

# 猕猴桃白酒陈酿期间 香气成分变化分析

李阿敏,王孝荣,蒋和体\*

(西南大学食品科学学院,重庆 400715)

**摘要:**以猕猴桃为原料,经过发酵、两次蒸馏制得猕猴桃白酒,利用顶空固相微萃取法与气相质谱联用技术(HS-SPME-GC-MS),对陈酿期间各个时期(一、二、四、七、十一个月)的猕猴桃白酒的香气成分进行分析。结果表明:猕猴桃白酒陈酿期间,共检出有香气物质为129种,酯类、缩醛类总体呈下降趋势,醇类、酸类、醛酮类及萜烯类呈上升趋势。猕猴桃白酒经陈酿后,香气成分经历了平衡、稳定及成熟的微妙动态变化,使酒体变得更加细腻、柔和、醇厚、丰满、典型性突出。

**关键词:**猕猴桃,白酒,陈酿,香气成分

## Research of the change of the aroma components in the kiwi spirit during aging

LI A-min, WANG Xiao-rong, JIANG He-ti\*

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Using the actinidia as raw materials, kiwi spirit was made through fermentation and twice distillation. The solid-phase micro extraction (SPME) and the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) were adopted to identify the aroma components in the kiwi spirit during the aging (one month, two months, four months, seven months, eleven months). The results showed that 129 kinds of aroma components were identified during the aging. Esters, acetals were gradually declining and alcohols, acids, aldehydes, ketones, terpenes were gradually rising during the aging. After aging, the aroma substances of Kiwi spirit experienced the subtle dynamic change of balance, stable and mature, and Kiwi spirit became special delicate, soft, mellow, typical highlights.

**Key words:** kiwi; spirit; aging; aroma components

中图分类号: TS262.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)09-0281-07

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.09.053

我国猕猴桃产量跃居世界之首,但同时面临着加工能力不足,产品单一等问题,导致猕猴桃腐烂而造成资源浪费<sup>[1]</sup>。自20世纪70年代以来,我国对猕猴桃进行了一系列的研究,其中大部分着重于猕猴桃的驯化改良与栽培技术<sup>[2]</sup>。近年来,霍丹群及李加兴等人<sup>[3-4]</sup>对猕猴桃果酒工艺进行了优化,制得猕猴桃果酒风格突出。但关于猕猴桃白酒的研究相对较少。猕猴桃白酒是以猕猴桃为原料,经发酵蒸馏而成的一种水果白酒,又名猕猴桃白兰地。白兰地以法国较为著名,代表着世界最高技术和质量水平<sup>[5]</sup>。自改革开放以来,每年有近几十万箱白兰地涌向中

国市场<sup>[6]</sup>,需求量较大。香气成分对于猕猴桃白酒的感官特征有着极其重要的影响,决定着猕猴桃白酒的风格和典型性。水果白酒中的香气物质主要来源有4类:一类香气成分来自水果原料;二类香气成分又称为发酵香,在微生物发酵过程中产生;三类香气成分主要在蒸馏过程中形成;四类香气成分在陈酿过程中产生,故又称陈酿香<sup>[7]</sup>。刚酿制出的猕猴桃白酒口感粗糙、酒精味重、辛辣刺喉、酒体欠醇厚、香味不协调等,在陈酿期间,经过缔合作用、氧化还原反应、酯化反应及水解反应等一系列反应,使得猕猴桃白酒中的一些不良风味减少,香气物质得到增强,

收稿日期:2014-06-24

作者简介:李阿敏(1991-),女,硕士研究生,研究方向:现代食品加工理论与技术。

\*通讯作者:蒋和体(1963-),男,博士,教授,研究方向:农产品加工。

[2] 孔继川, 缪娟, 阳虹, 等. 分光光度法测定食品中痕量亚硝酸根[J]. 光谱实验室, 2009, 26(3): 541-543.

[3] 张洁, 陈晓敏, 徐桂花, 等. 亚硝酸盐快速检测试纸的研制

[J]. 食品科技, 2010, 35(8): 344-346.

[4] 张爱武, 范勤涛. 食品中亚硝酸盐半定量快速检测试纸的研制[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2008, 20(1): 71-73.

表1 猕猴桃白酒感官评分标准

Table 1 The sensory evaluation of Kiwi spirit

项目名称	色泽(10)	澄清度(10)	香气(30)	滋味(40)	典型性(10)
感官品评结果	无色	澄清透明、晶亮,无悬浮物	具有和谐的猕猴桃清香,香气协调、浓郁	醇和、甘冽、丰满、绵软、纯正、无杂物	具有猕猴桃白酒明显的风格

酒体醇厚、口味柔和、风味协调、典型性突出。陈酿的是一个复杂且较为缓慢的物理、化学及生物化学变化过程<sup>[8]</sup>。相关研究表明,白兰地中主要香气成分是酯类、醇类、酸类、醛酮类、萜烯类及缩醛类等,香气成分的种类和性质决定着白兰地的品质<sup>[9]</sup>。因此,对猕猴桃白酒陈酿过程中这几大类香气成分的分析研究,对于科学的评价猕猴桃白酒的品质具有较为重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

**猕猴桃白酒** 实验室自制(猕猴桃为原料,发酵,两次蒸馏制得,酒精度为66% vol),在室温下陈酿,分别取陈酿一个月、二个月、四个月、七个月、十一个月的酒样,对其进行编号分别为M1、M2、M4、M7、M11。

**QP2010型气相色谱-质谱联用仪** 日本岛津公司; **100 $\mu$ m PDMS萃取头** 美国Supelco公司; **酒精计** 河北省武强县同辉仪表厂; **手动固相微萃取进样器** 美国珀金-埃尔默公司; **GC-2010气相色谱仪** 岛津制作所。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 常规理化指标的测定** 酒精度、挥发酸、总醛、总酯:分别采用GB/T 11856-2008白兰地中的电位密度计、滴定法、比色法、加热回流使酯类皂化的方法。

**1.2.2 猕猴桃白酒感官评分标准** 感官评价人员为经过专业感官评价训练的在校学生,评分标准<sup>[10-11]</sup>如表1所示。

**1.2.3 猕猴桃白酒香气成分的HS-SPME提取** 将固相微萃取的萃取纤维头在气相色谱的进样口老化,设定老化温度为270 $^{\circ}$ C,老化时间为40min。取50mL酒样,用蒸馏水将其酒精度调整到10% vol,调整后取6mL,放入20mL聚四氟乙烯硅橡胶垫密封的顶空萃取瓶中,盖上盖子插入萃取纤维头,在恒温45 $^{\circ}$ C下吸附30min<sup>[12-14]</sup>。

**1.2.4 香气成分的GC-MS测定条件与分析方法。**

**1.2.4.1 色谱条件** 色谱柱DB-5MS(30m $\times$ 0.25mm,0.25 $\mu$ m);升温程序:35 $^{\circ}$ C保持4min,以10 $^{\circ}$ C/min升至104 $^{\circ}$ C,保持0.2min,以35 $^{\circ}$ C/min升至130 $^{\circ}$ C,保持3min,以10 $^{\circ}$ C/min升至150 $^{\circ}$ C,保持1min,以8 $^{\circ}$ C/min升至230 $^{\circ}$ C,保持6min;载气(He):流量1.00mL/min,压力53.5kPa,进样口的温度220 $^{\circ}$ C,进样量0.5 $\mu$ L;采用不分流方式进样<sup>[15-16]</sup>。

**1.2.4.2 质谱条件** 电子轰击离子源;电子能量:70eV;离子源温度:230 $^{\circ}$ C;ACQ方式:Scan;质量扫描范围m/z 35~500;扫描速度:769/s<sup>[15-16]</sup>。

**1.2.4.3 定性分析方法** 电子轰击离子源;电子能

量:70eV;离子源温度:230 $^{\circ}$ C;ACQ方式:Scan;质量扫描范围m/z 35~500;扫描速度:769/s<sup>[15-16]</sup>。

**1.2.5 数据处理** 利用SPSS11.0、Excel 2010对实验数据进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同陈酿期间猕猴桃白酒香气成分的总离子流图

利用HP-SPME法对不同陈酿期间的猕猴桃白酒香气成分进行萃取,经GC-MS分析鉴定,分别得到猕猴桃白酒陈酿一、二、四、七、十一个月的香气成分总离子流图,不同陈酿时间的香气成分总离子流图相似,因此只列出陈酿一个月的总离子流图,如图1。

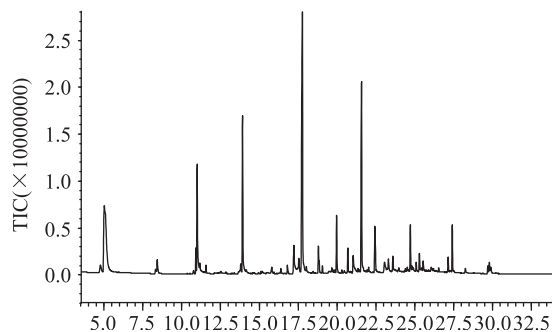


图1 陈酿一个月的猕猴桃白酒香气成分总离子流图

Fig.1 Total ion chromatogram of aroma components of the Kiwi spirit aged for 1 month

### 2.2 不同陈酿期间猕猴桃白酒香气成分的分析

由表2可以看出,猕猴桃白酒在陈酿期间检出的香气物质共有129种,其中在一个月、二个月、四个月、七个月、十一个月的酒样品中分别检出香气成分88种、99种、100种、104种、111种,分别占总峰面积的99.79%、99.55%、99.56%、99.89%、99.95%,其中各个陈酿时期共有的香气物质有77种,主要是酯类、醇类、酸类、醛酮类、萜烯类及缩醛类等。由此可知,猕猴桃白酒的陈酿过程中,香气成分发生着生成、更替、消失的动态变化,使猕猴桃白酒在不同的陈酿时期呈现出不尽相同的风味特征。

### 2.3 不同陈酿时期猕猴桃白酒香气成分分类分析

图2比较了陈酿期间猕猴桃白酒香气成分分类的变化情况。样品M1至M11中的香气成分主要包括酯类、醇类、酸类、缩醛类、醛酮类、萜烯类等。酯类、缩醛类、醛酮类化合物种类在陈酿期间变化不显著,缩醛类化合物种类基本保持不变;醇类、酸类、萜烯类化合物随着贮藏时间的延长呈现增加的趋势,并且贮藏时间越长,变化显著。醇类在贮藏的十一个月内增加了7种,酸类增加4种,萜烯类增加6种。

图3比较陈酿期间猕猴桃白酒香气成分类别的

表2 猕猴桃白酒陈酿期间香气成分 GC-MS 分析结果  
Table 2 Changes of aroma components of the Kiwi spirit during aging

化合物名称	相对含量(%)				
	M1	M2	M4	M7	M11
	酯类				
乙酸乙酯	2.11	2.12	2.35	2.53	2.82
乙酸异丁酯	-	-	0.02	0.04	0.05
丁酸乙酯	0.06	0.06	0.08	0.06	0.08
乙酸异戊酯	1.36	1.57	1.6	2.03	2.32
己酸乙酯	1.16	1.67	1.13	1.29	0.95
乙酸己酯	0.26	0.51	0.66	0.89	0.92
异戊酸己酯	-	-	0.12	-	-
乙酸仲辛酯	-	0.01	0.01	0.02	0.04
己酸异丁酯	-	0.02	0.01	0.04	0.09
丁酸-2-己烯酯	-	-	-	0.08	-
辛酸甲酯	-	0.03	0.04	0.07	0.05
己酸	-	-	-	-	0.18
己酸异戊酯	0.11	0.13	0.11	0.16	0.09
乙酸苯乙酯	-	-	-	0.15	0.17
癸醇	-	-	0.36	0.21	0.85
辛酸丙酯	0.15	0.24	0.27	0.22	0.27
辛酸乙烯酯	0.23	0.14	0.21	0.11	0.15
辛酸乙酯	12.13	10.48	10.24	8.95	8.02
乙酸辛酯	0.1	1.14	0.15	0.12	0.11
癸酸甲酯	0.23	0.36	0.35	0.41	0.42
辛酸己酯	-	0.03	-	0.09	-
辛酸异丁酯	0.45	0.5	0.35	0.53	0.43
丙酸香茅酯	0.17	0.14	0.14	0.15	0.16
癸酸乙烯酯	0.45	1.23	1.29	0.91	0.89
9-癸烯酸乙酯	0.23	0.06	-	-	-
癸酸乙酯	26.59	25.1	26.9	24.51	23.53
乙酸癸酯	0.36	0.31	0.36	0.25	0.39
乙酸十二烯基酯	0.12	0.14	0.25	0.22	0.29
辛酸-3-甲基丁酯	3.17	3.15	2.56	2.58	2.89
癸酸丙酯	0.88	0.56	0.34	0.42	0.27
十一酸乙酯	0.12	0.24	-	0.1	-
月桂酸甲酯	0.2	0.23	0.21	0.3	0.17
癸酸异丁酯	1.81	1.76	1.04	1.25	1.42
3-甲基丁酸己酯	0.46	0.32	0.11	0.06	-
月桂酸乙烯酯	0.52	0.57	0.46	0.65	0.56
月桂酸乙酯	17.01	16.54	15.34	13.22	12.98
乙酸十二烯基酯	0.02	0.04	0.02	0.29	0.31
3-甲基癸酸丁酯	2.43	2.86	2.57	2.44	2.68
丁酸苯乙酯	-	-	-	-	0.55
己酸香茅酯	-	-	-	-	0.06
2-甲基丁酸辛酯	-	0.01	-	-	-
月桂酸丙酯	0.12	0.18	0.38	0.29	0.26
月桂酸异丁酯	0.16	0.28	0.2	0.61	0.45
癸酸己酯	0.12	0.16	0.13	0.31	0.32
肉豆蔻酸乙烯酯	0.29	0.34	0.36	0.33	0.32
肉豆蔻酸乙酯	3.21	3.08	3.04	3.06	2.09
月桂酸-3-甲基丁酯	0.25	0.24	0.18	0.64	0.55

续表

化合物名称	相对含量(%)				
	M1	M2	M4	M7	M11
辛酸-2-苯乙酯	0.4	0.35	0.37	0.68	0.74
邻苯二甲酸二异丁酯	0.13	0.01	0.13	0.15	0.28
反-4-癸烯酸乙酯	0.06	0.07	0.06	0.38	0.21
十五酸乙酯	0.05	0.06	0.13	0.03	-
邻苯二甲酸二丁酯	0.01	0.01	-	-	0.15
9-十六碳烯酸乙酯	0.51	0.42	0.59	1.11	0.14
十六碳烯酸乙酯	0.31	0.2	0.38	0.21	0.28
棕榈酸乙酯	2.26	2.16	1.96	2.36	1.93
亚油酸乙酯	0.21	0.19	0.17	0.07	0.09
亚麻酸乙酯	0.71	0.78	0.87	0.84	0.88
油酸乙酯	0.31	0.24	0.36	0.65	0.61
硬酯酸乙酯	0.04	0.08	0.07	0.08	0.09
醇类					
异戊醇	3.32	3.35	2.26	2.16	1.84
己醇	-	-	0.02	0.13	0.25
(E)-2-己烯醇	0.03	0.12	-	-	-
辛醇	-	-	0.16	0.19	0.32
壬醇	-	-	-	0.96	0.11
苯乙醇	0.61	0.57	0.54	0.49	0.32
1-乙基环己醇	-	-	-	-	0.01
3-甲基-3-环己烯醇	-	0.01	0.02	0.06	-
2-十一醇	-	-	0.02	0.04	0.09
2-乙基-2-丙基己醇	-	-	-	-	0.07
环癸烷-1-醇	0.04	0.01	-	-	-
韦得醇	-	0.11	-	0.03	0.08
十三醇	-	-	0.21	0.2	0.18
2-己基癸醇	-	-	0.01	-	-
十四醇	-	-	0.82	1.01	0.6
十六醇	-	-	0.02	0.04	0.11
顺-4-癸烯醇	0.02	-	-	-	-
缩醛类					
乙缩醛	2.09	1.36	2.45	1.53	1.06
1-(1-乙氧基乙氧基)-丙烷	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03
异丁醛二乙缩醛	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01
1,1-二乙氧基-丁烷	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02
1,1-二乙氧基-3-甲基丁烷	0.08	0.1	0.08	0.04	0.04
1-(1-乙氧基乙氧基)-戊烷	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02
1,1-二乙氧基-2-苯基乙烷	0.1	0.1	-	-	-
壬醛二乙缩醛	0.31	0.33	0.37	0.37	0.46
癸醛二乙缩醛	0.03	0.06	0.08	0.09	0.09
酮类					
仲辛酮	0.33	0.34	0.37	0.43	0.46
3-壬酮	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
2-壬酮	0.07	0.09	0.09	1.02	0.09
2-十一酮	0.02	0.06	0.07	0.13	0.12
2-十三酮	0.33	0.36	0.47	0.41	0.48
2-十五酮	1.16	1.24	1.55	1.22	2.25
萜烯类					
$\alpha$ -萜品烯	-	-	0.01	0.01	0.01

续表

化合物名称	相对含量(%)				
	M1	M2	M4	M7	M11
柠檬烯	0.04	0.24	0.12	0.08	-
里那醇	0.11	0.13	0.09	0.1	0.12
桉叶油醇	0.21	0.32	0.34	0.36	0.27
薄荷酮	0.25	0.36	0.23	0.06	0.2
异薄荷酮	-	0.02	-	-	0.02
二氧化萜二烯	0.04	0.05	0.07	0.06	0.07
薄荷醇	-	-	-	-	0.2
$\alpha$ -萜品醇	0.06	0.09	0.21	0.34	0.37
3-萜烯	0.03	0.06	0.04	0.06	0.07
橙花叔醇	-	0.19	0.04	0.08	-
大马土酮	-	-	-	-	0.15
长叶烯	0.03	0.07	0.12	0.21	0.37
$\alpha$ -雪松烯	0.01	0.02	-	-	-
1-卡拉稀	0.08	0.16	0.28	0.2	0.26
反-橙花叔醇	0.86	0.46	0.64	0.56	0.6
异长叶烯	-	-	-	0.61	0.34
香榧醇	0.02	0.04	0.01	0.36	0.33
雪松醇	-	-	-	-	0.11
反-金合欢烯	-	-	0.59	0.61	0.55
香茅醇	-	-	-	-	0.35
	醛类				
壬醛	-	0.09	0.06	0.1	0.12
2-乙基己醛	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01
十一醛	-	0.01	0.05	-	0.06
癸醛	-	0.04	-	-	-
十四醛	0.08	0.14	0.09	0.27	0.29
(7Z)-十六碳-7-烯醛	0.08	0.25	0.03	0.02	0.09
十六醛	0.55	0.41	0.31	0.69	0.71
	酸类				
壬酸	-	-	-	-	0.01
2-乙基己酸	-	-	-	-	0.05
辛酸	-	-	0.12	0.21	0.54
乙酸	0.28	0.37	0.41	0.51	0.48
癸酸	1.96	2.25	2.44	2.43	3.25
月桂酸	1.07	1.46	1.81	2.01	3.47
亚油酸	-	-	-	-	0.49
	其他				
2,6-二叔丁基对甲苯酚	2.91	2.35	2.31	1.83	2.05
1,1,6-三甲基-1,2-二氢萘	0.21	0.31	0.19	0.22	0.21
4-异丙基-1,6-二甲萘	0.13	0.12	0.09	0.02	0.01

相对含量的变化情况。陈酿期间酯类、醇类、酸类、缩醛类、醛酮类及萜烯类的含量高低会有变化。在陈酿期间,采用同一条件萃取分析,酯类的相对含量逐渐减少,酸类、醛酮类及萜烯类的相对含量逐渐增加,醇类、缩醛类相对含量先增后减。因此,猕猴桃白酒不同陈酿时期呈现出不尽相同的风味特征。

2.3.1 陈酿期间酯类香气成分的变化分析 通过图2和图3,可以看出猕猴桃白酒在M1、M2、M4、M7、M11中依次检出的酯类香气成分的种类变化较小,

而同一萃取条件下的相对含量逐渐减少。张丽敏等人<sup>[17]</sup>对清香型白酒陈酿过程中微量成分变化规律进行了研究,在陈酿过程中除乳酸乙酯、苯乙酸乙酯外,其他酯类的含量主要呈减少趋势。酯类是白兰地香气成分中最主要的一类物质,也是白兰地中挥发性成分中数量最多的一类。猕猴桃白酒香气成分以酯类的相对含量为最高,白兰地关键香气成分乙酸乙酯、乙酸异戊酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、癸酸乙酯等酯类都检测出来,且相对含量都较高。酯类化合

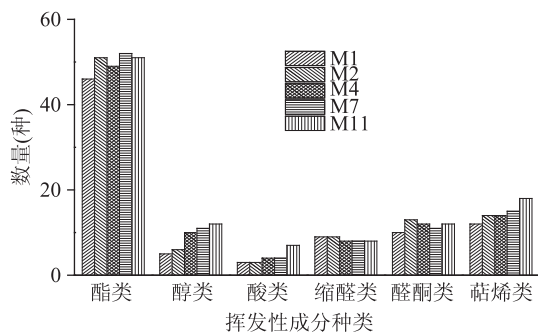


图2 陈酿期间猕猴桃白酒挥发性化合物的数量变化/种

Fig.2 The change in amount of volatile compounds during different aging

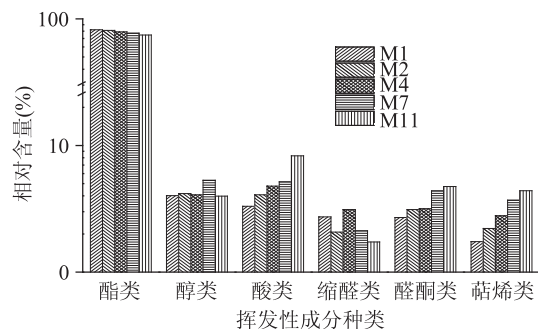


图3 陈酿期间挥发性化合物的成分变化

Fig.3 The change of volatile compounds during different aging

物的花香、果香突出,在丰富猕猴桃白酒的香气贡献中作用较大。相关资料显示,辛酸乙酯似果香、癸酸乙酯似玫瑰香,给白兰地带来浓郁的果香、花香<sup>[18]</sup>。

**2.3.2 陈酿期间醇类香气成分的变化分析** 高级醇是白兰地香气成分中非常重要的一类物质。图2和图3表明猕猴桃白酒在M1、M2、M4、M7、M11中检出的醇类香气物质种类呈现增加趋势,然而在同一萃取条件下的相对含量均呈增加再下降的趋势。醇类化合物的相对含量在香气成分中含量较高,对猕猴桃白酒的香气成分贡献较为突出。再结合表2,陈酿期间,醇类物质中相对含量较高的为异戊醇,除异戊醇、苯乙醇相对含量有所减少外,其余几种醇类化合物的相对含量呈现总体增加的趋势。异戊醇是白兰地中公认的关键性香气成分,具有“Cacao”香,是白兰地中含量最多的醇类物质<sup>[7]</sup>。

**2.3.3 陈酿时期酸类香气成分的变化分析** 酸类化合物相对含量较酯类相比明显较少,但其对猕猴桃白酒的风味有着不可替代的作用。相关资料表明,质量好的白酒,总酸含量也较高<sup>[10]</sup>。结合图2和图3,猕猴桃白酒在M1、M2、M4、M7、M11中检出的酸类化合物的种类和同一萃取条件下的相对含量均呈增加趋势。在陈酿期间,酸类化合物的种类及相对含量均呈增加趋势,且陈酿时间越长,变化越显著。宋丽等人<sup>[19]</sup>对酱香型白酒贮存过程中的变化进行了研究,随着时间的推移,总酸含量有明显升高的趋势。

**2.3.4 陈酿期间缩醛类香气成分的变化分析** 缩醛类化合物分为挥发缩醛和不挥发缩醛,主要在蒸馏过程中由醇类和醛类缩合形成,其对白兰地香的形成有良好的影响<sup>[10]</sup>。结合图2和图3可以看出猕猴

桃白酒,在M1、M2、M4、M7、M11中检出的缩醛类化合物的种类变化不大,同一萃取条件下的相对含量总体呈减少趋势。结合表2可知,猕猴桃白酒中以乙缩醛相对含量较高,在陈酿期间,除1-(1-乙氧基乙氧基)-丙烷、癸醛二乙缩醛呈增加趋势外,其他缩醛类总体呈减少趋势。张宿义等人<sup>[11]</sup>对泸型酒陈酿规律的研究表明,缩醛类物质的含量在贮藏半年至一年呈减少趋势。

**2.3.5 陈酿期间醛酮类香气成分的变化分析** 图2和图3表明猕猴桃白酒,在M1、M2、M4、M7、M11中检出的醛酮类化合物的种类变化不大,同一萃取条件下的醛酮类的相对含量逐渐增加,第一个月与第十一个月相比,变化较为显著。

**2.3.6 陈酿期间萜烯类香气成分的变化分析** 萜烯类物质主要来源于原料本身,经蒸馏进入白兰地中。结合图2和图3,可以看出猕猴桃白酒在M1、M2、M4、M7、M11中检出的萜烯类化合物的种类和同一萃取条件下萜烯类的相对含量都呈现出增加趋势。

## 2.4 陈酿前后猕猴桃白酒感官评价结果

由表3可知,陈酿前后感官品评结果差异显著,猕猴桃白酒陈酿后质量提高。酒体陈酿前后均为无色(非橡木桶陈酿),陈酿后酒体更加晶莹透明,香味协调,口感柔顺、酒体醇厚、入口微甜,典型性突出,较陈酿前口感品质更佳。

表3 猕猴桃白酒陈酿十一个月感官评价结果

Table 3 Sensory evaluation of kiwi spirit of eleven months aging

项目名称	品评结果	
	陈酿前	陈酿后
色泽(10)	10	10
澄清度(10)	9	10
香气(30)	24	28
滋味(40)	32	36
典型性(10)	8	9
综合评分	83	93

## 3 结论

采用HS-SPME与GC-MS联用,检测陈酿过程中猕猴桃白酒的香气成分。不同时期共检出129种香气成分,共有的香气物质为77种。

猕猴桃白酒陈酿期间,酯类、缩醛类呈下降趋势,醇类、酸类、醛酮类及萜烯类呈上升趋势;各个时期以酯类香气成分的相对含量最高,各个时间段香气物质种类、相对含量均不相同,因此陈酿期间猕猴桃白酒香气特征也不尽相同。

猕猴桃白酒经陈酿后,香气成分经历了平衡、稳定及成熟的微妙动态变化,使酒体变得细腻、柔和、醇厚、丰满、典型性突出。

## 参考文献

[1]黄宏文.猕猴桃研究进展(V)[M].北京:科学出版社,2010:10-30.

(下转第291页)

the antioxidant properties and the phenolic and flavonoid content in traditional balsamic vinegar [J]. Food Chemistry, 2007, 105 (2):564-571.

[8] Xu Q P, Tao W Y, Ao Z H. Antioxidant activity of vinegar melanoidins [J]. Food Chemistry, 2007, 102 (3):841-849.

[9] 李丹亚, 许泓瑜, 陆震鸣, 等. 镇江香醋在陈放过程中功能因子的变化规律研究 [J]. 食品工业科技, 2008, 29 (7):219-221.

[10] 谭载友, 江涛, 唐春萍, 等. 阿魏酸川芎嗪的抗坏血小板聚集作用 [J]. 中国新药杂志, 2003, 12 (7):529-531.

[11] 王振, 刘新泳, 王静, 等. 川芎嗪阿魏酸类化合物药理作用的研究进展 [J]. 齐鲁药事, 2012, 30 (11):665-667.

[12] 苗志伟, 刘玉平, 陈海涛, 等. 两种陈酿期山西老陈醋挥发性成分分析 [J]. 食品科学, 2011, 31 (24):380-384.

[13] 张华钰, 张旭东. 山西陈醋拟出新标准 [J]. 品牌与标准化, 2011 (5):16.

[14] 任延军, 阙宁宁. 中成药中阿魏酸含量的薄层扫描测定法 [J]. 中国药学杂志, 1991, 26 (12):736-738.

[15] 曾庆蝗, 王兰麓, 张伯崇, 等. 当归静脉注射液中阿魏酸的薄层扫描测定 [J]. 中成药研究, 1986 (3):7-8.

[16] 雷志丹, 雷志钧, 戴玲. HPLC 同时测定川芎中川芎嗪和阿魏酸的含量 [J]. 药品鉴定, 2011, 8 (9):57-59.

[17] Liu J, Nie L, Wang Y. Determination of Ferulic acid in health food by high performance liquid chromatography [J]. Chinese

Journal of Health Laboratory Technology, 2012 (4):18.

[18] 付玲, 张海英. HPLC 法测定眼明熏洗液中阿魏酸含量 [J]. 新疆医科大学学报, 2012, 35 (7):931-937.

[19] 陈继承, 吴春华, 林好, 等. 超声辅助提取无患子中阿魏酸工艺研究 [J]. 热带作物学报, 2012, 33 (6):1162-1130.

[20] Chen J C, Chen Q H, Guo Q, et al. Simultaneous determination of acetoin and tetramethylpyrazine in traditional vinegars by HPLC method [J]. Food chemistry, 2010, 122 (4):1247-1252.

[21] 高学敏. 中药学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000, 1052-1053.

[22] 信维平, 孙建华, 张福娟. 新型食品抗氧化剂阿魏酸的提取及应用的研究 [J]. 中国粮油学报, 2006, 21 (6):126-128.

[23] 鲁红梅, 岳南, 林文森, 等. 抗晕平冲剂的药效学实验及临床观察 [J]. 中国中西医结合耳鼻喉科杂志, 2004, 9 (6):264-268.

[24] 谢秉湘, 陈静. 高效液相色谱法测定妇科十味片中阿魏酸的含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2006, 12 (9):23-24.

[25] Liu S L, Yao K, Jia D Y, et al. A pretreatment method for HPLC analysis of cypermethrin in microbial degradation systems [J]. Journal of Chromatographic Science, 2012 (50):469-476.

[26] 唐力英, 王祝举, 赫炎, 等. 高效液相色谱法测定当归中阿魏酸的含量 [J], 中国实验方剂学杂志, 2006, 12 (2):14-15.

(上接第 286 页)

[2] Huang H W. Actinidia germplasm resources and Kiwi industry in China [J]. Hort Science, 2007, 39:1165-1172.

[3] 霍丹群, 王洪彬, 宋兴兴, 等. 响应面法优化猕猴桃原酒发酵工艺 [J]. 食品工业科技, 2013, 34 (9):219-223.

[4] 李加兴, 陈双平, 梁先长, 等. 猕猴桃干型果酒发酵工艺优化 [J]. 食品科学, 2010, 31 (22):504-507.

[5] Heroult J, Bueno M, Martine P G. Organotin speciation in French brandies and wines by solid-phase microextraction and gas chromatography—Pulsed flame photometric detection [J]. Journal of Chromatography A, 2008, 1180 (18):122-130.

[6] 孙昌波, 蒲彪. 我国葡萄酒市场的现状与发展 [J]. 食品与机械, 2002 (2):39-40.

[7] 刘其耸. 张裕白兰地蒸馏过程香气物质变化规律研究 [D]. 烟台: 烟台大学, 2011.

[8] Masami O, Guymon J F, Crowell E A. Changes in Some Volatile Constituents of Brandy During Aging [J]. American journal of Enology and Viticulture, 1977, 28 (3):152-158.

[9] Coelho E, Perestrelo R. Optimisation of stir bar sorptive extraction and liquid desorption combined with large volume injection—gas chromatography—quadrupole mass spectrometry for the determination of volatile compounds in wines [J]. Analytica Chimica Acta, 2008, (624):79-89.

[10] 王恭堂. 白兰地工艺学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社,

2002:64-79.

[11] 张宿义, 张良, 赵金松. 泸型酒贮存过程中微量成分变化规律研究 [J]. 酿酒科技, 2008, (8):61-64.

[12] Arrieta G Y, Lopez-Vazquez C, Blanco P, et al. Kiwi spirits with stronger floral and fruity characters were obtained with a packed column distillation system [J]. Chemistry & Food Science, 2013, 117 (9):1002-1009.

[13] 丁云连. 汾酒特征香气物质的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2008, 19-20.

[14] 盖禹含, 辛秀兰, 杨国伟, 等. 不同酵母发酵的蓝莓酒香气成分 GC-MS 分析 [J]. 食品科学, 2010, 31 (4):171-174.

[15] 魏长宾, 邢姗姗, 刘胜辉, 等. 紫花芒果果实香气成分的 GC-MS 分析 [J]. 食品科学, 2010, 31 (2):220-223.

[16] 王磊. GC-MS、GC-O 和感官鉴定对六种白兰地挥发性成分和香气成分差异研究 [D]. 烟台: 烟台大学, 2007, 21-23.

[17] 张丽敏, 胡永钢, 史静霞, 等. 清香型白酒陈酿过程中微量成分变化规律研究 [J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2002, 25 (4):334-337.

[18] Cristina L V, Laura G L, Ricardo P C, et al. Aromatic Characterization of Pot Distilled Kiwi Spirits [J]. J Agric Food Chem, 2012, 60 (9):2242-2247.

[19] 宋丽, 何祥敏, 梁世美. 酱香型白酒贮存过程中的变化 [J]. 酿酒科技, 2012 (3):49-51.