

基于模糊感官评价的黄羽肉鸡品种对鸡汤品质影响分析

肖丽翠^{1,2}, 闫征², 王道营^{2,3}, 徐为民^{2,3}, 诸永志², 王咏梅⁴, 陈本生⁴, 许慧卿^{1,*}

(1.扬州大学食品科学与工程学院, 江苏 扬州 225127; 2.江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏 南京 210014; 3.江苏省肉类生产与加工质量安全控制协同创新中心, 江苏 南京 210095; 4.江苏立华食品有限公司, 江苏 常州 213000)

摘要:以14个不同品种的黄羽肉鸡为原料制作鸡汤,记录不同品种鸡的日龄、胴体质量和产地信息,测定鸡汤总游离氨基酸、总蛋白、肌苷酸、鸟苷酸、腺苷酸、天冬氨酸及谷氨酸含量等理化指标,并基于模糊感官评价方法分析不同品种鸡煮制鸡汤的感官品质。结果表明:鸡汤的等鲜浓度(equivalent umami concentration, EUC)与感官总评分具有极显著正相关性($P < 0.01$),与滋味评分具有显著正相关性($P < 0.05$),14个肉鸡品种中固始老母鸡鸡汤滋味平均分最高,芦花鸡鸡汤综合感官品质最佳,且具有滋味鲜香、香味浓郁的特点。综上可知,在研究的品种中鲜味氨基酸和鲜味核苷酸含量较高的芦花鸡更适合煮制鸡汤。

关键词:黄羽肉鸡; 鸡汤; 理化指标; 模糊感官评价

Effect of Breed on Chicken Broth Properties of Yellow-Feathered Broilers Based on Fuzzy Sensory Evaluation

XIAO Licui^{1,2}, YAN Zheng², WANG Daoying^{2,3}, XU Weimin^{2,3}, ZHU Yongzhi², WANG Yongmei⁴, CHEN Bensheng⁴, XU Huiqing^{1,*}

(1.College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China;

2.Agro-Product Processing Research Institute, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China;

3.Jiangsu Collaborative Innovation Center of Meat Production and Processing, Quality and Safety Control, Nanjing 210095, China;

4.Jiangsu Lihua Food Co. Ltd., Changzhou 213000, China)

Abstract: In this experiment, the contents of total free amino acid, total protein, inosine monophosphate, guanosine monophosphate, adenosine monophosphate, aspartic acid and glutamic acid in chicken broths made from 14 different breeds of yellow-feathered broiler (with known age, carcass mass and geographic origin) were determined. Their sensory quality was evaluated using fuzzy logic. The results showed that the equivalent umami concentration (EUC) of chicken broth had a highly significant positive correlation with the overall sensory score ($P < 0.01$), and a significant positive correlation with the taste score ($P < 0.05$). Among the 14 chicken breeds, Gushi old hen broth had the highest average taste score, while Luhua chicken broth had the best comprehensive sensory quality with a umami taste and a strong aroma. It can be concluded that Luhua chicken may be more suited to cook chicken soup owing to the high contents of umami amino acid and umami nucleotides.

Keywords: yellow-feathered broilers; chicken broth; physicochemical indexes; fuzzy sensory evaluation

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20191231-318

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2020) 03-0045-06

引文格式:

肖丽翠, 闫征, 王道营, 等. 基于模糊感官评价的黄羽肉鸡品种对鸡汤品质影响分析[J]. 肉类研究, 2020, 34(3): 45-50.

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20191231-318. <http://www.rlyj.net.cn>

XIAO Licui, YAN Zheng, WANG Daoying, et al. Effect of breed on chicken broth properties of yellow-feathered broilers based on fuzzy sensory evaluation[J]. Meat Research, 2020, 34(3): 45-50. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20191231-318.

<http://www.rlyj.net.cn>

收稿日期: 2019-12-31

基金项目: 2018年江苏省农业科技自主创新项目(CX(18)1006); 国家现代农业(肉鸡)产业技术体系建设专项(CARS-41)

第一作者简介: 肖丽翠(1995—)(ORCID: 0000-0003-1521-2420), 女, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品卫生学。

E-mail: 1510731492@qq.com

*通信作者简介: 许慧卿(1972—)(ORCID: 0000-0002-7454-3169), 女, 教授, 博士, 研究方向为肉制品加工、肠道微生物与免疫、微生物与食品安全。E-mail: yzuxhq@126.com

随着中国经济的不断发展和人民生活水平的逐步提高,大众膳食的消费结构也发生了重大变革,肉类消费比重逐年递增,鸡肉因高蛋白、低脂肪和低胆固醇的特点在肉类市场中占据重要地位,肉鸡产业成为我国畜牧业的重要组成部分,在我国,肉鸡主要包括黄羽肉鸡和白羽肉鸡两大类^[1]。黄羽肉鸡是含有地方鸡种血统的本土品种,通常有比较强的地域特征^[2]。鸡肉质细嫩多汁,滋味鲜美,富含人体不可缺少的维生素和多种氨基酸,蛋白质含量丰富、胆固醇及脂肪含量较低且以多不饱和脂肪酸为主,富含无机盐,鸡肉中的磷脂类营养成分在生长发育过程中具有重要作用,是中国膳食结构中蛋白质、脂肪和磷脂等营养成分的重要来源之一^[3]。

鸡汤是我国传统食品,因其滋味鲜香、口感醇厚、营养丰富、烹饪方法简单,成为鸡肉中式烹饪的主要方法之一^[4]。鸡汤的主要制作方式是家庭厨房烹饪,近年来关于鸡汤的加工工艺和风味成分研究较多。张雅敬^[5]研究天然配料对鸡汤风味的影响,采用感官评价和电子鼻分析得出中药能使鸡汤的辛香味、鲜味、甜味突出,香辛料能使鸡汤的整体香气和风味提高,菌菇的加入能增加鸡汤的脂肪香气和甜味,说明天然配料能明显改善鸡汤风味;何小峰^[6]以味道、色泽等感官特性作为主要指标,结合其他理化指标,得出瓦罐熬煮鸡汤的最优加工工艺:土鸡、肉鸡质量比1:2,水、肉质量比2.5:1,加盐量为鸡肉总质量2%,熬煮时间105 min;蔡宇^[7]对鸡汤的关键香气物质进行鉴定,采用芳香萃取物稀释分析法析出(*E,E*)-2,4-癸二烯醛在肉鸡汤、老母鸡汤中均是重要的香气活性化合物。但在鸡汤工厂批量加工生产方面缺少评价体系和规范,由于原料鸡的品种及个体差异、鸡肉处理的不稳定性,导致产品性状不稳定,市场竞争力不足,不能满足批量稳定生产^[5-8]。鸡汤的组成成分非常复杂,如氨基酸、核苷酸、脂肪酸、多肽、蛋白质、微量元素等营养成分及醇类、醛类、酮类、呋喃类等风味成分,因此鸡汤的评价不能以单一或简单的指标进行^[8-11]。

目前主要采用传统的感官评分法对鸡汤进行感官评价,主观因素对结果影响较大,当样品较多时,结果的离散度较大,难以较好地区分样品间的差异^[12-15]。而通过模糊数学方法可以构建影响食品感官质量的多种因素与评价指标的数学关系,形成一个较为理想化的评价模型,从而实现感官品质的定性评价到定量评价,实现评价指标等级的综合评定,减少评价的主观误差^[15-17]。

本研究选取14个品种的原料鸡煮制鸡汤,测定鸡汤的总蛋白、游离氨基酸、脂肪、天冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、5'-肌苷酸(5'-inosine monophosphate, 5'-IMP)、5'-鸟苷酸(5'-guanosine monophosphate, 5'-GMP)及5'-腺苷酸(5'-adenosine monophosphate, 5'-AMP)含量,并利用模糊感官评价分析14种鸡汤的感官品质,确定最优品种以及鸡汤理化指标与鸡汤感官评分的相关

性,为鸡汤专用原料的选择以及鸡汤品质评价体系的建立提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

原料鸡品种信息如表1所示。

表1 原料鸡详细信息
Table 1 Detailed information about chicken breeds

编号	品种	养殖日龄/d	胴体质量/kg	产地	供应方
1	西太湖黄鸡	80	1.3	江苏金坛	江苏立华食品
2	雪山优黄鸡	80	1.3	江苏金坛	江苏立华食品
3	老种鸡	500	1.9	江苏金坛	江苏立华食品
4	817肉杂鸡	50	1.1	江苏金坛	江苏立华食品
5	青脚麻鸡	60	1.2	江苏金坛	江苏立华食品
6	红毛蛋鸡	450	1.3	江苏金坛	江苏立华食品
7	雪山草母鸡	120	1.5	江苏金坛	江苏立华食品
8	固始土公鸡	110	1.4	河南固始	河南三高牧业
9	散养老母鸡	300	1.2	河北唐山	南京孝陵卫菜场
10	散养草母鸡	110	1.1	安徽阜阳	南京孝陵卫菜场
11	固始土母鸡	120	1.2	河南固始	河南三高牧业
12	固始老母鸡	400	1.3	河南固始	河南三高牧业
13	苏禽黄鸡	90	1.4	江苏金坛	江苏立华食品
14	芦花鸡	400	1.2	山东泰安	南京西柚花

注:除817肉杂鸡和红毛蛋鸡外均为商品黄羽肉鸡。

牛血清白蛋白、5'-IMP、5'-GMP、5'-AMP、Asp、Glu标准品(均为色谱纯) 南京日恒生物科技有限公司;其他试剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

50YC806陶釜电炖锅 浙江苏泊尔股份有限公司; DGG-9023A电热恒温鼓风干燥箱 上海森信实验仪器有限公司; 722分光光度计 上海精密仪器有限公司; JY5002电子天平 上海良平实验仪器有限公司; HH-4数显恒温水浴锅 常州国华电器有限公司; Direct-Q3纯水、超纯水一体化系统 默克化工技术(上海)有限公司; UniCenMR冷冻离心机 德国Herolab公司; 1260高效液相色谱仪 美国安捷伦公司。

1.3 方法

1.3.1 鸡汤的制备

将去除内脏的整鸡洗净,切成3 cm×3 cm的小块称质量,按料水质量比1:2.5加入清水(为降低其他因素带来的误差,只加清水),冷水下锅,选择陶釜电炖锅快速汤功能炖煮,在炖煮结束后用汤勺尽可能撇掉汤面浮油,备用。

1.3.2 鸡汤的感官评定

感官评定人员由10名食品专业研究生组成,分别对14个不同鸡肉品种炖煮的鸡汤色泽、香气、滋味及肉质4个指标进行感官评价。所有指标均分为“好”、“较好”和“差”3个等级,感官评价标准如表2所示。所有样品均采用统一的容器盛装并采用3位数字随机编号,要求感官评定人员身体健康,嗅觉、味觉等正常,在感官

评价开始前1 h内禁烟, 避免吃浓香食物及糖果、口香糖等引起后味拖延的食物^[17]。

表2 鸡汤感官评价标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of chicken broth

指标	好	中	差
色泽 (10分)	黄色、清澈透亮 (8~10分)	黄色、浑浊 (5~7分)	色泽灰暗或为灰白色 (0~4分)
香气 (10分)	肉香味浓郁 (8~10分)	有正常的肉香 (5~7分)	有异味或无香气 (0~4分)
滋味 (60分)	鸡汤味浓郁, 口感饱满醇厚, 回味绵长持久 (48~60分)	有正常的鸡汤味, 回味较弱或无回味 (30~47分)	无鸡汤味或鸡汤味弱, 无回味 (0~29分)
肉质 (20分)	肉质软硬适中, 口感细腻 (16~20分)	肉质较烂或较硬, 形态较差 (10~15分)	肉未熟或很柴, 口感粗糙无咬劲 (0~9分)

1.3.3 鸡汤理化指标测定

1.3.3.1 总游离氨基酸含量测定

采用茚三酮显色法测定, 参考刘慧燕等^[18]的方法, 并略做修改。将1 mL pH值为6.8的磷酸缓冲液、1 mL 5 mg/mL茚三酮显色剂、1 mL样液在10 mL试管中混匀, 加入2 mL蒸馏水, 摇匀, 沸水浴加热15 min, 冷水浴冷却15 min后加入5 mL 2 mg/mL KIO₃溶液摇匀, 在568 nm波长处测定吸光度。按照上述方法测定0.0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mg/mL甘氨酸标准溶液吸光度, 以吸光度为横坐标, 质量浓度为纵坐标绘制标准曲线。将样液吸光度带入标准曲线进行计算。每组样品做3次重复实验。

1.3.3.2 总游离蛋白含量测定

采用双缩脲显色法测定, 参考陶健等^[19]的方法, 并略作修改。将4 mL缩脲与6 mL样液混匀, 静置30 min, 在540 nm波长处测定吸光度。按照上述方法测定0、2、4、6、8、10 mg/mL牛血清白蛋白标准溶液吸光度, 以吸光度为横坐标, 质量浓度为纵坐标绘制标准曲线。将样液吸光度带入标准曲线计算总游离蛋白含量。每组样品做3次重复实验。

1.3.3.3 总脂肪含量测定

参考GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[20]中的酸水解法。

1.3.3.4 Asp和Glu含量测定

表3 洗脱梯度程序

Table 3 Gradient elution program for reversed-phase HPLC

时间/min	流动相A体积分数/%	流动相B体积分数/%
0	100	0
4	96	4
31	88	12
33	79	21
38	68	32
40	0	100
45	0	100

采用柱前衍生反相高效液相色谱法, 参考潘健等^[21]的方法, 并略作修改。使用高效液相色谱仪测定样

品Asp和Glu含量, 选用色谱柱为Venusil-AA氨基酸分析柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相A为0.05 mol/L醋酸钠溶液 (pH 6.5), 流动相B为乙腈-水 (80:20, V/V) 溶液, 梯度洗脱 (梯度洗脱程序见表3), 进样量10 μL, 流速1.0 mL/min, 柱温25 °C, 紫外检测波长248 nm。

1.3.3.5 5'-IMP、5'-GMP、5'-AMP含量测定

采用高效液相色谱法, 参考朱琳芳^[22]、汪庆旗^[23]、盖丽娟^[24]等的方法, 并略作修改。使用高效液相色谱仪测定样品5'-IMP、5'-GMP、5'-AMP含量, 选用Agilent C₁₈色谱柱 (4.6 mm×250 mm, 5 μm), 流动相A为0.05 mol/L磷酸二氢钾溶液 (pH 6.0), 流动相B为甲醇; 流动相A、B体积比98:2; 进样量10 μL, 流速0.7 mL/min, 柱温25 °C, 紫外检测波长254 nm。

1.3.3.6 等鲜浓度 (equivalent umami concentration, EUC) 计算

采用EUC衡量呈现谷氨酸单钠盐 (monosodium glutamate, MSG) 滋味活性的氨基酸 (Asp、Glu) 与5'-核苷酸整体对食品鲜味的贡献, 参考Kong Yan等^[25]的方法, 按下式计算EUC。

$$EUC / (g/100 g) = \sum a_i b_i + 1.218 (\sum a_i b_i) \sum a_i b_i$$

式中: a_i 为鲜味氨基酸 (Glu或Asp) 含量/ (g/100 g); b_i 为鲜味氨基酸相当于MSG的相对鲜度系数 (Glu的相对鲜度系数为1.000, Asp的相对鲜度系数为0.077); a_j 为呈味核苷酸 (5'-AMP、5'-IMP、5'-GMP) 含量/ (g/100 g); b_j 为呈味核苷酸相对于5'-IMP的相对鲜度系数 (5'-AMP的相对鲜度系数为0.18, 5'-IMP的相对鲜度系数为1.00, 5'-GMP的相对鲜度系数为2.30)。

1.4 数据处理

所有实验均进行3组平行实验, 记录数据。用Excel 2016软件进行数据统计和分析, 采用SPSS 16.0软件进行单因素方差分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 鸡汤的感官评定结果

由表4可知, 以1号西太湖黄鸡的滋味指标为例, 滋味总分60分中, 评分48~60分的人数为0人, 评分30~47分的人数为6人, 评分0~29分的人数为4人, 滋味指标各等级评分人数各占0、6、4人, 将各等级评分人数分别除以总评分人数, 即为滋味指标的模糊评价矩阵: $U = \{0.0, 0.6, 0.4\}$ 。同理可获得其他指标的模糊评价矩阵。模糊数学综合评定为 $Y = R \times y$, 其中, $R = \{0.1, 0.1, 0.6, 0.2\}$, 为色泽、香气、滋味、肉质

表4 鸡汤模糊感官评价结果
Table 4 Fuzzy sensory evaluation results of chicken broths made from different chicken breeds

编号	色泽 (10分)				香气 (10分)				滋味 (60分)				肉质 (20分)				综合评分	排名
	好 (8~10分)	中 (5~7分)	差 (0~4分)	平均分	好 (8~10分)	中 (5~7分)	差 (0~4分)	平均分	好 (48~60分)	中 (30~47分)	差 (0~29分)	平均分	好 (16~20分)	中 (10~15分)	差 (0~9分)	平均分		
1	0	7	3	5.3	0	5	5	6.3	0	6	4	36.4	0	6	4	12.2	62.0	13
2	1	5	4	6.2	0	6	4	7.0	1	5	4	42.2	1	5	4	13.0	63.8	12
3	0	7	3	4.4	0	6	4	5.3	1	7	2	46.3	0	7	3	12.4	66.2	8
4	0	1	9	3.3	0	6	4	4.2	0	1	9	24.5	0	0	10	6.9	52.6	14
5	1	5	4	6.5	1	5	4	7.6	1	5	4	42.9	2	4	4	12.6	64.4	9
6	0	5	5	4.7	0	7	3	6.3	0	8	2	41.3	1	6	3	12.8	65.2	11
7	1	8	1	7.3	1	7	2	7.5	3	7	0	50.6	2	7	1	14.9	80.3	4
8	0	7	3	6.6	0	7	3	6.6	0	7	3	41.9	2	7	1	14.3	65.6	10
9	2	8	0	8.5	2	8	0	8.7	6	4	0	48.8	3	7	0	15.5	79.2	5
10	1	8	1	6.5	1	7	2	7.0	7	3	0	50.2	2	7	1	14.2	78.6	6
11	8	2	0	9.4	2	7	1	7.5	8	1	1	48.9	8	2	0	17.8	83.4	3
12	9	1	0	8.5	3	7	0	7.5	8	2	0	51.3	4	6	0	16.0	83.6	2
13	1	7	2	7.5	2	7	1	7.5	1	6	3	42.9	1	7	2	14.2	67.2	7
14	9	1	0	8.5	3	7	0	7.5	8	2	0	50.8	8	2	0	16.7	85.2	1

指标权重集, y 为色泽、香气、滋味、肉质的模糊评价矩阵。所得 Y 再分别乘以评语集 $V=\{90, 70, 50\}$,即为感官综合评分。

例如,太湖黄鸡的感官综合评分为:

$$R \times Y \times V = \{0.1, 0.1, 0.6, 0.2\} \times \begin{pmatrix} 0.0 & 0.7 & 0.3 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 \\ 0.0 & 0.6 & 0.4 \\ 0.0 & 0.6 & 0.4 \end{pmatrix} \times \{90, 70, 50\} = 62$$

同理可计算出其他13种鸡汤的综合评分。4种鸡汤综合评分超过80分,介于“好”与“较好”之间,其中芦花鸡鸡汤的综合评分最高,更偏向于“好”。评分较高的4种鸡汤中有2种采用的是养殖日龄超过300d的老母鸡,这与人们喜欢老母鸡炖汤的习惯相符,雪山草母鸡、固始土母鸡虽然不属于老母鸡,但养殖日龄也达到了120d,属于优质黄羽肉鸡,可见较长日龄有利于鸡汤品质形成。但是较长日龄鸡并不一定都适合炖汤,如老

种鸡和红毛蛋鸡2种淘汰蛋鸡虽然日龄较长,但鸡汤综合评分不高。4种综合评分80分以上鸡汤的滋味、香气指标平均分较高,色泽也较好,但肉质指标平均分与综合评分不完全一致。综合评分最低的817肉杂鸡几项指标平均分均最低。由此可知,各项感官指标综合决定了鸡汤的感官品质综合评分,也表明模糊感官分析中权重集的确定具有一定的科学性。

2.2 鸡汤的理化指标测定结果

由表5可知,不同品种鸡煮制的鸡汤总游离蛋白含量差异显著($P < 0.05$),其中2号、8号样品总游离蛋白含量较高,说明这2种鸡肉在炖汤过程中有更多的蛋白质溶出和降解,鸡汤的营养物质含量更高。不同品种鸡煮制的鸡汤总脂肪含量也存在很大差异,这主要是由于煮制过程中脂肪水解后一些亲水性脂肪酸会溶于汤中,还有一部分脂肪呈乳化状态存在于汤中^[26]。不同鸡种的肉质

表5 鸡汤理化指标测定结果
Table 5 Physicochemical parameters of chicken broths made from different chicken breeds

编号	总游离蛋白含量/ (mg/100 mL)	总脂肪含量/ (mg/100 mL)	总游离氨基酸含量/ (mg/100 mL)	Asp含量/ (mg/100 mL)	Glu含量/ (mg/100 mL)	5'-IMP含量/ (mg/100 mL)	5'-GMP含量/ (mg/100 mL)	5'-AMP含量/ (mg/100 mL)	EUC/ (10 ⁻³ g/100 g)
1	791.58±36.23 ^{ab}	172.30±4.32 ^a	14.32±2.35 ^b	0.33±0.12 ^c	1.22±0.23 ^c	1.41±0.16 ^b	0.13±0.07 ^{ab}	0.05±0.02 ^f	3.85±0.22 ^f
2	813.72±25.47 ^a	163.64±5.02 ^b	15.84±1.23 ^a	0.22±0.11 ^c	1.32±0.29 ^c	1.19±0.22 ^{bc}	0.13±0.06 ^{ab}	0.04±0.01 ^{ab}	3.77±0.12 ^f
3	641.94±4.23 ^d	143.87±5.78 ^c	14.38±2.58 ^b	0.25±0.13 ^c	1.31±0.33 ^c	1.33±0.12 ^b	0.07±0.04 ^b	0.04±0.01 ^{ab}	3.75±0.48 ^f
4	694.96±27.86 ^{cd}	177.72±6.23 ^a	12.88±0.99 ^{cd}	0.42±0.11 ^c	1.02±0.43 ^c	1.00±0.09 ^c	0.08±0.02 ^b	0.03±0.01 ^b	2.57±0.66 ^e
5	579.98±26.72 ^c	167.69±5.52 ^{ab}	14.12±1.54 ^b	0.36±0.07 ^c	1.40±0.19 ^c	1.27±0.06 ^b	0.10±0.01 ^b	0.06±0.01 ^a	4.05±0.41 ^f
6	494.50±8.74 ^f	89.93±3.45 ^e	11.43±1.02 ^d	0.23±0.12 ^c	1.29±0.21 ^c	1.39±0.45 ^b	0.09±0.02 ^b	0.05±0.02 ^a	3.86±0.22 ^f
7	725.23±27.46 ^{bc}	132.56±4.25 ^d	16.38±0.87 ^a	0.26±0.11 ^c	1.89±0.07 ^{ab}	1.68±0.34 ^{ab}	0.20±0.04 ^a	0.06±0.01 ^a	6.91±0.14 ^{bc}
8	859.01±38.79 ^a	150.23±6.99 ^c	16.15±2.23 ^a	0.23±0.08 ^c	1.52±0.39 ^{bc}	1.29±0.33 ^b	0.16±0.01 ^a	0.05±0.02 ^a	4.65±0.47 ^e
9	647.98±24.13 ^d	101.48±2.32 ^f	15.13±2.14 ^{ab}	0.33±0.12 ^c	1.71±0.21 ^b	1.74±0.34 ^a	0.13±0.04 ^{ab}	0.02±0.01 ^b	6.05±0.24 ^{cd}
10	740.25±28.07 ^b	102.97±4.47 ^f	14.84±0.78 ^b	0.66±0.13 ^b	1.64±0.09 ^{bc}	1.76±0.23 ^a	0.10±0.03 ^b	0.03±0.01 ^b	5.80±0.14 ^d
11	623.54±44.24 ^{bc}	120.60±5.89 ^e	14.33±1.79 ^b	0.73±0.14 ^b	1.92±0.65 ^a	1.60±0.08 ^{ab}	0.10±0.01 ^b	0.02±0.01 ^b	6.38±0.21 ^c
12	660.38±35.51 ^d	122.33±3.22 ^e	15.46±0.87 ^a	0.91±0.12 ^a	2.04±0.76 ^a	1.83±0.28 ^a	0.08±0.01 ^b	0.03±0.01 ^b	7.30±0.65 ^{ab}
13	650.32±28.47 ^d	121.37±4.78 ^e	13.49±1.24 ^{bc}	0.30±0.08 ^c	1.46±0.34 ^c	1.33±0.38 ^b	0.08±0.01 ^b	0.04±0.02 ^{ab}	4.32±0.33 ^e
14	660.36±46.53 ^d	122.32±6.78 ^e	16.42±1.24 ^a	0.91±0.12 ^a	2.02±0.21 ^a	1.86±0.17 ^a	0.18±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	7.90±0.12 ^a

注: 同列小写字母不同,表示差异显著($P < 0.05$)。

差异造成脂肪性质的差异, 鸡汤总脂肪含量最高的817肉杂鸡本身脂肪含量较低, 而其他高体脂鸡种煮制的鸡汤脂肪大多以浮油的形式存在。鸡汤中的鲜味氨基酸Glu和Asp^[27-29], 核苷酸中的5'-IMP和5'-GMP都是重要的呈鲜味物质^[29-32], 固始老母鸡和芦花鸡鸡汤的Glu和5'-IMP含量均显著高于其他鸡汤, 对应的EUC也最高。

2.3 鸡汤的理化指标与感官特性相关性分析

在煮制方法相同的前提下, 鸡汤感官品质的影响因素很多, 包括鸡的品种、日龄、个体大小等, 这些均显著影响鸡汤的成分。研究表明, 鸡汤成分在鸡汤感官特性中起着最重要的作用, 且可从鸡汤的理化品质来间接评价鸡汤的感官品质^[6]。

表6 鸡汤品质与感官特性的相关性分析
Table 6 Correlation between chicken broth chemical quality and sensory characteristics

项目	总蛋白含量	总脂肪含量	总游离氨基酸含量	Glu含量	Asp含量	5'-IMP含量	5'-AMP含量	5'-GMP含量	EUC
色泽	0.012	-0.213	0.363	0.690	0.307	0.537	0.007	0.110	0.700
香气	0.001	-0.240	0.281	0.498	0.061	0.436	0.003	0.135	0.454
滋味	0.001	-0.408	0.543	0.809*	0.308	0.752	0.040	0.068	0.793*
肉质	0.008	-0.361	0.443	0.783	0.234	0.628	0.021	0.124	0.705
综合评分	0.005	-0.421	0.603	0.936**	0.457	0.894*	0.062	0.119	0.938**

注: *, 显著相关 ($P < 0.05$); **, 极显著相关 ($P < 0.01$)。

由表6可知, 与其他品种鸡煮制的鸡汤相比, 感官综合评分最高的芦花鸡等4种鸡煮制的鸡汤具有鲜味氨基酸、鲜味核苷酸含量高的特点, 占主导地位的为Glu和5'-IMP。通过对理化品质指标与感官指标进行相关性分析发现, EUC与鸡汤综合评分具有极显著正相关性 ($P < 0.01$), 几种鲜味氨基酸和核苷酸含量也与鸡汤综合评分相关性较高 ($P < 0.05$), 而总蛋白含量、总游离氨基酸含量与鸡汤综合评分相关性不高, 这表明浓稠、蛋白质、氨基酸含量高的鸡汤并不一定美味, 而鲜味物质含量高的鸡汤更受欢迎。这可能是由于部分种类蛋白质和氨基酸对鸡汤风味有不良影响。肉汤中游离脂肪含量与感官评分呈负相关, 这可能是由于长时间煮制过程中不饱和脂肪酸的氧化酸败降低了汤的品质^[25-26]。

3 结论

14种鸡种除817肉杂鸡和红毛蛋鸡外均为商品黄羽肉鸡, 通过模糊感官评价分析可知, 鸡汤感官评价综合评分较高的品种为芦花鸡、固始土鸡母、固始老母鸡和雪山草鸡。鸡汤滋味平均分最高的为固始老母鸡, 芦花鸡鸡汤综合评分最高, 具有味道鲜美、香味浓郁的特点。通过将理化品质指标与感官指标进行相关性分析发现, 鸡汤EUC与感官综合评分具有极显著正相关性 ($P < 0.01$), 与滋味平均分具有显著正相关性

($P < 0.05$), 说明鲜味氨基酸和鲜味核苷酸含量有利于鸡汤良好感官品质的形成。此外, 鸡汤脂肪含量与感官综合评分具有负相关性, 而鸡汤游离蛋白和游离氨基酸总量与鸡汤感官品质相关性较小。综上可知, 鲜味氨基酸和鲜味核苷酸含量高的鸡种更适合煮制鸡汤。芦花鸡、固始老母鸡、雪山草鸡等几种黄羽肉鸡的优良煮汤特性是由于其在良好的饲养环境、合理的饲料配比、适当的生长时间等条件共同作用下积累了更多的鲜味物质。通过测定鲜味物质含量获得鸡汤EUC可以很好地衡量鸡汤品质。

参考文献:

- [1] 宋玉. 不同品种鸡肉成熟过程中品质特性比较研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 1-10.
- [2] 李春保, 李霄, 井庆楠. 炖鸡肉及鸡汤的品质研究[J]. 肉类研究, 2012, 26(6): 1-8.
- [3] 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: 1-7.
- [4] 余力. 方便鸡汤的加工工艺及其货架期预测研究[D]. 重庆: 西南大学, 2016: 1-11.
- [5] 张雅敬. 天然配料对鸡汤风味和鸡精货架期的影响研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2018: 1-12.
- [6] 何小峰. 瓦罐鸡汤工艺优化、品质形成及储藏研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- [7] 蔡宇. 鸡汤中关键香气物质的鉴定及其鸡肉香精的制备[D]. 广州: 华南理工大学, 2016: 1-12.
- [8] 张静, 贾才华, 赵思明, 等. 不同烹制模式对鸡汤中鸡肉营养及风味特征的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(8): 7-13. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201808002.
- [9] 张小强, 田亚东, 康相涛, 等. 固始鸡汤主要营养成分分析[J]. 食品工业科技, 2008(1): 268-270.
- [10] 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. DOI:10.3969/j.issn.1001-8581.2012.06.044.
- [11] 王春青, 李学科, 张春晖, 等. 不同品种鸡肉蒸煮挥发性风味成分比较研究[J]. 现代食品科技, 2015, 31(1): 208-215. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.1.036.
- [12] 李玉珍, 肖怀秋. 模糊数学评价法在食品感官评价中的应用[J]. 中国酿造, 2016, 35(5): 16-19. DOI:10.11882/j.issn.0254-5017.2016.05.004.
- [13] GHAZIRI A E, QANNARI E M. Measures of association between two datasets; Application to sensory data[J]. Food Quality and Preference, 2015, 40: 116-124. DOI:10.1016/j.foodqual.2014.09.010.
- [14] DEBJANI C, DAS S, DAS H. Aggregation of sensory data using fuzzy logic for sensory quality evaluation of food[J]. Journal of Food Science and Technology, 2013, 50(6): 1088-1096. DOI:10.1007/s13197-011-0433-x.
- [15] 魏永义, 郭明月, 尹军杰, 等. 模糊数学综合感官评价调味料酒的应用研究[J]. 中国调味品, 2015, 40(10): 52-54. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2015.10.014.
- [16] PERRT N, IOANNOU I, ALLAIS I, et al. Fuzzy concepts applied to food product quality control: a review[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2005, 157(9): 1143-1144. DOI:10.1016/j.fss.2005.12.013.
- [17] 金雪花, 郭顺堂, 陈辰, 等. 基于模糊感官评价的大豆品种对豆浆加工品质影响分析[J]. 食品科学, 2019, 40(17): 59-64. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180805-042.

- [18] 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. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2006.02.011.
- [19] 陶健, 刘邻渭, 毕磊. 双缩脲反应快速测定蛋白质的方法学研究[J]. 食品科技, 2004(1): 77-79; 85. DOI:10.3969/j.issn.1005-9989.2004.01.026.
- [20] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB/T 5009.6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [21] 潘健, 刘文, 陈文秋, 等. 柱前衍生RP-HPLC法同时测定天花粉中天门冬氨酸与谷氨酸的含量[J]. 中国药房, 2012, 23(35): 3326-3328. DOI:10.6039/j.issn.1001-0408.2012.35.22.
- [22] 朱琳芳. 方便鱼汤加工技术研究及开发[D]. 无锡: 江南大学, 2012: 19-20.
- [23] 汪庆旗, 陈青俊, 丁献荣, 等. 高效液相法测定调味品中5'-鸟苷酸二钠和5'-肌苷酸二钠[J]. 中国酿造, 2007(9): 53-56. DOI:10.3969/j.issn.0254-5071.2007.09.016.
- [24] 盖丽娟, 刘永刚. 高效液相色谱法测定呈味核苷酸二钠及其过程产品[J]. 中国调味品, 2012, 37(9): 92-95. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2012.09.025.
- [25] KONG Yan, YANG Xiao, DING Qi, et al. Comparison of non-volatile umami components in chicken soup and chicken enzymatic hydrolysate[J]. Food Research International, 2017, 102: 559-566. DOI:10.1016/j.foodres.2017.09.038.
- [26] HOAC T, DAUN C, TRAFIKOWSKA U, et al. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidases activity in chicken and duck meat[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2006, 7(1/2): 88-93. DOI:10.1016/j.ifset.2005.10.001.
- [27] 廖兰, 赵谋明, 崔春. 肽与氨基酸对食品滋味贡献的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(12): 107-113. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2009.12.027.
- [28] 梁晶晶, 曹长春, 王蒙, 等. 采用SDE结合SAFE分析炖煮鸡胸肉产生的风味物质[J]. 食品工业科技, 2016, 37(4): 57-67. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2016.04.003.
- [29] NISHIMURA T, GOTO S, MIURA K, et al. Umami compounds enhance the intensity of retronasal sensation of aromas from model chicken soups[J]. Food Chemistry, 2016, 196: 577-583. DOI:10.1016/j.foodchem.2015.09.036.
- [30] 丁奇, 赵静, 孙颖, 等. 4种鸡汤中游离氨基酸的组成及呈味贡献对比分析[J]. 精细化工, 2015, 32(11): 1260-1265. DOI:10.13550/j.jxhg.2015.11.011.
- [31] FUJIMURA S, MURAMOTO T, KATSUKAWA M, et al. Chemical analysis and sensory evaluation of free amino acids and 5'-inosinic acid in meat of Hinai-dori, Japanese native chicken. Comparison with broilers and layer pullets[J]. Animal Science and Technology (Japan), 1994, 65(7): 610-618. DOI:10.2508/chikusan.65.610.
- [32] 林萌萌, 王洁, 廖永红, 等. 炖煮鸡汤中多肽与鲜味构效关系[J]. 食品科学, 2016, 37(3): 12-16. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201603003.