

不同发酵时间米酒滋味品质变化的研究

于博,郭壮,汤尚文,蔡宏宇,杨成聪,潘振菲,刘倩

(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:采用电子舌技术和多变量统计学方法相结合的手段,对不同发酵时间米酒的滋味品质进行了评价。发酵过程中米酒的酸味、苦味、涩味、鲜味和咸味均会发生显著的变化,其中发酵12 h~24 h时其变化最为明显。通过主成分分析、基于马氏距离的聚类 and 多元方差分析发现,按照滋味整体结构相似性的大小可以将米酒的发酵过程划分为0~12 h,12 h~36 h和36 h~84 h三个阶段,其中发酵12 h后米酒的滋味才开始形成,而发酵12 h~36 h可能是米酒滋味品质形成的关键阶段。

关键词:米酒;不同发酵时间;电子舌;品质评价

A Comparative Study on the Taste Profile Characterization of Rice Wine in Different Fermentation Time

YU Bo, GUO Zhuang, TANG Shang-wen, CAI Hong-yu, YANG Cheng-cong, PAN Zhen-fei, LIU Qian
(Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Chemical Engineering and Food Science, Hu Bei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, Hubei, China)

Abstract: In this paper, the taste profile characterizations of rice wine in different fermentation time were studied by electronic tongue and multivariate statistics. There were significant differences of sourness, bitterness, astringency, umami and saltiness of rice wine in different fermentation time, and especially have the most changes during 12 h~24 h. Principal component analysis (PCA), cluster analysis based on mahalanobis distance analysis and MANOVA analysis all showed that the fermentation process of rice wine could divided into three stages based on the taste profile similarity, namely 0~12 h, 12 h~36 h and 36 h~84 h. We also found the taste of rice wine has begun to form after fermented 12 h fermentation, and the fermentation from 12 h to 36 h was probably a key state for of taste profile formation.

Key words: rice wine; different fermentation time; electronic tongue; quality evaluation

米酒是以糯米为主要原料,经酒曲等糖化发酵剂发酵而成的饮料酒的统称^[1]。米酒制作环境相对开放,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 d~3 d即可^[2]。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,微生物的代谢不仅使米酒具有了丰富营养成分和特殊食疗功效,更是赋予了其独特的风味和口感^[3]。近些年来,国内外学者在米酒或米酒曲微生物群落结构^[4-6]和挥发性风味物质^[7-9]的构成方面做了大量卓有成效的研究。众所周知,米酒的滋味品质直接决定了消费者

对产品的接受性和喜好程度,然而令人遗憾的是,目前对米酒尤其是发酵过程中米酒滋味品质变化研究的报道尚少。

米酒滋味品质的评估多由专业的鉴评人员通过感官鉴评的方法进行评价,然而该方法不免带有一定的主观性和不可重复性^[10]。随着现代仪器分析技术的发展,电子舌被广泛的应用于食品滋味品质的评价中,该人工味觉系统采用人工脂膜传感器技术,实现了食品味觉感官指标的数字化评价^[8],具有结果客观性和准确性高的特点,因而在食品的滋味品质评价方面得到了广泛的应用^[11-13]。本研究对不同发酵时间的米酒样品进行了采集,使用电子舌技术和多元统计学方法相结合的方法,对米酒发酵过程中滋味品质的动

基金项目:湖北省教育厅青年基金(Q20132602)

作者简介:于博(1981—),男(回),讲师,博士,主要从事农产品深加工及综合利用研究。

态变化规律进行了揭示。

1 材料、试剂与仪器

1.1 材料

糯米:市售。凤窝酒曲:市售。

1.2 试剂

氯化钾、氢氧化钾、L(+)-酒石酸:购于国药集团化学试剂有限公司;无水乙醇和浓盐酸:购于西陇化工有限公司;以上试剂均为分析纯。

1.3 主要仪器

SA 402B 味觉分析系统:日本 Insent 公司;LXJ-IIB 低速大容量多管离心机:上海安亭科学仪器厂;SHZ-D 水循环多用真空泵:巩义市予华仪器有限责任公司。

2 实验方法

2.1 样品的制备及预处理

洁净的糯米经浸泡、蒸煮、摊凉和淋冷等工艺环节后,按每千克糯米接入 3 g 米酒曲的比例将两者拌匀,于储酿器中 28 ℃发酵,分别与 0、6、12、18、24、30、36、42、54、60、72 h 和 84 h 取样。常温下,将米酒样品 3 000 g 离心 10 min 后使用快速滤纸对上清液进行过滤,滤液置 4 ℃备用。

2.2 准备溶液和样品^[14]

阴离子清洗液(Negatively solution)配置:将 300 mL 乙醇和 8.3 mL 浓盐酸加水定容至 1 L。

阳离子清洗液(Positively solution)配置:将 7.46 g 氯化钾、300 mL 乙醇和 0.56 g 氢氧化钾加水定容至 1 L。

参比溶液(reference solution)配置:将 2.236 5 g 氯化钾和 0.045 g 酒石酸溶解于蒸馏水后定容至 1 L。

2.3 电子舌测试方法^[15]

传感器首先在阴离子或阳离子溶液中清洗 90 s,继而在参比溶液 1 和 2 中分别洗涤 120 s,在参比溶液 3 中归零 30 s 达到平衡条件后,于样品中进行基本味测试,测试时间为 30 s,在参比溶液 4 和 5 中分别短暂清洗 3 s 后,于参比溶液 6 中测试回味,测试时间为 30 s。每个样品重复测定四次,为减少系统误差去除第一次测量结果,取后三次平均数据作为测试结果。传感器每次清洗、平衡和测试回味的溶液均分布在不同的样品杯子中,且 1~6 号参比溶液成分完全相同。

2.4 统计分析

本研究共采集不同发酵阶段的米酒样品 12 个,使用电子舌对其苦味、涩味、酸味、咸味和鲜味等 5 个基本味觉指标,苦的回味、涩的回味和丰富度等 3 个回味指标进行了测定,在构建 12 行 *8 列的数据矩阵的基础上进而进行多元统计学分析。

使用方差分析对不同发酵时间米酒各滋味指标

的差异性进行分析,使用主成分分析法和基于马氏距离的聚类对不同发酵时间米酒滋味品质整体结构的差异性进行分析,使用 person 相关性分析对不同滋味指标之间的相关性进行分析。本研究所有分析均采用 Matlab 2010b 软件(The MathWorks, Natick, MA, USA)。

3 结果与讨论

3.1 发酵不同阶段米酒各滋味指标的变化

发酵不同阶段米酒各滋味指标的变化见表 1。

表 1 发酵不同阶段米酒各滋味指标的差异性分析(n=12)

Table 1 The significance analysis of each taste index of rice wine in different fermentation time(n=12)

项目	酸味	苦味	涩味	鲜味	咸味	后味 A	后味 B	丰度
F 值	101.93	65.84	21.21	79.27	307.72	0.98	0.56	2.0
总变异	2 245.81	119.65	10.74	190.74	518.73	5.7	3.38	3.59
极差	22.42	5.15	2.03	6.26	11.14	0.73	0.46	0.94

注 $F_{0.05} = 2.22$ $F_{0.01} = 3.09$ 。

由表 1 可知,不同发酵时间的米酒其酸味、苦味、涩味、鲜味和咸味等 5 个基本味觉指标差异均非常显著($P < 0.01$),而后味 A(涩味的回味)、后味 B(苦味的回味)和丰度(鲜味的回味)等 3 个基本味的回味指标差异均不显著($P > 0.05$)。由总变异值的大小可知,米酒发酵过程中其酸味变化最大,其次为咸味、鲜味、苦味和涩味。使用电子舌对米酒的滋味品质进行评价时,只要两个样品在同一指标上的差值大于 1,则其差异通过感官鉴评亦可以区分出来。由此可见,不同发酵时间的米酒尽管在苦味和涩味等缺陷指标上的差异较小,但是其差异通过感官鉴评亦可以区分出来。

发酵不同阶段米酒各滋味指标丰度变化曲线如图 1 所示。

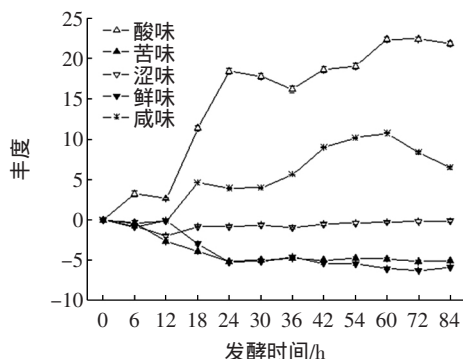


图 1 发酵不同阶段米酒各滋味指标丰度变化曲线

Fig.1 The change curve of richness of each taste index in different fermentation time

注:发酵 0 h 时米酒的各滋味指标均设定为 0。

由图 1 可知,随着发酵时间的延长米酒样品的酸味呈现出不断增强的趋势,其中 12 h~24 h 时其增强趋势最为明显;咸味在前 60 h 呈现出增强的趋势,其中

12 h~18 h 时增强趋势最为明显,但是 60 h 以后其丰度逐渐下降,发酵前 24 h 米酒的苦味和鲜味呈现出明显的下趋势,其中 12 h~24 h 时其下降幅度较为明显,而 24 h 后两个滋味指标的丰度趋于稳定;米酒的涩味在发酵 12 h 以前呈现明显的下降趋势,而 12 h~18 h 其丰度明显增强,18 h 后趋于稳定。由此可见,发酵 12 h~24 h 时米酒的各滋味指标变化均较为明显。

3.2 发酵不同阶段米酒滋味品质总体结构的变化

发酵不同阶段米酒滋味品质总体结构的变化见图 2。

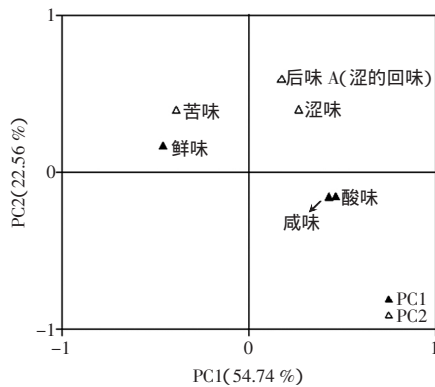


图 2 发酵不同阶段米酒滋味品质的主成分 1 与主成分 2 因子载荷图

Fig.2 Graphical representation of the principal component analysis of the taste profile characterization of rice wine in different fermentation time showing PC1 vs.PC2 :Factor loading

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,本研究采用主成分分析法(principal component analysis,PCA)和马氏距离聚类(Mahalanobis distance clustering)对不同发酵时间米酒的滋味品质整体结构进行分析。

经主成分分析发现,不同发酵阶段米酒样品滋味品质的信息主要集中在前 3 个主成分,其累计方差贡献率为 88.27%。其中第一主成分贡献率为 54.74%,第二和第三主成分的贡献率分别为 22.56%和 10.78%。根据计算样本相关矩阵的特征向量可给出主成分的函数式为:

$$Y_1 = 0.463X_1 - 0.389X_2 + 0.268X_3 + 0.343X_4 + 0.173X_5 - 0.461X_6 - 0.137X_7 + 0.429X_8$$

$$Y_2 = -0.161X_1 + 0.391X_2 + 0.393X_3 + 0.317X_4 + 0.590X_5 + 0.163X_6 - 0.406X_7 - 0.163X_8$$

$$Y_3 = -0.038X_1 - 0.028X_2 - 0.270X_3 + 0.454X_4 + 0.418X_5 + 0.095X_6 + 0.731X_7 - 0.012X_8$$

由函数式看出,在第一主成分中 X_1 、 X_6 和 X_8 的系数绝对值最大;在第二主成分中 X_2 、 X_3 和 X_5 的系数绝对值最大;而在第三主成分中 X_4 和 X_7 的系数绝对值最大。由此可见,上述 8 个指标可以划分为 3 个大类,

即第一主成分由酸味、咸味和鲜味等三个滋味指标构成,第二主成分由苦味、涩味和后味 A(涩的回味)等三个米酒产品品质的缺陷型指标构成,而第三主成分由后味 B(苦的回味)和丰度(鲜的回味)等两个回味指标构成。发酵不同阶段米酒滋味品质的主成分 1 与主成分 2 因子载荷图如图 2 所示。同时由因子载荷图(图 2)可知,第一主成分中的酸味和咸味与鲜味均呈负相关,而第二主成分中的三个指标均呈正相关,然其相关性是否具有统计学意义还需采用 person 相关分析进行进一步的验证。

发酵不同阶段米酒滋味品质的主成分 1 与主成分 2 因子得分图如图 3 所示。

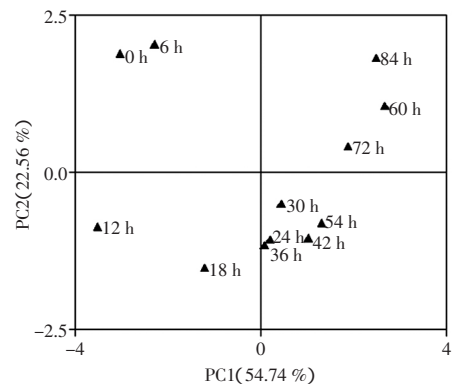


图 3 发酵不同阶段米酒滋味品质的主成分 1 与主成分 2 因子得分图

Fig.3 Graphical representation of the principal component analysis of the taste profile characterization of rice wine in different fermentation time showing PC1 vs.PC2 :Factor scores

由图 3 可知,不同发酵阶段的米酒样品在因子得分图中的分布呈现出明显的聚类趋势,其中未发酵和发酵 6 h 的米酒样品位于第二象限;发酵 12 h 和 18 h 的米酒样品位于第三象限;发酵 24、30、36、42 h 和 54 h 的米酒样品位于第四象限;而随着发酵时间的延长,发酵 60、72 h 和 84 h 的米酒样品则位于第一象限。由此可见,随着发酵时间的延长米酒样品在因子得分图上的分布整体上往 X 轴的正方向偏移,结合图 2 和图 3 我们可定性的认为,发酵过程中米酒的酸味和咸味越来越浓郁,而鲜味呈现出减弱的趋势。由图 3 我们亦可知,不同发酵时间的样品在 Y 轴上的分布前 18 h 呈现出下降的趋势而 18 h 后整体呈现出上升趋势,结合图 2 和图 3 我们亦可定性的认为发酵初期米酒的苦味和涩味会逐渐下降,而发酵 18 h 后其会呈现出增强的趋势。

为了进一步验证 PCA 分析的结果,我们采用马氏距离聚类对不同发酵阶段米酒的滋味整体结构进行了分析。基于马氏距离不同发酵时间米酒滋味品质的聚类分析如图 4 所示。

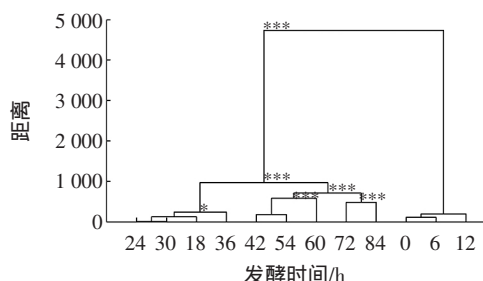


图4 基于马氏距离不同发酵时间米酒滋味品质的聚类分析

Fig.4 The cluster analysis of the taste profile characterization of rice wine in different fermentation time based on mahalanobis distance

注:***为 $P < 0.001$, **为 $P < 0.01$, *为 $P < 0.05$ 。

由图4可知,当距离取1000的时候,12米酒样品可以分成三个聚类,其中未发酵和发酵6h及12h的米酒样品可以形成第一个聚类,发酵18、24、30h和36h的米酒样品可以形成第二个聚类,而发酵42、54、60、72h和84h的米酒样品可以形成第三个聚类。本研究进一步采用多元方差分析(MANOVA)对不同发酵时间米酒滋味品质的差异性进行了分析,结果发现未发酵和发酵6h及12h的米酒样品其滋味差异不显著($p > 0.05$),而发酵18h的米酒样品其滋味与12h时差异极显著($p = 1.71E-66$),由此可见发酵12h~18h时米酒的滋味品质开始形成,而发酵12h~30h时米酒的滋味品质差异不显著($p > 0.05$),发酵36h时米酒的滋味品质与30h和42h时差异均显著($p < 0.05$)。综上所述,发酵12h~36h可能是米酒滋味品质形成的关键阶段。值得一提的是,发酵60、72h和84h时米酒的滋味品质差异极显著($p < 0.001$)。

3.3 米酒各滋味指标相关性分析

米酒各滋味指标的相关性分析如表2所示。

表2 米酒各滋味指标的相关性分析

Table 2 Correlation analysis on each taste index of rice wine

	酸味	苦味	涩味	鲜味	咸味	后味-A	后味-B	丰度
苦味	-0.924***	1						
涩味	0.409	-0.091	1					
鲜味	-0.995***	0.908***	-0.446	1				
咸味	0.877***	-0.775**	0.461	-0.875***	1			
后味-A	0.187	0.057	0.46	-0.142	0.12	1		
后味-B	0.583*	-0.36	0.422	-0.564	0.526	0.7*	1	
丰度	-0.203	-0.017	-0.396	0.218	-0.092	-0.302	-0.221	1

注:***为 $P < 0.001$, **为 $P < 0.01$, *为 $P < 0.05$ 。

由表2可知,米酒的不同滋味指标之间呈现出一定的相关性,其中酸味与苦味($R = -0.924$, $p < 0.001$)和鲜味($R = -0.995$, $p < 0.001$)均呈极显著负相关,而与咸味呈极显著正相关($R = 0.877$, $p < 0.001$),苦味与鲜味呈极显著正相关($R = 0.908$, $p < 0.001$),而与咸味呈非常显著负相关($R = -0.775$, $p < 0.01$),鲜味与咸味呈极显

著负相关($R = -0.875$, $p < 0.001$)。值得一提的是,苦味的回味与涩味的回味呈显著正相关($R = 0.700$, $p < 0.05$)。

4 结论

发酵过程中米酒的酸味、苦味、涩味、鲜味和咸味均会发生显著的变化,其中发酵12h~24h时米酒的各项滋味指标变化均较为明显。按照米酒滋味整体结构相似性的大小,可以将米酒的发酵过程划分为0~12h,12h~36h和36h~84h三个阶段,其中发酵12小时后米酒的滋味开始形成,而发酵12h~36h可能是米酒滋味品质形成的关键阶段。

参考文献:

- [1] 胡欣洁,刘云.苦荞米酒发酵工艺条件的优化[J].食品研究与开发,2013,34(3):43-47
- [2] 利勤.香米米酒加工工艺研究及品质分析[D].西华大学,2013:1-3
- [3] 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
- [4] 蔡丽,易响,陈福生,等.传统米酒酒曲的评价及根霉的分类鉴定[J].中国酿造,2010,29(12):30-33
- [5] Kim S Y, Yoo K S, Kim J E, et al. Diversity analysis of lactic acid bacteria in Korean rice wines by culture-independent method using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis[J]. Food Science and Biotechnology, 2010, 19(3):749-755
- [6] 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
- [7] Yong H, Lee T, Kim J, et al. Flavor characteristics of rice-grape wine with starch-hydrolyzing enzymes[J]. Food Science and Biotechnology, 2013, 22(4):937-943
- [8] 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
- [9] Jung H, Lee S J, Lim J H, et al. Chemical and sensory profiles of makgeolli, Korean commercial rice wine, from descriptive, chemical, and volatile compound analyses[J]. Food Chemistry, 2014, 152(6):624-632
- [10] 韩北忠,童华荣.食品感官评价[M].北京:中国林业出版社,2009
- [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] 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] Doi M. Evaluation of kokumi taste of Japanese soup stock materials using taste sensor[J]. Sensors and Materials, 2011, 23(8):493-499
- [14] Oohira K, Toko K, Akiyama H, et al. Electric characteristics of hybrid polymer membranes composed of two lipid species[J]. Journal of the Physical Society of Japan, 1995, 64(9):3554
- [15] 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

收稿日期 2014-12-15