

猕猴桃果汁香气物质的固相微萃取 GC/ MS 分析

史亚歌,岳田利,刘拉平,张晓荣,李芳芳

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了对猕猴桃果汁加工品质的控制提供科学依据,选用陕西周至县的秦美和眉县的海沃德猕猴桃,榨汁、酶解后取果汁样品,采用固相微萃取法提取、富集果汁中香气物质,经 GC/ MS 分离与分析,共鉴定出 120 种化合物,其中秦美果汁含有 97 个组分、海沃德果汁含有 101 个组分。不同品种果汁中主要香气物质构成种类基本相同,其含量分布存在差异。乙酸乙酯、乙醇、丁酸甲酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、乙酸己酯、正己醇、(E)-2-己烯-1-醇等化合物是猕猴桃果汁中的主要香气物质,对猕猴桃果汁特征风味的形成具有重要作用。

[关键词] 猕猴桃果汁;香气物质;固相微萃取;GC/ MS 分析

[中图分类号] S663.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0189-06

Analysis of aromatic components in juice of kiwifruit by SPME/ GC/ MS

SHI Ya-ge, Yue Tian-li, LIU La-ping, ZHANG Xiao-rong, LI Fang-fang

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

Abstract : In order to provide the scientific technology of quality control in the kiwifruit juice processing, the aromatic components in juice of kiwifruit were extracted by SPME and analyzed by GC/ MS. About 120 different compounds were isolated and identified from two varieties of samples and included 97 constituents of Qingmei (from Zhouzhi, Shaanxi), and 101 constituents of Haiwode (from Meixian, Shaanxi). The types of main compounds in two varieties were similar, but the content of different compounds was different. As the main aromatic components in juice of kiwifruit, Ethyl Acetate, Ethanol, Butanoic acid, methyl ester, Butanoic acid, ethyl ester, Hexanoic acid, ethyl ester, Acetic acid, hexyl ester, and 2- Hexen-1-ol, (E)-, etc. contributed significantly to the particular flavor of kiwifruit juice.

Key words : kiwifruit juice; aromatic components; SPME; GC/ MS analysis

猕猴桃果汁是猕猴桃深加工制品中的一个主要产品,保持猕猴桃果汁独特风味物质是其果汁加工过程中的一个重要环节。目前,有关猕猴桃果实香气成分变化的研究较多^[1-4],而对于猕猴桃果汁香气成分的研究较少。固相微萃取方法(SPME)是 20 世纪 90 年代后发展起来的样品处理方法,已广泛地应用于环境土壤、水、食品、香精香料及烟草等样品中挥发性和半挥发性有机物的分析,这种方法无需有机溶剂,其集采样、萃取、浓缩、进样于一体,操作

快速简单,有着十分广泛的应用前景^[5-7]。本研究选用不同品种的猕猴桃果汁样品,以固相微萃取(SPME)法提取、富集其香气成分,利用气相色谱质谱(GC/ MS)法对其进行分析,以期对猕猴桃果汁加工品质的控制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

秦美猕猴桃,产于陕西周至县;海沃德猕猴桃,

收稿日期] 2006-08-08

[基金项目] 农业科技跨越计划项目(2005);陕西省重大科技专项(2006KZ09-G1);国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAK02A24);教育部新世纪优秀人才与支撑计划项目

[作者简介] 史亚歌(1976-),女,陕西乾县人,讲师,在职硕士,主要从事食品工程研究。

[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技术及食品安全研究。

产于陕西眉县。2005-09 采收,气调库贮藏,2006-03 出库。据测定,其可溶性固形物含量分别为 120 和 140 g/kg。剔除腐烂、霉变和过软果,除去表面杂物并用冷水清洗后,于冰柜中预冷至 10 ℃左右,迅速榨汁,同时加 118 mg/kg $K_2S_2O_5$ 以保护 Vc、护色和防腐,然后加入 100 mg/kg 的果胶酶,室温下静置 12 h 酶解。酶解液纱布粗过滤,于 3 000 r/min 离心 10 min,取上清液置于冰柜中备用。

1.2 仪器与条件

手动固相微萃取 (SPME) 进样器和 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头均为美国 Supelco 公司产品,使用前先将固相微萃取的萃取头在气相色谱仪的进样口 250 ℃老化 1 h。TRACE DSQ GC-MS 联用仪(美国 Finnigan 公司产品),DB-WAX(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μm) 弹性石英毛细管柱(美国 Agilent 公司产品),程序升温 40 ℃,保持 2.5 min,以 5 ℃/min 升至 200 ℃,再以 10 ℃/min 升至 240 ℃,保持 5 min;进样口 250 ℃;传输线 230 ℃;载气

为 He 气,流速 1.0 mL/min;不分流进样。电离方式 EI,70 eV;离子源温度 250 ℃,质量扫描范围 35~400 amu;发射电流 100 μA ,检测电压 1.4 kV。

1.3 样品处理

量取猕猴桃果汁样品 6 mL 置于 15 mL 样品瓶中,加 NaCl 2 g 加盖密封,放入 30 ℃水浴中平衡 10 min;将老化好的固相微萃取器插在样品瓶上,吸附 40 min 后拔出,插入气相色谱仪进样口,于 250 ℃解析 5 min。

1.4 数据处理

利用随机 Xcalibur 工作站 NIST2002 标准谱库自动检索各组分质谱数据,参考有关文献资料^[8-9]及标准谱图^[10]对机检结果进行核对和确认,按面积归一化法计算各组分含量。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃果汁中主要香气物质的组成

秦美和海沃德果汁样品的总离子图见图 1。

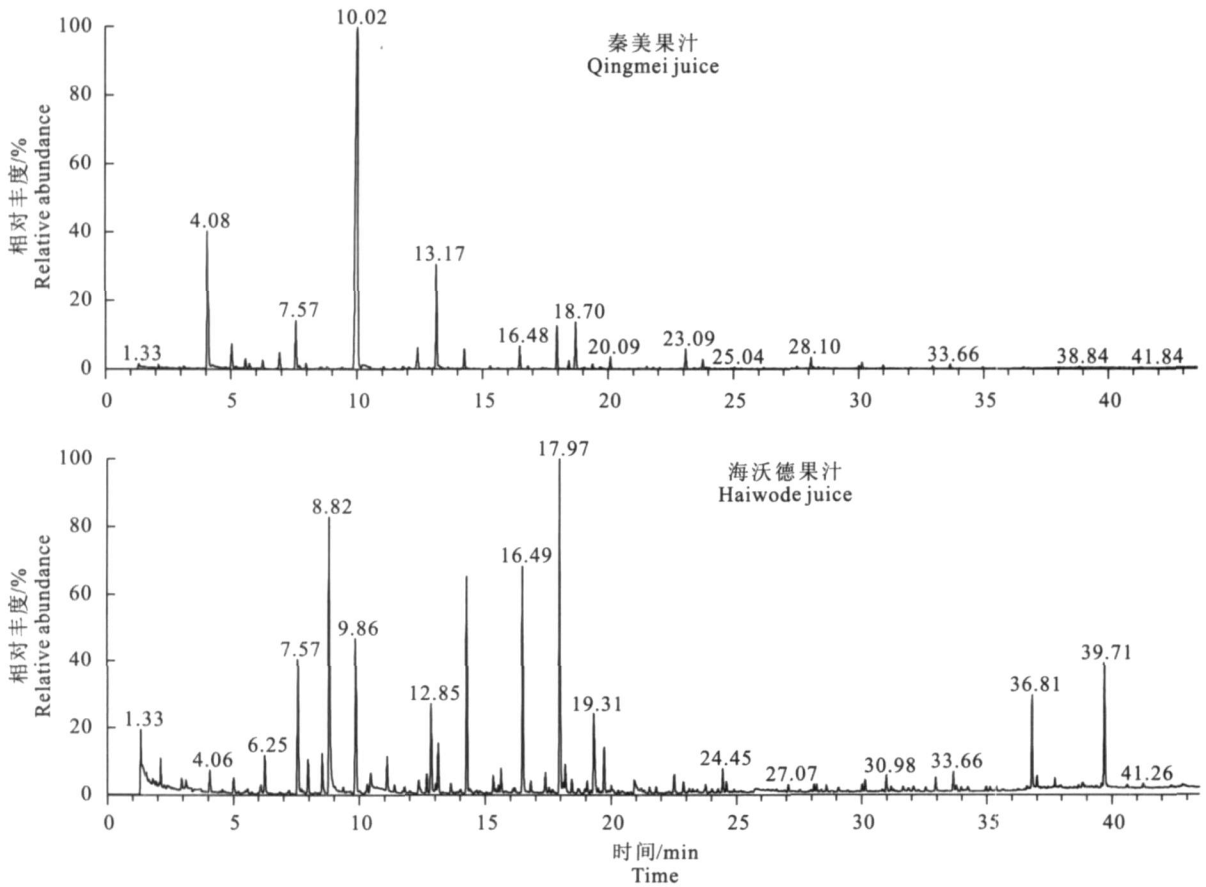


图 1 秦美和海沃德猕猴桃果汁样品的总离子图

Fig. 1 Ion chromatogram of Qinmei and Haiwode juice

由 SPME 和 GC/MS 分析结果(图 1)可知,从两种果汁中共分离鉴定出 120 个主要组分(表 1),

其中秦美果汁有 97 个组分、海沃德果汁有 101 个组分,所鉴定出的化合物含量分别占其提取物总量的

96.29 %及 88.57 %。秦美果汁的主要成分为乙酸-3-甲基丁酯、乙酸乙酯、己酸乙酯、丁酸乙酯、辛酸乙酯、(E)-2-己烯-1-醇、乙醇、3-甲基丁醇、正己醇、乙酸己酯、p-孟-1-烯-4-醇、乙酸-2-甲基丙酯等;海沃德的主要成分为(E)-2-己烯-1-醇、正己醛、正己醇、乙酸己酯、乙酸-2-甲基丁酯、丁酸乙酯、5-羟甲基-5-呋喃甲醛、乙酸、(E)-2-己烯醛、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4H 吡喃-4-酮、己酸乙酯、糠醛、丁酸甲酯、乙酸丁酯、2-甲基丁酸乙酯、3-羟-1-戊烯、丁酸己酯、甲酸等。

2.2 猕猴桃果汁中香气物质的构成特征

从表 1 可以看出,两种果汁香气物质组成种类

差异不大,但各物质含量及分布差异较大。从香气物质的构成类型看,秦美果汁以酯类(81.88 %)、醇类(11.82 %)物质为主,另有少量的醛类(0.71 %)、酸类(0.66 %)、烷烃类(0.51 %)、酮类(0.38 %)及酚类、含氮、含氧、含硫化合物(0.46 %);海沃德果汁以酯类(29.67 %)、醇类(25.58 %)、醛类(20.47 %)物质为主,另含有较高含量的酸类(5.78 %)、酮类(5.23 %)以及少量的烷烃类(0.57 %)、酚类与含氮、含氧、含硫化合物(2.02 %)。两者相比,秦美果汁酯类物质含量较高,而海沃德果汁中酯、醇、醛、酸、酮类物质含量及分布较为分散。

表 1 秦美和海沃德猕猴桃果汁中香气物质的组成

Table 1 Chemical constituents of aromatic component of Qinmei and Haiwode juice

保留时间/ min RT	化合物 Compounds	分子式 Molecular formula	相对含量/ % Content	
			秦美 Qinmei	海沃德 Haiwode
2.11	二硫化碳 Carbon disulfide	CS ₂	0.15	0.74
2.26	二甲硫 Dimethyl sulfide	C ₂ H ₆ S	0.03	0.07
2.94	丙酮 Acetone	C ₃ H ₆ O	0.05	0.40
3.12	乙酸甲酯 Acetic acid, methyl ester	C ₃ H ₆ O ₂	0.21	0.58
4.06	乙酸乙酯 Ethyl Acetate	C ₄ H ₈ O ₂	10.54	0.72
4.78	2-甲基丙酸甲酯 Propanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	C ₅ H ₁₀ O ₂	0.06	-
5.01	乙醇 Ethanol	C ₂ H ₆ O	1.87	0.55
5.20	苯 Benzene	C ₆ H ₆	0.14	0.06
5.49	2-乙基呋喃 Furan, 2-ethyl-,	C ₆ H ₈ O	0.06	0.12
5.56	丙酸乙酯 Propanoic acid, ethyl ester	C ₅ H ₁₀ O ₂	0.64	0.16
5.73	2-甲基丙酸乙酯 Propanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.35	0.05
6.09	戊醛 Pentanal	C ₅ H ₁₀ O	0.06	0.40
6.25	丁酸甲酯 Butanoic acid, methyl ester	C ₅ H ₁₀ O ₂	0.63	1.35
6.84	2-甲基丁酸甲酯 Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.05	0.08
6.93	乙酸-2-甲基丙酯 Acetic acid, 2-methylpropyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	1.23	-
7.22	2-氯甲基丁烯 1-Butene, 2-(chloromethyl)-,	C ₅ H ₉ Cl	0.02	0.18
7.57	丁酸乙酯 Butanoic acid, ethyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	3.50	4.54
7.70	甲苯 Toluene	C ₇ H ₈	0.23	0.18
7.79	丙酸丙酯 Propanoic acid, propyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	-	0.08
7.97	2-甲基丁酸乙酯 Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.35	1.08
8.39	3-甲基丁酸乙酯 Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.03	-
8.53	乙酸丁酯 Acetic acid, butyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.10	1.32
8.82	正己醛 Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	0.13	10.21
8.90	戊酸甲酯 Pentanoic acid, methyl ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.04	-
9.28	2-甲基丙醇 1-Propanol, 2-methyl-,	C ₄ H ₁₀ O	0.07	-
9.56	甲酸二乙酯 Carbonic acid, diethyl ester	C ₅ H ₁₀ O ₃	0.05	-
9.86	乙酸-2-甲基丁酯 1-Butanol, 2-methyl-, acetate	C ₇ H ₁₄ O ₂	-	5.74
10.02	乙酸-3-甲基丁酯 1-Butanol, 3-methyl-, acetate	C ₇ H ₁₄ O ₂	49.14	0.10
10.32	2-甲基丁酸丙酯 Butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	-	0.32
10.67	正丁醇 1-Butanol	C ₄ H ₁₀ O	0.03	-
10.90	(Z)-3-己烯醛 3-Hexenal, (Z)-,	C ₆ H ₁₀ O	0.01	0.15
11.11	3-羟-1-戊烯 1-Penten-3-ol	C ₅ H ₁₀ O	-	1.05
11.40	乙酸戊酯 Acetic acid, pentyl ester	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.06	0.23
11.71	2-庚酮 2-Heptanone	C ₇ H ₁₄ O	0.02	0.06
12.01	柠檬烯 Limonene	C ₁₀ H ₁₆	-	0.09
12.07	(S)-1-甲基-4-(1-甲乙基)环己烯 Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)-,	C ₁₀ H ₁₆	0.11	-

续表 1 Continued of table 1

保留时间/ min RT	化合物 Compounds	分子式 Molecular formula	相对含量/ % Content	
			秦美 Qinmei	海沃德 Haiwode
12. 41	3-甲基丁醇 1-Butanol ,3-methyl-	C ₅ H ₁₂ O	1. 75	-
12. 67	丁酸丁酯 Butanoic acid ,butyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	-	0. 59
12. 85	(E)-2-己烯醛 2- Hexenal , (E)-	C ₆ H ₁₀ O	0. 07	2. 99
13. 03	2-甲基丁酸丁酯 Butyl 2-methylbutanoate	C ₉ H ₁₈ O ₂	0. 02	0. 35
13. 13	己酸乙酯 Hexanoic acid ,ethyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	7. 51	1. 57
13. 63	正戊醇 1- Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	0. 11	0. 33
13. 79	3-辛酮 3- Octanone	C ₈ H ₁₆ O	0. 03	-
13. 99	茚并环己烷 Bicyclo[4. 2. 0]octa-1 ,3 ,5-triene	C ₈ H ₈	0. 03	-
14. 02	丁酸 3-甲基丁酯 Butanoic acid ,3-methylbutyl ester	C ₉ H ₁₈ O ₂	-	0. 17
14. 27	乙酸己酯 Acetic acid ,hexyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	1. 34	6. 89
14. 67	辛酮 2- Octanone2-	C ₈ H ₁₆ O	0. 04	0. 10
14. 79	辛醛 Octanal	C ₈ H ₁₆ O	-	0. 11
15. 30	(Z)-乙酸-4-己烯-1-醇酯 4- Hexen-1-ol ,acetate ,(Z)-	C ₈ H ₁₄ O ₂	0. 17	-
15. 32	丙酮醇 2- Propanone ,1-hydroxy-	C ₃ H ₆ O ₂	-	0. 56
15. 54	己酸丙酯 Hexanoic acid ,propyl ester	C ₉ H ₁₈ O ₂	-	0. 24
15. 63	(Z)-2-戊烯-1-醇 2- Penten-1-ol ,(Z)-	C ₅ H ₁₀ O	0. 07	0. 74
16. 11	丙酸己酯 Propanoic acid ,hexyl ester	C ₉ H ₁₈ O ₂	0. 02	0. 12
16. 18	6-甲基-5-庚烯-2-酮 5- Hepten-2-one ,6-methyl-	C ₈ H ₁₄ O	0. 06	0. 17
16. 49	正己醇 1- Hexanol	C ₆ H ₁₄ O	1. 49	7. 15
16. 82	(E)-3-己烯-1-醇 3- Hexen-1-ol ,(E)-	C ₆ H ₁₂ O	0. 17	0. 34
17. 32	乙酸-3-甲基庚酯 3- Methylheptyl acetate	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0. 02	-
17. 39	(Z)-3-己烯-1-醇 3- Hexen-1-ol ,(Z)-	C ₆ H ₁₂ O	0. 08	0. 70
17. 54	辛酸甲酯 Octanoic acid ,methyl ester	C ₉ H ₁₈ O	0. 05	0. 19
17. 69	壬醛 Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	0. 02	0. 14
17. 97	(E)-2-己烯-1-醇 2- Hexen-1-ol ,(E)-	C ₆ H ₁₂ O	2. 76	10. 56
18. 18	丁酸己酯 Butanoic acid ,hexyl ester	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0. 03	1. 01
18. 44	2-甲基丁酸己酯 Butanoic acid ,2-methyl- ,hexyl ester	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	0. 55	0. 43
18. 69	辛酸乙酯 Octanoic acid ,ethyl ester	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	3. 30	0. 24
18. 96	5-乙炔-a ,a ,5-三甲基-2-四氢呋喃甲醇 2-Furanmethanol ,5-ethenyltetrahydro- a ,a ,5-trimethyl- ,cis-	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	0. 07	0. 14
19. 05	羟基-1-辛烯 1-Octen-3-ol3-	C ₈ H ₁₆ O	0. 09	0. 36
19. 21	甲酸庚酯 Formic acid ,heptyl ester	C ₈ H ₁₆ O ₂	0. 02	0. 08
19. 31	乙酸 Acetic acid	C ₂ H ₄ O ₂	0. 34	3. 44
19. 50	乙酸酐 Acetic anhydride	C ₄ H ₆ O ₃	-	0. 12
19. 73	糠醛 Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	0. 26	1. 53
19. 91	2-丁基-1-甲基吡咯烷 Pyrrolidine ,2-butyl-1-methyl-	C ₉ H ₁₉ N	-	0. 10
20. 02	3 ,5 ,5-三甲基-2-己烯 2- Hexene ,3 ,5 ,5-trimethyl-	C ₉ H ₁₈	-	0. 24
20. 08	2-乙基己醇 1- Hexanol ,2-ethyl-	C ₈ H ₁₈ O	0. 81	0. 12
20. 79	1-(2-呋喃)-乙酮 Ethanone ,1-(2-furanyl)-	C ₆ H ₆ O ₂	-	0. 04
20. 93	甲酸 Formic acid	C H ₂ O ₂	-	1. 01
21. 32	苯甲醛 Benzaldehyde	C ₇ H ₆ O	0. 06	0. 11
21. 54	a-芳樟醇 1 ,6-Octadien-3-ol ,3 ,7-dimethyl-	C ₁₀ H ₁₈ O	0. 12	0. 20
21. 80	正辛醇 1-Octanol	C ₈ H ₁₈ O	0. 09	0. 21
22. 52	5-甲基-2-呋喃甲醛 2- Furan carboxaldehyde ,5-methyl-	C ₆ H ₆ O ₂	0. 07	0. 74
23. 09	p-孟-1-烯-4-醇 3- Cyclohexen-1-ol ,4-methyl-1-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₈ O	1. 33	-
23. 12	三元醇 1 ,5 ,7-Octatrien-3-ol ,3 ,7-dimethyl-	C ₁₀ H ₁₆ O	-	0. 22
23. 26	(E)-2-辛烯-1-醇 2-Octen-1-ol ,(E)-	C ₈ H ₁₆ O	-	0. 11
23. 45	卡必醇 Ethanol ,2-(2-ethoxyethoxy)-	C ₆ H ₁₄ O ₃	0. 08	0. 12
23. 77	癸酸乙酯 Decanoic acid ,ethyl ester	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	0. 65	0. 37
24. 02	丁内酯 Butyrolactone	C ₄ H ₆ O ₂	0. 10	0. 18
24. 45	呋喃甲醇 2- Furanmethanol2-	C ₅ H ₆ O ₂	0. 03	0. 79
25. 17	4-丁氧基-1-丁醇 1-Butanol ,4-butoxy-	C ₈ H ₁₈ O ₂	0. 02	-
25. 31	p-孟-1-烯-8-醇 3- Cyclohexene-1-methanol ,a ,a-trimethyl-	C ₁₀ H ₁₈ O	0. 05	-
26. 21	p-孟-1-烯-3-醇 2- Cyclohexen-1-one ,3-methyl-6-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₆ O	0. 09	-

续表 1 Continued of table 1

保留时间/ min RT	化合物 Compounds	分子式 Molecular formula	相对含量/ % Content	
			秦美 Qinmei	海沃德 Haiwode
27.07	环戊二酮 1,2-Cyclopentanedione1,2-	C ₅ H ₆ O ₂	0.04	0.29
27.54	壬酸甲酯 Nonanoic acid ,methyl ester	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.11	0.07
28.10	乙酸苯乙醇酯 Acetic acid ,2-phenylethyl ester	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	0.72	0.25
28.21	(E)-大马酮 2-Butenr 1-one ,1- (2 ,6 ,6-trimethyl-1 ,3-cyclohexa- dienr 1-yl)- , (E)- ,	C ₁₃ H ₁₈ O	0.09	0.24
28.39	月桂酸乙酯 Dodecanoic acid ,ethyl ester	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	0.07	0.11
28.59	正己酸 Hexanoic acid	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.06	0.25
29.05	2-甲基-丙酸-2-乙基-3-羟基己醇酯 Propanoic acid ,2-methyl- ,2- ethyl-3-hydroxyhexyl ester	C ₁₂ H ₂₄ O ₃	0.02	-
29.14	苯甲酸-2-甲基丙酯 Benzoic acid ,2-methylpropyl ester	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	0.03	-
29.34	2-甲基亚氨基氮化-1 ,3-噻 2-Methyliminoperhydro-1 ,3-oxazine	C ₅ H ₁₀ N ₂ O	-	0.03
30.02	二甲基沙尔苏林碱 Carnegine	C ₁₃ H ₁₉ NO ₂	0.15	0.24
30.14	苯乙醇 Phenylethyl alcohol	C ₈ H ₁₀ O	0.41	0.39
30.82	庚酸 Heptanoic acid	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.01	0.06
30.98	十一烷醇 1-Undecanol	C ₁₁ H ₂₄ O	0.19	0.53
31.18	(E)-2-己烯酸 2- Hexenoic acid , (E)- ,	C ₆ H ₁₀ O ₂	0.01	0.20
31.28	麦芽醇 Maltol	C ₆ H ₆ O ₃	0.02	0.07
32.07	苯酚 Phenol	C ₆ H ₆ O	0.05	0.23
32.26	2-呋喃-2-羟基-乙酮 Furyl hydroxymethyl ketone1-	C ₆ H ₆ O ₃	-	0.08
32.56	2,5-二甲基-4-羟基-3 (2H) 呋喃酮 2 ,5-Dimethyl-4-hydroxy- 3 (2H)-furanone	C ₆ H ₈ O ₃	0.02	0.20
32.95	辛酸 Octanoic acid	C ₈ H ₁₆ O ₂	0.14	0.50
33.77	1,3-二羟基-2-丙酮 2- Propanone ,1 ,3-dihydroxy- ,	C ₃ H ₆ O ₃	0.01	0.26
34.24	2,4-己二酮 2 ,4- Hexanedione	C ₆ H ₁₀ O ₂	-	0.24
35.38	2-羟基丁内酯 2- Hydroxy-γ-butyrolactone	C ₄ H ₆ O ₃	0.01	0.16
36.60	癸酸 n-Decanoic acid	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.08	0.14
36.81	2,3-二氢-3 ,5-二羟基-6-甲基-4H 吡喃-4-酮 4H-Pyran-4-one , 2 ,3-dihydro-3 ,5-dihydroxy-6-methyl- ,	C ₆ H ₈ O ₄	0.02	2.78
37.00	3 ,5-二羟基-2-甲基-4H 吡喃-4-酮 4H-Pyran-4-one ,3 ,5-di- hydroxy-2-methyl- ,	C ₆ H ₆ O ₄	0.01	0.47
37.73	N-甲基-N-亚胺基-2-丙胺 2- Propanamine , N-methyl-N-nitro- so- ,	C ₄ H ₁₀ N ₂ O	-	0.31
38.67	3-吡醇 3- Pyridinol	C ₅ H ₅ NO	-	0.07
38.84	苯甲酸-3-吡醇酯 Benzoic acid ,3-pyridyl ester	C ₁₂ H ₉ NO ₂	0.13	0.30
39.21	十一烷酸 Undecanoic acid	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	0.02	0.05
39.71	5-羟甲基-5-呋喃甲醛 5- Furancarboxaldehyde ,5- (hydroxym- ethyl)- ,	C ₆ H ₆ O ₃	0.03	4.07
41.26	四氢-4-羟-2 (3H) 呋喃酮 2 (3H)- Furanone ,dihydro-4-hydrox- y- ,	C ₄ H ₆ O ₃	-	0.17

3 讨 论

郑孝华等^[2]采用固相微萃取法研究中华猕猴桃果实香气成分,共分离并鉴定了 13 种组分,分别为乙醇、乙酸乙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、反式-2-己烯醛酸甲酯、丁酸丁酯、己酸乙酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、邻苯二甲酸单丁酯、苯甲酸乙酯、十四酸乙酯和邻苯二甲酸二丁酯;其主要成分为丁酸甲酯(50.8%)、丁酸乙酯(21.4%)、己酸甲酯(1.3%)、苯甲酸甲酯(7.4%)、邻苯二甲酸单丁酯(3.2%)和邻苯二甲酸二丁酯(3.6%)。谭皓等^[1]采用同样的方法研究金魁猕猴桃发育过程中香气成分变化,结果表明,金魁猕猴桃果实发育后期香气成分主要为乙醇(27.83%)、丁酸乙酯(17.14%)、(Z)-3-己烯醇

(16.88%)、乙酸乙酯(7.35%)、己醇(7.15%)、苯甲酸乙酯(2.98%)、(E,E)-2,4-己二烯醛(2.61%)、丁酸甲酯(2.48%)等。本研究猕猴桃果汁中香气成分涉及酯、醇、醛、酸、酮、烃以及含氮、氧、硫化合物等,其中秦美果汁以乙酸-3-甲基丁酯、乙酸乙酯、己酸乙酯、丁酸乙酯、辛酸乙酯、(E)-2-己烯-1-醇、乙醇、3-甲基丁醇、正己醇、乙酸己酯等化合物为主,海沃德果汁以(E)-2-己烯-1-醇、正己醛、正己醇、乙酸己酯、乙酸-2-甲基丁酯、丁酸乙酯、5-羟甲基-5-呋喃甲醛、乙酸、(E)-2-己烯醛、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4H 吡喃-4-酮、己酸乙酯、糠醛、丁酸甲酯、乙酸丁酯、2-甲基丁酸乙酯等物质为主,两种果汁中基本包括以上果香成分,但果汁中香气物质的分布及含量与果实中有较大差异,同时不同猕猴桃品种其

香气成分也有较大差异。这说明猕猴桃果汁在加工以及储藏过程中香气组分在发生变化,猕猴桃果实原有果香成分己醛类、己醇类、高级脂肪酸等物质含量降低,酯类物质含量升高;同时,受果汁中糖、酸等基质影响以及各种酶的综合作用,不同品种猕猴桃果汁中香气物质代谢也不同。比较两种猕猴桃果汁样品香气物质组成可以发现,乙酸乙酯、乙醇、丁酸甲酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、乙酸己酯、正己醇、2-己烯-1-醇(E)等作为两种果汁中主要共有香气成分,仍保持猕猴桃原果特有风味。

[参考文献]

- [1] 谭 皓,廖 康,涂正顺.金魁猕猴桃发育过程中香气成分的动态变化[J].果树学报,2006,23(2):205-208.
- [2] 郑孝华,翁雪香,邓春晖.中华猕猴桃果实香气成分的气相色谱/质谱分析[J].分析化学,2004,32(6):834.
- [3] 涂正顺,李 华,李嘉瑞,等.猕猴桃品种间果香成分的 GC/MS 分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2002,30(2):96-100.
- [4] 涂正顺,李 华,王 华,等.猕猴桃果实采后香气成分的变化[J].园艺学报,2001,28(6):512-513.
- [5] 周 珊,赵立文,马腾蛟,等.固相微萃取(SPME)技术基本理论及应用进展[J].现代科学仪器,2006(2):86-90.
- [6] 李 明,王利平,张 阳,等.水蜜桃品种间果香成分的固相微萃取-气质联用分析[J].园艺学报,2006,33(5):1071-1074.
- [7] 王丽霞,钟海雁,袁列江.固相微萃取法提取果汁香气的影响因素及萃取条件的优化[J].安徽农业科学,2006,34(15):3787-3788.
- [8] 刘邻渭.食品化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [9] 何 坚,孙宝国.香料化学与工艺学[M].北京:化学工业出版社,1995.
- [10] 中国质谱学会有机专业委员会.香料质谱图集[M].北京:科学出版社,1992.

(上接第 188 页)

天达最大值,然后迅速下降到一较低水平。 pH 为 4.5 时,硝酸还原酶活性与亚硝酸盐含量达到最大值;硝酸还原酶活性和亚硝酸盐含量在热烫 3 min,发酵温度 25~30,食盐含量 40 g/kg 时均较低。

[参考文献]

- [1] 张名位.我国蔬菜产后加工的现状与发展趋势[J].岭南蔬菜产业,2002(1):7-10.
- [2] 杨荣玲,肖更生,吴晓玉,等.我国蔬菜发酵加工研究进展[J].保鲜与加工,2006(2):15-18.
- [3] 孙维承.浆水与酸菜[J].四川烹饪,2006,13(1):18.
- [4] 光 华.米汤治婴幼儿腹泻[J].湘西科技,2003(2):23.
- [5] Beevers L, Hageman R. Nitrate reduction in higherplants[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1969, 20: 495-522.
- [6] 燕平梅,薛文通,张 惠,等.蔬菜腌渍发酵中亚硝酸盐问题的研究[J].中国调味品,2005(8):42-45.
- [7] Sanz Y V R, Toldra F, Nieto P, et al. Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages[J]. International Journal Food Microbiology, 1997, 37 (2/3): 225-229.
- [8] 何淑玲,李 博,籍保平.泡菜发酵过程中硝酸盐还原酶活性的研究[J].食品科技,2005(1):94-97.
- [9] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].世界图书出版社,2000:93-95.
- [10] 许安邦,张水华,董文宾,等.食品分析[M].中国轻工业出版社,1996:316-319.
- [11] 林 颖,王旭太,刘仁奉.酸菜腌渍过程中的变化及毒理学研究[J].中国食品卫生杂志,2000,12(5):38-39.
- [12] 郑桂富.亚硝酸盐在雪里蕻腌制过程中生成规律的研究[J].四川大学学报,2000,32(3):85-87.
- [13] 张 静,张锦丽,杨娟侠.乳酸菌群对乳酸发酵作用的探讨[J].天津农业科学,2002,8(2):18-20.