

原料组成对清高汤品质的影响

戴晨义¹, 戴晨旭¹, 刘常武¹, 董庆盈¹, 杨海龙^{2*}

(1. 百珍堂生物科技(浙江)有限公司, 温州 325000; 2. 温州大学生命与环境科学学院, 温州 325035)

摘要: **目的** 分析不同原料组成熬制清高汤中呈味物质含量的差异。**方法** 利用高效液相色谱技术分析不同原料组成熬制样品中的氨基酸、核苷酸的含量。**结果** 所设定的16个原料组成熬制的高汤中氨基酸含量范围为1192.37~3070.59 mg/L, 不同氨基酸种类的含量亦差异显著, 其中谷氨酸和赖氨酸在大部分样品中含量较高, BZT-14样品的氨基酸总量和鲜味氨基酸(谷氨酸和天冬氨酸)含量(744.88 mg/L)均最高; 核苷酸总含量范围为178.98~500.02 mg/L, 最高的是BZT-14, 但鲜味核苷酸(肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸)含量最高的是BZT-1(275.89 mg/L)。**结论** 原料组成的变化对高汤中氨基酸和核苷酸等呈味物质的含量影响很大, BZT-1的等鲜度(equivalent umami concentration, EUC)值最高, 鲜味强度最好。

关键词: 原料组成; 氨基酸; 核苷酸; 等鲜度值

Effects of raw material formulation on the quality of clear soup-stocks

DAI Chen-Yi¹, DAI Chen-Xu¹, LIU Chang-Wu¹, DONG Qing-Ying¹, YANG Hai-Long^{2*}

(1. Baizhentang Biotechnology (Zhejiang) Co., Ltd., Wenzhou 325000, China;
2. School of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China)

ABSTRACT: Objective To compare and analyze the differences of flavoring substances in clear soup-stocks cooked from different raw material formulations. **Methods** The contents of amino acids and nucleotides in the samples were analyzed by high performance liquid chromatography. **Results** The contents of amino acids in the 16 samples were 1192.37–3070.59 mg/L. Significant differences on the contents of different kinds of amino acids in the samples were also determined, and the higher contents of glutamic acid and lysine were found in most samples. The highest contents of total amino acids and delicious amino acids (glutamic acid and aspartic acid) were all found in sample BZT-14, in which the content of delicious amino acids was 744.88 mg/L. The total content of nucleotides in all samples ranged from 178.98 mg/L to 500.02 mg/L, and the highest one was determined in BZT-14. However, the highest content of delicious nucleotides (inosinic acid, guanosine acid and adenosine monophosphate), 275.89 mg/L, was determined in BZT-1. **Conclusion** The difference of raw material composition has great influence on the content of flavor substances such as amino acids and nucleotides, the equivalent umami concentration (EUC) of BZT-1 is the highest, and the umami intensity is the best.

KEY WORDS: raw material formulation; amino acid; nucleotide; equivalent umami concentration

基金项目: “科技助力经济2020”重点专项(SQ2020YFF0425343_2020)

Fund: Supported by Key Project of “Science and Technology Boosting the Economy 2020” (SQ2020YFF0425343_2020)

*通信作者: 杨海龙, 博士, 教授, 主要研究方向为食品科学与工程。Email: yhl@wzu.edu.cn

*Corresponding author: YANG Hai-Long, Ph.D, Professor, College of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China. E-mail: yhl@wzu.edu.cn

0 引言

高汤是以畜禽产品为主要原料经熬煮制成的汤汁,用于烹制菜肴时替代水,从而提高菜品的风味和滋味,是烹调美味菜肴必备的调鲜上品,市售调味品难以代替。采用鸡骨架、猪筒骨、龙骨等为主要原料熬制而成的骨类高汤厚味突出、鲜味均衡、赋予食品以浓郁的味感、风味别致、留香时间长^[1],其中清高汤色泽清澈,不会影响菜肴本身的视觉感官,在餐饮业使用普遍,潜在市场广阔。

高汤中含有大量的呈味多肽、游离氨基酸、核苷酸等鲜味成分,与有机酸等其他风味物质产生综合性味道,使高汤的滋味醇厚、味道鲜美^[2]。相关研究表明不同原料和工艺决定高汤中风味成分的组成和含量,吴素玲等^[3]分析鸡肉、鸡架、鸡翅、猪排骨、猪筒骨等原料氨基酸并比较熬汤后相关数据,确定猪筒骨、鸡架是工业化生产高汤的主要原料;曾清清和张立彦^[1,4]以鸡骨架为原料,通过响应面法优化高汤熬煮工艺,确定液料比 3:1、熬煮温度 117 °C、熬煮时间 67 min 条件下,营养物质溶出较充分,且风味较好。为提高清高汤的品质及其产品的稳定性,本文研究不同来源的原料对高汤呈味物质含量的影响,以期持续为消费者提供高品质的清高汤奠定基础。

1 材料与方法

1.1 主要原料与试剂

鸡骨架、猪筒骨、猪龙骨、猪尾骨[百珍堂生物科技(浙

江)有限公司]; 鸡脯肉(华宝牧业); 邻苯二甲醛(*o*-phthalaldehyde, OPA)(美国 Sigma 公司); β -巯基乙醇、 Na_2HPO_4 、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、硼酸、磷酸二氢钾(国药集团化学试剂有限公司); 天冬氨酸、谷氨酸、丝氨酸、组氨酸、甘氨酸、丙氨酸、酪氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、胞苷酸(CMP)、尿苷酸(UMP)、鸟苷酸(GMP)、肌苷酸(IMP)、腺苷酸(AMP)(上海麦克林生化科技有限公司); 甲醇、乙腈(色谱纯,美国 Spectrum 试剂公司)。

1.2 仪器与设备

BT124S 电子天平(赛多利斯仪器系统有限公司); FE20 pH 计[梅特勒-托利仪器(上海)有限公司]; 906 超低温冰箱(Thermo 科技有限公司); TU-1810 紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司); SIMS00000 超纯水机(美国密理博公司); 5424R 冷冻高速离心机(德国 Eppendorf 公司); CR-5 色差计(日本柯尼卡美能达公司); 1260 高效液相色谱仪(二极管阵列检测器)、Advance Bio AAA 色谱柱(4.6 mm×100 mm, 2.7 μm)、ZORBAX Eclipse Plus C_{18} 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm)(美国 Agilent 公司)。

1.3 高汤的制备

以鸡骨架和鸡脯肉为基础,搭配猪筒骨、猪尾骨或猪龙骨中的 2 种,添加量分别为:鸡骨架 1.3 kg,鸡脯肉 0.4 kg,猪筒骨、猪尾骨或猪龙骨各 0.4 kg(原料来源与试验组合见表 1)。110 °C 熬制 2 h,经冷却、过滤、澄清处理后进行包装,置于-18 °C 冰箱保存。

表 1 原料组成
Table 1 Raw material formulation

序号	编号	鸡骨架	猪筒骨	猪龙骨	猪尾骨
1	BZT-1	鸡骨架①	猪筒骨①		猪尾骨①
2	BZT-2	鸡骨架①	猪筒骨①	猪龙骨②	
3	BZT-3	鸡骨架①	猪筒骨①	猪龙骨①	
4	BZT-4	鸡骨架①	猪筒骨①		猪尾骨②
5	BZT-5	鸡骨架①	猪筒骨②	猪龙骨②	
6	BZT-6	鸡骨架①	猪筒骨②		猪尾骨①
7	BZT-7	鸡骨架①	猪筒骨②	猪龙骨①	
8	BZT-8	鸡骨架①	猪筒骨②		猪尾骨②
9	BZT-9	鸡骨架②	猪筒骨①	猪龙骨②	
10	BZT-10	鸡骨架②	猪筒骨①		猪尾骨①
11	BZT-11	鸡骨架②	猪筒骨①	猪龙骨①	
12	BZT-12	鸡骨架②	猪筒骨①		猪尾骨②
13	BZT-13	鸡骨架②	猪筒骨②	猪龙骨①	
14	BZT-14	鸡骨架②	猪筒骨②		猪尾骨②
15	BZT-15	鸡骨架②	猪筒骨②	猪龙骨②	
16	BZT-16	鸡骨架②	猪筒骨②		猪尾骨①

1.4 检测方法

1.4.1 pH 值

采用 pH 计测定。

1.4.2 色泽

样品经滤纸过滤置于色差仪比色皿中, 校准仪器, 测定样品的亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)。

1.4.3 透光率

参照 GB/T 18963—2012《中国国家标准化管理委员会浓缩苹果汁》^[5], 取适量样品置于比色皿中, 以蒸馏水为参比, 在 625 nm 处测定其吸光值, 然后计算透光率。

1.4.4 氨基酸

参考 YANG 等^[6]的方法, 取适量样品 10000 r/min 离心 10 min, 上清液过 0.22 μm 微孔滤膜后经邻苯二甲醛衍生化, 采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)测定: Advance Bio AAA 色谱柱(4.6 mm \times 100 mm, 2.7 μm), 柱温 40 $^{\circ}\text{C}$; 进样量为 1 μL ; 采用梯度洗脱, 流速 1.5 mL/min, 流动相 A 为 10 mmol/L Na_2HPO_4 和 10 mmol/L $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (pH 8.2), 流动相 B 为乙腈-甲醇-水(45:45:10, $V:V:V$), 洗脱条件见表 2; 检测波长 338 nm。根据氨基酸标准曲线计算 12 种游离氨基酸在高汤中的含量。

表 2 氨基酸洗脱程序

Table 2 Elution of HPLC for amino acids determination

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%
0	98	2
0.35	98	2
13.4	43	57
13.5	0	100
15.7	0	100
15.8	98	2
18	98	2

1.4.5 核苷酸

参考杨肖等^[7]方法, 取适量样品 10000 r/min 离心 10 min, 上清液过 0.22 μm 微孔滤膜后采用 HPLC 进行测定,

色谱条件: ZORBAX Eclipse Plus C_{18} 色谱柱(4.6 mm \times 250 mm, 5 μm), 柱温为 30 $^{\circ}\text{C}$; 进样量为 10 μL ; 流动相为 0.05 mol/L 磷酸二氢钾和甲醇($V:V$, 95:5), 等度洗脱; 流速为 0.5 mL/min; 检测波长 254 nm。根据核苷酸标准曲线计算胞苷酸(CMP)、尿苷酸(UMP)、鸟苷酸(GMP)、肌苷酸(IMP)、腺苷酸(AMP)在高汤中的含量。

1.4.6 等鲜浓度值的计算

等鲜浓度值(equivalent umami concentration, EUC)以 100 g 样品中谷氨酸钠(monosodium glutamate, MSG)质量计, 按下式计算高汤的 EUC 值^[2]:

$$\text{EUC}(\text{g}/100 \text{ g}) = \sum a_i \times b_i + 1218 \times (\sum a_i \times b_i) \times (\sum a_j \times b_j)$$

式中: a_i 为呈鲜味氨基酸(Asp 或 Glu)的含量(g/100 g); a_j 为呈鲜味核苷酸(GMP、IMP、AMP)的含量(g/100 g); b_i 为呈鲜氨基酸相对 MSG 的值(Glu=1.0、Asp=0.077); b_j 为呈鲜核苷酸相对 5'-肌苷酸的值(IMP=1.0、GMP=2.3、AMP=0.18); 1218 为协同作用常数。

2 结果与分析

2.1 原料组成对高汤色泽、pH 值和透光率的影响

熬制的高汤呈微黄色, 其中亮度值(L^*)范围为 92.21~95.40, 原料组成的变化对 L^* 值影响不显著, 而不同原料组成熬制高汤的红度值(a^*)和黄度值(b^*)差异较大(表 3); 红度值(a^*)范围为 -1.16~-0.42, 最小值为 BZT-14, 最大值为 BZT-13; 黄度值(b^*)范围为 4.11~8.32, 最小值为原料组成 BZT-11, 最大值为原料组成 BZT-7, b^* 越大说明黄色越深。

高汤熬制过程中, 部分酸性成分溶出使汤体呈弱酸性, 杜华英等^[8]研究显示熬制鸡汤的 pH 在 6.6 左右, 王琳涵等^[9]分析鸡汤煮制过程中的 pH 变化, 结果表明煮制不同时间的鸡汤 pH 为 6.39~6.52。本研究表明, 以鸡骨架和猪骨为原料熬制高汤的 pH 值范围在 6.05~6.45(表 3), 不同原料组成间差异不显著, 说明原料中酸性基团的溶出基本相同。清高汤不影响菜肴的品相, 常用于高级筵席的烧、烩或汤菜烹饪, 本研究熬制的高汤经澄清处理后透光率范围在 62.13%~92.83%, 以原料组成 BZT-11 最为清澈。

表 3 不同原料组成熬制高汤的色泽、透光率和 pH 值($n=3$)

Table 3 The color, and pH of soup-stocks cooked from different raw material formulations($n=3$)

样品编号	L^*	a^*	b^*	透光率/%	pH
BZT-1	93.98 \pm 1.05	-0.93 \pm 0.00	8.04 \pm 0.05	82.47 \pm 0.15	6.38 \pm 0.02
BZT-2	94.84 \pm 0.08	-0.72 \pm 0.01	5.68 \pm 0.02	85.70 \pm 0.18	6.45 \pm 0.01
BZT-3	95.01 \pm 0.07	-0.70 \pm 0.02	6.58 \pm 0.01	62.76 \pm 0.26	6.15 \pm 0.01
BZT-4	94.33 \pm 1.26	-0.62 \pm 0.02	6.80 \pm 0.00	77.68 \pm 0.10	6.24 \pm 0.01
BZT-5	94.46 \pm 0.05	-0.66 \pm 0.01	6.09 \pm 0.02	74.30 \pm 0.22	6.05 \pm 0.02

表 3(续)

样品编号	L^*	a^*	b^*	透光率/%	pH
BZT-6	95.09±0.62	-0.59±0.00	4.33±0.02	86.83±0.18	6.44±0.02
BZT-7	93.22±0.72	-0.45±0.00	8.32±0.01	62.13±0.12	6.34±0.02
BZT-8	95.19±1.02	-0.71±0.02	4.59±0.04	88.58±0.23	6.38±0.01
BZT-9	92.21±1.00	-0.61±0.05	6.65±0.03	72.44±0.27	6.25±0.01
BZT-10	94.30±0.70	-0.90±0.02	7.73±0.03	79.92±0.26	6.26±0.01
BZT-11	95.40±0.56	-0.68±0.01	4.11±0.01	92.83±0.14	6.25±0.02
BZT-12	93.98±0.27	-0.76±0.05	6.88±0.01	80.29±0.17	6.20±0.01
BZT-13	93.66±0.85	-0.42±0.04	6.09±0.05	76.15±0.29	6.21±0.02
BZT-14	94.49±0.62	-1.16±0.03	8.24±0.03	74.76±0.20	6.22±0.02
BZT-15	94.03±1.02	-0.67±0.03	5.85±0.02	76.56±0.12	6.38±0.01
BZT-16	94.91±0.81	-0.69±0.01	5.45±0.02	84.20±0.19	6.24±0.01

2.2 原料组成对高汤中游离氨基酸含量的影响

12 种氨基酸标准品和高汤中游离氨基酸的色谱图见图 1, 包括谷氨酸、天冬氨酸等呈味氨基酸和亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸等必需氨基酸, 从图 1 可知分离效果较好。

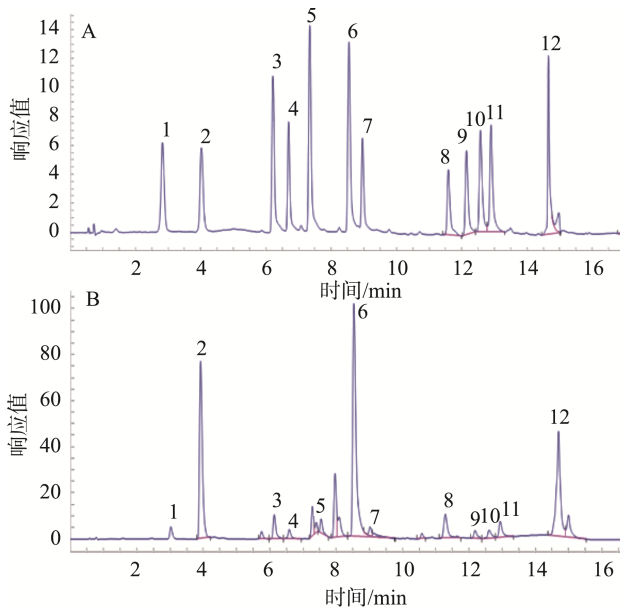
高汤熬制过程中, 猪肉、鸡肉等原料的肌肉纤维细胞在加热条件下逐渐破裂, 释放出其中的结构物质和组成成分, 如糖类、蛋白质、肽、氨基酸、脂质、核苷酸类成分等^[10], 而不同原料中的氨基酸含量差异显著, 周雪松等^[11]报道, 鸡肉蛋白的氨基酸组成中谷氨酸、色氨酸含量最高, 其次是天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸和精氨酸; 瞿明勇^[12]的分析表明原料鸡肉中的氨基酸以谷氨酸和甘氨酸为主, 也有较多的亮氨酸、赖氨酸和脯氨酸。另外, 烹制方式与条件亦决定着鸡汤和排骨汤中各成分的含量和品质^[13]。不同原料组成熬制的高汤中游离氨基酸含量见表 4。由表 4 所示, 不同原料组成熬制的高汤中各种氨基酸的含量存在显著差异, 16 种样品中氨基酸总量范围为 1192.37~3070.59 mg/L, 其中谷氨酸(94.27~696.67 mg/L)和赖氨酸(243.49~541.45 mg/L)在大部分样品中含量均较高, 丙氨酸(57.90~618.30 mg/L)次之, 而苯丙氨酸含量较低或未检出。瞿明勇^[12]的研究表明鸡汤中谷氨酸含量最高, 质量分数达到 19%以上, 陈怡颖等^[14]也得到类似的结果。本研究表明高汤中谷氨酸含量较高, 这与主要原料为鸡骨架和鸡脯肉直接相关。氨基酸对高汤的汤体滋味影响较明显, 这可能是这些氨基酸本身具有一定的滋味, 如丙氨酸、甘氨酸和丝氨酸主要显甜味, 谷氨酸和天冬氨酸呈鲜味, 对高汤滋味具有重要贡献^[15-16], 呈不同滋味氨基酸之间能够相互作用, 提升高汤的整体滋味^[7], ZHAN 等^[17]通过感官品评和回归分析表明甘氨酸、丙氨酸对汤体的鲜味也有重要贡献。

聚类分析(图 2)表明, 原料组成 BZT-1 和 BZT-2、BZT-8 和 BZT-15、BZT-4 和 BZT-6、BZT-12-BZT-13、BZT-7 和 BZT-11、BZT-9 和 BZT-16 熬制的高汤在氨基酸组成上较为接近, 添加猪尾骨的组方 BZT-6、BZT-8、BZT-10、BZT-12 和 BZT-14 熬制的高汤中氨基酸总含量较高, 其中 BZT-14 最高达 3070.59 mg/L, 其鲜味氨基酸(谷氨酸和天冬氨酸)含量也最高(744.88 mg/L)。

2.3 原料组成对高汤中游离核苷酸含量的影响

核苷酸是汤体的最主要风味成分之一, 本研究分析了高汤中胞苷酸(CMP)、尿苷酸(UMP)、鸟苷酸(GMP)、肌苷酸(IMP)和腺苷酸(AMP)的含量, 分离色谱图见图 3, 各种核苷酸的含量见表 5。从表 5 可知, 原料组成直接影响所熬制高汤中的核苷酸含量, 16 个样品中核苷酸总量范围为 178.98~500.02 mg/L, 由鸡骨架、猪筒骨和猪尾骨组成的组方 BZT-14、BZT-1、BZT-10 含量较高。在不同核苷酸含量方面, 大部分样品中胞苷酸(99.21~389.54 mg/L)和肌苷酸(51.23~247.74 mg/L)含量较高, 其次为腺苷酸(7.34~37.82 mg/L), 而尿苷酸和鸟苷酸含量较低。

不同核苷酸的呈味情况存在差异, 呈现鲜味的核苷酸有肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸及其衍生物^[18], 但在高汤中各种呈味物质的协同作用可能是决定滋味的最重要因素^[19]。陶正清等^[20]的研究表明, 腺苷酸和肌苷酸之间存在协同作用, 腺苷酸浓度较低时只提供甜味, 不提供鲜味, 但当样品中存在少量肌苷酸时, 甜味增强, 同时会产生鲜味和复合滋味。本研究表明(表 5), 肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸总含量最高的为原料组成 BZT-1 熬制的高汤(275.89 mg/L), 其次为 BZT-2 熬制的样品(224.21 mg/L), 含量最少的为 BZT-5 熬制的样品, 只有 60.20 mg/L。



注:1-天冬氨酸、2-谷氨酸、3-丝氨酸、4-组氨酸、5-甘氨酸、6-丙氨酸、7-酪氨酸、8-色氨酸、9-苯丙氨酸、10-异亮氨酸、11-亮氨酸、12-赖氨酸。

图1 12种氨基酸标准品(A)和高汤样品氨基酸(B)的色谱图

Fig.1 Chromatograms of 12 amino acid standard (A) and amino acid (B) of stock sample

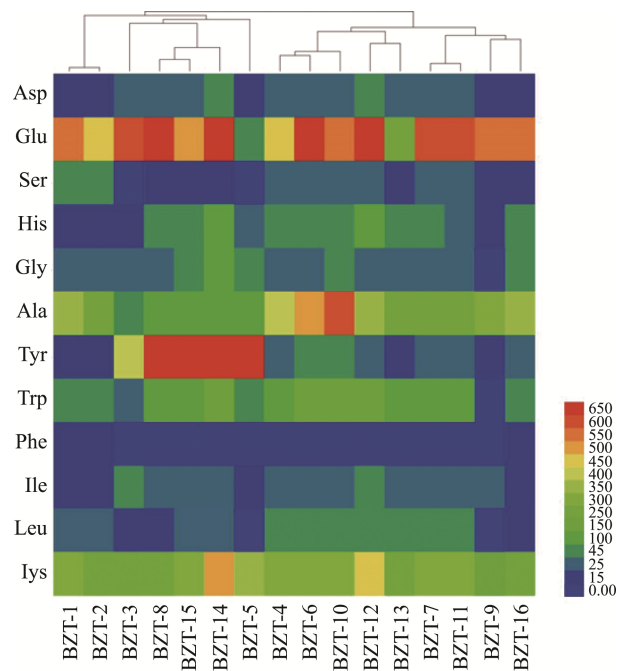
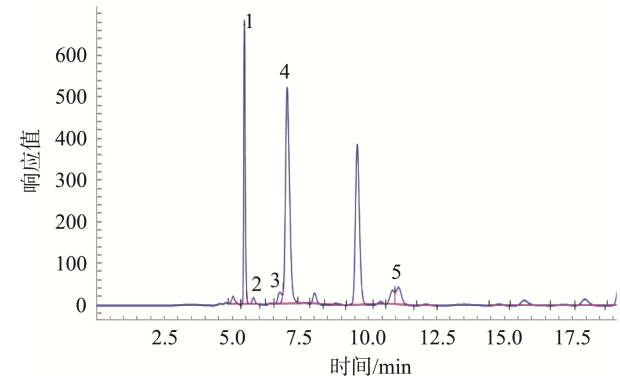
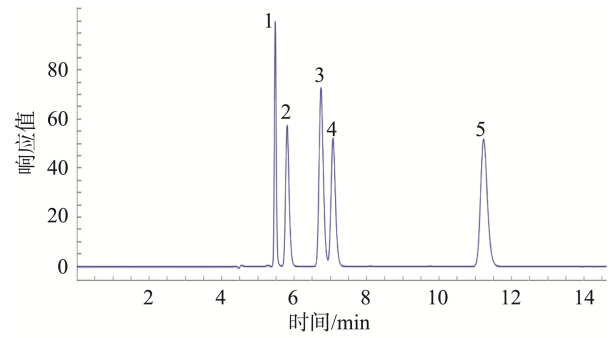


图2 不同原料组成熬制高汤中氨基酸组分热图分析

Fig.2 Heatmap analysis of amino acid concentration in the soup-stocks cooked from different raw material formulations



注:1-胞苷酸 CMP、2-尿苷酸 UMP、3-鸟苷酸 GMP、4-肌苷酸 IMP、5-腺苷酸 AMP

图3 5种核苷酸标准品(A)和高汤样品核苷酸(B)的色谱图

Fig.3 Chromatograms of 5 kinds of nucleotide standard (A) and nucleotide in soup-stock (B)

2.4 原料组成对高汤等鲜浓度值的影响

肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸具有显著的增鲜作用, YAMAGUCHI 等^[18]将鲜味强度量化成鲜浓度值, EUC 值越大代表鲜味越强。不同原料组合熬制的高汤中各种氨基酸和核苷酸的含量差异显著, 根据测定的高汤中谷氨酸、天冬氨酸、肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸的含量, 计算出 EUC 值, 结果(表 5)表明 BZT-1、BZT-2、BZT-6、BZT-8、BZT-9、BZT-10、BZT-12 和 BZT-16 的 EUC 值超过 1.0, 其中以 BZT-1 的 EUC 最高, 达 1.946。

3 结论

以鸡骨架和鸡脯肉为主要原料, 添加猪筒骨、猪尾骨或猪龙骨熬制高汤, 熬制的高汤呈微黄色, 原料组成的变化对高汤的红色值(a^*)和黄色值(b^*)、氨基酸和核苷酸等呈味物质的含量影响很大。氨基酸总含量最高的为 BZT-14(达 3070.59 mg/L), 鲜味氨基酸(谷氨酸和天冬氨酸)含量(744.88 mg/L)和核苷酸总含量最高的也是 BZT-14(500.02 mg/L), 但鲜味核苷酸(肌苷酸、鸟苷酸和腺苷酸)含量最高的是 BZT-1(275.89 mg/L); BZT-1 的等鲜度(EUC)值最高(1.946)鲜味强度最好, 由鸡骨架①、猪筒骨①和猪尾骨①进行组方熬制的高汤品质最佳。

表 4 不同原料组成熬制高汤中的氨基酸含量(mg/L)
Table 4 Amino acids contents of soup-stocks cooked from different raw material formulations (mg/L)

样品编号	天冬氨酸	谷氨酸	丝氨酸	组氨酸	甘氨酸	丙氨酸	酪氨酸	色氨酸	苯丙氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸
BZT-1	22.30±1.78	564.60±45.17	46.70±3.74	23.30±1.86	33.00±2.64	358.80±28.70	20.30±1.62	73.60±5.89	16.40±1.31	18.30±1.46	27.40±2.19	313.00±25.04
BZT-2	23.23±2.65	454.63±46.10	47.90±4.36	20.80±1.76	36.40±3.24	298.70±33.22	20.97±1.97	85.40±9.44	22.13±0.20	19.97±1.64	33.80±3.50	266.50±21.32
BZT-3	31.30±0.82	624.90±15.08	-	23.80±0.76	25.87±0.65	57.90±20.84	407.87±69.71	37.67±7.09	10.33±0.03	72.60±4.51	23.30±0.69	277.13±22.17
BZT-4	24.32±0.33	481.40±4.07	24.50±0.17	66.47±0.46	25.65±0.01	425.46±3.54	33.07±0.29	137.48±0.54	-	31.64±0.23	47.23±0.57	312.61±9.09
BZT-5	16.67±0.72	94.27±3.09	12.63±0.23	41.60±1.39	49.23±3.88	109.67±4.32	778.10±32.76	81.77±4.59	-	17.87±0.55	12.97±1.10	353.33±30.31
BZT-6	33.66±0.67	676.37±13.53	31.47±0.63	72.77±1.45	29.04±0.58	507.51±10.15	90.27±1.81	200.60±4.01	-	38.94±0.78	60.06±1.20	345.30±6.91
BZT-7	33.27±0.24	634.55±4.72	27.33±0.31	90.37±0.25	32.79±0.03	291.78±5.13	28.65±1.30	125.81±1.17	-	32.66±0.36	51.05±0.57	330.13±4.51
BZT-8	30.71±0.98	678.68±21.96	15.13±1.44	78.23±3.78	38.90±0.54	100.21±3.46	828.77±26.32	122.82±3.97	-	28.16±0.76	23.27±0.44	263.16±12.28
BZT-9	20.80±0.38	597.64±10.19	18.01±0.22	17.15±0.40	-	316.66±19.55	20.70±4.25	-	-	32.03±1.81	-	243.49±11.22
BZT-10	29.88±0.77	581.18±13.60	30.36±0.54	89.50±2.43	47.45±0.90	618.30±15.12	48.76±0.76	195.83±7.84	-	39.66±1.11	61.23±1.82	331.49±15.33
BZT-11	37.68±0.01	616.51±0.99	28.55±0.04	37.08±0.02	32.97±0.20	259.29±2.33	33.91±0.18	138.98±0.21	-	36.68±0.05	56.53±0.03	335.94±3.74
BZT-12	46.57±0.43	649.75±5.65	28.61±0.32	128.65±1.07	43.03±0.41	373.99±3.22	34.01±0.31	200.15±5.63	-	45.50±0.39	68.35±1.60	477.35±19.39
BZT-13	31.78±0.15	298.37±0.51	19.64±0.06	82.91±0.22	31.39±0.09	252.45±0.46	23.52±0.03	108.82±0.57	-	32.12±0.01	45.76±0.12	265.61±5.97
BZT-14	48.21±8.68	696.67±107.55	15.99±1.86	112.59±19.22	121.61±21.71	146.80±27.75	1093.32±189.91	208.65±61.51	13.21±4.91	38.08±9.75	34.01±5.54	541.45±10.83
BZT-15	39.46±2.09	546.91±26.46	17.12±0.44	93.27±7.01	53.52±2.43	116.48±6.54	751.47±39.59	136.05±0.29	-	31.52±1.55	28.10±1.71	308.13±16.70
BZT-16	16.45±1.99	554.10±59.48	17.45±1.25	64.35±7.38	82.98±8.37	369.81±40.93	29.93±4.48	81.37±12.47	20.29±2.08	19.58±1.52	21.37±2.25	290.75±52.59

表 5 不同原料组成熬制高汤中的核苷酸含量和等鲜浓度值
Table 5 Nucleotides contents and equivalent umami concentration(EUC)of soup-stocks cooked from different raw material formulations

样品编号	胞苷酸 CMP/(mg/L)	尿苷酸 UMP/(mg/L)	鸟苷酸 GMP/(mg/L)	肌苷酸 IMP/(mg/L)	腺苷酸 AMP/(mg/L)	EUC 值/(g MSG/100g)
BZT-1	164.00±0.58	7.30±0.06	9.93±0.53	247.74±5.30	18.22±0.13	1.946
BZT-2	138.41±0.36	6.95±0.35	7.85±0.02	204.86±1.64	11.50±0.05	1.296
BZT-3	124.08±0.36	4.39±0.35	3.97±0.46	66.28±0.57	14.48±4.81	0.659
BZT-4	152.56±0.14	4.34±0.02	5.15±0.31	123.08±1.19	15.29±0.07	0.859
BZT-5	118.48±0.12	1.18±0.06	1.63±0.35	51.23±0.74	7.34±0.08	0.075

表 5(续)

样品编号	胞苷酸 CMP/(mg/L)	尿苷酸 UMP/(mg/L)	鸟苷酸 GMP/(mg/L)	肌苷酸 IMP/(mg/L)	腺苷酸 AMP/(mg/L)	EUC 值/(g MSG/100g)
BZT-6	155.02±0.05	3.58±0.04	5.20±1.36	110.57±1.75	14.58±0.08	1.103
BZT-7	99.21±0.03	1.68±0.02	4.98±0.01	54.56±0.05	18.55±0.23	0.602
BZT-8	147.48±21.17	3.91±1.44	9.72±0.66	120.85±0.49	25.95±0.25	1.295
BZT-9	113.53±0.43	5.75±0.38	8.79±0.10	186.81±0.16	15.36±0.33	1.591
BZT-10	222.89±0.67	5.69±1.19	5.46±0.09	159.17±0.77	15.47±0.25	1.298
BZT-11	108.55±0.28	3.48±0.02	5.80±0.36	55.71±1.37	19.80±0.05	0.610
BZT-12	147.54±0.02	5.42±0.28	7.89±0.05	107.78±0.14	18.40±0.33	1.094
BZT-13	112.80±0.21	3.62±0.03	5.73±0.08	70.22±0.15	24.52±0.01	0.352
BZT-14	389.54±9.39	7.65±0.15	10.65±2.03	54.36±2.72	37.82±1.23	0.801
BZT-15	226.59±3.60	1.73±1.15	8.42±1.34	100.65±16.49	32.67±0.39	0.898
BZT-16	147.33±2.33	5.70±0.24	7.22±0.63	175.16±2.89	21.13±0.80	1.378

参考文献

- [1] 曾清清, 张立彦. 鸡骨高汤熬煮条件响应面优化[J]. 食品工业, 2014, 35(1): 37-41.
ZENG QQ, ZHANG LY. Optimization of boiling conditions of chicken bone stock by response surface methodology [J]. Food Ind, 2014, 35(1): 37-41.
- [2] 尤梦晨, 徐欣如, 薛丹丹, 等. 10种食用菌对高汤风味品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(14): 282-287.
YOU MC, XU XR, XUE DD, *et al.* Effect of 10 edible fungi on flavor quality of soup stock [J]. Food Sci, 2018, 39(14): 282-287.
- [3] 吴素玲, 孙晓明, 张士康, 等. 高汤工业化生产中基本原料的选择[J]. 中国调味品, 2008, (8): 60-64.
WU SL, SUN XM, ZHANG SK, *et al.* The choice of the fundamental raw material in soup production [J]. Chin Cond, 2008, (8): 60-64.
- [4] 曾清清, 张立彦. 熬煮条件对鸡骨高汤品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 106-110, 115.
ZENG QQ, ZHANG LY. Study on effect of boiling conditions on quality of chicken bone stock [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(1): 106-110, 115.
- [5] GB/T 18963—2012 中国国家标准化管理委员会 浓缩苹果汁[S].
GB/T 18963—2012 The Standardization Administration of China-Apple juice concentrate [S].
- [6] YANG HL, ZHANG L, XIAO GN, *et al.* Changes in some nutritional components of soymilk during fermentation by the culinary and medicinal mushroom *grifolafrondosa* [J]. LWT—Food Sci Technol, 2015, 62: 468-473.
- [7] 杨肖, 孔璇, 丁奇, 等. 加盐方式对鸡汤中呈味物质的影响分析[J]. 精细化工, 2018, 35(7): 1196-1200, 1260.
YANG X, KONG Y, DING Q, *et al.* Impact analysis of salt addition method on taste-active compounds in chicken soup [J]. Fine Chem, 2018, 35(7): 1196-1200, 1260.
- [8] 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 HY, YE H, GAO GQ, *et al.* Effect of different cooking methods on the quality of chicken soup [J]. Meat Res, 2013, 27(7): 26-29.
- [9] 王琳涵, 乔凯娜, 丁奇, 等. 不同煮制时间对鸡汤中呈味物质的影响[J]. 精细化工, 2018, 35(10): 1683-1690.
WANG LH, QIAO KN, DING Q, *et al.* Effect of different cooking time on taste compounds in chicken soup [J]. Fine Chem, 2018, 35(10): 1683-1690.
- [10] BOLES JA, SHAND PJ. Effect of muscle location, fiber direction, and slice thickness on the processing characteristic and tenderness of beef stir-fry strips from the round and chunk [J]. Meat Sci, 2008, 78(4): 369-374.
- [11] 周雪松, 赵谋明, 林伟锋, 等. 鸡肉蛋白质组成与分离研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(10): 9-12.
ZHOU XS, ZHAO MM, LIN WF, *et al.* Study on isolation and protein composition of chicken meat [J]. Food Ferment Ind, 2005, 31(10): 9-12.
- [12] 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 MY. Cooking technology and nutrition characteristics of pork chop soup and chicken soup [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2008.
- [13] ZOU J, XU M, ZOU Y, *et al.* Chemical compositions and sensory characteristics of pork rib and Silkie chicken soups prepared by various cooking techniques [J]. Food Chem, 2021, 345: 128755.
- [14] 陈怡颖, 丁奇, 赵静, 等. 鸡汤及鸡肉酶解液中游离氨基酸及呈味特性的对比分析[J]. 食品科学, 2015, 36(16): 107-111.
CHEN YY, DING Q, ZHAO J, *et al.* Comparison of free amino acids and taste characteristics in chicken soup and chicken enzymatic hydrolysate [J]. Food Sci, 2015, 36(16): 107-111.
- [15] 冯珍泉, 郝武斌, 袁军, 等. 鲜味物质对鸡汤鲜味及风味的影响[J]. 中国食品添加剂, 2016, (10): 97-101.
FENG ZQ, HAO WB, YUAN J, *et al.* The savory taste enhancement in chicken soups [J]. China Food Addit, 2016, (10): 97-101.
- [16] JAYASENA DD, AHN DU, NAM KC, *et al.* Factors affecting cooked chicken meat flavour: A review [J]. Worlds Poultry Sci J, 2013, 69(3): 515-526.
- [17] ZHAN H, HAYAT K, CUI H, *et al.* Characterization of flavor active non-volatile compounds in chicken broth and correlated contributing constituent compounds in muscle through sensory evaluation and partial least square regression analysis [J]. LWT—Food Sci Technol, 2020, 118: 108786.
- [18] YAMAGUCHI S, YOSHIKAWA T, IKEDA S, *et al.* Measurement of the relative taste intensity of some *L-α*-amino acids and 5'-nucleotides [J]. J Food Sci, 1971, 36(6): 846-849.
- [19] NISHIMURA T, GOTO S, MIURA K, *et al.* Umami compounds enhance the intensity of retronasal sensation of aromas from model chicken soups [J]. Food Chem, 2016, 196: 577-583.
- [20] 陶正清, 刘登勇, 周光宏, 等. 盐水鸭工业化加工过程中主要滋味物质的测定及呈味作用评价[J]. 核农学报, 2014, 28(4): 632-639.
TAO ZQ, LIU DY, ZHOU GH, *et al.* Taste evaluation of non-volatile taste compounds in Nanjing cooked duck during modern processing [J]. J Nucl Agric Sci, 2014, 28(4): 632-639.

(责任编辑: 王欣)

作者简介



戴晨义, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为食品加工与营养健康。
E-mail: 15905776789@139.com

杨海龙, 博士, 教授, 主要研究方向为食品科学与工程。
E-mail: yhl@wzu.edu.cn