

复合天然抗氧化剂对封鳊鱼品质的影响及货架期预测

鲍俊杰, 陈小雷, 周蓓蓓, 胡王 (安徽省农业科学院水产研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的]有效延长封鳊鱼的货架期。[方法]采用传统腌制的方法制作封鳊鱼,在制作过程中添加复合天然抗氧化剂,通过测定鳊鱼脂肪在储存过程中羰基值(COV)和硫代巴比妥酸(TBA)值的变化,确定其添加效果。同时,利用ASLT法对添加复合天然抗氧化剂的封鳊鱼货架期进行预测。[结果]添加复合天然抗氧化剂的封鳊鱼货架期,在4℃下延长了30 d,在10℃下延长了30 d,在25℃下延长了30~45 d。利用ASLT法预测添加复合天然抗氧化剂的封鳊鱼在储存温度22℃和湿度50%条件下的货架期为82~104 d。[结论]研究结果可为延长封鳊鱼的货架期提供新途径。

关键词 封鳊鱼;抗氧化剂;ASLT法;货架期

中图分类号 S983 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)23-0091-03

Effects of Compound Natural Antioxidant on the Quality of Sealed Bream and Its Shelf Life's Prediction

BAO Jun-jie, CHEN Xiao-lei, ZHOU Bei-bei et al (Fisheries Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To prolong the shelf life of sealed bream effectively. [Method] The sealed bream was made by using traditional salting method. During the production process, compound natural antioxidant was added. The changes of COV and TBA value during the storage process of bream fat were determined to confirm its adding effect. And the shelf life of sealed bream with adding compound natural antioxidant was predicted by using ASLT method. [Result] The shelf life of sealed bream with adding compound natural antioxidant was prolonged for 30 d at 4℃, 30 d at 10℃ and 30~45 d at 25℃. The shelf life of sealed bream with adding compound natural antioxidant under the conditions of storage temperature of 22℃ and humidity of 50% predicted by ASLT was 82~104 d. [Conclusion] The research results can provide new approach for prolonging the shelf life of sealed bream.

Key words Sealed bream; Antioxidant; ASLT method; Shelf life

鳊鱼(*Parabramis pekinensis*),又称鳊花、油鳊,古称槎头鳊、缩项鳊。鳊鱼属于中型鱼类,食性范围较广,生长速度较快,主要分布于我国长江中、下游附属中型湖泊,是我国主要淡水养殖鱼类之一,2014年养殖产量达到78.3万t,安徽省养殖产量位居全国前三^[1]。鳊鱼因其栖息于水区的中下层,故土腥味较重,鲜食口感不佳,但其肉质嫩滑,味道鲜美,脂肪含量丰富且品质佳,加工特性优良^[2]。

安徽及长江中下游地区的传统封鳊鱼制品是一种“腹有玄机,鳊鱼不扁,鱼肉双鲜”的鳊鱼猪肉复合制品,其滋味独特、味道鲜美、腥味尽失,在安徽省水产制品市场地位举足轻重^[3],但其在加工、贮藏和运输过程中会颜色发黄,产生难闻的哈喇味,封鳊鱼脂肪氧化问题严重阻碍了其产业的发展。

陈小雷等^[4]对茶多酚、迷迭香提取物、芦丁提取物、人参提取物、虾青素、葡萄籽提取物和V_E组成的复合天然抗氧化剂进行了筛选,结果表明:0.03%迷迭香提取物、0.04%人参提取物和0.03%V_E组成的复合天然抗氧化剂对鳊鱼脂肪具有较好的抗氧化效果,与BHA、BHT、TBHQ 3种人工合成的抗氧化剂的抗氧化效果无显著差异($P>0.05$)。笔者将此种复合抗氧化剂应用到封鳊鱼生产加工过程中,监测其在不同

贮藏温度下羰基值(COV)和硫代巴比妥酸反应物(TBARS)的变化情况,并利用加速货架期试验(ASLT)预测其货架期。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原材料。新鲜鳊鱼,购自农贸市场,要求原料鱼新鲜、个头大小均匀;调料有食品级食盐、白砂糖、黄酒、生姜、八角等。

1.1.2 主要试剂。迷迭香提取物、芦丁提取物、V_E均购于陕西浩洋生物科技有限公司;正丁醇、氢氧化钾、硫代巴比妥酸、三氯乙酸等试剂均为分析纯。

1.1.3 主要仪器与设备。超净台;数显恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司);电热恒温鼓风干燥箱(上海新苗医疗器械有限公司);AL204型电子分析天平[梅特勒-托利多(上海)有限公司];HITACHI CR22G型高速冷冻离心机(日本HITACHI koki公司);TU-1901双束紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)。

1.2 方法

1.2.1 封鳊鱼加工工艺流程。封鳊鱼加工工艺流程如图1所示。

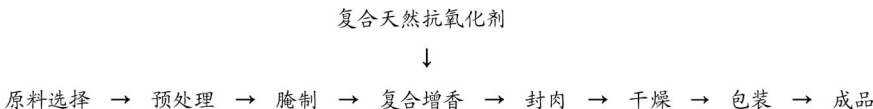


图1 封鳊鱼加工工艺流程

Fig.1 The processing flow of sealed bream

基金项目 安徽省农业科学院科技创新团队项目(15C0501)。
作者简介 鲍俊杰(1985—),男,安徽合肥人,研究实习员,硕士,从事水产品加工研究。
收稿日期 2017-05-30

1.2.2 鳊鱼脂肪氧化指标的测定。

1.2.2.1 羰基值(COV)的测定。准确称取样品0.05~1.50 g,置于10 mL容量瓶中,加入精制正丁醇使之溶解,并稀释至刻度,摇匀,准确称取1 mL置于离心管中,加入2,4-

二硝基苯肼溶液 1 mL, 摇匀, 40 ℃ 下水浴 20 min, 取出, 冷却至室温, 加入 2.5% 氢氧化钾的正丁醇溶液 8 mL, 摇匀, 3 000 ~ 4 000 r/min 离心 5 min, 以相应试剂为空白, 取上清液在 390 nm 处测定吸光度, 并按以下公式计算 COV^[5]:

$$\text{COV}(\text{mg/kg}) = [A / (658.8 \times W \times V_2 / V_1)] \times 1\,000 \quad (1)$$

式中, A 为样品的吸光度; W 为样品质量(g); V_1 为样品稀释后的体积(mL); V_2 为测定用样品稀释后的体积(mL); 658.8 为各种醛的毫摩尔吸收系数的平均值。

1.2.2.2 硫代巴比妥酸反应物(TBARS)的测定。取 10 g 鱼肉, 搅碎后加入 50 mL 7.5% 的三氯乙酸(含体积分数为 0.1% 的 EDTA), 振摇 30 min, 双层滤纸过滤后取 5 mL 上清液置于具塞试管中, 加入 5 mL 0.02 mol/L 硫代巴比妥酸溶液并在沸水浴中保温 30 min, 取出, 冷却 1 h 后在 4 500 r/min 下离心 5 min, 上清液加入 5 mL 氯仿摇匀, 静置分层后取上清液分别在 600 nm 和 532 nm 处测定吸光度, 并按以下公式计算硫代巴比妥酸(TBA)值^[6]。

$$\text{TBA 值}(\text{mg/kg}) = (A_{532} - A_{600}) / 155 \times (1/10) \times 72.6 \times 1\,000 \quad (2)$$

式中, A_{532} 为在波长 532 nm 处样品上清液的吸光度; A_{600} 为在波长 600 nm 处样品上清液的吸光度。

1.2.3 感官评价。对不同贮藏温度下封鲮鱼的气味、滋味、组织状态等进行感官评价。

1.2.4 微生物学指标。微生物学指标按照 GB/T 4789—2010《食品卫生微生物学检验》进行测定。

1.5 货架期预测模型 食品储存期加速测试法(Accelerated shelf-life testing, ASLT)于 1985 年被提出, 是一种目前应用较为广泛的快速、有效预测食品货架期的方法。其原理是利用化学动力学来量化温度、湿度、气压和光照等外来因素对变质反应的影响力。将产品储存于一些加速破坏的恶劣条件下, 提高储存温度, 加速变质, 按一定的时间间隔检测该条件下的货架期, 然后以这些数据外推确定实际储存条件下的货架期^[7-8]。该试验通过设定不同封鲮鱼的贮藏温度, 改变产品氧化变质速度, 根据不同贮藏温度下封鲮鱼质量的变化情况预测产品的货架期。

根据 ASLT 试验时食品温度选择表, 将贮藏温度分别设定为 40 和 50 ℃, 湿度设定为 50%。由于温度引起的化学反应对鲮脂肪起主要作用, 贮藏条件 40 ℃ 贮藏的封鲮鱼每隔 10 d 检测 1 次, 将封鲮鱼归类为脱水产品, Q_{10} 值为 1.5 ~ 10.0^[9]。将 Q_{10} 值暂时设定为 1.5。根据 ALST 计算公式确定 50 ℃ 的每次测定间隔时间, 其计算公式^[10]为:

$$f_2 = f_1 Q_{10}^{\Delta T/10} \quad (3)$$

式中, f_1 为 50 ℃ 时每次测试之间的时间间隔; f_2 为 40 ℃ 时每次测试之间的时间间隔; $\Delta T = T_1 - T_2$, 单位为 ℃。由此可得 f_2 约为 7 d, 即 50 ℃ 下每隔 7 d 测试 1 次。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度下封鲮鱼脂肪的变化

2.1.1 25 ℃ 下封鲮鱼脂肪的变化。25 ℃ 下, 不同处理对封鲮鱼 TBA 值和 COV 的影响, 分别如图 2 和图 3 所示。TBA

值常用来表征脂肪氧化程度, 其值与感官评分呈线性关系。TBA 法特别适于描述肉类的氧化情况。当生肉的 TBA 值超过 0.5 mg/kg 时, 人就会明显感觉到有氧化的异味。25 ℃ 下, 随着贮存时间的延长, 空白对照组封鲮鱼脂肪的 TBA 值呈现逐渐上升的趋势。对照组在 60 d 后 TBA 值超过 0.5 mg/kg, 失去食用价值^[11]。复合抗氧化剂处理组封鲮鱼脂肪的 TBA 值在前 90 d 上升趋势较缓, 90 d 后上升趋势加大。90 d 后, 失去食用价值, 较对照组延迟了 30 ~ 45 d。

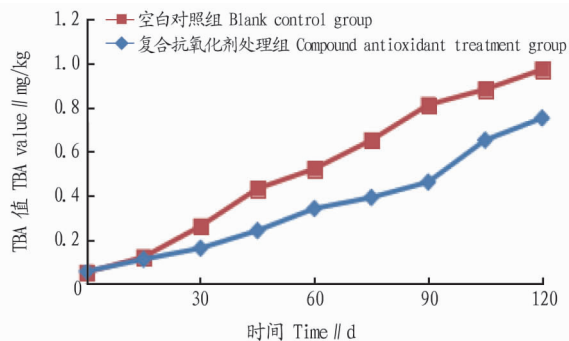


图 2 25 ℃ 下封鲮鱼 TBA 值的变化

Fig. 2 The changes of TBA value of sealed bream at 25 °C

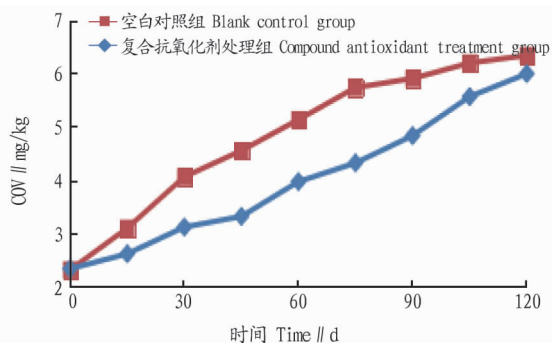


图 3 25 ℃ 下封鲮鱼 COV 的变化

Fig. 3 The changes of COV of sealed bream at 25 °C

COV 是脂肪氧化中期指标。COV 随着时间的延长而不断升高, 添加复合抗氧化剂的封鲮鱼脂肪 COV 明显低于空白对照组($P < 0.05$)。从图 2 ~ 3 可以看出, TBA 值和 COV 的变化趋势一致, 说明复合抗氧化剂对封鲮鱼脂肪氧化的抑制作用比较稳定。

2.1.2 10 ℃ 下封鲮鱼脂肪的变化。10 ℃ 下, 不同处理对封鲮鱼 TBA 值和 COV 的影响, 分别如图 4 和图 5 所示。10 ℃ 下, 随着贮存时间的延长, 2 组封鲮鱼脂肪的 TBA 值均表现为前 60 d 上升趋势明显, 60 d 后上升趋势变缓, 空白对照组在 75 d 后失去食用价值, 复合抗氧化剂处理组在 105 d 后失去食用价值, 较空白对照组延迟了 30 d。

由图 4 ~ 5 可看出, TBA 值和 COV 的变化趋势一致, 说明复合抗氧化剂对封鲮鱼脂肪氧化的抑制作用比较稳定。

2.1.3 4 ℃ 下封鲮鱼脂肪的变化。4 ℃ 下不同处理对封鲮鱼 TBA 值和 COV 的影响, 分别如图 6 和图 7 所示。4 ℃ 下, 随着贮存时间的延长, 2 组封鲮鱼脂肪 TBA 值均呈逐渐上升的趋势, 对照组在 90 d 后失去食用价值, 复合抗氧化剂处理组在 120 d 左右失去食用价值, 较对照组延迟了 30 d。由图 6

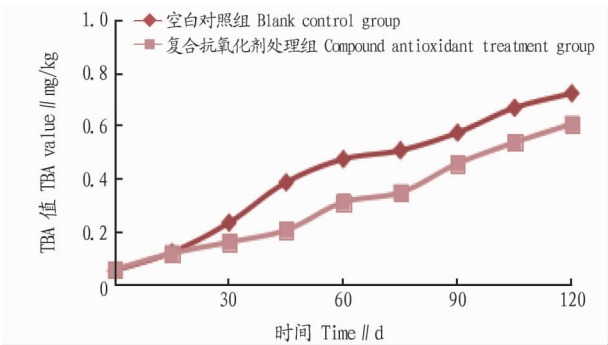


图 4 10 °C下封鳊鱼 TBA 值的变化

Fig. 4 The changes of TBA value of sealed bream at 10 °C

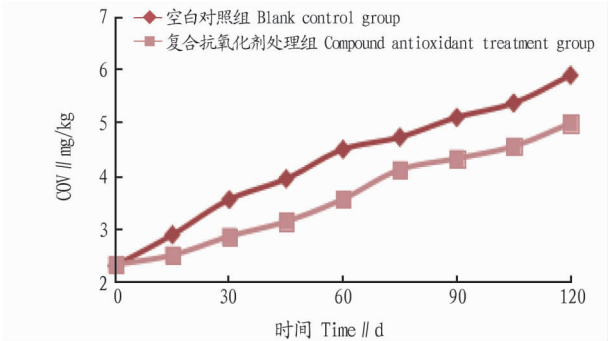


图 5 10 °C下封鳊鱼 COV 的变化

Fig. 5 The changes of COV of sealed bream at 10 °C

~7 可看出,TBA 值和 COV 的变化趋势一致,说明复合抗氧化剂对封鳊鱼脂肪氧化的抑制作用比较稳定。

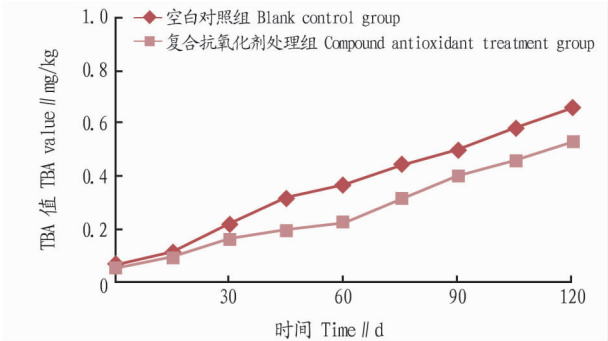


图 6 4 °C下封鳊鱼 TBA 值的变化

Fig. 6 The changes of TBA value of sealed bream at 4 °C

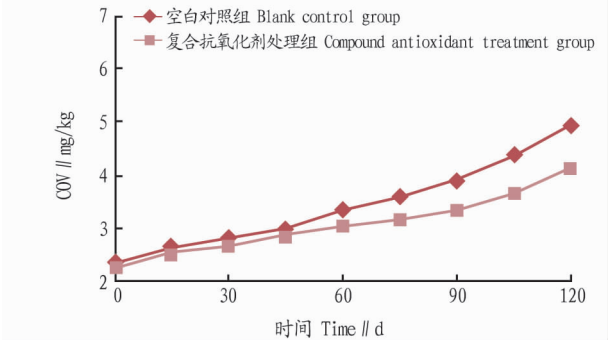


图 7 4 °C下封鳊鱼 COV 的变化

Fig. 7 The changes of COV of sealed bream at 4 °C

2.2 ALST 法预测封鳊鱼货架期

2.2.1 封鳊鱼检测结果。由表 1 可知,在贮藏 50 d 后,细菌

总数不可计,微生物数量超标,在感官方面已出现不明显的哈喇味,鱼体部分色泽发生明显变化,鱼腹开始呈现黄色,品质明显变差。因此,结合感官指标,同时结合 TBA 的变化情况,预测货架期为 40~45 d。

表 1 样品在 40 °C 下的检测结果
Table 1 The detection results of samples at 40 °C

贮藏时间 Storage time d	细菌总数 Total number of bacteria//CUF/g	TBA 值 TBA vaule mg/kg	感官指标 Sensory indices
10	210	0.18	颜色正常、淡淡鱼香
20	360	0.26	颜色正常、香味浓郁
30	440	0.33	颜色正常、香味浓郁
40	580	0.47	色泽发黄、仍有香味
50	多不可计	0.69	色泽暗黄、有哈喇味
60	多不可计	0.91	整体暗黄、哈喇味重

由表 2 可知,在贮藏 28 d 后,细菌总数不可计,微生物数量已超标,在感官方面已出现哈喇味,鱼体部分色泽发生变化,鱼腹明显呈暗黄色。结合感官指标和 TBA 值,可确定 50 °C 下的货架期为 28 d。

表 2 样品在 50 °C 下的检测结果
Table 2 The detection results of samples at 50 °C

贮藏时间 Storage time d	细菌总数 Total number of bacteria//CUF/g	TBA 值 TBA vaule mg/kg	感官指标 Sensory indices
7	190	0.31	颜色正常、淡淡鱼香
14	360	0.38	颜色正常、香味浓郁
21	480	0.45	颜色变化、仍有香味
28	550	0.52	颜色发黄、有哈喇味
35	多不可计	0.70	鱼腹暗黄、哈喇味严重
42	多不可计	0.84	哈喇味严重

2.2.2 ALST 法预测室温下封鳊鱼货架期。根据“2.2.1”所得的结果,取 40 °C 下货架期为 40~45 d,50 °C 下货架期为 28 d。根据公式 $Q_{10} = T_1/T_2$ (T_1 表示在 T 温度下的货架期, T_2 表示在 $(T+10)$ 温度下的货架期)^[12],可得 Q_{10} 值为 1.5~1.6。

$$\theta_s(T_1) = \theta_s(T_2) \times Q_{10}^{(T_2-T_1)/10}$$
 (4)

式中, $\theta_s(T_1)$ 为指定温度 T_1 下的货架寿命; $\theta_s(T_2)$ 为指定温度 T_2 下的货架寿命; ΔT 为 T_1 、 T_2 的温度差。

由此可见,在贮藏温度 $T_1 = 22\text{ °C}$ 、 40 °C 下货架期为 40 d 时, $\theta_s(T_1)$ 为:

$$\theta_s(T_1) = \theta_s(T_2) \times Q_{10}^{(T_2-T_1)/10} = 40 \times 1.5^{1.8} = 82\text{ d}$$

在贮藏温度 $T_1 = 22\text{ °C}$ 、 40 °C 下货架期为 45 d 时, $\theta_s(T_1)$ 为:

$$\theta_s(T_1) = \theta_s(T_2) \times Q_{10}^{(T_2-T_1)/10} = 45 \times 1.6^{1.8} = 104\text{ d}$$

综上所述,预测封鳊鱼在贮藏温度 22 °C、湿度 50% 时的货架期为 82~104 d。

3 结论

(1) 由 0.03% 迷迭香提取物、0.04% 人参提取物和 0.03% V_E 组成的复合天然抗氧化剂对封鳊鱼有较好的抗氧 (下转第 118 页)

中耕除草分别高出 33、23、12 cm;产量(干货)为 4 230 kg/hm²,单位面积产量比 1、2、3 次/a 中耕除草的分别增长 240.1%、137.0%、43.9%。在白芨的生长周期中宜选择在 5 月初、7 月初、8 月初、9 月底各除草 1 次,有利于白芨的生长发育,中耕时宜浅,锄松畦面土,铲尽杂草。

表 4 不同施肥种类白芨生长势及产量比较

Table 4 Comparison of growth potential and yield of *Bletilla striata* in different fertilization types

施肥种类 Fertilization types	株高 Plant height cm	生长势 Growth potential	产量(干) Yield(dry) kg/hm ²
农家肥 farmyard manure	49	优良	4 545
化肥 Fertilizer	35	一般	3 450
复合肥 Compound fertilizer	42	较好	3 840

表 5 不同中耕除草次数白芨生长势及产量比较

Table 5 Comparison of growth potential and yield of *Bletilla striata* in different weeding times

中耕除草次数 Weeding times 次/a	株高 Plant height cm	生长势 Growth potential	产量(干) Yield(dry) kg/hm ²
1	16	较差	1 215
2	26	较好	1 785
3	37	良好	2 940
4	49	优良	4 230

3 结论与讨论

(1)厚朴林下种植白芨,林分郁闭度是影响出苗率、株高、生长势及产量的重要因素。试验结果表明,林分郁闭度为 0.4~0.6 时,出苗率高、生长势好、产量高;郁闭度低于 0.4 或高于 0.6 的林分,种植白芨出苗率、生长势、产量较差。因郁闭度过小,达不到对白芨生长进行适当遮阴的作用;郁闭度过大,不能满足后期白芨生长所需的光照条件。综上所

述,林分郁闭度为 0.4~0.6 有利于白芨产量的提高,是种植白芨最适宜的林分郁闭度。

(2)采取不同的种植密度对白芨出苗率、生长势及产量会产生较大的影响。试验结果表明,随着种植窝距增大,出苗率增高,生长势变好;种植密度 30 cm×30 cm 产量最高。种植密度过大,影响植株高、径生长,不能发挥单株最大效益,且用种茎较多,需成本较大;密度过小,不能最大限度利用地力资源,达不到最佳经济效益。综上所述,林下种植白芨最适合密度(窝距)为 30 cm×30 cm。

(3)不同的种植时间其白芨出苗率、生长势及产量有很大差别。10—11 月种植白芨,出苗率高、生长势好、产量高。即秋冬季种植时间越早,发芽相应较早,出苗率高,生长势好,产量越高。

(4)白芨在栽培期间施用农家肥效果最好。施用农家肥比施用化肥、复合肥种植白芨,生长势好、产量高。白芨在栽培期间施用农家肥,能疏松土壤,增强土壤的通透性能,促进白芨块茎发育和生长。

(5)种植白芨每年中耕除草 4 次,能大幅度提高白芨产量。白芨生长周期中选择在 5 月初、7 月初、8 月初、9 月底各松土、除草 1 次,有利于白芨的生长发育,大幅度提高产量。

参考文献

[1] 林福林,杨昌云,杨薇薇,等. 中药白芨的现代研究概况[J]. 中国医院药学杂志,2013,33(7):571-573.

[2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1994:327.

[3] 张敏. 野生白芨人工育苗技术[J]. 现代农业科技,2016(16):79.

[4] 张亦诚. 白芨的生物特性及栽培技术[J]. 农业科技与信息,2007(11):45.

[5] 刘文彬. 白芨仿野生种植[J]. 云南农业,2016(6):27-28.

[6] 刘有菊,尹国梅. 保山市野生小白芨资源调查与人工栽培的可行性分析[J]. 保山学院学报,2014,33(5):25-27.

[7] 连细春. 杉木林冠下白芨人工栽培技术研究[J]. 中国农业信息,2014(6):9.

[8] 高瑞昌,苏丽,黄星奕,等. 水产品风味物质的研究进展[J]. 水产科学,2013,32(1):59-61.

[9] 周蓓蓓,胡王,陈小雷,等. 自制封鳊鱼与鲜鳊鱼及市售封鳊鱼产品的比较研究[J]. 食品工业科技,2016,37(17):116-124.

[10] 陈小雷,胡王,周蓓蓓,等. 复合天然抗氧化剂对鳊鱼脂肪的抗氧化效果[J]. 淡水渔业,2016,46(3):92-98.

[11] 李新,林若泰,熊光权,等. 抗氧化剂对辐照猪肉理化和感官品质的影响[J]. 农业工程学报,2006,26(5):357-361.

[12] KILCAST D, MANIAM P S. Stability and shelf-life of food [M]. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2000: 1-13, 107-123.

[13] 余亚英,袁唯. 食品货架期概述及其预测[J]. 中国食品添加剂,2007(5):77-79.

[14] 刘玲. 确定食品保质期的理论和技术[J]. 乳业科学与技术,2004,26(4):162-165.

[15] 蔡燕芳. 食品储存期加速测试及其应用[J]. 食品科技,2004(1):80-82.

[16] BRAGAGNOLI N, RODRIGUE-AMAYA D B. Simultaneous determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat of suckling and adult pigs [J]. Food Chem, 2002, 79(2): 255-260.

[17] CARTIER P. Accelerated shelf-life testing [C]//The manufacturing confectioner. [s.l.]: The PMCA Production Conference, 2009: 53-61.

[18] FENNEMA O R. 食品化学[M]. 3 版. 王璋, 许时婴, 江波, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 858-863.

(上接第 93 页)

化效果,25℃下可延长货架期 45 d,10 和 4℃下可延长货架期 30 d。因此,不同贮藏温度对复合天然抗氧化剂的效果也有影响,常温条件下(25℃)比低温条件下(4、10℃)的抗氧化效果更明显。

通过感官评定可知,添加复合天然抗氧化剂对封鳊鱼的滋味、形态、香味等均无任何影响,可添加于封鳊鱼中,延长其货架期。

(2)对温度 40℃、相对湿度 50% 及温度 50℃、相对湿度 50% 下贮藏的封鳊鱼品质进行监测,同时辅以感官评价和微生物检测,应用 ALST 法预测封鳊鱼货架期分别为 40~45 和 28 d,并利用 ASLT 法预测添加复合天然抗氧化剂下制作的封鳊鱼在贮藏温度 22℃和湿度 50% 的条件下的货架期为 82~104 d。

参考文献

[1] 赵兴武. 2015 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2015: 31-37.