

基于电子舌技术对鸡肉肉质区分的研究

王霞, 徐幸莲, 王鹏*

(南京农业大学 肉品加工与质量控制教育部重点实验室, 江苏 南京 210095)

摘要: 利用多频脉冲电子舌系统对鸡肉产品进行检测, 选用40日龄白羽肉鸡、120日龄黄羽肉鸡、200日龄肥西老母鸡的生鲜鸡肉及加工后熟制鸡腿肉、鸡汤, 电极信号用主成分分析方法进行分析。结果表明: 对同品种生鲜鸡肉的不同部位(胸肉、腿肉), 电子舌响应差异明显; 对不同品种相同部位, 选用单电极检测发现, 银电极对于胸肉样品, 有较好的响应; 铂电极对于腿肉样品有一定的响应。对于熟制鸡腿、鸡汤, 单电极区分没有效果。经过优化后的复合电极可实现不同品种相同部位生鲜鸡肉有效区分, 实现加工的熟制鸡腿肉或鸡汤的区分。研究表明, 多频脉冲电子舌在区分不同品种鸡肉及鸡肉加工产品方面具有应用潜力。

关键词: 电子舌; 鸡肉品种; 鸡肉产品; 区分

Discrimination of Chicken Meat Quality by Electronic Tongue

WANG Xia, XU Xing-lian, WANG Peng*

(Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Breast and leg meat samples from three chicken breeds including 40-day-old white-feather chicken, 120-day-old yellow-feather chicken and 200-day-old spent Fenxi hen were used to prepare cooked meat and soup. A multiple-frequency pulse electronic tongue was used to characterize and classify both raw and cooked samples, and their electrode signals were analyzed by principal component analysis (PCA). Significantly different electronic tongue sensor signals were observed for raw breast and leg samples from the same chicken breed. In addition, silver electrode was better than platinum electrode for the discrimination of breast meat samples from different chicken breeds, but platinum electrode was effective in discriminating leg meat samples from different chicken breeds. However, single electrodes were not effective in discriminating cooked leg meat and soup. The optimized use of electrodes allowed effective discrimination among different chicken breeds for raw breast and leg meat, cooked leg meat and soup. This study suggests that multiple-frequency pulse electronic tongue has potential applications in discrimination among meat and meat products from different chicken breeds.

Key words: electronic tongue; chicken breed; chicken product; discrimination

中图分类号: TS251.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)21-0100-04

中国是世界家禽饲养、生产、消费和贸易大国, 鸡肉是禽肉中最主要肉类。我国地方家禽品种资源丰富, 肉质细嫩味香, 外来品种的引入和杂交育种在提高产量和生长速率的同时, 也使得肉质发生明显变化, 品种间肉质的差异直接影响企业的产品品质。在生产中, 人们要把握对原料品质的选择, 还要对加工以后的产品风味质构进行控制, 为了实现肉品外在描述性特征的量化, 以及结合其内在特性对肉质进行有效评价, 人们做了极大的努力, 除了传统的感官评定外, 出现了一些快速检测方法的应用, 如近红外全透射技术^[1]、电子舌^[2]、电子鼻^[3]、质构仪^[4]、低场核磁共振技术^[5]等, 用客观数据来

判别肉品的外在内在品质, 给新产品研发、产品质量控制带来极大的方便。国外电子舌的研究取得了很大进展, 我国电子舌研究刚刚兴起, 很多应用处于实验阶段, 有用于痕量重金属环境监测^[6]、识别水体水华污染^[7]、用于食品检测, 如绿茶滋味品质评价^[8]、粮油品质检测^[9]、啤酒区分^[10]、原料奶识别^[11]、预测牛奶的理化指标^[12]等。作为一种新型现代化的定性定量分析仪器^[13], 电子舌是模拟人的舌头对待测样品进行分析、识别和判断, 用多元统计方法对得到的数据进行处理, 快速地反映出样品整体的质量信息^[14], 实现对样品的识别和分类。本实验使用的多频脉冲电子舌系统, 是一种基于非修饰贵金属电极传

收稿日期: 2012-06-02

基金项目: 南京农业大学青年科技创新基金项目(KJ2010019); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-42)

作者简介: 王霞(1970—), 女, 实验师, 硕士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。E-mail: wxshine2000@yahoo.com.cn

*通信作者: 王鹏(1979—), 男, 讲师, 博士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。E-mail: wpeng@njau.edu.cn

感器阵列的电子舌系统,这类电子舌系统是在Winqvist课题组研究的电子舌系统的基础上^[15-17],对其激发电势信号进行了扩充和改进,大大扩充了检查信息量,为模式识别系统提供更多的有效数据信息。韩剑众等^[18]应用多频脉电子舌对AA鸡和三黄鸡的生鲜鸡肉及贮藏期内肉质变化进行了区分,显示了电子舌在禽肉中的应用潜力;但在实际生产中,老母鸡的生鲜肉及其制品与其他生长类型鸡之间迄今还缺乏快速鉴别的相关研究。因此,本实验中选择3种不同饲养类型的鸡(快速生长型的引进品种白羽肉鸡、中速生长型的地方品种雪山草鸡、慢速生长型地方品种肥西老母鸡),从原料鸡肉到鸡肉制品进行肉质区分研究,优化电极组合,来探讨电子舌用于快速区分鸡肉原料品质、熟制产品肉质的实用性,为电子舌在肉品行业中的应用提供实验依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

雪山草鸡 常州立华畜禽有限公司;肥西老母鸡 肥西老母鸡农牧科技有限公司;白羽肉鸡 当地农贸市场;蒸馏水 实验室自制。

T25分散机 德国IKA公司;电子舌 上海昂申智能科技有限公司。

1.2 方法

1.2.1 肉样制备

1.7kg雪山草鸡、1.6kg白羽肉鸡、2.0kg肥西老母鸡,屠宰后分别取其胸肉和腿肉称质量,分成6组样品。生鲜鸡样品:每个样品取30.0g,剪碎后置于离心管中,按1:5(m/V)配比加入蒸馏水,在冰浴中打浆20s(胸肉)或者30s(腿肉),至匀浆后直接用于电子舌测定。熟制鸡腿肉样品:取各鸡腿肉样品约30g,分别于80℃煮制20min。将煮制好的各鸡肉样品分别装在离心管中,在冰浴条件下用剪刀剪碎。按1:5的配比,用量筒在各离心管中加入150mL蒸馏水,用匀浆机打浆30s。鸡汤样品:取各鸡肉样品约30g,将同品种的胸肉和腿肉放在一起,分别于沸水中熬汤60min。将熬好的鸡汤分别取150mL装于3个离心管中,冰浴。

1.2.2 电子舌检测

电极在首次测量之前先用抛光布和打磨粉进行抛光,从粗到细逐级打磨,直到电极表面呈镜面,没有划痕。然后分别用乙醇、水超声 5min。在前后两次测量中间,工作电极需用绒布打磨(不加打磨粉),蒸馏水冲洗。辅助电极和参比电极用蒸馏水清洗,用滤纸吸干。

分别取制备好的匀浆液15mL按顺序进行单电极和混合电极电子舌检测,边测定边搅拌,使匀浆液保持均匀。每组重复操作6次,作为平行实验。对检测结果进行分析,确定区分样品的最适电极阵列组合。

1.3 数据处理与分析

采用主成分分析方法,提取电流采集信号的顶点和拐点值作为检测样品的变量。以行向量代表样品,纵向量代表变量,将不同电极不同频率的数据分别保存为数据表格,作主成分分析(principal component analysis, PCA)。使用主成分分析法对数据进行降维,排除众多信息中互相重叠部分,从主成分分析得分图上,对不同被测样品进行区分识别。

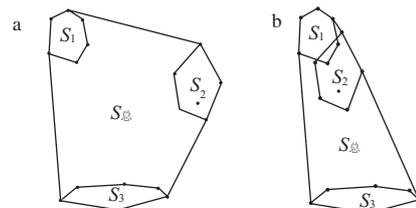
1.4 辨别值(discrimination index, DI)的计算

DI是辨识程度的一个标志,一般用于主成分分析图。DI的计算情况一般有两种:各个区域都已经明确区分开,则如式(1)所示;只要有重叠部分存在,则如式(2)所示。样品区域区分示意图如图1所示。

$$DI/\% = \left(1 - \frac{\sum S_i}{S_{\text{总}}}\right) \times 100 \quad (1)$$

$$DI/\% = - \frac{\sum S_i}{S_{\text{总}}} \times 100 \quad (2)$$

式中: S_i 为单个样品的区域面积; $S_{\text{总}}$ 为所有区域的总体面积。



a. 没有重叠部分; b. 有重叠部分。

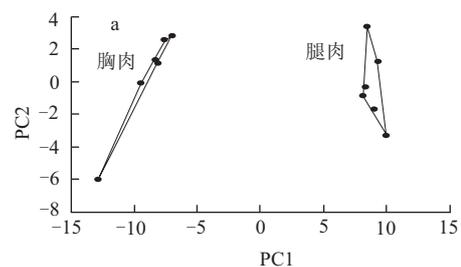
图1 样品区域区分示意图

Fig.1 Schematic representation of regional division for principal component analysis

2 结果与分析

2.1 电子舌对生鲜鸡肉同品种不同部位的辨别

图2是同品种不同部位鸡肉肉样的主成分得分图,DI值达到80%以上的将实现非常好的区分。同一品种鸡的胸肉与腿肉的主成分得分值均落在互不干扰的区域,这个区域代表样品的整体特性,其中6个记号点分别代表此样品的6个重复样。区域之间的距离表征了不同样品的类间品质差异,距离越远说明其品质特性越不相似,从图中看出胸肉与腿肉之间品质差异显著。



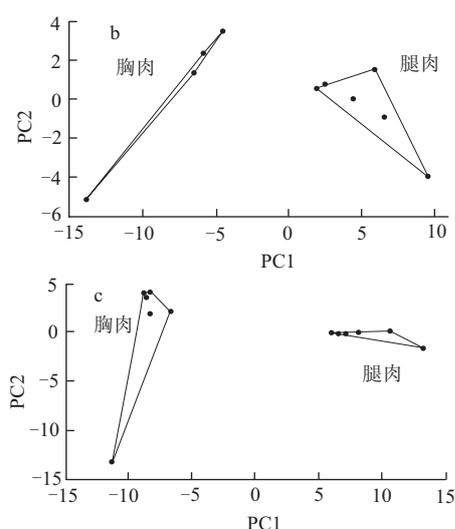


图2 雪山草鸡(a)、肥西老母鸡(b)和白羽肉鸡(c)不同部位主成分得分图
Fig.2 Principal component score plot for breast meat from different chicken breeds

2.2 电子舌对生鲜鸡肉不同品种相同部位的区分

电子舌系统的传感器阵列可以由不同类型材料的独立传感器组成,而传感器具有一定的选择性,对不同组分具有不同的响应的能力,为了优化传感器阵列组合,对检测样进行6种裸露金属单电极检测,通过主成分分析得分图看看区分效果,找到响应能力强的电极。由于图较多,在此选择有效果得分图讨论。

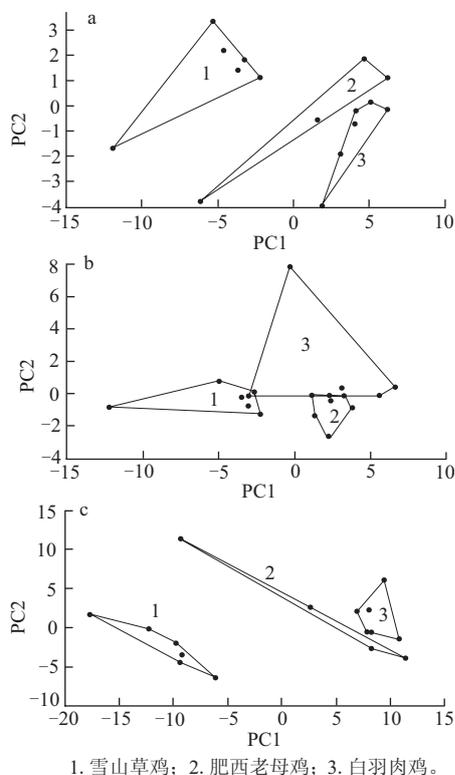


图3 银电极(a)、铂电极(b)和混合电极(c)对3个不同品种鸡胸肉主成分得分图
Fig.3 Principal component score plot for breast meat from different chicken breeds as determined by single and combined electrodes

由图3a可知,对于3个品种的鸡胸肉,银电极对样品有较好的区分作用,由图3b可知,对于鸡腿肉,铂电极对样品有一定的区分作用,效果不理想。图3c为电子舌通过6种电极3种不同频率的组合(DI=53%),从中选出的最佳得分图。该图使用混合电极(电极组合为铂电极10Hz、金电极1Hz、钨电极1Hz、钛电极1Hz、银电极10Hz)对雪山草鸡、肥西老母鸡、白羽肉鸡胸肉进行检测,相同品种的样品点分布在相对独立的区域,电子舌对不同品种的鸡胸肉的品质有很好的区分DI值为53%。它们得分区域间距有明显区别,雪山草鸡与另外两个品种的区域间距大,它们的肉质之间的差异显著,肥西老母鸡与白羽肉鸡的区域间距较小,说明这两种鸡胸肉肉质相似度比较高,这种区域间距主要由品种的共有特性决定。

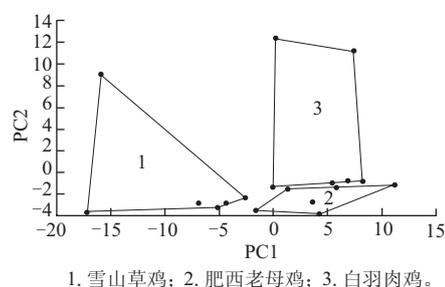


图4 混合电极对3个不同品种鸡腿肉主成分得分图(DI=44%)
Fig.4 Principal component score plot for leg meat from different chicken breeds as determined by combined electrodes(DI=44%)

图4为电子舌混合电极(通过6种电极3种不同频率所选出的最优组合:铂电极100Hz、金电极10Hz、钨电极10Hz、钛电极10Hz、银电极10Hz)对3个品种鸡腿肉电子舌检测的主成分图。可以看出,不同品种鸡肉样得分值具有相对独立的分布区域,DI值44%说明电子舌能有效区分不同品种鸡肉的腿肉。雪山草鸡腿肉与另外两个品种肉质差别较大,肥西老母鸡与白羽肉鸡肉质相近。由于品种、喂养方式、饲料的不同,草鸡和肉鸡之间品质风味差异较大,电子舌能够区分不同鸡肉品种的胸肉和腿肉,还能区分出肉质之间的差异程度。

2.3 电子舌对煮制后的不同品种鸡腿肉和鸡汤的辨别

由表1可知,对于煮制鸡腿肉和鸡汤来说,单电极在1、10、100Hz频率上的区分效果均不理想,应采用组合电极对三者进行区分。

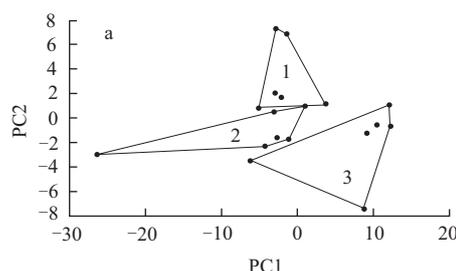


表 1 不同频率单电极对同部位不同品种的鸡肉产品区分度
Table 1 DI of single electrodes with different frequencies for cooked leg and soup

样品	铂电极			金电极			钨电极			钨电极			钛电极			银电极		
	1Hz	10Hz	100Hz	1Hz	10Hz	100Hz	1Hz	10Hz	100Hz	1Hz	10Hz	100Hz	1Hz	10Hz	100Hz	1Hz	10Hz	100Hz
熟腿肉	-82	-76	-116	-49	-51	-98	-59	-67	-65	-65	-70	-46	-84	-92	-127	-100	-88	-49
鸡汤	-123	-125	-111	-130	-93	-89	-81	-117	-87	-96	-105	-75	-117	-128	-117	-49	-39	-49

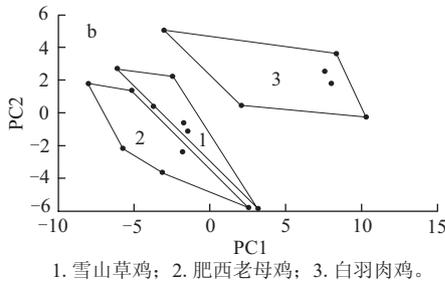


图 5 不同品种煮制鸡腿肉(a)和鸡汤(b)的主成分得分图

Fig.5 Principal component score plot for cooked leg (a) and soup (b) from different chicken breeds

由图5可知,用优化后混合电极测试,不同品种煮制鸡腿肉(DI=53.7%)和鸡汤(DI=42.8%)的主成分得分值落在互不干扰的区域内,它们之间的间隔有效地看出3个品种原料鸡经过加工以后之间的差异,加工后的雪山草鸡与肥西老母鸡品质表现相近,都与白羽肉鸡之间有一定的差别。畜禽肉在烹制过程中释放出较多的含氮浸出物,主要为肌肽、肌酸、肌酐、氨基酸和尿素,这些物质可使肉汤具有浓厚鲜美的味道^[19],肉汤的成分比较复杂,与原料和加工工艺都有密切关系,利用电子舌能够实现加工后产品整体特征智能检测,实现物质之间的区分。

3 结论

采用电子舌技术对不同鸡肉品种原料及加工后的产品进行鉴别,实验结果表明,在主成分1和主成分2得分图上,对于生鲜鸡肉同品种不同的部位,不同品种相同部位有相对独立的分布区域,能够有效地区分,且能够看出品种之间的差异程度。同时实验结果表明,不同的电极对不同的物质具有不同的区分效果,经过电极和频率的实验组合,选用混合电极进行检测区分效果优于单电极的检测。电子舌能够快速区分鸡肉品种、产品品质,它将是鸡肉及其产品质量评价的重要手段,在肉品行业中的应用具有广阔前景。

参考文献:

- [1] 苏彩珠, 梁震, 黄宇鹏, 等. 进口鱼粉蛋白质含量快速检测[J]. 检验检疫科学, 2005, 15(2): 9-11.
- [2] 牛海霞. 电子舌在现代食品科学技术中的应用[J]. 食品科技, 2007, 32(8): 26-30.
- [3] 邹慧琴, 刘勇, 林辉, 等. 电子鼻技术及应用研究进展[J]. 传感器世界, 2011, 17(11): 6-11.
- [4] 纪宗亚. 质构仪及其在食品品质检测方面的应用[J]. 食品工程, 2011(3): 22-25.
- [5] 夏天兰, 刘登勇, 徐幸莲, 等. 低场核磁共振技术在肉与肉制品水分测定及其相关品质特性中的应用[J]. 食品科学, 2011, 32(21): 253-255.
- [6] 邹绍芳, 范影乐, 王平. 集成多传感器的环境监测电子舌的研究[J]. 传感技术学报, 2007, 20(7): 1457-1460.
- [7] 黄星奕, 张春霞. 应用电子舌技术识别水体的水华污染程度[J]. 江苏大学学报, 2010, 31(5): 506-509.
- [8] 吴瑞梅, 赵杰文, 陈全胜, 等. 基于电子舌技术的绿茶滋味品质评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 378-381.
- [9] 胡桂仙, 王建军, 王小骊, 等. 粮油品质检测评价新技术的研究进展及展望[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(3): 110-113.
- [10] 贾洪峰, 梁爱华, 何江红, 等. 电子舌对啤酒的区识别研究[J]. 食品科学, 2011, 32(24): 252-255.
- [11] 阎鹏程, 郑丽敏, 吴平, 等. 电子舌技术在原料奶识别中的应用[J]. 中国乳业, 2011(120): 64-67.
- [12] 吴从元, 王俊, 叶盛, 等. 电子舌响应信号与牛奶理化指标的典型相关分析[J]. 传感器技术, 2010, 23(1): 5-9.
- [13] 邓少平, 田师一. 电子舌技术背景与研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(4): 110-116.
- [14] 马福昌, 吕迎春, 李怀恩. 电子舌及其应用研究[J]. 传感器技术, 2004, 23(9): 1-3.
- [15] WINQUIST F, WIDE P, LUNDSTROM L. An electronic tongue based on voltammetry[J]. Analytica Chimica Acta, 1997, 357(1): 21-31.
- [16] IVARSSON P, HOLMIN S, HOJER N E, et al. Discrimination of tea by means of a voltammetric electronic tongue and different applied waveforms[J]. Sensors and Actuators B, 2001, 76: 449-454.
- [17] SÖDERSTRÖM C, WINQUIST F, KRANTZ-RÜLCKER C. Recognition of six microbial species with an electronic tongue[J]. Sensors and Actuators B, 2003, 89: 248-255.
- [18] 韩剑众, 黄丽娟, 顾振宇, 等. 基于电子舌的肉品品质及新鲜度评价研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(3): 125-132.
- [19] 郭红卫. 营养与食品安全[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005.