



紫外线杀菌结合气调包装技术对带鱼品质的影响

贺莹

(吕梁学院生命科学系, 山西 吕梁 033000)

摘要: 为研究紫外线杀菌结合气调包装(modified atmosphere packaging, MAP)技术对带鱼品质的影响,以4℃真空冷藏鲜带鱼为空白对照,采用紫外线(253.7 nm)照射处理实验组带鱼,并对其进行不同气体比例的MAP,置于4℃条件冷藏。贮藏期间以带鱼的感官评分、硫代巴比妥酸值、挥发性盐基氮含量和菌落总数4项指标作为带鱼品质的判定依据,对不同处理条件下带鱼品质的变化进行对比分析。结果表明:4℃真空包装贮藏条件下的带鱼可贮藏6 d,而在紫外线照射条件下,采用不同气体比例的MAP可将带鱼的保质期分别延长至12 d(50% CO₂+20% O₂+30% N₂)、10 d(40% CO₂+20% O₂+40% N₂)、13 d(60% CO₂+40% N₂)和15 d(60% CO₂+7% O₂+33% N₂)。这说明相比于4℃真空包装的贮藏条件,紫外线杀菌结合MAP技术能够有效延长带鱼贮藏期,在抑制带鱼脂肪氧化的同时阻碍带鱼体内细菌的生长。

关键词: 带鱼; 贮藏; 紫外线; 气调包装; 品质

Effects of Ultraviolet Sterilization Combined with Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Hairtail

HE Ying

(Department of Life Science, Lüliang College, Lüliang 033000, China)

Abstract: In order to study the effect of ultraviolet (UV) sterilization and modified atmosphere packaging on the quality of hairtail, in this experiment, fresh fish samples were illuminated with UV light (253.7 nm), packaged in different modified atmospheres and then stored at 4℃. Vacuum packaged samples stored at 4℃ were used as a control. A comparison of changes in quality characteristics including sensory evaluation score, thiobarbituric acid (TBA) value, total volatile basic nitrogen (TVB-N) content and the total number of bacterial colonies during storage was made among various groups. The results showed that the storage life of vacuum-packaged fish 4℃ was 6 d, while the storage lives of modified atmosphere packaged fish in 50% CO₂+20% O₂+30% N₂, 40% CO₂+20% O₂+40% N₂, 60% CO₂+40% N₂ and 60% CO₂+7% O₂+33% N₂ were up to 12, 10, 13 and 15 d, respectively, demonstrating that compared with vacuum packaging at 4℃, UV sterilization combined with MAP can effectively prolong the storage life of fish, and inhibit the growth of bacteria while controlling lipid oxidation.

Keywords: hairtail; storage; ultraviolet; modified atmosphere packaging; quality

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20181026-204

中图分类号: TS254.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2019) 01-0037-05

引文格式:

贺莹. 紫外线杀菌结合气调包装技术对带鱼品质的影响[J]. 肉类研究, 2019, 33(1): 37-41. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20181026-204. <http://www.rlyj.pub>

HE Ying. Effects of ultraviolet sterilization combined with modified atmosphere packaging on the quality of hairtail[J]. Meat Research, 2019, 33(1): 37-41. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20181026-204. <http://www.rlyj.pub>

带鱼(hairtail)又名刀鱼,是我国目前最主要的海鲜之一,盛产于东海岸,深受我国人民喜爱。带鱼肉质细嫩可口,鱼刺分布均匀,大多集中在鱼体腹部。通常采用冷冻条件进行带鱼的运输和贮藏。鱼体

脂肪集中于体表,当贮藏方式不当或贮藏时间过久时,脂肪转化成黄色物质,使得带鱼体表原有的银灰色颜色发生改变。带鱼中含有丰富的微量元素、VA等多种维生素及不饱和脂肪酸,可有效避免高血压、脑

收稿日期: 2018-10-26

基金项目: 山西省高等学校教学改革创新项目(J2016114)

作者简介: 贺莹(1984—)(ORCID: 0000-0003-0597-6865),男,讲师,硕士,研究方向为微生物代谢与发酵工程。

E-mail: 913267085@qq.com

血栓等心血管疾病，同时还可作为各年龄阶段人群的理想食品。

紫外线（波长253.7~410.0 nm）作为一种常见的杀菌手段，可有效杀灭食品中的各种微生物，从而抑制肉制品中微生物的繁殖，延长肉制品的贮藏期。气调包装（modified atmosphere package, MAP）^[1-2]是利用不同比例的O₂、N₂、CO₂3种气体组合对食品进行充气包装，其中CO₂可以阻碍需氧菌与霉菌的生长，从而有效延长细菌的潜伏期，推迟指数生长期；O₂可以有效阻碍厌氧菌的生长；N₂难以发生化学反应，只作为载气存在。目前，在食品的包装及贮藏技术中，紫外线灭菌技术与MAP技术具有较大的发展空间和市场前景。李影球等^[3]曾研究紫外线非热杀菌技术对肉类的的影响作用，结果表明，该常温杀菌技术能够有效避免高温处理条件对营养成分的破坏，并对紫外线非热杀菌技术做出肯定。汤秋治^[4]、尹茂文^[5]、冯叙桥^[6]等对MAP保藏对虾类海产品品质的影响进行研究，结果表明，MAP能够在较大程度上降低多酚氧化酶的活性，防止海产品表层颜色的改变，从而延长虾类海产品的贮藏期。本研究将前期实验筛选得到的紫外线结合MAP用于冷鲜带鱼保鲜，并以菌落总数、总挥发性盐基氮（total volatile base nitrogen, TVB-N）含量、硫代巴比妥酸（thiobarbituric acid, TBA）值等指标评价其保鲜效果，旨在延长带鱼的保鲜期。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜带鱼 市售；平板计数琼脂培养基、氧化镁、氯化钠、TBA、三氯乙酸（均为分析纯）及丙二醛标准溶液 山西航科试剂公司。

1.2 仪器与设备

YZ-500/2S气调包装机 上海钧望科技发展有限公司；JY2002电子分析天平 上海精密科学仪器有限公司；YXQ-LS-50A压力蒸汽灭菌锅 上海博迅实业有限公司；SW-CJ-1D超净工作台 苏州净化设备有限公司；UV-1601紫外分光光度计 北京北分瑞利分析仪器（集团）有限责任公司。

1.3 方法

1.3.1 带鱼的预处理

将去除头尾的新鲜带鱼经去骨、去内脏处理后用无菌水进行清洗，并在无菌条件下晾干，切块（5 cm见方），置于经过杀菌处理的包装袋中进行真空抽气，将真空包装的带鱼样品置于波长253.7 nm紫外线^[7-9]杀菌灯下15 min，最后进行各实验组样品的充气处理，并与空白对照组样品同时置于4℃条件下贮藏，实验分组如表1所示。

表1 紫外线杀菌结合MAP处理实验分组

Table 1 Experimental groups of ultraviolet sterilization combined with MAP

组别	紫外线照射	气调包装
空白对照		真空包装
MAP1	253.7 nm, 15 min	50% CO ₂ +20% O ₂ +30% N ₂
MAP2		40% CO ₂ +20% O ₂ +40% N ₂
MAP3		60% CO ₂ +40% N ₂
MAP4		60% CO ₂ +7% O ₂ +33% N ₂

分别于贮藏0、2、4、6、8、10、12、14、16 d进行指标测定，样品随机抽取。未进行紫外线照射处理的真空包装作为基础组，与各实验组比较。

1.3.2 带鱼贮藏期间的指标测定

1.3.2.1 感官评价

参考GB/T 18108—2008《鲜海水鱼》^[10]和Durana等^[11]的方法进行测评，主要针对带鱼的色泽、气味、组织形态和组织弹性4个方面进行测评。随机选取10个感官评测人员进行主观评价并给出相应分数，新鲜5分，2分以下表示带鱼腐败。带鱼感官评价标准如表2所示。

表2 带鱼感官评价标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of hairtail

分数	色泽	气味	组织形态	组织弹性
5分	体表呈银灰色，鱼脂紧贴体表，光泽强烈	鱼腥味强烈	肌纤维清晰、致密完整	弹性好，按压恢复时间短
4分	体表呈银灰色，鱼脂略有脱落，光泽度高	有鱼腥味和轻微异味	肌纤维清晰、相对致密	有弹性，按压恢复时间较短
3分	体表呈色较暗，鱼脂部分脱落，光泽度低	有鱼腥味，同时伴有不良异味	肌纤维较清晰、尚致密、部分松散	较有弹性，按压恢复时间较长
2分	体表呈色暗淡，鱼脂局部脱落，没有光泽	没有鱼腥味，有臭味	肌纤维不清晰、不致密、局部松散	稍有弹性，按压后恢复时间长
1分	色泽暗淡，鱼脂脱落严重，发黏，无光泽	有强烈臭味或酸味	肌纤维不清晰、不致密、松散	无弹性，按压后恢复时间长

1.3.2.2 TVB-N含量测定

参照GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》^[12]中的自动凯氏定氮法和王旻^[13]、岳晓华^[14]等方法。

1.3.2.3 TBA值测定

标准曲线制作：分别吸取丙二醛标准溶液0.0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mL置于纳氏比色管中，加蒸馏水至5 mL，加入5 mL TBA溶液，混匀加盖，在90℃水浴锅中加热并保温，取出冷却后，5 000 r/min离心5 min；经混匀、静置后测定吸光度，制得标准曲线为 $y=1.259x+0.003$ （ $R^2=0.999$ ）。

样品测定：称取5 g碎鱼肉，加入25 mL三氯乙酸、乙二胺四乙酸混合溶液，振摇后除去油脂；量取滤液5 mL，加入5 mL TBA溶液，之后步骤按标准曲线制作操作方法操作。根据标准曲线，计算样品的TBA值^[15-17]。

1.3.2.4 菌落总数测定

参照GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物

物学检验 菌落总数测定》^[18]和卢行安^[19]、蒋强^[20]等的方
法,采用平板倾注法操作;培养基选用牛肉膏蛋白胨培
养基,经过48 h、36 ℃培养,计算菌落总数^[21-23]。

1.3.2.5 菌种鉴定

采用rDNA的保守区域进行菌种鉴定^[24-26]是一个基
本的分子生物学指标,通过鉴定结果可以了解未知菌种
与NCBI公布序列的哪个种属比较相近,从而初步判断
带鱼贮藏过程中优势菌种所属的种属。具体方法如下:

1) 设计特异性引物并合成引物; 2) 扩增16S rDNA全序列;
3) 通过胶回收方法进行聚合酶链式反应 (polymerase
chain reaction, PCR) 产物纯化^[27-28]; 4) 将纯化后的PCR
产物采用ABI 3730XL测序仪进行测序; 5) 将测序结果与
GenBank数据库进行BLAST分析,并保存比对结果^[29-30]。

1.4 数据处理

实验中每组数据均进行3次重复测定,数据用Excel
2016软件处理,数据间的差异显著性通过SPSS 17.0统计
软件进行分析^[31]。

2 结果与分析

2.1 带鱼贮藏期间的感官评分

表3 各组带鱼贮藏期间的感官评分
Table 3 Sensory evaluation of hairtail during chilled storage

贮藏 时间/d	空白对照	MAP1	MAP2	MAP3	MAP4
0	4.81±0.11 ^b	4.81±0.11 ^b	4.81±0.11 ^b	4.81±0.11 ^b	4.81±0.11 ^b
2	3.37±0.26 ^a	4.61±0.24 ^b	4.58±0.12 ^b	4.50±0.27 ^b	4.62±0.15 ^b
4	2.54±0.34 ^a	4.52±0.35 ^b	4.45±0.17 ^b	4.46±0.23 ^b	4.50±0.22 ^b
6	1.54±0.21 ^a	3.62±0.27 ^b	3.72±0.15 ^{bc}	3.93±0.15 ^{bc}	4.09±0.20 ^c
8	—	2.59±0.20 ^{ab}	2.50±0.28 ^a	3.19±0.33 ^{bc}	3.56±0.28 ^c
10	—	2.02±0.26 ^a	1.61±0.14 ^a	2.63±0.18 ^b	2.94±0.30 ^b
12	—	1.49±0.29 ^a	—	2.07±0.40 ^{ab}	2.51±0.17 ^b
14	—	—	—	1.51±0.35 ^a	2.23±0.36 ^a

注: 同列小写字母不同,表示差异显著 ($P<0.05$); —.带鱼已完全腐败。

由表3可知,空白对照组带鱼的感官评分在贮藏
第2天与实验组出现显著性差异 ($P<0.05$),第6天出现
严重腐败变质,体表附着黄色物质,色泽暗淡,氨臭味
显著,纤维不清晰、不致密,手指按压鱼体表面后难以
恢复。各实验组在第4天仍保持新鲜带鱼的特征,体表
呈银灰色,鱼腥味明显,肌纤维清晰、致密完整,弹性
好。MAP1组在贮藏第10天没有光泽,无鱼腥味,氨臭
味明显,纤维不清晰、不致密,手指按压后恢复时间较
长;贮藏第12天,色泽暗淡,氨臭味明显,手指按压鱼
体表面后缓慢恢复,体表黄色附着物多,判断该组样品
开始腐败。MAP2组在贮藏第8天,光泽度低,体表呈色
暗淡,鱼腥味较弱,氨臭味明显,手指按压后恢复时间
较长,贮藏至第10天彻底腐败。MAP3与MAP4组在贮藏

后期感官评分差异不大 ($P>0.05$),分别在12、14 d出
现鱼脂脱落,光泽度高,鱼体腐败。从感官评分的角度
看,各实验组处理可以明显延长带鱼贮藏期。

2.2 带鱼贮藏期间的TVB-N含量

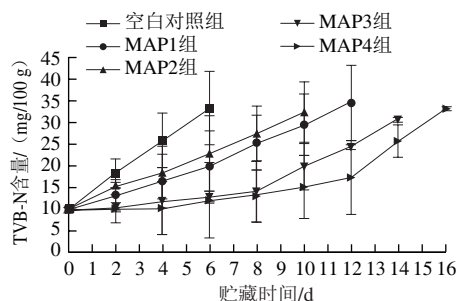


图1 各组带鱼贮藏期间的TVB-N含量变化

Fig. 1 Change in TVB-N content of hairtail during storage

由图1可知,带鱼的TVB-N含量初始值为
9.20 mg/100 g,各实验组的TVB-N含量随贮藏时间的增
加不断提高,变化趋势与带鱼在各个贮藏阶段所得的感
官评分趋势大致相同。空白对照组带鱼的TVB-N含量上
升速率最大,于贮藏第6天超过合格标准;MAP4组带鱼
的TVB-N含量增加最为缓慢,MAP2组最快,这可能是由
于受到MAP气体比例的影响;MAP1、MAP2组的TVB-N
含量增加速率相差较小,MAP3、MAP4组在贮藏第8天
之前相差较小,随后出现明显差异。因此,从TVB-N含
量的角度来看,MAP1、MAP2、MAP3、MAP4组处理分
别延长带鱼贮藏期至12、10、14、16 d,MAP4实验组带
鱼的贮藏效果最好,相比空白对照组可以在一定程度上
起到延长贮藏期的作用。

2.3 带鱼贮藏期间的TBA值

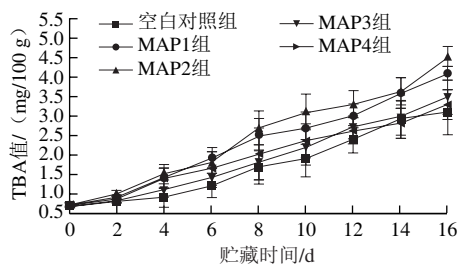


图2 各组带鱼贮藏期间的TBA值变化

Fig. 2 Change in TBA value of hairtail during storage

由图2可知,各实验组与空白对照组带鱼的TBA值随
贮藏时间的延长呈不断升高的趋势,且4个实验组的TBA
值均高于空白对照组,说明MAP中的O₂能够加速带鱼的
脂肪氧化,而真空包装能够有效减缓脂肪氧化。MAP1组
与MAP2组的O₂占比相同,因此在各贮藏阶段TBA值相差
不大,同时也说明MAP中CO₂的占比对带鱼脂肪氧化过
程的影响较小。MAP3、MAP4组贮藏期间的TBA值增加

较缓慢,与空白对照组接近,这可能是由于MAP中O₂的占比较小。

2.4 带鱼贮藏期间的菌落总数

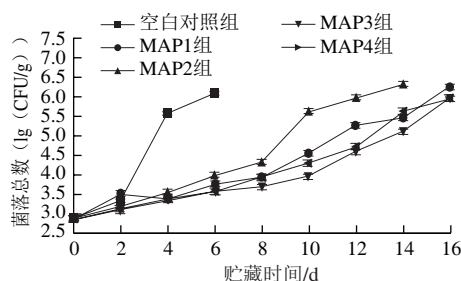


图3 各组带鱼贮藏期间的菌落总数变化

Fig. 3 Change in total bacterial count of hairtail during storage

根据我国水产品行业推荐标准,带鱼菌落总数>6 (lg (CFU/g))为不可食用范围,经检测,本研究带鱼样品的初始菌落总数为2.9 (lg (CFU/g))。由图3可知,各组带鱼样品的菌落总数随贮藏时间的延长而增长,其中空白对照组的细菌繁殖最快,与实验组相比于第4天出现显著性差异,在第6天菌落总数高达6.5 (lg (CFU/g)),超出海产品可食用的菌落总数限制,因此判断该组带鱼样品已腐败变质,失去食用价值。MAP1组带鱼贮藏第14天时的菌落总数为5.47 (lg (CFU/g)),相较于第12天出现快速明显增长,贮藏第16天时的菌落总数为6.25 (lg (CFU/g)),超出国家标准限制。MAP2组带鱼贮藏第8天时的菌落总数为4.33 (lg (CFU/g)),出现明显快速增长,贮藏至第14天时,菌落总数为6.32 (lg (CFU/g)),超出可食用范围。MAP3、MAP4组带鱼贮藏16 d时的菌落总数分别为5.96、5.92 (lg (CFU/g)),相比MAP1、MAP2组细菌生长较为缓慢,说明MAP中CO₂的气体比例越高,抑菌效果越明显。

2.5 真空包装腐败带鱼的优势菌种鉴定

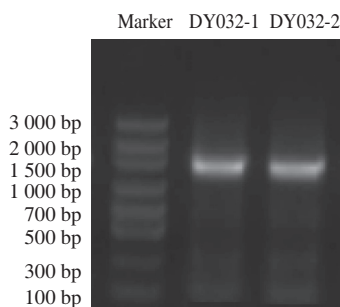


图4 真空包装腐败带鱼优势菌种的PCR 16S rDNA电泳结果

Fig. 4 Electrophoresis of PCR amplified 16S rDNA of the dominant spoilage strain in vacuum packaged hairtail

对于真空包装腐败带鱼,通过菌种的扩增培养,筛选出1株优势菌为菌株DY032,通过采用rDNA的保守区域在GenBank数据库中进行BLAST比对,进行菌种鉴定,初步得出细菌所属种属^[29-31]。菌株的琼脂糖凝胶电泳检测结果如图4所示,扩增的片段为单一谱带,大小约为1.5 kb,无明显特异扩增现象。

表4 真空包装腐败带鱼优势菌株的16S rDNA序列比对结果
Table 4 Results of 16S rDNA sequence alignment of the dominant spoilage strain

序号	菌种名称	编号	登录号	相似性/%	匹配度/%
1	蜡样芽胞杆菌 (<i>Bacillus cereus</i>)	CN12	KY085996.1	100	100.00
2	芽胞杆菌 (<i>Bacillus</i> sp.)	MRF-33	MG266364.1	99	98.52
3	蜡样芽胞杆菌 (<i>Bacillus cereus</i>)	BAB-6967	MF351827.1	100	100.00
4	蜡样芽胞杆菌 (<i>Bacillus cereus</i>)	FIT_10	KU533854.1	100	100.00
5	蜡样芽胞杆菌 (<i>Bacillus cereus</i>)	CCM2010	KY628813.1	100	100.00

胶回收16S rDNA序列,由金斯瑞生物科技有限公司测序。菌株DY032序列长度为1 312 bp。由表4的序列比对结果可知,优势菌株与*Bacillus cereus* 16S rDNA的相似度达100%,说明该菌株为蜡样芽胞杆菌。

3 结论

紫外线杀菌技术结合MAP处理带鱼冷藏期间的感官评分明显高于空白对照组,同时紫外线杀菌技术结合MAP处理能够减缓带鱼冷藏过程中菌落总数的增长,其菌落总数、TVB-N含量均明显低于空白对照组,TBA值则高于空白对照组。气体比例为60% CO₂+40% N₂+7% O₂的实验组MAP4在抑菌方面的效果较为明显,能够有效抑制带鱼体内的细菌繁殖,减缓细菌对带鱼的腐败作用,并在一定程度上减缓脂肪氧化,相比于未经紫外线处理的基础组,延长带鱼贮藏期至15 d。同时,分离和鉴定了真空包装腐败带鱼的优势菌株。上述结果表明,紫外线结合MAP可以延长带鱼的贮藏期,本研究可以为带鱼的保鲜技术提供理论依据。

参考文献:

- [1] 崔英丽,张懋,刘振彬,等.气调包装和天然复合保鲜剂对冷鲜牛肉联合保鲜效果影响的研究[J].食品与生物技术学报,2017,36(4): 352-356. DOI:10.3969/j.issn.1673-1689.2017.04.003.
- [2] 陈佳新,陈倩,孔保华.壳聚糖的保鲜机制及其在肉与肉类制品保鲜中应用的研究进展[J].肉类研究,2016,30(10): 35-39. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.10.007.
- [3] 李影球,周光宏,徐幸莲.4种非热杀菌技术在肉类中的应用[J].食品工业科技,2013,34(17): 354-359. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2013.17.049.
- [4] 汤秋冶,潘道东,孙杨赢,等.海藻酸钠抗菌复合涂膜对丙鲜鸭肉保鲜效果的影响[J].现代食品科技,2016(8): 240-245; 301. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.8.036.



- [5] 尹茂文, 宋蕾, 马瑞雪, 等. 涂膜对油炸猪肉丸品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2015(13): 87-89; 102. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.13.009.
- [6] 冯叙桥, 范林林, 韩棚祥, 等. 溶菌酶涂膜对鲜切“寒富”苹果的贮藏保鲜作用研究[J]. 现代食品科技, 2014(11): 125-132. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.201411.023.
- [7] 胡晓亮, 周国燕, 王春霞, 等. 3 种天然保鲜剂荸荠杨梅贮藏保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(6): 216-219. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2011.06.012.
- [8] OHNISHI Y, MATSUMOTO H, IWAMORI S. A sterilization system using ultraviolet photochemical reactions based on nitrous oxide and oxygen gases[J]. Journal of Microbiological Methods, 2016, 122: 59-63. DOI:10.1016/j.mimet.2016.01.010.
- [9] 张慧曼, 陈从贵, 聂兴龙. 结冷胶与海藻酸钠对低脂猪肉凝胶改性的影响[J]. 食品科学, 2007, 28(10): 80-83. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2007.10.014.
- [10] 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 中国水产科学研究院. 鲜海水鱼: GB/T 18108—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] DURANA M, ADAYA M S, ZORBA N N D, et al. Potential of antimicrobial active packaging ‘containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating’ to extend shelf life of fresh strawberry[J]. Food and Bioprocess Technology, 2016, 98(1): 354-363. DOI:10.1016/j.fbp.2016.01.007.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定: GB 5009.228—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 王珣, 胡大伟, 董莹. 食品微生物检验中菌落总数测定的注意事项[J]. 现代食品, 2016(24): 65-66. DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2016.24.028.
- [14] 岳晓华, 沈月新. 可食性壳聚糖膜性能的研究[J]. 食品科学, 2002, 23(5): 62-67. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2002.08.010.
- [15] 黄晶菁, 罗静, 何宏轩. 蜡样芽孢杆菌检测方法研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2018, 45(3): 635-642. DOI:10.16431/j.cnki.1671-7236.2018.03.010.
- [16] 何荣军, 杨爽, 孙培龙, 等. 海藻酸钠/壳聚糖微胶囊的制备及其应用研究进展[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 166-169; 173. DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2010.02.046.
- [17] 李儒仁, 沈瑞, 荣良燕, 等. 生物保鲜剂延长冷鲜肉牛肉货架期的效果研究[J]. 肉类研究, 2018, 32(1): 30-35. DOI:10.7506/ilyj1001-8123-201801005.
- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [19] 卢行安, 顾其芳, 袁宝君, 等. AOAC Petrifilm™菌落总数测试片法与食品中菌落总数测定国标方法的比较研究[J]. 中国食品学报, 2011, 6(3): 164-167. DOI:10.16429/j.1009-7848.2011.03.013.
- [20] 蒋强, 郑丽敏, 田立军, 等. 电子鼻应用于猪肉丸子香味预测[J]. 食品科学, 2018, 39(10): 228-233. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201810035.
- [21] 丁媛, 郑平安, 缪芳芳, 等. 电子鼻在8 种贝类气味差异研究中的应用[J]. 食品科学, 2013, 34(2): 353-355. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201322071.
- [22] 宋广磊, 戴志远. 磷酸盐对梅鱼(*Collichthys niveatus*)鱼糜质构的影响[J]. 食品与发酵工业, 2007(4): 38-41. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2007.04.010.
- [23] 于雪骊, 刘长江, 杨玉红, 等. 天然食品防腐剂ε-多聚赖氨酸的研究现状及应用前景[J]. 食品工业科技, 2007(24): 226-227. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2007.04.064.
- [24] 蒋予箭, 周雁, 蒋家新. 鱼肉弹性测定方法的研究[J]. 水产科学, 2003(3): 41-44. DOI:10.16378/j.cnki.1003-1111.2003.03.016.
- [25] 戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉肉质变化的研究[J]. 食品与发酵工业, 2008(8): 188-191. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2008.08.035.
- [26] 叶伏林, 顾赛麒, 刘源, 等. 反复冻结-解冻对黄鳍金枪鱼肉品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(1): 172-177. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2012.01.009.
- [27] 王正荣, 马汉军. 壳聚糖与生姜提取物复合膜在冷鲜猪肉保鲜中的应用[J]. 保鲜加工, 2017, 17(1): 12-16. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2017.01.003.
- [28] 苏平, 宋思园, 吴秋敏, 等. 黄秋葵花黄酮及其酵母微胶囊对冷鲜肉的保鲜作用[J]. 中国食品学报, 2016, 16(6): 139-144. DOI:10.16429/j.1009-7848.2016.06.019.
- [29] 李月明, 刘飞, 姜雪晶, 等. 生物可降解膜在肉品保鲜中的应用研究进展[J]. 肉类研究, 2017, 31(6): 51-54. DOI:10.7506/rlj1001-8123-201706010.
- [30] 郭新颖, 刘程惠, 尤晓宏, 等. 壳寡糖对冷鲜牛肉保鲜效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(10): 204-209. DOI:10.13995/j.cnki.11/1802/ts.201610033.
- [31] 郭兴凤, 慕运动. 几种因素对肉制品品质测定结果的影响[J]. 食品工业科技, 2006(5): 51-53. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2006.05.010.