

电子舌分析系统在泉水味觉评价方面的应用

千宁军, 吕仕军, 黎德勇, 郭盈岑, 何善廉, 农馥俏, 周寿勇, 陆莉莉, 缪璐, 何晓蓉, 周红尖, 陈同欢, 李宝升
(国家食糖及加工食品质量监督检验中心/广西壮族自治区产品质量检验研究院, 广西 南宁 530007)

【摘要】 建立一种对泉水质量进行快速监测的方法, 本研究采用集合五组双分子层脂膜传感器的电子舌分析系统, 对北海等4个地区泉水样品的口感品质进行定量评价, 确定建立不同区域泉水味觉地图以及不同产品指纹图谱的可行性, 为明确不同产品的味觉特点、定量快速识别及品质评价提供数据支持。

【关键词】 电子舌分析系统; 泉水质量; 味觉地图; 指纹图谱

【中图分类号】 TS204.22

【文献标识码】 A

【文章编号】 2095-3518(2018)05-11-04

食品的口感品质影响消费者对产品的接受性和喜好程度, 天然泉水具有水质纯洁、口感清甜, 并含有一定量对人体有益的微量元素, 受到消费者的喜爱。泉水因具自然流动性, 受地域自然环境的影响有其独特性, 其价格亦日益昂贵, 易成为不良商贩以次充好的焦点。目前国家相关标准规定了近百项饮用水品质检测项目, 这些项目通常依据理化或仪器分析等常规化学方法进行检测判定。感官评定受测试员个体差异影响, 还会受测试员身体及心理状态等因素影响, 因此结果的客观性、重现性、可比性等方面均不尽人意; 色谱法、质谱法等仪器分析方法是化学检验中定性、定量分析的常用方法, 虽可靠性高, 但其分析过程费时、检测费用高。随着生命科学和人工智能的不断发展, 利用机器视觉技术快速、实时监控食品质量成为近年来研究的热点。

智能味觉分析系统, 即电子舌, 采用了人工脂膜传感器技术, 可以客观数字化的评价食品药品等样品的苦味(Bitterness)、涩味(Astringency)、酸味(Sourness)、咸味(Saltiness)和鲜味(Umami)等基本味觉感官指标, 具有感受阈值和感知味强度与人保持一致、对味觉物质有高选择性且对一类味觉物质具有整体选择性、能够体现味觉物质间相互作用的特性和建立味觉标尺特点, 同时克服传统感官鉴别方法受主观因素影响, 在一定程度上较难保证结果准确性以及化学分析方法耗时、检测费用昂贵的缺点, 因此在食品、饮料、医药行业以及环境污染等领域有重要应用。Kiyoshi Toko等用电子舌系统研究控制了酒曲在日本清酒酿造中的使用, 有效预防发酵异常, 保持清酒的客观品质。郭壮课题组也用电子舌研究了不同地域的酒曲对米酒滋味品质的影响。耿利华等进行了味觉分析系统在茶饮料味觉评价方面的应用研究。Hiromitsu Sakai等研究了味觉分析系统在控制水质和水污染中的应用。目前, 尚未有电子舌在泉水品质评价方面的相关报道。

天然泉水因其丰富的矿物质使其在口感上不同于纯净水, 入口的微妙感觉有时很难形容, 为了客观且定量的反应天然泉水的味觉特色, 给出泉水综合的味觉指标, 本研究分别从广西北海、河池、南宁、玉林4个地区采集具有代表性泉水样品, 应用电子舌对其滋味进行评价, 并探讨不同地区出产的泉水味觉特色,

研究建立区域代表性泉水指纹图谱的可行性, 探求一种能对泉水质量进行快速检测, 对产品真伪进行辨别的方法。同时用化学分析方法检测泉水的pH、偏硅酸以及锶含量, 探索泉水滋味与其特征性理化指标的关联性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试水样为广西北海、河池、南宁、玉林4个地区共13个具地方特色的产品, 其中含2个纯净水, 用于与泉水进行对比研究。各样品产地、产品名称、企业名称等信息描述见表1。

表1 供试样品的信息表

编号	企业名称	产品名称	产地
1	广西茶花山矿泉水饮料有限公司	茶花山饮用天然矿泉水	玉林陆川
2	广西银安天然饮料有限责任公司	银安淡泉包装饮用水	北海合浦
3	广西合浦珠乡堂天然饮料有限责任公司	还珠淡泉包装饮用水	北海合浦
4	巴马统一矿泉水有限公司	巴马泉饮用天然矿泉水	河池巴马
5	广西巴马丽琅饮料有限公司	巴马丽琅饮用天然矿泉水	河池巴马
6	北海红树林饮用天然矿泉水有限公司	红树林饮用天然矿泉水	北海合浦
7	广西中源山泉有限公司	九千万饮用天然泉水	河池罗城
8	广西百悦山泉水业有限公司	百悦山饮用天然泉水	南宁扶绥
9	巴马好氧饮料有限公司	巴马好氧天然泉水	河池巴马
10	广西巴马水晶泉饮料有限公司	巴马人生天然泉水	河池巴马
11	广西蓝天山泉水饮用生产有限公司	蓝天山泉水	南宁武鸣
12	南宁哇哈哈恒枫饮料有限公司	哇哈哈纯净水	南宁
13	可口可乐广西饮料有限公司	冰露纯净水	南宁

鲜、咸、酸、苦和涩味的味觉标准溶液均由Insent公司提供; 氯化钾、氯化银、酒石酸和氢氧化钾均购于国药集团化学试剂有限公司; 浓盐酸和无水乙醇分别由西陇化工有限公司和洛阳化学试剂厂提供。

供试电子舌分析系统(日本INSENT公司, Taste Sensing System SA402B), 配备了5个测试传感器和2个参比传感器, 其

【第一作者】 千宁军(1962-), 男, 高级工程师, 研究方向: 产品质量检验检测及管理。

【通信作者】 郭盈岑(1979-), 女, 湖北鄂州人, 高级工程师, 从事检验检测质量标准研究工作。

中AAE、CTO、CAO、AEI和COO测试传感器分别用于测试鲜味、咸味、酸味、涩味和苦味。

酸度计(雷磁, PHS-3C PH计)、紫外可见分光光度计(日本岛津, UV-2700)、电感耦合等离子体发射光谱仪(美国热电公司, ICAP 6300)分别用于分析各供试水样的pH、偏硅酸及镉含量。

1.2 试验方法

1.2.1 电子舌用溶液的配制

(1)将248.2g氯化钾溶解于蒸馏水定容至1L后,加入10mg氯化银并搅拌8h,制得内部溶液(internal solution)。

(2)将2.2365g氯化钾和0.045g酒石酸溶解于蒸馏水后定容至1L,制得参比溶液(reference solution)。

(3)将248.2g氯化钾加入到900mL蒸馏水中,充分搅拌,彻底溶解后转移至1L容量瓶中,用蒸馏水定容,制得3.33mol/L的KCl溶液。

(4)将300mL乙醇和8.3mL浓盐酸加水定容至1L,制得阴离子溶液(Negatively solution)。

(5)将7.46g氯化钾、300mL乙醇和0.56g氢氧化钾加水定容至1L,制得阳离子溶液(Positively solution)。

1.2.2 电子舌传感器的活化

1.2.2.1 测试传感器的活化

取出五种口味人工双分子膜传感器,旋开电极,加入200μL内部溶液,在确定没有气泡后重新装上电极,并置于参比溶液中活化24h备用。

1.2.2.2 参比传感器的活化

取出参比传感器并旋开电极,加入内部溶液,在确定没有气泡后重新装上电极,并置于3.33mol/L的KCl溶液中活化24h备用。

1.2.3 使用电子舌对水样进行测定

为保证传感器相应信号的稳定性和准确性,在数据采集前味觉分析系统需进行自检和诊断。然后分别将试样装入电子舌配套的进样杯,设定每个样品重复检测4次,单次每个样品的采集时间为200s,参比溶液的清洗时间为10s。实验中,依次对表1中所列的13组样品进行检测,检测顺序采用编号自然顺序方式标注。

1.2.4 水样部分理化性质的测定

pH:采用GB 8538-2016《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》中玻璃电极法进行测定;

偏硅酸:采用GB 8538-2016《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》中的硅钼黄光谱法进行测定;

镉:采用GB 8538-2016《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》中的电感耦合等离子体发射光谱法进行测定。

2 结果与讨论

2.1 泉水的味觉指标总体响应特征

图1是用电子舌分析系统对广西市场上销售的不同区域生产的瓶装水产品进行测试的味觉指标雷达图。由图中可见,电子舌系统对不同品牌天然泉水味觉指标的响应强度不同,各泉水不同指标之间的差异大小也不尽相同。

由酸味指标得出,各泉水普遍呈现弱碱性,纯净水呈弱酸性。我们发现,北海还珠和北海银安这两个泉水样也出现特殊

的地域性聚类现象,呈现酸性,这与其水源地貌特征存在一定的关联。咸味和苦味指标应答良好,但对各水样的响应强度接近,不能明显地区分纯净水与泉水,以及各地区泉水之间的差异。鲜味和涩味应答强度最强,各水样在这两个指标上的差异也最大,说明鲜味和涩味是泉水重要的味觉指标,由此可见天然泉水中含有的矿物质、微量元素等成分主要会引起鲜味和涩味传感器的响应。

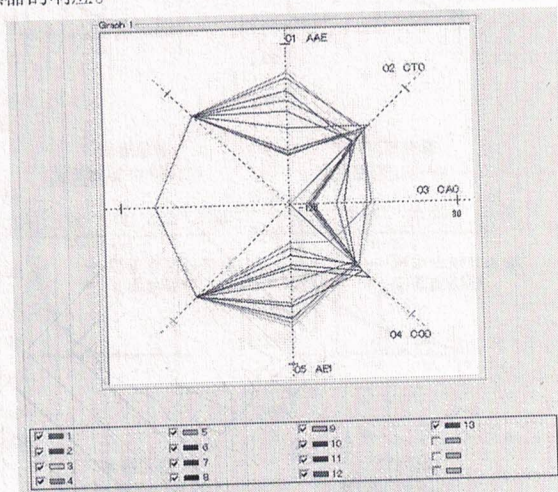


图1 各水样味觉指标雷达图

2.2 泉水的味图形研究

图2是用电子舌分析系统对13个产品进行测试的结果,结果采用了泉水的两个重要味觉指标鲜味和涩味,结果可见各产品这两个味道指标上具备不同的特征。其中纯净水最鲜,巴马好氧天然泉水(9号)最不鲜,玉林、北海、南宁地区的泉水比河池巴马地区的泉水涩,各地区的水样呈现出相反的鲜味和涩味味觉特点,说明水的鲜味和涩味呈现一定程度的负相关。同时,河池巴马(4、5、9、10号)的四个泉水样品鲜味和涩味出现明显的聚类现象,而河池罗城的样品(7号)空间排布明显与其分离,说明在一个较小的区域内,受相同的地理因素影响,相同区域的水源特点接近,生产出的产品滋味相近,而跨越区县则可能会出现较大差异。

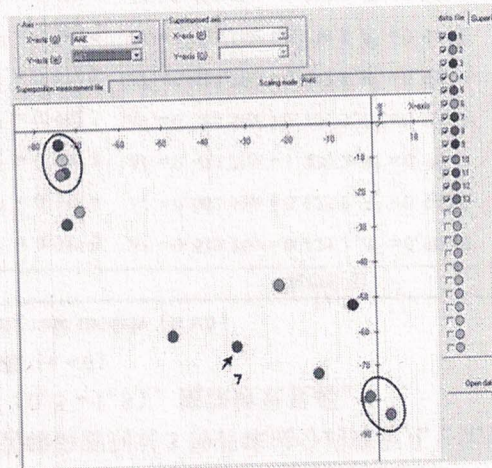


图2 各水样鲜味和涩味的味觉指标特征

我们同时对比研究了水样鲜味和酸味的测试结果,如图3所

示,各产品在这两个味觉指标上也具备不同的特征。由各水样的空间分布图可得出,鲜味和酸味也呈现明显的负相关,泉水一般为弱碱性,空间分布上在鲜味的最末端,纯净水呈弱酸性,排在鲜味前列。河池巴马的水样呈现聚类现象,具有较强的地域特征。

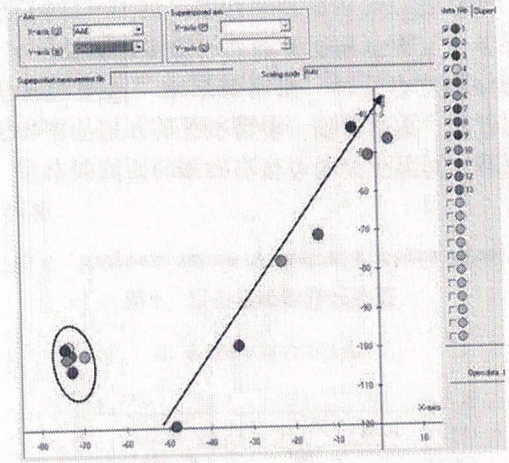


图3 各水样鲜味和酸味的味觉指标特征

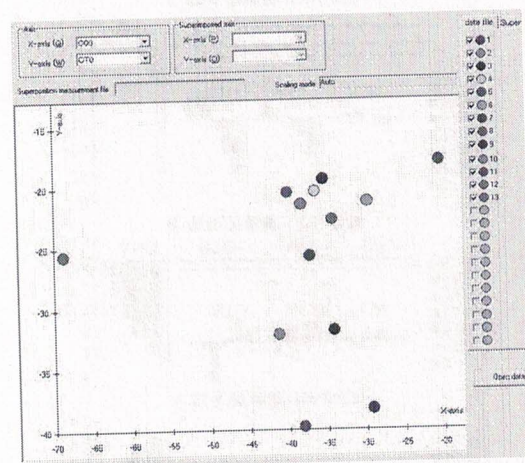


图4 各水样苦味和咸味的味觉指标特征

图4是13个产品苦味和咸味指标的测试结果,结果可见各产品的这两个味觉指标同样存在差异,但其空间排布没有出现地区的类聚现象,其中有9个水样的咸味指标落在-25~-32之间,没有区分开,说明这两个指标不是泉水的重要味觉指标。

2.3 探索建立泉水的味觉指纹图谱

由电子舌分析系统,可以将泉水各滋味指标数值化。我们对13个样品分别重复进行十次实验,获得相应的滋味数据,然后针对每个样品进行各数据稳定性的评估。每个样品获得鲜味、咸味、酸味、涩味和苦味5个滋味一共50个数据。采用多核查标准样本结果的MR图对样品的5个滋味(相当于5个不同标称ARV的多核查标准样本)进行综合评定。图5示例为计算银安淡水水样本MR值并依次绘点,计算MR平均值并添加图中,添加UCL_{MR}形成的MR图。当测量数据超出UCL_{MR}值表明测量系统失控。由图中得出,电子舌测量系统对水样的测试结果稳定,数据重现性良好。其他12个水样的MR图结果也印证了良好的

分析系统稳定性,在此不予赘述。

通过对不同滋味的数据进行分析评估,若可以获得良好的重现性和稳定性测试结果,说明针对某一个产品进行重复实验,以获取一个综合的产品滋味评价图谱是可行的。

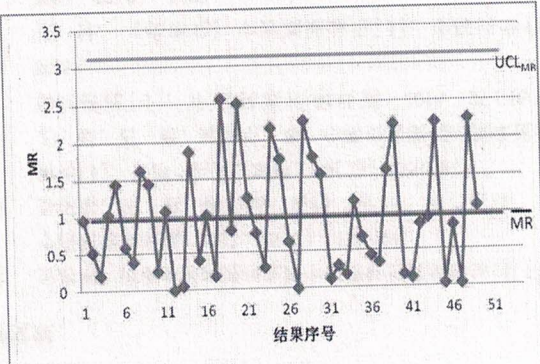


图5 银安淡水水样本的MR图

2.4 泉水味觉指标值与理化特征指标的关联分析

我们进一步用化学分析法对泉水样品的pH、偏硅酸含量和锶含量进行了分析,探索泉水滋味与其特征性指标的关联性。各检测项目的数据结果见表2。

表2 各水样的滋味指标与理化指标

编号	pH	偏硅酸(mg/L)	锶(mg/L)	鲜味	咸味	酸味	苦味	涩味
1	7.48	71.6	0.5463	-71.85	-30.61	-102.72	-39.26	-27.85
2	5.75	7	0.0157	-22.19	-37.91	-76.02	-43.85	-45.12
3	5.15	9.2	0.0024	-5.39	-37.98	-42.4	-35.71	-50.58
4	7.8	20.7	0.4472	-72.6	-26.05	-96.02	-39.31	-9.36
5	7.7	32.9	0.1495	-72.86	-27.26	-98.7	-44.28	-14.4
6	7.77	27.8	0.0598	-69.1	-27.76	-98.49	-32.72	-25.2
7	7.74	11.2	0.0065	-34.35	-45.75	-97.88	-31.55	-61.97
8	6.46	1.3	0.0003	-13.15	-47.09	-69.46	-39.06	-73.08
9	7.84	23.5	0.1501	-73.24	-26.15	-96.08	-38.31	-5.59
10	7.66	40.7	0.1077	-72.56	-28.22	-98.63	-40.48	-14.63
11	7.12	14.5	0.062	-42.68	-26.49	-112.6	-23.13	-67.43
12	5.87	0	0	6.85	-35.44	-38.16	-40.39	-93.13
13	6.58	0	0	3.29	-32.3	-43.39	-36.31	-84.73

注:表中编号代表的产品与表1相同。

分别针对水样的pH值和酸味数值,计算每个样品独立测试结果相对于13组数据算术平均值的标准偏差并作图(图6),发现水样的酸味特征与pH值变化趋势相同,说明电子舌系统与酸度计测试效果一致。

国标GB 8537-2008《饮用天然矿泉水》中规定,偏硅酸型矿泉水的偏硅酸含量(八项界限指标之一)应达到25.0 mg/L以上。广西地区的矿泉水也以偏硅酸型为主。偏硅酸中含有硅,硅是人体所必需的微量元素,能有效地维持人体的电解质平衡和生理机能,因此天然存在于泉水中偏硅酸对人体有益处。由2.1的研究我们得出,鲜味和涩味是泉水重要的味觉响应指标,因此,我们进一步将这三个重要的指标进行比较研究,建立水样偏硅酸含量数值与其相应的鲜味、涩味数值对比模型,如图7所示,显而易见,水样的偏硅酸含量与鲜味呈负相关,而与涩味呈

正相关,即偏硅酸含量越高口味越不鲜,越涩。

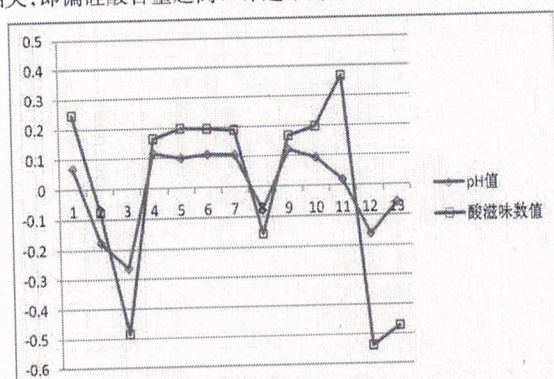


图6 水样pH值和酸味数值对比图

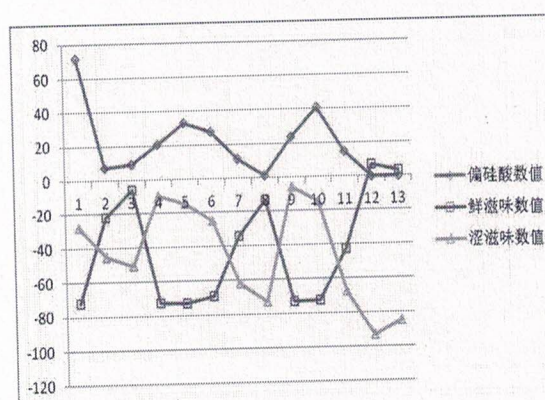


图7 水样偏硅酸含量与鲜味、涩味数据对比图

国标GB 8537-2008《饮用天然矿泉水》中规定,锶型矿泉水锶含量(八项界限指标之一)应达到0.20mg/L,针对水样的锶含量以及鲜味、咸味和酸味数值,计算每个样品独立测试结果相对于13组数据各算术平均值的标准偏差并作图,发现水样的锶含量与鲜味变化趋势相同(图8),而与咸味和涩味变化趋势相反(图9)。综合表2原始数据,大致呈现锶含量越高口味越咸,越涩,越不鲜的状态。

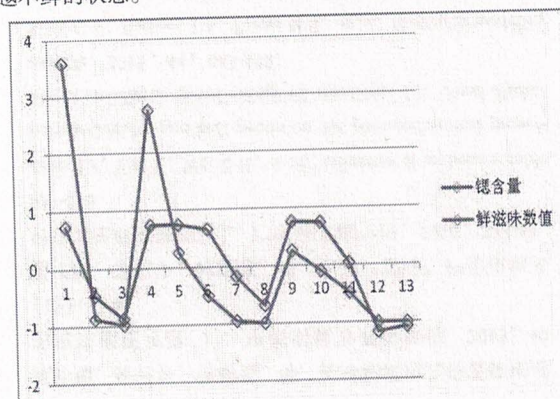


图8 水样锶含量与鲜味数据对比图

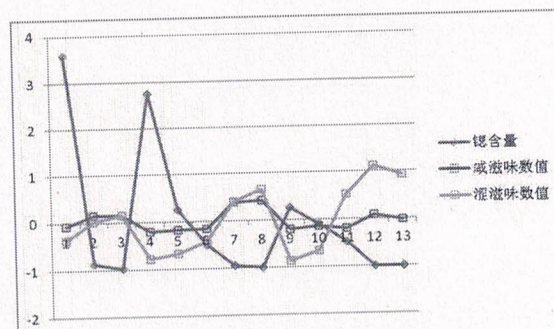


图9 水样锶含量与咸味、涩味数据对比图

3 结论

采用电子舌分析系统对广西不同区域的泉水味觉指标进行定量评价研究表明:一是鲜味和涩味存在显著差异,不同泉水与纯净水的滋味差异明显;二是电子舌分析系统对不同产品滋味测试的数据重现性和稳定性良好,可以通过建立不同产品的指纹图谱,明确不同产品的味觉特点,实现产品特征性的快速识别;三是为企业进行产品口味的品质评价提供量化的技术数据;四是滋味特征与理化项目的关联性研究表明,泉水的各滋味与其pH、偏硅酸和锶含量存在一定相关性。

参考文献

- [1]郭壮,汤尚文.基于电子舌技术的襄阳市售米酒滋味品质评价[J].食品工业科技,2015,36(15).
- [2]王玉荣,张俊英.湖北孝感和四川成都地区来源的曲酒对米酒滋味品质影响的评价[J].食品科学,2015,36(15).
- [3]赫君菲,耿利华.咖啡味量化的初步研究[J].食品工业科技,2014,35(9).
- [4]耿利华,崔红.味觉分析系统在茶饮料味觉评价方面应用[J].现代仪器与医疗,2014,20(6).
- [5]糜川清,郭安鹤,王华.感官分析及仪器分析在葡萄酒香气研究中的应用[J].食品科学,2012,33(23).
- [6]Yukihiko Arikawa,Kiyoshi Toko,et al. Analysis of Sake Mash Using Multichannel Taste Sensor.Journal of Fermentation and Bioengineering,1996,82(4):371-376.
- [7]Akira Taniguchi,Yoshinobu Naito,et al. Development of a Monitoring System for Water Quality Using a Taste Sensor. sensors and Materials,1999,11(7):437-446.
- [8]Akiko Fujita, Atsuko Isogai, et al. Effects of Sulfur Dioxide on Formation of Fishy Off-odor and Undesirable Taste in Wine Consumed with Seafood. J. Agric. Food Chem,2010(58):4414-4420.
- [9]Hiromitsu Sakai,Satoru Iiyama,et al. Evaluation of water quality and pollution using multichannel sensors.Sensors and Actuators B66,2000:251-255.
- [10]Satoru Iiyama a,Yuji Suzuki,et al. Objective scaling of taste of sake using taste sensor and glucose sensor. Materials Science and Engineering C4,1996:4549.