鲜剂的初筛选

实验设定保鲜剂质量浓度为0.5 g/100 mL应用于冷鲜鱼腩上。每3块草鱼鱼腩(每块约30 g,8 cm×1 cm×2 cm)放入保鲜剂中浸泡3 min捞起,沥干2 min置于托盘中。对照组为不做保鲜剂处理的草鱼鱼腩,比较各处理组样品的色泽、气味、组织形态、弹性,并评分。各处理均在灭菌后的环境中进行。评分标准按宋智等^[14]方法略做修改进行。每项满分为10分,消费者可接受的最低限为6分,低于6分的保鲜剂被剔除掉。表1为草鱼鱼腩感官评分标准。

表1 草鱼鱼腩感官评分标准
Table 1 Criteria for sensory evaluation of fish belly

描述	好(10分)	较好(8分)	一般(6分)	较差(4分)	差(2分)
色泽	色泽正常,肌肉切面富有光泽	色泽正常,肌肉切面有光泽	色泽稍暗淡,肌肉切面稍有光泽	色泽较暗淡,肌肉切面无光泽	色泽暗淡,肌肉切面无光泽
气味	固有香味浓郁	固有香味较浓郁	固有香味清淡,略带异味	固有香味消失,有腥臭味或氨臭味	有强烈腥臭味或氨味
组织形态	肌肉组织致密完整,纹理很清晰	肌肉组织紧密,纹理较清晰	肌肉组织不紧密,但不松散	肌肉组织不紧密,局部松散	肌肉组织不紧密,松散
组织弹性	坚实富有弹性,手指压后凹陷立即消失	坚实有弹性,手指压后凹陷较快消失	较有弹性,手指压后凹陷消失较慢	稍有弹性,手指压后凹陷消失很慢	无弹性,手指压后凹陷不消失

1.3.3 贮藏后鱼腩感官评定

保鲜剂0.5 g/100 mL,3 min浸泡,沥干2 min后的冷鲜草鱼鱼腩于4℃条件下托盘贮藏,由8位专业人员组成评价小组,对鲜切鱼腩的色泽、气味、组织形态进行评定,评分标准见表1。

1.3.4 细菌总数的测定

参照GB 4789.2—2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》^[15]中的方法进行。

1.3.5 假单胞菌数的测定

测定方法同1.3.4节(培养基改用CFC培养基)。

1.3.6 TVB-N值的测定

参照SC/T 3032—2007《水产品中挥发性盐基氮的测定》^[16]中的方法进行。

1.3.7 一级预测模型的建立

通过SAS 9.1统计软件, 分别拟合在4℃贮藏条件下不同保鲜剂处理的冷鲜草鱼鱼腩中假单胞菌的生长数据, 用Gompertz模型拟合其生长动态^[17]。

1.3.8 最佳保鲜剂结合气调包装时鱼腩货架期的确定

实验设计分两组, 保鲜剂组为统一质量浓度0.5 g/100 mL最佳保鲜剂浸泡3 min, 沥干2 min; 对照组不添加保鲜剂。对照组和保鲜剂组均采用气调包装(50% CO₂+50% N₂) 4℃冷鲜贮藏, 测定鱼腩品质变化情况并确定其货架期。

1.4 数据分析

采用Excel绘图, 利用SPSS 17.0和SAS 9.1软件进行实验数据分析, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 利用 t 检验进行组间分析, 当 $P < 0.01$ 时为极显著差异, $P < 0.05$ 时为显著性差异, $P > 0.05$ 时差异不显著。

2 结果与分析

2.1 保鲜剂初筛结果

感官评定综合许多因素, 是鱼肉鲜度检测中非常重要的指标, 且简便易行、可靠性高、实用性强。假单胞菌是冷鲜草鱼主要腐败微生物^[11], 选取陈振青^[13]研究对假单胞菌抑制效果显著的17种保鲜剂, 通过感官进行初筛, 结果见表2。

表2 草鱼鱼腩保鲜剂初筛评分表
Table 2 Sensory evaluation scores of fish belly with different preservative treatments

保鲜剂	相关感官描述	分值
对苯醌	颜色变成深褐色, 保鲜剂的味道浓, 类似农药的味道, 感官难以接受	1.0±0.04
乙酸	色泽变暗, 肌肉不紧密, 较松散, 较对照组发白, 且处理后有明显的乙酸的酸味, 感官难以接受	2.5±0.17
肉桂油	颜色、组织形态较好, 但处理后肉桂油的味道浓烈, 感官难以接受	4.2±0.04
甲酸	色泽暗淡, 肌肉发白, 纹理松散, 处理后甲酸味明显, 且鱼肉很难沥干, 出水多, 感官难接受	3.5±0.07
柠檬酸	发白、发麻, 具有鱼肉的固有的香味, 组织弹性较差	6.5±0.12
没食子酸	稍有保鲜剂味道, 肉色稍发白, 组织状态和弹性较好	7.5±0.05
鞣酸	稍有保鲜剂味道, 稍发白, 组织状态和弹性较没食子酸稍好	7.2±0.21
氢氧化钙	组织状态和弹性差, 发白、发麻, 肌肉松散, 表面还有未溶解的白色粉末	1.5±0.15
正辛酸	浓郁酸味, 组织状态差, 发白	2.1±0.22
百里酚	组织状态和弹性均较好, 但具有浓郁的保鲜剂臭味, 且百里酚为结晶颗粒, 较难溶解, 沥干后颗粒附着在鱼肉上, 感官难以接受	2.0±0.03
冰乙酸	处理后鱼肉颜色暗淡, 组织状态差, 发麻、发白, 且有明显酸味	2.0±0.13
丙酸	和冰乙酸效果类似	2.0±0.14
丁香油酚	保鲜剂味道浓郁, 色泽暗淡, 组织形态较好	4.0±0.23
乳酸	酸味明显, 组织形态差	3.5±0.31
植酸	保鲜剂味道较淡, 但鱼肉色泽较暗, 组织状态和弹性可接受	8.0±0.16
ε-聚赖氨酸	组织状态和弹性好, 且有鱼肉固有香味, 色泽和对照组最接近	9.5±0.07
磷酸三钾	和ε-聚赖氨酸处理效果类似	9.5±0.06
对照	色泽正常, 具有鱼肉固有气味, 组织状态和弹性好	10.0±0.02

表2中对照组样品为不经保鲜剂处理的鲜鱼腩, 其切面富有光泽, 组织致密完整, 富有弹性, 具有浓郁鱼香

味。经大多数有机酸处理后鱼腩均存在酸味残留的现象, 影响感官味觉, 且浸泡处理后颜色泛白, 组织弹性变差, 分值低, 感官很难接受。本实验设定6分以上的评分结果处于可接受范围内, 实验结果显示处于此范围内的保鲜剂有6种, 其中ε-聚赖氨酸和磷酸三钾处理后, 鱼腩颜色正常, 味道浓郁, 组织完整, 感官评分为9.5(好), 与对照相差较小。经初筛得到6分以上保鲜剂分别为没食子酸、柠檬酸、鞣酸、磷酸三钾、ε-聚赖氨酸、植酸。

2.2 不同保鲜剂处理后鱼腩在冷藏过程中的品质变化

对4℃贮藏条件下不同保鲜剂处理的冷鲜草鱼鱼腩进行感官评价, 微生物数量、TVB-N值进行测定, 以购回当天为第0天, 每隔48 h检测一次。不同保鲜剂处理后鱼腩品质各指标变化情况如图1所示。

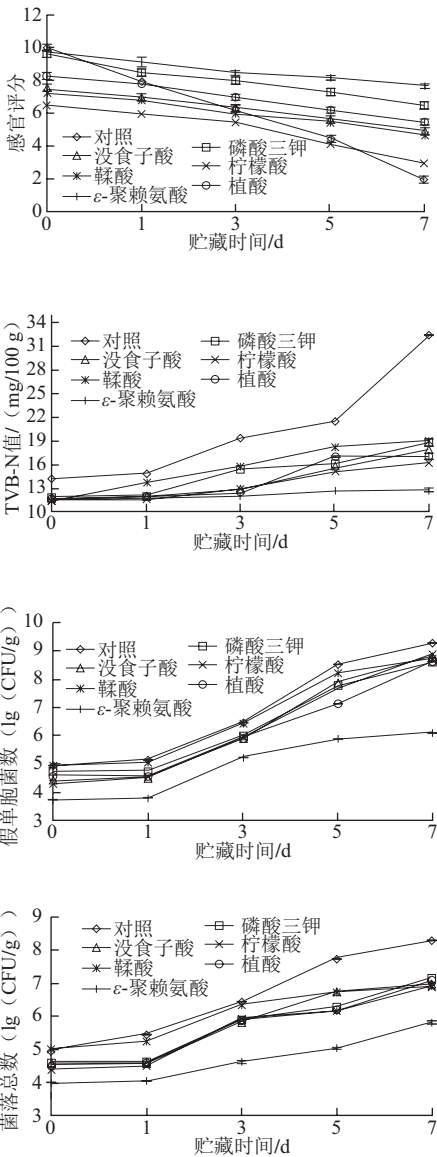


图1 鱼腩4℃贮藏期间各品质指标的变化
Fig.1 Changes in freshness indicators of grass carp belly during storage at 4℃

由图1可以看出, 保鲜处理后鱼腩感官可接受时间都较对照组有所延长, 整体贮藏品质优于对照组。同其余5种保鲜剂相比, ϵ -聚赖氨酸处理组样品贮藏期间感官变化最缓慢, 第7天感官评定“较好”, 其余5种保鲜剂贮藏期间感官品质下降较快; 从TVB-N值指标上看, TVB-N值比对照上升缓慢, 其中 ϵ -聚赖氨酸处理组样品的TVB-N值上升趋势十分平缓, 第7天值小于13 mg/100 g, 处于鲜肉范围内^[18]。从微生物生长曲线看, 6种保鲜剂都对微生物有一定抑制作用, 且 ϵ -聚赖氨酸组和其余组间差别显著 ($P<0.05$)。同时结果显示, ϵ -聚赖氨酸处理显著降低菌落总数和假单胞菌的初始菌数, 贮藏期间其微生物上升最缓慢, 菌落总数和假单胞菌较其余各组降低一个数量级, 对其微生物具有显著的抑制作用, 且贮藏过程中 ϵ -聚赖氨酸处理的鱼腩品质感官方面综合评定最佳。

2.3 基于微生物生长预测模型构建评价不同保鲜剂处理的效果

采用Gompertz模型对图1中不同保鲜剂处理后冷鲜草鱼鱼腩中菌落总数生长曲线进行拟合, 进一步判断各组保鲜剂的效果。Gompertz方程式是一个双指数函数, 众多研究者认为此模型能较为准确地拟合微生物生长的一级模型^[19]。表3结果显示, 各组保鲜剂组相关系数 R^2 的值均在0.99以上, 表明Gompertz模型能很好地描述不同保鲜剂处理冷鲜草鱼鱼腩中微生物的生长。

表3 4℃贮藏条件下保鲜剂处理的冷鲜草鱼鱼腩微生物生长动力学模型
Table 3 Growth kinetic models of total bacterial count in chilled fresh-cut grass fish belly treated with each of the selected preservatives at 4℃

样品	微生物生长动力学模型	R^2
对照	$\lg N_t = 4.970\ 0 + 4.290\ 6 \exp\{-\exp[-0.879\ 0(t-1.837\ 6)]\}$	0.995 5
磷酸三钾	$\lg N_t = 4.745\ 5 + 3.845\ 5 \exp\{-\exp[-0.826\ 8(t-1.148\ 9)]\}$	0.996 0
没食子酸	$\lg N_t = 4.423\ 2 + 4.432\ 1 \exp\{-\exp[-0.808\ 3(t-1.132\ 5)]\}$	0.996 1
柠檬酸	$\lg N_t = 4.295\ 9 + 4.599\ 9 \exp\{-\exp[-0.649\ 5(t-2.999\ 9)]\}$	0.995 2
鞣酸	$\lg N_t = 4.941\ 1 + 3.766\ 4 \exp\{-\exp[-0.964\ 5(t-2.923\ 7)]\}$	0.995 7
植酸	$\lg N_t = 4.568\ 2 + 4.075\ 3 \exp\{-\exp[-0.611\ 4(t-3.280\ 2)]\}$	0.995 0
ϵ -聚赖氨酸	$\lg N_t = 3.737\ 7 + 1.827\ 5 \exp\{-\exp[-0.191\ 4(t-7.739\ 2)]\}$	0.992 1

表4 4℃贮藏条件下不同保鲜剂处理冷鲜草鱼鱼腩中微生物的主要生长动力学参数

Table 4 Kinetic parameters of total bacterial count in chilled fresh-cut grass fish belly treated with each of the selected preservatives at 4℃

主要参数	样品						
	对照	磷酸三钾	没食子酸	柠檬酸	鞣酸	植酸	ϵ -聚赖氨酸
最大比生长速率/(1/d)	1.387 6	1.169 6	1.317 9	1.099 1	1.336 4	0.916 6	0.128 6
延滞期/d	0.699 9	1.917 9	1.895 3	1.460 2	1.886 8	1.644 6	2.314 5

最大比生长速率表示微生物增长繁殖的最大速率, 由表4可看出, 在草鱼肉基质上各保鲜剂添加后影响了微生物的最大比生长速率, 相比对照组, 6种保鲜剂处理后均降低了微生物的最大比生长速率, 尤其是 ϵ -聚赖氨酸组的最大比生长速率远远小于其他各组, 生长速率十分缓慢。延滞

期反映微生物生长被延迟的时间, 其值越大表示微生物生长延迟时间越长。表4中6种保鲜剂均在一定程度上延缓微生物到达最大比生长速率的时间, 其中 ϵ -聚赖氨酸处理后使微生物的延滞期增加值大于1.5 d, 显示其在鱼肉体系下表现出较好的抑菌特性。由此, 综合考虑各组保鲜剂对冷鲜鱼腩品质的影响以及对鱼腩中微生物的抑制效果, 可确定 ϵ -聚赖氨酸为冷鲜草鱼鱼腩最佳保鲜剂。

2.4 ϵ -聚赖氨酸处理结合气调包装冷鲜鱼腩贮藏过程中各鲜度指标的变化

2.4.1 草鱼鱼腩贮藏期间感官品质的变化

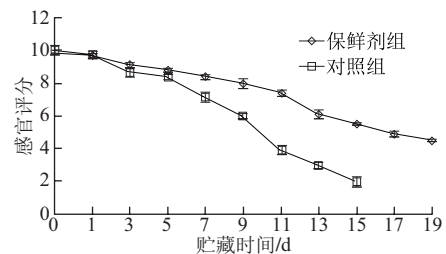


图2 草鱼鱼腩4℃贮藏过程中的感官品质变化
Fig.2 Changes in sensory evaluation score of grass carp belly during storage at 4℃

图2显示了经保鲜剂 ϵ -聚赖氨酸处理后冷鲜草鱼鱼腩在气调包装 (50% CO₂ + 50% N₂) 贮藏过程中感官评价的变化。新鲜草鱼鱼腩外观具有鲜鱼肉特有的气味, 无异味; 肌肉光泽, 红肉部分鲜艳, 脂肪乳白色; 纤维清晰, 组织有弹性, 指压后凹陷立即恢复; 无出水; 外表湿润, 无黏稠, 综合感官分值为10分。在贮藏初期, 两组样品感官评分差别较小, 评定人员均认为两组样品感官差异不明显, 说明保鲜液浸泡处理对冷鲜草鱼鱼腩感官品质影响较小。随着贮藏时间延长, 草鱼鱼腩的感官评分总体呈现下降趋势, 第3天开始保鲜剂组感官下降速率明显小于对照组。对照组在第5天后下降速率加快, 第9天便达到6分, 处于可接受临界值, 而添加保鲜剂组样品可接受时间达到13 d, 比未处理组延长了4 d, 说明 ϵ -聚赖氨酸对保持草鱼鱼腩的感官品质具有较好的效果。

2.4.2 草鱼鱼腩贮藏期间微生物数量的变化

根据SC/T 3108—2011《鲜青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼》^[20]规定: 草鱼微生物数不大于10⁶ CFU/g为二级鲜度, 细菌总数达到10⁶ CFU/g时处于腐败阶段, 不能食用, 此时判定为货架期终点。由图3A可知, 未处理的对照组样品细菌总数增加较快, 第7天为5.47 (lg (CFU/g)), 接近二级鲜度上限, 第9天为6.5 (lg (CFU/g)), 已经腐败不可食用。保鲜剂处理组的鱼腩在贮藏7 d内细菌增长缓慢, 第11天以后上升稍快, 第15天达到二级鲜度上限, 第17天超出可食用范围。如图3B所示, 与菌落总数变化情况类似, 保鲜剂组假单胞菌的增长速率远小于对照组, 对照组样

品在第9天不可食用, 保鲜剂组在第19天假单胞菌数为5.84 (lg (CFU/g)), 依然处于二级鲜度内。由于假单胞菌为革兰氏阴性菌, ϵ -聚赖氨酸对革兰氏阴性和阳性菌的抑菌效果均表现显著^[21], ϵ -聚赖氨酸的作用使得细胞膜结构破坏, 引起细胞的物质, 能量和信息传递中断, 最终导致细胞死亡^[22-23]。就微生物指标而言, 与对照组相比保鲜剂组的货架期延长近6 d, 说明 ϵ -聚赖氨酸能有效地抑制鱼肉样品中微生物的生长。

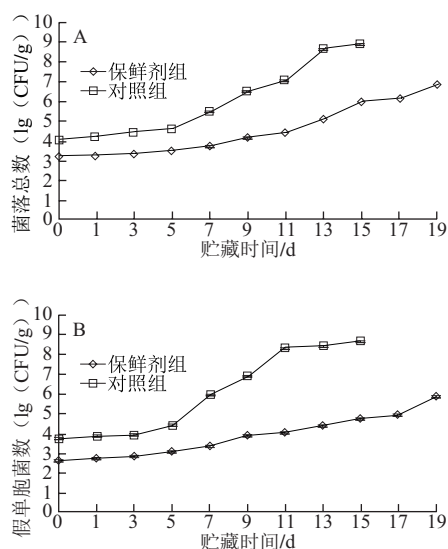


图3 草鱼鱼腩4 °C贮藏过程中菌落总数(A)和假单胞菌数(B)的变化

Fig.3 Changes in total bacterial and *Pseudomonas* spp. counts in grass carp belly during storage at 4 °C

2.4.3 草鱼鱼腩贮藏期间TVB-N值的变化

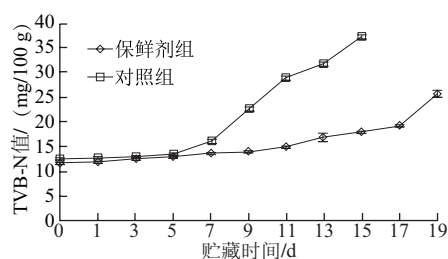


图4 草鱼鱼腩4 °C贮藏过程中TVB-N值的变化

Fig.4 Change in TVB-N content in grass carp belly during storage at 4 °C

由于草鱼中蛋白质含量较高, 在贮藏过程中受酶和细菌的作用, 蛋白质被分解为小分子的氨以及胺类等碱性含氮物质, 即TVB-N, 因此TVB-N值是反映草鱼腐败程度的重要指标。按GB 27733—2005《鲜(冻)动物性水产品卫生标准》^[18]规定: 淡水鱼的TVB-N值不大于20 mg/100 g, 才符合卫生标准。如图4所示, 对照组和保鲜剂组样品的TVB-N值初期贮藏5 d内变化不大, 第7天开始对照组增长速率加快, 与保鲜剂组呈现出明显区别, 到第9天增加到22.68 mg/100 g, 超出卫生标准。而

保鲜剂组在第17天还处于卫生标准之内, TVB-N值可接受时间较对照组延长8 d。

3 结论

感官初筛17种保鲜剂得到对鱼腩色泽、气味、组织形态、组织弹性影响小的保鲜剂, 结果表明经保鲜剂处理后鱼腩颜色正常, 保持原有鱼香味, 组织形态和弹性无不良影响, 感官评分分值处于6分以上, 感官可接受的保鲜剂分别为: 没食子酸、柠檬酸、鞣酸、磷酸三钾、 ϵ -聚赖氨酸、植酸。

样品经保鲜剂处理后包装贮藏, 每隔48 h检测各鲜度指标变化, 其中 ϵ -聚赖氨酸抑制微生物增长, 感官效果良好, 延缓蛋白质分解, 整体贮藏品质最佳。根据微生物生长曲线建立了4 °C贮藏条件下不同保鲜剂处理的冷鲜鱼腩微生物生长动力学模型, 通过模型拟合参数最大比生长速率和延滞期判断不同保鲜剂处理冷鲜鱼腩微生物的抑制效果, 结果表明 ϵ -聚赖氨酸抑菌效果较强。综合贮藏过程中鱼腩品质和抑菌特性选择 ϵ -聚赖氨酸为冷鲜草鱼鱼腩最佳保鲜剂。

鱼腩经 ϵ -聚赖氨酸处理后结合气调包装式(50% CO₂ + 50% N₂)冷鲜贮藏, 结果表明 ϵ -聚赖氨酸能够明显降低草鱼鱼腩的菌落总数和TVB-N值, 显著抑制微生物生长和蛋白质分解, 且感官、微生物、TVB-N值指标结果一致。综合各鲜度指标判定保鲜剂组的货架期为13 d, 较对照组样品货架期延长5 d。

参考文献:

- 赵晨, 卢君, 陈桂平, 等. 草鱼冷藏过程中脂类的变化[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 151-153; 162. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2013.02.036.
- 刘佳. 我国淡水鱼产量将会持续增长[J]. 农业知识, 2014(15): 14. DOI:10.3969/j.issn.1000-8241.2014.05.009.
- 龚婷, 熊善柏, 陈加平, 等. 冰温气调保鲜草鱼片加工过程中的减菌化处理[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(1): 111-115. DOI:10.3321/j.issn:1000-2421.2009.01.027.
- 王亚楠, 候温甫. 鲜切草鱼脊肉块中热杀索丝菌生长预测模型[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(2): 206-208. DOI:10.3969/j.issn.1002-1302.2014.02.072.
- GRAM L, HUSS H H. Microbiological spoilage of fish and fish products[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33: 121-137. DOI:10.1007/978-1-4419-0826-1_4.
- MIYA S, TAKAHASHI H, HASHIMOTO M, et al. Development of a controlling method for *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in fresh market beef by using polylysine and modified atmosphere packaging[J]. Food Control, 2014, 37: 62-67. DOI:10.1016/j.foodcont.2013.09.028.
- 刘尊英, 曾名湧. 水产品生物保鲜技术研究进展[J]. 食品质量安全检测学报, 2014(12): 4063-4067.
- 邱澄宇, 王强毅. 水产品保鲜剂的研究新进展[J]. 科学养鱼, 2004(5): 63-64.

- [9] 杨胜平, 谢晶, 佟懿. 不同浓度壳聚糖对带鱼冷藏保鲜效果的研究[J]. 山西农业科学, 2010, 38(2): 77-80. DOI:10.3969/j.issn.1002-2481.2010.02.22.
- [10] 蓝蔚青, 谢晶, 杨胜平, 等. Noising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] GILL C O, NEWTON K G. The development of aerobic spoilage on meat stored at chill temperatures[J]. Journal of Applied Bacteriology, 1977, 43: 189-195. DOI:10.1111/j.1365-2672.1977.tb00742.x.
- [12] 宋志强, 刘超群, 候温甫. 鱼腩中假单胞菌预测模型的建立与货架期预测[J]. 食品科学, 2013, 34(22): 292-297. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201322059.
- [13] 陈振青. 基于假单胞菌生长抑制的冷鲜猪肉保鲜剂评价方法研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2014: 15-18.
- [14] 宋智, 李建华, 张爱忠, 等. 关于延长鲤鱼保鲜期的初步研究[J]. 河南农业技术师范学院学报, 1994, 4(8): 50-54.
- [15] 国家质量技术监督局. GB 4789.2—2008 食品卫生微生物学检验菌落总数测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [16] 农业部. SC/T 3032—2007 水产品中挥发性盐基氮的测定[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [17] 赵建兰. 气调包装冷鲜鸭肉产品腐败微生物及其生长预测模型研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2015.
- [18] 国家质量技术监督局. GB 2773—2005 鲜(冻)动物性水产品卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [19] ISABELLEA L, ANDRE L. Quantitative prediction of microbial behaviour during food processing using an integrated modelling approach: a review[J]. International Journal of Refrigeration, 2006, 29(6): 968-984. DOI:10.1016/j.ijrefrig.2006.04.008.
- [20] 国家标准局. SC/T 3108—2011 鲜青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼[S]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [21] LI Y Q, HAN Q, FENG J L, et al. Antibacterial characteristics and mechanisms of ϵ -poly-lysine against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*[J]. Food Control, 2014, 439: 22-27. DOI:10.1016/j.foodcont.2014.02.023.
- [22] LIU H X, PEI H B, HAN Z N, et al. The antimicrobial effects and synergistic antibacterial mechanism of the combination of ϵ -polylysine and nisin against *Bacillus subtilis*[J]. Food Control, 2015, 47: 444-450. DOI:10.1016/j.foodcont.2014.07.050.
- [23] YE R S, XU H S, WAN C X, et al. Antibacterial activity and mechanism of action of ϵ -poly-L-lysine[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2013, 439: 148-153. DOI:10.1016/j.bbrc.2013.08.001.