

微波对天麻鱼头汤营养和安全性影响

韩忠¹, 蔡梦洁¹, 成军虎¹, 梁晗妮¹, 贾逾泽², 孙宁², 孙大文¹

(1. 华南理工大学食品科学与工程学院, 广州广东 510640)

(2. 广东美的厨房电器制造有限公司, 广州佛山 528311)

摘要: 为探讨微波加工对药膳鱼汤品质影响, 以天麻、鱼头为原料, 分别采用微波炉和传统电炖锅加热的方法, 研究其水溶性蛋白、游离氨基酸、矿物质、天麻素、嘌呤和感官品质的变化规律。结果表明: 微波加热更有利于小分子物质的溶出, 如氨基酸、矿物质、天麻素和嘌呤等, 微波煲汤中游离氨基酸含量甚至高达电炖锅的 1.5 倍, 对蛋白质等大分子物质的影响较小; 在安全性方面, 微波 200 W 小功率的煲汤或者 400 W 大功率短时间煲汤产生的嘌呤含量均不超过 15 mg/L, 既符合痛风病人安全需求又改善了鱼汤的风味; 在感官评价方面, 采用微波炉 400 W 煲汤 1 h 的感官得分可以达到与电炖锅煲汤 3 h 相类似的效果, 可以将煮制周期缩短 2 h, 微波加热可大大缩短煲制时间, 是一种更加高效的煲汤方式。

关键词: 药膳鱼汤; 微波; 营养; 安全; 感官评价

文章编号: 1673-9078(2018)02-123-128

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.2.020

Effects of Microwave Processing on the Nutrition and Safety of Gastrodia and Fish Head Soup

HAN Zhong¹, CAI Meng-jie¹, CHENG Jun-hu¹, LIANG Han-ni¹, JIA Yu-ze², SUN Ning², SUN Da-wen¹

(1. College of Food Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. Guangdong Midea Kitchen Appliances Manufacturing Co., Ltd, Foshan 528311, China)

Abstract: To investigate the effects of microwave processing on the quality of medicated fish soup with fish head and gastrodia as raw materials, the change rules of water-soluble protein, free amino acids, minerals, gastrodin, purine and sensory quality were studied by comparing microwave heating with conventional electric saucepan heating. The results showed that the microwave heating was more beneficial to the dissolution of small molecules such as amino acids, minerals, gastrodin, purine. The content of free amino acids in microwave soup was as high as 1.5 times of that of electric saucepan heating, but microwave heating had little effect on protein and other macromolecules; In terms of security, the content of purine cooked at a low microwave power of 200 W or short-term of 400 W was less than 15 mg/L, which could both satisfy safety requirements of gout patients and improve the flavor of soup; In terms of sensory evaluation, the score of sensory evaluation cooked by electric saucepan for 3 h was equal to that of microwave 400 W heating for 1 h, which reduced cooking cycle for 2 h successfully, so microwave processing was a more effective method compared with other conventional heating methods.

Key words: medicated fish soup; microwave; nutrition; safety; sensory evaluation

汤因具有营养丰富、味道鲜美以及易于消化吸收等特点而深受人们的喜爱, 故有“吃肉不如喝汤”的俗语。鱼头质地细嫩、营养丰富, 除了含蛋白质、脂肪、钙、磷和铁之外, 还含丰富的不饱和脂肪酸, 它对脑的发育尤为重要。天麻素又称天麻苷, 有较好的镇静和安眠作用, 对神经衰弱、失眠、头痛症状有缓解作

收稿日期: 2017-08-02

基金项目: 广东省科技计划项目 (2017B020207002); 华工大-美的微波食品研究项目

作者简介: 韩忠 (1981-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事食品绿色加工研究

通讯作者: 孙大文 (1960-), 男, 博士, 教授, 主要从事食品绿色加工研究

用, 同时天麻富含蛋白质、氨基酸和微量元素等, 对血管性神经性头痛有显著疗效, 天麻和鱼头的营养价值都极高^[1]。天麻鱼头在煲汤过程中, 一些水溶性的成分溶解到汤中, 并随加热时间的延长营养素不断溶出, 同时肉中的呈味物质会发生一系列生化反应, 因而呈现出独特的鲜香风味^[2]。但是生活中常用的煲汤方法如常压煮制、高压煮制和砂锅煲汤等烹饪方法比较耗时, 不适宜现代人们所追求的方便快捷的生活方式。

近年来, 微波炉得到普及和推广, 给人们生活带来很大方便, 微波炉已经成为现代城市生活中人们不可缺少的烹饪工具, 现在的微波炉已经可以做到煮、

煎、蒸、烤、烘、焖、炖和烩等多种烹饪方式,做出各种营养美味的食物,而且微波炉具有热效率高、耗电量少、烹调速度快以及产生油烟少的优势。但是目前大多数家庭中微波炉只是用来加热饭菜和食物解冻的,用于其他烹饪方式的很少,对于煲汤的研究更少,国外对微波煲汤功能的研究也比较少,微波煲汤领域缺乏相关营养性和安全性的研究。因此本文通过对比研究微波与传统电炖锅制作天麻鱼头汤的营养性和安全性,同时也对功率和时间进行了比较,为进一步开发和推广微波炉煲汤提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 实验仪器

变频蒸立方微波炉 EV025LC7-NR (广东美的厨房电器制造有限公司);电炖锅 JYZS-K423 (九阳股份有限公司);单相电参数综合测量仪 AN8721P (青岛艾诺电子仪器公司);荧光光纤测温仪 (Indigo Precision Co., Ltd, California, USA);紫外分光光度计 UV-1800 (日本津岛公司);高效液相色谱系统 Acquity® Arc™ (Waters, 美国)。

1.2 材料

鱼头购自广州卜蜂莲花超市;天麻购自大参林药房,经机器加工切割成薄厚均一的块状,剔除掉形状不规则的天麻片,每片重量约为 0.5 g 左右。

1.3 样品前处理和煲汤工艺

鲜活大头鱼宰杀后,去鳃洗净,称重 400 g 放入砂锅,加入 12 g 天麻,按照 1:5 料液比加入 2 L 去离子水,在微波炉和电煲锅上连接荧光光纤测温仪,实时记录整个加热过程中的温度变化,以及两种加热方式加热到 100 °C 所需要时间,并将此煮沸时间点作为第一个取样点,煮沸后以 20 min 为间隔取样,每次取样 10 mL。

微波煲汤:微波功率 1000 W 加热煮沸后,分别调整功率为 200、400、600 和 800 W,保沸加热 80 min。

电炖锅煲汤:选择营养煲模式,整个煲汤过程为 3 h。

1.4 实验方法

1.4.1 不同微波功率条件下失水率的测定

失水率采用失重法进行测定,即通过测定煲汤前后汤锅的总重量,根据式(1)进行计算。通过测定不同微波保沸功率下的失水率并与电炖锅进行比较,选

择与电炖锅营养煲失水率最接近的微波加热功率作为后续研究条件。

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

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

1.4.2 水溶性蛋白的测定

采用考马斯亮蓝法进行水溶性蛋白的测定^[3],将所得汤汁冷却,在 5000 r/min 条件下离心 10 min,取 1 mL 上清液,加入 5 mL 考马斯亮蓝试剂,充分混合并放置 10 min,以空白试剂为对照,在波长 595 nm 处比色测定吸光度值。通过标准曲线查出每 1 mL 样液中蛋白质质量浓度 mg/mL,再根据式(2)计算出样品中水溶性蛋白质的含量。

$$S = \frac{A \times V}{m} \times 100\% \quad (2)$$

式中, S -水溶性蛋白, %; A -标准曲线上的蛋白质浓度, mg/mL; V -鱼汤体积, mL; m -鱼肉质量, g。

1.4.3 游离性氨基酸的测定

参考刘慧燕的方法^[4],采用茚三酮染色法测定游离性氨基酸的含量。样品在 5000 r/min 条件下离心 10 min,然后取 1 mL 离心后上清液至比色管中,向管中加入 pH 5.4 的醋酸缓冲溶液和茚三酮显色剂各 1 mL,再加入 2 mL 蒸馏水,使总体积为 5 mL。摇匀、盖塞,在沸水浴中加热 15 min 后,取出后立即用冷水冷却 15 min,再加入 5 mL KIO₃ 稀液并摇匀,在 568 nm 波长处测其吸光度,同时做样品空白。

1.4.4 天麻素的测定

采用高效液相色谱法对天麻素进行测定,该方法有着操作简单,分析速度快,实验前准备少等优点^[5,6]。

供试样品溶液:将样品用 2 mol/L 盐酸调节至 pH 为 3,静置 24 h,5000 r/min 条件下离心 10 min,然后取上清液 1 mL,加甲醇溶液 1 mL 并过滤,取滤液。

配置浓度为 58 μg/mL 的对照品贮存液,按比例进行稀释,分别稀释至 5.8, 11.6, 23.2, 34.8 和 46.4 μg/mL,并绘制标准曲线。

色谱柱: Cortecs-C18 柱 (4.6×50 mm, 2.7 μm); 流动相: 乙腈-水 (3:97); 流速: 1.852 mL/min; 检测波长: 220 nm; 柱温: 25 °C, 进样量 4 μL。

1.4.5 矿物质钙离子、锌离子的测定

采用微波消解法进行前处理,取 1 mL 样品置于聚四氟乙烯内罐中,依次加入 5 mL 浓硝酸和 2 mL H₂O₂,放置 5 min,然后在微波消解仪中进行微波消解。消解条件采用程序升温方式:100 °C 消解 5 min 后,升温至 160 °C,消解 8 min。消解完成后让消解

罐冷却一段时间,然后用少量水多次清洗消解罐,定容至 10 mL,用原子吸收光谱仪进行测定^[7]。

1.4.6 嘌呤的测定

鱼汤中嘌呤类物质检测采用高效液相法^[8]。

1.4.6.1 标准曲线的制作

分别准确称取四种嘌呤(鸟嘌呤、黄嘌呤、次黄嘌呤和腺嘌呤)各 20.0 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。

1.4.6.2 样品的处理

称取 200.0 mg 肉样或 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 至中性,定容至 10 mL,以 3000 r/min 离心 30 min,过滤,取滤液 2.0 mL,用 1 mol/L H₃PO₄ 调节 pH 至 4,定容至 5.0 mL,用 0.22 μm 针头过滤器过滤,样品待分析。

1.4.6.3 高效液相色谱条件

色谱柱: Waters HSS T3 (4.6 mm×250 mm, 5 μm),流动相: A 为 7.0×10⁻³ mol/L KH₂PO₄-H₃PO₄ (pH=4.0), B 为甲醇,采用等度洗脱,流动相 A 和 B 比例为 99:1,流速 1.0 mL/min,柱温 25 °C,检测波长 254 nm,进样量 20 μL。

1.4.7 感官评定

评价小组由 10 名经过训练的感官评定员组成,每感官评定一个样品后,要以清水漱口再感官评定下一个样品^[9]。本次实验采用了四种感官评定的指标,分别是色泽,滋味,香气,可接受度,相关的评分标准的设定如下表 1。

表 1 鱼汤的感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standards of fish head soup

指标	评分标准	评分标准
色泽(SZ)	奶白色,汤色均匀	8~10
	汤汁较清澈,有沉淀物	4~7
	汤汁暗淡,发黑,品相差	0~3
滋味(ZW)	汤味浓,无腥味,回味清爽	8~10
	汤味较浓厚,鲜味不足	4~7
	鱼腥味重,药膳味浓	0~3
香气(XQ)	鱼香味强,汤汁风味浓	8~10
	有鱼香味,风味一般	4~7
	鱼腥味	0~3
可接受度(AC)	可接受	8~10
	一般接受	4~7
	不接受	0~3
总分	总分=0.25SZ+0.25ZW+0.25XQ+0.25AC	

1.4.8 数据统计分析

采用 SPSS 19.0 软件,对感官评价的结果进行统计分析,研究其组间的差异性,其他数据采用 Microsoft Excel 2010 软件进行处理,实验结果均为三次实验的平均值。

2 结果与分析

2.1 微波功率对失水率的影响

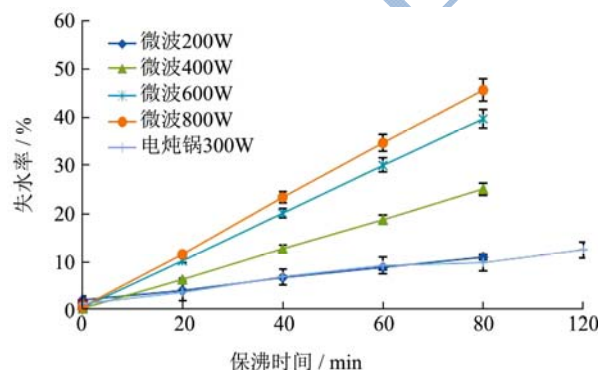


图 1 不同煲汤过程对失水率的影响

Fig.1 Effects of different processing methods on the water loss rate of the soup

在煲汤过程中,汤汁含量是一个重要的影响因素,关系到水溶性成分的溶出。失水率是选择微波加热功率的重要参考条件,过大的失水率会导致营养物质损失以及汤汁过于浓稠^[10]。当采用微波炉方式进行煲汤时,均先使用 1000 W 功率加热至沸腾(100 °C),再采用不同功率进行保沸加热。其中,微波 1000 W 加热条件下达到 100 °C 所需要的时间约为 25 min,电炖锅加热到 100 °C 所需要的时间约为 60 min,图 1 中保沸时间 0 min 即汤刚达到 100 °C 时的取样点,后续图表亦同。从图 1 可见,失水率与保沸时间的变化呈线性关系,微波 200 W 功率下的失水率与电炖锅营养煲最为接近;另外,微波 400 W 条件下的失水率虽然比电炖锅的大,但当微波功率大于 400 W 时,变频微波加热为持续性加热,更加耗能。从节省能耗和失水率角度考虑,因此选择 400 W 和 200 W 的功率进行后续实验。

2.2 水溶性蛋白

水溶性蛋白含量的升高有助于动物机体的消化吸收、加速蛋白质的沉积,进而促进动物生长,鱼汤熬制过程中汤汁中的蛋白质含量变化主要是肌肉中水溶性的蛋白逐渐向汤汁中扩散所引起的^[11]。由图 2 可知,随着时间的增加,水溶性蛋白含量增加变缓,200 W 功率下的水溶性蛋白的含量相对来说较低,在煮沸

60 min 左右时趋于稳定, 小功率的加热并没有使蛋白质完全溶出; 400 W 微波煲汤在在煮沸 40 min 时水溶性蛋白的含量趋于稳定, 含量与电炖锅相接近; 变频微波炉在低功率时 (<500 W) 采用的是间断式加热模式, 微波作用时间减少, 不利于大分子物质的溶出, 所以微波煲汤中水溶性蛋白含量低于电炖锅加热。

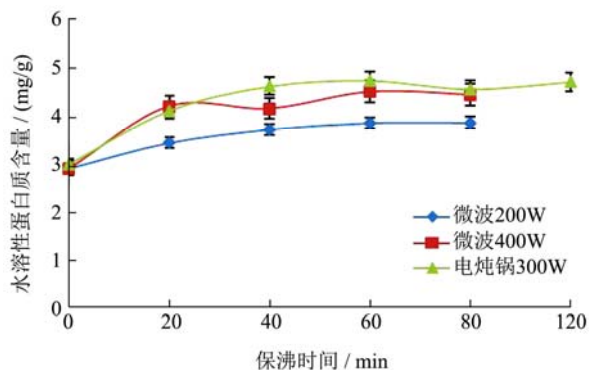


图2 不同煲汤过程对水溶性蛋白的影响

Fig.2 Effects of different processing methods on the water soluble protein content of the soup

2.3 游离性氨基酸

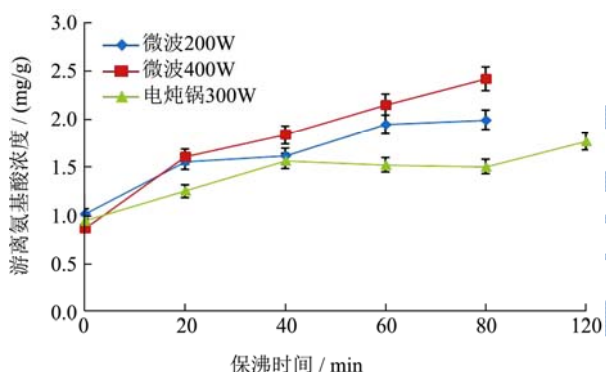


图3 不同煲汤方式对游离氨基酸含量的影响

Fig.3 Effects of different processing methods on the free amino acids content of the soup

汤中的游离氨基酸有助于形成肉汤的鲜美滋味, 提高其营养价值^[12,13]。根据图3可以看出, 随着时间的增加, 汤样中游离氨基酸的溶出也随之增加。微波加热方式下的游离氨基酸含量略高于电炖锅, 这是由于汤中氨基酸主要来自于蛋白质的分解和肌肉细胞中的游离氨基酸的溶出, 虽然浓度效应和热效应起主要作用, 但是, 微波独特的加热方式可使细胞内部温度瞬间上升, 促使蛋白分解和细胞涨破, 因此, 有利于游离氨基酸等小分子物质的快速溶出。并且, 微波功率越高, 越有利于游离氨基酸分子溶出到汤中, 微波400 W 和 200 W 功率条件下保沸 40 min, 游离氨基酸含量与电炖锅营养煲加热 3 h 时的含量相当。

2.4 天麻素

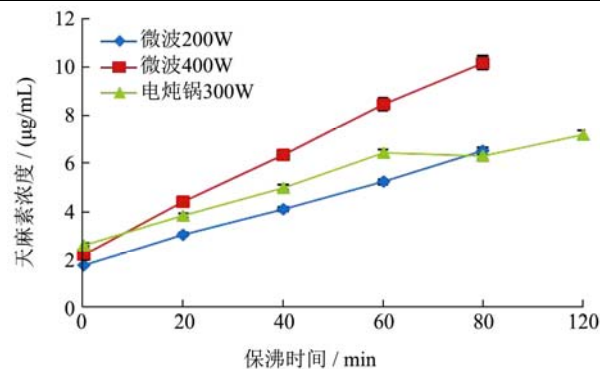


图4 不同煲汤方式对天麻素含量的影响

Fig.4 Effects of different processing methods on the gastrodin content of the soup

由图4可以看出, 天麻素浓度随着时间的增加呈上升趋势, 微波煲汤 400 W 条件下的天麻素浓度最高, 这与微波独特的加热方式有关, 微波加热方式可使细胞内部温度瞬间上升, 促使细胞涨破, 有利于天麻素小分子物质的快速溶出, 同时, 微波功率越高, 越有利于天麻素等小分子溶出到汤中。

2.5 矿物质钙、锌离子的测定

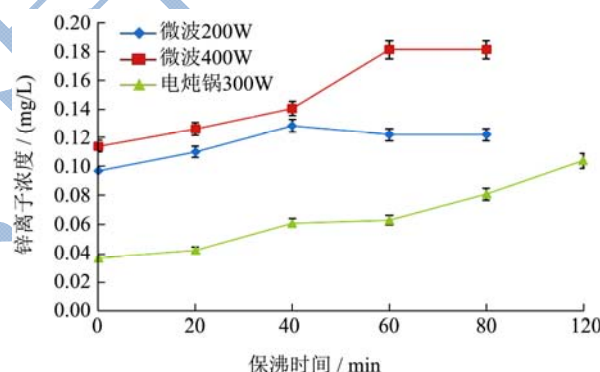


图5 不同煲汤方式对锌离子含量的影响

Fig.5 Effects of different processing methods on the Zn²⁺ content of the soup

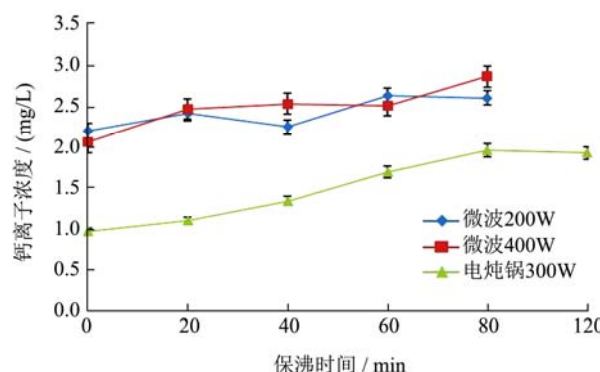


图6 不同煲汤方式对钙离子含量的影响

Fig.6 Effects of different processing methods on the Ca²⁺ content of soup

鱼头汤中锌离子和钙离子的含量变化规律如图 5

和图 6 所示。矿物质元素是维持生命及正常新陈代谢所必需的物质，而人体自身不能合成，故日常膳食中的含量尤显重要^[14]。从图中可以看出，微波鱼汤中两种矿物质离子的含量均高于电炖锅鱼汤，这可能是由于，微波使鱼骨组织结构变得相对松散，矿物质的溶出量大大增加。通过对比不同微波保沸功率条件下的矿物质离子含量可知，对于锌离子来说，高功率有利于其溶出；而对于钙离子来说，微波功率对其浓度影响不明显。

2.6 嘌呤含量

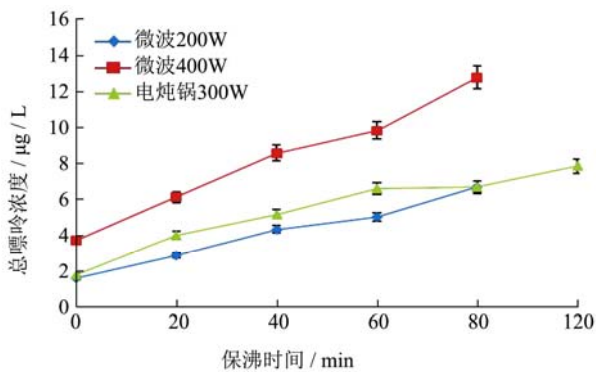


图 7 不同煲汤方式对总嘌呤含量的影响

Fig.7 Effects of different processing methods on the total purine content of the soup

微波和电炖锅加热条件下嘌呤含量会发生显著变化，腺嘌呤是 DNA 的组成部分，在动物体内主要以结合态存在，而黄嘌呤是鸟嘌呤代谢的中间产物，主要以游离态存在。研究表明，汤中嘌呤的变化主要是由于次黄嘌呤和鸟嘌呤的增加引起^[15]，由测得的四种

嘌呤变化所得的总嘌呤含量如图 7 所示。从图中可以看出，随着煮制时间的延长，汤中的嘌呤含量越来越高，400 W 微波保沸条件下，汤中嘌呤的含量最高，当保沸 40 min 时，汤中嘌呤浓度与电炖锅 3 h 的浓度相当，而嘌呤是形成鱼头汤特征香味的原因之一，因此微波 400 W 和 200 W 煲汤所产生的香味物质多于电炖锅煲汤。另一方面，对于痛风病人来说，每天饮食中嘌呤含量应当限制在 150 mg 以下^[16]，而在实验范围内，微波制作天麻鱼头汤中的总嘌呤含量均低于 15 mg/L，鱼汤具有较佳风味的同时，对痛风病人具有较低风险。

2.7 感官评定

天麻鱼头中的风味前体物质被加热后，反应生成多种呈味物质，从而表现出特有的滋味和香气。在不同的加热方式和时间下，由色泽、滋味、香气和可接受度等综合指标所得的感官得分如表 2，可知不同的煲汤方式以及微波功率和时间对感官品质都有显著影响。另外从滋味、香气、色泽、可接受度以及总分的显著性差异来看，采用微波 1000 W 煮沸后，200 W 条件保沸 60 min 以及 400 W 条件保沸 40 min 的感官得分与电炖锅保沸 2 h 的得分没有显著性差异 ($p < 0.05$)，这可能是由于水溶性蛋白、氨基酸、矿物质和嘌呤含量造成的。总的来说，考虑到汤沸腾的时间，微波炉 400 W 煲汤 1 h 的感官评价可以达到与电炖锅煲汤 3 h 类似的效果，微波加热可大大缩短煲制时间，是一种更加高效的煲汤方式。

表 2 感官评价的综合得分

Table 2 Comprehensive score of sensory evaluation

指标	电炖锅 (300 W、2 h)	微波 200 W				微波 400 W			
		20 (min)	40 (min)	60 (min)	80 (min)	20 (min)	40 (min)	60 (min)	80 (min)
色泽	7.00±0.07 ^c	6.35±0.06 ^a	6.70±0.12 ^b	6.80±0.06 ^{bc}	7.60±0.13 ^e	6.20±0.09 ^a	6.95±0.05 ^{bc}	7.32±0.12 ^d	7.60±0.16 ^e
滋味	6.92±0.06 ^c	6.60±0.03 ^b	6.60±0.15 ^b	6.90±0.09 ^c	7.90±0.03 ^e	5.94±0.02 ^a	6.90±0.15 ^c	7.24±0.20 ^d	8.22±0.04 ^f
香气	6.50±0.05 ^c	5.90±0.04 ^b	6.45±0.13 ^c	6.52±0.20 ^c	8.25±0.05 ^e	5.40±0.09 ^a	6.50±0.15 ^c	7.20±0.17 ^d	8.20±0.04 ^e
可接受度	7.34±0.02 ^c	6.75±0.07 ^a	6.90±0.13 ^b	7.24±0.15 ^c	8.20±0.05 ^e	6.82±0.07 ^{ab}	7.35±0.09 ^c	7.85±0.06 ^d	8.22±0.12 ^e
总分	6.94±0.05 ^d	6.40±0.05 ^b	6.67±0.13 ^c	6.87±0.13 ^d	8.50±0.07 ^f	6.09±0.07 ^a	7.00±0.11 ^d	7.50±0.14 ^e	8.07±0.09 ^f

注：同一行相同字母代表不同加热方式和保沸时间下天麻鱼头汤感官指标的影响在 $p < 0.05$ 水平上差异不显著。

3 结论

天麻鱼头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等大分子物质在高温作用下发生热降解以及水溶性的小分子物质和矿物质逐渐向汤汁中扩散所引起的。试验结果表明，微波熬制有利于形成营养丰富、滋味鲜美的汤汁，还会使

鱼骨组织结构变得相对松散，矿物质的溶出量大大增加。另一方面，微波加热改善了鱼汤风味，采用低功率微波汤品对痛风病人具有较低风险。通过对微波药膳鱼汤进行感官分析可知，采用微波 1000 W 煮沸后，400 W 保沸 40 min，与传统电炖锅煲汤 3 h 相比，汤品具有相当的营养品质和感官评定得分，从而大大缩短了煲汤周期。总的来说，微波药膳汤相比于传统煲

汤方式营养口感更佳,并且方便快捷,通过调整微波煲汤功率和时间,可达到最佳的煲汤效果。

参考文献

- [1] 于美娟,马美湖,李高阳. 畜禽汤类产品加工技术研究进展[J]. 肉类研究, 2011, (12): 61-66
YU Mei-juan, MA Mei-hu, LI Gao-yang. Research progress of processing technologies for livestock and poultry soup [J]. Meat Research, 2011, (2): 61-66
- [2] 杜华英,叶慧,高国清,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
DU Hua-ying, YE Hui, GAO Guo-qing, et al. Effect of different cooking methods on the quality of chicken soup [J]. Meat Research, 2013, 27(7): 26-29
- [3] 柳荫,吴凤智,陈龙,等. 考马斯亮蓝法测定核桃水溶性蛋白含量的研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(12): 131-133
LIU Yin, WU Feng-zhi, CHEN Long, et al. Determination of water-soluble protein in walnut by bradford method [J]. China Brewing, 2013, 32(12): 131-133
- [4] 刘慧燕,德力格乐桑,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 determining free-amino acid level of bovine meat by ninhydrin colorimetric method [J]. Preservation and Processing, 2006, 6(2): 23-25
- [5] 徐金章,杨水新. 天麻饮片中天麻素的含量测定方法的研究[J]. 中成药, 2001, 23(11): 795-797
XU Jin-zhang, YANG Shui-xin. Study on determination method of gastrodine in processed product of rhizomagastrodiae [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2001, 23(11): 795-797
- [6] 刘开菊,陈勇刚. 高效液相色谱法测定天眩四物汤中天麻素含量[J]. 中国药业, 2016, 25(24): 72-74
LIU Kai-ju, CHEN Yong-gang. Content determination of gastrodine in tianxuansiwu decoction by HPLC [J]. China Pharmaceuticals, 2016, 25(24): 72-74
- [7] 杨屹,侯翔燕,王书俊,等. 微波消解-AAS法测芦荟中微量元素锌、锰、镉、铅[J]. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(12): 1672-1675
YANG Yi, HOU Xiang-yan, WANG Shu-jun, et al. Determination of trace zinc, manganese, cadmium and lead in aloe by microwave-digestion atomic absorption spectrometry [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2004, 24(12): 1672-1675
- [8] 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
- [9] 王炜,诸永志,宋玉,等. 不同品种鸡汤风味品质比较研究[J]. 江西农业学报, 2012, 24(6): 149-152
WANG Wei, ZHU Yong-zhi, SONG Yu, et al. Comparative study on flavor quality of chicken soup made of different chicken breeds [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2012, 24(6): 149-152
- [10] 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, 2008
QU Ming-yong. Cooking technology and nutrition characteristics of pork chop soup and chicken soup [D]. WuHan: Huazhong Agricultural University, 2008
- [11] 杨雪海,李绍章,赵娜,等. 料液比对酶解豆粕酸溶性蛋白和水溶性蛋白含量的影响研究[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(23): 5814-5816
YANG Xue-hai, LI Shao-zhang, ZHAO Na, et al. Effect of material to liquid ratio on contents of acid-soluble protein and water-soluble protein in hydrolyze soybean meal [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013, 52(23): 5814-5816
- [12] 王盼盼. 食品中蛋白质的功能特性综述[J]. 肉类研究, 2010, 24(5): 62-71
WANG Pan-pan. Functionality of food protein [J]. Meat Research, 2010, 24(5): 62-71
- [13] 袁华根. 鸡肉汤香味成分鉴定及日龄、性别和胴体部位对鸡肉风味的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2007
YUAN Hua-gen. Identification of chicken broth aroma component and the effects of age, gender and carcass part to flavor of chicken [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007
- [14] 陆剑锋,焦道龙,张伟伟,等. 速冻蟹黄粉的营养成分分析及品质评价[J]. 食品科学, 2009, 30(24): 251-255
LU Jian-feng, JIAO Dao-long, ZHAG Wei-wei, et al. Nutritional component analysis and quality evaluation of fast-frozen crab yolk powder [J]. Food Science, 2009, 30(24): 251-255
- [15] 吕兵兵. 不同储藏条件及烹制方法对带鱼嘌呤含量的影响研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013
LV Bing-bing. Effects of preserving and cooking on the content of purine in trichiurus haumela [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013
- [16] 荣胜忠,邹立娜,崔新宇,等. 中国居民膳食嘌呤摄入量评估

[J].营养学报, 2015,37(3):15-17

Assessment of dietary purine intake in Chinese residents [J].

RONG Sheng-zhong, ZOU Li-na, CUI Xin-yu, et al.

Acta Nutrimenta Sinica, 2015, 37(3): 15-17

