

不同发酵时间猕猴桃米酒品质变化的研究

张顶坤¹, 邓秋红², 岳秦¹, 王艳芳³, 龚兵¹, 黄译生¹, 胡鑫¹, 黄特¹, 王启会¹, 王海燕^{1*}

(1.湖北文理学院 食品科学技术学院·化学工程学院 鄂西北传统发酵食品研究所,湖北 襄阳 441053;
2.湖北科技学院 基础医学院,湖北 咸宁 437100; 3.江西师范大学 附属医院,江西 南昌 330022)

摘要:以猕猴桃、糯米为原料制备猕猴桃米酒,采用密度瓶法、pH计、电子鼻、电子舌、色度仪等对不同发酵时间的猕猴桃米酒的酒精度、pH值、滋味、气味、色度等品质指标进行检测,并对结果进行主成分分析(PCA)。结果表明,主成分得分排名靠前的3个猕猴桃米酒样品发酵时间分别为78 h、66 h与30 h,其中,发酵30 h的米酒样品中,猕猴桃特有成分萜烯类物质含量最高,同时pH值最低,而苦味、涩味、后味指标均偏低。因此,发酵时间30 h有助于提升猕猴桃米酒的风味。

关键词:猕猴桃米酒;品质分析;电子鼻;电子舌;主成分分析

中图分类号:TS261.1

文章编号:0254-5071(2022)03-0187-06

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2022.03.032

引文格式:张顶坤,邓秋红,岳秦,等.不同发酵时间猕猴桃米酒品质变化的研究[J].中国酿造,2022,41(3):187-192.

Change of quality of kiwi rice wine at different fermentation time

ZHANG Dingkun¹, DENG QiuHong², YUE Qin¹, WANG Yanfang³, GONG Bing¹, HUANG Yisheng¹,
HU Xin¹, HUANG Te¹, WANG Qihui¹, WANG Haiyan^{1*}

(1.Northwest Hubei Research Institute of Traditional Fermented Food, College of Food Science and Technology & Chemical Engineering, Hubei University of Arts and Science, Xiangyang 441053, China; 2.School of Basic Medical Sciences, Hubei University of Science and Technology, Xianning 437100, China; 3.Affiliated Hospital of Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China)

Abstract: Kiwi rice wine was prepared using kiwi fruit and glutinous rice as the raw material, the alcohol content, pH, taste, smell, color and other quality indicators of kiwi rice wine at different fermentation time were detected by the density bottle method, pH meter, electronic nose, electronic tongue and colorimeter, and the results were analyzed by principal component analysis (PCA). The results showed that the fermentation time of the 3 kiwi fruit rice wine samples with the highest principal component score was 78 h, 66 h and 30 h, respectively. Among them, in the samples of kiwi rice wine fermented for 30 h, the contents of unique ingredients terpene substances of kiwi were the highest, and pH was the lowest, while the indexes of bitterness, astringency and aftertaste were all low. Therefore, fermentation time of 30 h could improve the flavor of kiwi rice wine.

Key words: kiwi rice wine; quality analysis; electronic nose; electronic tongue; principal component analysis

猕猴桃(*Actinidia chinensis*)又称猴梨、藤梨、羊桃等,属猕猴桃科植物^[1],主要分布在我国中南部,目前发现的猕猴桃属植物有60多种,适合人食用的大概有20多种^[2]。猕猴桃口感清香^[3],果肉鲜嫩,甜度高、富含多种维生素和微量元素^[4],其中维生素C(vitamin C, VC)含量比其他水果高几十倍^[5],被称为“水果之王”^[6]。研究发现,猕猴桃具有抗氧化^[7]、促进有毒物质排出^[8]、预防心脏病^[9]以及抗癌等功效^[10]。我国目前的猕猴桃加工产品主要包括果汁^[11]、果脯^[12]、果酱^[13]、果酒^[14]等。米酒是我国传统食品,是以糯米为主要酿酒原料,经过淘洗、浸泡、蒸煮,拌曲、糖化发酵制作而成,是一种高蛋白、低脂肪、醇香、柔和爽口的低度酒精饮料。米酒中富含维生素、矿物质和多种氨基酸,很容易被人体吸收,具有强健脾胃,温寒补虚、提神解乏、解渴消暑、促进血液循环、润肤等功效,是补气养血的佳品^[15]。米酒还

具有抗氧化性,其与多酚含量存在一定的相关性^[16]。为了改善米酒的制作工艺、风味和营养价值实现米酒产品的多样化,已有多项研究将黑米^[17]、香梨^[18]、黑豆^[19]、紫薯^[20]等代替一部分糯米作为发酵原料进行新型米酒的研究,但是对于猕猴桃米酒研究的报道目前尚少。

本研究将营养价值极高的猕猴桃作为发酵的原料,和糯米一起蒸熟,再拌入酒曲进行发酵制备猕猴桃米酒。采用密度瓶法、pH计、电子舌、电子鼻、色度仪分析发酵过程中猕猴桃米酒的酒精度、pH值、滋味、气味、色度等品质指标的变化,并对结果进行主成分分析(principal component analysis, PCA),以期对开发新型猕猴桃米酒产品提供重要参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

收稿日期:2021-11-13

修回日期:2022-01-18

基金项目:2021年度湖北文理学院校级大学生创新创业训练计划项目(X202110519065)

作者简介:张顶坤(1997-),男,本科生,研究方向为食品生物技术。

*通讯作者:王海燕(1971-),女,教授,博士,研究方向为食品生物技术。

糯米、猕猴桃：市售；安琪甜酒曲：安琪酵母股份有限公司。

1.2 仪器与设备

PEN3型便携式电子鼻：德国Airsense公司；SA402B味觉分析系统：日本Insent公司；密度瓶(25/50 mL)：上海化科实验器材有限公司；HUNTERLAB色度仪：上海信联创作电子有限公司；pHs-25 pH计：上海雷磁仪器有限公司；3-18k离心机：德国SIGMA股份有限公司；250B数显生化培养箱：金坛市经达仪器制造有限公司；DKB-8A电热恒温水槽：上海精宏实验设备有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 猕猴桃米酒的制备

称取12份糯米各500 g，淘洗2~3次。糯米与水按照1:2 (g:mL)料水比加水浸泡6 h。将猕猴桃去皮切成小块，称取12份各50 g分别加入12份浸泡好的糯米中拌匀，蒸煮30 min，冷却到28~30 °C，加入2 g安琪甜酒曲、250 g去离子水搅拌均匀装于发酵罐中搭窝，密封，28 °C条件下发酵得到猕猴桃米酒。分别于0、6 h、12 h、18 h、24 h、30 h、36 h、42 h、48 h、54 h、66 h和78 h取米酒样品于样品瓶中密封，置于-20 °C冷藏备用。

1.3.2 分析检测

(1) 电子舌测定

猕猴桃米酒样品50 g加入150 mL去离子水，4 000 r/min离心10 min取上清液，用电子舌对米酒的酸味、苦味、涩味、咸味、鲜味五个基本味觉指标，苦的回味、涩的回味和丰度三个回味指标进行检测^[21]。

(2) 电子鼻测定

参照赵宁等^[22]的方法，准确称取15 g猕猴桃米酒样品于电子鼻样品瓶中，密封，使用PEN3型便携式电子鼻对样品进行检测，选定49 s、50 s、51 s 3个时间点的平均值为检测值。

(3) pH值的测定

50 g猕猴桃米酒发酵样品中加入150 mL去离子水搅拌均匀，4 000 r/min离心10 min取上清液，用pH计测其pH值，做3组平行试验取平均值。

(4) 色度的测定

参照王玉荣等^[23]的实验方法，将猕猴桃米酒样品适量装入50 mm×50 mm比色皿中，采用色度仪对其色度进行测定，测试模式为反射，读数以CIE1976色度空间值L*值(暗→亮：0→100)，a*值(绿→红+)，b*值(蓝→黄+)表示。

(5) 酒精度的测定

根据国标GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》中密度瓶法测定样品酒精的含量。

1.3.3 数据处理

采用主成分分析(PCA)和显著性分析对12个不同发酵时间猕猴桃米酒样品的品质进行分析。采用Origin 9.0软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 不同发酵时间猕猴桃米酒品质的变化

2.1.1 不同发酵时间猕猴桃米酒的酒精度、pH值与色度的变化

不同发酵时间对猕猴桃米酒的酒精度、pH值与色度的影响见表1。

表1 不同发酵时间猕猴桃米酒的酒精度、pH值与色度的变化
Table 1 Changes of alcohol content, pH and colour of kiwi fruit rice wine at different fermentation time

发酵时间/h	酒精度/%vol	pH值	L*值	a*值	b*值
0	0.00±0.00b	5.34±0.00a	76.27±0.39a	-0.87±0.01b	7.91±0.34f
6	0.05±0.00b	5.34±0.00a	73.46±0.36bc	-1.08±0.06cd	8.73±0.25cdef
12	0.17±0.00b	5.28±0.00a	72.81±0.33cd	-1.01±0.03bc	8.62±0.17def
18	0.30±0.02ab	4.14±0.00a	74.40±0.22b	-0.94±0.08bc	9.00±1.45bcde
24	0.39±0.01ab	3.76±0.00a	72.52±0.94cde	-0.53±0.16a	9.90±0.15ab
30	0.41±0.00ab	3.72±0.00a	69.54±1.35f	-1.40±0.05efg	8.76±0.26cdef
36	0.44±0.03ab	3.95±0.00a	72.22±1.20cde	-1.19±0.10d	9.68±0.39bcd
42	0.93±0.05a	3.84±0.00a	71.96±0.50de	-1.38±0.03ef	9.27±0.13bcde
48	0.36±0.00ab	3.86±0.00a	71.29±0.89e	-1.24±0.12de	8.19±0.55ef
54	0.46±0.02ab	3.75±0.00a	72.47±0.55cde	-1.55±0.07g	6.58±0.37g
66	0.31±0.00ab	3.73±0.00a	69.56±0.64f	-1.50±0.02fg	9.78±0.33abc
78	0.54±0.04ab	3.83±0.00a	73.02±0.28bcd	-0.66±0.09a	10.79±0.54a

注：不同字母表示同列数据存在显著性差异($P<0.05$)。下同。

由表1可以看出，随着发酵时间的延长，米酒酒精度在逐渐升高，与对照组相比，自发酵18 h开始具有一定差异，发酵42 h达到最高($P<0.05$)，随着发酵时间的继续延长，酒精度有所降低。随着发酵时间的延长，猕猴桃米酒pH值有下降趋势，30 h达最低值。米酒样品的L*值有不同程度的降低，致使颜色稍暗。发酵24 h、78 h米酒样品具有最高的a*值和b*值。简言之，米酒酒精度在发酵达42 h之前糖分被利用产生越来越多的酒精，之后由于糖分的减少致使酒精度有所降低；发酵24 h、78 h米酒样品的a*值和b*值达到最高值，使猕猴桃米酒颜色趋向于红-黄色。

2.1.2 不同发酵时间猕猴桃米酒气味的变化

PEN3型电子鼻传感器由10种金属氧化物传感器感构成^[24]，其性能分别为：W1C(对芳香型化合物敏感)、W5S(对氮氧化物敏感)、W3C(对芳香族化合物敏感)、W6S(对氢类敏感)、W5C(对烷烃、芳香族化合物敏感)、W1S(对甲烷敏感)、W1W(对有机硫化物和萜类敏感)、W2S(对乙醇敏感)、W2W(对有机硫化物敏感)、W3S(对烷烃敏感)。不同发酵时间猕猴桃米酒气味的变化见表2。

从表2可看出，发酵6 h的米酒样品芳香族挥发性气体的含量最高，而硫化物类等不良气体含量最低。发酵30 h的米酒样品具有最高的萜类化合物，而萜类物质是猕猴桃果

酒的特征香气^[5]。发酵78 h的米酒样品具有最高的氮氧化物、氢类、甲烷、硫化物等不良气体以及最低的芳香性挥发性气体。结果表明,发酵开始6 h,猕猴桃米酒散发出浓

郁的芳香族挥发性香气;随着发酵时间延长到30 h,米酒样品富有猕猴桃特有的萜类化合物的香气;而发酵时间达到78 h猕猴桃米酒的品质则明显降低。

表2 不同发酵时间猕猴桃米酒气味的变化

Table 2 Changes of odor of kiwi fruit rice wine at different fermentation time

发酵时间/h	W1C	W5S	W3C	W6S	W5C	W1S	W1W	W2S	W2W	W3S
0	0.47±0.00b	2.22±0.00j	0.66±0.00b	1.12±0.00i	0.77±0.00b	6.59±0.03j	3.46±0.01k	2.50±0.01k	1.49±0.00j	1.42±0.00j
6	0.55±0.00a	2.34±0.00j	0.73±0.00a	1.11±0.00j	0.82±0.00a	5.36±0.02k	3.62±0.00k	2.19±0.02l	1.42±0.00k	1.42±0.00j
12	0.28±0.00c	6.63±0.02i	0.46±0.00c	1.13±0.00i	0.55±0.00c	13.26±0.00i	21.46±0.02j	5.15±0.01j	2.18±0.00i	1.48±0.00i
18	0.14±0.00d	16.26±0.06h	0.27±0.00d	1.17±0.00h	0.32±0.00d	31.57±0.06h	34.42±0.05i	11.84±0.01i	3.44±0.01h	1.68±0.00h
24	0.10±0.00e	33.98±0.04g	0.19±0.00e	1.28±0.00g	0.20±0.00e	58.27±0.09g	47.72±0.01h	17.58±0.00h	5.29±0.01g	1.74±0.00g
30	0.06±0.00j	52.93±0.10b	0.14±0.00j	1.46±0.00c	0.15±0.00j	75.96±0.10d	66.13±0.12a	32.71±0.01b	8.12±0.01b	2.39±0.00b
36	0.08±0.00g	39.38±0.06e	0.17±0.00g	1.32±0.00f	0.18±0.00g	64.13±0.08f	52.49±0.06e	20.67±0.01e	6.22±0.01e	1.93±0.00e
42	0.08±0.00g	39.16±0.17c	0.17±0.00g	1.35±0.00e	0.17±0.00h	63.86±0.19f	48.21±0.17f	20.09±0.06f	6.23±0.02e	1.81±0.00f
48	0.09±0.00f	37.79±0.10f	0.17±0.00f	1.35±0.00e	0.18±0.00f	65.30±0.12e	47.97±0.06g	19.89±0.02g	5.81±0.01f	1.81±0.00f
54	0.07±0.00h	46.35±0.13d	0.15±0.00h	1.45±0.00d	0.15±0.00i	79.17±0.17c	53.34±0.04d	24.79±0.06d	6.99±0.03d	2.03±0.00d
66	0.07±0.00i	49.60±0.20c	0.14±0.00i	1.50±0.00b	0.14±0.00k	84.38±0.29b	54.99±0.13c	26.44±0.06c	7.37±0.01c	2.11±0.00c
78	0.06±0.00k	62.84±0.00a	0.12±0.00k	1.69±0.00a	0.11±0.00l	106.67±0.00a	64.80±0.01b	34.77±0.00a	8.87±0.00a	2.46±0.00a

2.1.3 不同发酵时间猕猴桃米酒滋味的变化

不同发酵时间对猕猴桃米酒滋味的影响见表3。

由表3可以看出,12个米酒样品中,发酵6 h的猕猴桃米酒具有最高丰度、咸味;发酵24 h的猕猴桃米酒具有最高

的酸味以及最低的丰度;发酵时间达到30 h的猕猴桃米酒具有最低咸味;54 h的米酒鲜味最低。随着发酵时间0~30 h的延长,米酒中苦味逐渐降低,发酵48 h的米酒苦味达到最低值。

表3 不同发酵时间猕猴桃米酒滋味的变化

Table 3 Changes of taste of kiwi fruit rice wine at different fermentation time

发酵时间/h	酸味	苦味	涩味	后味B	后味A	鲜味	丰度	咸味
0	0.00±0.00g	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a
6	1.13±0.01g	-1.79±0.08ab	-0.89±0.03a	-6.47±0.02a	-7.55±0.06a	-0.59±0.03ab	0.80±0.18a	0.33±0.04a
12	2.72±0.04f	-3.56±0.04abc	-4.44±0.03a	-2.89±0.02a	-4.59±0.01a	-0.95±0.04b	-0.57±0.04ab	-0.28±0.06a
18	22.21±0.90e	-11.30±0.01abcd	-5.51±0.06a	-5.81±0.09a	-4.42±0.03a	-6.85±0.07c	-1.66±0.03b	-1.91±0.05bcd
24	29.72±0.21a	-13.00±0.14bcd	-2.10±0.05a	-4.89±0.03a	-3.29±0.05a	-8.44±0.05de	-4.78±0.01c	-2.58±0.06bcde
30	28.9±0.07ab	-15.26±0.03cd	-4.57±0.01a	-12.19±0.06a	-9.87±0.04a	-8.36±0.03de	-3.74±0.02c	-3.14±0.01e
36	26.43±0.09cd	-13.42±0.04bcd	-2.95±0.03a	0.95±0.03a	3.03±0.02a	-7.85±0.08d	-4.12±0.01c	-2.53±0.00bcde
42	28.32±0.02ab	-14.35±0.08cd	-4.32±0.02a	-4.83±0.04a	-2.51±0.06a	-8.07±0.02d	-3.36±0.08c	-2.53±0.02bcde
48	27.62±0.01bc	-15.91±0.04d	-7.82±0.18a	-4.12±0.05a	-1.83±0.01a	-8.49±0.03de	-4.40±0.01c	-1.61±0.04b
54	29.06±0.06ab	-15.52±0.05cd	-8.69±0.09a	-2.52±0.03a	-1.21±0.02a	-9.08±0.07e	-4.54±0.05c	-2.93±0.01de
66	25.16±0.02d	-5.23±0.05abcd	1.73±0.02a	0.74±0.01a	0.21±0.03a	-6.47±0.02c	0.14±0.01a	-1.79±0.05bc
78	23.36±0.06e	-5.01±0.02abcd	0.80±0.01a	1.07±0.01a	0.73±0.00a	-6.54±0.01c	0.11±0.00a	-2.71±0.05cde

2.2 猕猴桃米酒主成分分析和综合评价

对不同发酵时间的猕猴桃米酒的23个品质指标进行主成分分析并对其整体品质进行评价,结果分别见表4、表5。

由表4和表5可知,前4个主成分的累计方差贡献率为87.28%,因此可以认为这4个主成分的数据就可以代表猕猴桃米酒的信息。第一主成分的方差贡献率为60.67%,主要综合了酒精度、L*值、酸味、咸味、W5C、W3C、pH、W1C、

W1W、鲜味、W2W、W1S、W5S、W2S、W6S、W3S、丰度的信息。其中酒精度、酸味、W1W、W2W、W1S、W5S、W2S、W6S、W3S在第一主成分上呈正向分布,L*值、咸味、W5C、W3C、pH、W1C、鲜味、丰度在第一主成分上呈负向分布。即PC1取值大时,米酒的酒精度、酸味、挥发性气体中的硫化物、萜烯、烷烃类含量高,而明亮度、鲜味、咸味、丰度、pH值和挥发性气体中的芳香族化合物含量低,主要反映了米酒的口感品质和气味品质。第二主成分的方差贡献率为11.25%,

主要综合了苦味和涩味的信息,苦味和涩味在第二主成分上均呈正向分布。即当PC2取值大时,米酒的苦味和涩味越浓郁,也反映了米酒的口感品质。第三主成分的贡献率为9.60%,主要综合了后味A、后味B、b*值的信息,且这三个信息在第三主成分上均呈正向分布。这三个指标对PC3的取值产生了重要影响,同时也反映了米酒的口感品质和色度品质。第四主成分的方差贡献率为5.76%,主要综合了a*值的信息,米酒的红绿度在第四主成分上呈负向分布。即当第四主成分取值越大时,a*值越低,主要反映了猕猴桃米酒中猕猴桃绿色素的变化。

表4 猕猴桃米酒的品质指标的主成分分析

Table 4 Principal component analysis of quality indexes of kiwi fruit rice wine

成分	特征值	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	13.954	60.671	60.671
2	2.586	11.245	71.917
3	2.209	9.604	81.521
4	1.325	5.761	87.281
5	0.885	3.849	91.130
6	0.684	2.972	94.102
7	0.584	2.538	96.640
8	0.255	1.108	97.748
9	0.188	0.818	98.567
10	0.140	0.608	99.174
11	0.115	0.501	99.675
12	0.045	0.194	99.869
13	0.014	0.059	99.929
14	0.008	0.034	99.963
15	0.005	0.023	99.986
16	0.002	0.007	99.994
17	0.001	0.003	99.996
18	0.001	0.002	99.998
19	0.000	0.001	99.999
20	0.000	0.000	100.000
21	0.000	0.000	100.000
22	0.000	0.000	100.000
23	0.000	0.000	100.000

表5 主成分相关系数矩阵

Table 5 Correlation coefficient matrix of principal components

品质指标	PC1	PC2	PC3	PC4
W1C	-0.952	0.065	0.020	0.115
W5S	0.960	0.172	0.122	0.117
W3C	-0.973	0.045	0.011	0.091
W6S	0.859	0.286	0.264	0.199
W5C	-0.980	0.036	0.004	0.080
W1S	0.951	0.167	0.169	0.097

续表

品质指标	PC1	PC2	PC3	PC4
W1W	0.989	0.077	0.023	-0.003
W2S	0.949	0.201	0.100	0.126
W2W	0.966	0.164	0.098	0.124
W3S	0.876	0.293	0.146	0.179
酒精度	0.515	-0.223	0.038	-0.227
pH值	-0.968	0.051	0.057	0.105
L*值	-0.665	-0.154	0.260	-0.346
a*值	-0.303	0.164	0.436	-0.739
b*值	0.260	0.436	0.489	-0.463
酸味	0.944	-0.127	-0.142	-0.159
苦味	-0.566	0.734	0.108	0.102
涩味	-0.127	0.836	-0.016	-0.048
后味B	0.003	-0.420	0.846	0.224
后味A	0.112	-0.519	0.777	0.180
鲜味	-0.918	0.159	0.200	0.166
丰度	-0.560	0.512	0.388	0.231
咸味	-0.892	-0.022	0.104	0.162

2.2.1 猕猴桃米酒主成分得分及排名

在主成分分析的基础上,根据综合评价计算不同发酵时间猕猴桃米酒的综合得分和排名见表6。

表6 猕猴桃米酒主成分得分及排名

Table 6 Main component score and ranking of kiwi fruit rice wine

发酵时间/h	PC1	PC2	PC3	PC4	综合得分/分	排名
0	-2.693	-1.858	11.760	-20.262	-1.881	11
6	-2.561	0.170	6.278	-22.063	-2.203	12
12	0.242	-1.407	9.335	-20.257	-0.282	10
18	5.861	-2.262	8.545	-22.546	2.823	9
24	11.351	1.048	11.543	-20.117	6.954	8
30	16.584	6.712	9.234	-15.708	10.798	3
36	12.538	-0.061	17.150	-15.798	8.337	5
42	12.317	0.982	12.682	-17.576	7.789	6
48	12.309	-1.180	12.717	-16.896	7.583	7
54	14.820	-0.114	14.945	-14.134	9.600	4
66	14.660	8.126	19.554	-10.706	11.069	2
78	18.278	11.235	23.763	-8.414	14.150	1

由表6可知,发酵78 h、66 h、30 h、54 h、36 h猕猴桃米酒样品综合得分分别位居前5,说明这5个时间的猕猴桃样品的综合品质表现较好^[26]。发酵0 h、6 h综合得分靠后,说明这两个发酵时间段的猕猴桃米酒的综合品质表现较差。而综合表5和表6来看,PC1、PC2得分越高,米酒的苦味、涩味和米酒挥发性气体中的芳香族化合物越少;而随着发酵时间的延长,PC1的得分是逐渐增大的,说明随着时间的延长,米酒的香气是逐渐减弱的,但硫化物等影响米酒香气的气

体含量逐渐增多。而排名靠前的几个米酒样品PC2得分也较高,此时米酒的苦味和涩味含量也较浓郁。因此米酒样品的发酵情况还需进一步分析。

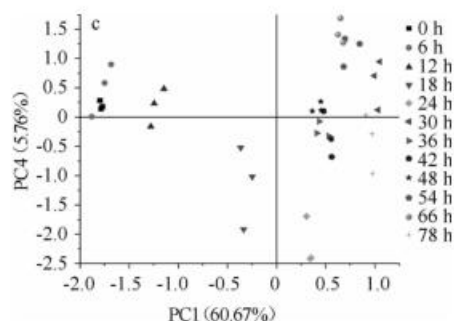
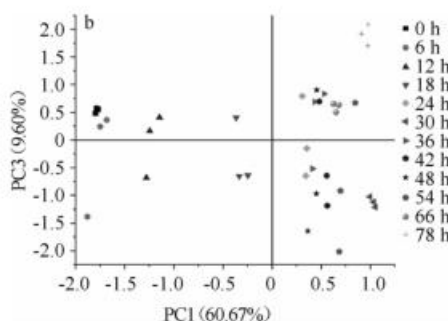
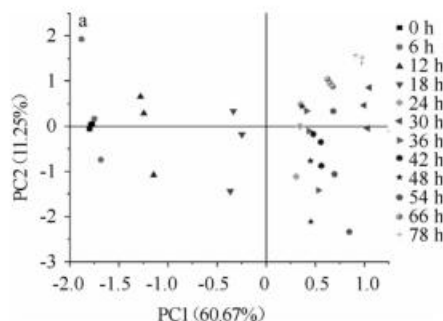


图1 不同发酵时间猕猴桃米酒PC1与PC2(a)、PC1与PC3(b)、PC1与PC4(c)因子得分图

Fig. 1 Factor score diagram of PC1 and PC2 (a), PC1 and PC3 (b), PC1 and PC4 (c) of kiwi fruit rice wine at different fermentation time

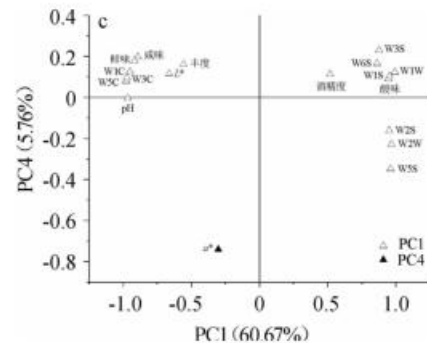
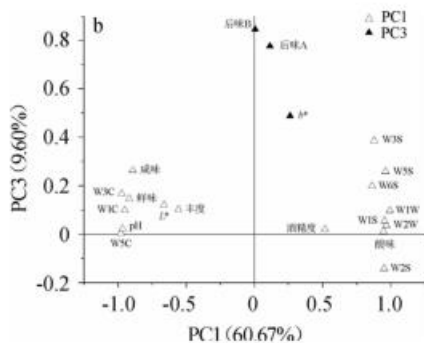
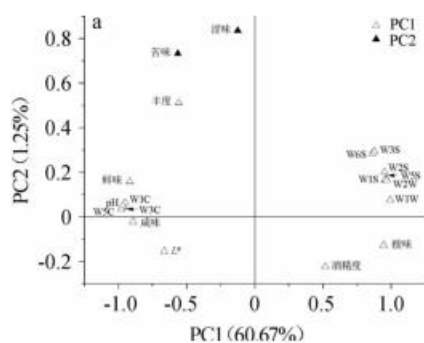


图2 不同发酵时间猕猴桃米酒PC1与PC2(a)、PC1与PC3(b)、PC1与PC4(c)因子载荷图

Fig. 2 Factor loading diagrams of PC1 and PC2 (a), PC1 and PC3 (b), PC1 and PC4 (c) of kiwi fruit rice wine at different fermentation time

结合图1a与图2a可知,发酵时间0~18 h的米酒样品均在PC1的负向区间(第二象限和第三象限),PC1上得分较低,且在此区间内,W5C、W3C、W1C、鲜味、L*值、丰度等优良感官品质载荷量较高,但酒精度较低;发酵时间24~78 h的米酒样品均在PC1的正向区间,PC1上得分较高,且在此区间内,W3S、W6S、W2S、W1S、W5S、W2W、W1W、酸味等不良感官品质载荷量较高;值得一提的是,除了发酵30 h的米酒样品之外的其余米酒样品在PC1上的得分有逐渐增加趋势,而发酵30 h的米酒样品在PC1上的得分骤增,原因可能是在此时间段内米酒中的酵母菌开始利用猕猴桃中的糖分,致使猕猴桃的风味成分被破坏;且发酵66 h、78 h的米酒样品开始聚集,在PC2上的得分有明显增高趋势,可能是此时猕猴桃及大米中的糖分已被消耗殆尽,米酒的涩味、苦味等不良滋味增强。

由图1b与图2b、图1c与图2c可知,PC1与PC3因子得分图和PC1与PC4因子得分图得出的结论和PC1与PC2因子得分图得出的结论基本相似,有所不同的是,PC1与PC3中,发酵30 h的米酒样品在PC3上的得分明显降低,在后味A、后味B等不良品质上的载荷量较低,这可能是当猕猴桃中的糖分被利用时有助于抑制这些不良滋味;PC1与PC4中,

2.2.2 猕猴桃米酒主成分分析

不同发酵时间猕猴桃米酒PC1与PC2、PC1与PC3、PC1与PC4因子得分图见图1,因子载荷图见图2。

发酵18 h、24 h的米酒样品在PC4上的得分明显降低,a*值增高,这可能是由于发酵初期产生的酒精开始溶解猕猴桃中的色素。

综上所述,发酵30 h以后随着时间推移,猕猴桃米酒的感官品质逐渐变差,猜测在30 h时间内,猕猴桃中的糖分开始被利用的短时间内,有助于抑制后味A、后味B等不良风味,且猕猴桃尚未被利用时可能溶解出绿色色素,因此,严格控制发酵时间在30 h,有助于猕猴桃米酒整体品质的提升。

3 结论

本研究以猕猴桃、糯米为原料制备猕猴桃米酒,采用密度瓶法、pH计、电子鼻、电子舌等对不同发酵时间点的猕猴桃米酒的酒精度、pH值、滋味、气味、色度等品质指标进行检测,并对结果进行主成分分析。结果表明,米酒在发酵时间大于30 h之后随着发酵时间延长苦味、涩味等影响米酒口感的不良滋味品质开始升高,而发酵30 h米酒中pH最低,此时的酸味浓郁,苦味、涩味、后味指标均偏低且萜烯类物质含量最高,综合以上指标得出发酵30 h后的猕猴桃米酒风味是逐渐降低的,所以将发酵时间控制在30 h有助于提升猕猴桃米酒的风味。

参考文献:

- [1] 李华丽,魏仲珊,邓萍,等. 猕猴桃的营养价值及其加工应用[J]. 湖南农业科学, 2019(1): 119-122.
- [2] 朱克永,隋明. 猕猴桃加工工艺及开发利用趋势[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(22): 220-224.
- [3] LAN T, GAO C X, YUAN Q Y, et al. Analysis of the aroma chemical composition of commonly planted kiwifruit cultivars in China[J]. *Foods*, 2021, 10(7): 1645.
- [4] DIMIDI E, STAUDACHER H M. Could a kiwifruit a day keep the doctor away?[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020, 5(7): 648.
- [5] 邹荣. 不同水果中维生素C含量的测定及其影响因素研究[J]. 食品安全导刊, 2021, 314(21): 190-192.
- [6] 刘莹,马立志,王瑞,等. 蓝莓花色苷及冻干粉对猕猴桃籽油抗氧化能力的研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(11): 46-50.
- [7] SUN X Y, ZHANG H, WANG J, et al. Sodium alginate-based nanocomposite films with strong antioxidant and antibacterial properties enhanced by polyphenol-rich kiwi peel extracts bio-reduced silver nanoparticles[J]. *Food Packag Shelf Life*, 2021, 29: 100741.
- [8] 宋晓玲,唐丽丽. 猕猴桃加工利用研究进展[J]. 延安职业技术学院学报, 2017, 31(3): 106-108.
- [9] KIM Y M, ABAS F, PARK Y S, et al. Bioactivities of phenolic compounds from kiwifruit and persimmon[J]. *Molecules*, 2021, 26(15): 4405.
- [10] 秦晋颖,谢晓林,朱燕,等. 红心猕猴桃果酒抗氧化及抑制人肝癌HepG2细胞增殖活性研究[J]. 酿酒科技, 2020(11): 36-39.
- [11] 陈登飘. 探究猕猴桃果汁饮料生产过程中的质量管理[J]. 现代食品, 2018(12): 161-163.
- [12] 孙海涛,邵信儒,姜瑞平,等. 响应面法优化超声渗滤制备野生软枣猕猴桃果脯工艺及其质构分析[J]. 食品科学, 2015, 36(20): 49-55.
- [13] 贾鲁彦. 猕猴桃果酱加工工艺研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2014.
- [14] 王东伟,黄燕芬,肖默艳,等. 猕猴桃果酒发酵条件优化及其抗氧化特性研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(6): 1619-1625.
- [15] 王婉君,赵立艳,汤静. 新型米酒产品研究与开发进展[J]. 中国酿造, 2018, 37(5): 1-4.
- [16] 蔡海莺,盛宇华,沈灵智,等. 不同原料的米酒多酚及其抗氧化性能比较[J]. 中国食品学报, 2021, 21(2): 327-333.
- [17] 李辰,王琪,刘琨毅,等. 新型黑米酒发酵工艺的研究[J]. 酿酒, 2017, 44(4): 105-107.
- [18] 赵翔,刘功良,李红良,等. 响应面法优化香梨米酒的发酵工艺研究[J]. 中国酿造, 2017, 36(10): 186-189.
- [19] 姜莉莉. 黑豆甜米酒的制作及其营养保健功效[J]. 黑龙江农业科学, 2016(10): 122-124.
- [20] 焦镭,田妍基,马腾飞,等. 低度紫薯米酒的发酵工艺研究[J]. 农产品加工, 2016(19): 17-18.
- [21] 于博,郭壮,汤高文,等. 不同发酵时间米酒滋味品质变化的研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(10): 15-18.
- [22] 赵宁,魏新元,樊明涛,等. SPME-GC-MS结合电子鼻技术分析不同品种猕猴桃酒香气物质[J]. 食品科学, 2019, 44(22): 249-255.
- [23] 王玉荣,张俊英,潘婷,等. 籼米米酒和糯米米酒品质的评价[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(1): 186-191.
- [24] 李娜,王玉荣,葛东颖,等. 当阳地区鲜广椒中乳酸菌的分离鉴定及其应用[J]. 中国酿造, 2019, 38(2): 37-41.
- [25] 张春岭,刘慧,刘杰超,等. 基于主成分与聚类分析的中早熟桃品种制汁品质评价[J]. 食品科学, 2019, 40(17): 141-149.
- [26] 张鑫,左勇,张晶,等. 猕猴桃果酒风味物质研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(17): 305-308.