

基于电子舌技术3个地区产腌制大头菜 滋味品质评价

郭 壮, 蔡宏宇, 汤尚文, 吴进菊, 何梦丹, 梁 英*

(湖北文理学院, 化学工程与食品科学学院, 鄂西北传统发酵食品研究所, 湖北襄阳 441053)

摘要:采用电子舌技术,对四川成都、湖北襄阳和山东菏泽产腌制大头菜样品的滋味品质进行了评价。通过Kruskal-Wallis分析发现,山东菏泽地区出产的咸武酱大头的酸味显著高于其他两个地区腌制大头菜($p<0.05$),而咸味、苦味、鲜味和后味-B(苦味回味)呈现出相反的趋势($p<0.05$)。通过主坐标分析、多元方差分析和聚类分析发现不同地区产腌制大头菜整体滋味品质存在显著差异($p<0.05$)。通过冗余分析发现该差异是由于咸味、后味-B(苦味回味)和酸味等3个指标导致的。由此可见,电子舌在腌制大头菜的滋味品质评价中具有较大应用潜力,同时本研究可为后续大头菜生产工艺条件的优化提供数据支持。

关键词:腌制大头菜,电子舌,地区,滋味

Taste profile characterization of salty mustard root collected from different regions by electronic tongue analysis

GUO Zhuang, CAI Hong-yu, TANG Shang-wen, WU Jin-ju, HE Meng-dan, LIANG Ying*

(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Chemical Engineering and Food Science, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China)

Abstract: The taste profile characterizations of salty mustard root collected from different regions were studied by electronic tongue. Although the results of Kruskal-Wallis indicated that sourness of samples collected from Shandong Heze was significantly higher than two other regions ($p<0.05$), the indexes of saltiness, bitterness, umami and aftertaste-B showed the opposite trend. Through principal coordinate analysis (PCA), multivariate analysis of variance (MANOVA), and cluster analysis (CA) showed that there were significant difference in taste profile characterization of different kinds of salty mustard root ($p<0.05$). Meanwhile, saltiness, aftertaste-B and sourness were identified by redundancy analysis (RDA) as key variables significantly associated with the taste profile difference. Thus, the electronic tongue showed a great potential in the evaluation of quality for salty mustard root and this research could provide data supports for technology conditions optimization of the salty mustard root.

Key words: salty mustard root; electronic tongue; region; taste

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)08-0065-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.08.004

大头菜(*Brassica juncea*)原产我国,又名芥菜,是我国蔬菜加工的重要品种^[1]。因具有强烈的芥辣味,所以大头菜不宜生吃,多通过腌渍发酵后食用^[2]。近年来,国内很多学者在大头菜脱盐^[3]、不同腌制工艺对大头菜挥发性风味物质影响^[2,4-5]和腐败微生物分离鉴定^[1,6-7]等方面开展了大量卓有成效的研究,然而令人遗憾的是,目前在大头菜滋味品质评价方面的研究尚少。

除了采用感官鉴评的方法外,研究人员还可以

采用电子舌系统对食品的滋味品质进行评价。通过采用人工脂膜传感器技术,电子舌可以对食品的苦、涩、酸、咸和鲜等五种基本味以及苦、涩和鲜味等三种基本味的回味进行测定,克服了感官鉴评对鉴评人员专业素质要求高、鉴评结果受主观因素影响较大及表达内容相对笼统等缺点,具有感受阈值和感知强度与人保持一致且结果相对准确性的特点^[8],目前在酒类^[9-11]、肉类^[12-13]和饮料^[14-16]等食品的滋味品质评价中已有了广泛的应用,然而其在腌制大头菜

收稿日期: 2015-10-08

作者简介: 郭壮(1984-),男,博士,研究方向: 食品生物技术, E-mail: guozhuang1984@163.com。

* 通讯作者: 梁英(1967-),女,博士,教授,研究方向: 绿色化学与生物质工程技术, E-mail: 414570151@qq.com。

基金项目: 湖北文理学院科研启动经费资助项目(2013011); 湖北文理学院食品新型工业化学科群项目(2016)。

四川省成都市、湖北省襄阳市和山东省菏泽市三个地区采集了市售腌制大头菜样品,其中湖北省襄阳市采集的襄阳大头菜和山东省菏泽市采集的成武酱大头均为中国地理标志产品,通过采用电子舌技术对腌制大头菜样品各滋味指标的强度进行测定,对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质的差异性进行了分析。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

襄阳大头菜 分别从襄阳孔明菜食品有限公司和湖北妞妞食品有限公司2家企业和东津新区5个农户家庭各采集1个腌制大头菜样品,合计7个,编号为XY1~XY7,其基本制作工艺为:大头菜挑选→清洗→腌渍→翻菜(上述两步重复3次)→晾晒→卤制→晾晒(上述两步重复5次)→成品; **成都大头菜** 分别从成都市郫县4个和都江堰地区3个农户家庭各采集1个腌制大头菜样品,合计7个,编号为CD1~CD7,其基本制作工艺为:大头菜挑选→清洗→切分→自然风脱水→腌渍→翻菜→装坛发酵→成品; **成武酱大头** 分别购买山东鲁成酱菜食品有限公司和山东鸿方缘食品有限公司出品的成武酱大头产品各1个,同时从成武县2个农户家庭各采集1个样品,合计4个,编号为HZ1~HZ4,其基本制作工艺为:初腌(1年左右)→翻缸(重复4~5次)→削皮→清水浸泡→下“四酱”→下“三酱”→下“二酱”→下原酱→储藏→成品;内部溶液、参比溶液、阴离子溶液和阳离子溶液均由日本Insent公司提供;氯化钾 国药集团化学试剂有限公司。

SA 402B味觉分析系统 日本Insent公司,该系统配备AAE、CT0、CA0、AE1和C00等5个测试传感器,分别对待测样品的鲜味、咸味、酸味、涩味和苦味进行测定,除此以外,还配备2个参比传感器;DS-1型高速组织捣碎机 上海标本模型厂;LXJ-IIB型低速大容量多管离心机 上海安亭科学仪器厂;SHZ-D型水循环多用真空泵 巩义市予华仪器有限责任公司。

1.2 实验方法

1.2.1 腌制大头菜样品的预处理 称取50 g腌制大头菜样品,用高速组织捣碎机捣碎后,按照1:5(w/v)的比例添加蒸馏水,浸泡30 min。浸泡液于常温下3000×g离心10 min后,使用快速滤纸对上清液进行过滤,滤液备用。

1.2.2 使用电子舌对大头菜样品进行测定 在传感器活化和电子舌系统进行自检后,参照文献[8]中的方法对待测样品各基本味和回味指标的相对强度进行测定。即:传感器首先在参比溶液中浸泡30 s得到参比溶液电势 V_r ,继而在腌制大头菜滤液中浸泡30 s得到样品溶液电势 V_s ,不同传感器 V_s-V_r 的电势差值即为待测样品鲜味、酸味、咸味、苦味和涩味等五个基本味的相对强度值;最后经洗涤的传感器于参比溶液中浸泡30 s,得到检测电势 V_r' ,通过 $V_r'-V_r$ 的电势差可对腌制大头菜滤液苦的回味、鲜的回味或涩的回味进行检测。

每个样品重复测定4次,仅选取后3次测量的数据作为本研究分析的原始数据^[8]。为减少系统误差,若

加一个相同的样品作为参照样品,并将该参照样品的各滋味强度均定义为0,则待测样品的滋味值减去参照样品的原滋味值即得其相对强度值。

1.2.3 统计分析 使用Kruskal-Wallis检验对不同地区产大头菜各滋味指标的差异性进行显著性分析,使用Pearson相关性分析对不同滋味指标间的相关性进行分析,使用主坐标分析(principal coordinate analysis, PCA)、聚类分析(cluster analysis, CA)和多元方差分析(multivariate analysis of variance, MANOVA)对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质的差异性进行分析,使用冗余分析(redundancy analysis, RDA)对与不同地区产腌制大头菜整体滋味品质差异显著相关的指标进行分析。

除RDA采用Canoco 4.5软件(Microcomputer Power, NY, USA)外,其他分析均采用Matlab 2010b软件(The MathWorks, MA, USA)。使用Origin 8.5软件(OriginLab, MA, USA)作图。

2 结果与讨论

2.1 不同地区产腌制大头菜各滋味指标相对强度分析

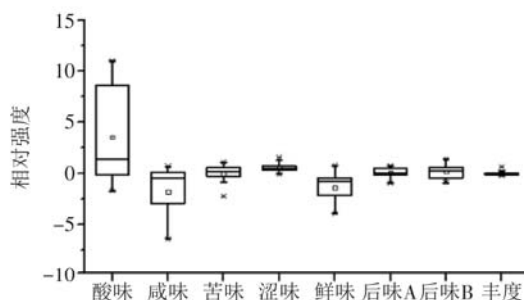


图1 腌制大头菜样品各滋味指标相对强度的箱形图(n=18)

Fig.1 The box plot of relative intensity of each taste index in salty mustard root samples (n=18)

通过将一组数据从小到大排序,箱形图主要包含数据的最小值、下四分位数、中位数、平均值、上四分位数和最大值等六个数据节点,作为一种显示数据分散情况资料的统计图,其广泛的应用在产品品质管理和评价研究中^[17]。由图1可知,18个腌制大头菜样品间酸味的差异性最大,究其原因可能在于山东菏泽地区产成武酱大头样品添加了柠檬酸。由图1亦可知,腌制大头菜样品间咸味的差异性也较大,这可能与大头菜腌制过程中食盐添加量的多少有关。大头菜腌制过程中食盐用量一般在10%~13%,过低则不能起到抑菌防腐的作用,过高则会抑制有益微生物的活动^[18],同时食盐的添加量也会大头菜产品的滋味、香味和质构品质产生影响^[9]。本研究发现,咸味与苦味呈极显著正相关($r=0.734, p<0.001$),与后味A(涩的回味)和后味B(苦的回味)亦均呈显著正相关($p<0.01$),相关系数分别为0.692和0.705。由此可见,随着食盐添加量的增加,不仅增加了腌制大头菜样品的咸味,同时其涩味和苦味这两种基本味的回味也随之增加。

由表1可知,经Kruskal-Wallis检验发现,山东荷

表1 不同地区产腌制大头菜各滋味指标的差异性分析

Table 1 The significance analysis of each index of salty mustard root collected from different regions

	湖北襄阳	四川成都	山东菏泽
酸味	0.25±1.99 ^a	3.19±3.48 ^b	9.84±1.1 ^a
咸味	-0.23±0.99 ^a	-1.83±1.24 ^b	-5.91±0.47 ^c
苦味	0.35±0.43 ^a	0.41±0.53 ^a	-1.25±0.93 ^b
涩味	0.38±0.21 ^a	0.68±0.57 ^a	0.95±0.6 ^a
鲜味	-0.78±0.62 ^a	-0.65±1.03 ^a	-3.53±0.31 ^b
后味-A	0.63±0.14 ^a	-0.04±0.2 ^b	-0.51±0.47 ^b
后味-B	0.77±0.38 ^a	0.07±0.4 ^b	-0.53±0.26 ^c
丰度	-0.01±0.05 ^a	0.17±0.33 ^a	-0.03±0.15 ^a

注:含有不同字母的同一行数据间差异显著($p < 0.05$)。

泽地区出产的成武酱大头的酸味要显著高于其他两个地区的腌制大头菜($p < 0.05$),而咸味、苦味、鲜味和后味-B(苦味回味)呈现出相反的趋势($p < 0.05$)。由表1可知,襄阳大头菜咸味和后味-A(涩的回味)均显著高于其他地区产腌制大头菜($p < 0.05$)。不同地区产腌制大头菜的涩味和丰度差异不显著($p > 0.05$)。不同地区产腌制大头菜色的制作工艺是不同的,襄阳大头菜采用独特的“三腌、五卤、六晒”工艺,当大头菜表面有盐渍析出时,晾晒工艺环节才予以结束,由此可见,独特的制作工艺可能是导致襄阳大头菜咸味较高的主要原因。

2.2 不同地区产腌制大头菜整体滋味品质差异性分析

食品的滋味是各种滋味物质相互作用的结果,不同滋味物质之间可能会存在中和或加成作用^[19],因而仅仅对食品的某一个滋味指标进行评价是不足以反映食品滋味品质整体结构的。在对不同地区产腌制大头菜各滋味指标相对强度分析的基础上,本研究进一步采用多元统计学方法对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质差异性进行了定性和定量分析,同时使用RDA对与腌制大头菜整体滋味品质差异显著相关的指标进行了鉴定。

作为一种常用的聚类方法,非加权组平均法(unweighted pair-group method with arithmetic means,

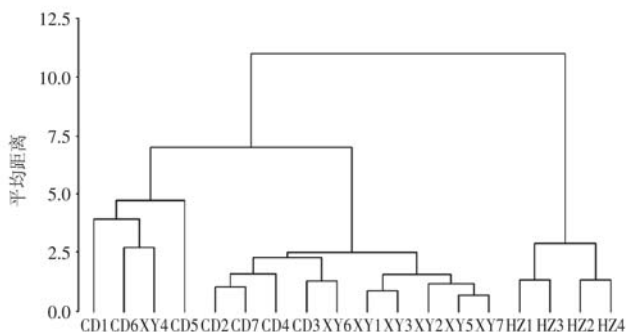


图2 基于非加权组平均法的不同地区产腌制大头菜整体滋味品质的聚类分析

Fig.2 The cluster analysis of the taste profile characterization of salty mustard root collected from different regions based on UPGMA

注:XY、CD和HZ分别代湖北襄阳、四川成都和山东菏泽产腌制大头菜样品。

UPGMA) 可以用来解决分类问题,目前在产品品质评价和物种亲缘关系研究方面有着广泛的应用^[20-21]。本研究采用基于UPGMA的聚类分析对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质进行了分析,由图2可知,虽然四川成都地区产的腌制大头菜和襄阳大头菜样品存在一定的交叠现象,但同一地区产腌制大头菜样品亦呈现出一定的聚类趋势,同时山东菏泽产的成武酱大头样品可以单独形成一个聚类。

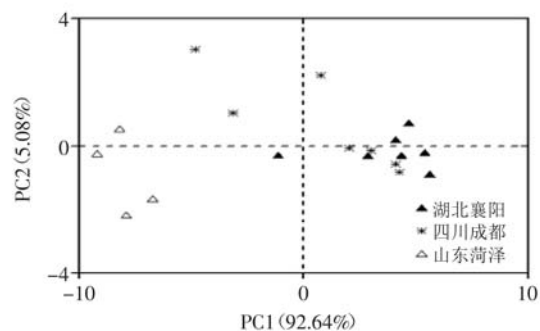


图3 不同地区产腌制大头菜整体滋味品质的主坐标分析图

Fig.3 The principal coordinate analysis of the taste profile characterization of salty mustard root collected from different regions

与主成分分析方法相类似,通过采用降维的思路,主坐标分析从样本间的聚类矩阵出发,通过坐标轴旋转,可以在新的坐标系中对样本进行标定,具有可以选取较少排序坐标轴完成样品空间排布及样品信息损失最小的优点^[22]。由图3可知,在以2个权重最高的主成分作图时,山东菏泽产的成武酱大头样品与其他样品呈现出明显的分离趋势,其中第1和第2主成分的贡献率分别为92.64%和5.08%。由图3亦可知,四川成都地区产的腌制大头菜和襄阳大头菜有一些样品存在交叠现象但是多数呈现出较为明显的区分,这与聚类分析结果一致。由此可见,根据聚类分析和主坐标分析结果,可以定性的认为不同地区产腌制大头菜整体滋味品质可能存在一定的差异。

本研究进一步使用MANOVA对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质的差异性进行了定量分析,结果发现菏泽酱大头与四川地区产腌制大头菜的整体滋味品质差异极显著($p < 0.01$),同时襄阳大头菜与上述两组差异亦极显著($p < 0.01$)。这一结果说明,根据腌制大头菜产地划分的分组确实是造成图3中各样本空间排布呈现明显区分的原因。

2.3 与不同地区产腌制大头菜品质差异显著相关的滋味指标的鉴定

通过上述分析,本研究发现不同地区产的腌制大头菜其滋味品质整体结构存在显著的差异,然而其整体差异究竟是由哪些指标导致的是一个值得研究的问题。作为一种有监督的多元统计学方法,冗余分析可以尽最大可能解释响应变量的变异性^[23]。为了进一步研究环境因素(四川成都/湖北襄阳/山东菏泽)对腌制大头菜滋味品质的影响,以5个基本滋味和3个回味滋味指标在各个样本中的相对强度作为

变量,以17个样本×8个变量相对强度的矩阵为研究对象,用RDA分析对不同地区产腌制大头菜整体滋味品质差异显著相关指标进行了鉴定。由图4可知,咸味、后味B(苦的回味)和酸味等3个指标与RDA排序图约束轴上的样本赋值良好相关,即上述指标代表了不同地区产腌制大头菜整体滋味品质差异显著相关的关键滋味。由图4可知,咸味和后味B(苦的回味)指标位于襄阳大头菜一侧,而酸味指标位于成武酱大头一侧,这说明襄阳大头菜的咸味和后味B(苦的回味)较高,而成武酱大头的酸味较高,这与Kruskal-Wallis检验结果一致。

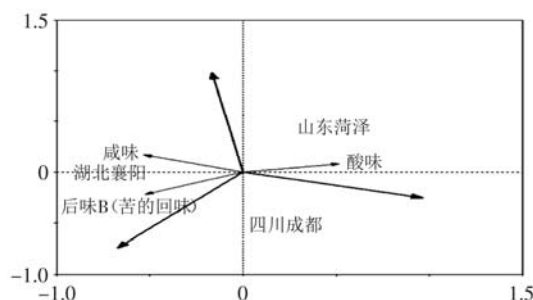


图4 RDA双序图

Fig.4 Biplot of the RDA

3 结论

本研究采用电子舌技术和多变量统计学方法相结合的手段,对不同地区产腌制大头菜的滋味品质进行了评价分析,结果发现不同地区产的腌制大头菜滋味品质差异显著,而这种差异是由于咸味、后味B(苦的回味)和酸味等3个指标导致,其中成武酱大头酸味强度最大而后味B(苦的回味)强度最小,襄阳大头菜的咸味强度最大。

参考文献

- [1] 胡怀容,张庆,鲜欣言,等.低盐腌制大头菜腐败菌的分离与初步鉴定[J].食品工业科技,2014,35(20):248-251.
- [2] 洪冰,曾许珍,蒋和体.接种发酵和自然发酵大头菜挥发性成分比较[J].食品工业科技,2015,36(14):75-80.
- [3] 李贤,范露,熊善柏,等.腌制大头菜脱盐工艺优化与保脆研究[J].中国调味品,2013,37(12):71-74.
- [4] 曾凡坤,王金美.蒸馏萃取-气相色谱-质谱联用对不同腌制工艺大头菜挥发性风味物质的分析[J].食品科学,2011,32(8):197-201.
- [5] 郭秀兰,唐仁勇,刘达玉,等.盐分腌制对大头菜滋味,质构和挥发性成分的影响[J].食品与发酵工业,2015,41(1):51-54.
- [6] 吴希茜.自然发酵腌制大头菜发酵过程中细菌的分离鉴定[J].山东食品发酵,2011(4):11-14.
- [7] 杨雪,陶兴无,高冰,等.发酵大头菜中乳酸菌的分离鉴定及生产初试[J].中国酿造,2008,27(9):31-33.
- [8] Kobayashi Y, Habara M, Ikezaki H, 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.
- [9] 戴鑫,于海燕,肖作兵.电子鼻和电子舌在饮料酒分析中的应用近况[J].食品与发酵工业,2012,38(8):114-118.
- [10] 牛云蔚,张晓鸣,肖作兵,等.樱桃酒感官评价与电子舌感官分析的相关性研究[J].食品工业科技,2012,33(16):105-107.
- [11] 辛松林,朱楠,王熙,等.基于电子舌和感官评价的中国白酒与鸡尾酒基酒的比较研究[J].酿酒科技,2012,7:6.
- [12] 田晓静,刘丽霞,王俊.电子舌技术在肉与肉制品检测中的应用[J].食品工业科技,2013,34(7):397-400.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 关为,田呈瑞,陈卫军,等.电子舌在绿茶饮料区分辨识中的应用[J].食品工业科技,2012,33(13):56-59.
- [16] 郭宇明.用于饮料辨识的电子舌技术研究[D].吉林:东北电力大学,2011.
- [17] 方乾乾.生物医学研究的统计方法[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [18] 董凯峰.大头菜后熟发酵微生物的分离及其生产工艺优化研究[D].自贡:四川理工学院,2012.
- [19] Tiu Wright L, Nancarrow C, Kwok P M H. Food taste preferences and cultural influences on consumption[J]. British Food Journal, 2001, 103(5):348-357.
- [20] 王玉荣,张俊英,胡欣洁,等.湖北孝感和四川成都地区来源的酒曲对米酒滋味品质影响的评价[J].食品科学,2015(16):42.
- [21] 王宏梅,于洁,包秋华,等.利用16S rDNA序列及tuf-RFLP鉴定蒙古国发酵乳中的乳酸菌[J].中国乳品工业,2011,39(7):4-7.
- [22] Elmaci N, Berry R S. Principal coordinate analysis on a protein model[J]. The Journal of Chemical Physics, 1999, 110(21):10606-10622.
- [23] Israels AB. Redundancy analysis for qualitative variables[J]. Psychometrika, 1984, 49(3):331-346.
- [15] 周卫龙,孙安华,钟蓓. GB/T 8314-2002茶 游离氨基酸总量测定国家标准[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [16] 周卫龙,孙安华,钟蓓. GB/T 8305-2002茶 水浸出物测定国家标准[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [17] 吕海鹏,林智,谷记平,等.普洱茶中的没食子酸研究[J].茶叶科学,2007,27(2):104-110.
- [18] 吕海鹏,钟秋生,施江,等.普洱茶挥发性成分指纹图谱研究[J].茶叶科学,2014,34(1):71-78.

(上接第64页)

on chemical estimation of Pu-erh tea quality[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2005, 85(3):381-390.

[12] 罗龙新,吴小崇,傅尚文.不同产地普洱茶品质风格的比较[J].中国茶叶,1995(5):8-11.

[13] 金裕范,高雪岩,王文全,等.不同产地普洱茶主要化学成分的比较[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(14):78-82.

[14] 周卫龙,孙安华,钟蓓. GB/T 8313-2002茶 茶多酚测定国家标准[S].北京:中国标准出版社,2002.