

# 鲢鱼头汤烹制工艺优化及烹饪模式对汤品质的影响

田沁 吴珂剑 谢雯雯 贾丹 熊善柏

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

**摘要** 采用4段加热法烹制鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)鱼头汤,研究加热电压、沸腾时间、保温温度及保温时间对鱼头汤营养成分及感官品质的影响,确定电炖锅烹制鱼头汤的最佳工艺参数,并比较不同烹饪模式对鱼头汤品质的影响。结果表明,加热电压、沸腾时间、保温温度和保温时间均对鱼头汤的营养成分和感官品质有显著影响。经正交试验得到的电炖锅熬制的鱼头汤最适宜烹制条件为:加热电压 180 V、沸腾时间 20 min、保温温度 75 ℃、保温时间 60 min。采用该烹制工艺制作的鱼头汤的营养成分及感官评分显著高于电饭煲烹制的鱼头汤,电子舌及电子鼻检测表明两者滋味及气味相似。采用 SPME-GC-MS 分析发现,电炖锅熬制的鱼头汤比智能电饭煲熬制的鱼头汤的风味更丰富,分别检测出 69 种和 56 种挥发性风味成分。

**关键词** 电炖锅; 鲢鱼头汤; 烹制条件; 感官品质; 营养成分; 风味成分

**中图分类号** TS 254.9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)01-0103-09

鱼头肉质细嫩,含丰富的蛋白质、脂肪、钙、磷、铁、维生素 B<sub>1</sub>、卵磷脂、二十二碳六烯酸和胶原蛋白等<sup>[1-3]</sup>。熬制鱼头汤时,蛋白质水解成肽和氨基酸溶入汤中,骨质软化使钙磷溶出<sup>[4-5]</sup>。因此,鱼头汤不仅味道鲜美、营养丰富且易于消化吸收,一直深受人们的喜爱。我国汤类品种较多,猪骨、鸡、鱼以及食用菌等均可作为熬汤食材,其烹制工艺多采用传统的明火加热熬煮方法,存在加热时间长、需要人为控制等缺陷。不同的烹制工艺及其参数对汤的品质具有明显的影响,如国内学者分别研究了烹制工艺及其参数对排骨汤<sup>[6]</sup>、鸡汤<sup>[7]</sup>、双孢蘑菇汤<sup>[8]</sup>、鱼汤<sup>[9-13]</sup>品质的影响。家用烹饪工具智能化的快速发展极大地方便了人们的饮食生活,瞿明勇等<sup>[14-15]</sup>以智能电饭煲为烹饪工具,研究了排骨汤和鸡汤的烹制工艺及营养特性,确定了基于智能电饭煲的排骨汤和鸡汤的烹制工艺参数。谢雯雯等<sup>[16]</sup>则进一步研究了排骨汤的贮藏特性及其品质变化动力学。目前基于电炖锅的鱼头汤烹制工艺的研究鲜见报道。笔者以鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)鱼头为原料,以电炖锅为烹饪工具,研究加热电压、沸腾时间、保温温度及保温时间对鱼头汤营养成分和感官品质的影响,以确定电炖锅烹制鱼头汤的最佳工艺

参数,并比较烹饪模式对鱼头汤营养成分、感官评分、滋味及风味的影响,以期筛选出较好的熬制鱼头汤的烹饪模式。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

1)原料。鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)鱼头(质量(380±10)g、带肉)、生姜,购买于华中农业大学农贸市场;食用盐,湖北省盐业总公司分装厂。

2)主要试剂。盐酸,AR,中国上海惠兴生化试剂有限公司;浓硫酸、氢氧化钠、石油醚、硼酸、无水碳酸钠、硫酸钾、硫酸铜,均为AR,天津市风船化学试剂科技有限公司。

### 1.2 仪器设备

电炖锅(锅体为陶瓷材料)、智能电饭煲(锅体为铝合金材料),广州美的电器股份有限公司;FOX 4000型气味指纹分析仪(含18个金属氧化气体传感器)、α-ASTREE II型味觉指纹分析仪(含7个传感器),法国Alpha M. O. S公司;SPME手动进样手柄、50/30 μm DVB/ CAR/ PDMS萃取头,美国SUPELCO公司;Agilent GC-MS7890A气相色谱-

收稿日期:2013-07-04

基金项目:现代农业产业技术体系专项(CARS-46-23)和“十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD28B06)

田沁,硕士研究生,研究方向:水产品加工及其利用。E-mail: tianqin0123@163.com

通信作者:熊善柏,教授,研究方向:水产品加工及贮藏工程。E-mail: xiongsb@mail.hzau.edu.cn

质谱联用仪,美国安捷伦公司。

### 1.3 试验方法

1) 鱼头烹制方法。鲜活鲢经宰杀后,取鱼头,去除淤血和鱼鳃,将鱼头对剖,洗净、沥干水份,按质量比 1.00 : 2.00 : 0.02 : 0.07 分别添加鱼头、水、食盐、生姜,采用四段加热法制作鲢鱼头浓汤。

2) 烹制工艺的正交试验。根据熬制过程中汤的温度变化,将整个熬制过程分成 4 个阶段<sup>[14]</sup>。在电炖锅锅中按比例加入食材后,盖好锅盖将其加热至沸腾,并在沸腾状态下保持一定时间,再自然降温至保温温度并保温一定时间,然后自然冷却至 35~40 °C,取样进行感官评价和营养成分分析。以加热电压、沸腾时间、保温温度和保温时间为试验因素,以鱼头汤粗脂肪、粗蛋白、灰分和固形物含量以及感官评分为指标,设计  $L_{16}(4^5)$  正交试验。

3) 主要营养成分的测定。固形物含量采用 105 °C 常压烘干法测定(GB 50093-2010);粗蛋白含量采用凯氏定氮法测定(GB 5009.5-2010);粗脂肪含量采用索氏抽提法测定(GB/T 14772-2008);灰分含量采用 550 °C 马弗炉灰化法测定(GB/T 9695.18-2008)。

4) 感官品质评定。感官评定小组由 7 人组成,按照食品感官评定规则进行评定,评定指标及评分标准见表 1,以 7 位评定员的平均分为各指标的评分。

表 1 鱼头汤的感官品质评分标准

Table 1 Grading standards sensory qualities of fish head soup

品质指标 Quality index	评分标准 Grading standards	分值 Scores
色泽 Color	乳白,清澈,颜色均匀 Milky white, limpidity, uniform	8~10
	较白,较清澈,较均匀 Less white, less clear, less uniform	4~7
	偏黄,浑浊,不均匀 Little yellow, turbid, non-uniform	0~3
	鲜味浓,口感醇厚,回味好 Full flavor, high acceptable mouthfeel	8~10
滋味 Taste	鲜味不足,口感纯正,回味较好 Less flavor, less acceptable mouthfeel	4~7
	味平淡,口感弱,无回味 Little flavor, little acceptable mouthfeel	0~3
	肉香味浓郁,几乎没腥气 Favorite meat odor	8~10
气味 Odor	肉香味较强,略有腥气 Less meat odor	4~7
	肉香味较弱,腥气重 Little meat odor	0~3

5) 2 种烹饪模式熬制的鱼头汤滋味鉴别。将 2 种烹饪模式熬制的鱼头汤冷却至室温,抽滤,使用  $\alpha$ -ASTREE II 型味觉指纹分析仪(电子舌)鉴别。样品延迟时间: 0 s; 获取时间: 120 s; 获取周期: 1.00 s; 搅拌速率: 60 r/min。

6) 2 种烹饪模式熬制的鱼头汤风味成分鉴别。气味指纹分析仪(电子鼻)检测: 取鲢鱼头汤 3 mL 于 10 mL 顶空样瓶中,压盖密封。载气,合成干燥空气; 载气流速, 150 mL/min; 顶空产生时间, 1 200 s; 顶空产生温度, 60 °C; 搅动速度, 500 r/min; 顶空注射体积, 2.5 mL; 顶空注射速度, 2.5 mL/s; 注射针总体积, 5 mL; 注射针温度, 45 °C; 测试获取时间, 120 s; 延滞时间, 300 s。SPME-GC-MS 检测: 取 15 mL 鲢鱼头汤于 40 mL 顶空样瓶中,加入微型磁力搅拌子,置于磁力搅拌台上,在 60 °C 下平衡 15 min 后,将 SPME 针管插入顶空样瓶中萃取 40 min,迅速取出插入到气质联用仪的进样口, 250 °C 解析 5 min,取出 SPME 针管。色谱柱: DB-5MS 弹性毛细管柱(30 m×0.25 mm×0.25  $\mu$ m); 程序升温: 柱初温 40 °C, 保持 2 min, 以 5 °C/min 升至 90 °C, 保持 5 min, 再以 8 °C/min 升至 250 °C; 进样口温度, 250 °C; 载气流量, 1.0 mL/min, 氦气不分流; 传输线温度, 280 °C; 离子源温度, 230 °C; 四级杆温度, 150 °C; 电子能量, 70 eV; 质量扫描范围,  $m/z$  50~450。

### 1.4 数据处理

烹制工艺优化数据、味觉指纹分析和气味指纹分析数据、SPME-GC-MS 数据分别采用 SAS 软件、Alpha SOFTV9.1 软件、计算机检索谱库 WILEY 及 NIST 08(结合面积归一化法确定其相对含量)进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 烹制工艺对鲢鱼头汤营养成分及感官品质的影响

1) 烹制工艺对鲢鱼头汤营养成分含量的影响。由表 2 和表 3 可知,加热电压、沸腾时间、保温温度和保温时间对鱼头汤中营养成分含量有显著影响。加热电压和沸腾时间对灰分影响最大,保温温度和保温时间对鱼头汤的粗脂肪和粗蛋白影响最大,固形物含量与加热电压、保温时间相关最大。综合考虑烹制工艺对鱼头汤营养成分含量的影响,其适宜烹制工艺为:先用 180 V 电压加热食材至沸腾,保持

表 2 不同条件烹制的鱼头汤的营养成分含量及感官评分

Table 2 Nutritional components and sensory qualities of fish head soup of different cooking conditions

序号 No.	加热电压/V Heating voltage	沸腾时间/min Boiling time	保温温度/℃ Incubation temperature	保温时间/min Incubation time	营养成分含量/% Nutritional components				感官评分 Sensory scores		
					粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein	灰分 Ash	固形物 Solid	色泽 Color	滋味 Taste	香气 Flavor
1	110	5	65	20	0.18±0.01	0.76±0.01	1.46±0.16	2.02±0.17	5.00±1.00	5.00±1.00	3.86±1.35
2	110	10	75	40	0.29±0.05	0.88±0.01	2.49±0.26	2.06±0.06	8.14±0.69	4.00±0.58	3.14±1.07
3	110	15	85	60	0.26±0.02	1.02±0.01	0.48±0.18	1.50±0.20	7.00±1.00	4.57±1.40	3.71±0.95
4	110	20	95	80	0.36±0.03	1.41±0.04	1.02±0.11	2.50±0.08	6.14±0.69	5.29±0.49	3.43±0.53
5	140	10	85	80	0.40±0.04	0.74±0.02	0.99±0.18	2.41±0.16	7.29±0.49	5.43±0.53	3.57±0.53
6	140	5	95	60	0.16±0.00	0.70±0.03	0.96±0.03	1.89±0.01	7.43±0.53	4.57±0.53	4.57±0.79
7	140	20	65	40	0.18±0.03	1.19±0.02	0.41±0.26	1.98±0.12	6.29±0.49	4.57±0.53	4.71±0.49
8	140	15	75	20	0.13±0.02	0.75±0.04	1.04±0.06	1.23±0.08	6.00±0.58	5.43±0.98	5.86±0.90
9	180	15	95	40	0.52±0.03	1.02±0.01	1.33±0.19	3.11±0.64	6.43±0.53	5.43±0.53	5.43±0.53
10	180	20	85	20	0.48±0.01	0.94±0.01	1.48±0.13	2.51±0.13	7.57±0.79	6.43±0.98	7.14±1.07
11	180	5	75	80	0.23±0.02	0.54±0.02	1.66±0.42	2.36±0.15	7.86±0.38	6.86±0.38	6.29±0.49
12	180	10	65	60	0.31±0.01	0.51±0.02	1.63±0.09	1.75±0.03	8.43±0.79	7.43±0.53	7.71±0.76
13	220	20	75	60	0.05±0.01	0.93±0.02	0.55±0.15	2.19±0.06	8.71±0.49	7.86±0.69	8.00±0.58
14	220	15	65	80	0.05±0.01	1.01±0.02	0.50±0.16	2.13±0.17	5.86±0.49	5.71±0.95	4.43±1.13
15	220	10	95	20	0.32±0.01	0.75±0.01	0.96±0.16	1.94±0.01	7.00±0.58	6.43±0.98	6.71±0.49
16	220	5	85	40	0.64±0.05	0.65±0.01	0.97±0.01	1.73±0.07	7.29±0.49	7.43±0.79	6.86±1.57

表 3 烹制条件对鱼头汤中营养成分及感官品质影响的方差分析(F/α)<sup>1)</sup>

Table 3 Effect of cooking conditions on nutritional components and sensory qualities of fish head soup by ANOVA(F/α)

方差来源 Sources of variance	营养成分 Nutritional components				感官评分 Sensory scores		
	粗脂肪含量 Crude fat	粗蛋白含量 Crude protein	灰分含量 Ash	固形物含量 Solid	色泽 Color	滋味 Taste	香气 Flavor
加热电压 Heating voltage	2.47/0.080	151.52/0.010	23.89/0.001	6.26/0.001	12.84/0.001	39.25/0.001	65.59/0.001
沸腾时间 Boiling time	5.97/0.001	565.38/0.010	17.16/0.001	2.23/0.100	21.08/0.001	3.90/0.010	4.58/0.001
保温温度 Incubation temperature	27.67/0.001	82.35/0.001	7.78/0.001	3.81/0.020	20.23/0.001	2.63/0.050	3.42/0.020
保温时间 Incubation time	10.19/0.001	75.78/0.001	4.88/0.010	6.37/0.001	25.23/0.001	3.27/0.020	16.21/0.001
模式 Modes	11.58/0.001	220.48/0.001	13.43/0.001	4.67/0.001	19.85/0.001	12.26/0.001	22.45/0.001

1)  $\alpha \leq 0.05$ , 显著影响;  $\alpha \leq 0.01$ , 极显著影响。  $\alpha \leq 0.05$  indicate significant difference;  $\alpha \leq 0.01$  indicate especially significant difference.

沸腾 10 min, 然后自然降温至 85 ℃ 并保温 40 min。

2) 烹制工艺对鲢鱼头汤感官品质的影响。由表 2 和表 3 可知, 加热电压、沸腾时间、保温温度和保温时间等对鱼头汤色泽、滋味、香气等感官品质具有显著影响。4 个因素对鱼头汤色泽均有极显著影响, 其中保温时间对鱼头汤影响最大, 加热电压对鱼头汤影响最小。加热电压和沸腾时间对鱼头汤滋味的影响最大, 加热电压、沸腾时间、保温时间对鱼头汤的香味均有极显著影响, 影响大小顺序为: 加热电压 > 保温时间 > 沸腾时间 > 保温温度。综合考虑烹制工艺条件对鱼头汤感官品质的影响, 其适宜的烹制工艺为: 用 180 V 电压加热食材至沸腾并保持 20 min, 然后自然降温至 75 ℃ 并保温 60 min。

## 2.2 鱼头汤烹制工艺参数的确定与验证

根据上述试验结果, 分别采用 1 号(加热电压 180 V、沸腾时间 10 min、保温温度 85 ℃、保温时间

40 min) 和 2 号(加热电压 180 V、沸腾时间 20 min、保温温度 75 ℃、保温时间 60 min) 2 个烹制工艺制备鱼头汤, 并比较两者的营养成分含量和感官品质(表 4)。采用后者制得的鱼头汤的粗脂肪、粗蛋白、灰分和固形物含量高于前者的, 鱼头汤的色泽、滋味及香气更优。因此, 选择加热电压 180 V、沸腾时间 20 min、保温温度 75 ℃、保温时间 60 min 作为电炖锅烹制鱼头汤的最适宜工艺参数。

## 2.3 烹制模式对鲢鱼头汤品质的影响

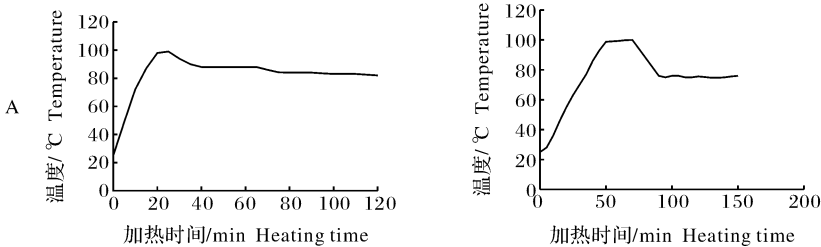
采用正交试验优化所得到的电炖锅烹制工艺参数(总时间约 2.5 h)、美的智能电饭煲内置制汤工艺参数(总时间 2 h)分别制作鱼头汤(图 1)。

1) 烹制模式对鲢鱼头汤营养成分和感官品质的影响。由表 5 可知, 采用电炖锅熬制的鱼头汤的粗脂肪、粗蛋白、灰分及固形物含量明显高于智能电饭煲的。鱼头汤的色泽、滋味和气味等感官评分也均高于智能电饭煲的。

表 4 2 种优化条件烹饪鱼头汤的营养成分含量及感官评分

Table 4 Nutritional components and sensory qualities of fish head soup of two kinds of optimized cooking conditions

序号 No.	营养成分含量/% Nutritional components				感官评分 Sensory scores		
	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein	灰分 Ash	固形物 Solid	色泽 Color	滋味 Taste	香气 Flavor
1	0.27±0.00	1.57±0.04	1.08±0.00	2.93±0.00	7.98±1.00	7.00±0.50	7.50±0.48
2	0.30±0.00	1.92±0.12	1.14±0.00	3.28±0.00	8.29±0.76	8.14±0.38	8.71±0.49



A: 智能电饭煲加热 Electric cooking pot; B: 电炖锅加热 Electric sauce-pan.

图 1 2 种烹饪模式熬制鱼头汤的温度曲线图

Fig. 1 Temperature profile of fish head soup cooked by cooking modes

表 5 烹制模式对鲢鱼头汤营养成分及感官品质的影响

Table 5 Effect of nutritional components and sensory qualities of fish head soup cooked by cooking modes

熬制模式 Cooking modes	营养成分含量/% Nutritional components				感官评分 Sensory scores		
	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein	灰分 Ash	固形物 Solid	色泽 Color	滋味 Taste	气味 Flavor
电炖锅 Electric sauce-pan	0.30±0.00	1.92±0.12	1.14±0.00	3.28±0.00	8.29±0.76	8.14±0.38	8.71±0.49
智能电饭煲 Electric cooking pot	0.15±0.00	1.16±0.06	0.94±0.00	2.12±0.00	7.68±0.47	5.14±0.90	6.00±0.82

2)烹饪模式对鲢鱼头汤滋味的影响。图 2 为 2 种烹饪模式熬制的鲢鱼头汤经滋味指纹分析仪(电子舌)所得的主成分分析(PCA)图,主成分 1(PC1)和主成分 2(PC2)的方差贡献率分别为 98.734%、0.698%,累计方差贡献率为 99.432%,说明 PC1 和 PC2 能够反映样品的整体信息。但区分指数(discrimination index,DI)仅为 67,低于能有效区分的 DI 值(80~100),说明 2 种汤的滋味特征相似。

2)烹饪模式对鲢鱼头汤气味的影响。图 3 为 2 种烹饪模式熬制的鲢鱼头汤经气味指纹分析仪(电子鼻)所得的主成分分析(PCA)图。主成分 1(PC1)和主成分 2(PC2)的方差贡献率分别为 84.08%、14.912%,累计方差贡献率为 98.92%,其 DI 值为 66,表明 2 个样品的气味特征相似,经 2 种烹饪模式熬制的鲢鱼头汤气味无明显差别。因此,采用 SPME-GC-MS 方法对 2 种不同烹饪模式熬制的鲢鱼头汤中的挥发性风味成分进行进一步分析和鉴定。

3)烹饪模式对鲢鱼头汤气味的影响。图 3 为 2

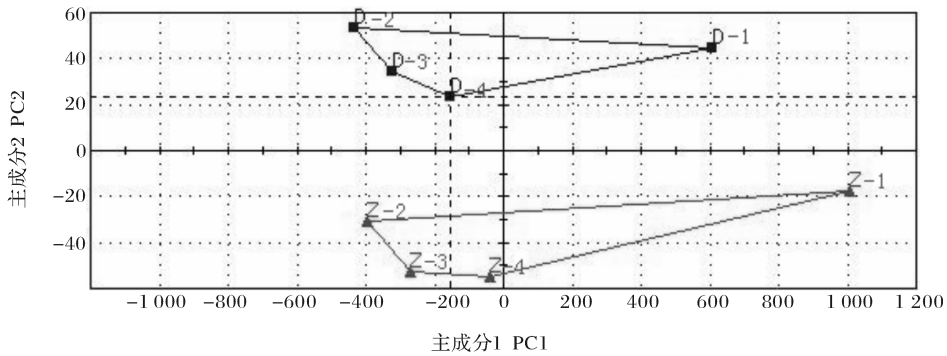


图 2 采用电炖锅(Z)和电饭煲(D)制备的鱼头汤滋味指纹分析的主成分分析图

Fig. 2 PCA polt of fish head soup by different cooking modes based on electronic tongue analyzer

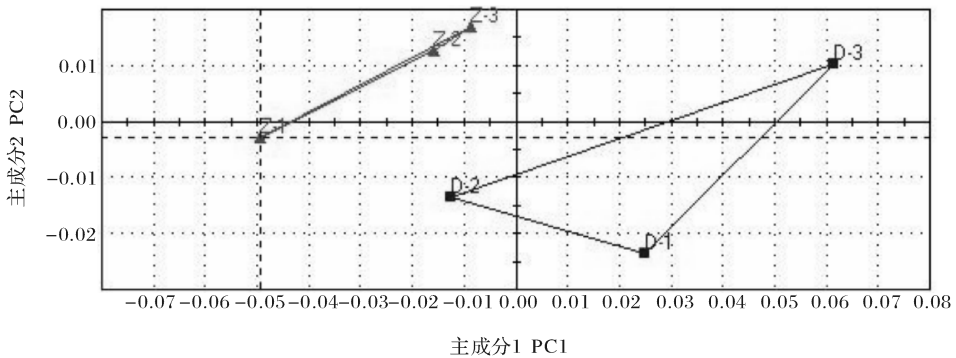


图 3 采用电炖锅(Z)和电饭煲(D)制备的鱼头汤气味指纹分析的主成分分析图

Fig. 3 PCA polt of fish head soup by different cooking modes based on electronic noses

采用 SPME-GC-MS,从 2 种鱼头汤中分别检测出 69 种和 56 种挥发性物质,其中共有风味成分 46 种(表 6,表 7),鲢鱼头汤中挥发性成分多为一些醛、醇和碳氢化合物,这和刘奇等<sup>[17]</sup>、杨玉平等<sup>[18]</sup>的结果一致。采用电炖锅烹制的鲢鱼头汤中检测出的醛、醇、酯的相对含量分别为 23.16%、18.03%、

2.06%,低于采用智能电饭煲熬制的同类挥发性成分(38.29%、21.36%、2.35%);而酮、碳氢化合物、酸以及杂环化合物中的相对含量分别为 6.77%、46.45%、0.08%、3.45%,明显高于智能电饭煲熬制的同类挥发性成分(0.71%、37.12%、0.00%、0.17%)。

表6 烹制模式对鱼头汤中挥发性成分的影响<sup>1)</sup>

Table 6 Effect of volatile flavor compounds of fish head soup cooked by cooking modes

种类 Types	化合物名称 Compounds	相对峰面积 Relative peak area		相对含量/% Relative amount	
		A	B	A	B
醛类 Aldehyde compounds	己醛 Hexana	0.65	0.23	0.88	0.33
	庚醛 Heptanal	0.26	0.00	0.35	0.00
	苯甲醛 Benzaldehyde	0.12	0.07	0.16	0.10
	辛醛 Octanal	0.49	0.38	0.66	0.54
	( <i>E,E</i> )-2,4-二庚烯醛 ( <i>E,E</i> )-2,4-Heptadienal	0.02	0.05	0.03	0.07
	苯乙醛 Benzeneacetaldehyde	0.03	0.00	0.04	0.00
	( <i>E</i> )-2-辛醛 ( <i>E</i> )-2-Octenal	0.12	0.10	0.16	0.14
	壬醛 Nonanal	0.83	0.59	1.12	0.84
	( <i>R</i> )-3,7-二甲基-6-辛烯醛 ( <i>R</i> )-3,7-Dimethyl-6-octenal	0.35	0.38	0.47	0.54
	癸醛 Decanal	0.43	0.46	0.58	0.65
	( <i>Z</i> )-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛 ( <i>Z</i> )-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal	5.68	9.59	7.69	13.65
	3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal	7.66	13.47	10.37	19.17
	2,4-癸二烯醛 2,4-Decadienal	0.02	0.04	0.03	0.06
	十四醛 Tetradecanal	0.43	0.18	0.58	0.26
	( <i>Z</i> )-7-十六醛 ( <i>Z</i> )-7-Hexadecenal	0.02	0.00	0.03	0.00
	( <i>Z,Z</i> )-10,12-十六二烯醛 ( <i>Z,Z</i> )-10,12-Hexadecadienal	0.00	0.31	0.00	0.44
( <i>E</i> )-14-十六烯醛 ( <i>E</i> )-14-Hexadecenal	0.00	1.03	0.00	1.47	
( <i>Z</i> )-9-十八烯醛 ( <i>Z</i> )-9-Octadecenal	0.00	0.02	0.00	0.03	
小计 Sub-total		17.11	26.9	23.16	38.29
醇类 Alcohol compounds	1-辛烯-3-醇 1-Octen-3-ol	0.15	0.12	0.20	0.17
	桉叶油醇 Eucalyptol	4.84	5.88	6.55	8.37
	( <i>E</i> )-2-辛烯-1-醇 ( <i>E</i> )-2-Octen-1-ol	0.07	0.10	0.09	0.14
	3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	0.68	1.12	0.92	1.59
	茨醇 Borneol	3.00	2.83	4.06	4.03
	4-甲基-1-(1-甲基乙基)-3-环己烯-1-醇 4-Methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol	0.33	0.45	0.45	0.64
	$\alpha$ -松油醇 $\alpha$ -Terpineol	2.51	2.51	3.40	3.57
	6,6-二甲基二环[3.1.1]庚-2-烯-2-甲醇 6,6-Dimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol	0.11	0.09	0.15	0.13
	3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol	0.43	0.72	0.58	1.02
	( <i>E</i> )-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇 ( <i>E</i> )-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	0.44	0.92	0.60	1.31
	[ <i>S</i> ( <i>Z</i> )]-3,7,11-三甲基-1,6,10-十二烷三烯-3-醇 [ <i>S</i> ( <i>Z</i> )]-3,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol	0.19	0.27	0.26	0.38
	油醇 Oleyl alcohol	0.03	0.00	0.04	0.00
	5-十九烯-1-醇 5-Nonadecen-1-ol	0.54	0.00	0.73	0.00
小计 Sub-total		13.32	15.01	18.03	21.36
酯类 Ester compounds	(1 <i>S</i> -内型)-1,7,7-三甲基二环[2.1.1]庚烷-2-醇乙酸酯 (1 <i>S</i> -endo)-1,7,7-Trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol-acetate	0.58	0.67	0.79	0.95
	( <i>E</i> )-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇乙酸酯 ( <i>E</i> )-3,7-Dimethylacetate-2,6-octadien-1-ol	0.89	0.93	1.20	1.32
	5,8,11,14,17-二十碳五烯酸甲酯 5,8,11,14,17-Methyleicosapentaenoate	0.05	0.05	0.07	0.07
	小计 Sub-total		1.52	1.65	2.06
酮类 Ketone compounds	2-庚酮 2-Heptanone	0.05	0.04	0.07	0.06
	6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Methyl-5-hepten-2-one	4.57	0.00	6.19	0.00
	2-甲基-6-亚甲基-1,7-辛二烯-3-酮 2-Methyl-6-methylene-1,7-octadien-3-one	0.16	0.14	0.22	0.20
	(1 <i>R</i> )-1,7,7-三甲基-二环[2.1.1]庚烷-2-酮 (1 <i>R</i> )-1,7,7-Trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	0.22	0.23	0.30	0.33
	2-十一酮 2-Undecanone	0.00	0.09	0.00	0.13
小计 Sub-total		5.00	0.50	6.77	0.71

续表6 Continued from Table 6

种类 Types	化合物名称 Compounds	相对峰面积 Relative peak area		相对含量/% Relative amount		
		A	B	A	B	
	(1S)- $\alpha$ -蒎烯 (1S)- $\alpha$ -Pinene	2.61	0.00	3.53	0.00	
	(1R)- $\alpha$ -蒎烯 (1R)- $\alpha$ -Pinene	0.02	2.66	0.03	3.79	
	(1S)- $\beta$ -蒎烯 (1S)- $\beta$ -Pinene	0.56	0.43	0.76	0.61	
	$\beta$ -月桂烯 $\beta$ -Myrcene	2.67	0.00	3.61	0.00	
	$\alpha$ -水芹烯 $\alpha$ -Phellandrene	0.31	0.31	0.42	0.44	
	间异丙基甲 1-Methyl-3-(1-methylethyl)-benzene	0.12	0.00	0.16	0.00	
	邻异丙基甲 1-Methyl-2-(1-methylethyl)-benzene	0.00	0.24	0.00	0.34	
	3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯 3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene	0.13	0.00	0.18	0.00	
	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯 (Z)-3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene	0.00	0.03	0.00	0.04	
	1-甲基-4-(1-亚甲基乙基)-环己烯					
	1-Methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene	0.76	0.62	1.03	0.88	
	2,6-二甲基-2,6-辛二烯 2,6-Dimethyl-2,6-octadiene	0.26	0.26	0.35	0.37	
	十三烷 Tridecane	0.00	0.03	0.00	0.04	
	十四烷 Tetradecane	0.03	0.07	0.04	0.10	
	石竹烯 Caryophyllene	0.04	0.00	0.05	0.00	
	$\gamma$ -榄香烯 $\gamma$ -Elemene	0.09	0.11	0.12	0.16	
	(E)- $\alpha$ -香柠檬烯 (E)- $\alpha$ -Bergamotene	0.03	0.00	0.04	0.00	
	1-(1,5-二甲基-4-己烯基)-4-甲基苯					
	1-(1,5-Dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-benzene	1.63	1.81	2.21	2.58	
	[S-(R*,S*)]-5-(1,5-二甲基-4-己烯基)-2-甲基-1,3-环己二烯					
	[S-(R*,S*)]-5-(1,5-Dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-1,3-cyclohexadiene	6.05	5.99	8.19	8.53	
碳氢化合物 Hydrocarbon omounds	十五烷 Pentadecane	1.08	0.58	1.46	0.83	
	(S)-1-甲基-4-(5-甲基-1-亚甲基-4-己烯基)-环己烯					
	(S)-1-Methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-cyclohexene	2.10	1.92	2.84	2.73	
	[S-(R*,S*)]-3-(1,5-二甲基-4-己烯基)-6-亚甲基环己烯					
	[S-(R*,S*)]-3-(1,5-Dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-cyclohexene	2.18	2.48	2.95	3.53	
	十六烷 Hexadecane	0.30	0.27	0.41	0.38	
	8-十七碳烯 8-Heptadecene	3.08	1.87	4.17	2.66	
	1-十七碳烯 1-Heptadecene	1.06	0.00	1.43	0.00	
	十七烷 Heptadecane	8.54	6.23	11.56	8.87	
	环十五烷 Cyclopentadecane	0.13	0.00	0.18	0.00	
	二十七烷 Heptacosane	0.02	0.00	0.03	0.00	
	十八烷 Octadecane	0.08	0.04	0.11	0.06	
	1,11-十二碳二烯 1,11-Dodecadiene	0.00	0.01	0.00	0.01	
	1,4-二十碳烯 1,4-Eicosadiene	0.07	0.00	0.09	0.00	
	1-十九碳烯 1-Nonadecene	0.20	0.10	0.27	0.14	
	十九烷 Nonadecane	0.04	0.02	0.05	0.03	
	(Z)-5-十九碳烯 (Z)-5-Nonadecene	0.04	0.00	0.05	0.00	
	(E)-3-十八碳烯 (E)-3-Octadecene	0.02	0.00	0.03	0.00	
	(E,Z)-1,3-环十二碳烯 (E,Z)-1,3-Cyclododecadiene	0.03	0.00	0.04	0.00	
	(E,E,E)-1,4,8-十二碳三烯 (E,E,E)-1,4,8-Dodecatriene	0.04	0.00	0.05	0.00	
	小计 Sub-total		34.32	26.08	46.45	37.12
	杂环 N-Containing compounds	甲氧基苯基胍 Methoxyphenyloxime	2.55	0.00	3.45	0.00
		2-乙基呋喃 2-Ethylfuran	0.00	0.12	0.00	0.17
	小计 Sub-total		2.55	0.12	3.45	0.17
	酸 Acid compounds	n-十六酸 n-Hexadecanoic acid	0.06	0.00	0.08	0.00
	小计 Sub-total		0.06	0.00	0.08	0.00
总计 Total		73.88	70.26	100.00	100.00	

1)A为采用正交试验优化所得到的电炖锅烹制工艺参数熬制的鲢鱼头汤,B为采用美的智能电饭煲内置制汤工艺参数熬制的鲢鱼头汤。A is cooked by electric saucepan,B is cooked by electric cooking pot. 下表同。The same as follows.

表 7 烹制模式熬制鲢鱼头汤中挥发性成分的种类和数量

Table 7 Types and quantities of flavor compounds of fish head soup cooked by cooking modes

类别 Types	数量 Quantities		相对含量/% Relative amount	
	A	B	A	B
醛类化合物 Aldehyde compounds	15	15	23.16	38.29
醇类化合物 Alcohol compounds	13	11	18.03	21.36
酯类化合物 Ester compounds	3	3	2.06	2.35
酮类化合物 Ketone compounds	4	4	6.77	0.71
碳氢化合物 Hydrocarbon compounds	32	22	46.45	37.12
酸类化合物 Acid compounds	1	0	0.08	0.00
杂环化合物 Heterocyclic compounds	1	1	3.45	0.17
总计 Total	69	56	100	100

### 3 讨论

#### 3.1 烹制条件对鱼头汤品质的影响

汤汁品质受原料特性、制汤时加热温度、加热时间等影响<sup>[19]</sup>。唐学燕等<sup>[11]</sup>研究表明,较长的煮汤时间可使汤中营养物质含量显著升高、鱼汤的滋味和气味品质更好。夏启泉等<sup>[12]</sup>认为采用中火、大火加热熬制时鲫鱼浓汤的效果最佳。徐红梅<sup>[13]</sup>研究证明,采用中火(汤汁温度 90~95℃)熬制鲢鱼头汤的浓稠度、色泽、口感、风味优于采用大火熬制(汤汁温度在 98℃左右)的,且熬制 2.5 h 鱼汤的综合感官评分明显高于熬制 1、1.5、2 h 鱼汤的。本试验采用经改造的电炖锅,在电阻一定的情况下,通过控制加热电压来调节升温速率,在不同的加热电压、沸腾时间、保温温度及保温时间下熬制鱼头汤,通过比较汤的营养品质及感官品质,得出较高加热电压(180 V)、较长高温加热时间(20 min)、较低保温温度(75℃)和较长保温时间(60 min)制作的鱼头汤综合评价最高,本研究 and 瞿明勇等<sup>[14-15]</sup>结果一致。

#### 3.2 烹饪模式对鱼头汤品质的影响

汤的品质取决于其营养和风味品质,汤中的蛋白质、脂肪、核酸、游离氨基酸、挥发性风味物质等含量越高则汤的营养、滋味和香味等品质越好<sup>[6-7]</sup>。汤熬制时间越长,溶入到汤中的蛋白质、脂肪、核酸、呈味氨基酸等越多,汤的口感更稠厚,肉香味更浓<sup>[10-15]</sup>。汤中醛类化合物对总体气味特征有重要影响,多呈现腥味和脂肪氧化味<sup>[20]</sup>;酮类一般具有鲜香味<sup>[21]</sup>;烃类物质气味较为温和,通常具有清香和甜香味<sup>[22]</sup>。尽管经电子鼻及电子舌检测表明采用电炖锅和智能电饭煲熬制的鱼头汤的气味及滋味特征相似,但采用电炖锅熬制的鱼头汤的营养品质及感官品质显著高于智能电饭煲的。其原因可能是锅体材质、加热曲线不同所致。电饭煲为铝合金锅

体,导热快,升温至沸腾所需时间短(约 20 min)、煮沸后又快速降温至 84℃左右保温,总熬制时间为 2 h;而电炖锅为陶瓷锅体,锅体较厚、加热升温较慢,升温至沸腾所需时间较长(约 50 min),沸腾保持 20 min 后再缓慢降温至 75℃保温 60 min,总熬制时间约为 2.5 h。电炖锅熬制的鱼头汤中挥发性风味物质种类较多,香味物质酮类和碳氢类化合物含量显著高于智能电饭煲的,而腥味物质醛类化合物含量明显少于智能电饭煲的,因此,其滋味和气味品质更好,这与杜华英等<sup>[23]</sup>研究结果一致。

### 参 考 文 献

- [1] 金庆华,李桂玲. 中国鲢鱼营养成分的研究[J]. 食品科学, 1998, 19(8): 41-43.
- [2] 郭松超. 鲢鱼头 EPA 及 DHA 含量和营养成分分析[J]. 广西预防医学, 1998, 4(1): 10-11.
- [3] 黄春红,曾伯平,董建波. 青鱼、草鱼、鲢鱼和鳊鱼鱼头营养成分比较[J]. 湖南文理学院学报:自然科学版, 2008, 20(3): 46-48.
- [4] OFFICER D I, MORRIS G. Fish soup versus fish mince: a rapid autoclave method for preparing fish flesh for chemical analysis[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(9): 1428-1432.
- [5] MOL S. Preparation and the shelf-life assessment of ready-to-eat fish soup[J]. European Food Research and Technology, 2005, 220(3/4): 305-308.
- [6] 瞿明勇. 排骨汤和鸡汤的烹制工艺及营养特性[D]. 武汉:华中农业大学图书馆, 2008.
- [7] 岳馨钰. 瓦罐鸡汤特征滋味成分研究及工艺条件对其品质的影响[D]. 武汉:华中农业大学图书馆, 2009.
- [8] 李琴. 双孢蘑菇汤特征风味物质的鉴定及熬制过程风味物质释放规律的研究[D]. 无锡:江南大学图书馆, 2011.
- [9] 贾丹,刘敬科,熊善柏,等. 不同体质量鲢肌肉中主要滋味物质的研究[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(3): 124-129.
- [10] 吕广英,丁玉琴,孔进喜,等. 加工方式对鱼骨汤营养和风味的影响[J]. 华中农业大学学报, 2013, 32(2): 123-127.
- [11] 唐学燕,陈洁,李更更,等. 加工方法对鱼汤营养成分的影响



- [J]. 食品工业科技, 2008, 29(10): 248-252.
- [12] 夏启泉, 许慧卿. 鲫鱼浓汤的制作工艺及营养分析[J]. 扬州大学烹饪学报, 2005, 22(3): 24-26.
- [13] 徐红梅. 热加工对鲮鱼汤品质影响研究[D]. 无锡: 江南大学图书馆, 2008.
- [14] 瞿明勇, 张瑞霞, 熊善柏, 等. 工艺参数对排骨汤营养特性的影响[J]. 食品科技, 2007(12): 123-126.
- [15] 瞿明勇, 张瑞霞, 熊善柏, 等. 猪排骨汤的营养品质及制作工艺优化[J]. 食品工业科技, 2008(4): 25-28.
- [16] 谢雯雯, 胡坚, 熊善柏, 等. 排骨汤的贮藏特性和动力学研究[J]. 食品科学, 2011, 32: 148-151.
- [17] 刘奇, 郝淑贤, 李来好, 等. 鲟鱼不同部分挥发性成分分析[J]. 食品科学, 2012, 33(16): 142-145.
- [18] 杨玉平, 熊光权, 程薇, 等. 顶空固相微萃取与气质联用法分析鲢鱼体中的挥发性成分[J]. 中国核科学技术进展报告, 2009, 1(8): 42-48.
- [19] 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.
- [20] XIE J C, SUN B G, ZHENG F P. Volatile flavor constituents in roasted pork of mini-pig[J]. Food Chemistry, 2008, 109(12): 506-514.
- [21] SERKAN S, GONCA G C. Analysis of volatile compounds of wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) by simultaneous distillation-extraction (SDE) and GC-MS [J]. Microchemical Journal, 2009, 93(2): 232-235.
- [22] ALASALVAR C, TAYLOR K D A, SHAHIDI F. Comparison of volatiles of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) during storage in ice by dynamic headspace analysis/gas chromatography-mass spectrometry[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(7): 2616-2622.
- [23] 杜华英, 叶慧, 徐明生, 等. 不同熬制方法对鸡汤品质的影响[J]. 肉类研究, 2013, 27(7): 26-29.

## Optimizing the cooking process of silver carp head soup and effects of cooking modes on the qualities of soups

TIAN-Qin WU Ke-jian XIE Wen-wen JIA-Dan XIONG Shan-bai

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

**Abstract** Soup of silver carp head was cooked by four-stage cooking process using electric sauce-pan. The effects of heating voltage, boiling time, incubating temperature and time on the qualities of soup were investigated. The effects of nutrients, sensory qualities, taste and flavor by different cooking modes were also compared. Nutritional qualities and sensory qualities of soup were significantly influenced by heating voltage, boiling time, incubating temperature and time. The optimal cooking technology optimized by orthogonal experiment was as follows: heating with 180 V and keeping boiling for 20 min, followed by incubating at 75 °C for 60 min. The nutrients and sensory qualities of fish head soup by this cooking technology were significantly higher than that of using electric cooking pot. Electronic tongue analyzer and electronic nose analyzer showed that both the tastes and flavors were similar, but SPME-GC-MS analysis revealed that the flavor of soup cooked by electric sauce-pan was rich than that cooked by electric cooking pot, which were identified 69 kinds and 56 kinds of volatile flavor compounds, respectively.

**Key words** electric sauce-pan; fish head soup; cooking conditions; sensory quality; nutritional content; flavor components

(责任编辑:陆文昌)