

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

王玉荣¹, 张俊英², 胡欣洁³, 蔡宏宇¹, 杨成聪¹, 郭 壮^{1,*}

(1.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;

2.鄂尔多斯生态环境职业学院, 内蒙古 鄂尔多斯 017010; 3.四川农业大学食品学院, 四川 雅安 625014)

摘要: 分别从湖北孝感和四川成都地区采集10个米酒曲, 在同一实验条件下使用该酒曲发酵制备得到米酒样品, 并采用电子舌技术和多变量统计学方法相结合, 对米酒样品的滋味品质进行评价分析。通过主成分分析和多元方差分析发现2类米酒样品其滋味品质整体结构存在显著差异, 冗余分析发现该差异是由酸味、苦味、丰度以及鲜味4个指标导致的。经Mann-Whitney分析发现, 四川成都地区酒曲制备的米酒其苦味、鲜味和丰度均较之湖北孝感地区高($P < 0.05$), 而酸味呈现出相反的趋势。由此可见, 不同地区来源的米酒曲对米酒产品的滋味品质具有显著的影响。

关键词: 米酒; 米酒曲; 电子舌; 多变量统计学; 品质评价

Effect of Rice Wine Koji Collected from Different Regions on the Taste of Rice Wine

WANG Yurong¹, ZHANG Junying², HU Xinjie³, CAI Hongyu¹, YANG Chengcong¹, GUO Zhuang^{1,*}

(1. Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, School of Chemical Engineering and Food Science, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China;

2. Erdos Ecological Environment Career Academy, Erdos 017010, China;

3. College of Food Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: In this paper, the taste quality of rice wines fermented under the same condition by rice wine kojis collected from Xiaogan, Hubei province and Chengdu, Sichuan province was studied by electronic tongue and multivariate statistics. Both principal component analysis (PCA) and multivariate analysis of variance (MANOVA) analysis showed significant differences in basic taste and aftertaste between rice wines from the two kojis. Meanwhile, sourness, bitterness, richness and umami were identified by redundancy analysis (RDA) as key variables significantly associated with the taste profile difference. Meanwhile, bitterness, richness and umami were significantly more abundant in the rice wine fermented by koji from Chengdu, whereas sourness showed the opposite tendency (Mann-Whitney test, $P < 0.05$). Therefore, rice wine kojis from different regions have significant impacts on the taste profile of rice wine.

Key words: rice wine; rice wine koji; electronic tongue; multivariate statistics; quality evaluation

中图分类号: TS264.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)16-0207-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201516038

米酒作为我国传统的低度发酵酒, 在制作过程中微生物代谢不仅赋予其独特的风味和口感, 同时还使其具有丰富的营养成分和特殊的食疗功效^[1]。酒曲是在特定的生态环境中, 用成曲作为母种培养制作而成, 含有包括细菌和真菌在内的大量微生物, 对米酒品质的形成起着决定性作用^[2-3], 因而有“曲是酒之骨”之称。近年来越来越多的研究表明, 不同地区生产的同一类发酵食品其微生物构

成存在较大差异^[4]。因而有理由推断, 由于使用的酒曲、原料和工艺条件不同, 不同地区生产的米酒产品其滋味品质可能存在一定差异。然而令人遗憾的是, 目前关于不同地区来源的米酒曲对米酒产品滋味品质影响的研究报道尚少。湖北孝感传统酿造米酒作为地方风味小吃, 已有千年的历史, 其以孝感历史传承的凤窝酒曲发酵酿制而成, 并因选料考究, 制法独特而名扬海内外。米酒在四川成都地

收稿日期: 2014-11-22

基金项目: 湖北文理学院大学生创新创业训练计划项目

作者简介: 王玉荣(1993—), 女, 本科生, 研究方向为食品生物技术。E-mail: wangyurong1993@163.com

*通信作者: 郭壮(1984—), 男, 讲师, 博士, 研究方向为食品生物技术。E-mail: guozhuang1984@163.com

区又称醪糟,因其口味鲜美营养丰富而深受群众的喜爱,成为当地的一种特色美食。由此可见,湖北孝感和四川成都地区出产的米酒曲,为研究不同地区来源的米酒曲对米酒产品滋味品质的影响提供了较好的素材。

研究者可以采用感官鉴评方法或电子舌技术对食品的滋味品质进行评价。电子舌采用了人工脂膜传感器技术,可以对食品的基本味觉和回味进行数字化评价,克服了传统感官鉴评方法受主观因素影响大,在一定程度上较难保证结果准确性的缺点^[5],目前已经广泛的应用于酒的产地鉴别^[6-7]、酒的品种鉴别^[8-9]和酒龄识别^[10]方面,同时在茶饮料^[11-12]、茶叶^[13-15]、鱼肉^[16]、高汤^[17]、咖啡^[18]和豆瓣酱^[19]等食品的滋味品质评价中亦有广泛的应用。因为电子舌获得的食品滋味数据矩阵通常具有变量较多的特点,所以为了从这些数据中有效挖掘出足够的信息,研究者均运用多变量统计学的方法对不同样品的滋味品质整体结构进行分析^[5]。

本研究分别从湖北孝感和四川成都地区采集米酒曲样品,使用同一原料和发酵条件进行米酒制作,并使用电子舌对其滋味品质进行评价,探讨2个地区出产的米酒曲对米酒滋味品质的影响。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

糯米 市售;米酒曲从湖北孝感地区和四川成都地区各采集10个农家制作的米酒曲,其中孝感地区采集的米酒曲均为凤窝酒曲。

内部溶液、参比溶液、阴离子溶液、阳离子溶液和味觉标准溶液 日本Insent公司。

1.2 仪器与设备

玻璃储酿器 市售;SA 402B电子舌(配备5个测试传感器和2个参比传感器,其中AAE、CT0、CA0、AE1和C00测试传感器分别用于测试鲜味、咸味、酸味、涩味和苦味) 日本Insent公司;SHZ-D水循环多用真空泵 巩义市市华仪器有限责任公司;LXJ-IIB低速大容量多管离心机 上海安亭科学仪器厂;LRH-150生化培养箱 上海一恒科学仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 米酒的制作

去除沙子和碎米的糯米经浸泡、蒸煮、摊凉和淋冷等操作后,按每千克糯米添加3g米酒曲的比例将两者拌匀,并于储酿器中28℃发酵48h备用。

1.3.2 米酒样品的预处理

称取200g米酒样品,常温条件下3000×g离心10min后,使用快速滤纸对上清液进行过滤,滤液备用。

1.3.3 电子舌对米酒样品测定

于样品测定前24h,将测试传感器和参比传感器进行活化。样品测定时将100g米酒滤液均匀的倒在2个样

品杯中,在进行自检和诊断后,电子舌系统按照下述步骤进行样品测定^[20]。

传感器在含有酒精的阴离子或阳离子溶液中浸没90s,以便清洗去除传感器上的吸附物质;在参比溶液1和参比溶液2中分别洗涤120s;在参比溶液3中浸泡30s,得到参比溶液电势 V_r ;在待测样品中浸泡30s得到样品溶液电势 V_s ,通过不同传感器 $V_s \sim V_r$ 的电势差值可对鲜味、酸味、咸味、苦味、涩味等基本值进行评价;在参比溶液4和5中分别洗涤3s后于参比溶液6中浸没30s,检测到电势 V_r' ,通过 $V_r' \sim V_r$ 的电势差可检测样品苦味、鲜味或涩味的回味。每个样品重复测4次,为减少系统误差,去除第1次测定的数据,选取后3次测量的数据作为本研究分析的原始数据。

1.4 统计分析

使用方差分析对各滋味指标的差异性进行分析;使用主成分分析(principal component analysis, PCA)法、聚类分析法和多元方差分析法对米酒滋味品质整体结构的差异进行分析;使用Mann-Whiney分析和冗余分析(redundancy analysis, RDA)对与米酒滋味品质整体结构差异显著相关的指标进行分析。除RDA采用Canoco 4.5软件外,其他分析均采用Matlab 2010b软件。

2 结果与分析

2.1 米酒各滋味差异性分析

表1 米酒样品各滋味指标的差异性分析 ($n=20$)

Table 1 Significance analysis of each taste index of rice wine fermented by rice wine koji from two regions ($n = 20$)

项目	酸味	苦味	涩味	鲜味	咸味	后味A	后味B	丰度
F值	150.58	17.67	5.26	138.88	1455.23	0.44	0.49	26.53
总变异值	479.46	13.72	6.76	64.85	387.14	5.73	4.03	11.14
极差值	11.79	1.66	1.34	4.43	10.2	0.43	0.43	2.04

注: $F_{0.05(19,40)}=1.86$; $F_{0.01(19,40)}=2.4$ 。后味A.涩味的回味; 回味B.苦味的回味。

由表1可知,纳入本研究的20个米酒样品其苦味、涩味、酸味、咸味和鲜味5个基本味觉指标和丰度这一回味指标差异均极显著($P<0.01$),而后味A(涩味的回味)和回味B(苦味的回味)差异不显著($P>0.05$)。由总变异值的大小可知,米酒样品在咸味上的差异性最大,其次为酸味、鲜味和丰度,而苦味和涩味的差异性较小。上述6个指标的极差值均大于1,即部分米酒样品在某一个指标上的差异即使通过感官鉴评也可以区分出来。

经Pearson相关性分析发现,米酒样品的苦味与涩味呈现极显著正相关($R=0.712$, $P=0.0004$),酸味与鲜味($R=-0.943$, $P<0.0001$)和鲜味的回味($R=-0.729$, $P=0.0003$)均呈极显著负相关,涩味与苦味的回味($R=0.459$, $P=0.04$)和涩味的回味($R=0.516$, $P=0.02$)均呈显著正相关。

2.2 湖北孝感和四川成都地区酒曲制备米酒滋味品质整体结构的差异

以米酒样品滋味指标的测量数据为研究对象,在构建20行、8列矩阵的基础上进而进行多元统计学分析。本研究首先使用PCA法这一无约束的多变量排序方法,在分析各指标相关性的基础上利用降维的思想将8个滋味指标转化为少数几个彼此不相关的综合指标,从而对2个地区酒曲制备的米酒样品滋味整体结构差异进行研究^[21-22]。由图1可知,在以2个权重最高的PC1和PC2作图时,虽然2类米酒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,其中PC1和PC2分别占全部变量34.97%和33.50%的权重。进一步采用多元方差分析对PC1和PC2所代表的变异度进行了检验,结果发现当以酒曲的来源地为分组依据时,多元方差分析检验P值极显著($P=0.0024$),这一结果说明,根据酒曲来源地划分的湖北孝感、四川成都的分组确实是造成因子得分图中各样本空间排布呈现明显区分的原因。

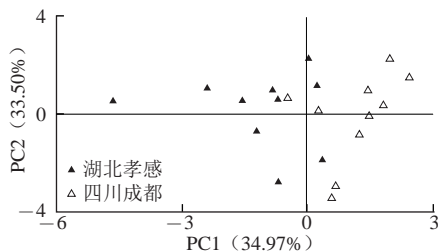
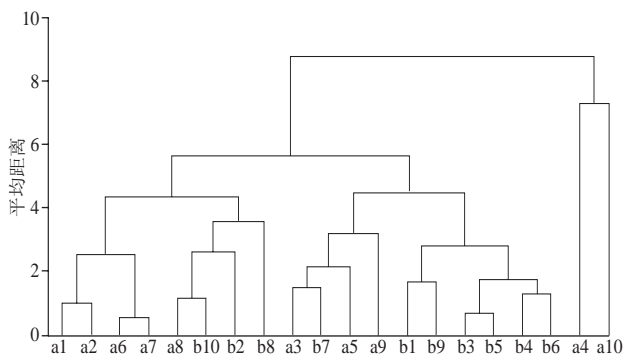


图1 2个地区酒曲制备米酒滋味品质的PC1与PC2因子得分图

Fig.1 Graphical representation of the principal component analysis of the taste profile of rice wine fermented by rice wine koji from two regions

为了进一步验证上述结果,采用非加权组平均(unweighted pair-group method with arithmetic means, UPGMA)法对2个地区酒曲制备的米酒滋味整体结构进行分析。由图2可知,UPGMA结果与PCA结果一致,即虽然2个地区酒曲制备的米酒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。



a和b分别代表湖北孝感和四川成都地区米曲制备的米酒样品。

图2 基于UPGMA聚类分析的2个地区酒曲制备米酒滋味品质评价
Fig.2 Cluster analysis of the taste profile of rice wine fermented by rice wine koji from two regions based on UPGMA

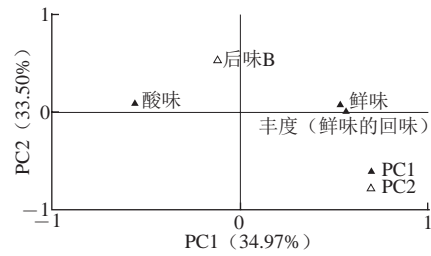


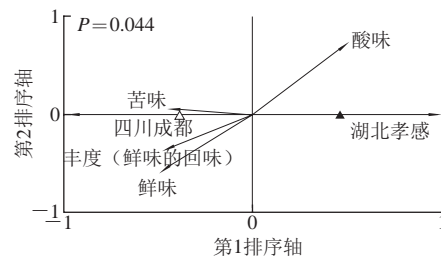
图3 2个地区酒曲制备米酒滋味品质的PC1与PC2因子载荷图

Fig.3 Graphical representation of the principal component analysis of the taste profile of rice wine fermented by rice wine koji from two regions

由图3可知,PC1由酸味、鲜味和丰度(鲜味的回味)3个指标构成,而PC2由后味B(苦味回味)构成。由图1可知,在水平方向上,四川成都地区酒曲制备的米酒在因子得分图上的排布较之湖北孝感地区偏右,因此结合图3可以定性地认为四川成都米曲制备的米酒其鲜味和丰度较湖北孝感地区浓郁,而酸味呈现出相反的趋势。由图1亦可知,在垂直方向上,2类样品的排布没有一定的规律呈现,因而结合图3可以定性地认为后味B这一指标在2组样品中没有明显差异。

欧式距离作为一个常用的距离定义,通过计算某2个样品在m维空间中的真实聚类,来反映2个样品间的亲疏程度^[23]。本研究采用欧式距离分别计算了湖北孝感地区($4.99 \pm 1.46, \bar{x} \pm s$)和四川成都地区($4.04 \pm 1.17, \bar{x} \pm s$)米曲制备的米酒样品间滋味品质整体结构的平均距离,然而经Mann-Whiney分析发现2组数据差异不显著($P=0.12$)。

2.3 2个地区酒曲制备米酒滋味品质整体结构差异显著相关指标鉴定



P=0.044表示蒙特卡罗置换检验值。

图4 RDA双序图

Fig.4 Biplot of RDA

RDA作为一种有约束的多元统计学方法,主要作用是通过解释变量的线性组合来尽最大可能解释响应变量的变异度^[24]。本研究中进一步使用RDA,通过设置环境因素对数据进行约束,并对环境模型的显著性进行检验。在上述分析中,通过采用无约束的多元统计学方法,证实了2个地区酒曲制备的米酒其滋味品质整体结构存在显著的差异,因而在RDA中,以酒曲的不

同来源地分组（四川成都、湖北孝感）作为起约束作用的解释变量，用于预测和解释全部8个米酒滋味指标数据组成的响应变量。分析结果表明，数据中有15.1%的变异度能够被四川成都、湖北孝感分组所解释，而通过蒙特卡罗置换检验发现这一约束因素具有显著性（ $P=0.044$ ）。由图4可知，苦味、鲜味、丰度（鲜味回味）以及酸味4个指标与RDA排序图约束轴上的样本赋值良好相关，由此可见，4个指标代表了2个地区酒曲制备米酒滋味品质总体结构差异显著相关的关键滋味。苦味、鲜味以及丰度（鲜味的回味）3个指标位于图的左侧（即四川成都米酒曲），这说明由四川成都酒曲制备的米酒其苦味、鲜味和丰度均较之湖北孝感地区高，而酸味呈现出相反的趋势。Mann-Whitney检验结果显示，4个指标中酸味、鲜味和丰度（鲜味的回味）3个滋味指标在2类米酒中的差异具有统计上的显著性（ $P<0.05$ ），值得一提的是，2类米酒样品的苦味、涩味以及两者的回味差异均不显著（ $P>0.05$ ）。

3 结论

本研究分别从湖北孝感和四川成都地区各采集10个米酒曲样品，在实验室条件下使用同一原料和发酵条件进行米酒制作，通过使用电子舌对其滋味品质进行评价发现，2类米酒的滋味品质整体结构存在显著的差异。其中四川成都地区酒曲制备的米酒其苦味、鲜味和丰度均较之湖北孝感地区高，而酸味呈现出相反的趋势。由此可见，不同地区来源的米酒曲对米酒产品的滋味品质具有显著的影响。

米酒的制作环境相对开放，制作工艺也比较简单，只需将糯米浸泡、蒸熟、冷却后接入酒曲室温发酵2~3d即可。由此可见，米酒的制作过程实质是一个由多种微生物共同参与的复杂发酵过程，微生物的代谢产物直接决定了米酒的产品品质。酒曲作为米酒制作的发酵剂，直接提供了米酒发酵所必需的微生物菌株，因而在后续研究中采用高通量测序和电子舌技术相结合的方法，在一次实验中全面、平行分析多个米酒曲样本中的微生物群落信息^[25]，并实现其与米酒滋味的关联分析，对后期通过控制微生物的生长和代谢活动达到提升米酒滋味目的具有重要的促进作用。

参考文献：

- [1] 陈欲云, 边名鸿, 杨跃寰. 米酒对小鼠免疫功能的影响[J]. 中国酿造, 2013, 32(7): 53-55.
- [2] 王小红, 徐康, 赵山, 等. 孝感凤窝酒曲中酵母菌的分离及特性研究[J]. 现代食品科技, 2008, 24(2): 134-137.
- [3] 王小红, 王莹, 赵山, 等. 孝感凤窝酒曲中根霉的分离及特性研究[J]. 中国酿造, 2008, 27(13): 21-24.
- [4] NAM Y D, PARK S L, LIM S I. Microbial composition of the Korean traditional food kochujang analyzed by a massive sequencing technique[J]. Journal of Food Science, 2012, 77(4): 250-256.
- [5] LEE D G, KIM K, LEE S. Taste profile characterization of white ginseng by electronic tongue analysis[J]. African Journal of Biotechnology, 2012, 11(38): 9280-9287.
- [6] CIOSEK P, WROBLEWSKI W. The recognition of beer with flow-through sensor array based on miniaturized solid-state electrodes[J]. Talanta, 2006, 69(5): 1156-1161.
- [7] 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.
- [8] 田师一, 邓少平. 多频缓冲电子舌对酒类品种区分与辨识[J]. 酿酒科技, 2006(11): 14-16.
- [9] 许春华, 肖作兵, 牛云蔚, 等. 电子鼻和电子舌在果酒风味分析中的应用[J]. 分析与检测, 2011, 37(3): 163-167.
- [10] RUDNITSKAYA A, DELGADILLO I, LEGIN A, et al. Rediction of the port wine age using an electronic tongue[J]. Chemomet Rics and Intelligent Laboratory Systems, 2007, 88(1): 125-131.
- [11] 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.
- [12] 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): 345-350.
- [13] NOBUYUKI H, ROGGANG C, HIDEKAZU I, et al. Evaluation of the umami taste intensity of green tea by a taste sensor[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(16): 7384-7387.
- [14] HAYASHI N, CHEN R, IKEZAKI H, et al. Evaluation of the astringency of black tea by a taste sensor system: scope and limitation[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2007, 71(2): 587-589.
- [15] YUMIKO U, MAYUMI Y, MIYUKI K, et al. Evaluation of the taste of tea with different degrees of fermentation using a taste sensing system[J]. Sensors and Materials, 2011, 23(8): 501-506.
- [16] 韩剑众, 黄丽娟, 顾振宇, 等. 基于电子舌的鱼肉质及新鲜度评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 141-144.
- [17] DOI M. Evaluation of kokumi taste of Japanese soup stock materials using taste sensor[J]. Sensors and Materials, 2011, 23(8): 493-499.
- [18] FUKUNAGA T, TOKO K, MORI M, et al. Quantification of taste of coffee using with global selectivity[J]. Sensors and Materials, 1996(8): 47-56.
- [19] IMAMURA T, TOKO K, YANAGISAWA S, et al. Monitoring of fermentation process of miso (soybean paste) using multichannel taste sensor[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 1996, 37(3): 179-185.
- [20] 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(1): 3411-3443.
- [21] 其木格苏都, 郭壮, 王记成, 等. 益生菌 *Lactobacillus casei* Zhang 对凝固型发酵乳质构和挥发性风味物质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(3): 595-605.
- [22] YASUMICHI M, HIROAKI M, MICHIO I, et al. Flavor evaluation using taste sensor for UHT processed milk stored in cartons having different light permeabilities[J]. Milchwissenschaft, 2009, 64(2): 143-146.
- [23] 石凤学, 王浩雅, 张涛, 等. 欧式距离系数在多点生产卷烟产品的均质化评价中的应用[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(20): 12569-12572.
- [24] ISRAELS A B. Redundancy analysis for qualitative variables[J]. Psychometrika, 1984, 49(3): 331-346.
- [25] DOBSON A, O' SULLIVAN O, COTTER P D, et al. High throughput sequence based analysis of the bacterial composition of kefir and an associated kefir grain[J]. FEMS Microbiology Letters, 2011, 320(1): 56-62.