

5种市售鱼酱油品质特性及其矿物质含量的分析比较

王秀娟¹, 白政泽¹, 翁佩芳^{1*}, 周小敏², 高志中², 吴祖芳¹, 张鑫¹

(1. 宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315211; 2. 浙江兴业集团有限公司, 浙江 舟山 316101)

摘要: 为了更好地了解传统发酵鱼酱油的品质特性, 对国内市售的5种不同产地的传统发酵原味鱼酱油的理化、感官特性、游离氨基酸以及矿物质含量进行了分析比较。结果表明, 鱼酱油含盐量均偏高; 总酸含量为 $0.49\sim 1.50\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$; 总可溶性氮含量差异较大, 舟山鱼酱油最高, 达 $4.86\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$, 东莞鱼酱油最低, 为 $1.06\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$; 氨基酸态氮含量差异较小, 除东莞鱼酱油含量为 $0.52\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ 外, 其余4种均在 $1.00\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ 左右; 5种鱼酱油中游离氨基酸种类及含量差异显著, 其中舟山鱼酱油氨基酸总量最高, 达 $39.07\text{ mg}\cdot \text{mL}^{-1}$, 且种类丰富, 而东莞鱼酱油氨基酸总量仅为 $3.25\text{ mg}\cdot \text{mL}^{-1}$; 可溶性无盐固形物含量具有显著性差异, 舟山鱼酱油高达 $16.10\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$, 东莞鱼酱油低至 $4.15\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ 。此外, 鱼酱油中含有较高的钾、镁、钙和磷元素, 还含有铁、铜、锰、铬和镍5种重要的微量元素。综合分析结果认为舟山鱼酱油的品质最佳。

关键词: 鱼酱油; 理化性质; 感官评价; 游离氨基酸; 矿物质

中图分类号: TS264.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2017) 01-0052-07

鱼酱油也称鱼露、虾油等^[1], 是以低值水产鱼虾为原料, 利用鱼体所含的蛋白酶以及多种微生物的共同作用, 对原料鱼中的蛋白质、脂肪等成分进行发酵酿制而成^[2]。产地主要集中在我国东部沿海地区及东南亚、日本和韩国^[3-7], 国内以辽宁、山东、浙江、福建和广东等地产量较高。近年来鱼酱油产业发展迅速, 目前国内年产量达10万吨以上^[8]。

鱼酱油富含人体必需的8种氨基酸及牛磺酸、生物活性肽、有机酸以及多种矿物元素^[9-11], 具有很高的营养价值。许多东南亚国家不仅将鱼酱油用作烹饪菜肴时的调味品、增味剂, 有时甚至直接食用^[12]。随着国内外学者对鱼酱油研究的不断深入, 鱼酱油将被不断用作腌制品开发中的调味料, 比如酱腌肉中的提鲜剂等。

目前已有国外学者对不同国家的鱼酱油成分进行了比较, 如Park等^[5]收集了东南亚和东亚不同国家的鱼酱油, 对其成分如含氮化合物、游离氨基酸和有机酸进行了比较。由于发酵原料鱼不同, 导致不同产品中成分有所差异。越南、日本和泰国的

鱼酱油氨基酸组成相近, 但有机酸差异明显; 而缅甸和老挝的鱼酱油中含氮化合物含量最少, 氨基酸组成不同; 韩国和中国的鱼酱油相近, 含氮化合物含量介于中间, 氨基酸组成相似。国内研究中, 江津津等^[13]测定分析了潮汕鱼酱油的营养成分, 并与其他国家鱼酱油进行对比, 结果表明潮汕鱼酱油中挥发性盐基氮与三甲胺的比值最小, 发酵品质好, 而且氨基酸含量丰富, 尤其是必需氨基酸, 占总氨基酸的比例高达51.23%, 还含有 $110.53\text{ mg}\cdot \text{mL}^{-1}$ 的牛磺酸。目前尚缺乏对国内不同产地鱼酱油的比较研究。本文选取国内沿海地区的5种市售传统发酵原味鱼酱油, 对鱼酱油的品质特性及矿物质含量进行比较分析, 旨在了解国内传统发酵鱼酱油的品质差异及特点, 为后续改善鱼酱油品质等研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

东莞与福州鱼酱油购自浙江宁波市乐购超市;

收稿日期: 2016-03-16.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家级星火计划(2015GA700089); 浙江省重中之重学科开放基金(XKZSC1535)。

第一作者: 王秀娟(1989-), 女, 山东济宁人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水产品加工与高值化利用. E-mail: wangxiujuansd@163.com

*通信作者: 翁佩芳(1963-), 女, 浙江舟山人, 教授, 主要研究方向: 水产品加工与高值化利用. E-mail: weng-pf@163.com

舟山、汕头与丹东鱼酱油分别由网店上购得。根据购买的鱼酱油产品标签, 其配方成分见表 1。

主要试剂: 硝酸银购自上海化学试剂有限公司; 铬酸钾购自上海试剂二厂; 浓硫酸、浓盐酸、浓硝酸、高氯酸、甲醛、氢氧化钠、硫酸铜、硫酸钾、乙酸钠和四氢呋喃购自国药集团化学试剂有限公司; 氨基酸标品、三乙胺、正己烷和异硫氰酸苯酯购自杭州 Aladdin 公司; 乙腈(色谱纯)和甲醇(色谱纯)购自上海安谱公司。

1.2 仪器与设备

PHS-3C 型 pH 计(上海圣科仪器设备有限公司); IKA RH basic 2 加热磁力搅拌器(上海书培实验设备有限公司); DHG-9140AS 电热恒温鼓风干燥箱(宁波江南仪器厂); KDN-08 消化炉(上海新嘉电子有限公司); Agilent-1260 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司); MX-F 固定式涡旋混匀仪(北京科博赛尔科技有限公司); 电感耦合等离子体发射光谱仪(Perkin Elmer 股份有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 鱼酱油理化指标及矿物质的检测

pH 值的检测: 采用 pH 计法; 盐度、总酸和氨基酸态氮的测定: 参照 GB/T 5009.39-2003; 总可溶性氮(TSN)的测定: 参照 GB/T5009.5-2010; 可溶性无盐固形物的测定: 参照文献[14]的方法; 矿物质的测定: 参照文献[15]的方法。

1.3.2 鱼酱油感官品质分析

根据酱油及鱼露标准^[16-17], 选择 10 名经训练的感官评定员对每种鱼酱油的色泽、香气、滋味和体态进行评定。品评时每位品评员严肃认真, 不允许相互交流。评分标准见表 2, 评分结果采用平均值法, 每种产品最高分为 20 分。

1.3.3 鱼酱油游离氨基酸的测定

游离氨基酸提取及衍生: 吸取鱼酱油样品 1.0 mL, 稀释定容至 10 mL, 取混匀后的样液 500 μ L 置于带塞试管中。加入异硫氰酸苯酯(PITC)的乙腈溶液 250 μ L、三乙胺—乙腈溶液 250 μ L, 混匀, 室温放

表 1 不同产地鱼酱油的原料配料成分比较

产地	产品名称	配方成分	生产企业
舟山	原液鱼酱油	鳀鱼、食用盐	浙江兴业集团有限公司
福州	民天鱼露	鳀鱼、食用盐	福州民天食品厂
汕头	原汁鱼酱油	鳀鱼、食用盐、食品添加剂(焦糖色)	汕头鱼露厂有限公司
丹东	原汁虾油	螯虾、食用盐、谷氨酸钠(食品添加剂)	丹东市海宇调味食品有限公司
东莞	凤球唛鱼露调味汁	发酵鱼汁(鲜鱼、食用盐)、谷氨酸钠	东莞市永益食品有限公司

表 2 鱼酱油的感官鉴评标准

评分	感官指标			
	色泽	香气	滋味	体态
5	橙黄至棕红色, 鲜亮	鱼露固有的鱼香气	鱼香味浓郁, 味道鲜美	稀稠适度, 澄清透亮
4	色泽正常, 较鲜亮	鱼香气较淡	鱼香味清淡, 鲜味清淡	稀稠较适度, 澄清
3	色泽稍暗淡, 略发乌	鱼香气较淡, 稍有腥味	略有腥臭味, 鲜味淡	稀稠较差, 略有悬浮物
2	色泽暗淡, 发乌	无鱼香气, 腥味较重	腥臭味较重, 无鲜味	稀稠度差, 有悬浮物
1	色泽暗淡, 毫无光泽	带有过重的腐臭气味	腥臭味无法忍受	有大量悬浮物、沉淀物

表 3 氨基酸高效液相色谱分析的梯度洗脱程序

时间/min	A/%	B/%	时间/min	A/%	B/%	时间/min	A/%	B/%	时间/min	A/%	B/%
0	92	8	12	81	19	31	54	46	38	92	8
2	92	8	19	74	26	33	54	46	45	92	8
10	90	10	21	65	35	36	81	19			

注: A、B 为流动相, A 相: 8.0 g 乙酸钠溶于 1 000 mL 超纯水, 分别加入 225 μ L 三乙胺和 5 mL 四氢呋喃, pH 为 7.20 $\pm$ 0.05; B 相: 12.0 g 乙酸钠溶于 400 mL 超纯水, 分别加入 800 mL 乙腈和 800 mL 甲醇混合, pH 为 7.20 $\pm$ 0.05。

置 1 h 后加入 50 μL 乙酸, 混匀. 取 PITC 衍生^[18-19]后的样品加入 1.0 mL 正己烷, 涡旋振荡 1 min, 静置分层后, 弃上层正己烷, 用针头注射器吸取下层溶液, 经 0.22 μm 有机滤膜过滤, 上机测定分析.

色谱条件: 色谱柱柱型为 Eclipse XDB-C18, 4.6 mm $\times$ 250 mm, 5 μm ; 梯度洗脱程序见表 3. 检测波长为 338、262 nm; 柱温 40 $^{\circ}\text{C}$; 进样体积为 10 μL , 以标准品保留时间定性, 峰面积外标法定量.

1.4 数据处理方法

数据结果采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行分析.

2 结果与分析

2.1 不同产地鱼酱油的理化性质分析

2.1.1 鱼酱油盐度分析

图 1 为不同产地鱼酱油的含盐量. 从图 1 可知, 5 种鱼酱油的含盐量为 24.18~31.94 $\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$, 具有显著性差异($P<0.05$), 比一般酱油含盐量高^[20], 这是由于鱼酱油所用的发酵原料多是含高蛋白质的海鱼, 在发酵中鱼肉极易腐败变质, 因此添加较高的盐可以抑制腐败微生物的生长繁殖^[21]. 考虑到鱼酱油高盐特性, 在今后的食品开发中, 可将其作为盐的替代物添加到食品中, 既可提供食品一定的咸味, 也可充分利用鱼酱油的营养成分.

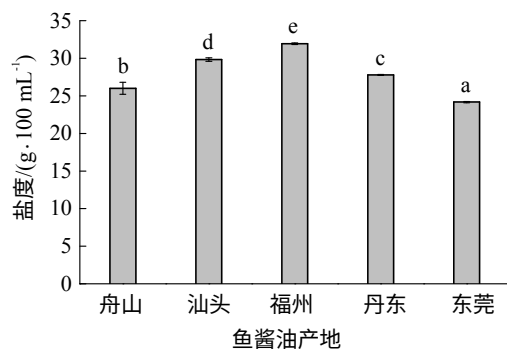


图1 不同产地鱼酱油的含盐量

2.1.2 鱼酱油 pH 值与总酸含量分析

酸度是反映发酵品质的一个重要指标, 不同产地鱼酱油的酸度指标如图 2 所示. 从图 2(a)可知, 福州和丹东鱼酱油的 pH 值差异不显著($P>0.05$), 舟山、汕头和东莞鱼酱油的 pH 值具有显著性差异($P<0.05$), 总体均低于 6.0. 文献[22]指出, 鱼酱油发酵过程中出现品质下降的原因是发酵液中氨基

酸发生脱羧脱氨作用和其他生化反应, 产生以氨为代表的微碱性挥发性盐基氮, 此时 pH 值会大幅度上升, 因此鱼酱油的 pH 值以不高于 6.0 为宜. 从图 2(b)可知, 舟山和东莞鱼酱油中总酸含量差异不显著($P>0.05$), 汕头、福州和丹东鱼酱油中总酸含量与舟山、东莞产品有显著性差异($P<0.05$). 鱼酱油的总酸包括一些挥发性的脂肪酸和低分子量的有机酸, 是鱼酱油风味体系的重要组成部分, 赋予鱼酱油干酪的风味^[23].

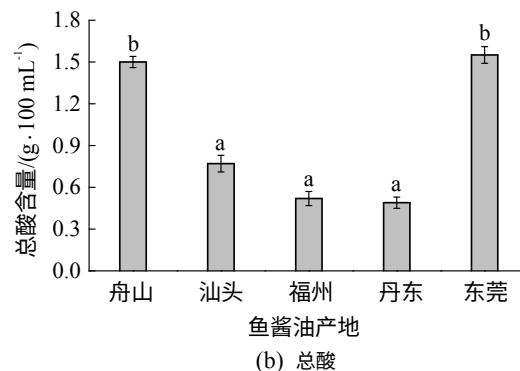
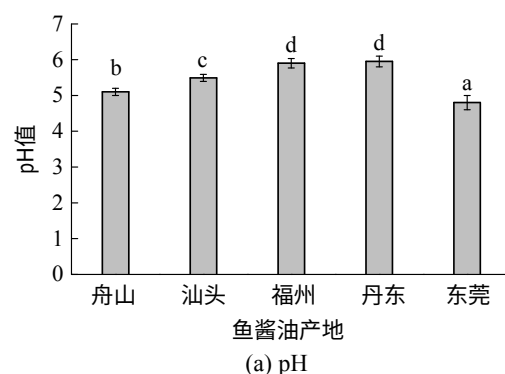


图2 不同产地鱼酱油的 pH 和总酸含量

2.1.3 总可溶性氮与氨基酸态氮含量分析

总可溶性氮(TSN)和氨基酸态氮(AAN)含量是衡量鱼酱油品质的关键指标^[24]. 图 3 为不同产地鱼

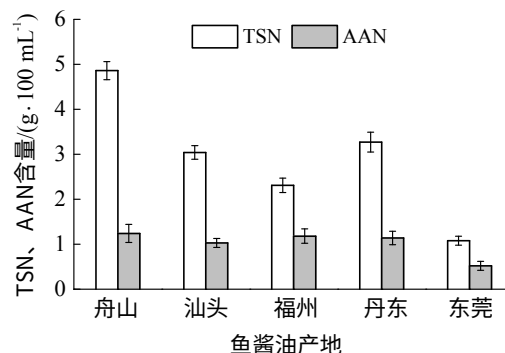


图3 不同产地鱼酱油的总可溶性氮和氨基酸态氮含量

酱油中总氮和氨基酸态氮含量。由图3可知, 汕头和丹东 TSN 含量无显著性差异($P>0.05$), 舟山鱼酱油含量最高, 达 $4.86 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, 福州鱼酱油含量为 $2.31 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, 东莞鱼酱油含量最低, 为 $1.06 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, 三者差异性显著($P<0.05$)。氨基酸态氮含量差异较小, 除东莞鱼酱油含量为 $0.52 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ 外, 其余4种均在 $1.00 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ 左右, 无显著性差异($P>0.05$), 其中, 舟山鱼酱油含量最高, 达 $1.24 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ 。结合表1可知, 东莞鱼酱油是发酵液再经调味后得到的, 可能发酵液被稀释, 导致其含氮物含量较其他产品低。

2.1.4 可溶性无盐固形物分析

可溶性无盐固形物是指液体或流体食品中所有溶解于水的化合物的总称, 包括糖、酸、维生素、矿物质等^[25], 可作为鱼酱油中一个重要的营养指标。可溶性无盐固形物含量的高低与原料的利用率和出品率有关。由图4可知, 福州和丹东鱼酱油可溶性无盐固形物含量差异不显著($P>0.05$), 分别为 5.35 、 $5.82 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, 其他产地含量差异明显($P<0.05$)。舟山鱼酱油中可溶性无盐固形物的含量最高, 达到 $16.10 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, 汕头鱼酱油中含量次于舟山产品, 东莞鱼酱油中含量最低, 仅为 $4.15 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ 。如上所述, 东莞鱼酱油不是发酵原液, 而是经过调味后的产品, 因此所含有的可溶物浓度相对较低, 而其他产品的差异则多与原料有关。

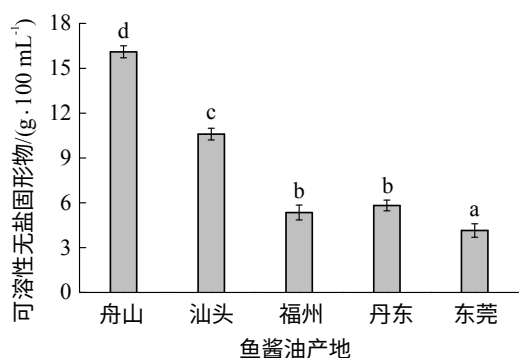


图4 不同产地鱼酱油的可溶性无盐固形物含量

2.2 不同产地鱼酱油的感官特性比较

5种产地鱼酱油的感官评分结果见图5。由图5可知, 舟山鱼酱油的整体感官品质最好, 色泽鲜亮、液体澄清、滋味较鲜, 具有淡淡的鱼香气, 与其他产品差异性显著($P<0.05$); 其次是汕头, 色泽较舟山鱼酱油差一些; 其余3种整体感官品质无显

著性差异($P>0.05$), 颜色发乌, 腥臭味较重, 品质次于前两者。

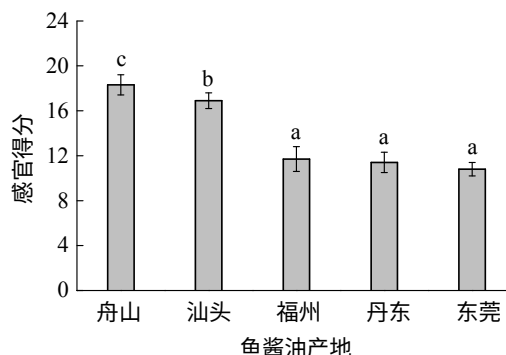


图5 不同产地鱼酱油的感官评定结果

2.3 不同产地鱼酱油中游离氨基酸的比较分析

不同产地鱼酱油中游离氨基酸的组成见表4。舟山鱼酱油和汕头鱼酱油均检出20种氨基酸, 包括人体所需的8种必需氨基酸、呈鲜味的2种特征性氨基酸(谷氨酸与天冬氨酸)和呈甘味的甘氨酸与丙氨酸; 福州鱼酱油检出14种氨基酸, 丹东鱼酱油检出17种氨基酸, 前者包括5种必需氨基酸, 后者包括7种必需氨基酸, 同时两者均含有呈鲜味的谷氨酸与天冬氨酸和呈甘味的甘氨酸与丙氨酸; 东莞鱼酱油仅检出10种氨基酸, 仅包括3种必需氨基酸, 谷氨酸和丙氨酸未检出。鱼酱油的口感、营养在一定程度上取决于氨基酸的含量, 由氨基酸总量和差异性分析结果可知, 舟山鱼酱油中含有的氨基酸不仅总量大而且种类丰富, 特征性氨基酸含量高; 汕头鱼酱油中氨基酸总量略低于福州和丹东鱼酱油, 但其必需氨基酸种类多于前两者; 东莞鱼酱油中氨基酸总量最低, 且种类较少。因此5种鱼酱油的风味、营养品质具有差异性。

2.4 不同产地鱼酱油中矿物质含量比较

矿物质是构成机体组织和维持正常生理功能所必需的无机物质^[26]。由表5可知, 5种鱼酱油中均含有钾、镁、钙和磷4种重要的常量矿物元素。

除东莞鱼酱油外, 其余4种鱼酱油中钾元素的含量远高于其他元素, 舟山和汕头鱼酱油中钾元素含量相近, 高于其他3种鱼酱油。镁元素是鱼酱油中含量次于钾元素的第二大常量矿物元素, 是一种与钙有紧密联系的必需矿物质, 5种不同产地鱼酱油中镁的含量具有显著性差异, 其中汕头鱼酱油最高, 其次是福州, 再次是舟山, 丹东最低。

表 4 不同产地鱼酱油中游离氨基酸的组成和含量

氨基酸种类	氨基酸含量/(mg·mL ⁻¹)				
	舟山	汕头	福州	丹东	东莞
天冬氨酸	2.91±0.04 ^a	1.76±0.02 ^c	0.59±0.03 ^d	2.82±0.04 ^b	0.48±0.03 ^e
丝氨酸	0.76±0.02 ^a	0.48±0.04 ^b	0.08±0.02 ^d	0.36±0.02 ^c	0.38±0.03 ^c
甘氨酸	3.03±0.09 ^c	2.48±0.08 ^d	13.95±0.20 ^a	4.76±0.10 ^b	0.85±0.02 ^e
组氨酸	1.77±0.06 ^a	1.18±0.02 ^b	0.52±0.02 ^c	0.27±0.03 ^d	—
丙氨酸	0.75±0.03 ^a	0.59±0.03 ^b	0.39±0.02 ^c	0.64±0.02 ^b	—
精氨酸	0.58±0.03 ^a	0.42±0.02 ^b	—	0.21±0.02 ^c	0.25±0.02 ^c
γ-氨基丁酸	1.77±0.04 ^a	1.35±0.03 ^b	0.17±0.02 ^e	0.85±0.01 ^c	0.25±0.02 ^d
苏氨酸	0.90±0.03 ^a	0.52±0.02 ^b	—	0.14±0.01 ^c	—
脯氨酸	8.02±0.12 ^b	5.57±0.09 ^d	8.81±0.14 ^a	6.60±0.12 ^c	0.31±0.03 ^e
谷氨酸	0.37±0.02 ^d	0.59±0.02 ^c	2.35±0.04 ^a	0.91±0.02 ^b	—
酪氨酸	0.03±0.02 ^a	0.03±0.01 ^a	—	—	—
缬氨酸	4.08±0.10 ^a	3.29±0.08 ^c	1.26±0.07 ^d	3.50±0.10 ^b	0.25±0.03 ^e
赖氨酸	2.03±0.05 ^a	2.11±0.06 ^a	0.71±0.03 ^c	1.48±0.04 ^b	—
甲硫氨酸	0.53±0.03 ^a	0.47±0.02 ^b	—	—	—
异亮氨酸	2.98±0.10 ^a	2.70±0.06 ^b	1.16±0.05 ^c	2.82±0.06 ^b	0.16±0.03 ^d
亮氨酸	4.01±0.11 ^b	4.35±0.12 ^a	1.85±0.05 ^d	3.67±0.10 ^c	0.19±0.02 ^e
胱氨酸	0.02±0.02 ^a	0.05±0.02 ^a	—	—	—
鸟氨酸	4.16±0.13 ^b	3.43±0.09 ^c	1.74±0.07 ^d	5.37±0.13 ^a	0.13±0.03 ^e
苯丙氨酸	0.26±0.03 ^a	0.16±0.02 ^b	0.04±0.02 ^c	0.24±0.03 ^a	—
色氨酸	0.11±0.02 ^b	0.18±0.03 ^a	—	0.13±0.03 ^b	—
总计	39.07±1.09 ^a	31.71±0.88 ^c	33.62±0.78 ^b	34.77±0.88 ^b	3.25±0.26 ^d

注：“—”表示未检测到，不同小写字母表示同种氨基酸在不同产地鱼酱油中的差异性， $P<0.05$ 。

表 5 不同产地鱼酱油中常量元素的含量比较

产地	常量元素/(mg·mg ⁻¹)			
	K	Mg	Ca	P
舟山	5 350.96±121.64 ^{d,D}	743.58±17.38 ^{c,B}	221.41±5.54 ^{c,A}	891.73±21.14 ^{e,C}
汕头	5 326.26±60.28 ^{d,C}	1 920.41±21.73 ^{e,B}	232.58±12.13 ^{c,A}	252.30±11.15 ^{d,A}
福州	2 740.48±107.12 ^{b,C}	838.24±45.03 ^{d,B}	173.88±18.93 ^{b,A}	63.94±2.22 ^{b,A}
丹东	3 883.31±147.07 ^{c,C}	290.46±5.96 ^{a,B}	208.12±9.50 ^{c,AB}	134.30±5.67 ^{c,A}
东莞	372.15±6.88 ^{a,C}	447.67±21.32 ^{b,D}	127.58±18.35 ^{a,B}	8.78±0.59 ^{a,A}

注：表中小写字母表示不同样品中同一元素含量的差异性， $P<0.05$ ；大写字母表示同一种样品中不同元素含量的差异性， $P<0.05$ 。

钙是鱼酱油中第三大常量矿物元素，钙离子可以很好地与蛋白质结合，舟山、汕头和丹东鱼酱油中钙的含量无显著性差异，但较其他 2 种含量要高。磷是鱼酱油中存在的第四大常量矿物元素，在 5 种鱼酱油中，磷的含量具有显著性差异，舟山鱼酱油含量最高，其次是汕头，东莞鱼酱油含量最低。

表 6 为不同产地鱼酱油中微量元素含量比较。由表 6 可知，铁、铜、锰、铬和镍是鱼酱油中共有

的 5 种微量矿物元素，其中铁元素含量最高，缺铁会影响人体的健康和发育，最大的影响是造成缺铁性贫血，5 种鱼酱油中汕头、丹东和福州鱼酱油铁含量比舟山和东莞鱼酱油要高。铬在鱼酱油中含量次于铁，高于其他 3 种元素，铬元素能与其他控制代谢的物质一起配合，在机体糖代谢和脂代谢中发挥特殊作用^[27]。锰和铜的含量虽然比较低，但二者都是人体必不可少的微量矿物质，舟山鱼

表 6 不同产地鱼酱油中微量元素的含量比较

产地	微量元素/(mg·kg ⁻¹)				
	Fe	Cu	Mn	Cr	Ni
舟山	6.82±0.60 ^{a,D}	0.13±0.010 ^{c,A}	0.47±0.06 ^{b,A}	1.62±0.21 ^{b,C}	1.00±0.12 ^{b,B}
汕头	25.11±5.47 ^{b,B}	0.09±0.003 ^{b,A}	0.47±0.05 ^{b,A}	4.81±0.70 ^{c,A}	1.71±0.54 ^{c,A}
福州	26.78±6.33 ^{b,B}	0.30±0.010 ^{d,A}	0.34±0.03 ^{a,A}	0.14±0.02 ^{a,A}	0.37±0.06 ^{a,A}
丹东	25.27±6.16 ^{b,B}	0.10±0.020 ^{b,A}	0.40±0.05 ^{ab,A}	1.99±0.05 ^{b,A}	1.16±0.02 ^{b,A}
东莞	6.33±1.03 ^{a,B}	0.05±0.004 ^{a,A}	0.34±0.04 ^{a,A}	0.47±0.04 ^{a,A}	0.30±0.04 ^{a,A}

注: 同表 5.

酱油中锰元素含量比其他 4 种鱼酱油要高, 铜元素含量仅次于福州, 居第二. 由此可见, 鱼酱油矿物质含量丰富, 具有较高的开发价值.

3 结论

对 5 种不同产地的鱼酱油进行产品品质特性分析, 结果鱼酱油的含盐量均较高, 舟山和东莞鱼酱油产品的总酸含量差异不明显, 其余 3 种含量相近. 总可溶性氮含量差异较大, 除东莞鱼酱油外, 氨基酸态氮含量在 1.00 g·100 mL⁻¹ 左右. 可溶性无盐固形物含量舟山鱼酱油最高, 达 16.10 g·100 mL⁻¹, 东莞鱼酱油最低, 为 4.15 g·100 mL⁻¹. 5 种鱼酱油中游离氨基酸种类及含量差异显著, 其中舟山鱼酱油氨基酸总量最高, 达 39.07 mg·mL⁻¹, 且种类丰富, 而东莞鱼酱油氨基酸总量仅有 3.25 mg·mL⁻¹. 综合评价以舟山鱼酱油品质最佳. 另外, 5 种鱼酱油中均含有一定量的矿物质元素, 对人体健康均具有重要作用. 5 种市售鱼酱油的品质差异与很多因素有关, 随着鱼酱油产品的不断开发和研究, 不同品质鱼酱油作为调味品的用途也会被不断拓展.

参考文献:

[1] 张妙霞, 雷晓凌, 李学恭, 等. 鱼露中乳酸菌及其主要产品指标关系研究[J]. 现代食品科技, 2009, 25(12): 1408-1411.

[2] 黄紫燕, 晁岱秀, 朱志伟, 等. 鱼露快速发酵工艺的研究[J]. 现代食品科技, 2010, 26(11):1207-1211.

[3] IJONG F G, OHTA Y. Microflora and chemical assessment of an Indonesian traditional fermented fish sauce “Bakasang”[J]. Journal of the Faculty of Applied Biological Science, 1995, 34:95-100.

[4] PALUDAN-MULLER C, MADSEN M, SOPHANODORA P, et al. Fermentation and microflora of Plaa-som a Thai

fermented fish product prepared with different salt concentrations[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 73(1):61-70.

[5] PARK J N, FUKUMOTO Y. Chemical composition of fish sauces produced in Southeast and East Asian countries[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2001, 14(2):113-125.

[6] MAH J H, HAN H K, OH Y J, et al. Biogenic amines in Jeotkals, Korean salted and fermented fish products[J]. Food Chemistry, 2002, 79(2):239-243.

[7] KUDA T, MIHARA T, YANO T. Detection of histamine and histamine-related bacteria in fish-nukazuke, a salted and fermented fish with rice-bran, by simple colorimetric microplate assay[J]. Food Control, 2007, 18(6):677-681.

[8] 赵华杰, 何炘, 杨荣华, 等. 鱼露风味研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(7):123-128.

[9] SHIMODA M, PERALTA R R, OSAJIMA Y. Headspace gas analysis of fish sauce[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1996, 44(11):3601-3605.

[10] 饶平凡, 李建才, 魏峥, 等. 四种传统中国食品中 SOD 样活性物质的研究[J]. 中国粮油学报, 1996(2): 18-22.

[11] LOPECHARAT K, PARK J W. Characteristics of fish sauce made from Pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(2):511-516.

[12] ZAREI M, NAJAFZADEH H, ESKANDARI M H, et al. Chemical and microbial properties of mahyaveh, a traditional Iranian fish sauce[J]. Food Control, 2012, 23(2):511-514.

[13] 江津津, 黎海彬, 曾庆孝, 等. 潮汕鱼酱油营养成分分析与品质评价[J]. 食品科学, 2012, 33(23):310-313.

[14] 张文德, 胡志芬, 张琳, 等. 酱油中可溶性无盐固形物三种测定方法的比较[J]. 中国调味品, 2009, 34(6):89-92.

[15] 余晓麟, 吴皓苗. 电感耦合等离子体发射光谱法同时

- 测定鱼露中多种微量元素[J]. 公共卫生与预防医学, 2012, 23(3):99-100.
- [16] GB2717-2003, 中华人民共和国酱油卫生标准[S].
- [17] SB/T10324-1999, 中华人民共和国行业标准——鱼露[S].
- [18] 高晓燕, 苏建坤, 王雪, 等. 异硫氰酸苯酯法测定清开灵注射液中氨基酸的含量[J]. 北京中医药大学学报, 2012, 35(8):554-558.
- [19] 杨菁, 孙黎光, 白秀珍, 等. 异硫氰酸苯酯柱前衍生化反相高效液相色谱法同时测定 18 种氨基酸[J]. 色谱, 2002, 20(4):369-371.
- [20] 尤生萍, 肖华志, 孙亚培, 等. 市售酱油常用理化指标的检测分析[J]. 中国调味品, 2011, 36(4):98-101.
- [21] 邵懿, 薛长湖, 李兆杰, 等. 超高压对鲢鱼蛋白水解的影响[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(6):41-44.
- [22] 冷耀宗. 鱼露发酵和 pH 值变化规律初探[J]. 中国调味品, 1988(8):9-10.
- [23] 江津津, 曾庆孝, 朱志伟, 等. 耐盐微生物对醒制鱼露风味形成的影响[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(11):25-28.
- [24] 郭峰, 王斌, 陆洋. 酱油中总酸和氨基酸态氮成分的快速检测及研究[J]. 食品科学, 2006, 27(12):699-703.
- [25] 闫姗姗, 刘海芹, 宋海燕. 基于近红外光谱和 PLS 的瓶装陈醋可溶性固形物快速定量测定研究[J]. 农产品加工(下), 2015(1):47-49.
- [26] 陈连平, 陈洪, 张新明, 等. 瑞安市未成年人静脉血 5 种微量元素的检测[J]. 温州医科大学学报, 2015, 45(12):918.
- [27] 宣自华, 胡翠云, 王学林, 等. 富铬松花粉中铬元素的含量测定及降血糖作用研究[J]. 安徽医药, 2011, 15(7):801-803.

Analysis and comparison of quality characteristics and mineral content of five commercial fish sauce samples

WANG Xiu-juan¹, BAI Zheng-ze¹, WENG Pei-fang^{1*}, ZHOU Xiao-min²,
GAO Zhi-zhong², WU Zu-fang¹, ZHANG Xin¹

(1.School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Zhejiang Industrial Group Co. Ltd, Zhoushan 316101, China)

Abstract: To investigate the quality characteristics of traditional fermented fish sauce, the physical and chemical properties, sensory properties, free amino acids and mineral contents of five samples representing the different domestic products of traditional fermented fish sauce are tested and analyzed in this study. The results indicate that the salt content of fish sauce is high. The total acid content lies in the range of $0.49\text{--}1.50\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$, and total soluble nitrogen content varies depending on the cases, which may reach up to $4.86\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ for Zhoushan sample, down to a minimum of $1.06\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ for Dongguan sample. Small variations are noted in amino nitrogen content. Except for the content of $0.52\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$ from Dongguan sample, all the rest four are found at around $1.00\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$. Differences of the species and contents of free amino acids in these kinds of fish sauce are noteworthy, where the content of total amino acids in the Zhoushan fish sauce reaches the highest level of $39.07\text{ mg}\cdot \text{mL}^{-1}$ with a large diversity of the species; whereas the content of total amino acids of Dongguan fish sauce is noted for being only $3.25\text{ mg}\cdot \text{mL}^{-1}$. In addition, fish sauce contains high potassium, magnesium, calcium and phosphorus elements, as well as important trace elements such as iron, copper, manganese, chromium and nickel. Zhoushan fish sauce is ranked at the top on the quality list based on the results from this investigation.

Key words: fish sauce; physicochemical properties; sensory evaluation; free amino acid; mineral

(责任编辑 史小丽)