

3种酵母发酵橄榄酒的发酵规律及香气分析

蒋一鸣,李纪涛,吴雪莹,束俊霞,程丽萍,蒋和体*

(西南大学食品科学学院,重庆 400716)

摘要:以橄榄为原料,分别利用三种酵母对橄榄酒进行发酵,研究橄榄酒整个发酵过程中酒精度、还原糖及酸度的变化规律;采取顶空固相微萃取和气相色谱质谱联用法对橄榄酒的香气成分进行分析比较。结果表明:三种酵母发酵过程中橄榄酒酒精度均逐渐上升,还原糖含量逐渐降低,酸度先上升后下降;果酒干酵母发酵周期最短,最终果酒酵母1383所酿橄榄酒酒精度最高,残留还原糖含量最低,酸度最低;同时果酒酵母1383、果酒干酵母和果酒酵母1596发酵的橄榄酒分别检出50、49、52种香气成分,其中相同的有35种,三种酒样的主要香气成分均为异戊醇。初步确定果酒酵母1383酿制的橄榄酒最优。

关键词:橄榄酒,酵母,发酵规律,香气成分

Analysis of fermentation rule and aromatic composition of olive wine fermented with different species of yeast strains

JIANG Yi-ming, LI Ji-tao, WU Xue-ying, SHU Jun-xia, CHENG Li-ping, JIANG He-ti*

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Olive was used as raw materials, the variations of alcohol degree, reducing sugar and total acidity were tracked during the whole fermentation of olive wines fermented with three different species of yeast strains. The aromatic compositions of olive wines were extracted. The results showed that alcohol degree increased gradually, reducing sugar decreased gradually and total acidity increased then decreased during the whole fermentation process fermented with three different species of yeast strains. The fermentation cycle of alcohol active dry yeast was shortest. In the olive wine fermented with *Saccharomyces cerevisia* 1383, alcohol degree was highest, reducing sugar was least and total acidity was least. 50, 49, 52 kinds of aromatic compounds were identified in olive wines fermented with the *Saccharomyces cerevisia* 1383, alcohol active dry yeast and *Saccharomyces cerevisia* 1596, respectively, and 35 kinds of aromatic compounds were same in the there olive wines. The main aromatic compositions were isopentanol. It was initially identified that olive wine fermented with the *Saccharomyces cerevisia* 1383 was best.

Key words: olive wine; yeast strain; fermentation rule; aromatic composition

中图分类号: TS262.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)22-0203-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.22.036

橄榄(*Canarium album*)又名青果,果实呈青绿色,是一种硬质肉果,原产于中国南部地区,四川、重庆等地也有野生的橄榄分布。橄榄富含多种矿物质^[1]及维生素,特别是钙质和维生素C,还有丰富的酚类物质^[2],具有清热解毒、利咽生津等功效,又可治疗消化不良^[3]。近来研究表明橄榄具有抗氧化^[4]、护肝^[5]、抗病毒^[6-7]等功效。果酒主要以水果为原料发酵而来,营养丰富,饮后有益身体健康。橄榄酒是将橄榄去核打浆后,带渣发酵而来,也属于果酒的一种。橄榄酒营养价值高、酒度低、含糖低,符合现代人健康养生的

观念,拥有巨大的市场潜力。

目前国内对橄榄的利用方法主要是果脯及榨汁^[8],酿酒较少。根据相关资料,赵翊等^[9]主要研究了橄榄酒的酿酒工艺,而对于橄榄酒的发酵规律报道甚少。本文以橄榄为原料,进行发酵实验,通过不同酵母对橄榄酒发酵过程中理化参数变化规律的研究及香气成分的分析比较,以期对橄榄酒的生产及改善橄榄酒的风味,提高橄榄酒的品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

橄榄、二梭子 选自重庆市江津区橄榄基地;(SY)果酒干酵母 安琪酵母股份有限公司;果酒酵母1383、果酒酵母1596 中科院微生物研究所;其他试剂 均为分析纯。

收稿日期:2014-02-26

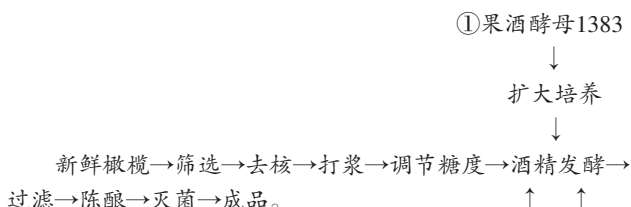
作者简介:蒋一鸣(1989-),男,硕士研究生,研究方向:食品生物技术。

* 通讯作者:蒋和体(1963-),男,博士,教授,研究方向:果蔬加工技术。

HR2070飞利浦搅拌机 飞利浦电子香港有限公司; FA2004电子天平 上海精天电子仪器厂; HWT-10C恒温水浴摇床 天津市恒澳科技发展有限公司; HH.BLL.600-S恒温培养箱 上海跃进医疗器械厂; 98-1-B电子调温电热套 天津市泰斯特仪器有限公司; 酒精计 河北省武强县同辉仪表厂; QP2010气相色谱-质谱联用仪 日本岛津公司; 手动固相微萃取进样器 美国铂金-埃尔默公司; 100 μ m PDMS萃取头 美国Supelco公司。

1.2 实验方法

1.2.1 橄榄酒的工艺流程



操作要点: 取新鲜橄榄进行筛选, 选取饱满、无病害、出汁率高的果实, 将其去核、打浆, 制到橄榄渣待发酵液, 并调糖至240g/L, 以备带渣发酵^[10]。将果酒酵母1383、果酒酵母1596分别进行扩大培养, 摇床培养24h后按体积分数8%接种^[11]; 将果酒干酵母置于36℃温水中活化15min, 以0.13g/L接种^[11]。待发酵液接种后, 在30℃下发酵7d, 每隔1d (24h) 测定橄榄酒各项指标。发酵完成后, 经过滤、陈酿、巴氏灭菌得到橄榄酒成品^[12], 并测定香气成分。

1.2.2 橄榄酒理化指标测定

1.2.2.1 还原糖含量的测定 滴定法^[13]

1.2.2.2 总酸的测定 电位滴定法^[13]

1.2.2.3 酒精度的测定 酒精计法^[13]

1.2.3 橄榄酒香气物质提取 采用顶空固相微萃取法^[14]。取酒样6mL于20mL的样品瓶中, 加入1.0g NaCl, 45℃水浴平衡15min, 插入经老化的萃取头 (250℃, 老化40min), 顶空萃取30min后, 将萃取头插入GC-MS进样口, 解析6min。

1.2.4 橄榄酒香气成分的GC-MS分析

1.2.4.1 色谱条件 色谱柱: DB-5MS (30mm×0.25mm, 0.25 μ m), 进样口温度250℃; 升温程序: 35℃保持4min, 以10℃/min升至110℃, 保持6min, 以5℃升至150℃, 保持2min, 以7℃/min升至230℃, 保持6min; 载气 (He): 流量1.00mL/min, 压力53.3kPa, 进样口的温度250℃, 进样量1 μ L; 进样口不分流^[15]。

1.2.4.2 质谱条件 电子轰击 (EI) 离子源; 电子能量: 70eV; 离子源温度: 230℃; 质量扫描范围m/z 35~500; 扫描速度: 769u/s^[15]。

1.2.4.3 香气成分分析 分析结果运用计算机谱库 (NIST/WILEY) 进行初步检索及资料分析, 再结合文献进行人工谱图解析, 并用气相色谱峰面积归一化定量计算出各香气成分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 三种酵母发酵过程中酒精度的变化

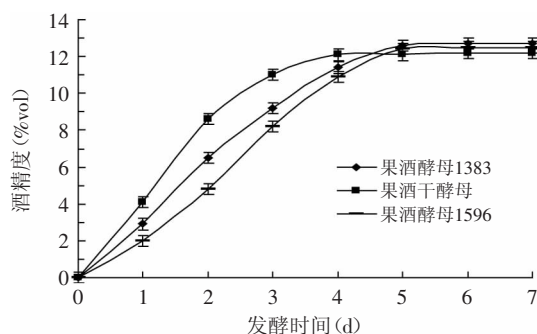


图1 不同酵母发酵橄榄酒过程中酒精度的变化

Fig.1 Changes in alcohol content of olive wine with different species of yeast strains

如图1所示, 三种酵母发酵橄榄酒的酒精生成曲线基本趋向于S型, 在发酵前5d, 酒精度逐渐上升; 在发酵后期 (5~7d), 酒精度基本不变化, 主要在于前期发酵液中酵母可利用的营养丰富, 可产生大量酒精, 酒精度上升较快, 而后期营养不足以及乙醇的反馈抑制, 且大量酵母处于衰退期, 发酵基本终止。同时如图1所示, 三种酵母产生酒精的能力又有所差异, 其中果酒干酵母能快速产生酒精, 发酵周期最短, 到第4d发酵基本完成。而最终发酵所得的三种橄榄酒中, 酒精度最高的为果酒酵母1383 (12.7% Vol), 然后为果酒酵母1596 (12.5% Vol), 最低为果酒干酵母 (12.2% Vol)。

2.2 三种酵母发酵过程中还原糖含量变化

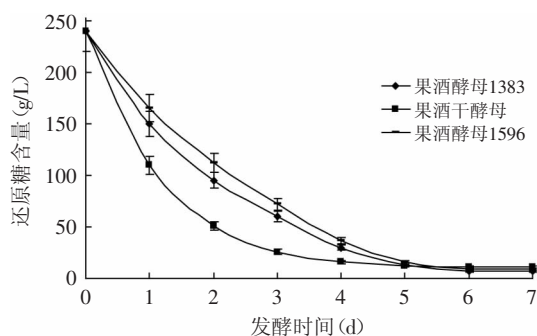


图2 不同酵母发酵橄榄酒过程中还原糖含量的变化

Fig.2 Changes in reducing sugar content of olive wine with different species of yeast strains

如图2所示, 在发酵前期, 还原糖含量快速下降, 主要原因在于发酵前期酵母能大量利用糖分促进自身生长繁殖, 并生成酒精; 发酵后期还原糖含量基本不变, 原因在于此时糖分含量极低, 酵母又进入衰退期, 同时产生的酒精具有反馈抑制作用, 残糖无法被利用, 含量不变。由三种酵母利用糖分的曲线可知, 果酒干酵母利用糖分速度最快, 至第4d还原糖含量基本无变化。发酵完毕后, 果酒酵母1383酿制的橄榄酒还原糖含量最低, 可达7.2g/L, 果酒酵母1596酿制的橄榄酒次之 (8.9g/L), 果酒干酵母酿制的橄榄酒最高, 为11.1g/L, 这与三种酵母的酒精生成曲线基本

相符。

2.3 三种酵母发酵过程中总酸含量变化

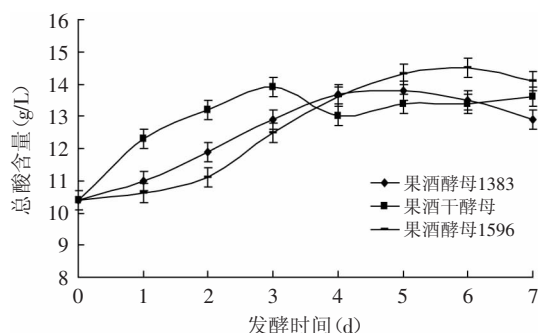


图3 不同酵母发酵橄榄酒过程中总酸含量的变化

Fig.3 Changes in total acidity content of olive wine with different species of yeast strains

如图3所示,三种酵母在发酵橄榄酒的过程中酸度均是呈先上升后下降的趋势,其主要原因在于发酵前期酵母通过自身代谢,产生了大量有机酸,酸度上升,而在发酵后期,一部分有机酸又被转化为低级醇类,导致酸度下降^[6]。在产酸规律及能力方面,三种酵母又有所不同,果酒干酵母产酸时间较早,前期速度较快,主要原因在于其代谢旺盛。最终,果酒酵母1596所发酵的橄榄酒酸度最高,为14.1g/L,果酒干酵母次之,为13.6g/L,而果酒酵母1383最低,为12.9g/L。

2.4 三种酵母发酵的橄榄酒香气比较

2.4.1 不同酵母发酵的橄榄酒香气成分GC-MS分析 图4分别为果酒酵母1383、果酒干酵母、果酒酵母1596发酵所得的橄榄酒香气的GC-MS总离子色谱图,表1为各组分分析鉴定结果。由表1可知,采用HP-SPME和GC-MS技术在3种酒样中共鉴定出67种香气成分,共有的有35种。这些成分主要是醇类11种,酯类21种,酸类3种,烯炔类13种,醛类4种,酮类3种,其他12种。

在果酒酵母1383酿造的橄榄酒中,共检出50种香气成分,醇类占50.71%,酯类占29.51%,酸类占0.42%,烯炔类占8.45%,醛类占3.49%,酮类占0.89%,其他6.54%,主要香气成分为异戊醇、4-萜烯醇、辛酸乙酯、乙酸异戊酯、癸酸乙酯,相对含量分别为28.69%、12.33%、8.88%、5.02%、3.85%。

在果酒干酵母酿造的橄榄酒中,共检出49种香气成分,醇类占48.88%,酯类占33.16%,酸类占0.82%,烯炔类占5.21%,醛类占4.68%,酮类占1.01%,其他6.24%,主要香气成分为异戊醇、4-萜烯醇、辛酸乙酯、己酸乙酯、癸酸乙酯,相对含量分别为31.08%、12.31%、10.25%、5.75%、5.06%。

在果酒酵母1596酿造的橄榄酒中,共检出52种香气成分,醇类占31.34%,酯类占50.43%,酸类占0.28%,烯炔类占10.73%,醛类占0.86%,酮类占0.72%,其他5.64%,主要香气成分为异戊醇、癸酸乙酯、辛酸乙酯、十八酸乙酯、十六酸乙酯,相对含量分别为19.95%、12.65%、11.24%、9.83%、3.85%。

2.4.2 不同酵母发酵的橄榄酒主要香气成分比较

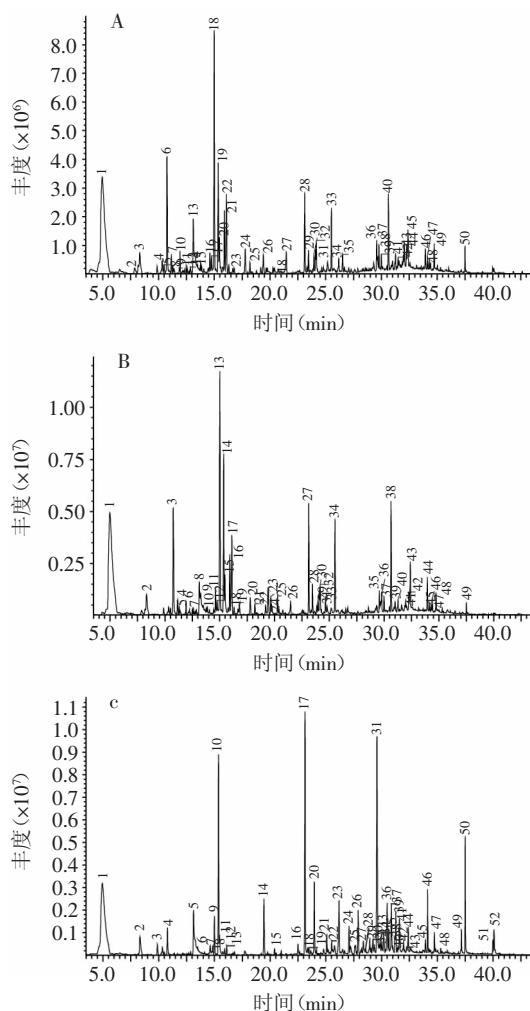


图4 不同酵母发酵的橄榄酒香气成分的GC-MS总离子色谱图

Fig.4 Total ion chromatogram of aromatic in components olive wines fermented with different species of yeast strains

注:A:果酒酵母1383发酵;B:果酒干酵母发酵;C:果酒酵母1596发酵。

2.4.2.1 醇类香气组分比较 在醇类方面,3种酒样共检出11种香气物质,共有的8种,相对含量最多的均为异戊醇,果酒酵母1383所酿酒为28.69%,果酒干酵母所酿酒为31.08%,果酒酵母1596所酿酒为19.95%,其次果酒酵母1596所酿酒为苯乙醇,相对含量为3.06%,而果酒酵母1383所酿酒和果酒干酵母所酿酒中为4-萜烯醇,相对含量分别为12.33%,12.31%,同时这两种酒样中也检出了苯乙醇,相对含量分别为3.59%,2.12%。研究表明,某些醇类物质具有不愉快气味,而异戊醇具有苹果与香蕉的香气,苯乙醇具有茉莉花香,玫瑰香,紫罗兰香等多种风味^[7],同时3种酒样中也检出了多种萜烯醇,如 α -松油醇、橙花叔醇等,该类物质具有植物香气^[8]。

2.4.2.2 酯类香气组分比较 3种酒样共检出21种酯类香气物质,共有的11种。果酒酵母1383所酿酒中含量最多的为辛酸乙酯8.88%,其次为乙酸异戊酯5.02%和癸酸乙酯3.85%;果酒干酵母酿酒中含量最多为辛酸乙酯10.25%,其次为己酸乙酯5.75%和癸酸乙酯5.06%;果酒酵母1596酿酒中含量最多为癸酸乙

表1 不同酵母发酵的橄榄酒香气成分的鉴定结果

Table 1 Identification of aromatic components in olive wine fermented with different species of yeast strains

序号	化合物名称	分子式	相对分子量	相对含量 (%)		
				1*	2*	3*
醇类						
1	异戊醇	C ₅ H ₁₂ O	88	28.69	31.08	19.95
2	正己醇	C ₆ H ₁₄ O	102	0.68	0.40	0.60
3	苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	122	3.59	2.12	3.06
4	正丁醇	C ₄ H ₁₀ O	74	1.65	0.74	1.11
5	4-萜烯醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	12.33	12.31	1.62
6	α-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	1.63	1.84	0.82
7	橙花叔醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.62	0.21	0.38
8	柏木脑	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.83		2.70
9	A-毕橙茄醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.28	0.18	0.66
10	喇叭茶醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.41		
11	(S)-顺马鞭草稀醇	C ₁₀ H ₁₆ O	152			0.44
酯类						
12	丁酸乙酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	116			0.93
13	乙酸异戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	130	5.02	2.00	1.63
14	苯甲酸乙酯	C ₉ H ₁₀ O ₂	150	0.88	1.08	0.36
15	丁二酸二乙酯	C ₈ H ₁₄ O ₄	174	0.76	0.58	
16	己酸乙酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	144	3.29	5.75	1.03
17	2-羟基-丙酸乙酯	C ₅ H ₁₀ O ₃	118	1.21	1.09	1.21
18	辛酸乙酯	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172	8.88	10.25	11.24
19	乙酸异胡薄荷酯	C ₁₀ H ₁₈ O	154	1.89	1.98	0.36
20	癸酸乙酯	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	3.85	5.06	12.65
21	十二酸乙酯	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228	1.61	0.96	
22	十四酸乙酯	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	0.47	0.31	2.14
23	十六酸乙酯	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	0.90	0.36	3.85
24	苯甲酸-2-乙基己酯	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	234		2.58	
25	邻苯二甲酸二异丁酯	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	278		0.15	0.15
26	庚酸乙酯	C ₉ H ₁₈ O ₂	160	0.36		
27	壬酸乙酯	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186	0.11		2.71
28	十八酸乙酯	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312		0.79	9.83
29	9-十六碳烯酸乙酯	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282			0.73
30	亚油酸乙酯	C ₂₀ H ₃₆ O ₂	284	0.13	0.07	0.52
31	亚麻酸乙酯	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306	0.15	0.15	0.19
32	十八烯酸乙酯	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	310			0.90
酸类						
33	2-羟乙基酯己酸	C ₈ H ₁₆ O ₃	160	0.19		
34	壬二酸	C ₉ H ₁₆ O ₄	188	0.23	0.21	0.28
35	辛酸	C ₈ H ₁₆ O ₂	144		0.61	
烯烃类						
36	1,3,5,5-四甲基-1,3-环己二烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.49	0.31	0.42
37	1,5,5-三甲基-3-亚甲基-环己烯	C ₁₀ H ₁₆	136	3.80	3.28	
38	3,7,7-三甲基-二环[4.1.0]庚-2-烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.94		
39	萜品烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.83	0.44	
40	异松油烯	C ₁₀ H ₁₆	136	0.32		0.29
41	2,4-二甲基苯乙烯	C ₁₀ H ₁₂	132	0.17	0.21	0.21
42	长叶烯	C ₁₅ H ₂₄	204	0.69	0.46	
43	4-甲基-1-(1-甲基乙基)-环己烯	C ₁₀ H ₁₈	138	1.21		
44	α-蒎烯	C ₁₅ H ₂₄	204		0.15	0.49

续表

序号	化合物名称	分子式	相对分子量	相对含量(%)		
				1*	2*	3*
45	1-石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	204			3.12
46	丁香烯	C ₁₅ H ₂₄	204			0.84
47	α-柏木烯	C ₁₅ H ₂₄	204		0.36	2.61
48	(+)-α-长叶烯	C ₁₅ H ₂₄	204			2.75
	醛类、酮类					
49	壬醛	C ₉ H ₁₈ O	142	0.15	0.12	0.07
50	2-丁基-2-辛烯醛	C ₁₂ H ₂₂ O	182	2.95	2.72	0.43
51	α-环柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.39	1.52	0.36
52	β-环柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	152		0.32	
53	6, 10, 14-三甲基-2-十五烷酮	C ₁₈ H ₃₆ O	268	0.12		
54	4-(2, 6, 6-三甲基-2-环己烯-1-亚基)-2-丁酮	C ₁₃ H ₂₀ O	192	0.77	0.60	0.51
55	香叶基丙酮	C ₁₃ H ₂₂ O	194		0.41	0.21
	其他					
56	2, 6-二叔丁基对甲苯酚	C ₁₅ H ₂₄ O	220	0.95		0.87
57	对异丙基甲苯	C ₁₀ H ₁₄	134	0.27	0.31	0.12
58	3, 5-二叔丁基苯酚	C ₁₄ H ₂₂ O	206		0.43	
59	二十一烷	C ₂₁ H ₄₄	296	0.84	0.26	0.37
60	十六烷	C ₁₆ H ₃₄	226	0.37	0.34	0.10
61	十七烷	C ₁₇ H ₃₆	240	0.43	0.64	0.23
62	十八烷	C ₁₈ H ₃₈	256	0.37	0.41	0.12
63	1, 1-二乙氧基-3-甲基丁烷	C ₉ H ₂₀ O ₂	160	0.36	0.34	0.55
64	2, 3-二甲基-2, 3-二苯基丁烷	C ₁₈ H ₂₂	238			0.50
65	2-十五烷基-1, 3-二氧杂环庚烷	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312	0.62	0.32	0.32
66	2-甲基苯并呋喃	C ₉ H ₈ O	132	1.12	1.88	2.33
67	4-甲基-2-(2-甲基-1-丙烯基)-3, 6-二氢吡喃	C ₁₀ H ₁₆ O	152	1.21	1.31	0.13

注: 1*: 为果酒酵母1383酿造的橄榄酒; 2*: 为果酒干酵母酿造的橄榄酒; 3*: 为果酒酵母1596酿造的橄榄酒。

酯12.65%, 其次为辛酸乙酯11.24%和十八酸乙酯9.83%。大多数酯类具有明显的花果香, 如辛酸乙酯具有白兰地酒的香气, 癸酸乙酯具有葡萄酒的香气等。

2.4.2.3 烯炔类香气组分比较 除了对香气贡献最突出的醇类和酯类外, 3种酒样中还检出了烯炔类香气物质13种, 共有的2种, 这其中主要是萜烯类物质, 但种类差异较大, 这可能在于其含量较低, 在鉴定分析中存在一定的误差。在酵母1383所酿酒中检出了1, 5, 5-三甲基-3-亚甲基-环己烯、4-甲基-1-(1-甲基乙基)-环己烯、萜品烯; 果酒干酵母所酿酒中检出了1, 5, 5-三甲基-3-亚甲基-环己烯、长叶烯、α-柏木烯; 果酒酵母1596所酿酒中检出了(+)-α-长叶烯、1-石竹烯、丁香烯。此类萜烯类物质, 大多具有比较清爽的花香及果香, 虽然含量较低, 但对橄榄酒起着重要修饰作用。

2.4.2.4 酸醛酮及其他香气组分的比较 3种酒样中共检出酸类物质3种, 共有的1种; 醛类物质4种, 共有的3种; 酮类物质3种, 共有的1种; 其他12种, 共有的9种。3种酒样中检出的壬醛具有玫瑰香气, α-环柠檬醛具有柑桔样果香和马鞭草样香韵, 香叶基丙酮具有青香、果香、蜡香、木香, 并有生梨、番石榴、苹果、香蕉、热带水果香韵。

3 结论

3.1 对不同酵母发酵橄榄酒的发酵规律研究。结果表明, 三种酵母在发酵橄榄酒的过程中, 相对应的3种酒样的酒精度, 还原糖含量及酸度变化趋势大致相同, 酒精度均是逐渐上升, 还原糖含量逐渐降低, 酸度先上升后下降。但是由于酵母品种不同, 其生长繁殖特性及发酵能力都有所不同, 导致三者的发酵规律曲线也略有差异, 果酒干酵母发酵周期比果酒酵母1383、果酒酵母1596要短, 其发酵前期代谢较旺盛, 各项指标变化较快, 发酵结束时间较早。发酵完成后, 在三种酵母相对应的三种酒样中, 酒精度由高到低依次为果酒酵母1383、果酒酵母1596、果酒干酵母所酿制的酒; 还原糖含量由高到低依次为果酒干酵母、果酒酵母1596、果酒酵母1383所酿制的酒; 酸度由高到低依次为果酒酵母1596、果酒干酵母、果酒酵母1383所酿制的酒, 初步确定果酒酵母1383酿制的橄榄酒最优。通过对不同酵母发酵规律的研究, 可以把握不同酵母发酵过程中橄榄酒主要指标的演变规律, 并加以严格的控制, 避免因染菌或环境因素而使发酵中变化曲线出现偏离, 导致发酵不正常的现象出现。后续研究应针对发酵规律进行橄榄酒发酵的分段控制, 从而达到最佳效果。

3.2 采用顶空固相微萃取, 通过GC-MS分析不同

酵母发酵橄榄酒的香气成分,三种酒样中共检出香气成分67种,果酒酵母1383、果酒干酵母和果酒酵母1596发酵的橄榄酒共检出香气成分50、49、52种,其中相同的有35种,并用气相色谱峰面积归一化定量计算出各香气成分分别在3种酒样中的相对含量,果酒酵母1383、果酒干酵母和果酒酵母1596发酵的橄榄酒主要香气成分均为异戊醇,相对含量分别为28.69%、31.08%、19.95%,说明三者主要香气成分组成上的一致性,其余香气组分类别及含量都有所差异,这就构成了3种酒样不同的香气特征。对于橄榄酒特征香气组分的鉴定以及香气质量的评价还需有人体嗅觉感官分析的参与才能够完成。

参考文献

- [1] 袁明华,黄俊生,任乃林,等. 橄榄中矿质元素的测定及品质比较[J]. 食品科学,2010,31(16):192-196.
- [2] Pan J Y, Cheng Y Y. Identification and analysis of absorbed and metabolic components in rat plasma after oral administration of 'Shuangdan' granule by HPLC-DAD-ESI-MS/MS[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis,2006,42:565-572.
- [3] 何志勇. 橄榄果肉营养成分的分析[J]. 食品工业科技,2008(12):224-226.
- [4] Zhang L, Lin Y. Tannins from *Canarium album* with potent antioxidant activity[J]. Journal of Zhejiang University-Science B, 2008,9(5):407-415.
- [5] Arciniegas A, Castorena A P, Villasen J L, et al. Chemical constituents of *Roldana aschenborniana* [J]. Biochemical Systematics and Ecology,2004,32:615-618.
- [6] Micol V, Caturla N, Prez-Fons L, et al. The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV) [J]. Antiviral Research,2005,66(2):129-136.
- [7] Lee-Huang S, Huang P L, Zhang D, et al. Discovery of small-molecule HIV-1 fusion and integrase inhibitors oleuropein and hydroxytyrosol: Part I. Integrase inhibition [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications,2007,354(4):872-878.
- [8] 吴雪辉,黄永芳,张惠,等. 橄榄汁饮料加工工艺研究[J]. 食品工业,2008(1):62-64.
- [9] 赵翔,李红良,丘柳娟. 响应面法优化橄榄酒的酿造工艺研究[J]. 食品研究与开发,2011,32(6):80-82.
- [10] 王励治,蒋和休. 野生猕猴桃干酒酿造工艺[J]. 食品科学,2010,31(24):484-487.
- [11] 罗佳丽,王孝荣,王雪莹,等. 不同果酒酵母发酵血橙果酒的发酵规律及香气成分的比较[J]. 食品工业科技,2013,34(5):155-159.
- [12] 梁叶星,王孝荣,熊家艳,等. 草莓果酒的发酵规律和香气成分分析[J]. 食品工业科技,2013,34(16):182-187.
- [13] 全国食品工业标准化技术委员会酿酒分技术委员会. GB/T 15038-2006 中国标准书号[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [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] 吕慧威,孙玉梅,卢明春,等. 自选酵母菌株草莓酒发酵特性比较[J]. 食品科学,2010,31(11):197-201.
- [17] 李景明,于静,吴继红,等. 不同酵母发酵的赤霞珠干红葡萄酒香气成分研究[J]. 食品科学,2009,30(2):185-189.
- [18] 文瑞明. 香料香精手册[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2000:369-371.
- [1] 袁明华,黄俊生,任乃林,等. 橄榄中矿质元素的测定及品质比较[J]. 食品科学,2010,31(16):192-196.
- [2] Hahtunen T, Kankaanpää P, Tahvonen R, et al. Cadmium removal by lactic acid bacteria [J]. Bioscience and Microflora, 2003,22(3):93-97.
- [12] Mattar AF, Teitelbaum DH, Drongowski RA, et al. Probiotics up-regulate MUC-2 mucin gene expression in a Caco-2 cell-culture model [J]. Pediatric Surgery International,2002,18:586-590.
- [13] Ahola AJ, Yli-Knuuttila H, Suomalainen T, et al. Short-term consumption of probiotic-containing cheese and its effect on dental caries risk factors [J]. Archives of Oral Biology,2002,47(11):799-804.
- [14] 蔡信之,黄君红. 微生物学实验[M]. 第三版. 北京:科学出版社,2010:207.
- [15] 王友湘,陈庆森,阎亚丽. 用于乳酸菌分离鉴定的几种培养基的筛选及应用[J]. 食品科学,2007,28(9):374-378
- [16] 管世敏. 降解亚硝酸盐乳酸菌的分离筛选及其在泡菜发酵中的应用研究[D]. 上海:上海师范大学,2010.
- [17] 东秀珠,蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京:科学出版社,1999:143-145.
- [18] 赵保路. 自由基和天然抗氧化剂[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [19] 许宗运,马少宾,张秀萍,等. DPPH. 法测量37种植物抗氧化活性[J]. 塔里木农垦大学学报,2004,16(2):1-4.
- [20] 袁悼斌,高若梅. 邻苯三酚自氧化反应的动力学研究[J]. 高等学校化学学报,1997,18(9):1438
- [21] 李欣,武俊瑞,田甜,等. 大庆自然发酵酸菜中乳酸菌的分离鉴定及耐酸菌株初步筛选[J]. 食品科学,2014,35(1):150-154.
- [22] 葛菁萍,邹鹏,宋刚,等. 酸菜发酵液中乳酸菌的分离与鉴定[J]. 食品工业科技,2007,28(10):83-84.
- [23] 姚丽娅,徐为民,诸永志,等. 产细菌素乳酸菌的筛选及鉴定[J]. 食品工业科技,2008,29(1):160-164.
- [24] 李秀凉,雷虹,张龙丰,等. 从L-乳酸菌酸菜发酵液中初步分离肽类抑菌物质[J]. 食品工业科技,2008,29(7):91-93.
- [25] 李铁军,李爱云,张晓峰. 乳酸菌抗菌机理研究进展[J]. 微生物学通报,2002,29(5):81-85.
- [26] 王玉华,王立梅,冯印,等. 鼠李糖乳杆菌菌株LR12和LR76的抗氧化性研究[J]. 食品科学,2009,30(19):177-179.

(上接第202页)

macrophages by a contact-independent mechanism [J]. Cellular Microbiology,2003,5(4):277-285.