

鲫鱼营养汤的燃气煲汤工艺

韩忠, 戴临雪, 余旭聪, 孙大文, 成军虎

(华南理工大学食品科学与工程学院, 广东广州 510640)

摘要: 为探究烹制条件中保沸功率与保沸时长对传统菜肴老火靚汤营养健康性的影响, 以鲫鱼为原料, 选取三种小火火力模式(功率 300 W、500 W、700 W), 测定了在不同保沸时长(时间 0.5 h、2.5 h、4.5 h)下水溶性蛋白质、脂肪、游离氨基酸、肌苷酸等营养成分和风味成分的含量变化。结果表明: 保沸时间越长, 溶出的营养成分和风味成分也就越多, 同时嘌呤含量也增多; 相比于 700 W 和 500 W, 功率 300 W 有利于水溶性蛋白质、游离氨基酸、肌苷酸等充分析出; 至于嘌呤含量, 700 W 几乎达到 500 W 的 2 倍。根据鲫鱼汤营养健康性的需求, 确定适宜的制作工艺为保沸功率 500 W, 煲汤时间为 2.5 h。此时, 水溶性蛋白含量为 0.49 mg/mL, 游离氨基酸含量为 0.32 mg/mL, 肌苷酸含量为 0.16 mg/mL, 脂肪含量 0.63 mg/100 mL, 总嘌呤含量 10 μ g/mL, 既能保证较佳的营养风味, 又能满足痛风病人对嘌呤摄入量的控制。

关键字: 鲫鱼汤; 火候; 营养; 风味; 安全

文章编号: 1673-9078(2020)06-219-225

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.6.0845

Gas Cooking Technology of Crucian Carp Nutrition Soup

HAN Zhong, DAI Lin-xue, YU Xu-cong, SUN Da-wen, CHENG Jun-hu

(School of Food Science and Engineering South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To study the effects of boiling power and boiling time on the nutritional and health benefits of traditional dishes and double-stewed soup, crucian carp was used as the raw material, and three low-power fire modes (power 300 W, 500 W & 700 W) were selected. The changes in contents of nutrients and flavor substances such as water-soluble proteins, fat, free amino acids and inosinic acid (IMP) were determined after different boiling times (0.5 h, 2.5 h and 4.5 h). The obtained results showed that the longer the boiling time, the more nutrients and flavor substances dissolved concomitant with an increased purine content. Compared with boiling power 700 W and 500 W, 300 W was beneficial for the dissolution of the water-soluble proteins, free amino acids and inosinic acid(IMP). In terms of the purine content, the content for 700 W was almost twice as much as for 500 W. According to the nutritional and health requirements of crucian carp soup, the optimal cooking conditions were: boiling power 500 W, boiling time 2.5 h. Under these conditions, the content of water-soluble protein was 0.49 mg/mL, the content of free amino acids was 0.32 mg/mL, the content of inosinic acid (IMP) was 0.16 mg/mL, the content of fat was 0.63 mg/100 mL, with the total purine being 10 μ g/mL. Cooking in this way can ensure sufficient nutrients and desirable flavor in crucian carp soup, while meeting the required control of the purine intake by gout patients.

Key words: crucian carp soup; heat control; nutrition; flavor; safety

引文格式:

韩忠,戴临雪,余旭聪,等.鲫鱼营养汤的燃气煲汤工艺[J].现代食品科技,2020,36(6):219-225

HAN Zhong, DAI Lin-xue, YU Xu-cong, et al. Gas cooking technology of crucian carp nutrition soup [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(6): 219-225

中华老火靚汤是广东一道色香味俱全的传统名肴,也是广东人生活中标志性的饮食文化。它是指在煲汤时用慢火、文火长时间熬煮食材,常以鸡、猪、

收稿日期: 2019-08-31

基金项目: 广东省自然科学基金项目(2018A030313701); 广东省科技计划项目(2017B020207002)

作者简介: 韩忠(1981-),男,博士,副研究员,研究方向: 食品绿色加工

通讯作者: 成军虎(1983-),男,博士,副研究员,研究方向: 食品绿色加工

鱼、鸽子等动物食材搭配各类中药,以此食补养生^[1]。煲汤的过程,是沸水提取的过程。用小火长时间熬煮食材时,动物原料中的营养成分蛋白质、核酸、多糖等大分子物质部分降解和溶出,生成性能更好的小分子物质迁移至汤水中,最终达到动态平衡,赋予汤水营养和风味。

鲫鱼汤滋味鲜美、营养丰富,深受大众青睐。其含有的优质蛋白质有助于防止肝肾疾病、心脑血管疾病;经常食用也有助于提高视力和防止眼部疾病^[2]。

汤的品质不仅与原料有关,更取决于加工工艺方法与条件,如加水量、煲汤火候、煲汤时间等。目前已有火候与烹饪关系的相关报道,瞿明勇^[3]等研究了煮排骨汤的制作工艺,发现高温温度及时间、保温温度及时间对猪排骨汤的营养感官品质都有显著影响;夏启全^[4]研究了火候对鲫鱼浓汤感官特点的影响,认为在中火会使鱼汤浓稠度与鱼肉的嫩度和鲜味达到最佳效果。老火靓汤是用慢火、文火长时间煲的汤,但人们对文火具体火候热量往往以经验衡量居多,少用数据量化,因此操作主观性较大,煲制的汤在营养、口味方面差异明显,故将煲汤时的保沸火候通过热值计算以能量量化具有重要意义。在煲汤过程中,火力热负荷大会导致干烧等不良结果,因此不同小火火力对食物传热导致的营养健康性变化需要深入研究。

本研究以鲫鱼为原料,将燃气灶作为烹饪工具,选取三种小火火力模式,以汤中蛋白质、脂肪、氨基酸、肌苷酸、嘌呤含量以及蛋白消化率作为营养风味健康指标,并通过对不同火力的热值计算,研究不同保沸功率及保沸时长对鲫鱼汤品质的影响,为鱼汤的智能烹调提供借鉴,也为广东地区传统的特色老火靓汤类工业化生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验仪器和耗材

燃气灶,广东美的厨房电器制造有限公司;旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂;凯氏定氮仪 2300,德国 FOSS 公司;紫外分光光度计 UV-1800,津岛公司;高效液相色谱 Agilent 1100,美国安捷伦公司;微波消解仪,上海新仪微波化学科技有限公司;蛋白定量试剂盒,南京建成生物科技有限公司。

1.2 材料

新鲜鲫鱼,采购于广州大学城穗石集贸市场,重量约在 400 g 左右;食用油,金龙鱼葵花籽油。

1.3 方法

1.3.1 样品前处理和煲汤过程

将新鲜鲫鱼宰杀后去除内脏,洗净沥干称重。精确称量 50 g 食用油倒入锅中,开最大火加热食用油 30 s 后放入鲫鱼,正反两面各煎 30 s (准确计时)。加入蒸馏水,加水量为鲫鱼:水为 1:5 (质量比),记录鱼汤锅保沸前总重量。加水后依然保持最大火加热,同时使用热电偶,将温度探头插入锅内,没入水中,实时监测鱼汤温度,当其达到 98 °C 后转为实验条件火候

300 W、500 W、700 W 进行不同时长的保沸,保沸过程中注意观察火候稳定。

煲汤条件:先大火煮沸后转不同火候(300 W、500 W、700 W)继续保温。保沸时长为 0.5 h、2.5 h、4.5 h。煲汤结束后,先记录鱼汤锅总重量,再用两层纱布滤去上层浮沫,取样待测。

1.3.2 煲汤过程失水率的测定

记录煲汤开始及结束时鱼汤锅总重量,按下式计算煲汤过程的失水率。

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100\%$$

式中: P 失水率,%; W_0 加入水的重量, kg; W_1 煲汤前汤锅总重量, kg; W_2 煲汤后汤锅的总重量, kg。

1.3.3 水溶性蛋白含量的测定

采用蛋白定量试剂盒进行分析。按考马斯亮蓝贮备液:双蒸水=1:4 的比例(即 5 倍稀释)配制考马斯亮蓝显色液,按需配制,现用现配。将汤汁冷却后,取 0.05 mL 待测样品,加入 3.0 mL 配制好的考马斯亮蓝显色液,充分混合,静置 10 min,以 0.05 mL 双蒸水为对照,在波长 595 nm 处,以光径 1 cm 比色皿,测定各样品吸光度值。通过测定 0.05 mL 浓度为 0.563 g/L 的蛋白标准品的吸光度,计算出样品中水溶性蛋白的含量。

1.3.4 游离氨基酸含量的测定

参考刘慧燕的方法^[5]测定。

1.3.4.1 标准曲线的制作

分别取标准氨基酸溶液 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL 于试管中,用水补足至 1 mL。各加入 1 mL pH 5.4, 2 mol/L 醋酸缓冲液;再加入 1 mL 茚三酮显色液,用蒸馏水补至 5 mL,充分混匀后,盖住试管口,在 100 °C 水浴中加热 15 min,用自来水冷却。放置 5 min 后,加入 5 mL KIO_3 溶液稀释,充分摇匀,用分光光度计测定 $OD_{568\text{ nm}}$ 。以 $OD_{568\text{ nm}}$ 为纵坐标,氨基酸含量为横坐标,绘制标准曲线。

1.3.4.2 样品游离氨基酸含量的测定

取样品液 1 mL,加入 pH 5.4, 2 mol/L 醋酸缓冲液 1 mL 和茚三酮显色液 1 mL,用蒸馏水补至 5 mL,充分混匀后,盖住试管口,在 100 °C 水浴中加热 15 min,用自来水冷却。放置 5 min 后,加入 5 mL KIO_3 溶液稀释,充分摇匀,用分光光度计测定 $OD_{568\text{ nm}}$ (生成的颜色在 60 min 内稳定)。将样品测定的 $OD_{568\text{ nm}}$ 与标准曲线对照,可确定样品中氨基酸含量。

1.3.5 脂肪含量的测定

将汤汁摇匀,准确称取 10 g 汤样品,加入 120 mL 氯仿:甲醇溶液(2:1, V/V),45 °C 恒温振荡 2 h,加入

30 mL 饱和氯化钠溶液, 振荡均匀, 静置分层, 分液后用无水硫酸钠干燥, 得下层脂肪提取液后 45 °C 水浴旋转蒸发浓缩, 烘干后得到汤中粗脂肪样品。

将平底烧瓶置于 105 °C 烘箱烘干至恒重, 由其前后质量差可得汤中脂肪含量。

1.3.6 肌苷酸含量的测定

参照吴莹莹等^[6]采用高效液相色谱法对汤中肌苷酸含量测定。

1.3.6.1 样品前处理

准确移取 2 mL 汤样品于 4 mL 离心管中, 加入 2 mL 0.01 mol/L 草酸 (即乙二酸) 溶液, 在离心转速 8000 r/min 条件下离心 30 min, 吸取上清液用 0.45 μm 滤膜过滤后置于液相小瓶, 待检。

1.3.6.2 液相色谱条件

色谱柱: Hypersil ODS2 (4.6 mm×200 mm, 5 μm); 柱温 30 °C; 流动相 50 mmol/L, pH 6.5 乙酸铵缓冲溶液; 流速 1 mL/min; 进样量 10 μL; 紫外检测器波长 254 nm; 运行时间 15 min。

1.3.6.3 标准曲线的制作

准确称取肌苷酸标准品 0.025 g, 用 0.01 mol/L 草酸 (即乙二酸) 溶液溶解并定容到 50 mL, 得到 0.5 mg/mL 质量浓度的肌苷酸标准品母液。以肌苷酸标准品质量浓度 (0、0.05、0.1、0.2、0.3、0.5 mg/mL) 为横坐标, 对应肌苷酸峰面积为纵坐标制作标准曲线, 得标准曲线方程:

$$y=57737005.39x-66195.8, R^2=0.9995.$$

1.3.7 嘌呤含量的测定

鱼汤中嘌呤类物质检测采用高效液相法^[7]。

1.3.7.1 标准曲线的制作

分别准确称取四种嘌呤标准品 (鸟嘌呤、黄嘌呤、次黄嘌呤、腺嘌呤) 各 20.00 mg, 加入 0.1 mol/L NaOH 溶液 10 mL 溶解, 用蒸馏水分别定容至 100 mL, 即为 0.2 g/L 标准溶液, 4 °C 保存。

1.3.7.2 样品的处理

称取 1 mL 汤样于 10 mL 具塞刻度离心管中, 加入 10%(V/V) 高氯酸 3 mL, 置于沸水浴中水解 60 min, 冷却, 用 1 mol/L KOH 调节 pH 至 4, 定容至 10 mL, 以 3000 r/min 离心 30 min, 用滤纸滤去大部分沉淀物后, 再用 0.45 μm 针头过滤器过滤, 等待进样分析。

1.3.7.3 高效液相色谱条件

色谱柱: Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18 (4.6 mm×250 mm, 5 μm), 流动相: 7.0×10^{-3} mol/L $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-H}_3\text{PO}_4$ (pH=4.0), 流速 1.0 mL/min, 柱温

25 °C, 检测波长 254 nm, 进样量 20 μL。

1.3.8 鱼肉蛋白消化率的测定

采用胃蛋白酶消化法模拟胃及肠部的消化过程, 测定鱼肉蛋白质的胃消化率。实验方法如下: 取绞碎后的鱼肉肉末各 2.0 ± 0.5 g 置于 50 mL 离心管中, 添加 15 mL 模拟胃液 (0.1 g 胃蛋白酶溶于 1 L 0.1 mol/L 盐酸, pH 1.5), 混匀后置于 37 °C 的摇床上振荡 3 h。3 h 后取出其中一组样品, 各加入 10 mL 20% 三氯乙酸终止反应。离心后弃上清液, 残渣用凯氏定氮法测蛋白含量, 求出胃消化率。胃消化率用 PGD 表示, 即 Gastric Digestibility of Protein。

$$PGD(\%) = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \times 100\%$$

其中: P_0 为酶解处理前的蛋白质含量; P_1 为胃蛋白酶处理后的蛋白质含量。

1.4 热值计算

由于人们对文火具体火候热量大小的分辨往往以经验衡量居多, 少用数据量化。因此, 本文通过对煲汤过程中使用的天然气总量进行热值计算, 将燃气灶采取的三种小火火力模式, 用功率 300 W、500 W、700 W 衡量。以最小火力模式换算为功率 300 W 为例, 计算过程如表 1 所示。

表 1 燃气煲汤 (双眼灶) 的火力模式计算

Table 1 Fire mode calculation of fuel gas cooking

计算项目	数值
煲汤保沸开始时燃气表读数	10.1785 m ³
煲汤结束后燃气表读数	10.4520 m ³
燃气热值	3.553×10^7 J/m ³
煲汤时间	16200 s
得到换算功率	300 W

注: 燃气灶为双眼灶, 故同时煲两锅汤, 使用的燃气量为两锅汤的燃气总量。

通过天然气热值与体积流量的乘积计算热流量, 燃气灶具的热流量越大, 火力越猛。将燃气灶具单位时间放出的热量换算成保沸功率 300 W、500 W、700 W, 以此更好的量化不同的小火火力模式对鲫鱼汤营养安全性的影响。

1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2018 软件对数据进行处理分析, 利用绘图软件 Origin Pro 8 进行图表的绘制。实验结果均为三次实验的平均值。

2 结果与讨论

2.1 燃气煲汤对失水率的影响

汤汁含量是煲汤过程中的重要指标，关系到水溶性成分的溶出及含量。失水率则是参考汤汁含量的重要条件。过大的失水率会使得汤汁过于浓稠，影响鲫鱼汤的感官品质。燃气煲汤过程中的失水率如表 2 所示。随着煲汤时间的延长及煲汤火候功率的增大，鲫鱼汤失水率也增大。

表 2 燃气煲汤对失水率的影响 (%)

	0.5 h	2.5 h	4.5 h
300 W	1.2	7.5	12.5
500 W	4	12.5	15.5
700 W	20	30	32.5

2.2 水溶性蛋白含量

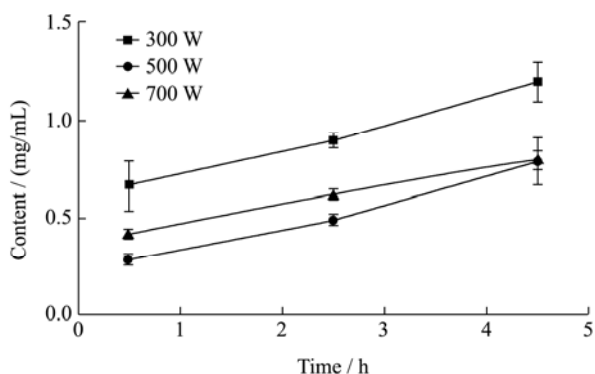


图 1 不同保沸时长对鲫鱼汤中水溶性蛋白含量的影响

Fig.1 Effect of different boiling time on soluble protein content in crucian carp soup

由图 1 可知，三种保沸功率下，保沸时长与水溶性蛋白含量正相关，水溶性蛋白质含量都随保沸时间的增加而增加，溶出速率基本保持不变。综合煲汤过程中失水率的影响，煲汤后期 2 h (2.5 h~4.5 h) 的水分蒸发量少于前期 2 h (0.5 h~2.5 h)，但水溶性蛋白的

表 3 不同保沸时长下鲫鱼汤中总游离氨基酸含量 (mg/mL)

	0.5 h	2.5 h	4.5 h
300 W	0.26±0.14 ^a	0.63±0.17 ^b	0.66±0.05 ^d
500 W	0.15±0.03 ^a	0.32±0.02 ^{bc}	0.46±0.03 ^c
700 W	0.13±0.01 ^a	0.21±0.01 ^c	0.27±0.01 ^f

注：同列数值后字母不同表示有显著性差异 ($p < 0.05$)。

游离氨基酸不仅是一种重要的营养物质，也是鲫鱼汤中重要的呈味物质，其种类和含量会直接影响汤的鲜美程度。由图 2 所示，保沸功率与游离氨基酸含

溶出速率增加，说明随着保沸时间的延长，鲫鱼原料中的水溶性蛋白逐步释放到汤中，从而鲫鱼汤中水溶性蛋白含量增加。在保沸时长为 4.5 h 时达到水溶性蛋白溶出最高点。这与朱琳芳等研究一致^[8]，其在研究熬煮过程中鲫鱼汤的蛋白组分变化情况时，发现随着熬煮时间的增加，MHC、Actin 蛋白质条带变浅，说明鱼肉中部分蛋白溶出，而长时间的保沸熬煮有助于蛋白质溶出。

对于保沸功率来说，并不是功率越高火力越大溶出蛋白质的量越多，最小火 300 W 保沸功率下溶出水溶性蛋白含量最高，在保沸时长 4.5 h 时达到 1.19 mg/mL；而在 500 W 与 700 W 保沸功率下仅为 0.79 mg/mL。在烹制过程中鱼肉蛋白质遇热开始凝固变性，并且随着保沸功率升高变性速度加快，维持蛋白质空间构象的次级键断裂，分子内部的非极性基团暴露到分子表面，使蛋白质溶解度降低，从而保护了原料鱼肉中的蛋白质不溶出^[9]。但保沸功率 700 W 时略高于 500 W，这是由于火力稍变大时，煲汤过程中失水率偏大，汤中水分蒸发变多消耗变大导致水溶性蛋白浓度升高。

2.3 游离氨基酸

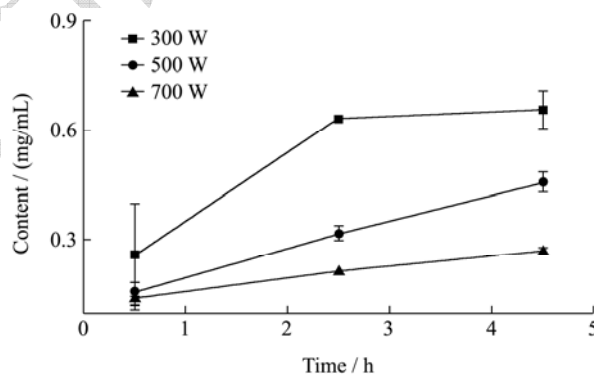


图 2 不同保沸时长对鲫鱼汤中游离氨基酸含量的影响

Fig.2 Effect of different boiling time on free amino acid content in crucian carp soup

量溶出呈反相关趋势，火候越小，游离氨基酸含量越高。在保沸时间 4.5 h 时，三种保沸功率的总游离氨基酸含量有显著性差异。300 W 保沸功率下游离氨基酸

含量最大达到 0.66 mg/mL; 在 700 W 保沸功率下最大游离氨基酸含量仅为 300 W 保沸功率的 40%, 为 0.27 mg/mL。

保沸时长与游离氨基酸含量溶出正相关, 保沸时间越长, 游离氨基酸含量越高, 熬煮前期 (2.5 h 内) 游离氨基酸溶出速率较高, 后期 (超过 2.5 h) 溶出速率变缓趋于稳定, 说明游离氨基酸溶出量达到峰值。同时, 煲汤后期 (超过 2.5 h) 氨基酸参加美拉德等一系列反应较多^[10,11]也会导致游离氨基酸含量保持稳定。因此, 鲫鱼汤的煮制时间在 3~4 h 左右即可达到比较理想的风味。

2.4 肌苷酸

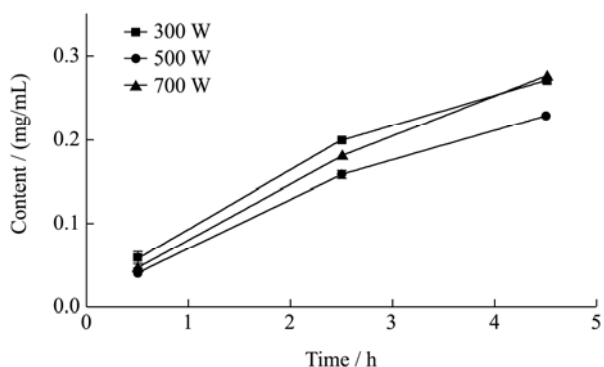


图 3 不同保沸时长对鲫鱼汤中肌苷酸含量的影响

Fig.3 Effects of different boiling time on inosinic acid content in crucian carp soup

肌苷酸具有风味特性, 是增鲜物质, 也是肉与肉制品中主要的鲜味物质来源。从图 3 中可以看出不同功率对于肌苷酸含量的影响不大, 其含量都随保沸时间的延长而增长, 肌苷酸含量在煲制 4.5 h 之后为 0.22~0.27 mg/mL。这是原料中的 ATP 发生热降解使得肌苷酸 (IMP) 含量增加。在熬煮后期 (2.5 h 之后) 肌苷酸含量增长速率变缓, 这是因为热降解作用的持续进行, 导致肌苷酸进一步降解为肌苷^[11]。值得注意的是, 肌苷酸的含量多少并不能直接反应汤最终的风味, 而应综合考虑游离氨基酸、美拉德反应产物等呈味物质与肌苷酸协同作用的结果。

2.5 脂肪

脂肪是决定肉类特征风味的物质, 饱和脂肪酸有助于鲫鱼汤特征风味的形成。经煮制后的鱼肉中间脂肪外溢, 一些亲水性的脂肪酸和脂溶性香味物质溶于汤中^[12]。保沸功率为 500 W 时, 脂肪含量在整个煲汤过程中持续降低, 0.5 h 时最高脂肪含量达到 1.97 mg/100 mL, 4.5 h 脂肪含量下降到 0.16 mg/100 mL。这是由于在不断的慢火炖同时熬煮时间不断延长的

情况下, 具有亲水性和疏水性两性作用的脂肪酸分子与水分子充分作用, 发生酯化反应; 同时饱和脂肪酸不断降解产生低分子物质。

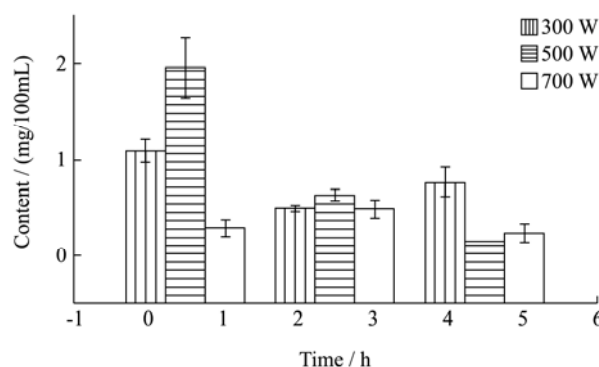


图 4 不同保沸时长对鲫鱼汤中脂肪含量的影响

Fig.4 Effect of different boiling time on fat content of crucian carp soup

从图 4 中也可以看出, 在保沸功率为 300 W 的熬煮过程中, 脂肪含量有先减少再增加再减少的波动趋势, 由 1.09 mg/100 mL 下降到 0.52 mg/100 mL, 又上升到 0.76 mg/100 mL。许雪萍等^[13]在研究不同加工方式和加工时间对猪肉脂肪含量的影响时发现了同样的规律, 如微波 4 min 的脂肪含量由原料肉的 10.11 g/100 g 迅速减少为 7.87 g/100 g, 微波 5 min 脂肪含量增加至 8.25 g/100 g, 后又减少至微波 6 min 的 8.39 g/100 g。这可能是由于水分在熬煮过程中的蒸发减少所导致的, 当汤中水分部分蒸发时汤中脂肪含量增加。

2.6 蛋白消化率

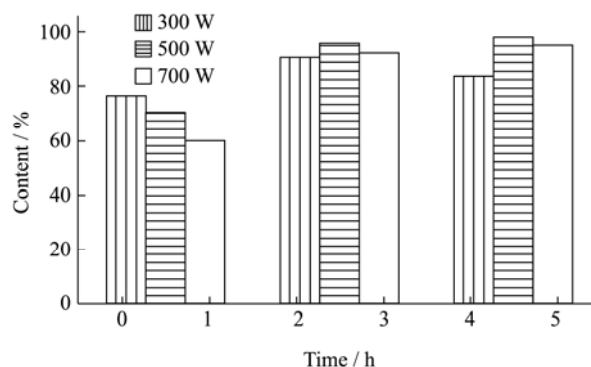


图 5 不同保沸时长对鲫鱼鱼肉蛋白消化率的影响

Fig.5 Effects of different boiling time on protein digestibility of crucian carp

蛋白质的消化过程是肽键不断断裂的过程, 通过模拟人体胃消化, 以蛋白酶消化后残渣中的蛋白质含量来推算鱼肉蛋白消化率。不同保沸功率和时间对鱼肉蛋白消化率的影响如图 5 所示。随着保沸时间的延长, 鱼肉蛋白消化率均先急剧上升, 而后稳定在 90% 左右。从保沸功率来看, 500 W 蛋白消化率最好, 在

4.5 h 时蛋白消化率达到 98%；在保沸时间为 0.5 h 时，300 W (76%) 优于 700 W (59%)，2.5 h 甚至 4.5 h 都是 700 W (92% & 94%) 优于 300 W (90% & 84%)。在加热过程中，蛋白质的氧化和聚集可以直接或间接的影响肌原纤维蛋白与胃蛋白酶的结核性，这可能是造成差异的原因之一。长时间的熬煮过程，会使鱼肉组织变得软烂，增加了蛋白消化率；同时有利于蛋白降解以及降解物的溶出，使得游离氨基酸、水溶性蛋白含量增加，帮助鲫鱼汤更鲜美可口。但制作鲫鱼汤时不仅要考虑汤的鲜美也要关注鲫鱼的口感，防止长时间的熬煮而是鲫鱼组织过于软烂^[14]。

2.7 嘌呤

嘌呤是核酸的重要组成部分，经人体代谢最终转化成尿酸，经肾排出体外。若长期摄入高嘌呤食物如海鲜、肉类等，再加上一些诱导因素极易导致尿酸在体内沉积而引发痛风等疾病。控制由食物摄入的嘌呤是预防和控制痛风发作的重要措施之一。有文献报道^[15]，痛风病人的嘌呤摄入量应在 150 mg/d 之内。

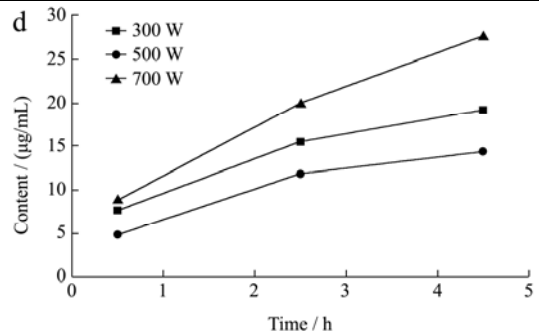
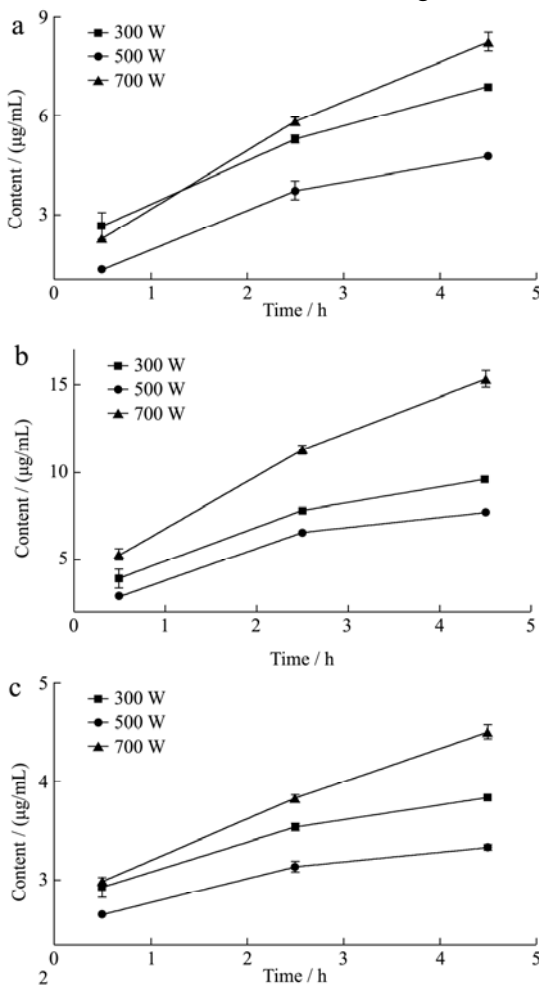


图 6 不同保沸时长对鲫鱼汤中嘌呤的影响

Fig.6 Effect of different boiling time on purine in carp soup

注: (a)鸟嘌呤; (b)次黄嘌呤; (c)腺嘌呤; (d)总嘌呤。

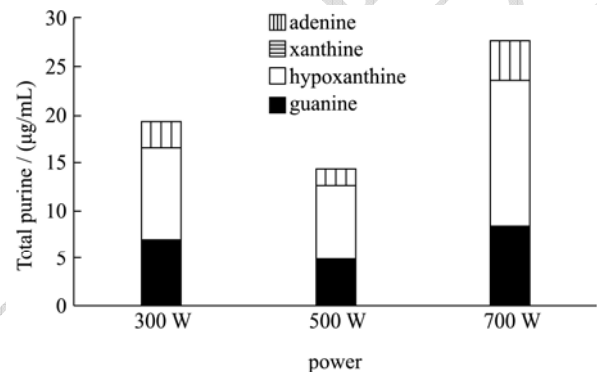


图 7 保沸时间为 4.5 h 时鲫鱼汤中嘌呤组成

Fig.7 The purine composition of carp soup at 4.5 h boiling time

嘌呤具有水溶性，在一定的时间和一定的温度作用下，肉中的大部分嘌呤会通过热萃取转移到汤中。从图 6 可知，在鲫鱼汤熬煮过程中，汤中鸟嘌呤、次黄嘌呤、黄嘌呤、腺嘌呤四种嘌呤变化中，黄嘌呤含量一直为 0，次黄嘌呤含量最多，鸟嘌呤次之，腺嘌呤含量最少。汤中总嘌呤含量及次黄嘌呤、鸟嘌呤、腺嘌呤含量都随着熬煮时间的延长而增加，当熬制时间为 4.5 h 时，三种嘌呤物质都达到最大值：鸟嘌呤 8.24 $\mu\text{g/mL}$ (700 W)，次黄嘌呤 15.33 $\mu\text{g/mL}$ (700 W)，腺嘌呤 4.06 $\mu\text{g/mL}$ (700 W)；总嘌呤为 27.63 $\mu\text{g/mL}$ (700 W)。煲汤前 2 h 溶出速率更快，而后逐步变缓慢。这与煲汤过程中水分蒸发快慢有关，失水率高时会影响汤中嘌呤含量增加。从保沸功率上来看，700W 火力较大时，4.5 h 的总嘌呤溶出量最高 (27.63 $\mu\text{g/mL}$)；300 W 次之 (19.29 $\mu\text{g/mL}$)，500 W 嘌呤含量最低 (14.33 $\mu\text{g/mL}$)。火力较大 (700 W) 几乎为火力较小 (500 W) 时的两倍。因此，在鲫鱼汤的煮制过程中，应控制火力大小，防止嘌呤溶出过多。出于对痛风病人的预防及治疗考虑，采用保沸功率 500 W，控制保沸时间在 2.5 h 左右，此时汤中总嘌呤含量为 10 $\mu\text{g/mL}$ ，相比 4.5 h 的保沸时间，可降低 30% 的嘌呤。

呤含量,可以使鲫鱼汤具有较佳风味的同时,减少嘌呤含量的摄入,同时减少能量的消耗更加经济实惠。

从熬煮 4.5 h 的鲫鱼汤中嘌呤组成(图 7)中可以看出嘌呤的变化主要是由于次黄嘌呤引起。这是由于次黄嘌呤是腺嘌呤代谢的中间产物,主要以游离态存在,相对来说比较容易从肉中溶出到汤中;而腺嘌呤和鸟嘌呤是 DNA 和 RNA 的组成部分,在动物体中主要以结合态存在^[16]。

3 结论

汤的品质取决于其营养和风味品质。在烹制过程中,汤的熬制时间越长,在浓度差及温度的作用下,鱼肉中蛋白质不断溶出,同时部分降解成游离氨基酸增加鱼汤的鲜味,风味物质肌苷酸也逐步溶出,使鱼汤口感更加醇厚,滋味更加鲜美^[17,18]。由于熬煮时间越长,析出的营养物质与风味物质越多,但鱼肉组织过于软烂会影响鱼肉口感,应防止过长时间的熬煮。另外,考虑到痛风病症的预防与治疗,应防止汤中嘌呤含量过高,控制鲫鱼汤烹制的火力及时间能达到这一目的。采用保沸功率 500 W,将煲汤时间控制在 2.5 h 左右,此时,水溶性蛋白含量为 0.49 mg/mL,游离氨基酸含量为 0.32 mg/mL,肌苷酸含量为 0.16 mg/mL,脂肪含量 0.63 mg/100 mL,总嘌呤含量 10 μg/mL。既可以保证鲫鱼汤具有较佳的营养和风味,又能减少嘌呤含量的摄入,同时鱼肉口感合适不会过于软烂且缩短了煲汤时长,减少能量的消耗,更加健康、快捷、实惠。

参考文献

- [1] 白卫东,赵文红,秦艳,等.广式老火靓汤的产业化思考[J].中国调味品,2012,10(37):117-120
BAI Wei-dong, ZHAO Wen-hong, QIN Yan, et al. Thinking of industrialization of canton soup [J]. China Condiment, 2012, 10(37): 117-120
- [2] 王林平.鲫鱼浓汤的制作工艺和营养研究[J].职业,2015,5: 164-165
WANG Lin-ping. Cooking technology and nutrition study of crucian carp soup [J]. Occupation, 2015, 5: 164-165
- [3] 瞿明勇,张瑞霞,赵思明,等.猪排骨汤的营养品质及制作工艺优化[J].食品工业科技,2008,29(4):265-268
QU Ming-yong, ZHANG Rui-xia, ZHAO Si-ming, et al. Nutrition quality and cooking process optimization of pork chop soup [J]. Science and Technology of Food Industry, 2008, 29(4): 265-268
- [4] 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,2005,3:24-26
XIA Qi-quan, XU Hui-qing. Preparation technology and nutrition analysis of crucian carp soup [J]. Culinary Science Journal of Yangzhou University, 2005, 3: 24-26
- [5] 刘慧燕,德力格尔桑,方海田.茚三酮比色法测定牛肉中游离氨基酸的试验研究[J].保鲜与加工,2006,6(2):23-25
LIU Hui-yan, Deligeersang, FANG Hai-tian. Studied on determinating free-amino acid level on bovine meat by ninhydrin colorimetric method [J]. Preservation and Processing, 2006, 6(2): 23-25
- [6] 吴莹莹,李文英,谢明.高效液相色谱法测定肌肉中肌苷酸的含量[J].食品科学,2005,26(12):191-193
WU Ying-ying, LI Wen-ying, XIE Ming. Determination of inosinic acid in animal muscles by HPLC [J]. Food Science, 2005, 26(12): 191-193
- [7] 杨海斌,张加玲,刘桂英,等.高效液相色谱法同时测定肉类食品中的嘌呤和尿酸[J].卫生研究,2012,41(2):303-306
YANG Hai-bin, ZHANG Jia-ling, LIU Gui-ying, et al. Measurement of purines and uric acid simultaneous in meat with high performance liquid chromatographys [J]. Journal of Hygiene Research, 2012, 41(2): 303-306
- [8] 朱琳芳,姜启兴,许艳顺,等.熬煮工艺对鳊鱼汤成分的影响[J].食品与机械,2017,28(4):15-18
ZHU Lin-fang, JIANG Qi-xing, XU Yan-shun, et al. Effect of boiling process on composition of bighead carp soup [J]. Food and Machinery, 2017, 28(4): 15-18
- [9] 徐红梅.热加工对鳊鱼汤品质影响的研究[D].无锡:江南大学,2008
XU Hong-mei. The effects of Heat processing on the bighead crap soup quality [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008
- [10] 张风雪,贾娜,刘登勇.沟帮子烧鸡加工过程中的滋味及风味物质变化[J].肉类研究,2018,32(9):23-28
ZHANG Feng-xue, JIA Na, LIU Deng-yong. Changes in taste and flavor substances during the processing of goubangzi roast chicken [J]. Meat Research, 2018, 32(9): 23-28
- [11] 项怡,李洪军,徐明悦.甲鱼鸡汤熬煮过程中品质变化研究[J].肉类工业,2015,11:28-33
XIANG Yi, LI Hong-jun, XU Ming-yue. Study on quality change of chicken soup with soft-shelled turtle in boiling process [J]. Meat Industry, 2015, 11: 28-33

(下转第 32 页)