

香料与香精

## 加盐方式对鸡汤中呈味物质的影响分析

杨肖, 孔琰, 丁奇, 张玉玉\*, 孙宝国, 陈海涛, 孙颖

(北京市食品风味化学重点实验室, 食品质量与安全北京实验室, 北京食品营养与人类健康高精尖创新中心, 北京工商大学, 北京 100048)

**摘要:** 为了考察加盐方式对鸡汤呈味物质的影响, 采用高效液相色谱法对煮制前加盐、煮制后加盐和不加盐 3 种煮制鸡汤中的核苷酸、有机酸、游离氨基酸含量进行了检测与分析, 以鸡汤中呈味物质的滋味活性值 (TAV) 和味精当量 (EUC) 为评价指标, 结果发现, 煮制前加盐鸡汤中 5'-胞苷酸、5'-鸟苷酸、乳酸、琥珀酸、组氨酸、谷氨酸含量和游离氨基酸总量均大于其他两种加盐方式煮制的鸡汤。3 种煮制样品中乳酸和琥珀酸的 TAV 均大于 1, 对鸡汤的滋味有直接贡献, 而天冬氨酸在 3 种煮制方式中的含量没有显著变化。感官评价结果显示, 煮制前加盐鸡汤的整体风味最好。

**关键词:** 鸡汤; 高效液相色谱; 核苷酸; 有机酸; 氨基酸; 香料与香精

**中图分类号:** TS207.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5214(2018)07-1196-06

## Impact Analysis of Salt Addition Method on Taste-active Compounds in Chicken Soup

YANG Xiao, KONG Yan, DING Qi, ZHANG Yu-yu\*, SUN Bao-guo, CHEN Hai-tao, SUN Ying  
(Beijing Key Laboratory of Flavor Chemistry, Beijing Laboratory for Food Quality and Safety, Beijing Advanced Innovation Center for Food Nutrition and Human Health, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** In order to study the effect of salt addition (salt addition before cooking, salt addition after cooking and without salt) on the taste-active compounds in chicken soup, the nucleotides, organic acids, and free amino acids were analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC) and sensory evaluation, with taste active value of taste substances (TAV) and equivalent umami concentration (EUC) value as evaluation index. The results showed that the concentration of 5'-cytidine monophosphate (5'-CMP), 5'-guanosine monophosphate (5'-GMP), lactic acid, succinic acid, histidine, glutamic acid and the total free amino acid in chicken soup salting before cooking were all higher than that of the samples cooked by the other two salt addition methods. All of taste-active values of lactic acid and succinic acid of three kinds of chicken soup were over 1, which influenced the taste of the chicken soup directly. While the concentration of aspartic acid in three samples did not have a significantly change. As shown in the result of sensory evaluation, the score of the chicken soup salting before cooking was the highest.

**Key words:** chicken soup; HPLC; nucleotide; organic acid; amino acid; perfumes and essences

**Foundation items:** National Key R & D Program of China (2016YFD0400705); National Natural Science Foundation of China (31401604)

鸡汤一直是我国居民餐桌上不可缺少的佳肴之一。鸡肉肉质细嫩, 富含人体中不可缺少的维生素、必需氨基酸、胶原蛋白、不饱和脂肪酸等, 且消化

率高, 很容易被人体吸收, 具有较高的营养价值<sup>[1]</sup>。鸡肉中的呈味物质经炖煮后浸出到鸡汤中, 使鸡汤中富含游离氨基酸、核苷酸、有机酸、无机盐、多

收稿日期: 2017-06-30; 定用日期: 2017-11-13; DOI: 10.13550/j.jxhg.20170526

基金项目: 国家重点研发计划资助项目 (2016YFD0400705); 国家自然科学基金 (31401604)

作者简介: 杨肖 (1992—), 男, 硕士生。联系人: 张玉玉 (1982—), 女, 博士, 副教授, E-mail: zhangyy2@163.com。

肽类及其相关的衍生物等多种呈味物质,这些物质赋予鸡汤鲜美的滋味和醇厚的口感。

鸡汤的滋味主要取决于味觉系统所能感受到的鸡汤中的呈味化合物。具有味觉特性的水溶性化合物,如谷氨酸和天冬氨酸产生鲜味,组氨酸和精氨酸产生苦味,果糖和丝氨酸产生甜味,而酪氨酸和乳酸产生酸味<sup>[2]</sup>。除了食材本身含有的呈味化合物,在鸡汤煮制过程中还可以人为添加调味品来提升食品的滋味,食盐作为咸味的主要调味品,不仅赋予食品咸味,同时还是鲜味物质的助鲜剂,是食品烹饪加工中不可缺少的调味品<sup>[3]</sup>。周涛<sup>[4]</sup>发现,鸡汤中的游离氨基酸含量随着鸡汤中盐添加量的增加而变化。当加盐质量为整体鸡汤质量的1%时,游离氨基酸含量达到最大。Jayasena<sup>[5]</sup>等分别对韩国本地鸡和商业养殖鸡煮制汤中的呈味物质进行了分析,发现本地鸡鸡汤中5'-肌苷酸和半胱氨酸的含量高于商业鸡鸡汤,而缬氨酸,异亮氨酸,亮氨酸,苯丙氨酸,甲硫氨酸的含量则低于商业鸡鸡汤。陈宇丹<sup>[6]</sup>在对鸡汤不同煮制时间营养成分变化研究中发现,煮制4 h时鸡汤中游离氨基酸的浸出率趋于平衡。Wang<sup>[7]</sup>等对苏北土鸡、雪山土鸡和817肉鸡为原料加工的3种鸡汤进行呈味物质的研究发现,苏北土鸡鸡汤中的5'-肌苷酸、5'-腺苷酸和5'-胞苷酸的含量最高。目前,对于鸡汤中滋味成分的报道主要涉及不同品种的鸡肉煮制的鸡汤,以及煮制过程中呈味物质的分析鉴定,而对于加盐方式的影响报道较少。

高效液相色谱法(HPLC)由于具有高效、高灵敏度、分离速度快等优点,广泛应用于食品呈味物质的分析和检测中<sup>[8]</sup>。何小峰<sup>[9]</sup>等采用HPLC法对瓦罐鸡汤的呈味物质进行了分析,发现瓦罐受热均匀,有助于核苷酸和游离酸的富集。Chang<sup>[10]</sup>等采用HPLC法对不同煮制时间,不同部位的鸡肉煮制鸡汤中的游离氨基酸进行检测发现,煮制时间对鸡汤的滋味影响显著,2 h时鸡汤品质最佳。Zhao<sup>[11]</sup>等采用HPLC对香菇菌汤、香菇酶解液及香菇干粉复水原液中呈味物质进行分析发现,香菇酶解液中游离氨基酸含量最高。香菇菌汤中5'-鸟苷酸的含量最高,而香菇酶解液中5'-腺苷酸的含量最高。

通过预实验发现,加盐方式对鸡汤风味存在一定的影响,因此,本文制备了3种不同加盐方式的鸡汤,并采用HPLC法对3种鸡汤中的有机酸、核苷酸、游离氨基酸进行了检测和分析,以鸡汤中呈味物质的滋味活性值(TAV)和味精当量(EUC)为评价指标,结合感官评价分析加盐方式对鸡汤中呈味物质的影响。旨在为改进鸡汤煮制工艺及相关产品开发提供理论依据。

## 1 实验部分

### 1.1 材料、试剂与仪器

三黄鸡,合肥市惠裕康食品有限公司;5'-胞苷酸(5'-CMP)、5'-鸟苷酸(5'-GMP)、5'-肌苷酸(5'-IMP)、5'-腺苷酸(5'-AMP)标准品,AR,氨基酸混合标准品,色谱纯,美国Sigma-Aldrich公司;苹果酸标准品、乳酸标准品、柠檬酸标准品、琥珀酸标准品、磷酸二氢钾、磷酸,AR,国药集团化学试剂有限公司;高氯酸,AR,天津市鑫源化工有限公司;甲醇,色谱纯,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;氨基酸分析仪专用缓冲液,色谱纯,英国Biochrom有限公司;食盐,中盐长江盐化有限公司。

TGL16M台式高速冷冻离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;VFD1000冷冻干燥机,北京博医康实验仪器有限公司;DGD40-40DWG微电脑隔水电炖锅,广东天际电器有限公司;UltiMate 3000高效液相色谱仪,美国Thermo公司。Biochrom 30+氨基酸自动分析仪,英国Biochrom有限公司

### 1.2 鸡汤的制备

取三黄鸡鸡胸肉,切成边长为3 cm的小块,用沸水焯1 min后,按鸡胸肉质量加入2.5倍水,放入隔水电炖锅中。在85 °C下加热3 h,加盐质量为整体鸡汤质量的1%。根据加盐顺序的不同分为煮制前加盐鸡汤、煮制后加盐鸡汤和不加盐鸡汤3个样品。

### 1.3 检测方法

#### 1.3.1 氨基酸检测方法

取鸡汤5 mL离心(9600 r/min, 10 min, 4 °C),将上清液进行冷冻干燥(冷凝器温度-45 °C,真空度20 Pa)后,全部溶于适量的氨基酸分析仪专用缓冲液。将溶液用0.45 μm水系滤膜过滤,待检测。氨基酸自动分析仪分析条件:Biochrom Na型阳离子交换树脂,4.6 μm×200 mm;检测波长为570和440 nm;缓冲液流速35 mL/h;柱温31~76 °C;茚三酮溶液流速25 mL/h;进样量20 μL。每个样品重复进样3次<sup>[12]</sup>。

氨基酸标准曲线的绘制及定量方法:采用外标法进行定量分析,17种氨基酸混合标准溶液中胱氨酸浓度为1.25 mmol/L,其他16种氨基酸浓度均为2.50 mmol/L。将标准溶液中半胱氨酸浓度分别稀释为0.6250、0.1250、0.0625、0.0417、0.0312、0.0250和0.0208 mmol/L;标准溶液中其他16种氨基酸浓度分别稀释为1.2500、0.2500、0.1250、0.0833、0.0625、0.0500和0.0417 mmol/L。将7个不同浓度的氨基酸标准溶液在相同条件下进样,得到的色谱图峰面积与相应氨基酸的浓度进行作图,绘制17种

氨基酸的标准曲线。

### 1.3.2 核苷酸检测方法

取鸡汤 5 mL 离心 (9600 r/min, 10 min, 4 °C), 将上清液进行冷冻干燥后, 全部溶于适量的超纯水。将溶液用 0.45 μm 滤膜进行过滤, 待检测。核苷酸的液相分析条件: 色谱柱为 Venusil XBP C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 柱温 25 °C; 紫外吸收检测器, 检测波长 254 nm; 流动相为 V(甲醇): V(磷酸二氢钾, 0.05 mol/L) = 5:95; 流速 1 mL/min; 进样量 10 μL; 等梯度洗脱。每个样品分别测定 3 次<sup>[13]</sup>。

标准曲线的绘制及定量方法: 采用外标法进行定量分析, 配制 5'-CMP、5'-GMP、5'-IMP 和 5'-AMP 标准混合溶液的质量浓度分别为 250、230、200、170、140、100、70、40、20、10 和 1 mg/L。将各不同质量浓度的呈味核苷酸标准溶液在相同条件下进样, 得到的色谱峰面积对质量浓度进行作图, 绘制 4 种核苷酸的标准曲线。

### 1.3.3 有机酸检测方法

取鸡汤 5 mL 加入 0.25 mL HClO<sub>4</sub>, 离心 (9600 r/min, 10 min, 4 °C), 取上清液用 0.45 μm 滤膜进行过滤, 待检测。有机酸的液相分析条件: 色谱柱为 Venusil XBP C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 柱温 25 °C; 紫外吸收检测器, 检测波长 205 nm; 流动相为 V(甲醇): V(磷酸二氢钾, 0.01 mol/L, pH=2.8) = 5:95; 流速 1 mL/min; 进样量 10 μL; 等梯度洗脱。每个样品分别测定 3 次<sup>[13]</sup>。

标准曲线的绘制及定量方法: 采用外标法进行定量分析, 配制苹果酸、乳酸、柠檬酸和琥珀酸标准混合溶液的质量浓度分别为 10.00、5.00、3.00、1.00、0.80、0.50、0.20 和 0.08 mg/L, 将不同质量浓度的有机酸标准溶液在相同条件下进样, 得到的色谱峰面积对质量浓度作图, 绘制 4 种有机酸的标准曲线。

### 1.3.4 鸡汤中呈味物质 TAV 分析

通过计算鸡汤中游离氨基酸、呈味核苷酸和有机酸的 TAV, 找出对鸡汤滋味有显著贡献的成分。当 TAV > 1 时, 认为该物质对呈味有直接贡献, 而 TAV < 1 时, 认为该物质对呈味没有直接贡献。

TAV 为某一呈味物质的含量与其阈值的比<sup>[14]</sup>, 公式如下所示。

$$TAV = \rho_1 / \rho_2$$

式中:  $\rho_1$  为检测样品中呈味化合物的质量浓度, g/L;  $\rho_2$  为呈味化合物滋味阈值质量浓度, g/L。

### 1.3.5 鸡汤味精当量分析

EUC 是指每 100 g 样品中呈鲜味氨基酸与呈鲜味核苷酸所产生的鲜味强度相当于多少质量的单一

味精所产生的鲜味强度, 单位为 g MSG/100 g<sup>[15]</sup>。计算公式如下所示。

$$EUC = \sum a_i \times b_i + 1218(\sum a_i \times b_i)(\sum a_j \times b_j)$$

式中:  $a_i$ -样品中鲜味氨基酸的质量分数, %;  $b_i$ -样品中鲜味氨基酸相对于谷氨酸钠的相对鲜度系数, 其中, 天冬氨酸为 0.077, 谷氨酸为 1.000;  $a_j$ -样品中呈味核苷酸的质量分数, %;  $b_j$ -样品中呈味核苷酸相对于 5'-IMP 的相对鲜度系数, 其中, 5'-IMP 为 1.00, 5'-GMP 为 2.30, 5'-AMP 为 0.18。

### 1.3.6 感官评价

根据本课题组之前的研究结果<sup>[16]</sup>, 选 10 名经过感官评价培训的人员, 对不同煮制方法的鸡汤进行评定, 评价指标为鸡汤整体风味。感官评价标准如表 1 所示, 每种样品重复评价 3 次。

表 1 鸡汤的感官评价标准

Table 1 Standard of sensory evaluation in chicken soup

评价标准	评分范围
鲜味强/鸡汤回味绵长持久饱满圆润, 无异味	8~10
较浓鲜味/鸡汤较饱满圆润, 无异味	6~8
鲜味不足/鸡汤味道弱或有异味	3~5
无鲜味/无鸡汤味道或有异味	0~2

### 1.3.7 统计分析

所有实验做 3 次平行实验, 实验结果表示为平均值±标准偏差。统计分析使用 SPSS 软件 (版本 17.0)。使用方差分析对数据进行分析, 并使用 Duncan 进行多范围检验<sup>[17]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 加盐方式对鸡汤中核苷酸含量的影响

3 种加盐方式鸡汤中呈味核苷酸的含量和 TAV 如表 2 所示。从表 2 可以看出, 3 种鸡汤中核苷酸质量浓度从高到低依次均为 5'-CMP、5'-AMP、5'-GMP、5'-IMP。煮制前加盐鸡汤中 5'-CMP 的质量浓度为 98.30 mg/L, 高于另外两种鸡汤。但煮制时不加盐鸡汤中 5'-AMP 质量浓度为 47.57 mg/L, 高于煮制前加盐和煮制后加盐鸡汤。3 种煮制方式鸡汤中, 5'-GMP、5'-IMP 和 5'-AMP 的 TAV 均小于 1, 说明这 3 种核苷酸单独存在时对鸡汤的滋味没有直接贡献。但是很多研究指出, 肉类制品中的呈味物质含量大部分都低于各自的滋味阈值, 因此, 各种呈味物质的协同作用可能是决定滋味的最重要因素<sup>[18]</sup>。有研究发现, 5'-AMP 和 5'-IMP 之间存在协同作用, 5'-AMP 浓度较低时只提供甜味, 不提供鲜味, 但当样品中存在少量 5'-IMP 时, 甜味增强, 同时会产生鲜味和复合滋味<sup>[19]</sup>。根据统计分析结果可以看出, 加盐方式对 4 种核苷酸的含量影响均不显著。

表 2 3 种加盐方式鸡汤中呈味核苷酸的质量浓度和 TAV  
Table 2 Mass concentration and taste active value of nucleotides in three kinds of chicken soup

	煮制不加盐鸡汤		煮制前加盐鸡汤		煮制后加盐鸡汤		阈值 <sup>[20]</sup> /(mg/L)
	质量浓度/(mg/L)	TAV	质量浓度/(mg/L)	TAV	质量浓度/(mg/L)	TAV	
5'-CMP	96.34±1.16 <sup>a</sup>	—	98.30±4.09 <sup>a</sup>	—	95.75±0.68 <sup>a</sup>	—	—
5'-GMP	18.18±1.49 <sup>a</sup>	0.15±0.01	18.58±0.35 <sup>a</sup>	0.15±0.00	18.38±0.39 <sup>a</sup>	0.11±0.06	125
5'-IMP	10.32±0.62 <sup>a</sup>	0.04±0.00	10.31±0.63 <sup>a</sup>	0.04±0.00	10.31±0.55 <sup>a</sup>	0.04±0.00	250
5'-AMP	47.57±1.33 <sup>a</sup>	0.10±0.00	45.26±1.57 <sup>a</sup>	0.09±0.00	43.29±4.00 <sup>a</sup>	0.09±0.01	500

注: 核苷酸的质量浓度采用平均值 ± 标准偏差的形式表示。若同一行中两个数值的上标字母相同, 表示这两个数值之间没有显著性差异 ( $P < 0.05$ ,  $P$  表示因素对实验结果无显著影响的概率), 若同一行中两个数值的上标字母不同, 表示这两个数值之间有显著性差; 一代表未检测到。

2.2 加盐方式对鸡汤中有机酸含量的影响

3 种加盐方式鸡汤中有机酸的质量浓度和 TAV 如表 3 所示。由表 3 可以看出, 3 种鸡汤样品中均只检测到了乳酸和琥珀酸, 并且乳酸的质量浓度高于琥珀酸。煮制前加盐鸡汤中乳酸和琥珀酸质量浓度最高, 分别为 3.70 和 0.35 g/L。3 种鸡汤样品中检测到的乳酸和琥珀酸的 TAV 均大于 1, 表示乳酸和琥珀酸单独存在时对鸡汤的滋味有直接贡献。其

中, 煮制前加盐鸡汤中琥珀酸和乳酸的 TAV 最高。根据统计分析的结果可看出, 加盐方式对乳酸含量的影响显著。煮制前加盐鸡汤中琥珀酸的含量与煮制不加盐鸡汤相比无显著性变化, 与煮制后加盐鸡汤中琥珀酸的含量相比有显著性变化。

2.3 加盐方式对鸡汤中氨基酸含量的影响

3 种加盐方式鸡汤中氨基酸的含量和 TAV 如表 4 所示。

表 3 3 种加盐方式鸡汤中有机酸的质量浓度和 TAV  
Table 3 Mass concentration and taste active value of organic acids in three kinds of chicken soup

	煮制不加盐鸡汤		煮制前加盐鸡汤		煮制后加盐鸡汤		阈值 <sup>[21]</sup> /(g/L)
	质量浓度/(g/L)	TAV	质量浓度/(g/L)	TAV	质量浓度/(g/L)	TAV	
乳酸	3.20±0.08 <sup>c</sup>	2.54±0.06	3.70±0.12 <sup>a</sup>	2.94±0.10	3.43±0.09 <sup>b</sup>	2.72±0.07	1.261
琥珀酸	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	3.16±0.05	0.35±0.01 <sup>a</sup>	3.34±0.06	0.32±0.02 <sup>b</sup>	3.07±0.02	0.106

注: 有机酸的质量浓度采用平均值 ± 标准偏差的形式表示。若同一行中任意两个数值的上标字母相同, 表示这两个数值之间没有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 若同一行中两个数值的上标字母不同, 表示这两个数值之间有显著性差; 上标 ab 表示既与上标 a 相同, 也与上标 b 相同。

表 4 3 种加盐方式鸡汤中氨基酸的质量浓度和 TAV  
Table 4 Mass concentration and taste active value of free amino acids in three kinds of chicken soup

滋味	名称	煮制不加盐鸡汤		煮制前加盐鸡汤		煮制后加盐鸡汤		阈值 /(mg/L) <sup>[25]</sup>
		质量浓度/(mg/L)	TAV	质量浓度/(mg/L)	TAV	质量浓度/(mg/L)	TAV	
鲜味	天冬氨酸	69.81±2.05 <sup>a</sup>	0.23±0.01	69.53±0.74 <sup>a</sup>	0.23±0.00	71.10±1.58 <sup>a</sup>	0.24±0.01	300
	谷氨酸	213.45±5.18 <sup>a</sup>	0.21±0.01	220.39±1.76 <sup>a</sup>	0.22±0.00	214.60±4.48 <sup>a</sup>	0.21±0.00	1000
甜味	苏氨酸	123.53±5.43 <sup>a</sup>	0.05±0.00	122.23±0.59 <sup>a</sup>	0.05±0.00	125.84±1.68 <sup>a</sup>	0.05±0.00	2600
	丝氨酸	123.87±5.28 <sup>a</sup>	0.08±0.00	127.74±4.05 <sup>a</sup>	0.09±0.00	125.19±2.02 <sup>a</sup>	0.08±0.00	1500
	脯氨酸	37.65±0.99 <sup>a</sup>	0.01±0.00	33.56±1.27 <sup>b</sup>	0.01±0.00	35.14±0.44 <sup>b</sup>	0.01±0.00	3000
	甘氨酸	122.40±1.64 <sup>a</sup>	0.09±0.00	126.05±0.84 <sup>a</sup>	0.10±0.00	125.20±3.13 <sup>a</sup>	0.10±0.00	1300
	丙氨酸	159.10±4.77 <sup>a</sup>	0.27±0.01	151.54±1.17 <sup>b</sup>	0.25±0.00	149.08±2.13 <sup>b</sup>	0.25±0.00	600
	总氨基酸	2016.2±39.27 <sup>b</sup>		2114.54±24.44 <sup>a</sup>		2020.57±30.81 <sup>b</sup>		
苦味	缬氨酸	71.83±0.52 <sup>b</sup>	0.18±0.00	78.38±0.34 <sup>a</sup>	0.20±0.00	66.03±1.97 <sup>c</sup>	0.17±0.00	400
	甲硫氨酸	47.43±0.41 <sup>a</sup>	0.16±0.00	44.27±1.69 <sup>b</sup>	0.15±0.01	40.53±1.13 <sup>c</sup>	0.14±0.00	300
	异亮氨酸	44.43±0.80 <sup>b</sup>	0.05±0.00	48.17±0.89 <sup>a</sup>	0.05±0.00	42.50±1.20 <sup>b</sup>	0.05±0.00	900
	亮氨酸	102.17±1.04 <sup>b</sup>	0.05±0.00	117.75±0.88 <sup>a</sup>	0.06±0.00	116.24±2.89 <sup>a</sup>	0.06±0.00	1900
	苯丙氨酸	50.55±1.10 <sup>b</sup>	0.06±0.00	54.10±1.71 <sup>a</sup>	0.06±0.00	51.88±1.78 <sup>ab</sup>	0.06±0.00	900
	组氨酸	591.81±7.96 <sup>c</sup>	2.96±0.04	644.64±6.55 <sup>a</sup>	3.22±0.03	608.04±3.61 <sup>b</sup>	3.04±0.02	200
	赖氨酸	92.15±0.80 <sup>b</sup>	0.18±0.00	100.18±0.28 <sup>a</sup>	0.20±0.00	86.20±0.26 <sup>c</sup>	0.17±0.00	500
	精氨酸	82.50±0.54 <sup>b</sup>	0.16±0.00	86.63±0.47 <sup>a</sup>	0.17±0.00	82.18±0.80 <sup>b</sup>	0.16±0.00	500
	总氨基酸	2016.2±39.27 <sup>b</sup>		2114.54±24.44 <sup>a</sup>		2020.57±30.81 <sup>b</sup>		

注: 氨基酸的质量浓度采用平均值 ± 标准偏差的形式表示。若同一行中两个数值的上标字母相同, 表示这两个数值之间没有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 若同一行中两个数值的上标字母不同, 表示这两个数值之间有显著性差; 上标 ab 表示既与上标 a 相同, 也与上标 b 相同。

从表 4 可以看出, 煮制前加盐鸡汤中总氨基酸质量浓度最高, 为 2114.54 mg/L, 相比于不加盐鸡汤, 煮制后加盐鸡汤的总氨基酸含量变化不大, 分别为 2016.2 和 2020.57 mg/L。这可能是由于盐的加入使鸡肉中的蛋白质溶解性提高, 使溶液中蛋白质含量增加, 暴露的亲水性氨基酸, 如亮氨酸等使游离氨基酸在鸡汤煮制过程中的富集程度提高, 并且鸡肉处在一个低渗环境, 有利于一些风味物质及营养成分充分溶于汤中<sup>[22]</sup>。谷氨酸和天冬氨酸能提升鸡汤的鲜味, 对鸡汤滋味具有重要贡献<sup>[23]</sup>。3 种加盐方式鸡汤中, 谷氨酸的质量浓度分别为 213.45 (煮制不加盐)、220.39 (煮制前加盐) 和 214.60 mg/L (煮制后加盐)。但 3 种加盐方式鸡汤中天冬氨酸的含量无明显变化。氨基酸对鸡汤的滋味贡献不单一为鲜味, 呈不同滋味氨基酸之间能够相互作用, 对鸡汤滋味整体有所提升。其中, 组氨酸为呈苦味氨基酸, 在煮制前加盐鸡汤中其质量浓度最高, 为 644.64 mg/L。在 3 种鸡汤样品的 15 种氨基酸中, 仅组氨酸的 TAV 大于 1, 对鸡汤的滋味有直接贡献。煮制后加盐鸡汤中天冬氨酸的 TAV 为 0.24, 高于其他两种煮制方式。煮制前加盐鸡汤中谷氨酸的 TAV 为 0.22, 高于其他两种煮制方式。3 种鸡汤样品中大部分氨基酸的 TVA 小于 1, 但许多研究表明, 氨基酸其他呈味物质的协同作用能起到抑制苦味以及增强鲜味的作用<sup>[24]</sup>。统计分析结果显示, 相比于其他两种加盐方式, 煮制前加盐对总游离氨基酸的含量有显著影响。其中, 加盐方式对天冬氨酸和谷氨酸两种呈鲜味氨基酸的含量影响不显著, 而对多数呈苦味氨基酸, 包括缬氨酸、甲硫氨酸、组氨酸、赖氨酸的含量影响显著。煮制不加盐鸡汤中呈甜味的脯氨酸含量最高。

#### 2.4 不同加盐方式鸡汤的 EUC 测定

根据测定的鸡汤中谷氨酸、天冬氨酸、5'-肌苷酸、5'-鸟苷酸和 5'-腺苷酸的含量, 计算出 EUC。3 种加盐方式鸡汤味精当量如图 1 所示。

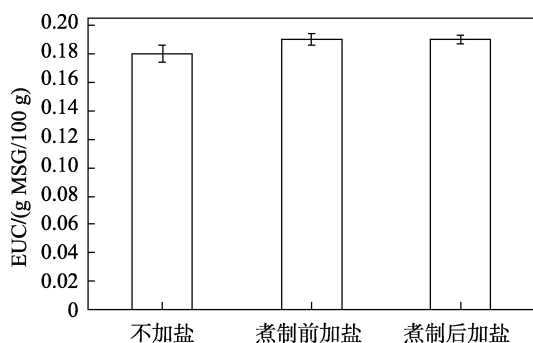


图 1 3 种加盐方式鸡汤的味精当量

Fig. 1 EUC values in three kinds of chicken soup

从图 1 可以看出, 煮制前加盐鸡汤和煮制后加

盐鸡汤 EUC 均为 0.19, 而煮制不加盐鸡汤的 EUC 为 0.18, 说明加盐鸡汤比不加盐鸡汤的鲜味更强。

#### 2.5 不同加盐方式鸡汤感官评价结果

3 种加盐方式鸡汤感官评价结果如图 2 所示。从图 2 可以看出, 煮制前加盐鸡汤评分最高, 其次是煮制后加盐鸡汤, 得分最低的是煮制不加盐鸡汤。冯珍泉<sup>[26]</sup>等发现, 鲜味物质的增加能使鸡汤整体的感官品质显著提升。3 种加盐方式中, 煮制前加盐鸡汤中呈鲜味物质含量较高, 鸡汤整体滋味的感官评价得分较高。将感官评价的结果与呈味物质分析检测结果综合分析可知, 3 种加盐方式煮制鸡汤中最优加盐方式为煮制前加盐。

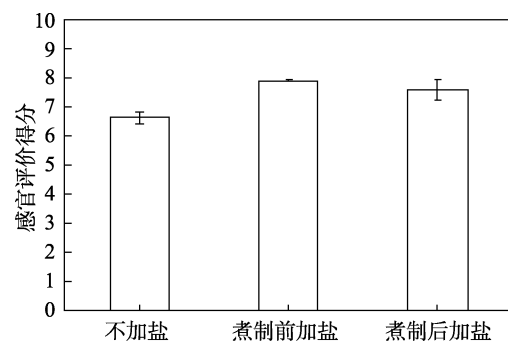


图 2 3 种加盐方式鸡汤感官评价结果

Fig. 2 Sensory evaluation of three kinds of chicken soup

### 3 结论

(1) 采用 HPLC 法对 3 种加盐方式鸡汤中核苷酸、有机酸以及游离氨基酸进行了分析, 结果表明, 煮制前加盐鸡汤中 5'-CMP 的含量高于另外两种鸡汤。加盐方式对 4 种核苷酸含量的影响均不显著。3 种鸡汤样品中, 煮制前加盐鸡汤中乳酸和琥珀酸含量最高。加盐方式对乳酸含量的影响显著, 煮制前加盐鸡汤中琥珀酸的含量与煮制未加盐鸡汤相比无显著性变化。3 种鸡汤样品中, 煮制前加盐鸡汤中总氨基酸含量和谷氨酸含量最高, 分别为 2114.54 mg/L 和 220.39 mg/L。加盐方式对天冬氨酸和谷氨酸两种呈鲜味氨基酸的含量影响不显著, 而对多数呈苦味氨基酸, 包括缬氨酸、甲硫氨酸、组氨酸、赖氨酸的含量影响显著。相比于其他两种加盐方式, 煮制不加盐鸡汤中呈甜味的脯氨酸含量最高。

(2) 3 种煮制方式鸡汤中 5'-GMP、5'-IMP 和 5'-AMP 的 TAV 均小于 1。而乳酸和琥珀酸的 TAV 均大于 1。在 3 种鸡汤样品的 15 种氨基酸中, 仅组氨酸的 TAV 大于 1。煮制后加盐鸡汤中天冬氨酸的 TAV 为 0.24, 高于其他两种煮制方式。煮制前加盐鸡汤中谷氨酸的 TAV 为 0.22, 高于其他两种煮制方式。

(下转第 1260 页)