

加工方式对鱼骨汤营养和风味的影响

吕广英 丁玉琴 孔进喜 熊善柏 赵思明

华中农业大学食品科学技术学院/国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心(武汉), 武汉 430070

摘要 以白鲢(*Hypophthalmichthys titrix*)鱼骨为原料,检测并比较高压和常压2种加工条件下鱼骨汤中的各种营养成分和挥发性成分。结果表明:高压条件下熬制的鱼骨汤中总固形物、粗蛋白、水溶性蛋白、钙和灰分的含量均显著高于常压条件下熬制的汤样;除精氨酸和脯氨酸外,高压条件下熬制的汤样中游离氨基酸含量均显著高于常压条件下熬制的汤样,高压条件下熬制的汤样中单不饱和脂肪酸含量比常压条件下熬制的汤样高出14.16%。采用固相微萃取结合气质联用技术对鱼骨汤中的挥发性成分进行分离鉴定,从高压条件下熬制的鱼骨汤中检测到63种挥发性成分,而常压条件下熬制的鱼骨汤中仅检测到25种挥发性成分。采用高压熬制的加工方式,在温度为110~120℃,原料和水的质量比为1:1~1:1.5,时间为1.5~3h之间的条件下,可得到风味和营养俱佳的浓汤。

关键词 鱼骨汤; 高压熬制; 常压熬制; 营养; 风味; 白鲢

中图分类号 TS 254.9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)02-0123-05

骨汤调料营养丰富、滋味浓厚、香气自然,在畜肉制品、快餐、罐头类、烹调冷冻食品等方面应用广泛^[1-2]。对于骨汤调料化的研究,主要集中于猪骨、牛骨、鸡骨等的开发^[3],并已实现工业化生产,而对于水产风味汤类调料的研究较少。我国的淡水鱼产量大,但其加工比例低,仅为15%左右^[4],其中一个重要的原因就是加工过程中产生的副产品没有充分利用,在淡水鱼鱼糜加工中,产生的副产品的质量约占整鱼质量的55%~65%^[5]。将副产品制作成汤类调料,既可以解决冷冻调理水产品、冷冻小包装食品风味差的问题,又可以提高淡水鱼副产品的综合利用程度。汤汁质量的好坏除了受原料影响外,还受制汤工艺如加水量、火候、加工时间等的影响^[3],而关于压力影响的研究较少。笔者采用白鲢采肉后所余下的副产品为原料,研究常压和高压条件下的最佳熬汤工艺,并比较2种工艺条件对汤汁营养物质和风味物质的影响,以期在水产风味汤类制品的工业化生产和开发提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1)白鲢(*Hypophthalmichthys titrix*)。购于武

汉市华中农业大学集贸市场。选取单条体质量约1200g的活鱼运到实验室,将其宰杀,去除鱼鳞、内脏、鳃部,取其头部和经采肉机去肉后留下的鱼骨刺混合物约500g,将其破碎成5cm左右的小块备用。

2)主要试剂。硫酸铜、硫酸钾、硼酸、氢氧化钠均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司;高氯酸,GR,天津市东方化工厂;盐酸、浓硫酸为分析纯,信阳市化学试剂厂;氧化镧,色谱纯,国药集团化学试剂有限公司。

3)主要仪器和设备。KDN-08D型消化炉,上海精隆科学仪器有限公司;835-50氨基酸分析仪,日本日立公司;Agilent GC 6890N气相色谱仪、Agilent GC 7890A/MS 5975C气相色谱质谱联用仪,美国Agilent公司;固相微萃取手柄、DVB/CAR/PDMS 50/30 μm萃取头,美国SPELCO公司产品;ZM-100反压高温蒸煮锅,广州标际包装设备有限公司。

1.2 试验方法

1)鱼骨汤制作。常压熬制鱼骨汤,将原料按料水质量比加入蒸馏水置于不锈钢锅中,大火煮沸后开始计时,起锅后的汤冷却后去除固体杂质。高压

收稿日期:2012-02-27

基金项目:现代农业产业技术体系专项(CARS-46-23)

吕广英,硕士研究生,研究方向:食品科学。E-mail:lvguangying@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者:熊善柏,教授,研究方向:水产品加工保鲜理论与产品创新。E-mail:xionsb@mail.hzau.edu.cn

熬制鱼骨汤,将原料按料水质量比加入清水后装入不锈钢容器中并放入反压高温蒸煮锅中,加热至所设温度后开始计时,起锅后的汤冷却后去除固体杂质。

2)基本指标测定。蛋白质含量的测定参照 GB/T 5511—1985; 固形物含量采用 105 °C 常压烘干法^[6]; 钙含量的测定参照 GB/T 5009. 92—2003; 灰分含量的测定参照 GB-T14770—1993; 水溶性蛋白采用 Folin-酚法测定^[7]; 游离氨基酸组成采用氨基酸自动分析仪测定^[8]。

3)脂肪酸组成分析。先利用酸性乙醚法提取汤中的油脂,再参照 GB/T 17376—1998 动植物油脂脂肪酸甲酯制备进行甲酯化,后参照 GB/T 9695. 2—1988 肉与肉制品脂肪酸测定进行。

4)风味物质测定。风味物质的萃取,采用 HS-SPME 对挥发性风味成分进行萃取^[9]。用萃取头 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 对样品进行萃取,在装有磁力搅拌子的顶空采样瓶中装入汤样 20 g、于 60 °C 恒温水浴中边搅拌边萃取 40 min,于 GC 进样口 250 °C 解析 5 min,利用 GC-MS 分析。

风味物质的分离和鉴定,用气相色谱-质谱联用仪对风味化合物进行分离鉴定。色谱条件:毛细管色谱柱为 HP-5ms 柱(30 m \times 0. 25 mm \times 0. 25 μm),进样口温度 250 °C,接口温度 280 °C。程序升温:起始温度 45 °C 保留 2 min,以 6 °C/min 升温到 240 °C 保留 5 min。载气为 He,流速 1. 0 mL/min,不分流。质谱条件:电离方式为 EI⁺,电子能量 70 eV,灯丝发射电流 200 μA ,离子源温度 200 °C,接口温度 250 °C。

1.3 数据处理

挥发性成分的含量以峰面积表示,百分含量=(挥发性成分的峰面积/挥发性成分总峰面积) \times 100。试验数据处理由 Xcalibur 软件系统完成。所有数据采用 Microsoft Excel 与 SAS 软件进行处理和分析。方差分析采用 Anova 过程,显著性分析采用 Duncan's 检验, $P > 0. 05$ 判定为变化不显著, $P < 0. 05$ 判定为变化显著^[10]。

2 结果与分析

2.1 常压熬制的正交试验

以料水质量比、熬制时间、熬制温度为因素,通过单因素试验选择每个因素较为理想的范围,采用 $L_9(3^3)$ 的正交试验设计,优化熬制工艺(表 1)。

表 1 常压熬制 $L_9(3^3)$ 正交试验 ($\bar{x} \pm S_d$)

Table 1 Results of orthogonal experiments with atmosphere $L_9(3^3)$

试验编号 Experiments number	因素 Experiments factor			鱼骨汤中粗蛋 白含量/(g/L) Content of protein in fish bone soup
	A 料水质量比 Bone-water ratio	B 熬制温度/°C Cooking temperature	C 熬制时间/h Cooking time	
1	1 : 1	90	2.5	0.32 \pm 0.00
2	1 : 1	95	3.0	0.36 \pm 0.00
3	1 : 1	100	3.5	0.34 \pm 0.00
4	1 : 1.5	90	3.0	0.27 \pm 0.03
5	1 : 1.5	95	3.5	0.35 \pm 0.01
6	1 : 1.5	100	2.5	0.42 \pm 0.00
7	1 : 2	90	3.5	0.18 \pm 0.00
8	1 : 2	95	2.5	0.23 \pm 0.00
9	1 : 2	100	3.0	0.27 \pm 0.00

表 2 常压熬制方差分析

Table 2 The results of Anova analysis with atmosphere $L_9(3^3)$

方差来源 Origin of variance	自由度 Degree of freedom	偏差平方和 Sum of square deviation	均方 Mean square deviation	F 值 F value	$P_r > F$
A	2	0.076 5	0.038 2	87.91	<0.000 1
B	2	0.036 5	0.018 2	41.92	<0.000 1
C	2	0.003 9	0.001 9	4.45	0.025 1
误差 Error	20	0.008 7	0.000 4		
总和 Total	26	0.125 5			

由表 2 可知,料水质量比和熬制温度对鱼骨汤中蛋白质含量有极显著影响,熬制时间对鱼骨汤中蛋白质含量有显著影响,最优组合为 $A_2B_3C_1$,即料水质量比为 1 : 1.5,熬制温度为 100 °C,熬制时间为 2.5 h,此时熬制出的鱼骨汤中蛋白质含量为 0.42 g/L。

2.2 高压熬制的正交试验

经过正交试验设计,确定高压熬制的最优工艺参数(表 3)。

表 3 高压熬制 $L_9(3^3)$ 正交试验 ($\bar{x} \pm S_d$)

Table 3 Results of orthogonal experiments with high pressure $L_9(3^3)$

试验编号 Experiments number	因素 Experiments factor			鱼骨汤中粗蛋 白含量/(g/L) Content of protein in fish bone soup
	A 料水质量比 Bone-water ratio	B 熬制温度/°C Cooking temperature	C 熬制时间/h Cooking time	
1	1 : 1	110	1.5	0.68 \pm 0.00
2	1 : 1	115	2.0	0.63 \pm 0.01
3	1 : 1	120	2.5	0.70 \pm 0.00
4	1 : 1.25	110	2.0	0.51 \pm 0.00
5	1 : 1.25	115	2.5	0.42 \pm 0.00
6	1 : 1.25	120	1.5	0.56 \pm 0.00
7	1 : 1.5	110	2.5	0.46 \pm 0.00
8	1 : 1.5	115	1.5	0.49 \pm 0.00
9	1 : 1.5	120	2.0	0.58 \pm 0.00

表 4 高压熬制 L₉ (3³) 方差分析

Table 4 The results of Anova analysis with high pressure L₉ (3³)

方差来源 Origin of variance	自由度 Degree of freedom	偏差平方和 Sum of square deviation	均方 Mean square deviation	F 值 F value	P _r >F
A	2	0.172 2	0.086 1	941.34	<0.000 1
B	2	0.046 9	0.023 5	256.80	<0.000 1
C	2	0.012 9	0.006 4	70.49	<0.000 1
误差 Error	20	0.001 8	0.000 0		
总和 Total	26	0.233 9			

由表 4 可知,料水质量比、熬制温度和熬制时间对鱼骨汤中蛋白质含量都有极显著影响,最优组合为 A₁B₃C₁,即料水比为 1:1,熬制温度为 120 °C (压力 0.1 MPa),熬制时间为 1.5 h。此组合在正交试验中并没有出现,按此组合的反应条件进行验证试验,所得的鱼骨汤中的蛋白质含量为 0.72 g/L。

2.3 常压熬制与高压熬制的鱼骨汤营养成分

1)常压熬制与高压熬制的鱼骨汤一般化学组成。按上述优化的常压和高压工艺制备鱼骨汤,将其浓缩至相同体积,进行基本营养成分对比(表 5)。从表 5 可知,2 种加工方式得到的鱼骨汤营养成分含量有显著差异,即高压熬制的鱼骨汤中总固形物、蛋白质、水溶性蛋白、钙、灰分的含量都显著高于常压熬制的鱼骨汤。

表 5 加工方式对鱼骨汤基本营养成分含量的影响¹⁾

Table 5 Influence of processing conditions on proximate nutritional composition of fish bone soup

指标 Item	高压熬制 High pressure cooking	常压熬制 Atmospheric cooking
总固形物/% Total solids content	7.27±0.17 a	5.36±0.21 b
粗蛋白/(g/L) Crude proteins	0.72±0.03 a	0.50±0.04 b
水溶性蛋白/(mg/mL) Water-soluble proteins	2.14±0.08 a	1.68±0.02 b
灰分/% Ash	0.26±0.00 a	0.15±0.01 b
钙/(μg/mL) Calcium	57.08±0.05 a	42.28±0.20 b

1)同行数值后字母不同表示有显著性差异(P<0.05),下同。

The data with the different letter in the row are significantly different, the same as below.

2)常压熬制与高压熬制的鱼骨汤游离氨基酸组成。除精氨酸和脯氨酸外,高压熬制的鱼骨汤中游离氨基酸含量均显著高于常压熬制,这说明高压加热更有利于氨基酸的释放和蛋白质的分解。谷氨酸、天冬氨酸为特征性鲜味氨基酸,其中谷氨酸的鲜味最强,而甘氨酸、丙氨酸是呈甜味的特征性氨基酸^[11],高压熬制的鱼骨汤中谷氨酸和天冬氨酸的含量分别为 15.25、2.60 mg/L,而常压熬制的鱼骨汤中分别为 0.40、0.03 mg/L(表 6),由此可见,高压熬制的鱼骨汤在一定程度上要比常压熬制的鲜美。

表 6 加工方式对鱼骨汤中游离氨基酸含量的影响¹⁾

Table 6 Effects of processing conditions on the content of free amino acids mg/L

氨基酸 Kinds of amino acid	高压熬制 High pressure cooking	常压熬制 Atmospheric cooking
牛磺酸 Tau	3.33±0.01 a	2.89±0.02 b
天冬氨酸 Asp	2.50±0.01 a	0.03±0.00 b
苏氨酸 Thr	1.37±0.00 a	0.07±0.00 b
丝氨酸 Ser	0.04±0.00 a	0.01±0.00 b
谷氨酸 Glu	15.25±0.11 a	0.40±0.00 b
甘氨酸 Gly	4.13±0.01 a	1.20±0.01 b
丙氨酸 Ala	7.94±0.04 a	0.44±0.00 b
胱氨酸 Cys	0.53±0.03 a	0.04±0.01 b
缬氨酸 Val	13.88±0.10 a	0.25±0.00 b
蛋氨酸 Met	9.52±0.05 a	0.15±0.00 b
异亮氨酸 Ile	10.40±0.13 a	0.16±0.00 b
亮氨酸 Leu	26.31±0.11 a	0.34±0.01 b
酪氨酸 Tyr	2.27±0.02 a	0.00±0.00 b
苯丙氨酸 Phe	10.36±0.09 a	0.13±0.00 b
r-氨基丁酸 G-ABA	0.14±0.01 a	0.04±0.00 b
鸟氨酸 Orn	19.86±0.12 a	0.08±0.00 b
赖氨酸 Lys	25.35±0.15 a	0.98±0.00 b
组氨酸 His	7.42±0.03 a	2.12±0.02 b
色氨酸 Trp	2.66±0.02 a	0.03±0.00 b
精氨酸 Arg	0.02±0.01 b	0.03±0.00 a
脯氨酸 Pro	0.15±0.01 b	0.40±0.04 a
氨基酸总量/(mg/L) Total amino acids	163.44	9.79
必需氨基酸/% Essential amino acids	65.64	43.16
鲜味氨基酸/% Umami amino acids	10.86	4.42
含硫氨基酸/% Sulfur amino acids	6.15	1.94

1)鲜味氨基酸含量是指谷氨酸和天冬氨酸总和占氨基酸总量的比值;含硫氨基酸含量是指蛋氨酸和半胱氨酸总和占氨基酸总量的比值。The content of umami amino acid refers to the ratio of the sum of glutamic acid and aspartic acid to the amount of total amino acids; the content of sulfur amino acids is the ratio of the sum of methionine and cysteine to the amount of total amino acids.

3)常压熬制与高压熬制的鱼骨汤脂肪酸组成。加工方式对鱼骨汤中脂肪酸组成的影响如表 7 所示。由表 7 可知,不同工艺熬制的鱼骨汤脂肪酸组成存在显著性差异。高压熬制的鱼骨汤饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸相对含量分别占42.22%、42.46%和 15.17%,常压熬制的鱼骨汤分别占56.47%、28.10%和 15.44%。

2.4 常压熬制与高压熬制的鱼骨汤挥发性成分

采用固相微萃取结合气质联用技术(SPME-GC/MS)分析 2 种加工方式下鱼骨汤的风味物质。高压熬制的鱼骨汤和常压熬制的鱼骨汤的挥发性成分有较大的差异。从高压熬制的鱼骨汤中共鉴定出

63 种挥发性组分, 占总挥发性成分的 92.99%, 主要是醛类、醇类、烃类、酮类、酯类和含氮类化合物; 从常压熬制的鱼骨汤中共鉴定出 25 种, 占总挥发性成分的 92.81%, 未检测出酮类物质和酯类物质。

表 7 加工方式对鱼骨汤中脂肪酸相对含量的影响

Table 7 Influence of processing conditions on the relative content of fatty acids

脂肪酸类型 Type of fatty acids	脂肪酸种类 Kind of fatty acids	高压熬制 High pressure cooking	常压熬制 Atmospheric cooking
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	豆蔻酸(C14:0) Myristic acid	7.14±0.03 a	6.10±0.03 b
	十五碳酸(C15:0) Pentadecanoic acid	1.85±0.06 b	15.53±0.04 a
	十七碳烷酸(C17:0) 17 carbon methane acid	—	1.07±0.03
	棕榈酸(C16:0) Palmitic acid	26.11±0.04 a	20.87±0.02 b
	硬脂酸(C18:0) Stearic acid	2.86±0.01 a	2.05±0.02 b
单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acid	花生酸(C20:0) Arachidic acid	4.26±0.05 b	10.85±0.03 a
	棕榈一烯酸(C16:1n-7) Palma olefinic acid	13.14±0.03 a	9.41±0.01 b
	油酸(C18:1n-9) Oleic acid	26.15±0.05 a	17.38±0.02 b
	花生一烯酸(C20:1n-9) Peanut a olefinic acid	3.16±0.07 a	1.31±0.01 b
	亚油酸(C18:2n-6) Linoleic acid	5.16±0.08 a	1.28±0.02 b
	花生二烯酸(C20:2n-6) Peanut diene acid	2.54±0.06 a	0.71±0.02 b
	花生四烯酸(C20:4n-6) Arachidonic acid	—	4.69±0.02
	花生三烯酸(C20:3n-6) Peanut triene acid	0.60±0.04 b	0.92±0.02 a
	亚麻酸(C18:3n-3) Linolenic acid	1.69±0.04 a	0.20±0.02 b
	花生三烯酸(C20:3n-3) Peanut triene acid	2.66±0.04 b	4.14±0.02 a
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acid	二十碳五烯酸(C20:5n-3) Timnodonic acid	0.81±0.01 b	0.87±0.01 a
	二十二碳六烯酸(C22:6n-3) DHA	1.71±0.15 b	2.62±0.02 a

3 讨 论

3.1 熬制方式对鱼骨浓汤营养成分的影响

骨汤熬制过程中汤汁的营养成分含量的变化主要是肌肉和骨骼中的蛋白质和糖类等在高温作用下发生热降解以及水溶性的物质和矿物质逐渐向汤汁中扩散所引起的^[11-12]。试验结果表明, 高温高压熬制有利于蛋白质、糖类等物质的热降解, 形成营养丰富、滋味鲜美的汤汁, 高压和高温还会使鱼骨组织结构变得相对松散, 内容物的溶出量大大增加。常压熬制的汤汁颜色乳白, 高压熬制的汤汁呈淡黄色, 原因可能为常压熬制时间长, 沸腾引起汤的翻滚, 溶于汤中的蛋白质或肽与脂肪发生乳化而使汤呈现乳白色^[13]。鱼骨汤中的脂肪酸棕榈酸、油酸、棕榈烯酸和豆蔻酸的相对含量较高。高压熬制的鱼骨汤中单不饱和脂肪酸含量较常压熬制的鱼骨汤高出 14.16%, 可能是因为常压熬制时始终与空气保持接触, 不饱和脂肪酸易被氧化, 而高压熬制时由于水蒸汽外排而使空气相对隔绝, 仅在冷却时接触空气。

3.2 熬制方式对鱼骨浓汤挥发性风味成分的影响

汤汁风味的形成主要通过 3 个途径^[14-16], 一是蛋白质、糖类等物质的热降解, 蛋白质降解生成游离氨基酸, 游离氨基酸在加热条件下脱氧、脱羧生成挥发性羰基化合物; 二是脂类的氧化作用, 生成酯类、烃类、醇类等化合物; 三是氨基酸与糖的美拉德反

应, 糖和氨基酸的结构不同, 生成的香味物质也不同。

常压熬制的鱼骨汤有淡淡的鱼腥味, 而高压熬制的鱼骨汤有浓郁的鱼香味。研究表明, 醛类物质尤其是己醛、苯甲醛、壬醛、部分烯醛类 1-辛烯-3-醇是导致鱼体产生土腥味的物质, 饱和烷烃、烯炔类物质的气味较为温和, 一般不具有强烈的腥味或异味^[17-18]。常压熬制的鱼骨汤中己醛、E, E-2, 4-庚二烯醛、1-辛烯-3-醇的相对含量都高于高压熬制的鱼骨汤, 这与感官评价结果一致。挥发性成分中醇类、醛类和酮类化合物对鱼肉的香气起到了重要作用, 含硫、含氮的化合物的含量虽然较低, 但多为鱼肉中的特征香气成分^[9, 19]。对比高压与常压熬制的鱼骨汤的挥发性成分可知, 高压熬制的鱼骨汤中的酮类、酯类和含氮类物质的含量比常压熬制的鱼骨汤的多。常压熬制鱼骨汤时, 熬制时间较长, 小分子的风味物质易逸出损失、不易挥发的三甲胺等化合物保存在汤中^[9], 因而导致鱼骨汤有淡淡的鱼腥味, 综合风味不及高压熬制的鱼骨汤。

参 考 文 献

- [1] 仲健. 富含骨胶原的方便面更营养[J]. 食品与生活, 2005(11): 37.
- [2] 邱保文, 苗趁义. 老汤精粉在食品工业中的应用[J]. 中国调味品, 2000(12): 25-26.
- [3] 董海英, 王海滨. 畜禽骨汤及其调味料应用开发研究进展[J].

- 肉类研究,2009(12):76-80.
- [4] 张慇,张骏.国内外低值淡水鱼加工与下脚料利用的研究进展[J].食品与生物技术学报,2006,25(5):115-120.
- [5] 龚钢明,顾慧,蔡宝国.鱼类加工下脚料的资源化与利用途径[J].中国资源综合利用,2003(7):23-24.
- [6] 瞿明勇,张瑞霞,赵思明,等.猪排骨汤的营养品质及其制作工艺优化[J].食品工业科技,2008(4):265-268.
- [7] 钱博.乳粉蛋白质快速检测方法的研究[D].杭州:浙江大学图书馆,2006.
- [8] 甘承露,郭姗姗,荣建华,等.脆肉鲩肌肉主要营养成分的分析[J].营养学报,2010,32(5):513-515.
- [9] 刘敬科,赵思明,熊善柏,等.不同萃取头固相微萃取提取鲢鱼肉中挥发性成分的分析[J].华中农业大学学报,2008,27(6):797-801.
- [10] 赵思明.食品科学与工程中的计算机应用[D].北京:化学工业出版社,2005.
- [11] 武彦文,欧阳杰.氨基酸和肽在食品中的呈味作用[J].中国调味品,2001(1):21-24.
- [12] HOAC T, DAUN C, TRAFIKOWSKA U, et al. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2006, 7: 88-93.
- [13] 陈自珍.浓缩骨汤的加工及制作原理[J].中国食品添加剂, 2006(C00):284-288.
- [14] WETTASINGHE M, VASANTHAN T, TEMELLI F, et al. Volatiles from roasted byproducts of the poultry-processing industry[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48:3485-3492.
- [15] CAMBEROM J, SEUSS L, HONIKEL K O. Flavour compounds of beef broth as affected by heating temperature[J]. Journal of Food Science, 1992, 57:1285-1290.
- [16] BHANDARI B, D'AREYAB, YOUNG G. Flavour retention during high temperature short time extrusion heating process: a review[J]. Int J Food Sci Technol, 2001, 36:453-461.
- [17] 黄骆镰,黄克,肖如武.水产品腥味物质形成机理的研究进展[J].广东化工,2009,36(9):146-161.
- [18] DAVID B J. Variations in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compounds in salt and freshwater fish[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1984, 32: 1344-1347.
- [19] 刘玉平,陈海涛,孙宝国.鱼肉中挥发性成分提取与分析的研究进展[J].食品科学,2009,30(23):447-451.

Effects of processing conditions on the nutrition and flavor of the silver carp bone soup

LYU Guang-ying DING Yu-qin KONG Jin-xi XIONG Shan-bai ZHAO Si-ming

College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University/
National R&D Branch Center For Conventional Freshwater Fish Processing (Wuhan),
Wuhan 430070, China

Abstract The proximate nutritional composition and odor components of the silver carp bone soup cooked under high pressure and atmospheric pressure processing condition were determined to provide the fish bones soup processing method. The results indicated that the contents of total solids, protein, water-soluble protein, calcium, ash and free amino acid under high pressure were significantly higher than that of atmospheric pressure except arginine and proline. The content of monounsaturated fatty acid under high pressure were 14.16% higher than that of atmospheric pressure. The odor components were extracted and determined by headspace solid phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry, 63 volatile components were identified from the soup under high pressure while 25 volatile components under atmospheric pressure. To obtain the maximum nutrition value and best flavor, the fish bone soup should be cooked under high pressure. The temperature should be controlled between 110 °C and 120 °C. The ratio of bone to water should be between 1 : 1 and 1 : 1.5 and the soup should be simmered between 1.5-3 h.

Key words fish bone soup; high pressure cooking; atmospheric cooking; nutrition; flavor; *Hypophthalmichthys tritrix*

(责任编辑:陆文昌)