

预腌渍条件对清蒸鲥鱼品质及微观结构的影响

陈礼福¹, 徐雅倩², 还传明², 钱小丽^{1*}

(1. 江苏旅游职业学院 烹饪科技学院, 江苏 扬州 225127; 2. 扬州大学 旅游烹饪学院, 江苏 扬州 225127)

摘要:以新鲜鲥鱼为研究对象,对其进行腌渍预处理,比较不同用盐量对其熟制品热性质、质构特性、营养成分及感官品质的影响,实验结果表明:用盐量与肉样蛋白质、脂肪含量均呈显著性负相关;与质构特性、色泽呈显著性差异($P < 0.05$);使用0.5%加盐量经4℃腌渍30 min,再经100℃蒸15 min的鲥鱼食用品质最优,感官评分高达94.7,此条件下鲥鱼肉样在环境扫描电镜下呈规则的集块状分布,且肌肉组织间空隙较大,宏观表现为硬度下降,嫩度提高,与感官结论一致。

关键词:清蒸鲥鱼;加盐量;热性质;食用品质;组织结构

中图分类号: TS 972.126.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-8730(2020)04-0068-06

鲥鱼又称三来、迟鱼、三黎鱼。^[1]鲥鱼、刀鱼及河豚并称为“长江三鲜”。鲥鱼的味鲜肉细,营养价值极高。鲥鱼含有蛋白质、糖类、脂肪等产热营养素,可为人体提供大量的热能,研究表明每百克鱼肉可产生921 kJ的热量,^[2]同时鲥鱼肉还含有丰富的无机盐以及维生素,如钙、磷、铁、VB、VB₂、烟酸等。鲥鱼不仅具有食用价值,还拥有很高的药用价值。^[3]但现今随着长江流域渔业资源枯竭和环境恶化,长江生物品种的数量已大幅减少,尤其是具有重要商业价值的鲥鱼和长江豚,已然陷入了濒临灭绝的边缘。^[4]

近年来,鲥鱼不仅价格高,数量少,而且餐饮业市场需求量很大。但是国内加工水平参差不齐,鲥鱼加工的标准化程度低,不仅没有标准化的参数,加工处理也不够规范化。^[5]在中式菜肴中大部分以水产品为原料的菜肴一般会在其加工前进行预腌渍处理。^[6]由于提倡低盐饮食,国外早就有不同鱼类不同重量科学的烹饪方式,而非只通过手工习惯添加食盐。目前来看有关腌制工艺条件对加工品质的影响研究且为数不多,而关于鲥鱼的腌制工艺对加工品质的影响更尚未见报

道,^[7]本研究通过设定不同用盐量并检测鲥鱼熟制品的品质变化的方法,探究预腌渍条件对加工品质的影响,从而给鲥鱼加工工艺的科学标准化研究提供理论依据。^[8]

1 材料与方法

1.1 实验材料

鲜活鲥鱼:扬州麦德龙超市;盐:雪天牌精致食用盐;蒸鱼豉油:美极鲜蒸鱼豉油;水:蒸馏水(实验室自制);HCl、NaOH、石油醚:扬州通达化学品公司(均为A.R级)。

1.2 主要设备与仪器

CTX物性测定仪:德国Brookfield公司;PHB-1便携式pH计:上海三星仪表厂;KDN-04 II蛋白质测定仪:上海纤检仪器有限公司;WI-946索氏抽提器:北京东西仪科技有限公司;SZF-06A粗脂肪测定仪:上海新嘉电子有限公司;HYP-II消化炉:上海纤检仪器有限公司;JD500-3电子天平:北京克拉多精密仪器系统有限公司;GTR16-2高速冷冻离心机:北京时代北利离心机有限公司;TCL-50鼓风干燥箱:深圳精

收稿日期:2020-07-23 *通信作者

基金项目:四川省哲学社会科学重点研究基地川菜发展研究中心项目(CC20W04)

作者简介:陈礼福,男,江苏旅游职业学院烹饪科技学院一级实习指导老师,从事烹饪工艺及烹饪标准化研究;

钱小丽,女,江苏旅游职业学院烹饪科技学院副教授,从事烹饪标准化研究。

密仪器有限公司; MK-301 热电偶接触式测温仪; 杭州美控自动化技术有限公司; EG-818 杰冠电扒炉; 北京贝特食品科技有限公司; XL-30 ES-EM 环境扫描电子显微镜; 荷兰飞利浦公司。

1.3 试验设计与样品制备

将鲑鱼击晕,沿腹鳍基部下刀切向鱼背鳍基部,去内脏、鳃,洗净黑膜及血污,用厨房纸吸干表面水分。^[9]以食盐使用量(W/W)0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%设计分组,在4℃通风环境下腌渍30 min,添加0.8%的蒸鱼豉油,^[10,11]经100℃清蒸15 min至熟,备测。

1.4 指标测定

1.4.1 水分的测定

采用直接干燥法(GB/T5009.3—2003)。

1.4.2 烹调失水率

将腌渍好的和蒸制后的鱼肉搅碎,测定其水分质量分数。在50℃烘箱中干燥4 h,然后转入100℃烘箱中至恒质量,^[12]计算公式如下:

烹调失水率(%)=(加热前鲑鱼水分质量分数-加热后鲑鱼水分质量分数)÷加热前鲑鱼水分质量分数×100。

1.4.3 质构测定

质构仪的参数设定为P/5 s球形探头;测试前速度为7 cm/min;测试速度为10 cm/min;触发率为0.05 N;测试变量为50%。^[13]

1.4.4 热属性的测定

取1.3处理的鱼肉样品10~15 mg,置于DSC样品盒中,加盖密封后以空铝盒为对照进行DSC扫描。^[14]设定温度程序为:扫描温度范围为10~90℃,升温速率5℃/min。

1.4.5 粗脂肪测定

取清蒸鲑鱼的熟样10 g吸干表面水分称重,充分磨细,用乙醚和石油醚提取脂肪后称重,提取物的重量即为脂肪含量。^[15]提取和测定容器为150 mL,按以下公式计算鲑鱼肉样品中脂肪的含量: $w = (m_2 - m_1) \div m \times 100\%$ 。

式中:w为样品中脂肪含量(g/100g); m_2 为(锥形瓶+脂肪)质量(g); m_1 为锥形瓶的质量(g); m 为样品的质量(g)。

1.4.6 感官评分

参照陈树俊等^[16-18]研究人员的感官评价标准,邀请5名专业人士组成此次实验的评分组,从多汁性、嫩度、风味方面进行评判,打分方式采用

传统的百分制形式,三个方面依次所占的比值为1:1:1,结果以平均值±标准差报告。评分标准及其感官指标见表1。

表1 清蒸鲑鱼的感官品质评分

嫩度	风味	多汁性	分值
易吞咽,质地柔软	有浓郁的鱼肉香气	汁液丰富	100~80
较易吞咽,质地柔软	略有鱼香,无不良气味	汁液较丰富	80~60
难以咀嚼、下咽,质地粗糙	略有异味	咀嚼有少量汁水	60~40
难以下咽,质地老韧	无鱼鲜味同时略带腥味	无汁液	40~20

1.4.7 微观组织结构鉴定

将鲑鱼肉样顺着肌肉纤维方向切割成标准肉样,其样品规格为3 mm×3 mm×3 mm。之后开始配制溶液,溶液的体积分数组成:70%苦味酸饱和液、25%甲酸和5%乙酸的固定液,将鱼肉样放置于配比好的溶液中,放置时长为24 h。再使用不同梯度的乙醇进行脱水,依次使用70%、80%、90%和95%不同体积分数的乙醇来进行脱水,肉样的脱水时长为15 min,紧接着进行二次脱水,二次脱水则采用100%的乙醇溶液。最后将脱水后的样品放置到石蜡中浸置3 h,期间重复1次浸蜡的操作。取出干燥,将干燥过后的肉样置于环境扫描电镜下观察。^[19]

1.5 数据处理

平行实验3次,每个平行重复3次,求平均值。用SPSS 19.0和Excel 2007对实验数据进行分析。

2 分析与结果

2.1 加盐量对清蒸鲑鱼水分含量和烹饪失水率的影响

腌制用盐量对清蒸鲑鱼水分含量影响的测定结果如图1所示。

由图1可以看出,随着加盐量的增加,清蒸鲑鱼的含水量呈下降的趋势,由75.42%降至64.27%。数据分析表明,加盐量对鲑鱼清蒸后的含水量影响显著($P < 0.05$)。由图2可见,随着加盐量的增大,鲑鱼熟制品的烹饪失水率呈不断上升趋势,从实验中可以看出,随着盐量的增加失水率由起初的2.63%增至4.74%,各组间烹饪失

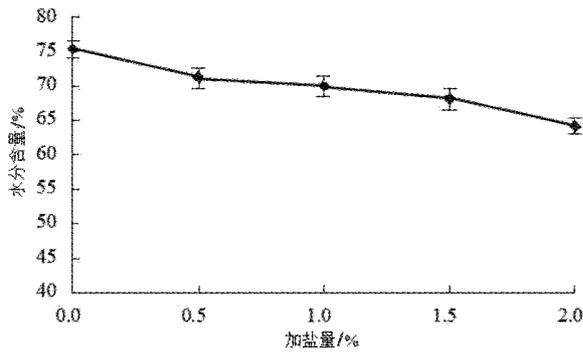


图1 不同加盐量对清蒸鲑鱼水分含量的影响

水率均存在显著差异。经过数据分析可以看出盐的含量对清蒸鲑鱼失水量的影响比较显著($P < 0.05$)。蛋白质变性是鱼肉腌制过程中的重要的性质变化,此过程易导致鱼肉中盐溶性蛋白减少,蛋白质持水能力下降,肌原纤维蛋白溶解度降低,^[20]从而导致口感下降,故加盐量应保持在合

理范围内。

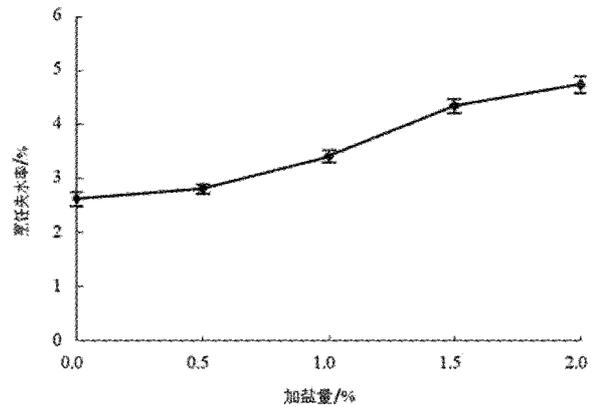


图2 不同加盐量对清蒸鲑鱼烹饪失水率的影响

2.2 加盐量对鲑鱼肉质构特性的影响

不同加盐量下鱼肉质构特性的变化测定结果见表2。

表2 不同加盐量下清蒸鲑鱼的TPA物性值

物性	加盐量/%				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
硬度/N	7.72 ± 0.36 ^a	7.86 ± 0.22 ^b	8.69 ± 0.35 ^c	9.54 ± 0.22 ^{cd}	10.62 ± 0.35 ^d
弹性/mm	8.34 ± 0.82 ^a	10.15 ± 0.37 ^b	9.53 ± 0.27 ^c	8.57 ± 0.36 ^{ac}	7.60 ± 0.27 ^d
黏附性/mJ	0.67 ± 0.03 ^a	0.53 ± 0.04 ^b	0.44 ± 0.01 ^c	0.36 ± 0.18 ^d	0.21 ± 0.01 ^e
内聚性/Pa	0.45 ± 0.03 ^a	0.42 ± 0.03 ^a	0.45 ± 0.04 ^a	0.44 ± 0.03 ^a	0.42 ± 0.04 ^a
胶黏性/N	2.37 ± 0.32 ^b	2.05 ± 0.33 ^b	1.77 ± 0.12 ^a	1.89 ± 0.15 ^a	1.55 ± 0.07 ^a
咀嚼性/mJ	26.51 ± 2.67 ^a	28.93 ± 4.29 ^b	29.42 ± 1.24 ^{bc}	31.44 ± 4.29 ^c	32.81 ± 1.24 ^{cd}

注:同行不同小写字母数值间表示差异显著($P < 0.05$)。

由表2可知,不同腌渍盐量对清蒸鲑鱼的质构特性影响较大。不同加盐量下清蒸鲑鱼硬度差异显著($P < 0.05$),随着食盐量增加,硬度呈上升趋势。当食盐量为2%时硬度达到10.62 N。当加盐量为0.5%时,鱼肉的弹性值为10.15 mm。此时弹性值均高于其他实验组,可感受到鱼肉嫩度最佳。不同加盐下清蒸鲑鱼的黏附性差异明显($P < 0.05$),表现为随着食盐用量的增加而降低。随着食盐量的增加咀嚼性逐渐增大,当食盐量为2%时咀嚼性达38.21 mJ,这是由于盐浓度影响了鱼肉蛋白质内部化学作用力,导致蛋白质分子间相互作用力增大,表现为咀嚼性增大。^[21,22]内聚性随食盐用量的增加无明显变化,表现为无显著差异($P > 0.05$),说明样品内部收缩力受盐浓度影响较小。

2.3 加盐量对鱼肉热属性的影响

不同加盐量鱼肉蛋白的DSC扫描热分析曲线如图3所示。

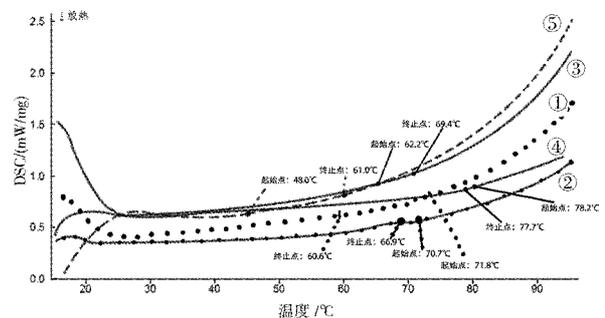


图3 不同加盐量下鱼肉DSC分析结果

图3为鲑鱼肌肉蛋白质的DSC扫描热分析曲线图,不同加盐量鲑鱼肌肉蛋白热变性曲线由不同颜色标注表示,图中线路5属性变化曲线幅

度较大,即加盐量在 2.0% 时鱼肉样品的起始点为 48.0 °C,终止点温度为 61.0 °C。曲线 2 加盐量在 0.5%,起始点 66.9 °C 到终止点 70.7 °C 的时候,并没有出现过高的变性峰,两组对比不稳定可能是由于鱼肉内部酶的稳定性的影响。图中可以看出,腌渍用盐量对鲢鱼肌肉蛋白热变性影响显著,原因可能是食盐的添加导致鱼肉内部脱水,食盐与膜蛋白的肽键结合,蛋白质的聚合成的增加,从而导致不同加盐量鲢鱼肌肉蛋白的焓变值各不相同,^[23]具体数值见表 3。

表 3 不同加盐量下 DSC 曲线波峰的起始点与终止点

加盐量/%	起始点/°C	终止点/°C
0	77.7	78.2
0.5	66.9	70.7
1.0	62.2	69.4
1.5	60.6	71.8
2.0	48.0	61.0

由表 3 可知,当腌渍食盐的用量增加,鱼肉的肌肉蛋白变性起始点与终止点温度都逐渐降低,表明鱼肉经加盐处理后其蛋白对热处理温度更为敏感,更容易受热变性的影响。此外,蛋白变性温度随着食盐用量的增加逐步向低温方向移动,表现为肌肉蛋白的热稳定性降低,一方面可能因为离子水合作用形成水分子层的作用使得渗透到肉中 Cl^- 和 Na^+ ,影响蛋白与水之间的相互间的作用力,使蛋白的亲水性下降;另一方面表现为蛋白质相互之间的作用减弱,主要由于盐离子与肉中蛋白质发生相互作用,导致蛋白链发生伸展或去折叠等空间构象变化,从而减小了蛋白质变性温度。

2.4 不同加盐量下鱼肉营养成分的变化

不同加盐量下清蒸鲢鱼的营养成分变化情况如表 4 所示。

由表 4 可知,不同加盐量下清蒸鲢鱼的营养成分呈显著变化($P < 0.05$)。未加盐情况下清蒸鲢鱼的水分含量与其他 4 组差异显著($P < 0.05$),未加盐情况下鲢鱼的水分含量最高 75.20%,2% 加盐量下鲢鱼的水分含量最低 64.71%,表现为加盐量越大,水分损失越多。随着食盐用量的增加,鱼肉的粗脂肪含量逐渐降低,其中加盐 1% 与加盐 1.5% 鲢鱼的粗脂肪含量无显著差异($P > 0.05$),与其他 3 组差异显著($P <$

0.05),可见食盐用量对鱼肉的脂肪含量有较大影响。不同加盐量下鱼肉粗蛋白和灰分含量并无明显变化($P > 0.05$),表明食盐用量对清蒸鲢鱼粗蛋白和灰分含量无显著影响。

表 4 不同加盐量下清蒸鲢鱼的营养成分

加盐量/%	水分含量/%	灰分/%	粗脂肪/%	蛋白质/%
0.0	74.20 ± 1.56 ^a	1.07 ± 0.02 ^a	5.65 ± 0.33 ^a	15.48 ± 0.53 ^a
0.5	72.37 ± 1.78 ^b	1.07 ± 0.03 ^a	4.71 ± 0.41 ^b	15.56 ± 0.37 ^a
1.0	69.81 ± 1.34 ^b	1.07 ± 0.02 ^a	4.62 ± 0.35 ^b	15.79 ± 0.15 ^a
1.5	66.75 ± 0.32 ^a	1.06 ± 0.53 ^a	4.53 ± 1.56 ^a	16.01 ± 0.01 ^a
2.0	64.71 ± 0.41 ^b	1.06 ± 0.37 ^a	4.37 ± 1.78 ^b	15.57 ± 0.03 ^a

注:同列不同小写字母数值间表示差异显著($P < 0.05$)。

2.5 不同加盐量下鱼肉感官的变化

不同加盐量鱼肉的感官评价结果见表 5。

表 5 不同加盐量鱼肉的感官评分

加盐量/%	评分 1	评分 2	评分 3	评分 4	评分 5	平均分 ± 标准差
0.0	75.4	75.8	76.4	80.9	79.7	77.6 ± 0.05 ^a
0.5	95.4	96.6	93.6	96.6	91.5	94.7 ± 0.16 ^b
1.0	81.2	84.1	84.2	87.6	83.3	84.8 ± 0.06 ^{bc}
1.5	72.9	77.5	76.3	80.1	79.6	77.2 ± 0.07 ^c
2.0	73.1	72.5	72.3	77.1	78.9	72.6 ± 0.04 ^{cd}

注:同列不同小写字母数值间表示差异显著($P < 0.05$)。

由表 5 可知,0.5% 加盐量组鱼肉与其他 4 组的感官评分差异显著($P < 0.05$);加盐量为 0.5% 的鱼肉感官评分值最高,随后逐渐下降;可能与食盐用量的增加使鱼肉中盐溶性蛋白的减少,导致其口感不佳有关。

2.6 微观组织结构表征

不同加盐量下鱼肉的微观组织结构变化如图 4 所示。

图 4. A、图 4. B₁ 和图 4. B₂ 分别为食盐添加量 0% 和 0.5% 的鱼肉微观组织结构图,此时鲢鱼的肌纤维间的间隙比较紧密,肌纤维排列紧密度较高,而且鲢鱼结缔组织结构完整,未见分离,此时的鱼肉品质较好;而图 4. C 和 4. D 则是腌制食

盐添加量1%和1.5%的鱼肉,虽然鲢鱼肉的结缔组织与肌纤维间隙增大,但其组织整体形态仍较为完整,但流失了一些水分,致使鱼肉剪切力下降;图4. E则是食盐添加量为2%的鱼肉,组织整

体结构被破坏,鱼肉失水严重,虽然嫩度会进一步下降,但已经失去了鱼肉本身该有的口感与弹性,不适合食用,与上文中随着食盐添加量的增加鱼肉嫩度下降但咀嚼性较差的结论相一致。^[24]

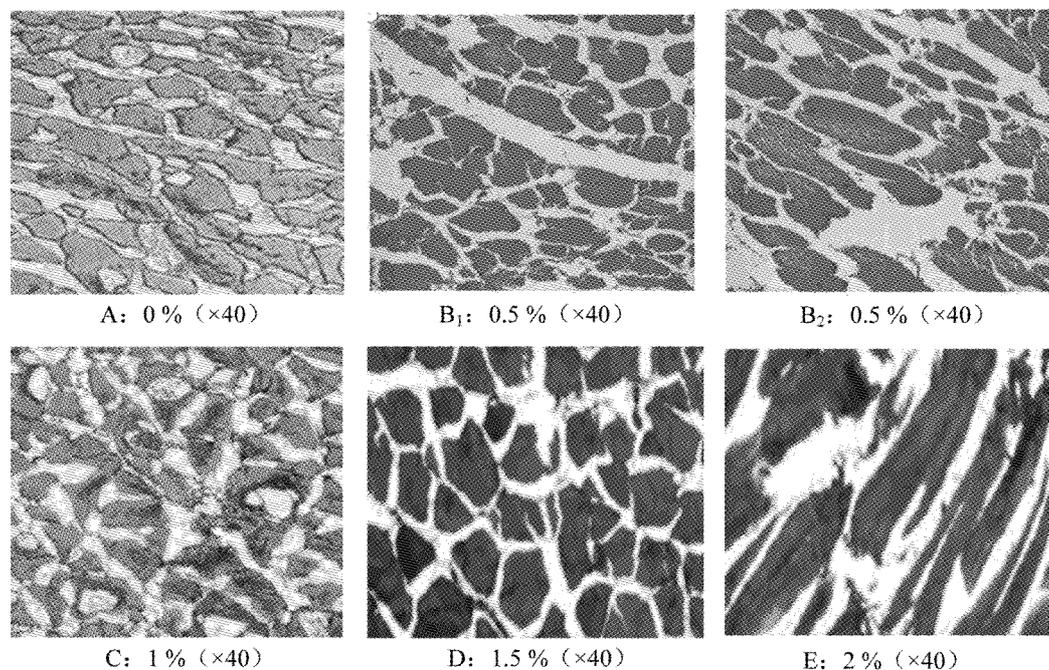


图4 不同加盐量对蒸熟鱼肉微观组织结构的影响

3 结论

不同用量的盐对清蒸鲢鱼的品质有着显著的影响,表现为烹调失水率随着加盐量的增加而逐步增加。质构方面当含盐量在0.5%时鱼肉的弹性最佳,食用的口感更嫩。在兼顾弹性的同时也符合蛋白质的变性特征,当在0.5%浓度的时候蛋白质持水能力最好,口感也最佳。从DSC扫描热分析曲线图可以看出当盐量在0.5%时起止点和终止点波动较小,鱼肉内部结构稳定性最好。感官品质方面当含盐量在0.5%时,清蒸鲢鱼的感官评分达最大值94.7分。同时盐分过高会抑制肌肉中蛋白酶、肽酶等的活性,从而抑制蛋白质水解及风味物质的形成。综合各项指标,为使清蒸鲢鱼营养流失少,腌制过程中微生物的生长得到控制,并且产品咸淡适宜、口感好,生鲢鱼腌制时适宜的加盐量为0.5%左右,因本文实验添加了蒸鱼豉油,若未添加则含盐量将小幅度提高。

参考文献:

- [1] 郑伟,杜莉. 中国古代鱼类生产加工的历史及其文化内涵[J]. 美食研究,2017,34(1):12-15.
- [2] 甄润英,陈影,梁静静,等. 即食香辣秋刀鱼加工工艺及贮藏品质变化研究[J]. 食品研究与开发,2018,39(18):124-128.
- [3] GOMES C L, PFLANZER S B, DE FELÍCIO P E, et al. Temporal changes of tenderness and juiciness of beef strip loin steaks[J]. LWT - Food Science and Technology, 2014,59(2):629-634.
- [4] 陈美群,谭猛,刘海平. 西藏两种裂腹鱼鱼肉质构特征比较分析[J]. 水生生物学报,2018,42(6):21-22.
- [5] 董唯,贺雪华,窦川林,等. 白酒对秋刀鱼肌原纤维蛋白结构和功能性质的影响[J]. 食品与机械,2018,34(7):11-16.
- [6] 刘利格. 储藏过程中鲑鱼肌肉及鱼汁蛋白质性质的变化研究[D]. 无锡:江南大学,2014.
- [7] 阙婷婷. 不同低温保鲜方法对乌鳢鱼肉理化性质及组织结构的影响[D]. 杭州:浙江大学,2014.

- [8] 朗军,何小龙,唐建华. 芙蓉鱼片的工艺优化研究[J]. 美食研究,2019,36(4):51-55.
- [9] 吴鹏,王恒鹏,王苏月,等. 不同蒸制时间条件下鲈鱼片预制品品质比较[J]. 美食研究,2017,34(2):57-60.
- [10] 沈晖. 不同蒸制条件对鲈鱼肉挥发性风味化合物的影响[J]. 美食研究,2019,36(2):33-37.
- [11] 王恒鹏,孟祥忍,南新月,等. 不同压力下清蒸鳊鱼的品质研究[J]. 食品科技,2015,40(8):128-132.
- [12] 官子慧,孙修云,王守军,等. 养殖鲢鱼细菌病原菌分离、鉴定及药敏试验[J]. 渔业致富指南,2018,500(20):61-62.
- [13] 王伟力,杨舒婷,焦建刚,等. 三种水族馆珍贵鱼类的营养成分分析及脂肪酸营养评价[J]. 水产学报,2019,43(3):618-627.
- [14] 沈晖,吴鹏. 腌制时间对清蒸刀鱼食用品质及组织结构的影响[J]. 肉类研究,2020,34(3):34-38.
- [15] 卢涵. -20℃下鲈鱼肉中组织蛋白酶B及L对其肌纤维微结构及持水力的影响[J]. 华中农业大学学报,2019,38(5):79-82.
- [16] 陈树俊,王翠连,李佳益. 模糊数学综合感官评价法应用于木枣钙果复合饮料研制[J]. 山西农业科学,2018,46(2):276-283.
- [17] 董芝杰. 淡水鲈鱼肉上浆预制品的卫生评价[J]. 美食研究,2019,36(4):61-64.
- [18] 高成鸢. 中餐美味标准特有的“口感”研究[J]. 美食研究,2020,37(1):1-4.
- [19] 王琳,赵镭,范刚. 不同烹饪及储存条件对菜品感官品质的影响[J]. 中国调味品,2019,124(11):19-22.
- [20] 边昊,雷镇欧. 不同保鲜液处理对冷藏鳌花鱼片品质的影响[J]. 美食研究,2019,36(2):48-52.
- [21] LAMETSCH R, BENDIXEN E. Proteome analysis applied to meat science: characterizing post mortem changes in porcine muscle[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(10):4531-4537.
- [22] 沈晖,邹银. 香菜拌椒丝微生物菌群分析与控制[J]. 美食研究,2020,37(3):64-68.
- [23] 崔莹莹,杨铭铎,李想,等. 食盐浓度和腌制时间对猪肉渗透动力学及品质的影响[J]. 美食研究,2020,37(2):41-47.
- [24] 张颜颜,郑学玲,李利民,等. 热处理及不同浓度食盐对生鲜面条品质及货架期的影响[J]. 食品工业科技,2020,41(10):13-18.

Effects of pre-salting conditions on quality and microstructure of steamed hilsa

CHEN Lifu¹, XU Yaqian², HUAN Chuanming², Qian Xiaoli¹

(1. College of Culinary Technology, Jiangsu Institute of Tourism and Hospitality, Yangzhou, Jiangsu 225127, China;

2. College of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

Abstract: The effects of salt amount on the thermal properties, texture characteristics, nutritional content and sensory quality of cooked products were compared for prepickled hilsa. The results showed significant negative correlation between salt amount and meat-like protein and fat content and significant negative correlation. The salt amount significantly affected the texture and color of the product. 0.5% salt content, pickled at 4℃ for 30 min, and steamed at 100℃ for 15 min gave product the highest sensory score 94.7. The meat showed regular clumps with and large gaps between the muscle tissues under the environmental scanning electron microscope. The decrease of hardness and increase of tenderness were consistent with the sensory assays.

Key words: steamed hilsa; salt dose; thermal properties; edible quality; tissue structure

(责任编辑:赵 勇)