

专题研究专栏

编者按:水产品是人类重要的优质营养来源,目前,我国水产品年产量已达到7000万吨左右。水产品贮藏加工及质量安全控制是食品科学与工程学科的重要分支。本期选择了水产品品质与安全方面的4篇文章,其中2篇与水产品品质相关,分别研究了淡水鱼加工副产物新鲜度对速酿鱼露品质的影响、液氮超低温冻结对梭子蟹品质的影响;水产品安全是消费者和政府共同关注的热点,也是近年来的研究热点之一,本期另外2篇文章分别研究了最受关注的秘鲁鱿鱼丝甲醛和生食海鲜微生物控制问题,即气调包装对秘鲁鱿鱼丝储藏过程中甲醛及贮藏品质的影响、低温等离子体对生食蟹糊微生物含量及品质的影响,希望这一系列的工作能够为同类研究提供有益借鉴。

(主持人:励建荣教授)

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2017.02.004

文章编号:2095-6002(2017)02-0020-07

引用格式:赵久香,姜启兴,许艳顺,等.淡水鱼加工副产物新鲜度对速酿鱼露品质的影响[J].食品科学技术学报,2017,35(2):20-26.



ZHAO Jiuxiang,JIANG Qixing,XU Yanshun,et al. Research on effect of freshwater fish byproducts freshness on quality of rapid-fermented fish sauce[J]. Journal of Food Science and Technology, 2017,35(2):20-26.

淡水鱼加工副产物新鲜度对速酿鱼露品质的影响

赵久香, 姜启兴, 许艳顺, 夏文水*

(江南大学食品学院,江苏无锡 214122)

摘要:以淡水鱼加工副产物为原料,经过不同条件的储藏后得到不同新鲜度的副产物,分别接种米曲霉后置35℃发酵30d制备鱼露。对副产物和鱼露的理化特性进行评价,结果表明,副产物经储藏后品质发生不同程度的变化:常温储藏4h后,副产物的pH值、挥发性盐基氮(TVB-N)、硫代巴比妥酸及菌落总数均比冰藏和冻藏副产物的相关指标高,而冰藏8h副产物的相关指标则高于冰藏4h副产物的指标;以常温储藏4h的副产物为原料发酵所得的鱼露,其氨基酸态氮、总可溶性氮含量最高,然而其TVB-N和三甲胺含量也最高;以冰藏4h的副产物为原料发酵所得鱼露的生物胺总量和组胺含量最高。副产物经常温4h储藏后其理化特性发生了一定改变,但并未对鱼露的整体品质产生显著的不良影响,因此,淡水鱼加工副产物在常温储藏4h以下可以用于速酿鱼露的发酵。

关键词:淡水鱼;副产物;新鲜度;酱油曲;鱼露;发酵

中图分类号:TS254.9

文献标志码:A

收稿日期:2017-02-22

基金项目:国家大宗淡水鱼产业技术体系项目(CARS-46);江苏省重点研发项目(BE2016333);江苏省食品安全与质量控制协同创新中心项目。

作者简介:赵久香,女,硕士研究生,研究方向为食品加工与配料;

*夏文水,男,教授,博士生导师,主要从事食品加工与配料方面的研究,通信作者。

鱼露是东南亚地区的特色调味品,具有独特的风味和口感^[1]。现今,鱼露也受到越来越多南美和其他国家消费者的喜爱^[2]。鱼露的传统制作工艺是以鱼与盐(3:1或1:1)混合后置地下密封发酵6~12个月甚至更久。传统发酵鱼露风味佳、营养丰富。针对传统鱼露发酵周期长等问题,越来越多的学者开始关注速酿鱼露,其工艺主要包括:保温发酵、加曲发酵和酶解发酵^[3]。加曲发酵是利用酱油曲中丰富的酶系,尤其是高活性的蛋白酶系对鱼肉进行水解,有效缩短发酵周期,而且所得鱼露的风味良好。用于鱼露发酵的原料鱼也不仅仅局限于海鱼,一些低值鱼、淡水鱼及其加工副产物同样也可用于鱼露发酵^[4-5]。

我国是世界淡水鱼生产大国之一,然而我国的淡水鱼资源加工率却很低,淡水鱼副产物的利用率更低。淡水鱼副产物主要包括鱼头、内脏、鱼皮及残留鱼肉等,含有大量优质的蛋白质和多种生物活性物质,营养丰富,有利于微生物生长繁殖。淡水鱼副产物代谢会产生生物胺等毒性物质^[6],且副产物中的内源酶活性高,易造成组织降解和脂肪氧化等^[7]。副产物的劣变程度主要取决于水产品加工环境的安全控制措施、副产物收集消耗的时间及其保藏方式,快速而有效地收集和保藏,可以充分保证副产物的品质。

近几年,对以水产品加工副产物为原料发酵鱼露的研究越来越多,但大多集中在发酵鱼露工艺及品质的改善等方面,关于水产品加工副产物的新鲜度对鱼露品质影响的研究甚少。本研究以淡水鱼加工副产物为实验原料,经过不同条件的储藏后,获得具备不同新鲜度的副产物,并接种米曲霉发酵制备鱼露,以探究淡水鱼加工副产物的新鲜度对发酵鱼露品质的影响。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

淡水鱼加工副产物(鱼头、鱼皮、鱼鳍、鱼尾)由江南大学食品加工与配料实验室提供;米曲霉 As 3.042 购于中科院工业微生物菌种保藏中心(CICC),经PDA培养基活化后置于4℃保藏;麸皮和豆粕购于无锡三凤桥农贸市场。

1.2 仪器与设备

UV2100型紫外分光光度计,上海尤尼柯仪器

公司;FE20型pH计,梅特勒-托利多公司;JYS-A800型绞肉机,九阳股份有限公司;KDN-103F型自动定氮仪,上海纤检仪器有限公司;GHP-9080N型隔水式培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;LHS-250HC-11型恒温恒湿培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;TGL-16C型台式高速离心机,上海安亭科学仪器厂;YXQ-LS-18SI型高压蒸汽灭菌锅,上海金鹏分析仪器有限公司;1525型高效液相色谱仪,美国沃特世公司。

1.3 实验方法

1.3.1 淡水鱼加工副产物处理

淡水鱼加工副产物切块斩拌,一组置-20℃冻藏,一组置室温储藏4h,另两组分别冰藏($w_{\text{鱼}}/w_{\text{冰}}=1:2$)4h和8h。

1.3.2 酱油曲制备

豆粕、麸皮和水以4:1:4比例混合后121℃,灭菌20min,冷却至50℃左右接种0.3%米曲霉,置30℃、相对湿度95%的环境中通风培养44h,此为酱油曲^[8]。

1.3.3 鱼露制作

以1.3.1所得副产物为原料分别接种15%(w (米曲霉)/ w (副产物))米曲霉,加入100%(w (去离子水)/ w (副产物))去离子水、15%(w (食盐)/ w (混合物))食盐。所得发酵混合物置35℃发酵30d,发酵期间早晚各手动摇匀一次。发酵结束后,将发酵混合物过滤,所得液体于90℃,灭菌20min,经5000r/min离心15min,即为鱼露样品。

鱼露发酵期间每隔5d取样进行理化指标测定。

1.4 测定方法

1.4.1 pH值测定

副产物pH值测定:准确称取原料鱼5g,加入去离子水50mL,高速均质1min后测定匀浆的pH值^[9]。

鱼露pH值测定:采用pH计直接测定。

1.4.2 总酸和氨基酸态氮含量的测定

总酸和氨基酸态氮的测定采用甲醛滴定法。鱼露稀释液以0.05mol·L⁻¹的NaOH溶液滴定至pH值为8.2,记录消耗的NaOH溶液体积,计算总酸含量;加入10mL的甲醛溶液(38%)继续滴定至pH值为9.2,记录消耗的NaOH溶液体积,计算氨基酸态氮含量。

1.4.3 总可溶性氮含量的测定

总可溶性氮(TSN)含量的测定参照GB18186—2000《酿造酱油》,采用凯氏定氮法测定。

1.4.4 TCA-肽含量的测定

副产物 3 g 加入 7.5% 三氯乙酸(TCA)溶液 27 mL,高速均质 1 min,冰藏放置 1 h 后 7 500 r/min 离心 15 min,上清液用于 TCA-肽的测定。

1.4.5 挥发性盐基氮含量的测定

挥发性盐基氮(TVB-N)参照 GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》,采用半微量定氮法进行测定。

1.4.6 三甲胺含量的测定

向 5 mL 提取液中加入 10% 甲醛溶液 1 mL,甲苯 10 mL,1+1 碳酸钾溶液 3 mL,上下剧烈振摇 40 次,静置 20 min。取上层的甲苯层 5 mL 至含有 0.1 g 无水 Na_2SO_4 的比色管中,加入 0.02% 苦味酸甲苯溶液 5 mL,混合均匀后在 410 nm 处测定其吸光值。

1.4.7 硫代巴比妥酸的测定

取提取液 5 mL 与 0.02 mol·L⁻¹ 的硫代巴比妥酸(TBA)溶液 5 mL 混合,沸水浴 20 min,迅速冷却,测定其在 532 nm 处吸光值。

1.4.8 生物胺的测定

生物胺的测定参照 Shukla 等^[10] 方法采用

HPLC 法测定,并略有修改。

HPLC 条件:进样量 10 μL ;色谱柱为 Zorbax CB C18(4.6 μm × 250 μm),柱温 30 $^{\circ}\text{C}$;紫外检测器,检测波长 254 nm;流动相为 A 0.1 mol·L⁻¹ 乙酸铵,B 乙腈,流速 1.0 mL/min,梯度洗脱。

1.4.9 菌落总数测定

参照 GB 4789.2—2010,采用平板培养计数法。准确称取副产物 5 g 至无菌均质袋中,加入无菌生理盐水 45 mL,以无菌均质机拍打 3 min。取上清液 1 mL 进行一系列梯度稀释,吸取 0.1 mL 稀释液至 PCA 培养基涂布均匀,置 37 $^{\circ}\text{C}$ 培养 48 h。

2 结果与分析

2.1 不同新鲜度淡水鱼加工副产物的品质评价

不同新鲜度副产物的品质评价结果如表 1。由表 1 可以看出,副产物经过不同温度及时间的储藏后,其菌落总数均有不同程度的增加,而且温度越高,时间越长,越有利于微生物的生长。

表 1 不同新鲜度淡水鱼加工副产物品质评价结果

Tab. 1 Evaluation of biochemical properties of freshwater fish byproducts under different storage conditions

	冻藏	常温 4 h	冰藏 4 h	冰藏 8 h
pH	6.73 ± 0.02	6.83 ± 0.07	6.79 ± 0.02	6.81 ± 0.04
<i>b</i> (TCA-肽)/($\mu\text{mol}/100\text{g}$)	100.79 ± 17.68	127.91 ± 3.84	83.56 ± 4.19	114.36 ± 3.31
<i>w</i> (TVB-N)/(mg/100g)	8.60 ± 2.05	19.03 ± 0.95	5.25 ± 1.94	10.40 ± 0.70
<i>w</i> (TBA)/(mg/100g)	0.33 ± 0.01	0.67 ± 0.01	0.40 ± 0.03	0.48 ± 0.01
菌落总数/(log(CFU·g ⁻¹))	2.03 ± 0.01	5.57 ± 0.01	4.80 ± 0.10	5.52 ± 0.00

TVB-N 含量与菌落总数的变化趋势具有较好的相关性,因此可以作为评价生鲜水产品初期腐败程度的指标之一。在贮藏过程中,由于内源酶和细菌的增殖会对副产物中的蛋白质和非蛋白质等含氮化合物进行降解,产生弱碱性的胺类物质,从而使得常温和冰藏的副产物中的 TVB-N 含量和 pH 值较冰藏副产物升高^[11]。贮藏温度越低,内源酶和微生物作用就越弱,TVB-N 含量和 pH 值的变化就越小,因而冻藏和冰藏后的副产物中 TVB-N 含量和 pH 值比常温贮藏的低。

蛋白质降解主要是微生物和蛋白酶的作用^[12]。常温贮藏 4 h 的副产物中的 TCA-肽含量要高于冰藏和冻藏副产物,而低温在一定程度上抑制了蛋白水解酶活性,从而降低了蛋白质的降解程度。通过低

温储藏可以减少由消化酶和微生物腐败所引起的蛋白质降解。

TBA 是衡量脂肪氧化的指标之一,一般认为,肉制品中 TBA 含量超过 1 mg/kg 时,认为是严重氧化,不能食用^[13]。淡水鱼加工副产物中因含有较高的鱼皮等组织,与鱼肉相比,其脂肪含量较高,更易发生脂肪氧化^[4,14]。由表 1 可以看出,与冻藏副产物相比,常温储藏和冰藏的副产物中的 TBA 值升高,说明脂肪在储藏期间不断氧化。

2.2 淡水鱼加工副产物新鲜度对发酵鱼露品质的影响

2.2.1 副产物新鲜度对发酵鱼露 pH 值和总酸含量的影响

副产物新鲜度与发酵鱼露 pH 值和总酸含量的

关系如图1和图2。发酵液中pH值和总酸含量的差异是有机酸类物质和碱性的挥发性盐基氮类物质综合作用的结果。由图可以看出,pH值的变化和总酸含量变化的结果一致。pH值在发酵过程中逐渐降低,而总酸含量随着发酵时间的延长而增加。以常温储藏4h为原料发酵所得的鱼露,pH值最高,总酸含量最低。原料的新鲜度必然会对所得产品的品质产生一定的影响。

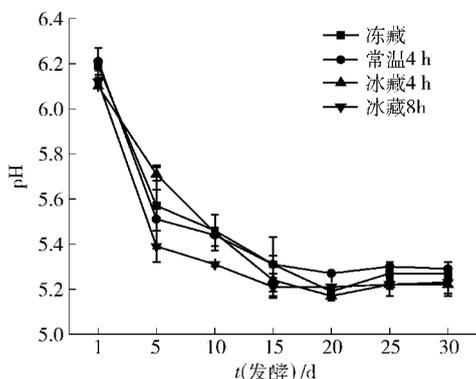


图1 副产物新鲜度与发酵鱼露pH值的关系

Fig. 1 Effect of byproducts freshness on pH of fermented fish sauce

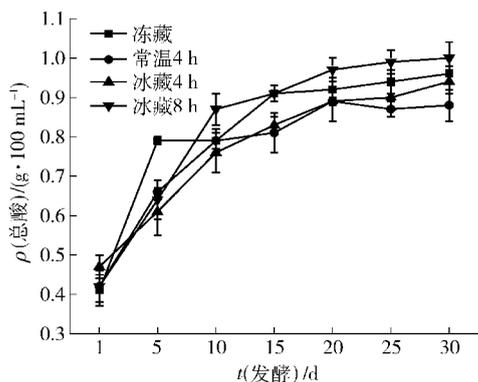


图2 副产物新鲜度与发酵鱼露总酸含量的关系

Fig. 2 Effect of byproducts freshness on total acidity content in fermented fish sauce

2.2.2 副产物新鲜度对发酵鱼露氨基酸态氮含量的影响

副产物新鲜度与发酵鱼露中氨基酸态氮含量的关系如图3。由图3可知,鱼露中的氨基酸态氮含量均在发酵过程中不断增加。氨基酸态氮的含量是反映发酵过程中水解程度的指标之一^[1],蛋白质水解生成水溶性蛋白、多肽以及氨基酸等,均对产品的滋味及风味有重要贡献。发酵结束后,以常温储藏4h的副产物为原料发酵所得鱼露的氨基酸态氮含

量最高,达到了1.24 g/100 mL。

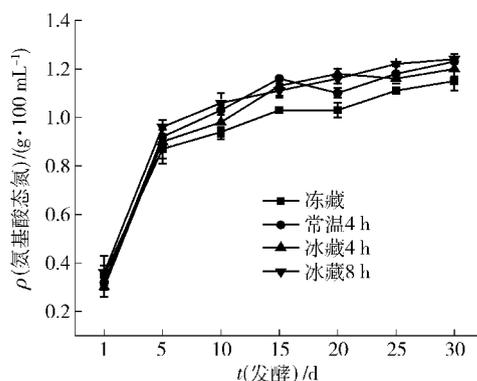


图3 副产物新鲜度与发酵鱼露氨基酸态氮含量的关系

Fig. 3 Effect of byproducts freshness on amino nitrogen content in fermented fish sauce

2.2.3 副产物新鲜度对发酵鱼露总可溶性氮含量的影响

副产物新鲜度对发酵鱼露中TSN含量的影响如图4。

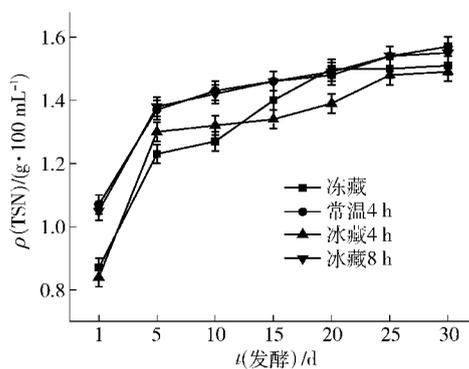


图4 副产物新鲜度与发酵鱼露TSN含量的关系

Fig. 4 Effect of byproducts freshness on total soluble nitrogen content in fermented fish sauce

TSN含量是作为鱼露产品分级的唯一指标,根据泰国相关标准规定,TSN质量浓度达到20 g/L的鱼露为一级鱼露,质量浓度达到15~20 g/L的鱼露为二级鱼露^[15]。与氨基酸态氮含量(图3)结果一致,所有鱼露中的TSN含量在发酵过程中不断增加。发酵结束时,以常温贮藏4h的副产物为原料的发酵鱼露所含TSN含量最高,达到1.57 g/100 mL。

2.2.4 副产物新鲜度对发酵鱼露TVB-N和三甲胺含量的影响

副产物新鲜度对发酵鱼露中TVB-N和三甲胺含量的影响如图5和图6。在内源酶和微生物的作用下,淡水鱼加工副产物中的蛋白质或非蛋白类的含

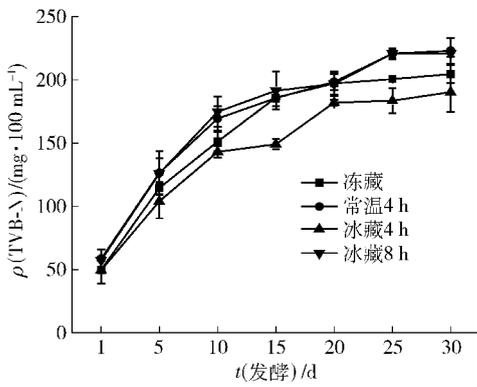


图5 副产物新鲜度与发酵鱼露 TVB-N 含量的关系

Fig. 5 Effect of byproducts freshness on TVB-N content in fermented fish sauce

氮化合物降解产生挥发性的碱性氨或胺,即 TVB-N。氨基酸残基或游离氨基酸通过脱氨酶的作用产生氨;氧化三甲胺通过酶降解,生成二甲胺和三甲胺等^[16]。这些氨或胺类物质会给发酵鱼露带来不愉快的氨味。TVB-N 和三甲胺的生成通常和特定的腐败微生物有关,例如腐败希瓦氏菌、明亮发光杆菌、弧菌等^[17]。

由图5可以看出,TVB-N 和三甲胺含量的变化相似,均随着发酵时间的延长而增加,这也反映了发酵过程中腐败的发生。以常温储藏4 h 副产

物为原料所得的发酵鱼露中的 TVB-N 和三甲胺含量最高,以冰藏8 h 副产物为原料发酵所得鱼露次之。原料是影响发酵鱼露品质的重要因素之一,在常温贮藏的副产物,其发酵所得鱼露的氨基酸态氮和 TSN 含量较高,但其所含的 TVB-N 和三甲胺含量也有所增加。

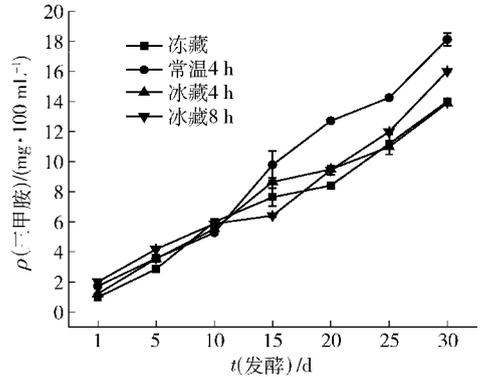


图6 副产物新鲜度与发酵鱼露三甲胺含量的关系

Fig. 6 Effect of byproducts freshness on trimethylamine content in fermented fish sauce

2.2.5 副产物新鲜度对发酵鱼露生物胺含量的影响

副产物新鲜度对发酵鱼露中生物胺含量的影响如表2。

表2 副产物新鲜度对鱼露发酵过程中生物胺含量的影响

Tab. 2 Effect of freshwater fish byproducts freshness on biogenic amines during fish sauce fermentation $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

$t(\text{发酵})/\text{d}$	储藏条件	$\rho(\text{生物胺})$						
		苯乙胺	腐胺	尸胺	组胺	酪胺	精胺	总量
1	冻藏	ND	1.93 ± 0.08	ND	ND	ND	1.59 ± 0.10	3.46 ± 0.18
	常温4 h	29.39 ± 0.00	5.64 ± 0.00	7.20 ± 0.00	61.78 ± 0.10	60.00 ± 0.02	2.01 ± 0.03	166.02 ± 0.15
	冰藏4 h	17.66 ± 0.07	11.06 ± 0.10	45.04 ± 0.19	94.92 ± 1.04	22.20 ± 0.30	2.20 ± 0.01	193.08 ± 1.71
	冰藏8 h	12.14 ± 0.23	2.79 ± 0.09	ND	10.21 ± 0.55	7.45 ± 0.01	1.89 ± 0.12	34.48 ± 1.06
5	冻藏	ND	1.93 ± 0.01	ND	ND	ND	1.57 ± 0.08	3.50 ± 0.09
	常温4 h	23.33 ± 0.74	5.36 ± 0.08	$6.17 \pm 0.05 \pm$	51.96 ± 0.13	58.93 ± 0.90	2.38 ± 0.02	148.13 ± 1.92
	冰藏4 h	16.51 ± 0.01	9.42 ± 0.08	35.60 ± 0.55	82.73 ± 2.19	24.47 ± 0.72	1.81 ± 0.02	170.54 ± 3.57
	冰藏8 h	10.37 ± 1.31	2.44 ± 0.10	ND	8.92 ± 0.05	7.58 ± 0.03	1.89 ± 0.10	31.20 ± 1.59
10	冻藏	ND	2.88 ± 0.02	ND	ND	ND	0.90 ± 0.01	3.78 ± 0.03
	常温4 h	21.78 ± 1.23	5.19 ± 0.08	5.56 ± 0.01	46.84 ± 0.01	39.00 ± 1.02	1.45 ± 0.05	119.82 ± 2.40
	冰藏4 h	16.85 ± 0.01	8.66 ± 1.55	26.50 ± 0.08	80.28 ± 3.53	20.62 ± 1.01	1.23 ± 0.01	154.14 ± 6.19
	冰藏8 h	9.50 ± 0.20	2.75 ± 0.01	ND	8.14 ± 0.03	6.41 ± 0.28	1.85 ± 0.02	28.65 ± 0.54
20	冻藏	ND	1.57 ± 0.01	29.67 ± 0.59	ND	ND	4.32 ± 0.14	35.56 ± 0.74
	常温4 h	28.59 ± 1.11	6.77 ± 0.02	5.37 ± 0.38	64.46 ± 0.91	51.07 ± 2.08	1.56 ± 0.03	157.82 ± 4.53
	冰藏4 h	17.35 ± 0.11	9.87 ± 0.35	31.40 ± 0.29	88.57 ± 1.53	25.02 ± 2.00	1.62 ± 0.08	173.83 ± 4.37
	冰藏8 h	10.23 ± 0.04	2.75 ± 0.01	ND	8.64 ± 0.12	6.49 ± 0.34	1.53 ± 0.01	29.64 ± 0.52
30	冻藏	4.36 ± 0.23	1.74 ± 0.05	64.89 ± 1.02	3.52 ± 0.22	ND	1.30 ± 0.07	75.81 ± 1.59
	常温4 h	24.96 ± 0.08	6.65 ± 0.53	5.06 ± 1.02	54.41 ± 2.20	53.17 ± 0.72	1.74 ± 0.01	145.99 ± 4.56
	冰藏4 h	18.16 ± 0.02	14.63 ± 0.11	29.08 ± 0.22	87.88 ± 3.33	26.20 ± 0.25	1.78 ± 0.01	177.73 ± 3.94
	冰藏8 h	15.88 ± 0.33	3.07 ± 0.20	ND	9.23 ± 0.74	7.98 ± 0.53	1.56 ± 0.01	37.72 ± 1.51

ND: 未检出。

生物胺普遍存在于肉、鱼、奶酪和酒等中,发酵鱼和包装鱼制品中的生物胺含量更高^[18]。鱼露中的主要生物胺是组胺、酪胺、腐胺和尸胺,而苯乙胺、精胺、亚精胺和色胺的含量较低^[19]。生物胺在人体内累积到一定程度即可对人体产生毒害作用,其中,组胺对人体健康的影响最大,酪胺次之。

由表2可以看出,除了色胺和亚精胺未检出外,生物胺总量和各生物胺含量在发酵过程中均呈现出先降低后增加的趋势,其原因可能是发酵初期,发酵醪液中高浓度的食盐对微生物有一定的抑制作用;发酵后期,耐盐性的产脱羧酶微生物生长繁殖,产生脱羧酶对氨基酸脱羧,因而生物胺含量升高。组胺是主要的生物胺之一,在产品中含量最高,酪胺次之。值得关注的是,以冰藏4h的副产物为原料发酵所得的鱼露组胺含量最高,以冻藏副产物为原料发酵所得鱼露的组胺含量最低,以上结果与 Dissaraphong 等^[20]的报道一致。根据 Santos 等^[21]报道,氨基酸脱羧酶的活性在酸性条件下更高,因此低pH值可以提高细菌的产生生物胺能力。

3 结 论

1) 副产物经过不同条件储藏后,其新鲜度发生了变化。在常温储藏4h的副产物中,其pH值、菌落总数、TVB-N含量最高;蛋白水解程度最高,TCA-胺含量最高;冻藏和冰藏可以减缓蛋白质降解及胺类物质的生成。

2) 以常温贮藏4h的副产物为原料发酵所得的鱼露,其氨基酸态氮和TSN含量最高;同时,TVB-N和三甲胺含量也较高。

3) 常温储藏4h的淡水鱼加工副产物可用于鱼露发酵,其对鱼露的整体品质并无显著影响。

参考文献:

[1] LOPETCHARAT K, CHOI Y J, PARK J W, et al. Fish sauce products and manufacturing: a review[J]. Food Reviews International, 2001, 17(1): 65-88.

[2] KIM B M, PARK J H, KIM D S, et al. Effects of rice koji inoculated with *Aspergillus luchuensis* on the biochemical and sensory properties of a sailfin sandfish (*Arctoscopus japonicus*) fish sauce[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2016, 51(8): 1888-1899.

[3] SUN J, YU X, FANG B, et al. Effect of fermentation by *Aspergillus oryzae* on the biochemical and sensory proper-

ties of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2016, 51(1): 133-141.

[4] 吴朝朝. 利用淡水鱼加工副产物速酿低盐鱼露工艺和风味研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.

[5] 薛佳. 罗非鱼加工下脚料速酿低盐优质鱼露的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.

[6] DISSARAPHONG S, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, et al. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation[J]. Bioresource Technology, 2006, 97(16): 2032-2040.

[7] 刘红英. 水产品加工与贮藏[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.

[8] ZHAO J, DAI X, LIU X, et al. Changes in microbial community during Chinese traditional soybean paste fermentation[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2009, 44(12): 2526-2530.

[9] BENJAKUL S, SEYMOUR T A, MORRISSEY M T, et al. Physicochemical changes in Pacific whiting muscle proteins during iced storage[J]. Journal of Food Science, 1997, 62(4): 729-733.

[10] SHUKLA S, PARK H-K, LEE J-S, et al. Reduction of biogenic amines and aflatoxins in doenjang samples fermented with various meju as starter cultures[J]. Food Control, 2014, 42(2): 181-187.

[11] 刘大松. 草鱼肉在微冻和冰藏保鲜中的品质变化及其机理[D]. 无锡: 江南大学, 2012.

[12] 赵巧灵. 金枪鱼在冷藏过程中鲜度变化及差异蛋白质组学研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2015.

[13] 王建辉, 刘永乐, 刘冬敏, 等. 冷藏期间草鱼鱼片脂肪氧化变化规律研究[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 243-246.

[14] 谌芳, 刘晓娜, 吉维舟, 等. 5种淡水鱼的肌肉及肝脏营养成分测定及比较[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(11): 108-111.

[15] GOWDA S G S, NARAYAN B, GOPAL S. Bacteriological properties and health-related biochemical components of fermented fish sauce: an overview[J]. Food Reviews International, 2016, 32(2): 203-229.

[16] HEBARD C E, FLICK G J, MARTIN R E. Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish[M] // MARTIN R E, FLICK G J, HEBARD C E, et al. Chemistry and biochemistry of marine food products. Westport CT: AVI, 1982: 149-304.

[17] GRAM L. Microbiological spoilage of fish and seafood

- products[M]. New York: Springer, 2009.
- [18] SHIVANNE GOWDA S G, NARAYAN B, GOPAL S. Bacteriological properties and health-related biochemical components of fermented fish sauce: an overview[J]. Food Reviews International, 2015, 32(2): 203–229.
- [19] ZAMAN M Z, BAKAR F A, SELAMAT J, et al. Occurrence of biogenic amines and amines degrading bacteria in fish sauce[J]. Czech Journal of Food Science, 2010, 28(5): 440–449.
- [20] DISSARAPHONG S, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, et al. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation[J]. Bioresource Technology, 2006, 97(16): 2032–2040.
- [21] SANTOS M H S. Biogenic amines: their importance in foods[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 29(2/3): 213–231.

Research on Effect of Freshwater Fish Byproducts Freshness on Quality of Rapid-fermented Fish Sauce

ZHAO Jiuxiang, JIANG Qixing, XU Yanshun, XIA Wenshui*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The freshwater fish byproducts were stored under different conditions to obtain materials with different degree of freshness. Then *Aspergillus oryzae* koji was inoculated into byproducts to fish sauce fermentation at 35 °C for 30 days. The biochemical properties of fish sauce and byproducts were evaluated. The results indicated that changes in biochemical properties occurred during the storage of freshwater fish byproducts. The pH, total volatile base nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA) and total viable counts (TVC) in byproducts stored under the room temperature for 4 hours were higher than that under ice and frozen storage, while the pH, TVB-N, TBA, and TVC content in byproducts under ice storage for 8 hours were increased compared with byproducts under ice storage for 4 hours. After fish sauce fermentation, the content of amino nitrogen and TSN in fish sauce made with byproducts stored under the room temperature for 4 hours were the highest while the content of TVB-N and trimethylamine were also higher. The content of total biogenic amines and histamine were highest in fish sauce made from byproducts stored under temperature for 4 hours. The byproducts did undergo biochemical changes under different storage conditions, however, there was no significant bad impact on the overall properties of fermented fish sauce. Thus, freshwater fish byproducts stored at the room temperature for less than 4 hours was available for the fish sauce fermentation.

Keywords: freshwater fish; byproducts; freshness; soy sauce koji; fish sauce; fermentation

(责任编辑:叶红波)