

# 不同品牌食醋味感特征的电子舌分析

舒静\*, 陈轩, 潘从道, 邓莉, 肖甚圣

(武汉工业学院 食品科学与工程学院, 武汉 430023)

**摘要:**为了研究不同区域、不同品牌食醋的味感差别,文章采用 TS-5000Z 型味觉分析系统,将食醋样品按陈醋:水为 1:5(V/V)进行稀释后检测。经过丰富的图形展示,对其传感器响应信号进行了主成分分析(PCA)。结果显示:电子舌能够很好地辨别不同地域、不同品牌的食醋,能够直观地反映各品牌之间的味感差异,这为消费者根据自己的喜好与需求购买商品提供参考。

**关键词:**电子舌;味觉分析;主成分分析(PCA);食醋

中图分类号:TS264.22

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2013.08.023

文章编号:1000-9973(2013)08-0095-04

## Analysis of Taste Characteristics of Vinegar in Different Brands with Electronic Tongue

SHU Jing\*, CHEN Xuan, PAN Cong-dao, DENG Li, XIAO Shen-sheng

(College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

**Abstract:** In order to study the taste differences of vinegar from different areas with different brands, TS-5000Z taste analysis system is used in this paper to detect the sample of vinegar after diluting at the ratio of vinegar and water of 1:5(V/V). After plenty of graphics display, the sensor response signals are studied by principal component analysis (PCA). The result indicates that electronic tongue can distinguish vinegar from different areas with different brands, it can also reflect the taste differences among various brands intuitively, which provide references for consumers to purchase goods according to their preference and demands.

**Key words:** electronic tongue; taste analysis; principal component analysis (PCA); vinegar

食醋<sup>[1-4]</sup>是一种历史悠久,深受大众喜爱的调味品,它含有多种营养成分,如有机酸、糖类、醇类、各种氨基酸、维生素、微量元素等。食醋既能改善和调节人体的新陈代谢,是良好的酸性健胃剂;又可以丰富食物的风味,是调味佳品。市面上销售的食醋从工艺的区别来看有酿造食醋和配制食醋,按原料区分有米醋、果醋和保健醋等。因原料及制作工艺的不同,风味差别很大。

电子舌作为一种新型的现代化分析检测仪器,是

不依赖于生物味觉的客观感受系统,与感官评定、化学分析方法相比,具有重复性好,测量快速,操作简单等优点<sup>[5-8]</sup>。电子舌检测无需样品前处理,对样品不存在破坏,现已广泛应用在茶类<sup>[9]</sup>、酒类<sup>[10-12]</sup>、饮料<sup>[13]</sup>、肉制品<sup>[14]</sup>、乳制品<sup>[15,16]</sup>等食品整体品质质量分析检测、食品质量安全<sup>[17,18]</sup>检测等多个方面。已报道的有关电子舌研究食醋的文章,都是采用法国 alpha. MOS 公司的  $\alpha$ -Astree 电子舌,分别研究了电子舌区分同一产地的酿造食醋与配制食醋、电子舌对食醋品质分

收稿日期:2013-03-05

\* 通讯作者

作者简介:舒静(1974-),女,讲师,硕士,研究方向:农副产品的分析检测。

析及发酵过程的监控研究等。

本试验采用日本 Insent 公司的 TS-5000Z 味觉分析系统对不同地域、不同品牌的食醋进行检测,运用多种数据分析方法,如主成分分析 PCA、味觉特征图形分析等,以考察不同地域酿造食醋的味感差异及具体味觉特征,同时可为消费者根据自己的喜好与需求购买商品提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验所有样品从超市直接购买,选择不同地域、不同品牌的7种陈醋,编号为样品1~7号,具体信息见表1。

表1 试验醋样

样品编号	产地	类别	原料	总酸度 (g/dL)	工艺
1	山西晋中	陈醋	水、高粱、麸皮、大曲、(豌豆、大麦)、食盐、苯甲酸钠	5.0	固态发酵
2	山东烟台	陈醋	水、高粱、大麦、豌豆、小麦麸、食盐、苯甲酸钠	4.5	固态发酵
3	江苏镇江	陈醋	水、糯米、麦麸皮、白砂糖、食用盐	4.5	固态发酵
4	湖南长沙	陈醋	水、大米、高粱、食用盐、山梨酸钾	4.5	固态发酵
5	广东佛山	陈醋	水、高粱、大麦、豌豆、食用盐、苯甲酸钠	4.0	固态发酵
6	山西晋中	陈醋	水、高粱、麸皮、大麦、豌豆、苯甲酸钠	4.0	固态发酵
7	山西太原	陈醋	水、高粱、大麦、豌豆、麸皮、食盐、苯甲酸钠	4.0	固态发酵

### 1.2 试验仪器

本试验采用日本 Insent 公司的 TS-5000Z 智能味觉系统,见图1。

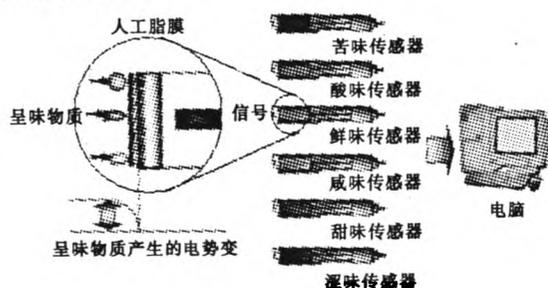


图1 电子舌示意图

TS-5000Z 整套系统由3部分组成,包括测试系统、服务器管理系统和数据分析系统。TS-5000Z 味觉分析系统采用了人工脂膜传感器技术,该技术同人的舌头味觉细胞工作原理相类似。人工脂膜传感器由多个含有类脂膜的电极构成,呈味物质能使类脂膜的电位发生变化,输出反映其味道性质和强度的电信号,然后通过数字电压表转化为数字信号送入计算机进行处理。可以直观数字化地表现食品或药品等物质中酸、甜、苦、咸、鲜、涩及各种回味(苦味回味、涩味回味、鲜

味丰富性)等味觉指标<sup>[19-22]</sup>。

本试验运用了酸味、鲜味、咸味、涩味和苦味传感器5种不同类型的传感器来检测样品,各种传感器的特点及性能见表2。

表2 脂膜传感器类型

传感器名称	可评价的味道	
	本味(相对值)	回味(CPA值)
鲜味传感器(AAE)	鲜味(氨基酸、核苷酸引起的鲜味)	鲜味丰富度(可持续感知的鲜味)
咸味传感器(CTO)	咸味(食盐等无机盐引起的咸味)	无
酸味传感器(CAO)	酸味(醋酸、柠檬酸、酒石酸等引起的酸味)	无
苦味传感器(COO)	苦味(苦味物质引起的味道,在低浓度下被感知为丰富性)	苦味回味(啤酒、咖啡等一般食品的苦味)
涩味传感器(AEI)	涩味(涩味物质引起的味道,低浓度下感知为刺激性回味)	涩味回味(茶、红酒等呈现的涩味)

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 试样准备

每个醋样用移液管吸取20 mL,置入100 mL 容量瓶中,用超纯水定容,混合均匀。

#### 1.3.2 测试过程及数据获取

移取稀释后的醋样80 mL,进行电子舌检测,每个醋样检测4次,5个味觉传感器获取数据4组。因考虑测试第1周时仪器可能未稳定,易导致数据误差较大,故取后面3周的测试数据值。测试过程分为以下5步完成,见图2。

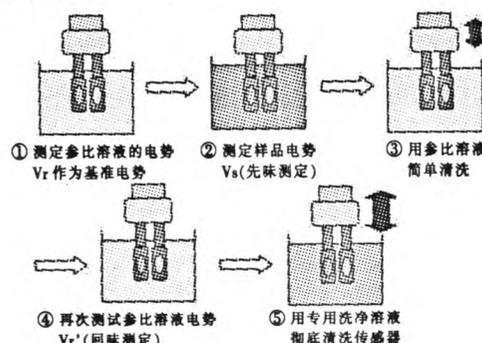


图2 电子舌测试步骤

#### 1.3.3 数据分析

根据传感器采集的原始数据,运用电子舌自带的 DBMS 数据库系统,对测试的原始数据进行味觉特征分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 主成分分析 PCA

主成分分析(PCA)是一种多变量分析技术,是考察多个变量间相关性的一种多元统计方法,研究如何

通过少数几个主成分来揭示多个变量间的内部结构,即从原始变量中导出少数几个主成分,使它们尽可能多地保留原始变量的信息,且彼此间互不相关。图3为二维主成分得分图,横坐标代表主成分PC1,纵坐标代表主成分PC2,图中的一个点代表一个检测样品,主成分的贡献率代表主成分所包含的原始信息量。图3中PC1和PC2贡献率分别为68.48%和21.56%,总贡献率为86.04%,此数据说明主成分已能较好地反映原来多指标的信息。

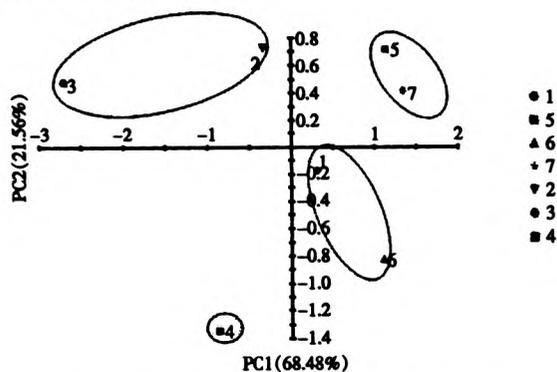


图3 不同品牌食醋的PCA主成分分析图

图3直观清晰地说明电子舌能够有效区分不同品牌食醋的味感差异。一个圈代表同类样品,圈之间的距离代表样品之间的整体差异性。5号食醋和7号食醋的味道较接近,被区分为一类;1号食醋和6号食醋的味道较接近,被区分为一类;2号醋和3号食醋的味道较接近,被区分为一类;4号食醋和其他陈醋的味道都不一样,被区分为一类。由图3可知,不属于同类的样品能够很好地落在各自的区域范围内而不互相干扰,说明TS-5000Z电子舌对样品的区分辨别能力较强,这些分类与实际情况也相吻合。因为归属为同类的食醋其酿造的原料(具体见表1)几乎一致。

## 2.2 不同品牌食醋的具体味觉特征

### 2.2.1 不同品牌食醋味觉特征的雷达图

不同品牌食醋的味觉雷达图见图4。

图4显示了不同品牌食醋的味觉雷达图,其中横坐标和纵坐标的单位表示味觉的单位,一个单位代表样品之间浓度相差了20%,经专业人员鉴定20%的浓度差异是正常的人能够感觉到的,如果相差低于一个单位,那么正常的人就不能感觉到样品之间的差异。由图4可知,7种食醋的酸味、鲜味、咸味、苦味和涩味

都有明显的差异,且6号样品的酸味最强,7号样品次之,3号样品的酸味最弱且鲜味最好。

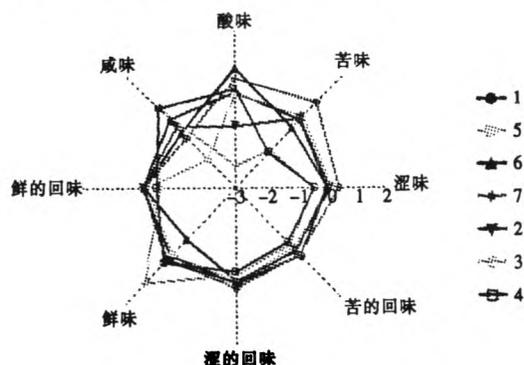


图4 不同品牌食醋的味觉雷达图

### 2.2.2 不同品牌食醋味觉特征的二维散点图

不同食醋的球形图见图5。

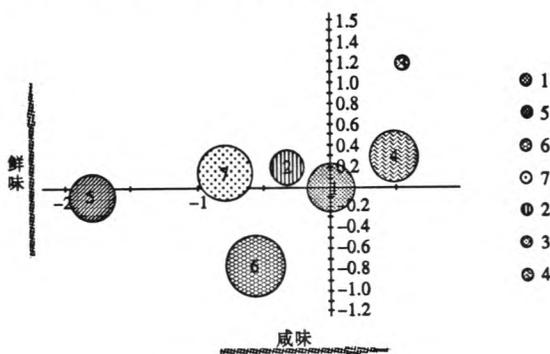


图5 不同食醋的球形图

评价食醋口感好坏主要考察3个指标,即酸味、鲜味和咸味。图5的散点图显示了不同食醋在酸味、鲜味和咸味3个指标的区别,图中横坐标代表咸味,纵坐标代表鲜味,球形的大小代表不同食醋的酸味程度。由图5可知,7种食醋的鲜味、咸味和酸味的细微差别,其中3号食醋是又鲜又咸,其次是4号食醋。

## 2.3 稳定性试验数据分析

每个样品做了4次循环,去掉第1次循环后的所有数据均与1号样品比对,比对后的数据见表3。

表3 测试数据明细表

测试样品	酸味	苦味	涩味	鲜味	咸味	苦的回味	湿的回味	丰富性
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-1.03	-0.02	0.01	0.26	-0.33	-0.19	-0.07	0
3	-1.04	-0.01	0.03	0.29	-0.35	-0.18	-0.07	0.08
4	-1.02	-0.02	0.02	0.21	-0.3	-0.18	-0.09	-0.1

续表

测试样品	酸味	苦味	涩味	鲜味	咸味	苦的回味	涩的回味	丰富性
3	-2.25	-1.46	-0.55	1.23	0.51	-0.46	-0.34	-0.58
	-2.23	-1.48	-0.54	1.23	0.51	-0.49	-0.33	-0.6
	-2.25	-1.44	-0.54	1.15	0.53	-0.44	-0.31	-0.72
4	-0.14	-1.62	-0.66	0.35	0.46	-0.58	-0.48	-0.47
	-0.14	-1.61	-0.63	0.34	0.44	-0.58	-0.47	-0.51
	-0.12	-1.6	-0.63	0.31	0.47	-0.55	-0.46	-0.54
5	-0.14	0.22	0.14	-0.01	-1.75	-0.21	-0.13	-0.09
	-0.17	0.25	0.16	-0.02	-1.76	-0.2	-0.13	-0.14
	-0.17	0.22	0.14	-0.01	-1.71	-0.21	-0.14	-0.15
6	0.78	-0.34	-0.08	-0.69	-0.45	-0.12	-0.1	-0.03
	0.77	-0.32	-0.07	-0.7	-0.45	-0.1	-0.1	-0.05
	0.79	-0.36	-0.07	-0.75	-0.41	-0.11	-0.09	-0.16
7	-0.06	0.83	0.35	0.39	-0.77	0.09	0.12	0.12
	-0.08	0.85	0.33	0.32	-0.73	0.12	0.12	0
	-0.05	0.85	0.34	0.3	-0.71	0.09	0.1	-0.05

由表3可知,同种样品的每种味觉特征值相差不大。

据表3的数据画出折线图6。由图6可知,将第2周、3周和4周测试数据画出的折线几乎一致,说明传感器响应稳定,重现性好。

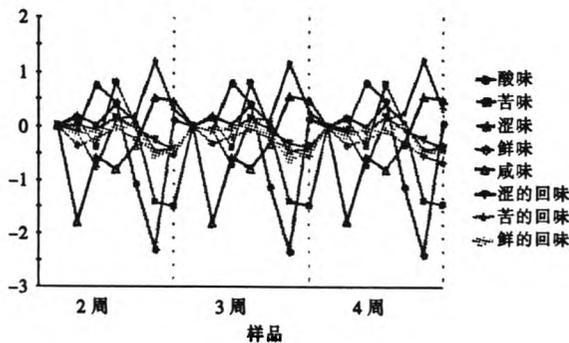


图6 测量数值显示图

## 2.4 传感器分辨能力分析

表4 测量数据的统计分析

味觉指标	酸味	苦味	涩味	咸味	鲜味	苦的回味	涩的回味	鲜的回味
g: 误差的平均值	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05
s1: 样品的平均值	0.98	0.89	0.35	0.79	0.57	0.3	0.23	0.31
s2: 样品标准偏差	0.89	0.83	0.33	0.72	0.53	0.22	0.18	0.25
传感器的 m1: g/1×100(%)	0.99	1.28	2.35	2.2	4.72	3.82	3.45	16.75
区分能力 m2: g/1×100(%)	1.09	1.38	2.47	2.42	5.04	5.2	4.36	21.13

表4中,误差率m1指同种样品的不同浓度对测定的影响,误差率m2指不同样品对测定的影响,“平均值”指均方根,S2指所有样品的偏差,g为重复测定的误差平均值,误差率=测定误差平均/样品整体偏差×100

(%),误差率=20(%)指样品最大可识别为5组,误差率=50(%)指样品最大可识别为2组,误差率=100(%)指g=S2,不能有效识别。因此,我们一般认为m2≤50时,传感器能有效区分样品中的味觉指标,否则判定测试数据无效。本试验对不同品牌食醋进行的味觉统计分析显示每个味觉指标的m2指均小于50,说明了传感器对样品进行了非常有效地区分。

## 3 结论

TS-5000Z电子舌能够有效区分不同品牌食醋的味觉差异。由主成分分析PCA可知,食醋样品的两种主成分为PC1和PC2,其贡献率分别为68.48%和21.56%,根据PC1和PC2很容易辨别样品间的整体差异性,且归属为同类的食醋其酿造的原料几乎一致。

丰富的图形分析直观清晰,客观详细地反映了7种食醋的具体味觉特征,说明电子舌对不同地域、不同品牌食醋的区分和辨别较强。

试验中传感器响应稳定,重现性好。

### 参考文献:

- [1]张浩玉,张柯,黄星奕,等.电子舌对不同品种醋的辨别研究[J].中国调味品,2011,36(5):1-4.
- [2]武雯,王国军,王青标,等.电子舌对酿造食醋与配制食醋的区分辨识[J].中国调味品,2012,37(3):50-52.
- [3]张森,贾洪峰,李莹昕,等.电子舌对食醋品质鉴定及区分的研究[J].中国调味品,2012,37(8):1-3,6.
- [4]黄星奕,王慧.电子舌技术对香醋发酵过程的监控研究[J].中国酿造,2009(10):82-85.
- [5]张素平,田师一,邓少平,等.智舌对基本味觉物质辨识能力的实验研究[J].中国食品学报,2009,9(5):111-116.
- [6]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.
- [7]王莉,惠延波,王曦,等.电子舌系统结构及其检测技术的应用研究进展[J].河南工业大学学报(自然科学版),2012,33(3):85-90.
- [8]林科.电子舌研究进展及其在食品检测中的应用研究[J].安徽农业科学,2008,36(15):6602-6604.
- [9]姜莎,陈芹芹,胡雪芳,等.电子舌在红茶饮料区分辨识中的应用[J].农业工程学报,2009,25(11):345-349.
- [10]张健,赵镭,欧阳一非,等.现代仪器分析技术在白酒感官评价研究中的应用[J].食品科学,2007,28(10):561-565.

(下转第101页)

酱腌菜亚硝酸盐的含量 $\leq 20$  mg/kg)。

### 3 结论

从实验结果可知,西安地区市售的三种腌制泡菜中亚硝酸盐含量远低于标准中规定各种酱腌菜亚硝酸盐的含量,均符合国家标准(含量 $\leq 20$  mg/kg)。其中,大型超市的同种菜品中亚硝酸含量低于小型市场。亚硝酸盐含量之所以存在差异,可能与蔬菜本身富集的硝酸盐有关;还有可能因为各个厂家生产条件和加工发酵过程中的各种因素所致。同时随着贮存销售时间的延长,亚硝酸盐含量也会增高。本文通过搜索国内外关于西安地区几种常见泡菜食用安全性评价的研究文献,均未见报道。本研究针对亚硝酸盐这项指标

对于人们直接食用泡菜对人体是否会造成毒害具有一定理论借鉴意义。

#### 参考文献:

- [1]何淑玲,李博,籍保平,等.泡菜中亚硝酸盐问题的研究进展[J].食品与发酵工业,2005,31(11):85-87.
- [2]朱雪兰.中国泡菜离标准化生产有多远[J].中外食品,2006(2):30-32.
- [3]许牡丹,毛跟年.食品安全性与分析检测[M].北京:化学工业出版社,2003:231-235.
- [4]黎永艳,陈清德.离子色谱法测定肉制品中的亚硝酸盐[J].医学信息,2011(8):4020-4021.
- [5]王春妍.一起由亚硝酸盐引起食物中毒的思考[J].中国卫生检验杂志,2010(7):1826.
- [6]GB 5009.33-2010,食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定[S].

(上接第94页)

### 3 结论

本课题的微生物发酵饲料是依据微生物之间的协同共生作用原理,以醋渣、麸皮、玉米浆为主要原料,接入多种有益微生物,通过微生物发酵方式培养的,不仅变废为宝,还大大提高了醋渣的营养价值。发酵后饲料中真蛋白含量提高15%以上,纤维素降解率超过25%,饲料中含大量的有益活菌体、多种维生素、多种生物酶及氨基酸、短肽、优质蛋白质等。这些营养成分都是微生物生长过程中的代谢产物,不是另外添加的。因此,可以将其称为纯天然、无污染、绿色微生物发酵饲料。该饲料具有促进动物生长发育,提高饲料利用率,增加免疫力,改善动物肠道微生态,防止疾病,改善肉、蛋、奶、皮、毛等畜产品品

质,减少环境污染等多种优点。

#### 参考文献:

- [1]庄桂.利用醋渣制取糖化曲的研究[J].中国调味品,2005(12):30-34.
- [2]庄桂.酿造调味品工艺学[M].北京:中国海洋出版社,1996:58-60.
- [3]王子光.酱油食醋酿造技术与分析[M].北京:中国农业出版社,2005:158-160.
- [4]陈智远,田硕,谭婧,等.接种量对醋渣干发酵的影响[J].中国农学通报,2010(16):76-79.
- [5]江永才.我国发酵饲料的生产现状及未来展望[J].中国饲料,2001(3):12-13.
- [6]蒋培森,孙希达,杨观中,等.啤酒厂污泥与啤酒糟开发蛋白发酵饲料的试验[J].杭州师范学院学报,1998(5):33-38.

(上接第98页)

- [11]贾洪峰,梁爱华,何江红.电子舌对啤酒的区分识别研究[J].食品科学,2011,32(24):252-255.
- [12]王俊,姚聪.基于电子舌技术的葡萄酒分类识别研究[J].传感技术学报,2009,22(8):1088-1093.
- [13]王春燕,孙月娥.基于电子舌技术的饮料评价[J].食品工程,2010(1):7-8,57.
- [14]韩剑众,黄丽娟,顾振宇,等.基于电子舌的鱼肉品质及新鲜度评价[J].农业工程学报,2008,24(12):141-144.
- [15]吴从元,王俊,韦真博,等.电子舌预测不同体积分数牛奶的表观黏度[J].农业工程学报,2010,26(6):226-230.
- [16]范佳利,韩剑众,田师一,等.基于电子舌的掺假牛乳的快速检测[J].中国食品学报,2011,11(2):202-208.
- [17]陈晓明,马明辉,李景明,等.电子鼻在天然苹果香精检测中的应用[J].食品科学,2007,28(3):261-265.
- [18]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(自然科学版),2010,31(5):506-509.
- [19]N Hayashi, T Ujihara. Biting effect' stabilizing gallate-type catechin/quaternary ammonium ion complexes[J]. Tetrahedron,2007(63):9802-9809.
- [20]S Etoh, L Feng, K Nakashi, et al. Taste Sensor Chip for Portal Taste Sensor System[J]. Sensors and Materials, 2008,20(4):151-160.
- [21]Y Kobayashi, H Hamada, Y Yamaguchi, et al. Development of an Artificial Lipid-Based Membrane Sensor with High Selectivity and Sensitivity to the Bitterness of Drugs and with High Correlation with Sensory Score[J]. IEEJ Trans,2009,4(6):710-719.
- [22]Y Kobayashi, M Habara, H Ikezaki, et al. Advanced Taste Sensors Based on Artificial Lipids with Global Selectivity to Basic Taste Qualities and High Correlation to Sensory Scores[J]. Sensors,2010,10(4):3411-3443.

# 不同品牌食醋味感特征的电子舌分析

作者: [舒静](#), [陈轩](#), [潘从道](#), [邓莉](#), [肖甚圣](#), [SHU Jing](#), [CHEN Xuan](#), [PAN Cong-dao](#), [DENG Li](#), [XIAO Shen-sheng](#)

作者单位: [武汉工业学院食品科学与工程学院, 武汉, 430023](#)

刊名: [中国调味品](#) 

英文刊名: [China Condiment](#)

年, 卷(期): 2013, 38(8)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zgtwp201308023.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgtwp201308023.aspx)