

加工过程与贮藏温度对淡腌青鱼品质变化与优势腐败菌种群变化的影响

董艺伟^{1,2}, 郭全友^{2,*}, 李保国^{1,*}, 姜朝军², 顾天生³

(1.上海理工大学医疗器械与食品学院, 上海 200093;

2.中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090;

3.嘉兴市荷花水产养殖有限公司, 浙江嘉兴 314016)

摘要:为分析加工条件与贮藏温度对淡腌青鱼品质及腐败菌种群的影响,对淡腌青鱼加工过程与三个温度条件(5 ± 0.1)、(15 ± 0.1)、(25 ± 0.1) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏下的感官品质、挥发性盐基氮、硫代巴比妥酸、菌落总数与优势腐败菌随贮藏时间的变化进行研究。结果表明:在(5 ± 0.1)、(15 ± 0.1)、(25 ± 0.1) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下淡腌青鱼的货架期分别为150、86、47 d,货架期终点的感官评分、挥发性盐基氮、硫代巴比妥酸和菌落总数分别为(1.33 ± 0.02)、(31.29 ± 0.80) $\text{mg}/100\text{g}$ 、(0.512 ± 0.010) $\text{mg}/100\text{g}$ 和(7.91 ± 0.15) $\text{lg}(\text{cfu}/\text{g})$ 。采用Biolog微生物鉴定系统与MIDI气相色谱法相结合对不同贮藏温度下的细菌进行鉴定,得出三种温度货架期终点时的优势腐败菌为木糖葡萄球菌,比例分别为100.0%、88.0%和91.7%。

关键词:淡腌青鱼,加工条件,贮藏温度,品质变化,优势腐败菌

Identification of dominated spoilage organisms and quality changes in lightly salted *Mylopharyngodon piceus* during processing and storage

DONG Yi-wei^{1,2}, GUO Quan-you^{2,*}, LI Bao-guo^{1,*}, JIANG Chao-jun², GU Tian-sheng³

(1.School of Medical Instrument and Food Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2.East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

3.Hehua Aquiculture co., LTD of Jiaxing, Jiaxing314016, China)

Abstract:To analyze the effect of processing conditions and storage temperature on the quality and spoilage bacterial flora of lightly salted *Mylopharyngodon piceus*, sensory evaluation (SE), total volatile base nitrogen (TVBN), thiobarbituric acid (TBA) and total viable counts (TVC) were evaluated for their qualities when stored at three different temperatures (5 ± 0.1), (15 ± 0.1), (25 ± 0.1) $^{\circ}\text{C}$. The results showed that the shelf-life of samples at 5°C , 15°C and 25°C were 150 d, 86 d and 47 d, respectively. The corresponding sensory evaluation, total volatile base nitrogen, thiobarbituric acid, and total viable counts were (1.33 ± 0.02), (31.29 ± 0.80) $\text{mg}/100\text{g}$ and, (0.512 ± 0.010) $\text{mg}/100\text{g}$ and (7.91 ± 0.15) $\text{lg}(\text{cfu}/\text{g})$ at the end of shelf life, respectively. The dominated spoilage organisms at the end of shelf life of 5, 15 and 25°C storage were all identified *Staphylococcus xylosus* using a method of combining both BIOLOG and MIDI microbial identification systems and their proportion were 100%, 88.0% and 91.7%, respectively.

Key words: Lightly Salted *Mylopharyngodon piceus*; processing conditions; storage temperature; quality change; dominated spoilage organism

中图分类号: TS254.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)23-0306-06

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.23.055

淡腌青鱼(Lightly Salted *Mylopharyngodon piceus*)
是经三去(去鳞、去脏、去腮)、腌渍、调味、干燥与真

空包装等加工工序制成的青鱼制品。该产品水分和
盐分适中,其肉质柔软、口感良好、营养成分损失较

收稿日期:2015-06-23

作者简介:董艺伟(1990-),女,硕士研究生,研究方向:水产品加工与安全保障,E-mail:1019321172@qq.com。

*通讯作者:郭全友(1974-),男,副研究员,博士,研究方向:水产品加工与安全保障,E-mail:dhsguoqy@163.com。

李保国(1961-),男,工学博士,教授,研究方向:食品和农产品加工新技术,E-mail:lbaoguo@126.com。

基金项目:国家自然科学基金项目(31371867);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2011M04,2014G02)。

少,色香味接近新鲜产品,符合人们对低盐、方便和即食食品的消费需求。由于淡腌青鱼未采用“高强度”抑菌方法进行加工,品质接近新鲜产品,在贮藏过程中较易发生腐败变质,需要研究加工过程和贮藏温度对产品鲜度及货架期的影响。原料鲜度及加工条件的差异决定了产品的最终品质和安全性。随着人们生活水平的提高,对水产品的鲜度要求也变得越来越,因此需要加强水产品原料、加工、流通和贮藏等的过程监控,确定其关键控制点,实现轻微化加工与安全性的统一^[1]。

近年来国内外部分研究学者对腌渍水产品的加工工艺、风味和品质开展了相关研究工作。其中,郑平安等^[2]对贮藏常温、4℃和-20℃的鲑鱼进行了研究,通过检测 pH、挥发性盐基氮与组胺值,分析鲑鱼在不同贮藏条件下鱼肉品质的变化。HONG 等^[3]研究了低浓度的盐和糖对鳙鱼冷藏过程中品质的影响,得出低浓度的盐和糖既能够改善鱼片的口感,又能延缓品质变化、延长货架期。武华等^[4]提出了腌制鳙鱼片在冷藏过程中品质变化规律,指出腌制虽然能够延长鳙鱼片冷藏时的货架期,但是会加速鱼片变色,促进脂肪酸尤其是 n-3 系列多不饱和脂肪酸的氧化。淡腌水产品在加工及贮藏过程中,微生物作用是导致其腐败变质的主要原因。鱼类自身携带多种微生物,在贮存过程中占有优势腐败地位的致腐细菌称为优势腐败菌(Specific Spoilage Organism, SSO)^[5]。鱼的种类、加工工艺和贮藏环境的差异,其优势腐败菌也各不相同,如希瓦氏菌和假单胞杆菌被认为是冰鲜鱼的优势腐败菌^[6]。同时,同种水产品在不同的生长环境,其各自腐败菌也不尽相同^[7]。目前国内外对贮藏过程中鲜鱼和加工品品质的变化和,优势腐败种类和腐败能力的研究也有不少报道。例如对低盐鲱鱼(*Clupea harengus pallasii*)等轻微加工鱼制品的原料以及加工、冷藏等过程中微生物数量、种类和分布以及对产品鲜度的影响开展研究^[8]。崔正翠等^[9]对大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)在 0、3、7、10℃冷藏过程中的细菌菌相进行定性和定量分析,结果表明货架期终点时优势腐败菌是腐败希瓦氏菌,其次是假单胞菌。张璟晶等^[10]将腐败菌株接种到无菌鲑鱼肉中,通过革兰氏染色、生理生化实验与 16S rDNA 部分序列鉴定细菌菌属,并以挥发性盐基氮、腐败菌菌落增长数来衡量腐败菌的致腐能力。目前,国内外对青鱼及其制品的研究主要集中在风味方面,但未见加工条件与贮藏过程对淡腌青鱼制品细菌种群类型和数量变化研究的报道。本文通过对淡腌青鱼在加工过程和 5、15 和 25℃贮藏条件下的 SE、TBA、TVBN 与 TVC 值变化进行研究,并对其菌相结构及优势腐败菌开展分析,为靶向抑制腐败菌生长,延长淡腌青鱼的货架期提供参考。

1 材料与方

1.1 材料与仪器

青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)和淡腌青鱼 嘉兴某水产公司,工艺流程:原料鱼(取于嘉兴某水产公司)→清洗、去鳞、去头、净膛→漂洗→沥水→腌渍→脱盐→

干燥→真空包装→成品,见图 1。

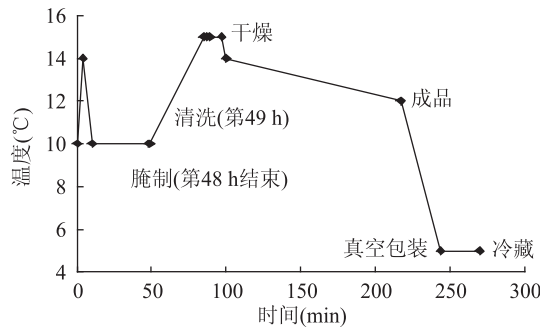


图1 原料、加工和贮藏过程产品时间-温度关系

Fig.1 Time-temperature relationship during processing, distribution and storage

UV9100 紫外分光光度仪 北京莱伯泰科仪器股份有限公司;MIR-153 高精密度低温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;SW-CJ-1FB 超净台 上海博迅实业有限公司医疗设备厂;KDN-103F 自动定氮仪 上海纤检仪器有限公司;BIOLÓG 微生物半自动鉴定仪 美国 BIOLÓG 公司;Sherlock MIS 微生物鉴定系统 美国 MIDI 公司;LAB-Touch PMB35 水分活度仪 大昌华嘉商业(中国)有限公司等。

1.2 实验方法

1.2.1 取样 对加工过程中原料鱼、腌制结束、清洗脱盐、干燥 2 d 和成品等关键控制点进行菌落总数、TVBN 和 TBA 等指标进行测试;将真空包装的成品分成三组,分别置于高精度培养箱进行恒温贮藏,结合实际生产情况并参考相应的文献^[11-13],将温度设定为 5、15 和 25℃。不同贮藏温度条件下产品的腐败速度不同,选择适当的时间间隔进行感官评价,确定感官评价等级,再确定三组样品各自合适的取样间隔,测定菌落总数、挥发性盐基氮和硫代巴比妥酸等品质指标,直到达到货架期终点,并对细菌种群进行分离、纯化和鉴定。

1.2.2 感官评价 挑选 10 名有经验的人员组成评价小组,根据蒸煮后淡腌青鱼的颜色、气味和质地为指标评价其腐败程度^[9]。感官评分为 0~3 分,0 为最好品质,3 为可接受极限即感官剔除点,当超过 5 名评价员评分为 3 时,即判为货架期的终点,同时结合理化和微生物指标综合判断^[14]。

1.2.3 菌落总数 参照 GB/T4789.2-2010 菌落总数法进行测定。取鱼肉剪碎,称取 10 g 放入 90 mL 无菌生理盐水中,捣碎,取 1 mL 匀浆梯度稀释,每次稀释后均需高速震荡。根据样品的贮藏情况,选择 3 个合适的稀释度涂布平板,每个稀释度重复 3 次,30℃培养 48 h 进行计数。

1.2.4 挥发性盐基氮 参照 SC/T 3032-2007 挥发性盐基氮^[17]的测定方法进行测定,每个样品做三组平行。

1.2.5 硫代巴比妥酸 参照马丽珍^[18]法并稍加改动。准确称取 10 g 鱼肉并捣碎,加入 90 mL 三氯乙酸,振摇 30 min,静置片刻,双层滤纸过滤 2 次。取 10 mL 上清液,按顺序加入 5 mL TBA(0.5%),0.2 mL

表1 淡腌青鱼鲜度评价标准表^[15-16]Table 1 Evaluation standards for the freshness of lightly salted *Mylopharyngodon piceus*^[15-16]

指标	最好品质(0分)	较好品质(1分)	一般品质(2~3分)	货架期终点(>3分)
表面	体表颜色鲜亮	鲜亮有轻微消失	颜色发暗	颜色暗浊
气味	腥味强烈,蒸煮后 鱼香味浓郁	腥味变弱,蒸煮后 鱼香味较淡	蒸煮后无鱼香味, 有异味	有腥臭味
肉质	鲜嫩,爽滑可口,有嚼劲	较嫩	肌肉失去弹性,无嚼劲	松软,泥状
味道	腌腊风味,鲜美	腌腊,较鲜美	鲜味消失	腥臭味较浓

SDS(1%)和5 mL乙酸(20%),85℃水浴45 min,取出冷却1 h,在532 nm处测定。

1.2.6 盐分 按照SC/T 3011-2001水产品中盐分的测定标准,每个样品做三组平行。

1.2.7 水分含量 按PMB-35水分分析仪操作说明书进行测定。称取2~3 g打碎的样品于载物托盘内,设定温度在120℃下进行测定,测定结束后仪器自动读数,每个样品做三组平行。

1.2.8 细菌的分离、纯化和鉴定 挑选菌落数总数合适的平板,对平板上所有菌落(通常30~100),综合菌落形态、细胞形态和生理生化等特征,参照Brown^[19]推荐的肉类中微生物鉴定图谱、《伯杰氏细菌鉴定手册》^[20]及《常见细菌系统鉴定手册》^[21]、水产鱼类细菌鉴定图^[22]等,并采用Sherlock MIS微生物鉴定系统对菌株进行鉴定。如果同组出现不同的鉴定结果,再用Biolog微生物鉴定系统进行再次确认。

1.3 数据处理

实验数据采用SPSS17.0进行统计分析,并采用平均数±标准差来表示。

2 结果与分析

2.1 淡腌青鱼加工过程微生物及理化指标的变化

在5~10℃的温度下加工制得的淡腌青鱼NaCl含量为3.43%,水分活度(Water activity)为0.914、水分含量为58%,该产品属低盐较高水分低盐腌制,能增加青鱼细胞内外的渗透压,导致细胞部分失水,对细菌生长有一定的抑制作用。在腌渍过程中加入了花椒与盐协同作用,能赋予淡腌青鱼良好的风味。

原料鱼初始TVC为4.51 lg(cfu/g),TBA为0.009 mg/100 g,TVBN为3.80 mg/100 g,起初对鱼进行“三去”和腌渍处理,由于血渍和内脏残渣未清除导致细菌大量繁殖菌落总数增加,细菌代谢产生大量的胺类物质,TVBN的含量增加,腌渍结束后对样品进行清洗,菌落总数迅速减少,从干燥开始到成品呈较平稳的趋势,菌落总数相对较少为4.10 lg(cfu/g)。郭全友等^[23]测定的轻盐高湿青鱼干燥终点时的菌落总数 3.90×10^3 (cfu/g),与本实验结果相近。由于采用风干干燥,样品与空气大面积接触,氧化程度增加且易受细菌污染,因此在干燥过程中硫代巴比妥酸和挥发性盐基氮的含量呈上升趋势,干燥终点时成品分别为0.142 mg/100 g和6.44 mg/100 g。

2.2 淡腌青鱼贮藏过程中的品质变化

2.2.1 感官评价 青鱼宰杀后,呼吸停止导致肌肉中的糖原分解与ATP的降解,产生了乳酸、磷酸等物质^[24],使鱼肉处于酸性环境中。经过适当干燥、

腌渍制成的淡腌青鱼初始感官风味良好。随着贮藏时间的增加,蛋白质发生水解,为微生物的生长繁殖提供了条件。微生物在生长繁殖过程中产生大量代谢产物,使鱼肉产生腥臭味,导致产品的质量下降。

表2 淡腌青鱼加工过程中TVC、TVBN和TBA的变化

Table 2 Changes in TVC,TVBN and TBA at different processing period

加工过程	原料鱼	腌制 结束	清洗 脱盐	干燥 两天	成品
TVC lg(cfu/g)	4.51	5.38	4.92	3.97	4.10
TVBN(mg/100 g)	3.80	5.70	4.20	5.30	6.44
TBA(mg/100 g)	0.009	0.118	0.022	0.080	0.142

由图2可知,5℃贮藏前47 d感官品质良好,鲜度没有明显变化,感官平均得分为(0.70±0.01)分。49~66 d鱼体腐败速度加快,感官平均得分为(1.33±0.02)分。78 d以后鱼体颜色变的暗淡,弹性降低,至150 d到达货架期终点,感官评分为(3.10±0.02)分;15℃贮藏,前20 d的感官品质相对较好,鲜度有所降低,43 d后腐败速率加快,62 d之后肉质开始松软,至86 d为货架期终点;25℃贮藏淡腌青鱼前5 d感官品质可接受,5~40 d感官品质有所下降但仍可以接受,40 d后品质迅速下降,至47 d达到货架期终点,与蓝蔚青^[11]等研究的不同时期鲳鱼样品冷藏期间的感官分值变化规律基本相同。

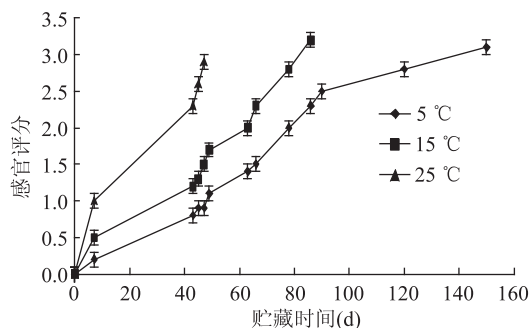


图2 不同贮藏温度下淡腌青鱼感官品质的变化
Fig.2 Changes in Sensory Evaluation of Lightly Salted *Mylopharyngodon piceus* at different temperatures

2.2.2 TVBN值 鱼类贮藏过程中,细菌代谢会产生挥发性三甲胺、氨气和挥发性盐基氮等胺类物质,用来表示水产品的腐败程度^[7]。TVBN是鱼类在腐败过程,微生物对其作用导致蛋白质发生分解,产生氨或胺类等含氮物质,这些含氮物质与有机酸反应

会产生具有挥发性的物质。

随着贮藏温度的升高、时间的延长,淡腌青鱼的TVBN值呈上升趋势(图3),这与国内外的研究者研究的TVBN的趋势一致^[25-26],主要是温度升高有利于大多数微生物的生长,而微生物生长繁殖所分泌的蛋白酶与鱼体中蛋白酶共同作用导致蛋白质分解,从而使TVB-N含量增加^[27]。5、15℃贮藏的淡腌青鱼TVBN在贮藏初期增加较缓,分别在第65d、第43d开始显著上升,在第150d和第86d分别为31.38 mg/100 g和32.48 mg/100 g。在25℃贮藏条件下,TVBN含量快速增加,这主要是由于鱼体中微生物繁殖加快,鱼体中蛋白质的降解速度增加,产生胺类物质快速增加。到第47d达到货架期终点时,TVBN值为31.36 mg/100 g。5、15和25℃感官剔除点的TVBN均值为(31.29 ± 0.80) mg/100 g,均略高于30.00 mg/100 g的卫生标准。将TVBN与感官评定结合分析可知,贮藏期间内,淡腌青鱼在不同贮藏时间的产生的挥发性氨基氮都有很大的变化,这与晋高伟等^[28]研究的0℃冷藏温度下草鱼TVBN的变化规律相吻合。

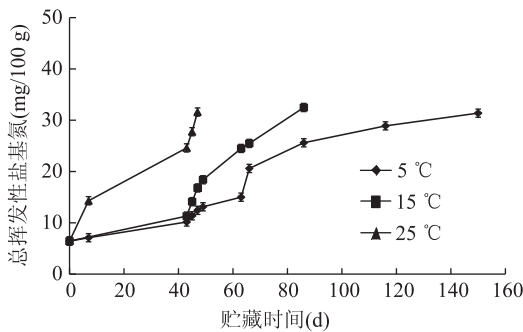


图3 不同贮藏温度下淡腌青鱼TVBN值的变化

Fig.3 Changes in TVBN of Lightly Salted

Mylopharyngodon piceus at different temperatures

2.2.3 TBA值 鱼肌肉含有大量的EPA、DHA等多不饱和脂肪酸,在贮藏过程中会自动氧化和水解。低温环境会抑制其反应过程,但不能完全阻止,鱼肉氧化水解会产生低级醛、酮类物质,这些物质会使鱼肉的色泽、风味、质地、气味以及营养特性都产生不良影响。TBA与这些氧化产物会产生一种颜色反应,在535 nm处有最大吸光值。TBA是检测油脂氧化酸败的有效方法,广泛用于判断肉类和水产品脂肪氧化酸败的程度。TBA的值会随贮藏时间的延长而增大,但随着贮藏温度的降低,脂肪氧化会受到抑制,TBA变化幅度会降低(图4)。洪惠等^[29]研究的鳙鱼在不同温度条件下,随着时间的延长TBA均呈现明显的上升趋势,且温度高的上升速率快于温度低的速率,与本实验TBA的变化趋势一致。5℃贮藏时,在第65~70d之间,TBA值有突升。达到货架期终点时,三个贮藏温度条件下的TBA值分别为0.502、0.512、0.523 mg/100 g,均值为(0.512 ± 0.010) mg/100 g。根据张婷等^[30]的研究可知,腌制大黄鱼TBA值相对于鲜鱼有显著的升高,这与腌制后期丙二酸参与氨基酸与羰基化合物发生了非酶反应有关。

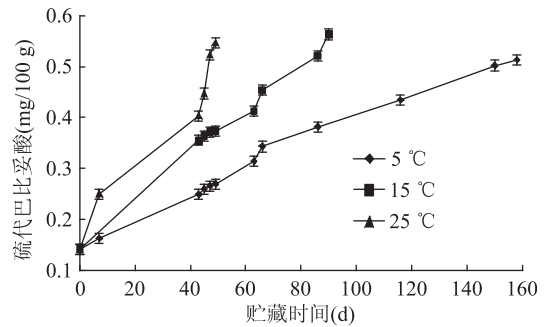


图4 不同贮藏温度下淡腌青鱼TBA值的变化

Fig.4 Changes in TBA of Lightly Salted

Mylopharyngodon piceus at different temperatures

2.2.4 淡腌青鱼TVC的变化 随着贮藏时间的增加,淡腌青鱼的菌落总数呈较显著上升趋势(图5)。5℃贮藏菌落总数在第49d之后迅速增长,货架期的终点为7.90 lg(cfu/g),而15℃和25℃贮藏,菌落总数呈现保持快速增长的趋势,温度越高增速越大,货架期终点时分别为7.90、7.89和7.94 lg(cfu/g),均值(7.91 ± 0.15) lg(cfu/g),TVC变化趋势与TVBN值、TBA值以及感官评定较为相一致。

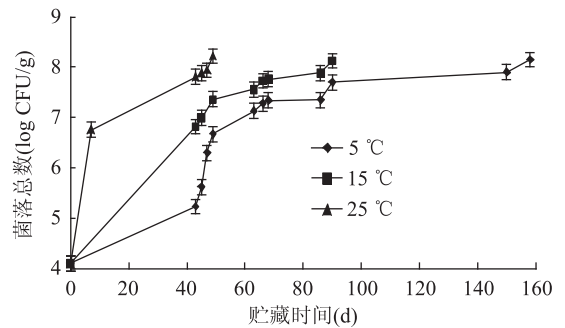


图5 不同贮藏条件下淡腌青鱼TVC值的变化

Fig.5 Changes in TVC of Lightly Salted

Mylopharyngodon piceus at different temperatures

2.3 淡腌青鱼细菌菌群构成及变化

淡腌青鱼中初始点和货架期终点菌群构成及比例(表3)。初始菌群包含10种细菌,其中革兰氏阴性细菌5种,包括黏膜炎布兰汉球菌、肠炎弧菌、中间克鲁瓦氏菌、腐败希瓦氏菌、类芽孢杆菌,分别占6.76%、18.92%、6.76%、5.41%和21.62%。革兰氏阳性菌5种,包括冷解糖芽孢杆菌、藤黄微球菌、巨大芽孢菌和葡萄球菌,分别占24.32%、10.81%、4.05%、1.35%。腌渍鱼与鲜鱼细菌种群相比,腐败希瓦氏菌含量较少^[14,31]。由表2可知,三种贮藏温度条件下的初始菌相相同。随着贮藏时间的增加及鱼体内营养物质的改变,菌相的组成发生改变。5℃贮藏时的货架期终点只存在木糖葡萄球菌,15℃贮藏条件下的货架期终点存在12.0%的冷解糖芽孢杆菌和88.0%的木糖葡萄球菌,25℃贮藏条件下的货架期终点为91.7%的木糖葡萄球菌和8.3%黏膜炎布兰汉球菌。可确定木糖葡萄球菌为该产品的优势腐败菌,对其腐败特性、腐败能力和腐败范围还需深入研究,与张鹤^[13]得出的腌制鱼类中木糖葡萄球菌是优势腐败菌的结论相一致。

表3 淡腌青鱼初始和货架期终点细菌菌群组成及比例

Table 3 Composition and proportion of Bacterial flora on initial and shelf life

主要菌群	初始点		货架期终点					
			5 ℃		15 ℃		25 ℃	
	数量	%	数量	%	数量	%	数量	%
冷解糖芽孢杆菌(<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>)	18	24.32	0	0	3	12.00	0	0
类芽孢杆菌(<i>Paenibacillus validus</i>)	16	21.62	0	0	0	0	0	0
肠炎弧菌(<i>Vibrio parahaemolyticus</i>)	14	18.92	0	0	0	0	0	0
藤黄微球菌(<i>Micrococcus luteus</i>)	8	10.81	0	0	0	0	0	0
黏膜炎布兰汉球菌(<i>Psychrobacter immobilis</i>)	5	6.76	0	0	0	0	1	8.3
中间克鲁瓦氏菌(<i>Kluyvera intermedia</i>)	5	6.76	0	0	0	0	0	0
腐败希瓦氏菌(<i>Shewanella putrefaciens</i>)	4	5.41	0	0	0	0	0	0
巨大芽孢杆菌(<i>Bacillus psychrosaccharolyticus</i>)	3	4.05	0	0	0	0	0	0
木糖葡萄球菌(<i>Staphylococcus xylosus</i>)	1	1.35	19	100	22	88.00	11	91.70

3 结论

随着贮藏时间的增加,淡腌青鱼的品质逐渐下降,温度越高腐败越快。在5、15、25 ℃的贮藏温度下,淡腌青鱼的货架期分别为150、86、47 d。此时相应的TVBN为31.38、32.48和31.60 mg/100 g, TBA为0.502、0.512和0.523 mg/100 g, TVC为7.90、7.89和7.94 lg(cfu/g)。

在不同的温度条件下,腐败菌之间存在着相互竞争与抑制,腐败菌酶活性、生长速度以及繁殖速度不同。5 ℃条件下淡腌青鱼的货架期终点只存在木糖葡萄球菌,15 ℃的货架期终点存在12%的冷解芽孢杆菌和88.0%的木糖葡萄球菌,25 ℃的货架期终点存在91.7%的木糖葡萄球菌。

参考文献

- [1] 励建荣,李婷婷,李学鹏.产品鲜度品质评价方法研究进展[J].北京工商大学学报:自然科学版,2010,28(6):1-7.
- [2] 郑平安.鲑鱼储藏期品质的变化及加工过程中风味的研究[D].宁波:宁波大学,2013.
- [3] HONG Hui, LUO Yongkang, ZHOU Zhongyun, et al. Effects of low concentration of salt and sucrose on the quality of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillets stored at 4℃ [J]. Food Chem, 2012, 133(1):102-107.
- [4] 武华,阴晓菲,罗永康,等.腌制鳙鱼片在冷藏过程中品质变化规律的研究[J].南方水产科学,2013,04:69-74.
- [5] Dalgaard P. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish[J]. International Journal of Food Microbiology, 1995, 26:319-333.
- [6] Lone Gram, Hans Henrik Huss. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33:121-137.
- [7] D. Sylvain Dabadé, Heidi M W. den Beste, Paulin Azokpota, et al. Spoilage evaluation, shelf-life prediction, and potential spoilage organisms of tropical brackish water shrimp (*Penaeus notialis*) at different storage temperatures [J]. Food Microbiology, 2015, 48: 8-16.
- [6] Barat J, Gallart J, Andres A, et al. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. Journal of Food

Engineering, 2006, 73:9-19

- [9] 崔正翠,许钟,杨究时,等.冷藏大菱鲆细菌组成变化和优势腐败菌[J].食品科学,2011,13:184-187.
- [10] 张璟晶,唐劲松,管远红,等.冰鲜银鲑鱼优势腐败菌的分离鉴定及其致病能力分析[J].食品与机械,2014,06:75-78,101.
- [11] 蓝蔚青,谢晶,周会,等.不同时期鲑鱼冷藏期间优势腐败菌的多样性变化[J].食品科学,2015,02:226-231.
- [12] 刘利格,郝亚南,黄健花.不同温度下鲑鱼片鲜度评价[J].食品与发酵工业,2014,03:125-128.
- [13] 张鹤.腌制大黄鱼品质及微生物菌群变化研究[D].杭州:浙江工商大学,2015.
- [14] Li C, Ying Q, Su X, et al. Development and Application of Reverse Transcription Loop-Mediated Isothermal Amplification for Detecting Live *Shewanella Putrefaciens* in Preserved Fish Sample [J]. Food Science, 2012, 77(4):226-230.
- [15] 张雯,倪莉,吕旭聪,等.大黄鱼鲜度评价及鲜度与细菌菌群的关系[J].中国食品学报,2013,07:181-188.
- [16] 丁婷,李婷婷,励建荣.0 ℃冷藏三文鱼片新鲜度综合评价[J].中国食品学报,2014,11:252-259.
- [17] 王玉婷,邵秀芝,冀国强.大黄鱼冷藏过程中品质变化及腐败菌的分析及抑菌研究[J].肉类研究,2010,11:11-15.
- [18] 马丽珍,南庆贤,戴瑞彤.真空包装冷却猪肉低剂量辐照后的理化和感官特性变化[J].农业工程学报,2003,19(4):184-187.
- [19] Brown M H. Meat Microbiology [M]. New York: Applied Science Publishers L TD. 1982:474-475.
- [20] 布坎南 R.E. 吉本斯 N.E. 伯杰氏细菌鉴定手册.中国科学院微生物研究所译[M].北京:科学出版社,1984.
- [21] 东秀珠,蔡妙英.常见细菌系统鉴定手册[M].北京:科学出版社,2001.
- [22] 须山三千三,鸿巢章二.水产食品学[M].东京:恒星社厚生阁,1987:111-118.
- [23] 郭全友,钱志伟,杨究时,等.轻盐高湿青鱼制品加工贮藏过程中细菌学定性和定量分析研究[J].海洋水产研究,2008,05:75-82.
- [24] 宋志强,刘超群,侯温甫.草鱼鱼整片品质变化研究及货架

(下转第315页)

PE 包装袋中水汽凝结,杨桃快速衰老和腐烂, V_c 的含量降低。同理,真空包装对照组中,杨桃会无氧呼吸,也能降低 V_c 的消耗,所以真空包装 V_c 降低最缓慢, V_c 含量最高。

3 结论

本实验对比研究了不同气体条件下,未包装、PLA 气调包装、PE 气调包装、PLA 真空包装、PE 真空包装对杨桃保鲜效果的影响。实验表明,这种 PLA 薄膜包装袋能够很好的保存杨桃的外观质量和营养成分,抑制杨桃的生理生化活动,减缓杨桃的衰老,延长杨桃的货架期。在温度 20℃,相对湿度 95% 的环境中贮存 11 d 后,真空包装对照组中,PE 和 PLA 包装数据差别很小,但是真空包装对杨桃的保鲜效果普遍优于气调包装,这是由于真空包装使袋内杨桃呼吸缓慢,延缓了杨桃衰老。在气调包装对照组中,气相色谱分析显示 PLA 袋中 CO_2 体积分数比 PE 高, O_2 体积分数低。11 d 后,PLA 气调包装袋中杨桃褐变度和 PPO 活性为 11.4% 和 2.3 U/min.g, 低于 PE 气调包装的 55.2% 和 2.9 U/min.g; 有机酸分解为 0.14%, pH 为 4.74, 酸值高于 PE 气调包装; 同时, PLA 包装中杨桃的可溶性固体物和 V_c 含量均高于 PE 包装袋中杨桃。这是由于 PLA 特有的气体透过率,使得包装袋内易形成低 O_2 、高 CO_2 且相对干燥的贮藏环境,从而延长杨桃货架期。

这种新型 PLA 薄膜作为一种绿色可降解包装,不仅包装效果优于传统的包装袋,而且有利于生态环境,在不断地改进中成本大大下降,以后应用前景将会越来越广阔。

参考文献

- [1] 郭飞燕,史载锋,杨玲,等.壳聚糖涂膜保鲜杨桃研究[J].安徽农业科学,2009,37(2):813-815.
- [2] 杨斌.绿色塑料聚乳酸[M].北京:化学工业出版社,2007:11-12.
- [3] 宋晓丽,张晓惠,黄媚章.聚乳酸改性研究及其在包装领域的应用[J].湖南包装,2013(4):26-28.
- [4] 陈晓东,张伟阳,张琪,等.生物可降解聚乳酸薄膜对金针菇保鲜效果的研究[J].食品工业科技,2013,34(22):306-309.
- [5] Mistriotis A, Briassoulis D. Novel PLA EMAP System for Cherry Tomatoes and Peaches Able to Regulate the Targeted In-

(上接第 310 页)

- 期预测[J].食品工业,2013,09:123-127.
- [25] 朱思潮,洪惠,罗永康,等.冷藏条件下鳙鱼阻抗特性与鲜度的关系[J].中国农业大学学报,2012,17(2):130-133.
- [26] Arantxa Rizo, Veronica Manes, Ana Fuentes, et al. Physicochemical and microbial changes during storage of smoke-avoured salmon obtained by a new method[J].Food Control, 2015,56:195-201.
- [27] 刘明,潘磊庆,屠康,等.电子鼻检测鸡蛋货架期新鲜度变化[J].农业工程学报,2010(4):317-321.
- [28] 晋高伟,李婷婷,姜杨,等.0℃冷藏温度下草鱼新鲜度评

package Atmosphere-Part I: Analytical Model[C].International Conference of Agricultural Engineering, Valencia;2012,8

- [6] 桂宗彦.聚乳酸材料的制备和改性研究[D].上海:华东理工大学,2012.
- [7] 王成涛,王昌涛,刘柳,等.不同氧分压对金针菇贮藏保鲜效果的影响[J].食品科学,2010(18):385-389.
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:41-44.
- [9] 赵晓梅,江英,吴玉鹏,等.果蔬中 V_c 含量测定方法的研究[J].食品科学,2006,27(3):197-199.
- [10] 张京政,齐永顺,王同坤,等.利用数码相机测定板栗果实褐变的方法研究[J].北方园艺,2008(4):56-57.
- [11] 胡艳妮,杨昌鹏,黄卫萍,等.杨桃若干品种及贮藏期间多酚氧化酶活性的变化[J].安徽农业科学,2008,36(3):884-886.
- [12] Poly (lactic acid): synthesis, structures, properties, processing, and applications[M].John Wiley & Sons,2011.
- [13] Charles F, Sanchez J, Gontard N. Active modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables: modeling with tomatoes and oxygen absorber[J].Journal of Food Science,2003,68(5):1736-1742.
- [14] García-García I, Taboada-Rodríguez A, López-Gomez A, et al. Active packaging of cardboard to extend the shelf life of tomatoes [J]. Food and Bioprocess Technology, 2013, 6(3):754-761.
- [15] 马雪华,桂宗彦,程树军,等.制备方法对聚乳酸/聚丙烯碳酸酯性能的影响[J].塑料工业,2011,39(10):103-108.
- [16] Charles F, Guillaume C, Gontard N. Effect of passive and active modified atmosphere packaging on quality changes of fresh endives [J]. Postharvest biology and Technology, 2008, 48(1):22-29.
- [17] Caleb O J, Opara U L, Witthuhn C R. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review [J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5(1):15-30.
- [18] Amoros A, Pretel M T, Zapata P J, et al. Use of modified atmosphere packaging with microperforated polypropylene films to maintain postharvest loquat fruit quality [J]. Food Science and Technology International, 2008, 14(1):95-103.
- [18] 胡艳妮.杨桃果实多酚氧化酶的研究[D].南宁:广西大学,2008.
- 价[J].食品工业科技,2014,13:312-316.
- [29] 洪惠,朱思潮,罗永康,等.鳙在冷藏和微冻贮藏下品质变化规律的研究[J].南方水产科学,2011,06:7-12.
- [30] 张婷.腌制鱼类物理、生化特性分析及品质评价模型建立[D].上海:上海海洋大学,2013.
- [31] Lobo C, Moreno-Ventas X, Tapia-Paniagua S, et al. Dietary Probiotic Supplementation (Shewanella Putrefaciens Pdp11) Modulates Gut Microbiota and Promotes Growth and Condition in Senegalese Sole Larviculture [J]. Fish Physiol Biochem. 2014, 40(1):295-301.