

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2016.03.011

酒糟罗非鱼间歇真空糟制工艺研究

赵品^{1,2}, 林婉玲¹, 郝淑贤¹, 李来好¹, 杨贤庆¹

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 国家水产品加工技术研发中心, 农业部水产品加工重点实验室, 广东广州510300; 2. 上海海洋大学食品学院, 上海201306)

摘要: 该研究以罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*)为原料制作酒糟鱼, 采用间歇真空糟制技术研究盐腌时间、预干制条件与间歇真空糟制条件对酒糟鱼品质的影响。结果表明, 采用15%的盐水腌制13 h、50℃热风干燥11 h、间歇真空干燥温度为25℃、糟制6 d、真空度为0.095 MPa条件下, 所得产品甜咸适宜、色泽较好, 总糖质量分数为 $(596.93 \pm 1.63) \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 总酸质量分数为 $(123.95 \pm 0.53) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 氨基态氮质量分数为 $(1.98 \pm 0.15) \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 品质优于其他条件下所制得的产品。

关键词: 罗非鱼; 酒糟鱼; 真空糟制

中图分类号: S 985

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2016)03-0084-06

Intermittent vacuum wine lees pickling processing of drunk fish (*Oreochromis mossambicus*)

ZHAO Pin^{1,2}, LIN Wanling¹, HAO Shuxian¹, LI Laihao¹, YANG Xianqing¹

(1. National Research and Development Center for Aquatic Product Processing, Key Lab. of Aquatic Product Processing, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;

2. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: We studied the effects of salting time, dry process and intermittent vacuum wine lees pickling technology on the quality of drunk fish (*Oreochromis mossambicus*). Results indicate that the quality of drunk fish was the best when being salted for 13 h, dried at 50℃ for 11 h and vacuumed at 25℃ for 6 d in rice wine lees of 0.095 MPa. The total sugar, total acid and amino acid nitrogen of drunk fish with best quality were $(596.93 \pm 1.6) \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, $(123.95 \pm 15.22) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and $(1.98 \pm 0.15) \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectively, which is better in quality than the products obtained under other conditions.

Key words: tilapia; drunk fish; vacuum wine lees pickling technology

酒糟鱼是中国传统的特色淡水鱼风味食品, 原料为新鲜淡水鱼, 经漂洗、腌制、干制后, 以白糖、酒糟、白酒等浸渍发酵而成, 具有酒味醇厚, 香味浓郁等特点。传统方法生产酒糟鱼一般需1~2个月, 往往以作坊式生产, 受自然条件的影响较大, 产品品质和卫生状况都难以控制^[1-3]。目前国内对酒糟鱼的研究主要集中在营养价值^[4]、糟

制方法^[5]、糟制过程中微生物的生长^[6]等方面, 对如何缩短酒糟鱼生产周期方面的研究报道还较少见到。缩短酒糟鱼生产周期, 提高生产效率, 控制产品品质, 是酒糟鱼工业化发展的重要因素。

真空渗透是一种高效的食品加工方法, 其原理是利用由压差引起的流体动力学机理和松弛现象^[7]来达到缩短腌渍时间的目的。真空渗透能提

收稿日期: 2015-07-01; 修回日期: 2015-09-14

资助项目: 现代农业(罗非鱼)产业技术体系建设专项资金(CARS-49); 国家科技支撑计划项目(SQ2015BA0801744, 2012BAD28B06)

作者简介: 赵品(1989-), 女, 硕士研究生, 从事水产品加工与质量安全研究。E-mail: zhaopin89@163.com

通信作者: 郝淑贤(1972-), 女, 博士, 研究员, 从事水产品加工与质量安全研究。E-mail: susanhao2001@163.com

高产品的品质,如改善冷贮藏芒果粒的硬度和质构^[8]、鹅肉肌肉的嫩度^[9]、火腿的品质^[10]、猪肉的嫩度^[11]及牛肉干的色泽和可接受性^[12],此外,对改善皮蛋的品质^[13]有一定的作用。基于真空渗透技术的诸多优点,将真空渗透技术与酒糟鱼加工技术相结合,提高酒糟鱼腌制发酵速率,对促进酒糟鱼工业化发展具有重大意义。该研究以罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*)为原料,将真空渗透应用到酒糟鱼加工中,研究糟制温度、真空度、时间对酒糟罗非鱼生产效率和品质的影响,优化糟制工艺参数,确立酒糟鱼真空糟制工艺,缩短酒糟鱼生产周期,为酒糟鱼高效快速的工业化生产和品质控制提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

鲜活罗非鱼、糯米、白酒、料酒、食盐、复合香辛料、蔗糖、味精、酒曲均购于广州市海珠区华润万家超市;甲醛、氢氧化钠、硝酸银、浓硫酸等均为分析纯,购于广州齐云公司。

1.2 仪器与设备

809 Titrand自动电位滴定仪(瑞士 Metrohm);

DHG-9145A 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科技有限公司); DZF6050 真空干燥箱(上海精宏); 电子分析天平; 紫外分光光度计(上海美谱达); 凯氏定氮仪(瑞典 FOSS 公司); Ultra Turrax T25B 型均质机(德国 IKA 工业设备公司)。

1.3 实验方法

水分的测定采用恒温常压直接干燥^[14]; 盐分的测定采用 SC/T 3011—2001^[15] 电位滴定法; 氨基态氮和总酸的测定采用中性甲醛^[16] 电位滴定法; 粗蛋白的测定采用凯氏定氮法^[17]; 总糖含量的测定采用 GBT 9695.31—2008^[18] 分光光度法。鱼肉增重率 $\eta = (m_2 - m_1) / m_1$, 其中 m_1 为糟制前鱼肉的质量, m_2 为糟制后鱼肉的质量。在不同条件下糟制好的鱼块经过一定温度和时间干燥制成成品, 感官评定小组由 10 名经过感官评定培训的成员组成, 对产品的色泽、滋味、口感、香味等 4 个方面进行评价, 总分为 100 分, 参考谭汝成等^[5] 得到感官评定标准(表 1)。

1.4 样品制备

样品制备工艺流程: 原料预处理→盐腌→预干制→糟制→低温冷风干燥→杀菌→真空包装→冷藏。

表 1 酒糟鱼感官评定标准

Tab. 1 Sensory evaluation standards of wine-lees fish

类别 class	评分标准 evaluation standard	分值 score
滋味 taste	甜咸适中 滋味和谐 酒味醇厚 无酸涩味	26 ~ 30
	甜咸味重 滋味较柔和 酒味较醇厚 无酸涩味	20 ~ 25
	甜咸轻或重 酒味较淡 回味短或有酸涩味	10 ~ 19
	酒味不明显 回味短	0 ~ 9
香味 fragrance	酒香味突出 纯正浓郁 腊香味浓郁 无异味	19 ~ 25
	酒香味突出柔和 腊香味明显 异味轻	12 ~ 18
	酒香味轻, 腊香味明显 异味轻	6 ~ 11
	无酒香味 腊香味不足 有明显异味	0 ~ 5
色泽 colour	表皮呈黄褐色 均匀一致 光泽好	16 ~ 20
	表皮黄褐色 光泽好	11 ~ 15
	表皮呈黄色 不均匀 光泽差	6 ~ 10
	表皮和肉均呈深褐色或无光泽	0 ~ 5
口感 texture	咀嚼性好 口感柔和	19 ~ 25
	咬劲过大 口感较好	12 ~ 18
	咬劲不足或口感粗糙	6 ~ 11
	软烂或有纤维感	0 ~ 5

1.4.1 米酒制作 糯米于清水中浸泡 15 h, 常压下蒸制 40 min, 取出后立即用约 30 ℃ 的冷开水冲淋使饭粒分离, 并降至 28 ℃, 转移至清洁的玻璃容器中, 加入适量酒曲。其中, m (米饭): m (酒曲) = 250 : 1。将酒曲的 60% 与米饭拌匀, 搭窝, 然后将其余酒曲撒在米饭表面和窝内, 加盖后于 28 ℃ 恒温培养箱中发酵 48 h。

1.4.2 原料前处理 原料经去鳞、去内脏、去头后沿着脊椎骨取背部肉片, 切成 8 cm × 4 cm × 1.5 cm 的鱼段, 漂洗后沥干表面水分。将鱼以 m (鱼): V (水) = 1 : 2 的比例于 4 ℃、15% 的盐水中分别腌制 4 h、7 h、10 h、13 h、16 h 和 20 h 后, 沥干表面水分。

1.4.3 预干制 将腌制好的鱼片放于 50 ℃ 的烘箱中干燥至鱼块水分质量分数分别为 75%、65%、50%、40% 和 30%。

1.4.4 糟制 将干燥后的鱼段按鱼糟质量体积比 1 : 2 的比例放于洁净的容器中, 放于一定温度 (5 ℃、15 ℃ 和 25 ℃) 和真空度 (0 MPa、0.05 MPa 和 0.095 MPa) 的真空干燥箱中糟制 12 h, 再恢复常压糟制 12 h, 如此反复 2 d、4 d、6 d、8 d 和 12 d。

1.5 数据处理

每次实验设 3 个平行, 取平均值。数据采用 Excel 2010 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 腌制时间的确定

食盐腌制过程包括了两个传质过程, 1) 盐从溶液进入食品结构内 (鱼肌肉中), 2) 鱼肉中的水流出来^[19]。腌制时间过短, 产品风味不佳, 反之产品口感较差。因此, 腌制时间决定产品品质^[20]。该实验在张群飞等^[21]的研究基础上将沥干后的罗非鱼块于 4 ℃ 条件下分别腌制 4 h、7 h、10 h、13 h、16 h、20 h, 再经 50 ℃、7 h 热风干燥, 0.095

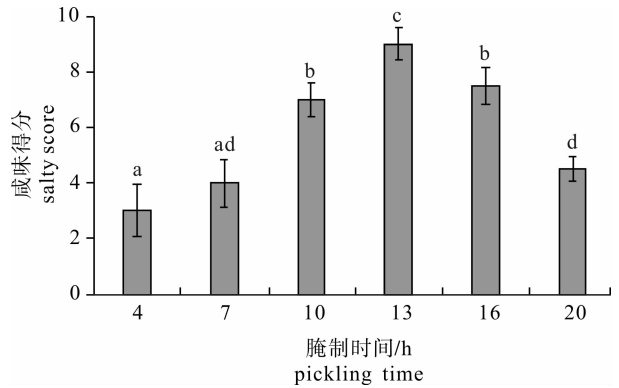


图1 盐腌时间对鱼块咸味得分的影响

不同字母表示数值之间存在显著性差异 ($P < 0.05$)

Fig. 1 Effect of pickling time on salty score of fish

Different letters indicate significant difference.

MPa、20 ℃、6 d 间歇真空糟制制得成品。

根据感官评价和含盐量确定最佳的腌制时间, 结果分别见图 1 和表 2。盐腌 13 h 时所得产品感官评分值最高且产品风味较好 (图 1)。鱼肉中含盐量约为 4.71% (表 2), 综合以上实验结果选择盐腌时间 13 h。

2.2 预干制工艺的确定

鱼块的糟醉速率可能与糟醉初始水分含量相关。该研究通过控制鱼块糟醉初始水分质量分数, 达到提高糟醉速率的目的。将腌制后的鱼块分别在 30 ℃、50 ℃ 和 70 ℃ 的条件下热风干燥, 每隔一定时间取样测水分质量分数, 再经一定的糟制工艺制成成品。图 2 显示的是不同热风干燥温度下罗非鱼块水分质量分数的变化。结果表明随着干燥时间的延长, 鱼段水分质量分数逐渐下降, 且温度越高, 达到相同水分质量分数所需的时间越短。鱼肉在 50 ℃ 温度条件下水分质量分数降到 50% 所需的时间与 30 ℃ 相比缩短了 13 h, 在 70 ℃ 温度条件下的热风干燥时间比 50 ℃ 缩短了约 5 h。考虑到鱼肉干燥速率与鱼肉品质, 热风干燥温度选 50 ℃ 较合适。

表 2 腌制时间对酒糟鱼含盐量的影响

Tab. 2 Effects of curing time on the salt content of fish

腌制时间/h curing time	4	7	10	13	16	20
w (盐)/% salt content	1.98 ± 0.20 ^a	2.53 ± 0.16 ^b	4.27 ± 0.18 ^c	4.71 ± 0.22 ^d	6.16 ± 0.20 ^e	6.42 ± 0.12 ^e

注: 同行不同上标字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$)

Note: Different superscripts within the same line indicate significant difference.

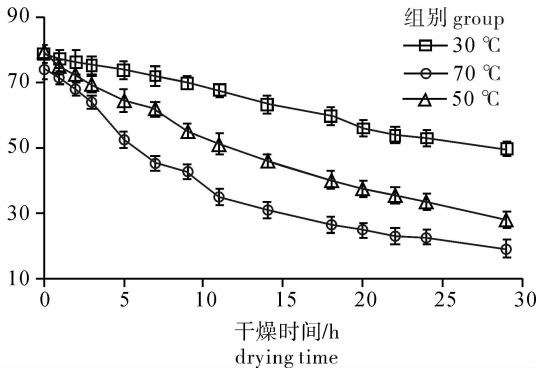


图2 干燥温度对鱼块水分质量分数的影响

Fig.2 Effect of dry temperature on moisture content of fish

表3 是不同热风干燥温度对鱼肉色泽的影响。温度一定时，随着干燥时间的延长，明亮度(L*)逐渐降低，红绿色值(a*)和黄蓝色值(b*)逐渐增大，表明鱼肉的亮度随着干燥时间的延长逐渐降低，鱼肉的色泽逐渐变深。这是由于热风干燥过程中鱼肉发生美拉德反应，产生棕色物质^[22-24]，干燥时间越久，棕色物质积累越多^[25]。除此之外，鱼肉在70℃干燥时，亮度降低情况较50℃和30℃明显，15h后色泽较深(表3)，且在高温下，鱼肉表面容易出现较明显的收缩干结现象^[26]，不利于糟液渗入鱼肉内部，从而影响到制品的糟制效率。

表4 为鱼肉水分质量分数对糟制过程的影响。

根据预干制干燥曲线，取不同含水量鱼肉，按糟制工艺进行糟制，根据感官评价及糟制增重率确定预干制终点水分质量分数。结果显示随着鱼肉水分质量分数的升高，鱼肉糟制后的增重率呈现先上升后下降的趋势，且糟制后鱼肉的口感、滋味、香味等感官评价价值也呈现先上升后下降的趋势，由于较干鱼肉在糟制时易吸收米糟中的糟醉液，但过干的鱼肉收缩干结，在鱼肉表面形成一层硬壳，阻碍糟醉液渗入鱼肉内部，从而影响糟醉增重率和制品的口感。水分质量分数为约50%时制得的酒糟鱼产品感官评价价值与干基增重率最高。综合以上分析，选定酒糟罗非鱼预干制终点鱼肉水分质量分数为50%，热风干燥温度为50℃，干燥时间为11h。

2.3 真空糟制工艺研究

酒糟鱼为发酵类产品，其风味物质与酒糟中乳酸菌、酵母菌等微生物的生长代谢有关。真空糟制可提供无氧环境，有利于乳酸菌^[27]和酵母菌等兼性厌氧型微生物的生长，同时抑制杂菌的生长繁殖。真空糟制的主要影响因素有温度、真空度和糟制时间。糟醉液中氨基态氮、总糖含量较高且富含有机酸。因此以酒糟鱼中总糖、氨基态氮、盐含量、水分含量、总酸为指标，分别考察糟制温度、真空度和糟制时间对各项指标与产品品质的影响。

表3 干燥温度对鱼块色泽的影响

Tab.3 Effect of dry temperature on colour of fish

温度/°C temperature	时间/h time	明亮度 L* light	红绿色值 a* red	黄蓝色值 b* yellow
30	2	92.56 ± 0.51 ^a	-5.21 ± 0.44 ^a	4.14 ± 1.02 ^a
	5	90.05 ± 0.74 ^a	-4.96 ± 0.65 ^a	6.83 ± 0.97 ^b
	10	83.72 ± 0.95 ^b	-3.67 ± 0.38 ^b	9.51 ± 0.59 ^c
	15	79.53 ± 0.32 ^c	-2.78 ± 0.34 ^c	11.63 ± 0.37 ^d
	25	66.79 ± 0.47 ^d	1.03 ± 0.83 ^d	14.19 ± 1.26 ^c
50	2	81.36 ± 0.98 ^a	-2.92 ± 0.48 ^a	11.55 ± 1.17 ^a
	5	77.29 ± 0.36 ^b	-2.46 ± 0.53 ^b	14.21 ± 1.46 ^b
	10	73.48 ± 0.28 ^c	-1.10 ± 0.72 ^c	19.75 ± 0.84 ^c
	15	68.23 ± 0.77 ^d	0.61 ± 0.61 ^d	21.03 ± 0.21 ^d
	25	62.97 ± 0.86 ^e	2.39 ± 0.35 ^e	29.40 ± 0.79 ^c
70	2	72.21 ± 0.31 ^a	-2.04 ± 0.58 ^a	20.15 ± 1.16 ^a
	5	67.52 ± 0.46 ^b	-0.58 ± 0.55 ^b	25.24 ± 1.43 ^b
	10	60.15 ± 0.39 ^c	3.30 ± 0.70 ^c	28.99 ± 0.89 ^c
	15	56.60 ± 0.59 ^d	5.24 ± 0.49 ^d	31.91 ± 0.78 ^d
	25	49.31 ± 0.80 ^e	8.69 ± 0.33 ^e	37.73 ± 1.27 ^c

注：同列不同上标字母表示具有显著性差异(P < 0.05)，后表同此

Note: Different superscripts within the same row indicate significant difference. The same case in the following tables.

表4 鱼块水分质量分数对糟制过程的影响

Tab. 4 Effect of moisture content of fish on wine-lees pickling processing

w (水分)/% moisture content	糟制增重率/% rate of wine lees pickling	滋味 taste	香味 fragrance	色泽 colour	口感 texture	总分 total point
75	5.73 ± 1.63^a	26 ± 3.02^a	19 ± 2.88^a	16 ± 1.13^a	19 ± 3.22^a	80
65	18.92 ± 1.08^b	26 ± 2.99^a	20 ± 3.61^a	18 ± 2.76^a	20 ± 1.79^a	84
50	40.70 ± 1.49^c	28 ± 4.24^a	22 ± 1.79^a	18 ± 2.09^a	23 ± 2.89^b	91
40	33.59 ± 2.43^d	20 ± 2.56^b	14 ± 2.54^b	15 ± 3.17^a	17 ± 3.04^a	66
30	24.11 ± 1.32^e	9 ± 1.06^c	11 ± 2.10^c	6 ± 1.01^b	12 ± 2.96^c	38

表5 真空度对酒糟鱼品质的影响

Tab. 5 Effects of vacuum degree on the quality of drunk fish

真空度/MPa vacuum degree	w (总糖)/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ total sugar	w (盐)/% salt content	w (总酸)/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ total acid	w (氨基态氮)/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ amino acid nitrogen	w (水分)/% moisture content
0	34.71 ± 0.34^a	5.86 ± 0.74^a	26.11 ± 0.41^a	0.92 ± 0.08^a	63.62 ± 1.22^a
0.05	57.91 ± 0.52^b	5.50 ± 0.63^a	28.83 ± 0.32^b	0.78 ± 0.09^b	63.20 ± 2.17^a
0.095	71.80 ± 0.48^c	4.61 ± 0.69^b	31.34 ± 0.62^c	0.96 ± 0.11^a	63.06 ± 1.69^a

2.3.1 真空度对酒糟鱼品质的影响 由渗透理论可知,一般情况下,真空度与渗透速率呈正相关。表5的结果显示:鱼肉中氨基态氮、总酸、总糖含量随着糟制真空度的增加而上升,盐含量随着真空度的增加呈现降低趋势,而真空度对鱼肉水分含量没有太大的影响。这是因为鱼肉在真空作用下产生一定程度的膨胀,鱼肉细胞间距增大^[28],真空度越大,细胞间距越大,糟醉液更易进入鱼肉内部,提高糟醉速率。同时鱼肉较高浓度的盐分也会扩散到糟醉液中。在真空度为0.095 MPa时鱼肉的总糖、总酸和氨基态氮值优于常压和0.05 MPa,因此,真空糟制工艺真空度选择为0.095 MPa。

2.3.2 真空糟制时间对酒糟鱼品质的影响 表

6为糟制过程中酒糟鱼感官品质的变化。结果表明,随着糟制时间的延长,酒糟鱼滋味、色泽、香味、口感等各项评分都显著提高,在糟制第6天时评分最高。这是因为随着糟制时间的延长,鱼肉中的食盐会渗透入糟醉液中,糟醉液中的风味物质和有机酸、氨基酸等物质会渗入鱼肉内部,鱼肉的咸味会由偏咸到适宜,酒糟鱼的滋味、香味等也会显著提升。酒糟鱼由于总糖含量的增加,再经过一定的干燥处理,会使酒糟鱼出现较诱人的色泽^[29]和香味,有助于提升感官评价得分。此后,糟制时间继续延长,感官评分值降低,酒糟鱼出现酸涩苦味,可能是过度发酵的原因。此外,酒糟鱼中总糖含量过高时,酒糟鱼的色泽过深,从而影响感官评价价值。

表6 糟制时间对酒糟鱼感官评价的影响

Tab. 6 Effect of vacuum wine lees pickling time on sensory evaluation of drunk fish

糟制时间/d wine lees pickling time	滋味 taste	香味 fragrance	色泽 colour	口感 texture	总分 total point
2	9 ± 3.03^a	11 ± 2.98^a	9 ± 2.93^a	16 ± 1.73^a	45
4	19 ± 2.07^b	19 ± 1.99^b	11 ± 1.76^a	19 ± 2.63^{ac}	68
6	28 ± 3.46^c	21 ± 2.75^{bc}	19 ± 2.06^b	24 ± 3.06^b	92
8	26 ± 2.69^c	23 ± 1.77^c	20 ± 3.17^b	21 ± 2.45^c	90
12	17 ± 3.11^b	13 ± 2.08^a	5 ± 2.81^c	11 ± 1.86^d	46

表7为糟制过程中酒糟鱼品质变化。结果表明,在糟制过程中,酒糟鱼的成分出现了显著变化,这与以上分析结果即真空渗透能有效提高糟制速率相符。其中真空糟制6 d酒糟鱼品质和真空糟制8 d的相似,而真空糟制12 d总酸含量较高。考虑到糟制效率与产品的感官品质和营养成分,确定真空糟制时间为6 d。与传统糟制30 d~40 d^[5]相比,糟制时间缩短了约4/5。

2.3.3 真空糟制温度对酒糟鱼品质的影响 表8为糟制温度对酒糟鱼品质的影响。结果显示,糟

制温度与酒糟鱼的品质呈正相关,即随着糟制温度的升高,酒糟鱼肉中氨基态氮、总酸、总糖含量逐渐增高,而鱼肉水分含量和盐含量没有显著变化。在一定温度范围内,随着温度的升高,酵母菌和乳酸菌等优势菌的生长代谢旺盛^[30],对酒糟鱼的发酵成熟起到促进作用。根据渗透方程,环境温度越高时,物质的震动速率增高,酒糟鱼的渗透速率增高,酒糟鱼产品的品质好。由以上分析,酒糟鱼真空糟制温度选用25℃可以得到品质较高的酒糟鱼产品。

表7 糟制时间对酒糟鱼品质的影响

Tab.7 Effect of vacuum wine lees pickling time on quality of drunk fish

糟制时间/d wine lees pickling time	$w(\text{总糖})/\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ total sugar	$w(\text{氨基态氮})/\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ amino acid nitrogen	$w(\text{总酸})/\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ total acid	$w(\text{盐})/\%$ salt content	$w(\text{水分})/\%$ moisture content
2	71.80 ± 0.48 ^a	0.96 ± 0.11 ^a	31.34 ± 0.62 ^a	4.61 ± 0.69 ^a	63.06 ± 1.69 ^a
4	205.10 ± 0.74 ^b	1.58 ± 0.11 ^b	73.49 ± 0.94 ^b	3.15 ± 0.40 ^b	63.89 ± 0.72 ^a
6	596.93 ± 1.63 ^c	1.98 ± 0.15 ^c	123.95 ± 0.53 ^c	2.99 ± 0.54 ^c	65.22 ± 1.26 ^b
8	667.14 ± 1.73 ^d	2.16 ± 0.14 ^c	129.06 ± 0.64 ^c	2.06 ± 0.68 ^d	66.18 ± 1.47 ^c
12	752.58 ± 1.57 ^e	3.28 ± 0.10 ^d	291.75 ± 0.76 ^d	1.03 ± 0.92 ^e	69.56 ± 0.98 ^d

表8 糟制温度对酒糟鱼品质的影响

Tab.8 Effects of vacuum wine lees pickling temperature on quality of drunk fish

温度/℃ temperature	$w(\text{总糖})/\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ total sugar	$w(\text{盐})/\%$ salt content	$w(\text{总酸})/\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ total acid	$w(\text{氨基态氮})/\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ amino acid nitrogen	$w(\text{水分})/\%$ moisture content
5	52.94 ± 0.45 ^a	5.01 ± 0.96 ^a	30.70 ± 0.34 ^a	0.94 ± 0.12 ^a	65.07 ± 1.16 ^a
15	60.08 ± 0.57 ^b	5.40 ± 0.71 ^a	33.85 ± 0.76 ^a	0.96 ± 0.11 ^a	63.51 ± 0.63 ^b
25	71.80 ± 0.37 ^c	4.61 ± 0.69 ^b	31.34 ± 0.62 ^a	0.96 ± 0.11 ^a	63.06 ± 1.69 ^b

综合以上分析,真空糟制温度为25℃,真空糟制时间为6 d,真空度为0.095 MPa时,制得的酒糟鱼品质优于传统工艺^[28]且糟制效率提高了约5倍。

3 结论

该研究综合分析了酒糟罗非鱼盐腌时间、预干制温度与时间以及真空糟制工艺对酒糟鱼成品品质的影响。发现罗非鱼鱼块在4℃、15%盐水条件下盐腌13 h,酒糟鱼成品咸度适宜;罗非鱼鱼块盐腌之后,在50℃热风干燥11 h,鱼块预干制终点水分在50%时,酒糟鱼感官评价得分较高,色泽较好;真空糟制温度25℃、糟制时间6 d,真空度0.095 MPa时制得的酒糟鱼品质较佳。通过真空渗

透技术能够有效地提高酒糟鱼生产效率,成功避免了因长时间浸泡导致的鱼肉腐烂等问题,为酒糟鱼的工业化生产提供理论依据。

参考文献:

- [1] 刘成梅,李艳聪,涂宗财,等.酒糟鱼工业化生产技术研究[J].江西食品工业,2001(1):18-19.
- [2] 陆锋,戴致远.浙江地区三种醉鱼干的质量及成分分析[J].食品研究与开发,2005,26(4):125-126,131.
- [3] 叶青,涂宗财,刘戎梅,等.酒糟鱼工业化生产技术研究[J].食品与机械,2001(3):25-27.
- [4] 张桂珍,余爱国,余晓格.酒糟鱼营养成分分析[J].南昌大学学报(理科版),1989(4):21-24.
- [5] 谭汝成,熊善柏,张晖.酒糟鱼糟制方法的研究[J].食品工业科技,2007,28(7):119-121,188.

- [6] 王哲恩, 郭全友, 许钟, 等. 即食醉鱼制品贮藏特性和细菌类型的变化[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(15): 6513-6515.
- [7] 罗扬, 刘成国, 陈瑶, 等. 真空腌制技术及其在食品加工中的应用研究[J]. 肉类研究, 2010(6): 31-34.
- [8] 张岩, 吴继军, 张友胜, 等. 不同渗透加工方式对冷贮藏芒果粒的硬度影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2230-2234.
- [9] 史培磊, 闵辉辉, 李春保, 等. 滚揉腌制前后鹅肉质质的变化[J]. 食品科学, 2011, 32(11): 88-92.
- [10] BARAT J M, GRAU R, IBANEZ J B, et al. Post-salting studies in Spanish cured ham manufacturing. Time reduction by using brine thawing-salting[J]. Meat Sci, 2005, 69(2): 201-208.
- [11] 张立彦, 熊玲. 真空腌制条件对猪肉食盐渗透规律及品质变化的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(11): 2595-2600.
- [12] HAYES J E, KENNY T A, WARD P, et al. Development of a modified dry curing process for beef[J]. Meat Sci, 2007, 77(3): 314-323.
- [13] 张晨萍, 刘会平, 赵范, 等. 减压法腌制皮蛋过程中蛋黄脂类物质的变化[J]. 食品科技, 2015, 40(3): 61-64.
- [14] 中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会. GB 5009.3—2010 食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 1-6.
- [15] 翟毓秀. SC/T 3011—2001 水产品中盐分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002: 53-56.
- [16] 徐清渠, 龚玲娣. GB/T 12143.2—1989 果蔬汁饮料中氨基态氮的测定方法-甲醛值法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1989: 1-8.
- [17] 中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会. GB 5009.5—2010 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 1-7.
- [18] 陈泽勇, 杨万颖, 罗美中等. GB/T 9695.31—2008 总糖含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1-4.
- [19] LIU D, QU J, SUN D W, et al. Non-destructive prediction of salt contents and water activity of porcine meat slices by hyperspectral imaging in a salting process[J]. Innov Food Sci and Emerg, 2013, 20: 316-323.
- [20] LORENZO J M, FONSECA S, GOMEZ M, et al. Influence of the salting time on physico-chemical parameters, lipolysis and proteolysis of dry-cured foal "cecina"[J]. LWT-Food Sci Technol, 2015, 60(1): 332-338.
- [21] 张群飞, 徐大伦, 杨文鸽, 等. 糟醉带鱼湿腌中鱼肉氯化钠、失重率与盐卤成分的变化[J]. 宁波大学学报(理工版), 2014, 28(4): 27-32.
- [22] DEMARCHI S M, RUIZ N, CONCELLON A, et al. Effect of temperature on hot-air drying rate and on retention of antioxidant capacity in apple leathers[J]. Food Bioprod Process, 2013, 91(4): 310-318.
- [23] XU Q, LIU J, SONG H, et al. Formation mechanism of volatile and non-volatile compounds in peptide-xylose Maillard reaction[J]. Food Res Int, 2013, 54(1): 683-690.
- [24] YAMAGUCHI K, HOMMA T, NOMI Y, et al. Characterisation of Maillard reaction products derived from LEKFD - A pentapeptide found in β -lactoglobulin sequence, glycosylated with glucose - By tandem mass spectrometry, molecular orbital calculations and gel filtration chromatography coupled with continuous photodiode array[J]. Food Chem, 2014, 145(15): 892-902.
- [25] FERRINI G, COMAPOSADA J, ARNAU J, et al. Colour modification in a cured meat model dried by Quick-Dry-Slice process[®] and high pressure processed as a function of NaCl, KCl, K-lactate and water contents[J]. Innov Food Sci Emerg, 2012, 13: 69-74.
- [26] WANG Z M, KANO H, KANEKO K, et al. Structural and surface property changes of macadamia nut-shell char upon activation and high temperature treatment[J]. Carbon, 2002, 40(8): 1231-1239.
- [27] METAXOPOULOS J, MATARAGAS M, DROSINOS E H. Microbial interaction in cooked cured meat products under vacuum or modified atmosphere at 4 °C [J]. J Appl Microbiol, 2002, 93(3): 363-373.
- [28] VALENZA A, FIORE V. Influence of resin viscosity and vacuum level on mechanical performance of sandwich structures manufactured by vacuum bagging[J]. Adv Polym Tech, 2010, 29(1): 20-30.
- [29] LAROQUE D, INISAN C, BERGER C, et al. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity[J]. Food Chem, 2008, 111(4): 1032-1042.
- [30] ZENG X, XIA W, JIANG Q, et al. Chemical and microbial properties of Chinese traditional low-salt fermented whole fish product Suan yu[J]. Food Control, 2013, 30(2): 590-595.