



# 不同贮藏温度下美国红鱼风味的 电子鼻检测研究

杨 华<sup>1</sup>, 耿利华<sup>2</sup>

(1.浙江万里学院生物与环境学院, 宁波 315100;

2.北京盈盛恒泰科技有限责任公司, 北京 100055)

**摘要:** 利用电子鼻 PEN3 系统对不同储藏温度下美国红鱼的风味成分进行检测分析。试验先通过电子鼻系统动态采集美国红鱼风味成分并得到电子鼻的响应值, 再利用 PCA、LDA 等模式识别方法进行数据分析, LDA 方法能更好区分不同储藏温度的美国红鱼, 表明利用电子鼻能够无损检测区分不同新鲜度的美国红鱼, 同时采用 Loadings 分析方法可以得知, 传感器 R2 在美国红鱼新鲜度检测中起主要作用, 这为进一步优化传感器以及探索方便快捷的美国红鱼新鲜程度的无损检测技术提供了依据。

**关键词:** 美国红鱼; 电子鼻; 储藏温度

中图分类号: TP 212.3

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2011)04-0276-04

## Electronic nose monitoring the red drum stored for different temperature

YANG Hua<sup>1</sup>, GENG Li-hua<sup>2</sup>

(1.Faculty of Biological and Environmental Science, Zhe jiang Wan-li University, Ningbo 315100;

2.Beijing Ying Sheng Hengtai Technology Co., Ltd., Beijing 100055)

**Abstract:** In the present study, an electronic nose (PEN3) was used to characterize and classify the flavor of red drum coming from different storage temperature. This method firstly sampled the flavor composition emanating from the red drum by PEN3 systems and then obtained response values of PEN3. After this, data analysis was conducted by using principal component analysis (PCA) and linear discrimination analysis(LDA). The results of this study showed that electronic nose was able to identify the fresh degrees of red fishes by LDA method. The results of this study showed that the No2 sensor signal was distinctness in the fresh degrees mensuration of red fishes by Loadings method. This new approach for red fish determinations using a portable electronic nose was faster and cheaper than classical method.

**Key words:** red drum; electronic nose; storage temperature

鱼类或鱼类制品的气味是评价其新鲜的重要手段, 也是影响消费者购买的主要因素之一。最

常用的新鲜度评价方法有感官评价法和化学方法, 但这 2 种方法都不能满足快速检测的要求<sup>[1-2]</sup>。快

收稿日期: 2010-09-07

基金项目: 2009 年宁波市自然科学基金项目(200901A6011007); 2010 年浙江省科技厅公益项目(2010C32025)。

作者简介: 杨华(1978—), 男, 讲师, 研究方向为水产品加工。



速检测方法,如近红外光谱法和酶传感器法都还处于试验研究阶段<sup>[3-6]</sup>。鱼体死亡后,由于自身酶的分解或各种微生物的污染和作用,会使鱼体发生变质而引起酸臭性发酵,慢慢挥发出具有腐败特征的气体,因此气味是评价鱼类新鲜度的最重要参数之一。国内外应用电子鼻测量系统对海鱼进行了大量研究<sup>[7-9]</sup>。电子鼻是一种新颖的分析、识别和检测复杂臭味和挥发性成分的人工嗅觉系统,与其他常规仪器分析法相比,样品无须前处理,不用有机溶剂,是一种“绿色”的仿生检测仪器,且便于携带,可进行实时检测,已应用于食品的化学成分分析<sup>[3]</sup>。国内外的研究人员已经用电子鼻对茶叶等农产品品质评价的研究<sup>[4-10]</sup>。国内尚未采用电子鼻对美国红鱼贮藏期间的风味变化进行检测的研究。本试验则是利用电子鼻对不同储藏温度下美国红鱼气味的判别能力,进一步探索美国红鱼与电子鼻无损检测间的关系,为无损检测技术的应用提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验原料

新鲜美国红鱼:市售,宰杀后选取不同部位塑料袋包装后放在不同温度下贮藏后1周后备用。

### 1.2 电子鼻检测

采用德国AIRSENSE公司生产的型号为PEN3的便携式电子鼻系统,该电子鼻含有10个不同的金属氧化半导体(见表1)。测定时用1个50 mL的烧杯与该系统联用,将样品放入烧杯,用保鲜膜密封,然后用一个带扣的针头连接在特氟纶管上(3 mm直径)直接插入到烧杯中,第2个针可以连接背面的木炭过滤器,通过特氟纶管将零气吸入电子鼻。系统会在开始检测样品前5 s开始发出一个

检测信号准备检测,测定50 s,完成检测后进行系统清零。本试验中电子鼻信号数据的采集时间定为第42 s。因为采样时间会直接影响分析结果,经检测用第42 s的时间参数来分析数据比较稳定,也更合理。

### 1.3 数据处理方法

本试验采用的主要分析方法有:主成分分析法(PCA),线性判别法(LDA)和负荷加载分析法(Loadings)。在用PCA(主成分分析法)进行分析时,若两主成分的贡献率小于95%,则表示分析中有干扰成分的作用,从而说明该方法在数据分析中不合适;LDA(线性判别法)是DFA(识别因子法)的第一步,LDA分析注重类别的分类以及各种组之间的距离分析;Loadings分析与PCA是相关的,他们都基于同一种算法,但不同的是,本试验中这种算法主要是对传感器进行研究,利用该方法可以确认特定试验样品下各传感器的相对重要性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏温度下电子鼻对美国红鱼气味特征的响应

对不同温度下美国红鱼样品进行电子鼻检测分析。测量获得电子鼻10个传感器的响应图(图1、图3、图5)。图中每一条曲线代表着一个传感器,曲线上的点代表着美国红鱼肌肉组织风味成分通过传感器通道时,相对电阻率( $G/G_0$ )随储藏温度的变化情况,为了便于比较,将测得的42 s的相对电阻率( $G/G_0$ )用雷达图表达出来(图2、图4、图6)。由图2可看出,从初始的零气到最后样品气体的平稳过程中,相对电阻率快速增加,然后再趋于平缓。另外,传感器R2较其他传感器有更高的相对电阻率值。通过电子鼻对芳香特征的响应试验,可以得出电子鼻对美国红鱼的肌肉组织风味成分有明显的响应,并且每一个传感器对其

表1 PEN3的标准传感器阵列  $\text{mL/m}^3$

阵列序号	传感器名称	性能描述	备注
R1	W1C	芳香成分	甲苯, 10
R2	W5S	灵敏度大, 对氮氧化合物很敏感	$\text{NO}_2$ , 1
R3	W3C	氨水, 对芳香成分灵敏	苯, 10
R4	W6S	主要对氢气有选择性	$\text{H}_2$ , 100
R5	W5C	烷烃, 芳香成分	丙烷, 1
R6	W1S	对甲烷灵敏	$\text{CH}_4$ , 100
R7	W1W	对硫化物灵敏	$\text{H}_2\text{S}$ , 1
R8	W2S	对乙醇灵敏	$\text{CO}$ , 100
R9	W2W	芳香成分, 对有机硫化物灵敏	$\text{H}_2\text{S}$ , 1
R10	W3S	对烷烃灵敏	$\text{CH}_4$ , 10

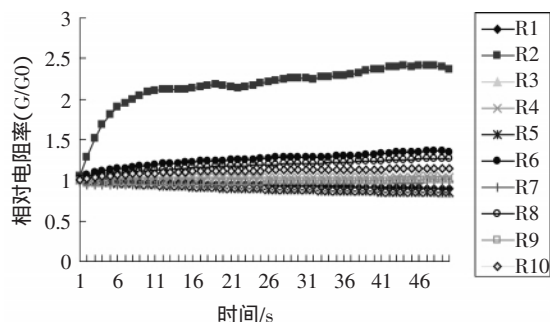


图1 美国红鱼肌肉组织4度传感器信号图

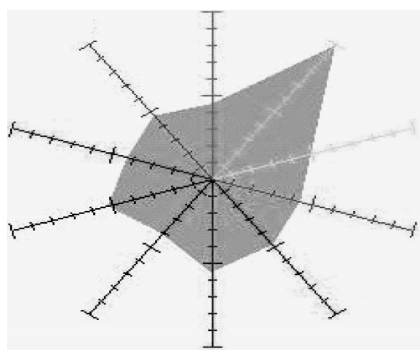


图2 美国红鱼肌肉组织4度42S雷达图

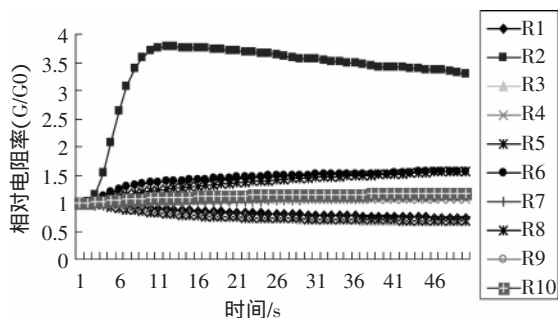


图3 美国红鱼肌肉组织-18度传感器信号图

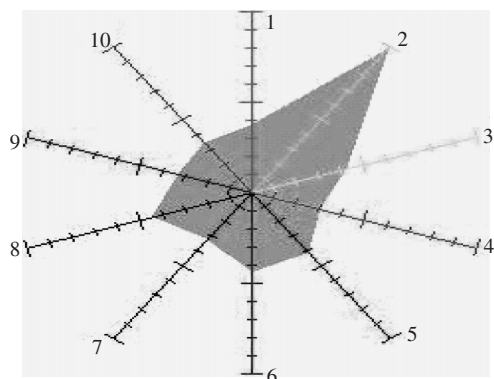


图4 美国红鱼肌肉组织-18度42S雷达图

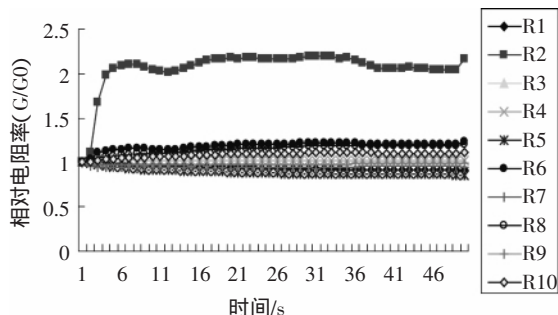


图5 美国红鱼肌肉组织-67度传感器信号图

的响应各不相同。这表明利用电子鼻 PEN3 系统测量不同储藏温度的美国红鱼风味变化是可行的。

## 2.2 PCA 方法分析不同储藏温度下的美国红鱼肌肉组织风味

图7表示不同储藏温度下美国红鱼的PCA分析图,PCA是一种统计分析方法,当没有任何有关样品的信息可以提供时,PCA能迅速浏览所有数

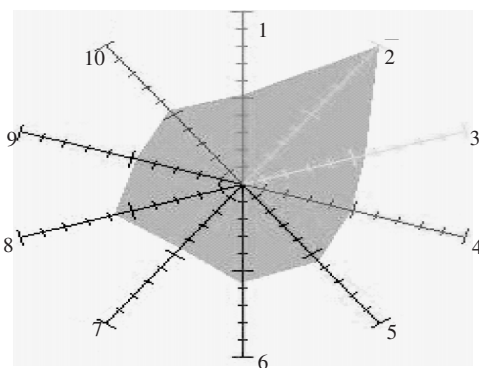


图6 美国红鱼肌肉组织-67度42S雷达图

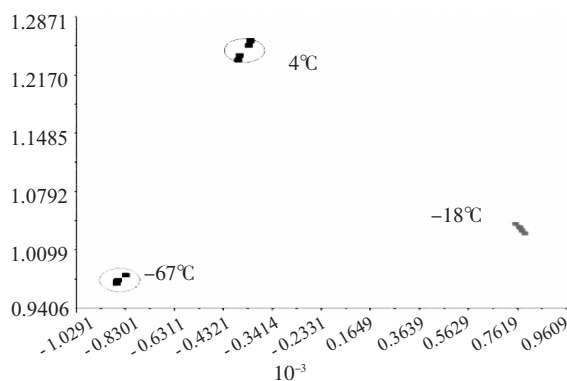


图7 不同储藏温度下美国红鱼肌肉组织风味的PCA图

据,通过降维,用很少的指标来解释样品间潜在的变量和因素,找出他们之中相关联的特征,迅速归纳出可以解释的模型信息。图中每个椭圆代表同批次红鱼风味的数据采集点。从主成分PC1和PC2两个主轴上看,PC2有呈现一个很好的单向趋势。在用PCA(主成分分析法)进行分析时,若两主成分的贡献率大于95%,为99.96%,从而说明该方法在数据分析中合适,能区分三者的风味变化。

## 2.3 用LDA方法分析不同储藏温度下的美国红鱼肌肉组织风味

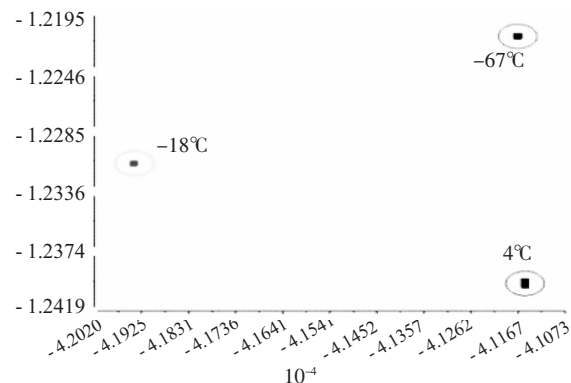


图8 不同储藏温度下美国红鱼肌肉组织风味的LDA图

图8表示不同储藏温度下美国红鱼肌肉组织风味的LDA分析图。从图8的分析可以看出,两判别式的总贡献率为99.99%,判别式LD1和判别式LD2的贡献率分别为95.95%和4.04%。图中得



到了较好的变化趋势：3个贮藏温度下的风味物质容易区分。由于LDA分析方法注重芳香速率(图中各类中心点之间的距离)变化分析，由图8可以看出，美国红鱼肌肉组织的芳香速率变化都呈波浪形。即从4℃到第-67℃速率变化都较大，这种变化是由红鱼肌肉中成分的分解所引起的风味变化，不同的温度下分解的速度是不一样的，而且产生的腥味成分含量也是不一样的。再随着储藏时间的进一步延长，由于鱼体表皮水分的流失，使得鱼体表皮缩紧，风味成分变化随之增大，说明不同储藏温度会影响美国红鱼风味成分的变化。

#### 2.4 Loadings 分析不同储藏温度下的美国红鱼肌肉组织风味

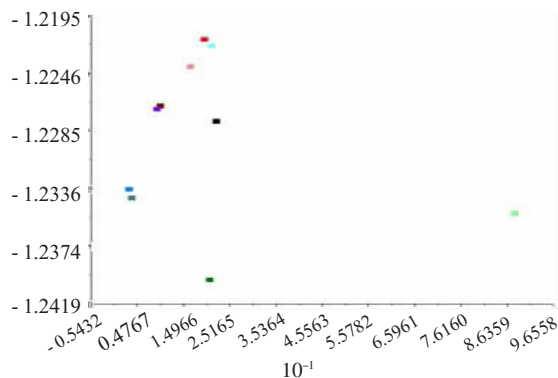


图9 不同储藏温度下美国红鱼肌肉组织风味的 Loadings 图

不同储藏温度下的美国红鱼肌肉组织风味的 Loadings 分析见图9。利用 Loadings 分析可以帮助区分当前模式下传感器的相对重要性。如果某个传感器在模式识别中负载参数近乎零，则该传感器的识别能力可以忽略不计，如果响应值较高，则该传感器就是识别传感器。图9表明，传感器R2在当前条件下起的作用较大，其他传感器的作用较小。传感器R4，R10有着相似的负载因子。

### 3 讨论

现在的研究表明可以使用电子鼻技术进行水产品气味分析，客观、准确而快捷，重复性好，能够有效的区别水产品在不同状态下的气味，这是人和动物的鼻子所不及的。本次研究表明，利用电子鼻无损检测不同储藏温度下的美国红鱼肌肉组织的风味是可行的。试验表明，在42s时采集到的数据较稳定且有较好的灵敏度。采用电子鼻系统中的LDA(线性判别法)和PCA(主成分分析法)能准确判别出不同储藏温度下的美国红鱼气味变化。利用 Loadings 分析可得知，传感器R2在判断不同储藏时间的柑橘新鲜度上起到了较大的作

用，这为我们更好地利用电子鼻的具体的识别传感器来判断风味提供了重要的依据，同时从R2的传感器能表现出美国红鱼贮藏过程中主要的风味成为氮氧化合物。当然，电子鼻的应用要真正达到试用化，还需要结合传感器的优化和模式识别技术作进一步研究。

#### 参考文献：

- [1] 张军,李小昱,王为,等.淡水鱼鲜度检测系统的阻抗特性测试[J].农业机械学报,2007,38(9):103-107
- [2] 张军,李小昱,王为,等.用阻抗特性评价鲫鱼鲜度的试验研究[J].农业工程学报,2007,23(6):44-48
- [3] Bøfken N, Jensen K N, Andersen C M, et al. Freshness assessment of thawed and chilled cod fillets packed in modified atmosphere using near-infrared spectroscopy [J]. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie,2002,35(7):628-634
- [4] Nilsena H, Esaiassen M. Predicting sensory score of cod(Gadus morhua) from visible spectroscopy[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie,2005,38(1):95-99
- [5] Niculescu M, Nistor C. Redox hydrogel-based amperometric bienzyme electrodes for fish freshness monitoring[J]. Analytica Chimica Acta,2000,72(7):1591-1597
- [6] Dodd T H. Monitoring of fishery product quality using an electronic nose and visible/near-infrared spectroscopy[D]. Raleigh: North Carolina State University,2006
- [7] O'Connell M, Valdora G, Peltzer G, et al. A practical approach for fish freshness determinations using a portable electronic nose[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2001,80(2):149-154
- [8] Barbri N E, Amari A, Vinaixa M, et al. Building of a metal oxide gas sensor-based electronic nose to assess the freshness of sardines under cold storage [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2007,128(1):235-244
- [9] 于慧春,王俊,张红梅,等.龙井茶叶品质的电子鼻检测方法[J].农业机械学报,2007,38(7):103-106
- [10] 邹小波,吴守一,方如明.电子鼻判别挥发性气体的研究[J].江苏理工大学学报,2001,22(2):1-4
- [11] 蒋德云,张弓,王延好.电子鼻对花生异味测定的初步研究[J].安徽农业大学学报,2003,30(4):459-461
- [12] Stin Savels, Jeroen Iammertyn, AmaliaBerna, 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
- [13] J Brezmes, E Llobet, X Vilanova, et al. Fruit ripeness monitoring using an Electronic Nose[J]. Sensors and Actuators B, 2000,69:223-229
- [14] Corrado Di Natale, Antonella Macagnano, Eugenio Martinelli, et al. The evaluation of quality of post-harvest or-





# 富锌嫩麦芽培植最佳锌浓度的筛选

杨振<sup>1</sup>, 张磊<sup>1</sup>, 邴爱英<sup>2\*</sup>, 方茜<sup>2</sup>, 杨志孝<sup>2</sup>

(1.泰山医学院临床医学系 2006 级, 泰安 271000;

2.泰山医学院分析实验室, 泰安 271000)

**摘要:** 目的: 利用生物转化技术, 培植富锌嫩麦芽。方法: 采用不同的富锌浓度进行梯度培植, 利用火焰原子吸收分光光度法测定嫩麦芽的锌含量, 根据嫩麦苗中心的含量和收率, 来判断和评价富锌效果。结果: 在锌浓度为 400 mg/L 时, 嫩麦芽长势最好, 收率 88%, 锌含量 144.7 mg/kg; 锌浓度小于 400 mg/L 收率和锌含量均降低; 大于 600 mg/L 时, 锌含量升高但是收率降低。结论: 根据嫩麦芽的收率和锌含量综合评价, 在锌浓度为 400 mg/L 时, 可有效的促进嫩麦芽的生长, 其收率最高, 锌含量较高, 总体评价富锌效果最好, 利用锌溶液培植富锌嫩麦芽, 条件可控简便易行, 生产周期短, 易于试现规模化生产, 是生产富锌嫩麦芽的最佳方法。

**关键词:** 嫩麦芽; 生物富锌技术; 原子吸收分光光度法

中图分类号: R 9272.2

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2011)04-0280-03

## The best zinc concentration to cultivate the zinc-rich tender malt

YANG Zhen<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>, BING Ai-ying<sup>2\*</sup>, FANG Qian<sup>2</sup>, YANG Zhi-xiao<sup>2</sup>

(1.Clinical Medical, Taishan Medical College, Tai'an 271016;

2.Analytical Laboratory, Taishan Medical College, Tai'an 271000)

**Abstract:** Objective: The biological conversion technology was used to cultivate the zinc-rich tender malt. The effect of different zinc concentration gradient on the content and the yield of tender wheat malt were investigated by flame atomic absorption spectrophotometry. The results show that tender malt achieved the best yield(88%) and the proper zinc content(144.7 mg/kg) with 400 mg/L of zinc. The yield and zinc content of tender malt were decreased when zinc concentration was less than 400 mg/L. The increased zinc content and the decreased yield of tender malt were found when exposed to the more than 600 mg/L of zinc. In conclusion, the effect of zinc solution on the cultivation of zinc-rich tender malt is significant and the best zinc con-

收稿日期: 2010-09-23

\* 通讯作者

基金项目: 山东省泰安市科技局大学生科技创新资助项目(2009D2037)。

作者简介: 杨振(1988—), 山东莱芜人, 研究方向为临床医学。

anges and apples by means of an electronic nose [J].  
Sensors and Actuators B, 2001, 78: 26-31

[15] James E Simon, Amots Hetzroni, Bruce Bordelon, et al.  
Electronic sensing of aromatic volatiles for quality sort-

ing of blueberries. Journal of Food Science, 1996, 61 (5):  
967-969

[16] 潘胤飞, 赵杰文, 邹小波, 等. 电子鼻技术在苹果质量评定  
中的应用[J]. 农机化研究, 2004, (3): 179-182