

基于 SPME- GC/ MS 的猕猴桃酒香气成分研究

郭 静,岳田利,袁亚宏,高振鹏

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 利用顶空固相微萃取(Head space solid phase microextraction, HS-SPME)和气相色谱-质谱联用技术(Gas chromatography/ Mass spectrometry, GC/ MS)对猕猴桃酒香气成分进行了分析鉴定。结果表明: 从猕猴桃酒中共分离鉴定出 82 种香气成分,其中新发现香气成分有邻苯二甲酸二丁酯(0.04%)、2-苯乙基月桂酸酯(0.01%)、棕榈酸乙酯(0.75%)、肉豆蔻酸乙酯(0.17%)、月桂酸乙酯(1.93%)、法呢醇(0.05%)、橙花叔醇(0.03%)共 7 种; 香气中相对含量较高的酯类有癸酸乙酯(8.52%)、丙酮酸异戊酯(7.51%)、乙酸乙酯(6.22%)、辛酸乙酯(6.00%)、乙酸苯乙基酯(3.61%)、月桂酸乙酯(1.93%)、乙酸己酯(1.28%)、己酸乙酯(0.92%)、乙酸异丁酯(0.87%)等; 香气中相对含量较高的醇类有 2-甲基-1-丁醇(13.29%)、异丁醇(5.40%)、苯乙醇(3.18%)、己醇(0.79%)等; 香气中相对含量较高的脂肪酸类主要有辛酸(4.37%)、癸酸(3.99%)。此外,还检测出可能构成猕猴桃酒特征香气组分的 α -松油醇、里哪醇等香气成分。

[关键词] 猕猴桃酒;香气成分;固相微萃取;气相色谱-质谱

[中图分类号] TS262.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)06-0089-05

Analysis of aromatic components in kiwifruit wine by gas chromatography-mass spectrometry with solid phase microextraction

GUO Jing, YUE Tian-li, YUAN Ya-hong, GAO Zheng-peng

(College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : The aroma components of kiwifruit wine were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry with head space solid phase microextraction, and 82 components were identified. The results showed as follow: 7 aroma components including Dibutyl phthalate(0.04%), 2-phenylethyl laurate(0.01%), Hexadecanoic acid ethylester(0.75%), Myristic Acid, ethyl ester(0.17%), Lauric acid, ethyl ester(1.93%), (E, E)-Farnesol(0.05%) and Trans-nerolidol (0.03%) were reported for the first time. Esters in the main aroma components with higher relative content in kiwifruit wine included Decanoic acid, ethylester(8.52%), Iso-amyl pyruvate(7.51%), Ethyl Acetate(6.22%), Ethyl caprylate(6.00%), Acetic acid, phenethyl ester(3.61%), Lauric acid, ethyl ester(1.93%), Acetic acid, hexyl ester(1.28%), Hexanoic acid, ethylester(0.92%), and Acetic acid, 2-methylpropyl ester(0.87%). Alcohol with higher content included 2-Menthyl-1-butanol(13.29%), Lsobutyl alcohol(5.40%), Phenylethyl Alcohol(3.18%) and Hexyl alcohol(0.79%). Fatty acid consisted of Octanoic Acid(4.37%), and Decanoic acid(3.99%). And some possible characteristic of aroma components of kiwifruit wine were detected such as p-Menthyl-1-en-4-ol and Linalool etc.

Key word : kiwifruit wine; aroma components; head space solid phase microextraction; gas chromatography-mass spectrometry

†收稿日期] 2006-11-29

[基金项目] 科技部西部专项(2001BA901A19);农业部科技跨越计划项目(2005-4);陕西省重大科技专项计划(2006KZ09-G1)

[作者简介] 郭 静(1980-),女,陕西杨凌人,助教,硕士,主要从事食品化学与食品发酵研究。

[通讯作者] 岳田利(1966-),男,陕西宝鸡人,教授,博士生导师,主要从事食品生物工程及食品安全控制研究。

香气成分是构成和影响水果及其加工产品质量与典型性的重要因素^[1],是评价猕猴桃酒的一个重要指标,也是猕猴桃酒典型风味的重要组成部分。国内外关于猕猴桃酒香气的研究报道较少。李华等^[2]采用溶剂萃取法研究了猕猴桃酒的挥发性成分,发现这些成分主要包括醇类、酯类、挥发酸、醛酮类、萜类等,其中醇类有甲醇、己醇、2-苯乙醇、丁醇、戊醇、异戊醇、2-甲基戊醇、2-甲基丙醇等,酯类有乙酸乙酯、乳酸乙酯、琥珀酸酯、乙酸异戊酯、乙酸己酯、乙酸苯乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、癸酸乙酯等。

固相微萃取(Solide phase microextraction, SPME)是 20 世纪 90 年代以来出现的样品前处理方法,它几乎克服了传统预处理方法的所有缺点,无需有机溶剂,分析样品量少,操作简单、快速,费用低,集采样、萃取、浓缩、进样于一体,能够尽可能减少被测香气物质的损失,并能与气相色谱、液相色谱联用^[3]。SPME 富集样品有两种方式:直接固相微萃取法和顶空固相微萃取法(Head space solid phase microextraction, HS-SPME),其中 HS-SPME 使样品与纤维头不直接接触,而是将纤维头停留在顶空进行吸附。这样可以防止干扰物吸附在纤维头上,影响其吸附性能,从而避免在色谱分析中产生不稳基线或杂峰,同时也可免受液体样品中的一些非挥发性组分(葡萄酒中的糖、有机酸、多酚类物质等)污染,因此酒类物质的香气成分检测多采用顶空固相微萃取法^[4-6]。本研究采用先进的 HS-SPME 和 GC/MS 联用技术,分析鉴定了猕猴桃酒的香气成分,旨在揭示猕猴桃酒香气的主要特征组成成分,以期为我国猕猴桃酒品质评价体系的建立,及其产业发展提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 酵母菌种 试验中选取的酵母菌,为西北农林科技大学食品科学与工程学院食品发酵动力学实验室通过原生质体融合构建得到的优良酵母 WF25。

1.1.2 试验原料 陕西省周至县产“海沃德”猕猴桃。

1.1.3 仪器设备 固相微萃取仪及萃取头(100 μm PDMS),美国 Supelco 公司产品。

气质联用仪,美国 Finigal 公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 猕猴桃酒的酿造 猕猴桃酒酿造工艺流

程^[7-8]:猕猴桃→分选→清洗→破碎榨汁→浑汁→澄清→清汁→成分调整→发酵→倒罐→后发酵→过滤→装瓶。

1.2.2 香气成分的测定 (1)香气富集^[9-10]采用顶空固相微萃取法(HS-SPME)。在 15 mL 装有磁力搅拌器的顶空瓶中加入 3.0 g NaCl,8 mL 猕猴桃酒,在 50 $^{\circ}\text{C}$ 平衡 10 min,PDMS 纤维头经气相色谱进样口于 250 $^{\circ}\text{C}$ 老化 30 min,穿过封垫置于顶空瓶的上部顶空处,在 50 $^{\circ}\text{C}$ 吸附 40 min。

(2)香气检测。将富集香气成分的固相微萃取纤维头插入气相色谱进样口,解析 3 min。色谱条件:分流方式为不分流,色谱柱为 DB-Wax(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μm)。程序升温为:40 $^{\circ}\text{C}$ 保持 3 min,以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 120 $^{\circ}\text{C}$,再以 8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 230 $^{\circ}\text{C}$,保持 10 min。载气为 He,体积流量为 1 mL/min,进样口温度为 250 $^{\circ}\text{C}$ 。质谱条件:EI⁺ 电离源,电子能量为 70 eV,灯丝流量为 0.20 mA。检测器电压为 350 V。扫描范围为 33~450 AMU,离子源温度为 200 $^{\circ}\text{C}$ 。未知化合物经计算机检索,同时与 NIST library(107k compounds)和 Wiley library(320k compounds,version6.0)相匹配。仅报道匹配度和纯度大于 800(最大值 1 000)的鉴定结果。

2 结果与分析

图 1 为猕猴桃酒香气成分 GC/MS 总离子图。各组分质谱经计算机谱库检索及资料分析,检出的香气成分如表 1 所示。由表 1 可知,本试验共鉴定出 82 种猕猴桃酒香气成分,按化合物结构可分为酯类、醇类、羧酸类、醛酮类、烃类、杂环类化合物等。其中酯类 43 种、醇类 23 种、羧酸类 6 种、醛酮类 4 种、烃类 5 种、杂环类化合物 1 种。相对含量较高的酯类有癸酸乙酯(8.52%)、丙酮酸异戊酯(7.51%)、乙酸乙酯(6.22%)、辛酸乙酯(6.00%)、乙酸苯乙酯(3.61%)、月桂酸乙酯(1.93%)、乙酸己酯(1.28%)、己酸乙酯(0.92%)、乙酸异丁酯(0.87%)等;醇类有 2-甲基-1-丁醇(13.29%)、异丁醇(5.40%)、苯乙醇(3.18%)、己醇(0.79%)等;羧酸类有辛酸(4.37%)、癸酸(3.99%)等。本试验还鉴定出邻苯二甲酸二丁酯(0.04%)、2-苯乙基月桂酸酯(0.01%)、棕榈酸乙酯(0.75%)、肉豆蔻酸乙酯(0.17%)、月桂酸乙酯(1.93%)、法呢醇(0.05%)、橙花叔醇(0.03%)等 7 种香气成分,这在关于猕猴桃酒香气成分的报道^[2,11-12]中尚属首次。

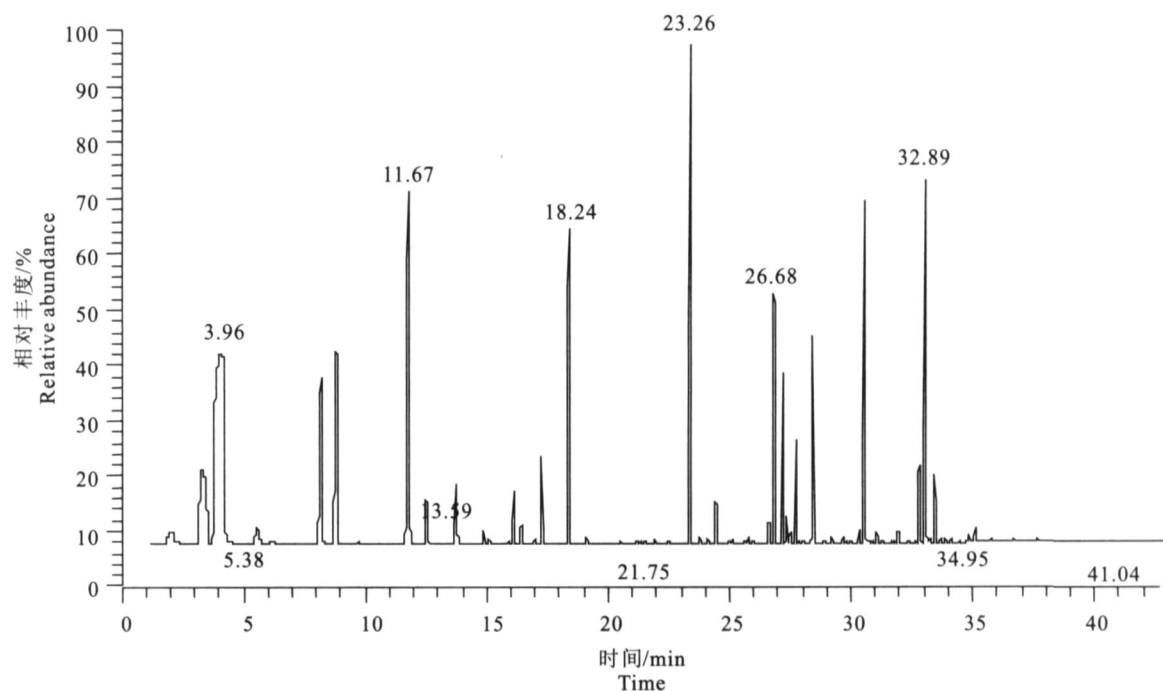


图 1 猕猴桃酒香气成分的 GC/ MS 总离子图

Fig. 1 GC-MS total ion chromatogram of aroma components in kiwifruit wine

表 1 猕猴桃酒香气成分 GC/ MS 的分析结果

Table 1 Gas chromatography/ Mass spectrometric analysis of aroma components in kiwifruit wine

编号 No.	保留时间/ min Retention time	香气成分 Aroma component	分子式 Formula	分子质量/ u Molecular weight	相似度/ % Similar degree	相对含量/ % Relative content
1	3.17	乙酸乙酯 Ethyl acetate	C ₄ H ₈ O ₂	88	78.02	6.22
2	5.40	乙酸异丁酯 Acetic acid ,2- methylpropyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₆	116	69.23	0.87
3	6.00	丁酸乙酯 Butanoic acid ,ethylester	C ₆ H ₁₂ O ₂	116	89.02	0.19
4	6.38	丙醇 1-propanol	C ₃ H ₈ O	60	88.20	0.01
5	7.05	乙酸丁酯 Acetic acid ,butylester	C ₆ H ₁₂ O ₂	116	88.15	0.01
6	7.77	异丁醇 Isobutyl alcohol	C ₄ H ₁₀ O	74	79.02	5.40
7	8.23	1-(1-乙氧基)-乙氧基戊烷 Pentane ,1-(1-ethoxyethoxy)	C ₉ H ₂₀ O ₂	160	77.09	0.01
8	8.73	丙酮酸异戊酯 Iso-amyl pyruvate	C ₈ H ₁₄ O ₃	158	88.09	7.51
9	9.48	丁醇 1-butanol	C ₄ H ₁₀ O	74	81.60	0.01
10	10.06	二氢呋喃酮 Dihydro-2- (3H)-furanone	C ₄ H ₆ O ₂	86	84.72	0.01
11	10.48	乙酸戊酯 Acetic acid pentyl ester	C ₇ H ₁₄ O ₂	130	68.63	0.01
12	10.86	己酸甲酯 Methylc caproate	C ₇ H ₁₄ O ₂	130	69.01	0.01
13	11.61	2-甲基-1-丁醇 2- Menthyl-1-butanol	C ₅ H ₁₂ O	88	58.63	13.29
14	12.42	己酸乙酯 Ethyl caproate	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	79.01	0.92
15	12.92	1-戊醇 1-pentanol	C ₅ H ₁₂ O	88	59.93	0.04
16	13.64	乙酸己酯 Acetic acid hexyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	93.30	1.28
17	13.96	3-羟基-2-丁酮 2-butanone ,3-hydroxy	C ₄ H ₈ O ₂	88	76.55	0.01
18	14.73	(顺)乙酸-3-己烯酯 3- Hexen-1-ol ,acetate. (Z)	C ₈ H ₁₄ O ₂	132	41.22	0.31
19	14.96	(顺)乙酸-4-己烯酯 4- Hexen-1-ol ,acetate. (Z)	C ₈ H ₁₄ O ₂	132	33.21	0.10
20	15.96	己醇 Hexyl alcohol	C ₆ H ₁₄ O	102	51.56	0.79
21	16.27	(反)3-己烯醇 3- Hexen-1-ol. (E)	C ₆ H ₁₂ O	100	50.89	0.27
22	16.83	(顺)3-己烯醇 (Z) 3- Hexen-1-ol	C ₆ H ₁₂ O	100	68.61	0.09
23	17.00	辛酸甲酯 Caprylic acid methylester	C ₉ H ₁₈ O ₂	158	78.98	0.02
24	17.70	乙酸-4-甲基环己基酯 4- Methylclohexylacetate	C ₉ H ₁₆ O ₂	156	68.41	0.01
25	18.28	辛酸乙酯 Ethyl caprylate	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172	88.61	6.00
26	18.64	1-辛烯-3-醇 1-octen-3-ol	C ₈ H ₁₆ O	128	70.53	0.01
27	18.85	己酸异戊酯 Isoamylcaproate	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	71.84	0.02

续表 1 Continued of table 1

编号 No.	保留时间/ min Retention time	香气成分 Aroma component	分子式 Formula	分子质量/ u Molecular weight	相似度/ % Similar degree	相对含量/ % Relative content
28	18.94	乙酸 Acetic acid	C ₂ H ₄ O ₂	60	69.39	0.22
29	19.30	乙酸辛酯 Acetic acid ,octylester	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172	60.31	0.01
30	19.65	2-乙基-1-己醇 1-hexanol, 2-ethyl	C ₈ H ₁₈ O	120	34.16	0.02
31	19.89	癸醛 Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	156	56.56	0.01
32	20.36	2-蒈烯 2-bornene	C ₁₀ H ₁₆	136	69.19	0.05
33	20.83	壬酸乙酯 Nonanoic acid ,ethlester	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	80.98	0.01
34	21.03	2-羟基-4-甲基戊酸乙酯 Pentanoicacid ,2-hydroxy-4-methyl-ethylester	C ₈ H ₁₆ O ₃	160	80.12	0.05
35	21.13	里哪醇 Linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	154	60.77	0.03
36	21.23	辛酸 2-甲基丙酯 Octanoic acid ,2-metnypopyl lester	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	72.81	0.04
37	21.26	1-环丙基戊烷 Pentane ,1-cyclopropyl	C ₇ H ₁₄	98	57.39	0.04
38	21.74	异丁酸 Propanoic acid ,2-menthyl	C ₄ H ₈ O ₂	88	90.60	0.07
39	21.91	2,3-丁二醇 2,3-Butanediol[S (R * R *)]	C ₄ H ₁₀ O ₂	90	41.89	0.04
40	22.26	癸酸甲酯 Decanoic acid ,methyl ester	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	68.70	0.05
41	22.36	α-松油醇 p-menthr-1-en-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	45.84	0.06
42	23.26	癸酸乙酯 Decanoic acid ,ethylester	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	89.32	8.52
43	23.62	辛酸异戊酯 Octanoic acid ,isopentyl	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	214	82.53	0.09
44	24.29	9-癸烯酸乙酯 Ethyl9-decenoate	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	198	45.85	0.48
45	24.90	乙酸 3-硫氢基己酯 3-Mercaptohexylacetate	C ₈ H ₁₆ O ₂ S	176	56.78	0.03
46	25.50	癸酸 2-甲基丙酯 Decanoic acid. 2-methylpropylester	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228	74.27	0.05
47	25.62	正癸醇 1-Decanol	C ₁₀ H ₂₂ O	158	83.32	0.08
48	25.74	3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇 6-Octen-1-ol ,3, 7-dimethyl- (R)	C ₁₀ H ₂₀ O	156	66.64	0.01
49	26.67	乙酸苯乙酯 Acetic acid ,phenethyl ester	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	50.56	3.61
50	27.06	月桂酸乙酯 Lauric acid ,ethyl ester	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228	62.03	1.93
51	27.16	乙酸 Caproic acid	C ₆ H ₁₂ O ₂	116	88.71	0.38
52	27.36	癸酸异戊基酯 Iso-amyl n-decanonate	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	88.57	0.15
53	27.59	2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁烯 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	254	44.66	1.23
54	28.26	苯乙醇 Phenylethyl alcohol	C ₈ H ₁₀ O	122	89.68	3.18
55	28.90	月桂酸异丁酯 Isobutyl laurate	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	72.58	0.04
56	29.08	十五烷醇 1-Pentadecanol	C ₁₅ H ₃₂ O	228	45.34	0.07
57	30.08	橙花叔醇 Trans-nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	49.93	0.03
58	30.20	肉豆蔻酸乙酯 Myristic acid ,ethyl ester	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	77.87	0.17
59	30.39	辛酸 Octanoic acid	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	90.09	4.37
60	30.77	十八酸乙酯 Acetic acid ,octadecyl ester	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312	9.22	0.03
61	31.49	十五烷酸乙酯 Ethyl pentadecanoate	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	75.00	0.02
62	31.15	(R)-二氢化-3-羟基-4,4-二甲基-2-(3H)呋喃酮 (R)-Dihydro-3-hydroxy-4,4-dimethyl-2-(3H)-furanone	C ₆ H ₂₀ O ₃	130	34.34	0.01
63	31.73	十三醇 tridecanol	C ₁₃ H ₂₈ O	200	69.09	0.05
64	31.78	丁酸苯乙酯 Phenylethyl Butyrate	C ₁₂ H ₁₆ O ₂	192	56.58	0.16
65	32.65	棕榈酸乙酯 Hexadecanoic acid ethyl ester	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	76.60	0.75
66	32.89	癸酸 Decanoic acid	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172	91.23	3.99
67	32.93	9-十六烯酸乙酯 Ethyl 9-hexadecenoate	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	280	64.21	0.18
68	33.07	4-甲基联苯 Biphenyl, -4-methyl	C ₁₆ H ₁₈	210	72.57	0.05
69	33.29	噻唑 Thiazole	C ₃ H ₃ NS	85	58.58	0.65
70	33.71	法呢醇 (E, E)-Farnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	29.98	0.05
71	33.90	十六烷醇 1-Hexadecanol	C ₁₆ H ₃₄ O	242	73.15	0.01
72	33.97	邻苯二甲酸二乙酯 Diethyl Phthalate	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	222	94.64	0.04
73	34.67	硬脂酸乙酯 Heptadecanoic acid ,1,5-methyl-ethyl ester	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312	67.96	0.11
74	34.86	9-十八烯酸乙酯 (E)-9-Octadecenoic acid ethylester	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	310	42.93	0.06
75	34.95	月桂酸 Dodecanoic	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	75.95	0.19
76	35.14	3,5-二异丁基-4-羟基苯甲醇 Benzaldehyde, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy	C ₁₈ H ₂₄ O	308	70.36	0.01
77	35.35	9,12-二烯十八酸乙酯 Ethyl(9E,12E)-9,12-octadecadienoate	C ₂₀ H ₂₆ O ₂	298	81.16	0.01

78	35.60	异丁基邻苯二甲酸酯 Phthalic acid, diisobutylester	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	47.98	0.02
79	36.08	6,9 二烯十八酸乙酯 Linoleic acid. ethylester	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306	87.35	0.02
80	36.18	2-苯乙基月桂酸酯 2-phenylethyl laurate (2-十二烷氧基) 羟乙基乙醇	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	304	73.91	0.01
81	36.54	Ethanol, 2- (2-dodecyloxy) ethoxyl2-	C ₁₆ H ₃₄ O ₃	274	75.11	0.03
82	37.49	邻苯二甲酸二丁酯 Dibutyl phthalate	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278	52.85	0.04

3 结论与讨论

本试验共鉴定出猕猴桃酒香气成分 82 种,超出同类文献报道的种类^[2,11-12],这是由于文献中猕猴桃酒香气成分的测定均采用溶剂提取法,而溶剂提取法的灵敏度较顶空固相微萃取法低,仅适合于猕猴桃酒中主要化合物的提取^[13],不能鉴定出含量低的香气成分。本试验鉴定出的香气成分按化合物结构可分为酯类、醇类、羧酸类、醛酮类、烃类及杂环类等,结果与李华等的报道^[2,12]相一致。相对含量较高的香气成分有癸酸乙酯、丙酮酸异戊酯、乙酸乙酯、辛酸乙酯、乙酸苯乙基酯、月桂酸乙酯、乙酸己酯、己酸乙酯、乙酸异丁酯,2-甲基-1-丁醇、异丁醇、苯乙醇、己醇,辛酸、癸酸,这与其他研究者的研究结果有不同之处^[2,11-12]。这可能是由于,一方面酿酒的猕猴桃品种、酵母、工艺不同,另一方面试验采用非极性 PDMS 萃取头,故鉴定出的酯类香气物质的种类多、含量高。本试验发现,猕猴桃酒香气成分中含有较多的 2-甲基-1-丁醇和苯乙醇,其在形成猕猴桃酒基本香气中具有重要作用。其中苯乙醇具有玫瑰香、紫罗兰香、茉莉花香等多种风味^[13],可能是构成猕猴桃酒香气的主要成分之一。相对含量低的萜类化合物,由于其嗅觉阈值一般都很低,因此其香气值(浓度/ 阈值)很高^[14],加之香味独特,极有可能构成猕猴桃果酒特征香气组分,在猕猴桃酒香气形成中也有不可忽视的作用,如本试验检测出的 α -松油醇具有松木和丁香类香气;里哪醇具有强烈的铃兰香气,并有木香香调,但二甲羟基基呋喃酮和呋喃甲基醚未被检测出。

猕猴桃酒香气的感官特征由香气成分的种类、数量、感觉阈值及各成分间的相互协调作用所决定。本研究结果为猕猴桃酒香气组分的分析确定和猕猴桃酒感官质量评价体系的建立提供了科学依据。随着仪器分析水平的不断提高,对猕猴桃酒中一些香味物质的研究也取得了显著成果,但猕猴桃酒中仍有大量香气成分未被定性。由于这些挥发性香气物质的呈香特征、香气阈值未被确定,因此其对猕猴桃酒香气的影响也难以确定,从而给猕猴桃酒的香气研究带来很多困难。所以在今后的研究中,有必要

借鉴国内外对葡萄酒、啤酒、果汁等香气成分分析的方法,研究猕猴桃酒的主要香气成分及其形成机理,以更好地控制影响猕猴桃酒香气形成的主要因素,生产出品质优良的猕猴桃酒。

[参考文献]

[1] 李 华. 葡萄酒的生物化学[C] 李 华. 葡萄与葡萄酒的研究进展——葡萄酒学院年报. 西安:陕西人民出版社,2001:92-95.

[2] 李 华,涂正顺,王 华,等. 猕猴桃果酒香气成分的气相色谱/质谱分析[J]. 分析化学,2002,30(6):695-698.

[3] Managas J J, Gonzalez M P, Rodriguez R, et al. Solid-phase extraction and determination of trace aroma and flavour components in cider by GC-MS[J]. Chromatographia, 1996, 42(1/2): 101-105.

[4] Elizabeth V, Susan E E. Monitoring ester formation in grape juice fermentations using solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry[J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(2):589-595.

[5] Henryk H J, Krystian W, Erwin W, et al. Solid-phase microextraction for the analysis of some alcohol and ester in beer: comparison with static headspace method[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46(4):1469-1473.

[6] Alexandra S, Janusz P. Analysis of flavor volatiles using headspace solid-phase microextraction [J]. J Agric Food Chem, 1996, 44(8):2187-2193.

[7] 袁亚宏,高振鹏,刘拉平,等. 全汁型猕猴桃干酒生产工艺研究[J]. 西北农业学报, 2003, 12(3):157-160.

[8] 罗安伟,刘兴华,任亚梅,等. 猕猴桃干酒酿造工艺研究[J]. 中国食品学报,2004, 4(2):6-11.

[9] Vas G, Gall, Harangi J, et al Determination of volatile aroma compounds of blaufrankisch wines extracted by SPME[J]. J Chromatographic Sci, 1998, 36:505-510.

[10] 汪立平,徐 岩,赵光鳌,等. 顶空固相微萃取法快速测定苹果酒中的香味物质[J]. 无锡轻工大学学报,2003, 22(1):1-6.

[11] 梁新红,赵功玲. 猕猴桃干酒香气成分的 GC-MS 分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19):5022-5023.

[12] 刘树文,涂正顺,李 华,等. 猕猴桃果酒陈酿期间香气成分的变化[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005, 33(11):34-38.

[13] 李 华,陶永胜,康文怀,等. 葡萄酒香气成分的气相色谱分析研究进展[J]. 食品与生物技术学报,2006, 25(1):99-104.

[14] 刘树文. 合成香精技术手册[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2000:68-91.