

基于植物乳杆菌处理的南湾鳙鱼肉 在贮藏期内的品质变化

周枫^{1,2}, 靳羽慧^{1,2}, 马梦婷¹, 曹蒙^{1,2}, 李建芳^{1,2*}

(1. 信阳农林学院食品学院, 河南信阳 464000)

(2. 河南省大别山特色食物资源综合利用工程技术研究中心, 河南信阳 464000)

摘要: 该研究通过利用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鳙鱼肉, 将其放置在 PE 保鲜袋中, 分别贮藏在 4℃ 和常温条件下, 每间隔 2 d 对其 TVB-N 值、硫代巴比妥酸 (TBA)、pH 及感官四个指标进行测定, 分析鱼肉在贮藏期间各指标的变化规律。结果显示, 不同浓度菌悬液处理的南湾鳙鱼肉 (与对照组相比), 在贮藏期间 TVB-N、TBA、pH 上升速率均有所减缓, 肉质感官评价较对照组表现更优秀; 当贮藏 4℃ 下植物乳杆菌菌悬液质量浓度为 0.8% 时, 贮藏期间南湾鳙鱼肉的品质最好, 贮藏期 7 d 后鱼肉的挥发性盐基氮 (TVB-N) 为 29.40 mg/100 g, TBA 为 0.17 mg/kg, pH 值为 6.54, 鱼肉变质时间较对照组整体可延缓 2 d, 这表明植物乳杆菌对鱼肉具有一定的贮藏保鲜效果, 可以作为一种绿色生物保鲜剂应用于南湾鳙鱼肉贮藏保鲜。

关键词: 植物乳杆菌; 南湾鳙鱼肉; 贮藏品质

文章编号: 1673-9078(2022)10-156-161

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.10.1351

Quality Changes of Nanwan Bighead Carp Flesh Treated with *Lactobacillus plantarum* during Storage

ZHOU Feng^{1,2}, JIN Yuhui^{1,2}, MA Mengting¹, CAO Meng^{1,2}, LI Jianfang^{1,2*}

(1. College of Food Science, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464000, China)

(2. Henan Dabie Mountain Characteristic Food Resources Comprehensive Utilization Engineering Technology Research Center, Xinyang 464000, China)

Abstract: In this study, *Lactobacillus plantarum* suspensions at different concentrations were used to treat Nanwan bighead carp, and the treated fish samples were placed in PE fresh-keeping bags, for a storage at 4℃ and room temperature, respectively. Every two days their four indicators, TVB-N values, thiobarbituric acid (TBA), pH and sensory scores were measured, to determine the changing trends of the indicators of the fish flesh during storage. The results showed that compared with the control group, the treatments with different concentrations of bacterial suspensions reduced the increasing rates of TVB-N, TBA and pH of the Nanwan bighead carp while increasing the sensory scores of fish flesh during storage. When the concentration of *Lactobacillus plantarum* suspension was 0.8% and the storage temperature was at 4℃, the quality of the Nanwan bighead carp flesh was the best during storage. After 7 days of storage, the volatile base nitrogen (TVB-N) of fish flesh was 29.40 mg/100 g, with its TBA being 0.17 mg/kg and pH being 6.54. The deterioration time of this fish flesh could be delayed by 2 d compared with the control group as a whole. These results indicate that *Lactobacillus plantarum* has a certain preservation effect on fish flesh during storage, and can be used as a green biological preservative for storing and preserving Nanwan bighead carp.

引文格式:

周枫, 靳羽慧, 马梦婷, 等. 基于植物乳杆菌处理的南湾鳙鱼肉在贮藏期内的品质变化[J]. 现代食品科技, 2022, 38(10): 156-161

ZHOU Feng, JIN Yuhui, MA Mengting, et al. Quality changes of nanwan bighead carp flesh treated with *Lactobacillus plantarum* during storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(10): 156-161

收稿日期: 2021-11-30

基金项目: 河南省高等学校重点科研项目 (22B550015); 信阳农林学院大别山区植物乳杆菌开发与应用科技创新团队 (CXTD-201802); 信阳农林学院南湾鱼制品开发与应用科技创新团队项目 (XNKJTD-002)

作者简介: 周枫 (1982-), 男, 副教授, 研究方向: 食物资源开发与利用, E-mail: 0_dou_dou@163.com

通讯作者: 李建芳 (1979-), 女, 教授, 研究方向: 生物保鲜与食品微生物, E-mail: ljf002@163.com

Key words: *Lactobacillus plantarum*; Nanwan bighead fish; storage quality

植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 是革兰氏阳性厌氧菌, 属于乳酸杆菌属, 在自然界广泛分布, 是常见的乳酸菌。它可代谢产生有机酸、细菌素、双乙酰等物质, 对细菌的生长繁殖有抑制作用, 如, Beatriz 等^[1]用乳酸菌培养物对鳙鱼进行处理, 0~2 °C 条件下, 贮藏 14 d, 发现处理组的菌落总数低于对照组, 可以有效地抑制单增李斯特氏菌的存在。还可减少胆固醇含量以及亚硝酸盐的浓度等。An 等^[2]发现新型细菌素 (M1-UVs300) 可以从植物乳杆菌中分离得到, 且它具有广谱抗菌活性和较好的耐热性。另外, 植物乳杆菌能耐受胃液到达肠道, 对身体产生有益作用^[3], 也能对食品产生良好的保鲜效果, 其安全性也能够得到保障。

鳙鱼是我国四大家鱼之一, 也是信阳南湾湖的主要特产之一。它主要以浮游动物、藻类为食^[4]。鳙鱼除水分含量外, 粗蛋白质的含量最高 (高达 17.90%), 粗脂肪较低 (只有 0.12%)^[5], 是高蛋白质的低脂优质食物。它还富含各种矿物质、维生素和硒, 硒被称为抗癌元素, 其含量高于其他池养鳙鱼, 深受消费者青睐。鱼肉极易腐败变质, 腐败微生物是引起鱼肉变质的主要原因。目前, 国内外用于鱼类的保鲜技术主要有低温保鲜、化学保鲜、生物保鲜、气调保鲜、超高压保鲜等^[6]。化学防腐剂应用广泛, 但同时安全隐患较大。近年来, 生物保鲜越来越受研究者广泛的关注。而植物乳杆菌是生物保鲜中的一类, 是长期应用于发酵等食品生产过程的一种微生物, 安全性也较高。大量研究已表明, 其代谢产物具有一定的抑菌作用, 如崔天琦等^[7]用植物乳杆菌 DL3 处理草鱼鱼片, 结果表明其对铜绿假单胞菌和腐败希瓦氏菌具有一定的抑制作用, 4 °C 条件下, 菌株 DL3 处理组对保持草鱼片的感官品质有效; 周艳等^[8]探究了植物乳杆菌 163 发酵上清液喷雾干燥产品对草鱼肉的保鲜效果, 结果表明, 4% 的植物乳杆菌 163 发酵上清喷雾干燥产品处理组对草鱼肉有很好保鲜效果, 鱼肉变质较对照组延缓 2 d; 罗佩文等^[9]研究植物乳杆菌 SJ35 代谢产物的抑菌特性, 结果表明, 菌株 SJ35 代谢产物具有较强的抗菌活性, 在酸性条件下稳定性好, 对蛋白酶敏感, 抗菌谱广。

本研究主要分析植物乳杆菌对南湾鳙鱼鱼肉贮藏保鲜的效果。通过利用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鳙鱼鱼肉, 测定其 TVB-N、TBA、pH 及感官等指标, 分析鱼肉在贮藏期间各指标的变化规律, 来评价植物乳杆菌对南湾鳙鱼鱼肉贮藏品质特性的影响, 以为南湾鳙鱼的贮藏保鲜提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

南湾鳙鱼, 市售; 植物乳杆菌 BNCC194165, 北纳生物科技有限公司; MRS 培养基, 北京奥博星生物技术有限责任公司; PE 聚乙烯保鲜袋, 无锡市优能塑业有限公司; 硼酸, 天津市巴斯夫化工有限公司; 浓盐酸、浓硫酸, 开封市芳晶化学试剂有限公司; 硫代巴比妥酸, 郑州派尼化学试剂厂; 乙二醇四乙酸二钠, 天津市致远化学试剂有限公司; 三氯乙酸, 上海试一试剂有限公司; 1,1,3,3-四乙氧基丙烷, 天津市隆美化工贸易有限公司; 无水乙醇, 开封市铁塔化学试剂有限公司; 亚甲基蓝、氧化镁、甲基红, 天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

SPX-250BIII 生化培养箱: 北京市中兴伟业世纪仪器有限公司; LDZM-60KCS 立式压力蒸汽灭菌器: 上海申安医疗器械厂; pH-3C 雷磁 pH 计: 海仪电科学仪器股份有限公司; CP214 电子天平: 奥豪斯仪器 (上海) 有限公司; ZHJH-C1112C 超净工作台: 上海智诚分析仪器制造有限公司; A390 紫外可见分光光度计: 翱艺仪器 (上海) 有限公司; XH-DN0704 半微量法蒸馏装置: 上海昕沪实验设备有限公司; HK-16E 恒温干燥箱: 东莞市勤卓环境测试设备有限公司; BCD-521WDPW 海尔冰箱: 青岛海尔股份有限公司; G-080S 歌能超声波清洗机: 深圳市歌能清洗设备有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 植物乳杆菌菌悬液制备

参照植物乳酸杆菌转接操作, 具体步骤如下: 在无菌条件下, 将冻干管破裂, 准确移取 0.5 mL 无菌水于冻干管中, 待完全溶解后, 吸收菌悬液 (200 个/μL) 置于 MRS 培养基上并涂抹均匀, 将培养皿置于 37 °C 下, 微氧, 培养 24~48 h。传代培养一次, 将其配置不同质量浓度 (0、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%) 的菌悬液, 4 °C 条件下保存备用。

稀释液: 0.9% 无菌氯化钠溶液、0.05% 聚山梨酯 80 的 0.9% 无菌氯化钠溶液。

1.3.2 南湾鳙鱼肉前处理

参照崔天琦等^[7]的方法, 并对其稍作修改。具体

方法如下：将新鲜活鱼敲击致死，去鳞、除脏、去皮、去头和尾部、切片（将鱼背部肉切成约为10.0~12.0 g 的鱼肉片，每组约为9~10片），每组称取100 g 鱼肉片。切片后立即用无菌水冲洗鱼片后于无菌滤纸上沥干待用。随机将其分12组，每组3个平行。

将分组后的鱼肉片于已灭菌的PE保鲜袋中，分别用移液管准确吸取10 mL 无菌水和不同浓度的植物乳杆菌菌悬液于PE袋中，混匀，静置30 min，随后再将鱼片取出放置于灭菌滤纸上沥干3~5 min，最后，将沥干后的南湾鲮鱼肉装入无菌PE保鲜袋中，封口后置于常温及4±1 °C条件下贮藏9 d。每隔2 d取出适量的南湾鲮鱼肉样品进行TVB-N、TBA、pH、感官评价四大指标的检测，每次每组作3个平行。

1.3.3 植物乳杆菌对南湾鲮鱼肉贮藏期间的理化指标的测定

1.3.3.1 pH值的测定

依照GB 5009.237-2016用电子pH计^[10]进行测定。

1.3.3.2 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定

依照GB 5009.228-2016 中半微量滴定法^[11]进行测定。

1.3.3.3 硫代巴比妥酸(TBA)的测定

参照Zhu等^[12]的方法，并稍作修改，具体方法如

下：称取5.0 g 南湾鲮鱼肉用拍打均质器拍碎于100 mL 具塞三角瓶中，加入50 mL 质量浓度7.5%的三氯乙酸，摇匀，50 °C水浴锅中水浴30 min，双层滤纸过滤，用移液管准确吸取5 mL 上清液于25 mL 比色管中。向比色管中注入5 mL 0.02 mol/L 的TBA溶液，混匀，90 °C水浴锅中水浴30 min，冷却至室温。最后，取上层溶液于532 nm处比色。TBA含量以1 kg 肌肉样品中所含丙二醛质量(mg)表示。TBA计算见公式(1)。

$$F = \frac{A_{532}}{m} \times 9.24 \quad (1)$$

式中：

F——硫代巴比妥酸(TBA)含量，mg/kg；

A_{532} ——上清液在532 nm下的吸光度值；

m——鱼肉样品质量；

9.24——由样品稀释和摩尔消光系数得到的常数。

1.3.4 感官评价的测定

由10位经验丰富的评价员对南湾鲮鱼鱼肉进行感官评价^[8,13,14]。采用10分量分表对南湾鲮鱼肉颜色、气味和质地进行评分，最低质量分数为1分，最高质量分数为10分，最低可接受分数为5分。根据评估小组成员对指标的敏感性，确定各项权重：气味：0.4；质地：0.3；色泽：0.3。具体评价标准见表1。

表1 南湾鲮鱼肉的感官指标评价标准

Table 1 Scoring criteria for sensory evaluation of bighead fish from Nanwan

项目	9~10分	7~9分	5~7分	0~5分
气味	鲮鱼肉特有的清香味，无异味	无鲮鱼肉特有的清香味	有腥臭味但较轻	有较重腥臭味
颜色	色泽光亮，正常	光泽略差，有些消失	光亮色泽消失	无光泽，略带腐白色泽
质地	肌肉组织致密完整，指压后立即恢复，弹性良好	肌肉组织致密不完整，指压后弹性可恢复	肌肉组织较软，指压后弹性不可恢复	肌肉组织松软，指压后凹陷

注：(1)对色泽、质地和气味每项指标评价最高10分、最低0分；(2)鱼肉感官评分=气味×0.4+质地×0.3+色泽×0.3。

1.4 数据处理

采用Excel和SPSS Statistics对试验数据进行分析和处理，使用Oringin 9.0软件进行绘图，所有实验均进行3次重复。

2 结果与分析

2.1 不同浓度菌悬液处理对贮藏期间南湾鲮鱼肉TVB-N的影响

挥发性盐基氮(Total Volatile Basic Nitrogen, TVB-N)是动物性食品蛋白质在酶和细菌的作用下被分解产生氨、胺类等一类碱性物质。此类物质具有一定挥发性，TVB-N值越高，表明氨基酸的破坏越大，

尤其是酪氨酸和蛋氨酸，动物性食品营养价值受到很大影响^[13]。因此，挥发性盐基氮是判断动物性食品新鲜度的重要指标之一，根据GB 2733-2015《食品安全国家标准鲜、冻动物性水产品》^[15]中对鲮鱼等淡水鱼鲜度等级规定，一般TVB-N值不超过20 mg/100 g，大于此值时，可判断动物性食品品质超出可接受范围。

本试验通过采用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鲮鱼肉，分析其在不同温度贮藏期间TVB-N的变化，见图1。

由图1可知，随着贮藏时间的延长，南湾鲮鱼肉TVB-N值呈上升趋势。4 °C条件下，1~5 d的不同菌悬液浓度处理组TVB-N值增长缓慢且伴有轻微波动，这可能与内源性酶的活动有关，TVB-N值增加的主要原因是腺嘌呤核苷酸的脱氨作用，此时鱼肉中的微生物处于抑制或缓慢生长的状态^[14]。贮藏5 d后，TVB-N

值呈迅速上升趋势, 相比于对照组, 处理组 TVB-N 值显著降低 ($p < 0.05$), 这表明, 植物乳杆菌可在一定程度上抑制鱼肉蛋白质的分解。当贮藏第 7 d 时, 对照组 TVB-N 值为 29.40 mg/100 g (> 20 mg/100 g), 表明此时对照组鱼肉已超出可接受范围。当鱼肉贮藏 9 d 时, 菌悬液处理组 TVB-N 值在 42.00~56.00 mg/100 g 之间, 其中, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 处理的鱼肉 TVB-N 值为 42.00 mg/100 g, 显著低于其他组 ($p < 0.05$)。

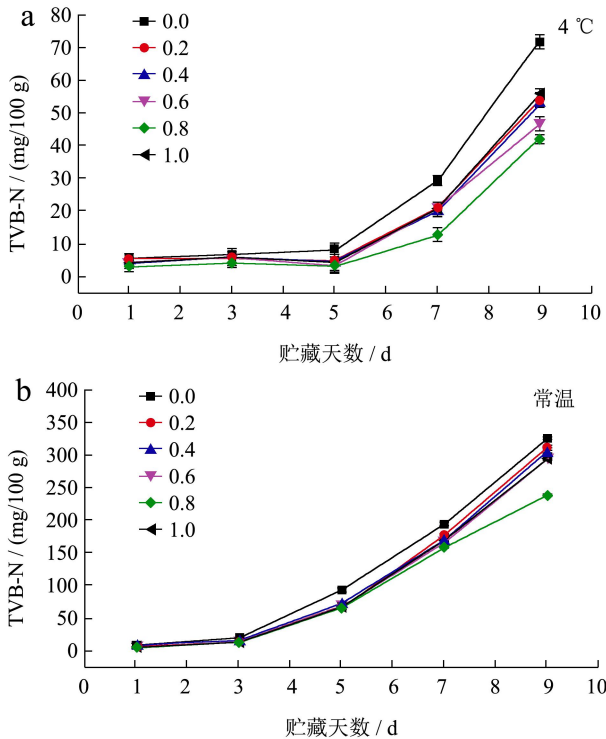


图 1 贮藏期间不同浓度菌悬液对南湾鲮鱼肉 TVB-N 的影响

Fig.1 Effect of bacteria suspension with different concentration on TVB-N of Nanwan bighead fish during storage

注: a: 4 °C 贮藏; b: 常温贮藏。0.0: 用无菌水处理的对照组; 0.2~1.0: 不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理组; 下同。

常温贮藏条件下, 1~3 d 内各组 TVB-N 值增长缓慢, 其中处理组第 3 天时还在挥发性盐基氮安全使用范围内, 而对照组在第 3 天已达到 20.53 mg/100 g (> 20 mg/100 g), 表明此时对照组鱼肉已超出可接受范围。此外, 不同浓度处理组中菌悬液质量比浓度为 0.8% 时 TVB-N 值最低 ($p < 0.05$), 较其他组增长速率缓慢, 减缓了贮藏期间鲮鱼肉 TVB-N 的产生。结果表明, 不同浓度植物乳杆菌菌悬液能有效抑制鱼片中挥发性盐基氮的产生, 同时, 4 °C 和常温条件下, 处理组较对照组均能延迟 2 d 超出国家安全标准值。

挥发性盐基氮的产生部分是由鱼肉中的细菌所致, 植物乳杆菌菌悬液能够显著抑制鱼肉中微生物的生长, 从而减少由细菌作用的碱性物质的产生^[8]。在常温和 4 °C 条件下, 相同处理方式下 4 °C 鱼肉能够储

存 7 d 组 TVB-N 值仍在安全范围内, 而常温条件下只能储存 3 d, 第 5 天时 TVB-N 值超出可接受范围, 因此, 4 °C 条件储存温度更有利于抑制鱼肉中内源酶活性的作用和减弱了蛋白质被内源酶的分解。

2.2 不同浓度处理对贮藏期间南湾鲮鱼肉 TBA 的影响

TBA 是用于评价肉类及水产品的氧化酸败的程度的指标之一, 其值越大, 表明鱼肉腐败越严重。大量研究指出, 当 TBA 含量达到 2 mg/kg 时, 鱼肉会产生令人厌恶的气味^[14]。本试验通过采用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鲮鱼肉, 分析其在不同温度贮藏期间 TBA 的变化, 见图 2。

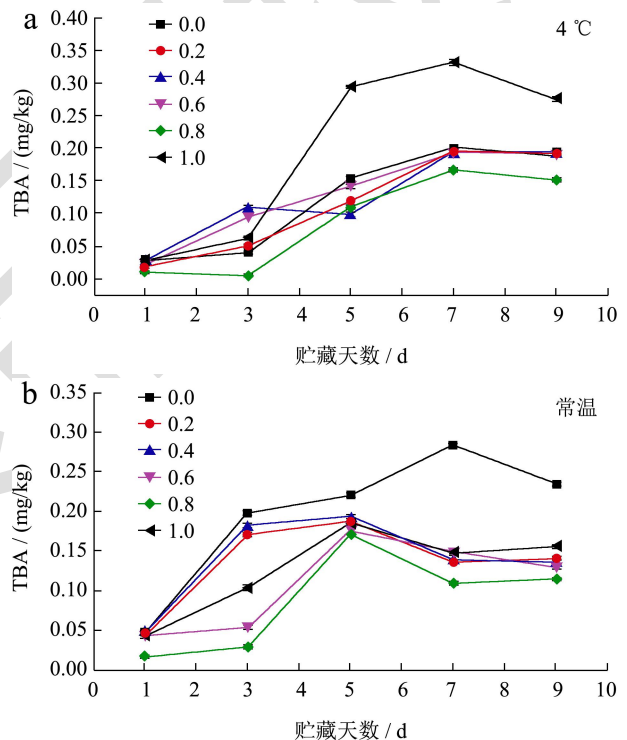


图 2 贮藏期间不同浓度菌悬液对南湾鲮鱼肉 TBA 的影响

Fig.2 Effects of bacteria suspension with different concentration on TBA of Nanwan bighead fish during storage

由图 2 可知, 随着贮藏时间的延长, 南湾鲮鱼肉 TBA 值的先上升后下降, 这是由于肉类产品在温度低的贮藏过程中, 其羰基含量渐渐上升, 但随着贮藏时间的增长, 羰基含量或许会下降, 这可能是羰基化合物继续反应, 如醛基被氧化成羧酸, 或生成醇醛缩合化合物, 或与邻近的氨基通过共价键形成希夫碱等^[4]。

4 °C 条件下, 贮藏 5 d 后, 菌悬液处理组 TBA 值显著低于对照组 ($p < 0.05$)。处理组 TBA 值在贮藏期间均未超过 2 mg/kg, 其中处理组菌悬液质量比浓度为 0.8% 在贮藏第 7 天时 TBA 值最高为 0.17 mg/kg,

而对照组在贮藏第7天时 TBA 值为 0.33 mg/kg。常温贮藏条件下, 5 d 之后, 处理组 TBA 值显著低于对照组 ($p < 0.05$)。处理组 TBA 值在贮藏期间均未超过 2 mg/kg。其中, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 的处理组在贮藏第5天时 TBA 值为 0.11 mg/kg, 未超过国家安全标准, 而对照组在贮藏第5天时 TBA 值为 0.22 mg/kg。总体来看, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 与其他处理组相比 TBA 值显著降低 ($p < 0.05$), 可更好地保持南湾鲮鱼肉的贮藏期间的品质, 表明该处理可有效减缓南湾鲮鱼肉的脂肪氧化酸败。

2.3 不同浓度处理对贮藏期间南湾鲮鱼肉 pH 的影响

据研究表明, pH 值减少的主要原因是鱼体猝死后糖原和 ATP 分解产生乳酸和磷酸, 而贮藏期间 pH 值上升主要是由于鱼体中的内源酶和微生物产生的外源酶分解蛋白质产生碱性胺类^[6]。本试验通过采用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鲮鱼肉, 分析其不同温度贮藏期间 pH 值的变化, 结果见图 3。

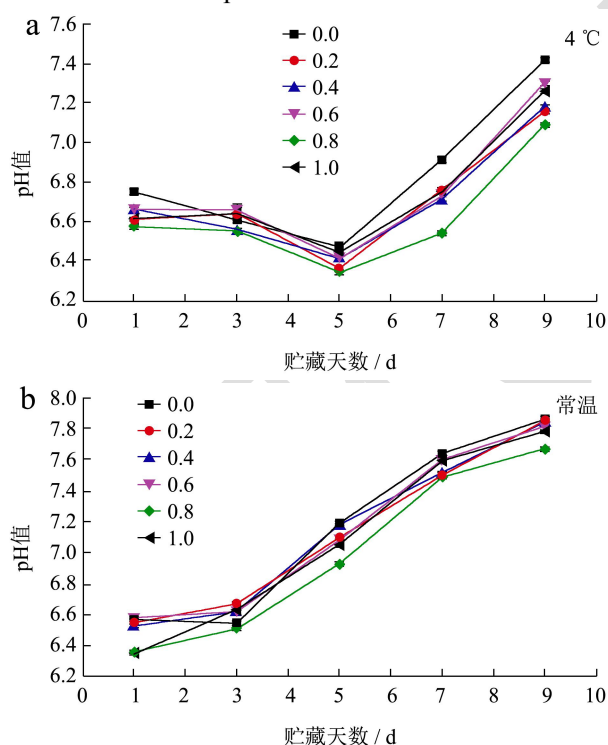


图3 贮藏期间不同浓度菌悬液处理对南湾鲮鱼肉 pH 的影响
Fig.3 Effect of different concentration bacterial suspension treatment on pH of Nanwan bighead fish during storage

由图 3a 可知, 在 4 °C 条件下, pH 值有升有降, pH 值降低的主要原因是鱼体猝死后糖原和 ATP 分解产生乳酸和磷酸, 第 5 天时 pH 值最低; 而在鱼肉继续贮藏后, pH 值呈上升趋势, 其主要原因是鱼体中的

内源酶和微生物产生的外源酶分解蛋白质产生碱性胺类。从图 5 可以看出, 贮藏 5 d 后处理组较对照组上升速率较小, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 的处理组与其他组相比上升趋势较为缓慢。

由图 3b 可知, 常温条件下, pH 值呈上升趋势, 其主要是由于鱼体中的内源酶和微生物产生的外源酶分解蛋白质产生碱性胺类。其中, 在贮藏期间, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 的处理组第 9 天的 pH 值为 7.67。而对照组第 9 天的 pH 值为 7.86, 其中, 菌悬液质量比浓度为 0.8% 的处理组与其他组相比上升趋势较为缓慢。综合表明, 植物乳杆菌菌悬液能有效减缓南湾鲮鱼肉贮藏过程品质劣变, 尤其是植物乳杆菌菌悬液质量比浓度为 0.8% 的处理组。

2.4 不同浓度处理对贮藏期间南湾鲮鱼肉感官影响

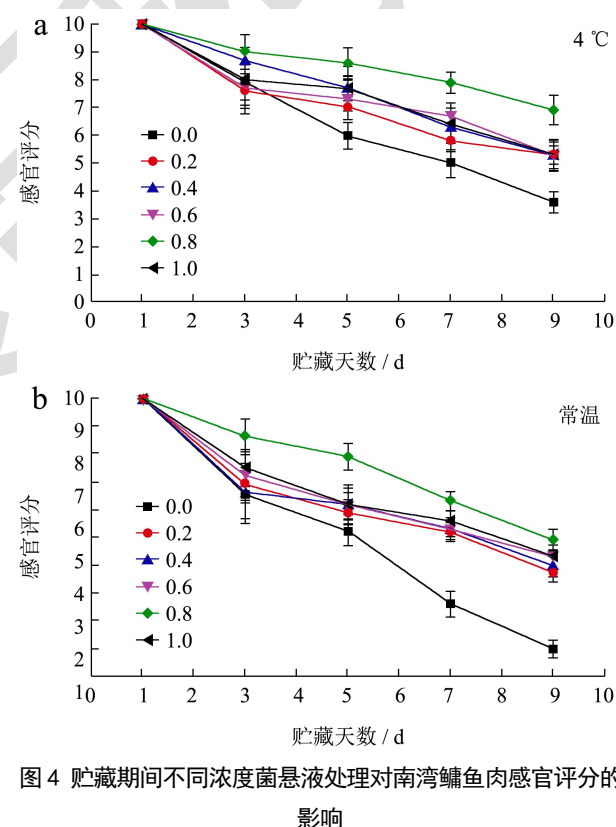


图4 贮藏期间不同浓度菌悬液处理对南湾鲮鱼肉感官评分的影响

Fig.4 Effect of different concentration bacteria suspension treatment on the sensory score of Nanwan bighead fish during storage

感官评价是判定食品新鲜度的指标之一。本试验通过采用不同浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鲮鱼肉, 分析其不同温度贮藏期间感官评价的变化, 结果见图 4。

由图 4 可知, 随着贮藏时间的延长, 南湾鲮鱼肉

感官评价呈下降趋势。4℃贮藏条件下,鱼肉处理组感官评价显著高于对照组($p<0.05$),均未低于最低可接受范围(5分),而对照组在第9天时感官评价是3.60分已低于可接受范围。菌悬液质量比浓度为0.8%时感官评分最高($p<0.05$),随着贮藏期增加,评分下降趋势较小,可更好地保持南湾鲮鱼肉的贮藏期间的感官品质。

常温贮藏条件下,鱼肉处理组感官评价显著高于对照组相($p<0.05$)。处理组菌悬液质量比浓度为0.8%在第7天时感官评价6.30,对照组在第7天时感官评价2.60分低于最低可接受范围(5分)。此时,菌悬液质量比浓度为0.8%与其他处理组相比评分最高且下降较为缓慢($p<0.05$),可更好地保持贮藏期间南湾鲮鱼肉的品质。综合表明,植物乳杆菌菌悬液处理组能有效延缓南湾鲮鱼贮藏期间品质的劣变,其中菌悬液质量比浓度为0.8%的处理组贮藏效果最好。

3 结论

本试验通过利用不同菌悬液浓度的植物乳杆菌菌悬液处理南湾鲮鱼肉,分析其在不同贮藏条件下,TVB-N值、硫代巴比妥酸(TBA)、pH值及感官四个指标的变化规律。结果显示,不同浓度菌悬液处理的南湾鲮鱼肉(与对照组相比),在贮藏期间TBA、TVB-N、pH值上升速率均有所减缓,肉质感官评价总体较好。当4℃下植物乳杆菌菌悬液质量比浓度为0.8%时,贮藏期间南湾鲮鱼肉的品质最好,贮藏期7d后鱼肉的TVB-N为29.40 mg/100 g, TBA为0.17 mg/kg, pH值为6.54,鱼肉变质时间较对照组整体可延缓2 d。这表明植物乳杆菌(*BNCC194165*)菌悬液处理南湾鲮鱼肉,可延缓鱼肉变质,具有一定的保鲜效果,可以作为一种绿色生物保鲜剂应用于南湾鲮鱼肉贮藏保鲜。

参考文献

- [1] Beatriz Gómez-Sala, Carmen Herranz, Belén Díaz-Freitas, et al. Strategies to increase the hygienic and economic value of fresh fish: biopreservation using lactic acid bacteria of marine origin [J]. International Journal of Food Microbiology, 2016, 223: 41-49
- [2] An Y, Wang Y, Liang X, et al. Purification and partial characterization of M1-UVs300, a novel bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* isolated from fermented sausage [J]. Food Control, 2017, 81(1): 211-217
- [3] 王志新,韩烁培,王雨,等.植物乳杆菌的筛选、鉴定及其抑菌物质研究[J].食品工业科技,2019,40(9):133-139,146
- [4] 卢涵.鲮鱼肉低温贮藏过程中蛋白氧化、组织蛋白酶活性与品质变化规律的研究[D].北京:中国农业大学,2017
- [5] 刘月月,洪惠,李大鹏,等.鲮鱼各部位成分组成及营养功能评价[J].科学养鱼,2020,11:73-74
- [6] 陈思.鲢鱼新鲜度的综合评价及货架期预测模型的建立[D].锦州:渤海大学,2016
- [7] 崔天琦,吕欣然,杜宏,等.植物乳杆菌 DL3 对草鱼片中腐败菌的抑制[J].食品工业科技,2019,40(19):117-121,128
- [8] 周艳,曾维伟,朱筱玉,等.植物乳杆菌 163 抑菌物质在草鱼鱼片保鲜中的应用[J].食品安全质量检测学报,2018,9(8): 1853-1858
- [9] 罗佩文,刘书亮,朱永清,等.植物乳杆菌 SJ35 的抑菌特性及复合保鲜剂配制[J].食品与机械,2016,32(7):112-116,201
- [10] GB 5009.237-2016,食品安全国家标准食品 pH 值得测定[S]
- [11] GB 5009.228-2016,食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定[S]
- [12] Zhu Y, Ma L, Yang H, et al. Super-chilling (0.7℃) with high-CO₂ packaging inhibits biochemical changes of microbial origin in catfish (*Clarias gariepinus*) muscle during storage [J]. Food Chemistry, 2016, 206: 182-190
- [13] 窦川林.鼠尾草提取物对鲢鱼肉保鲜效果的研究[D].重庆:西南大学,2019
- [14] 吕健,刘晓畅,罗永康,等.食盐浓度对腌制鲮鱼片冷藏过程中品质变化的影响[J].渔业现代化,2016,43(4):59-63,75
- [15] GB 2733-2015,食品安全国家标准鲜、冻动物性水产品[S]
- [16] 刘蒙佳,周强,蔡利,等.丁香精油抑菌保鲜衬垫协同气调包装对金鲳鱼品质影响[J].上海交通大学学报(农业科学版), 2019,37(6):164-170,181