



# 电子鼻PCA分析方法对鸡汤品质分析研究

任东旭<sup>1</sup>, 刘辉<sup>1\*</sup>, 赵悦<sup>2</sup>, 张晶<sup>1</sup>, 武守娥<sup>1</sup>, 王一竹<sup>1</sup>, 曾彩云<sup>1</sup>

(1.秦皇岛正大有限公司, 秦皇岛 066200;

2.北京盈盛恒泰科技有限责任公司, 北京 100055)

**摘要:** 以带骨鸡肉为原料熬制鸡汤, 得到不同熬制时间的鸡汤, 然后对鸡汤样品进行脱脂、调配、浓缩、杀菌等处理, 利用电子鼻技术对鸡汤样品分别进行测定, 通过主成分分析(PCA)方法对所得数据进行分析。结果表明: PCA分析方法能够很好的分辨不同熬制时间、去脂前后、调配前后、杀菌前后及不同浓度的鸡汤, 因此PCA分析方法对于鸡汤产品的不同工艺条件的区分效果明显, 是区分不同加工阶段鸡汤的有效分析方法。

**关键字:** 鸡汤; 电子鼻; 主成分分析(PCA)

中图分类号: TS 251.7

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2013)04-0296-06

## Application of the electric nose principle component analysis on sensory evaluation of chicken soup

REN Dong-xu<sup>1</sup>, LIU Hui<sup>1\*</sup>, ZHAO Yue<sup>2</sup>, ZHANG Jing<sup>1</sup>, WU Shou-e<sup>1</sup>, WANG Yi-zhu<sup>1</sup>, ZENG Cai-yun<sup>1</sup>

(1.Qinhuangdao Chia Tai CO., LTD., Qinhuangdao 066200;

2.Ensoul Technology LTD., Beijing 100055)

**Abstract:** In order to find a robust method to evaluate chicken soup flavor, chicken soup of different processing phases (boiling, defatting, adding accessories, concentration, sterilizing) were collected and analyzed by electric nose. The data obtained were consequently analyzed by the methods of Principle Component Analysis (PCA). The result showed that PCA could distinguish chicken soup of different processing phases, indicating that PCA is an effective analysis method of chicken soup.

**Key words:** chicken soup; electric nose; PCA

食品的风味是食品的重要品质之一, 风味主要取决于挥发性成分的组成, 对这些挥发性成分的常用检测方法主要是通过人的感官评定和气相色谱-质谱(GC-MS)等仪器分析。但人的感官评定

存在抽象性和主观性, 采用仪器分析, 由于各种萃取手段使样品风味有一定的损失或改变, 不能体现食品原始的风味特征。而电子鼻——一种电化学传感器, 具有特异的模式识别系统, 能快速

收稿日期: 2012-09-10

\*通讯作者

作者简介: 任东旭(1964—), 男, 青海门源人, 硕士, 高级工程师, 主要从事肉制品的开发研究工作。



识别简单和复杂的挥发性成分,为食品加工过程的质量控制和风味检测提供简单直接的结果。该技术在外国食品和香精香料上已广泛应用,而在国内尚处于研发试验阶段。目前电子鼻的应用主要集中于果蔬成熟度和储藏期的检验<sup>[1-4]</sup>、油脂氧化的检测<sup>[5]</sup>、食品微生物污染检测<sup>[6]</sup>、饮料及酒的识别<sup>[7-8]</sup>、肉制品香精的识别<sup>[9]</sup>以及谷物的储藏检验<sup>[10]</sup>。

汤在膳食中占有重要的地位,美味佳汤历来深受人们喜爱,我国民间早已把药膳汤羹作为保健和疗疾的补品。鸡肉肉质细嫩、滋味鲜美,且肉中的蛋白质含量较高,氨基酸种类多,消化率高,很容易被人体消化吸收,脂肪含量低,且所含脂肪酸多为不饱和脂肪酸,有提高免疫活性,增强免疫力的作用<sup>[11]</sup>。而鸡肉最营养的吃法就是熬汤,鸡汤中含有多种氨基酸、多肽及微量元素。研究表明,鸡汤能缓解感冒症状、提供肠内营养治疗、消除疲劳感、补血等疗效,鸡肉蛋白酶解物活性多肽也具有抗氧化、降血压、增强免疫力的功效,如果在熬制鸡汤的过程中再添以其他蔬菜原料,会使鸡汤的营养更全面。鸡汤以其特有浓郁的香味和食疗作用深受消费者广泛欢迎,随着鸡汤的工业化生产,以鸡汤为基料的保健功能产品也逐渐出现于市场上。但鸡汤产品良莠不齐,差别较大。因此,用电子鼻等仪器对鸡汤风味品质进行评定,选择一种快速、可靠风味评定的方法就具有十分重要的理论意义和商业应用价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

带骨鸡肉:秦皇岛正大有限公司;100 mL烧杯;电动移液器;移液管。

### 1.2 仪器与设备

高压蒸汽灭菌锅:上海申安医疗器械有限公司;PEN3电子鼻系统:德国AIRSENSE公司,该电子鼻含有10个不同的金属氧化物传感器,组成传感器阵列。电子鼻的工作原理:将样品密闭一段时间后,用采样针或吸附浓缩装置将顶空气体泵入电子鼻中,传感器吸附一定量的挥发性物质后,其电导率会发生变化,数据采集系统收集这些信号并存储于计算机系统中,由计算机系统进行分析。采样完成后,把经活性炭过滤后的洁净空气泵入电子鼻,清洗传感器。PEN3电子鼻

含10个金属氧化物传感阵列,具体功能如下:

表1 电子鼻传感器阵列

阵列序号	传感器名称	性能描述	气体
1	WIC	芳香成分	甲苯, 10 mL/m <sup>3</sup>
2	W5S	灵敏度大,对氮氧化物很灵敏	NO <sub>2</sub> , 1 mL/m <sup>3</sup>
3	W3C	氨水,对芳香成分敏感	苯, 10 mL/m <sup>3</sup>
4	W6S	主要对氢气有选择性	H <sub>2</sub> , 100 mL/m <sup>3</sup>
5	W5C	烷烃,芳香成分	丙烷, 1 mL/m <sup>3</sup>
6	W1S	对甲烷灵敏	CH <sub>4</sub> , 100 mL/m <sup>3</sup>
7	W1W	对硫化物敏感	H <sub>2</sub> S, 1 mL/m <sup>3</sup>
8	W2S	对乙醇敏感	CO, 100 mL/m <sup>3</sup>
9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏	H <sub>2</sub> S, 1 mL/m <sup>3</sup>
10	W3S	对烷烃灵敏	CH <sub>4</sub> , 10 mL/m <sup>3</sup>

## 1.3 实验方法

**1.3.1 鸡汤熬制** 钢锅中加入2 L水,置于电磁炉上,于800 W大火加热至沸腾,加入带骨鸡肉(整鸡去除内脏、头、尾后洗净),调整电磁炉的功率至500 W,使锅内温度维持在95~98℃,小火慢炖。分别在熬制时间为0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 h时取30 mL样品于100 mL烧杯中,保鲜膜封口,设3次重复,编号待测。其中从水完全沸腾加入带骨鸡肉时开始计时。煮后鸡汤冷却至常温后,进行感官评定,邀请10名专业感官评定分析人员,对鸡汤从色、香、味3个方面进行分析,得到最终结果为熬制2.0 h的鸡汤颜色最悦目,香味最浓郁,味道最醇厚。

**1.3.2 样品处理 除脂:**将熬好鸡汤用分液漏斗进行分液,去除上层脂肪,除脂鸡汤和未除脂鸡汤各取30 mL,设3次重复,保鲜膜封口,待测;调配:1000 g除脂后的鸡汤加入0.6 g I+G, 2.5 g酵母提取物, 2.0 g甘氨酸,调配前后鸡汤各取30 mL,设3次重复,保鲜膜封口,待测;杀菌:将熬好鸡汤装入铝箔袋中封口,用高压蒸汽灭菌锅115℃杀菌5 min,杀菌后的样品和未杀菌样品各取30 mL,设3次重复,保鲜膜封口,待测;浓缩和稀释:鸡汤熬制完成后,用浓缩罐进行浓缩,浓缩后的鸡汤为原浓度3倍、5倍。取60 g 3倍浓缩鸡汤,加入120 g蒸馏水稀释;取30 g 5倍浓缩鸡汤,加入120 g蒸馏水稀释。分别取浓缩前原汤、3倍浓缩汤、5倍浓缩汤、3倍浓缩汤稀释样品、5倍浓缩汤稀释样品各30 mL,设3个重复,保鲜膜封口,待测。

**1.3.3 样品检测参数** 采样时间为1 s/组;传感器



自清洗时间为200 s；传感器归零时间为10 s；样品准备时间为5 s；进样流量为300 mL/min；分析采样时间为50 s。

1.3.4 主成分分析(PCA) PCA是将所提取的传感器多指标的信息进行数据转换和降维，并对降维后的特征向量进行线性分类，最后在PCA分析的散点图上显示主要的两维散点图。PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>上包含了在PCA转换中得到的第一主成分和第二主成分的贡献率，贡献率越大，说明主要成分可以较好地反映原来多指标的信息。

## 2 结果与分析

### 2.1 电子鼻对鸡汤方向特征的响应

由图可见，10个传感器对不同处理条件鸡汤的风味都有一定的响应，且传感器的响应信号非常强，在45~48 s时信号较稳定。电子鼻对鸡汤芳香成分有明显的响应，说明利用电子鼻测定不同

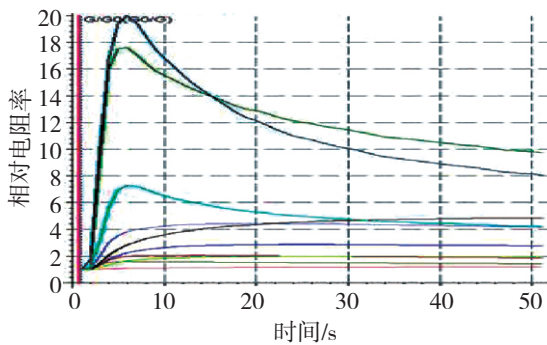


图1 熬制0.5 h鸡汤的进样图谱

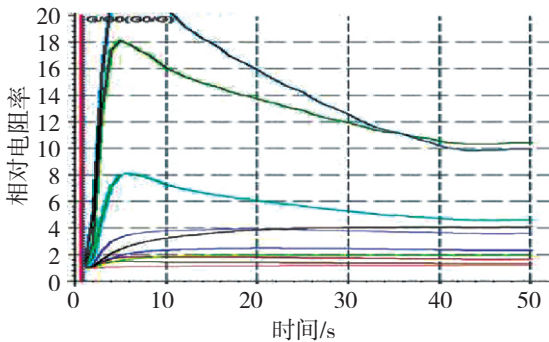


图2 熬制1.0 h鸡汤的进样图谱

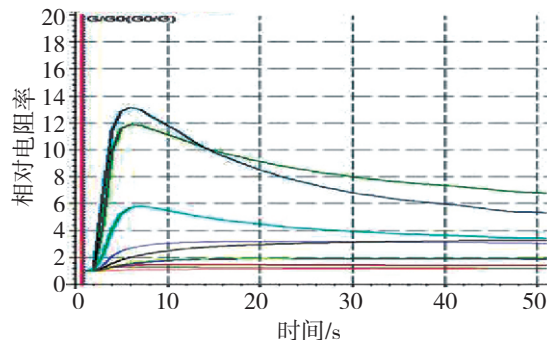


图3 熬制1.5 h鸡汤的进样图谱

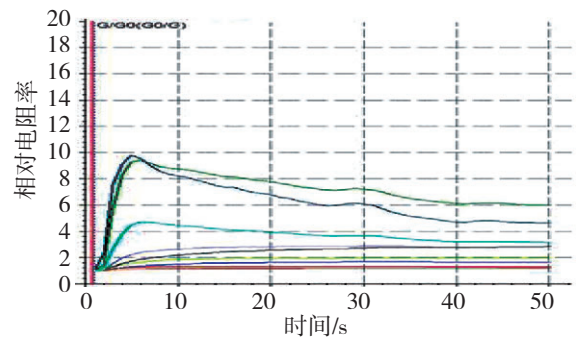


图4 熬制2.0 h鸡汤的进样图谱

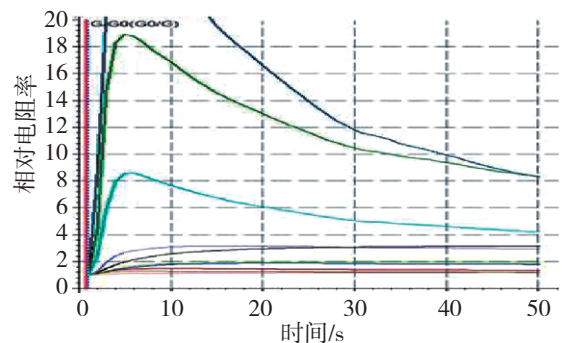


图5 熬制3.0 h鸡汤的进样图谱

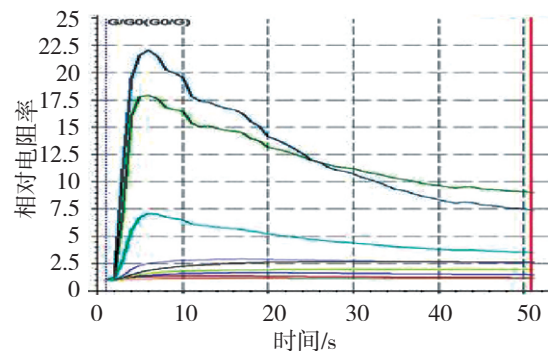


图6 去脂前鸡汤的进样图谱

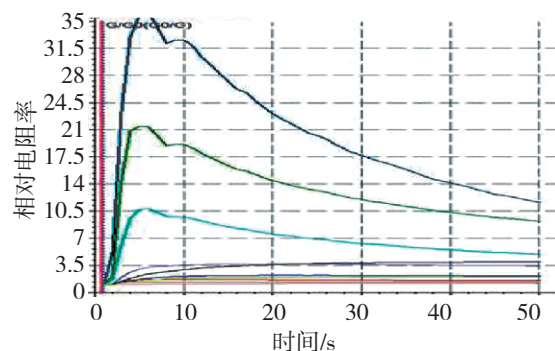


图7 去脂后鸡汤的进样图谱

处理条件的鸡汤风味是可行的。

### 2.2 熬制时间对鸡汤风味的影响

PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>贡献率之和为99.659%，大于90%，所以这2个主成分已经代表了样品的主要信息特征。从分析图可知，鸡汤在不同的熬制时间内，风味物质成分变化很大。在熬制0.5~1.5 h之间，样品的第一主成分差异性较大，说明在此熬制过

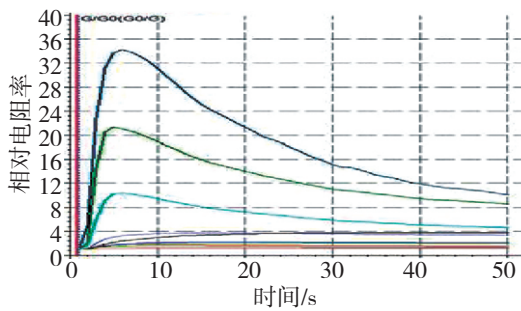


图8 调配前鸡汤的进样图谱

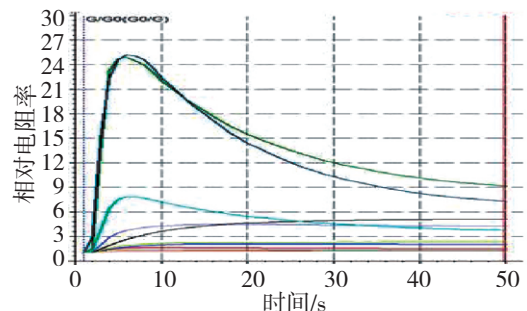


图13 3倍浓缩鸡汤的稀释后进样图谱

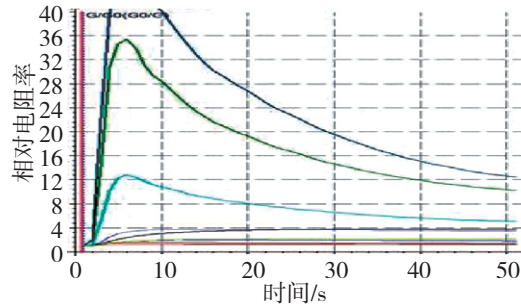


图9 调配后鸡汤的进样图谱

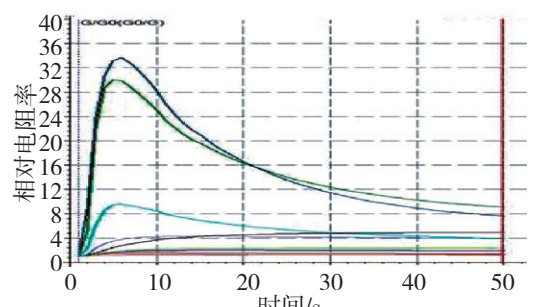


图14 5倍浓缩鸡汤稀释后的进样图谱

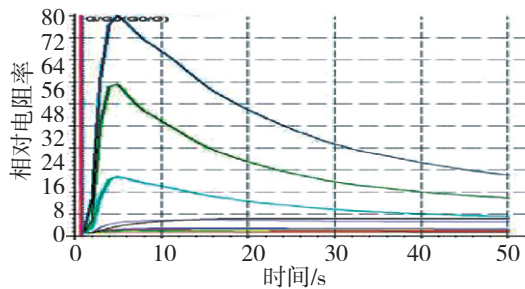


图10 1倍鸡汤的进样图谱

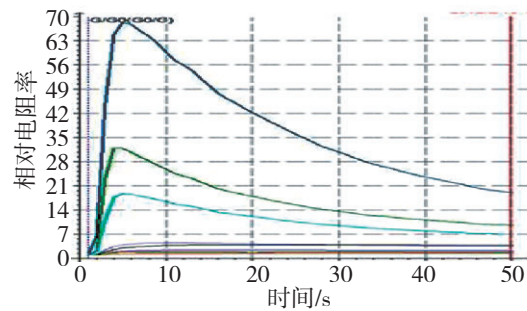


图15 杀菌前鸡汤的进样图谱

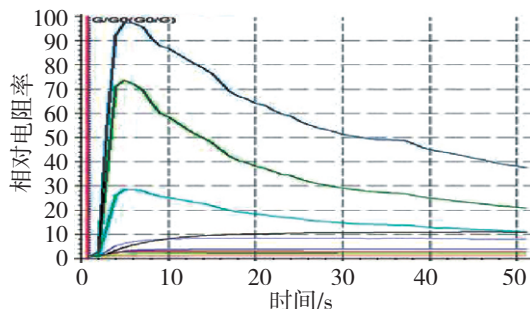


图11 3倍浓缩鸡汤的进样图谱

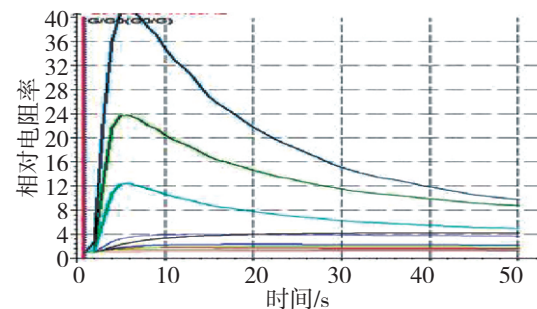


图16 杀菌后鸡汤的进样图谱

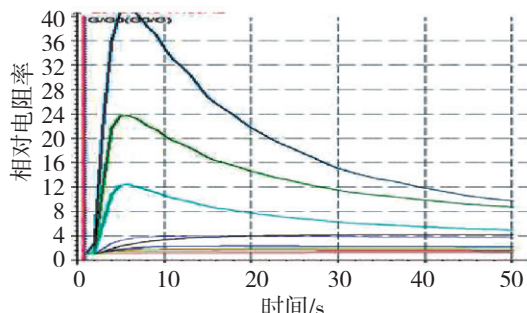
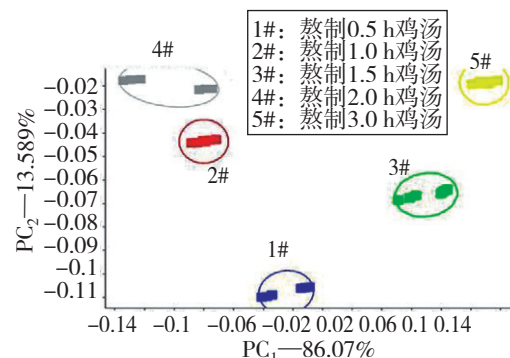


图12 5倍浓缩鸡汤稀释后的进样图谱



PC1贡献率为86.07%，PC2贡献率为13.589%

图17 熬制时间对鸡汤风味的影响

程中鸡汤的芳香物质成分的变化很大，形成这种变化的主要原因是此过程是鸡汤风味物质溶出的过程，各种风味前体物质在加热过程中发生了



降解, 各种降解产物相互作用, 产生新的风味物质, 因此风味变化较大; 1.5和2.0 h鸡汤的PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>变化都比较小, 表明此过程形成的芳香物质成分已基本稳定; 熬制3.0 h后, 鸡汤的PC<sub>1</sub>变化非常明显, 可能是由于熬制时间过长, 造成鸡汤新形成的风味物质降解, 以及风味物质之间相互反应使得第一主成分的差异性较大。

### 2.3 去脂工艺对鸡汤风味的影响

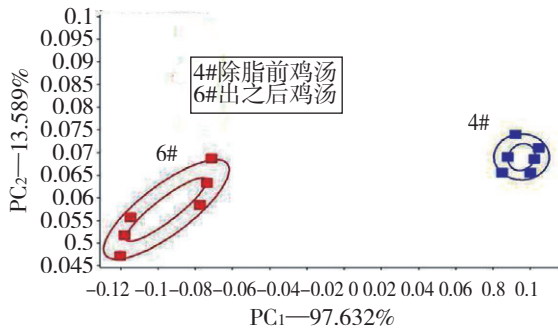


图18 PC<sub>1</sub>贡献率为97.632%, PC<sub>2</sub>贡献率为2.2608%

PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>贡献率和为99.893%, 大于90%, 所以这两个主成分已经代表了样品的主要信息特征。鸡汤的上层油脂、胆固醇、饱和脂肪酸含量较高, 若大量食用, 会引起血脂及血压升高, 因此鸡汤除油脂的工艺非常关键。从分析图可知, 去除油脂前后的鸡汤第一主成分差异性较大, 这可能是油脂成分对鸡汤的风味影响较为明显, 从营养成分和风味变化的角度看, 除脂工艺是非常必要的。

### 2.4 调配工艺对鸡汤风味的影响

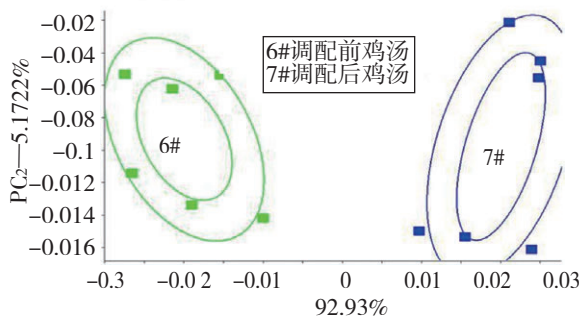


图19 PC<sub>1</sub>贡献率为92.926%, PC<sub>2</sub>贡献率为5.1722%

PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>贡献率和为98.098%, 大于90%, 所以这两个主成分已经代表了样品的主要信息特征。原味鸡汤由于口味稍淡, 香味不够浓郁, 再加入其他辅料增加鸡汤的口感和香气。从分析图可知, 调配前后的鸡汤第一主成分差异性较大, 说明加入酵母提取物、甘氨酸等辅料对鸡汤风味的改善效果很明显。

### 2.5 浓缩对鸡汤风味的影响

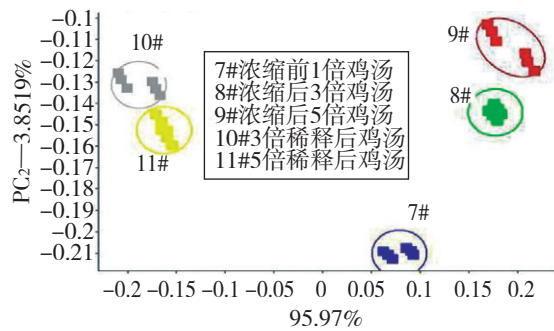


图20 PC<sub>1</sub>贡献率为95.971%, PC<sub>2</sub>贡献率为3.8519%

PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>贡献率和为99.823%, 大于90%, 所以这两个主成分已经代表了样品的主要信息特征。从分析图可知, 浓缩前鸡汤、3倍与5倍浓缩鸡汤、3倍和5倍浓缩鸡汤按比例稀释后的鸡汤区域性的分布非常明显, 3倍、5倍浓缩鸡汤以及3倍、5倍浓缩鸡汤稀释后的鸡汤主成分差异性都比较大, 说明二者在一定程度上具有相似性, 浓缩鸡汤按比例稀释后的鸡汤与浓缩前的鸡汤第一、第二主成分的差异性都比较大, 说明浓缩工艺对鸡汤风味的影响较为明显, 原因可能是在浓缩过程中, 鸡汤中部分风味物质损失或弱化。

### 2.6 杀菌工艺对鸡汤风味的影响

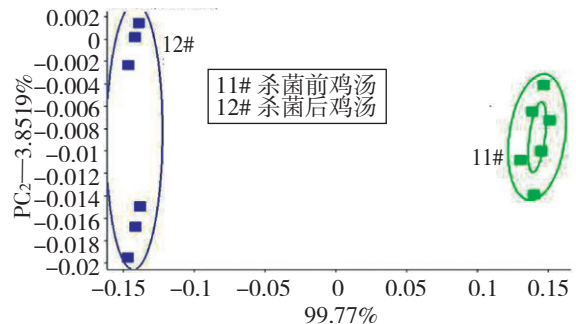


图21 PC<sub>1</sub>贡献率为99.768%, PC<sub>2</sub>贡献率为0.20815%

PC<sub>1</sub>和PC<sub>2</sub>贡献率和为99.976%, 大于90%, 所以这两个主成分已经代表了样品的主要信息特征。从分析图可知, 杀菌前后鸡汤的第一主成分差异较大, 说明杀菌工艺对鸡汤风味成分变化影响很明显, 杀菌过程能使鸡汤的部分风味物质分解或者弱化。

## 3 讨论

电子鼻对鸡汤的不同加工阶段风味的测定结果表明, 在鸡汤的熬制、脱脂、调配、浓缩、杀菌等阶段, 风味成分均发生了很大变化。在鸡汤的熬制过程中, 鸡骨架各种成分(蛋白质、脂肪)的降解, 热加工过程中的小分子的降解, 热加工过程中的美拉德反应, 产生了大量的醛类、呋喃类



和芳香族化合物<sup>[12]</sup>，风味成分的变化较为明显，电子鼻的PCA分析方法能够很好地区分出不同熬制时间的鸡汤；鸡汤熬制完成后，去除鸡汤中的油脂成分，鸡汤的风味发生了变化，应用电子鼻的PCA分析方法能够很好的区分去脂前后鸡汤；加入甘氨酸、I+G和酵母提取物对鸡汤进行调味，提升鸡汤的鲜味，加入新的成分后，原有的风味成分一部分被进一步强化，一部分被掩盖或削弱，风味成分变化比较明显，电子鼻的PCA分析方法能够很好地区分调味前后的鸡汤；将鸡汤按不同的倍数进行浓缩，汤中的氨基酸、核苷酸等风味成分的浓度增大，鸡汤的气味也变化较大，利用电子鼻的PCA分析方法能够明显地区分不同浓度的鸡汤，鸡汤在浓缩的过程中，会有部分风味物质损失，当浓缩汤稀释成原倍数后，稀释后鸡汤的风味和原汤的差异比较明显，PCA分析方法能够很好地进行区分；鸡汤在杀菌前后，风味成分的变化较大，应用电子鼻的PCA分析方法能很好地区分杀菌前后的鸡汤。

利用电子鼻的PCA分析方法能很好地区分不同熬制时间、脱脂前后、调配前后、浓缩前后、杀菌前后的鸡汤，表明PCA分析方法是分辨不同熬制时间、除脂、调配、浓缩、杀菌不同工艺操作的有效分析方法，对鸡汤风味的变化具有很好的识别能力，利用电子鼻能很好地区分不同加工阶段的鸡汤样品。电子鼻是一种宏观成分的区分方法，若想进一步分析不同工艺对具体风味成分的影响，需要结合GC-MS、GC-O等仪器进一步分析。

参考文献：

- [1] 胡桂仙, 王俊, 海铮, 等. 不同储藏时间柑橘电子鼻检测研究[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(6): 458-461
- [2] 张晓华, 常伟, 李景明, 等. 电子鼻技术对苹果贮藏期的研究[J]. 现代科学仪器, 2007, 17(6): 120-123
- [3] GOMEZ A H, HU Guixian, WANG Jun, et al. Evaluation of tomato maturity by electronic nose[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2006, 54:44-52
- [4] SAEVELS S, LAMMERTYN J, BERNA A Z, et al. An electronic nose and a mass spectrometry based electronic nose for assessing apple quality during shelf life[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31:9-19
- [5] BENEDETTI S, DRUSCH S, MANNINO S. Monitoring of autoxidation in LCPUFA-enriched lipid microparticles by electronic nose and SPME-GCMS[J]. Talanta, 2009, 78:1266-1271
- [6] CONCINA I, FALASCONI M, GOBBI E, et al. Early detection of microbial contamination in processed tomatoes by electronic nose[J]. Food Control, 2009, 20:873-880
- [7] 鲁小利, 海铮, 王俊. 可乐饮料的电子鼻检测研究[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2006, 32(6): 677-682
- [8] 史志存, 李建平, 马青, 等. 电子鼻及其在白酒识别中的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2000, (1): 34-37
- [9] 张晓敏, 朱丽敏, 张捷, 等. 采用电子鼻评价肉制品中的香精质量[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 175-178
- [10] MASOERO G, SALA G, PEIRETTI P G. Development of near infrared (NIR) spectroscopy and electronic nose (EN) techniques to analyse the conservation quality of farm silages[J]. Journal of Food Agriculture and Environment, 2007, 5(1): 172-177
- [11] 周玮婧, 孙智达. 鸡汤的营养成分及食疗功能研究进展[J]. 食品科技, 2008, (9): 261-264
- [12] 杨二刚. 酶解鸡肉制备热反应天然鸡肉香精的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008

## 本刊启事

食品科技网站(<http://www.e-foodtech.net/>)投稿功能已经开通, 2010年10月1日起邮箱不再执行收稿工作, 邮箱自动回复将提示您登录投稿平台, 请各位作者注意邮箱的自动回复。投稿流程可以登录食品科技博客(<http://blog.sina.com.cn/shipinkj>)参考。审稿期仍为两个月, 您可以通过您的稿件编号等信息在平台进行稿件进度及结果的查阅。

如果您的稿件录用后(一定是确定已录用的稿件, 如果您的稿件在录用之前需要修改, 请您用您的稿件编号登录, 在平台上投送修改稿)编辑需要您修改或补充资料, 请您将补充的资料或是修改稿件发送至原收稿邮箱。另外我刊没有启用中国知网的采编平台, 请您不要到知网投稿, 以免耽误您稿件的审阅。某些代发论文网站与我社均毫无联系, 请您注意以免上当受骗。