DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.12.024

不同陈酿方式对干化葡萄酒的影响分析

薛逸轩,王菁,肖世娣,张惠玲*
(宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室,宁夏大学 农学院,宁夏 银川 750021)

摘　要:以宁夏贺兰山东麓地区赤霞珠葡萄为原料酿造干化葡萄酒,在橡木桶、不锈钢罐中陈酿1年后,采用固相萃取(solid-phase extraction,SPE)气质联用技术(gas chromatograph-mass spectrometer,GC-MS)对其的挥发性物质以及氨基甲酸乙酯进行测定分析。结果表明:经过橡木桶陈酿后的干化葡萄酒,橡木中的单宁、橡木内酯等物质进入到葡萄酒中,参与干化葡萄酒的香气与味感平衡,明显增加了椰子、香草药、玉簪花、紫罗兰等花果香气,优于不锈钢罐储存效果。在氨基甲酸乙酯含量方面,橡木桶陈酿的干化葡萄酒氨基甲酸乙酯含量低于不锈钢罐陈酿。

关键词:干化葡萄酒;陈酿方式;挥发性物质;氨基甲酸乙酯;气相色谱-质谱联用

Analysis on Different Vinification on the Contents of Dry Wine

XUE Yi-xuan, WANG Jing, XIAO Shi-di, ZHANG Hui-ling*
(Ningxia Key Laboratory for Food Microbial-Applications Technology and Safety Control, School of Agricultural, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: The dry wine made from cabernet sauvignon grapes at the eastern foothill of Helan Mountain, Ningxia, was brewed in oak barrels and stainless steel tanks for more than one year. The contents of volatile substances and ethyl carbamate of wine were measured by using the methods of solid-phase extraction (SPE) and gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS). As a result, in terms of aroma, the tannins and oak-lactone of the oak barrels were permeated into the dry wine after brewing, and these substances contributed to the aroma and tastes of the dry wine, significantly promoting fruit aroma such as smell of coconut, fragrant herb, host flower and violet. The fragrance in the oak barrel was stronger than that in the stainless steel tank. In terms of ethyl carbamate content, the content of the ethyl carbamate of the wine produced in oak barrel was lower than that of wine made in stainless tank.

Key words: dry wine; vinification methods; volatile substances; ethyl carbamate; gas chromatograph-mass spectrometer

引文格式:
薛逸轩,王菁,肖世娣,等.不同陈酿方式对干化葡萄酒的影响分析[J].食品研究与开发,2019,40(12):141-147
XUE Yixuan,WANG Jing, XIAO Shidi, et al. Analysis on Different Vinification on the Contents of Dry Wine[J]. Food Research and Development,2019,40(12):141-147

干化葡萄酒是在葡萄完全成熟后并推迟采摘,在自然条件下进行干化处理,葡萄果实适度失水,可增加糖度、积累香气,使果实物质浓缩。当葡萄原料的糖度等指标达到工艺要求时,除梗破碎、浸渍发酵,陈酿后得到风味独特的优质干红葡萄酒[1]。

氨基甲酸乙酯(ethyl carbamate, EC)是葡萄酒在酿造过程中产生的一种副产物,具有一定程度的致癌性,随着对葡萄酒中氨基甲酸乙酯形成机理的深入研究,发现酒中的氨基甲酸乙酯是乙醇和尿素、瓜胺酸等在偏酸性的条件下为主要途径生成的。干化葡萄酒相较于其他类型的葡萄酒乙醇含量较高,酒体中氨基甲酸乙酯含量就与酒精度大小有直接的关系。另外,

作者简介:薛逸轩(1995—),男(汉),硕士研究生,研究方向:生物发酵。
*通信作者:张惠玲(1963—),女(汉),教授,研究方向:生物发酵。

不同的陈酿方式提供光照、酸碱环境以及氧气浓度的不同是造成氨基甲酸乙酯生成的关键影响因素[2]。

本试验对两种不同陈酿方式的干化葡萄酒进行挥发性物质、氨基甲酸乙酯含量测定分析并进行对比，获得适合于干化葡萄酒的陈酿方式，为改善葡萄酒中挥发性物质和控制氨基甲酸乙酯的生成提供了理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和试剂

赤霞珠葡萄：2016年宁夏贺兰山东麓地区；亚硫酸（食品级）：陕西芳草地工贸有限责任公司；XR型酿酒活性干酵母、OENO 1型乳酸菌：法国Lamothe-Abiet公司；果胶酶，7500PGNU：丹麦Novozymes公司。

氨基甲酸乙酯（纯度≥99.0 %）：西格玛奥德里奇（上海）贸易有限公司；氨基甲酸丙酯（纯度≥98.0 %）：Toronto Research Chemicals Inc；甲醇、正己烷：天津市科密欧化学试剂有限公司；二氯甲烷：天津市大茂化学试剂厂。以上试剂均为高效液相色谱纯。

1.2 仪器与设备

GCMS- QP2010气相色谱-质谱（gas chromatography-mass spectrometry，GC-MS）联用仪：日本岛津公司；手动固相微萃取（solid phase microextraction，SPME）装置：美国Supelco公司；DB-5MS毛细管色谱柱（30 m × 0.25 mm × 0. 25 μm）、DB-WAX毛细管色谱柱（30 m × 0.32 mm × 0. 25 μm）、ChemElut萃取柱12198006：美国安捷伦科技有限公司；NBS-I型氮吹仪：合肥艾本森科学仪器有限公司；HHS-21-6型电热恒温水浴锅：上海博讯实业有限公司医疗设备厂；225L橡木桶：法国Seguin Moreau。

1.3 试验方法

1.3.1 干化葡萄酒制备

1）原料预处理

在卫生、空旷、干燥、通风状态良好的室内拉好铁丝，每行铁丝相隔50 cm，葡萄采收后，将葡萄悬挂于铁丝上，每串葡萄间隔10 cm进行干化处理，每天对葡萄颗粒的品质进行观察，确保每颗葡萄无腐烂、无霉变、无污染，如果有腐烂霉变的果实及时剔除。需要时可适当喷撒亚硫酸（食品级）进行防腐处理[3]，当葡萄含糖的达到35 %左右即可。除梗破碎入不锈钢发酵罐（600 L），按照60.00 mg/L添加6 %亚硫酸（食品级），根据40.00 mg/L的比例添加果胶酶，于10 ℃条件下浸渍7 d。

2）活化酵母

按0.20 g/L称取活性酿酒酵母粉，37 ℃水浴活化30 min，在活化过程中加入少量葡萄汁，使酿酒酵母适应葡萄汁发酵环境，备用。

3）接种发酵

在处理好的发酵罐中，接入活化好的酵母菌，于18 ℃~20 ℃低温条件下进行酒精发酵，期间定时打循环，测定葡萄酒温度、比重，并压帽。

4）皮渣分离

当比重小于0.996，还原糖含量在4.00 g/L左右时进行皮渣分离，倒罐澄清，接种乳酸菌进行苹果酸-乳酸发酵[4]。

5）陈酿

发酵结束后，将其下胶过滤，得到的清澈酒体分别入橡木桶和不锈钢罐体中，在16 ℃左右的环境中进行陈酿，陈酿1年后取样测定，对比分析。

1.3.2 干化葡萄酒挥发性物质检测

1）样品前处理

挥发性物质的提取采用顶空固相微萃取（headspace solid phase microextraction，HS-SPME）技术，取一个20.00 mL顶空瓶，用移液枪加入10.00 mL待分析的干化葡萄酒，将顶空瓶放入40 ℃的水浴锅中水浴10 min，接着插入CAR/DVB/PDMS纤维头吸附30 min，GC解吸5 min，用于GC-MS分析[5-6]。

2）色谱-质谱条件

气相色谱条件：色谱柱为DB-5MS（30 m×0.25 mm×0.25 μm），升温程序：40 ℃保持2 min，以10 ℃/min的升温速度升至260 ℃，保持10 min。载气为He（99.999 %），体积流量为3 mL/min，进样口温度为250 ℃，分流进样，分流比为20∶1。

质谱条件为：电子电离源（electronic ionization，EI）电子能量为70 eV，灯丝电流为0.20 mA。检测器电压为350 V。扫描范围为20 m/z~450 m/z，离子源温度200 ℃，出峰时间1.5 min。

3）定性定量分析

利用美国国家标准技术研究所（National Institute of Standards and Technology，NIST）107标准谱库自动检索各组分质谱数据，根据化合物的结构特征，与NIST11s.lib谱库中标准化合物的图谱进行比较判别化合物类型，并根据挥发性风味物质的总离子流色谱图计算香气化合物的百分含量。

4）主体风味成分分析

采用ROAV法[7]评价挥发性成分对干化葡萄酒风

味影响的大小。定义对样品风味贡献最大的组分为 $ROAV_{stan}$=100,其他组分(A)的 $ROAV$ 按下式计算：

$$ROAV_A \approx 100\times\frac{C_A}{C_{stan}} \quad (1)$$

式中：C_A 为各挥发性组分的相对含量,%；T_A 为各挥发性组分的香气阈值,mg/kg；C_{stan} 为对样品风味贡献最大组分的相对含量,%；T_{stan} 为对样品风味贡献最大组分的香气阈值,mg/kg。

以相对含量最大挥发性物质 $ROAV_{stan}$=100[8],计算得到其他化合物的 $ROAV$；当 $ROAV$ 不小于 1 时,确定为挥发性物质为干化葡萄酒的主体风味成分；当 0.1≤$ROAV$≤1 时,确定为挥发物质对干化葡萄酒总体风味具有重要贡献[9]。

1.3.3　干化葡萄酒氨基甲酸乙酯含量检测

1.3.3.1　标准溶液的配置

称取 0.10 g 氨基甲酸乙酯 于 100.00 mL 容量瓶中,用甲醇溶液定容,配制成 1 000.00 mg/L 的储备液；再移取 0.50 mL 储备液至 50.00 mL 容量瓶中，甲醇定容,配制成 10.00 mg/L 的 EC 工作液。

称取 0.10 g 氨基甲酸丙酯(内标物)于 100.00 mL 容量瓶中,用甲醇溶液定容,配制成 1 000.00 mg/L 的储备液；再移取 0.50 mL 储备液至 50.00 mL 容量瓶中,甲醇定容,配制成 10.00 mg/L 的 nPC 工作液。

1.3.3.2　样品前处理

移取 0.50 mL 配制好的氨基甲酸丙酯内标工作液于 10.00 mL 容量瓶中,用酒样定容后混匀。取 10.00 mL 的正己烷于固相萃取柱上活化，接着移取 3.00 mL 制备好的酒样于固相萃取柱上,流速为 5 滴/min 左右,缓慢过柱使存留在小柱中的正己烷流干,静置 10 min 使酒样充分吸附后,弃去流出液。再用 2.00 mL 的正己烷洗柱,弃去流出液。最后用 10.00 mL 二氯甲烷洗脱,并用氮吹仪专用瓶收集洗脱液,直至洗脱液流干,将收集液用氮吹仪 30 ℃下氮吹至 1.00 mL，转移至色谱样品瓶,待进样分析[10]。

1.3.3.3　色谱-质谱条件

气相色谱条件：色谱柱为 DB-WAX 毛细管色谱柱(30 m×0.32 mm×0.25 μm),升温程序:60 ℃保持 5 min,以 4 ℃/min 的升温速度升至 150 ℃，保持 2 min,以 10 ℃/min 的升温速度升至 200 ℃,保持 2 min。载气为 He(99.999 %),体积流量为 3 mL/min,进样口温度为 250 ℃,不分流进样。

质谱条件为：电子电离源（electronic ionization,EI)电子能量为 70 eV,灯丝电流为 0.20 mA。检测器电压为 350 V。扫描范围为 20 m/z~450 m/z,离子源温度 200 ℃。

1.3.3.4　定性定量分析

利用美国国家标准技术研究所 107 标准谱库自动检索各组分质谱数据。使用 EC 工作液分别用二氯甲烷制成 1.00、2.00、5.00、10.00、20.00 μg/L 浓度的 EC 溶液,每一份 EC 溶液中加入浓度为 10.00 mg/mL 的 nPC 0.75 mL,以 EC 浓度为横坐标,EC 和 nPC 的峰面积比值为纵坐标制作标准曲线。将处理好的试样加入内标进样分析的结果,利用标准曲线回归方程(2)计算出试样中 EC 含量。

$$Y=0.01X+0.012, R^2=0.962 \quad (2)$$

2　结果与分析

2.1　不同陈酿方式处理对干化葡萄酒中挥发性物质的影响

2.1.1　不同处理的干化葡萄酒挥发性物质 GC-MS 分析总离子流色谱图

干化葡萄酒挥发性物质 GC-MS 分析总离子流色谱图见图 1。

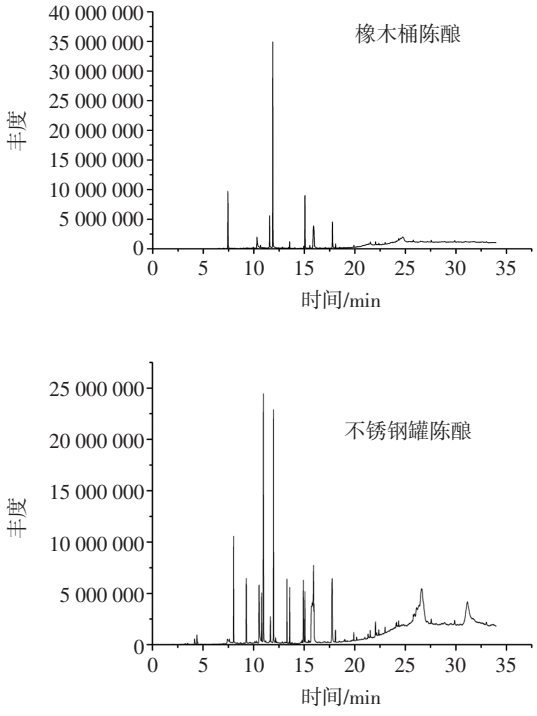

图 1　不同处理的干化葡萄酒挥发性物质 GC-MS 分析总离子流色谱图

Fig.1　Total ion chromatogram of aroma compounds of dry wine under different treatments analysis by GC-MS

2.1.2　干化葡萄酒中挥发性物质分析

两种陈酿方式下干化葡萄酒中挥发性物质成分及相对含量见表 1。

表 1 两种陈酿方式下干化葡萄酒中挥发性物质成分及相对含量

Table 1 The components and relative contents of volatile matters in dry wine under two vinification methods

序号	化合物名称	感官描述	香气阈值/(mg/kg)	相对含量/%	
				橡木桶	不锈钢罐
	酯类				
1	甲酸己酯	苹果、未成熟梅子香气	–	0.26	0.33
2	辛酸乙酯	白兰地酒气	0.100[11]	26.44	14.57
3	癸酸乙酯	梨子香气	0.490[11]	7.16	6.73
4	庚酸乙酯	菠萝香气	0.170[11]	0.19	–
5	壬酸乙酯	强烈葡萄气	1.200[11]	3.60	7.32
6	正己酸乙酯	水果香气	0.001[12]	8.29	3.00
7	丙位壬内酯	浓甜椰子气	0.065[11]	0.12	0.09
8	反式-4-癸烯酸乙酯	梨子香气	–	0.34	0.13
9	十四酸乙酯	椰子、康乃馨香气	–	0.56	0.12
10	酞酸二甲酯	微具芳香气味	–	11.11	4.94
11	乙酸异戊酯	香蕉香气	1.000[11]	–	0.32
12	棕榈酸乙酯	朗姆酒香气	1.500[11]	–	0.40
13	油酸乙酯	花香和果香香气	3.500[11]	–	0.54
14	乙酸戊酯	香蕉香气	0.050[11]	0.15	0.38
15	乙酸-2-甲基丁酯	香蕉、苹果香气	–	0.32	0.39
16	乙酰乙酸异戊酯	草药香气	–	0.41	–
17	3-甲基戊酸乙酯	菠萝、蓝莓香气	–	0.96	3.00
18	丁二酸二乙酯	水果、花香气	353.193[13]	4.81	4.23
19	丁位十一内酯	甜香、乳香气	–	–	0.09
20	丁位十二内酯	浓甜桃子果香气	–	0.20	0.06
21	2-甲基戊酸甲酯	浆果、菠萝蜜热带水果香气	–	8.29	–
22	辛酸甲酯	桔子或葡萄香气	0.500[11]	0.44	–
23	壬酸甲酯	葡萄香气	1.200[11]	0.43	–
24	十二烷基异戊酯	微弱油和脂香气	–	–	0.30
25	乙酸苯乙酯	甜蜜香气	0.020[11]	0.11	–
26	威士忌内酯	威士忌香气	0.080[11]	0.12	–
27	己酸异戊酯	苹果和菠萝香气	0.900[11]	0.14	–
28	异戊酸异戊酯	苹果和香蕉等水果香气	–	0.16	–
29	辛酸-3-甲基丁酯	呈水果香气,稀释后呈白兰地酒香	–	0.17	–
30	酞酸二乙酯	微具芳香气味	–	4.79	0.54
	羰基类				
31	壬醛	甜橙香气	0.015[11]	0.10	–
32	十二醛	强烈紫罗兰香气	0.011[11]	0.20	–
33	肉豆蔻醛	脂肪、牛奶香气	0.060[11]	–	0.19
34	十六醛	花和蜡的弱香气	–	–	0.25
35	癸醛	柑橘皮香气	0.007[11]	0.27	–
36	苯乙醛	浓郁玉簪花香气	0.040[11]	3.76	–
37	5-羟基-4-辛酮	奶油和豆蔻香气	–	–	0.82
38	紫罗兰酮	甜花香、松木香、紫罗兰香	0.002[11]	0.15	–
	醇类				
39	苯乙醇	玫瑰花香气	14.000[11]	3.76	0.46
	羧酸类				
40	壬酸	脂肪和椰子香气	1.500[11]	–	0.12
41	9-癸烯酸	果香和乳香气	–	0.34	–

注:-表示未查询到资料或未检出。

由表 1 可以得出，两种方式下陈酿的干化葡萄酒中共同拥有的挥发性物质 16 种。橡木桶陈酿后的干化葡萄酒中有 32 种挥发性物质,其中,庚酸乙酯、2-甲基戊酸甲酯、辛酸甲酯、辛酸乙酯、癸酸乙酯、酞酸二甲酯等,构成了干化葡萄酒的菠萝、梨、桔子、香蕉、椰子、葡萄等水果香气,使得葡萄酒的果香浓郁,口感圆润,具有了不同的风味和口感。不锈钢罐酿后的干化葡萄酒中有 25 种挥发性物质，特有的十四酸乙酯、乙酸异戊酯、肉豆蔻醛、5-羟基-4-辛酮等,为干化葡萄酒提供了牛奶的乳脂和油脂气味。这是由于不锈钢罐比橡木桶拥有更多的空留空间,存留大量空气,而酒中酚类物质的氧化产物醌可以与相应的高级醇或者氨基酸反应生成脂族醛类等物质[14-16]。橡木桶比不锈钢罐增加更多的是橡木中的物质，在陈酿过程中,橡木中的顺式橡木内酯、4-乙基愈创木酚、香草醛、糠醇等物质融入酒中,其中的酚类物质会发生改变[17],使橡木桶所提供的杏仁气味部分转变成类似草药的气味。橡木桶陈酿下高聚单宁含量较高[18],有利于葡萄酒粗糙感降低,橡木桶对于柔化粗糙单宁感作用优于不锈钢罐,使干化葡萄酒挥发性物质更加复杂富有结构感。

2.1.3　干化葡萄酒主体风味分析

根据表 1 中的部分化合物的阈值及相对含量可以得出,橡木桶和不锈钢罐陈酿后,辛酸乙酯在两种不同陈酿方式下相对含量最高，将辛酸乙酯的 *ROAV* 值设为 100,算出其他挥发性物质的 *ROAV* 值如表 2 所示。

表 2　两种陈酿方式下干化葡萄酒中挥发性物质的相对气味活度值

Table 2　Relative odor activity value of volatile matters in dry wines under two vinification methods

序号	化合物名称	感官描述	*ROAV*	
			橡木桶	不锈钢罐
1	癸酸乙酯	梨子香气	5.527 0	9.427 4
2	庚酸乙酯	菠萝香气	0.423 4	–
3	壬酸乙酯	强烈葡萄气	1.134 5	41.865 0
4	正己酸乙酯	水果香气	3135	2 059
5	丙位壬内酯	浓甜椰子气	0.692 3	0.953 9
6	辛酸甲酯	桔子或葡萄香气	0.332 0	–
7	壬酸甲酯	葡萄香气	0.135 8	–
8	乙酸苯乙酯	甜蜜香气	2.100 0	–
9	威士忌内脂	威士忌香气	0.562 5	–
10	壬醛	甜橙香气	2.533 3	–
11	十二醛	强烈紫罗兰香气	6.909 1	–
12	癸醛	柑橘皮香气	14.571 4	–
13	苯乙醛	浓郁玉簪花香气	35.550 0	–
14	紫罗兰酮	甜花香、松木香、紫罗兰香	28.500 0	–
15	苯乙醇	玫瑰花香气	0.101 0	–
16	乙酸异戊酯	香蕉香气	–	0.219 6
17	棕榈酸乙酯	朗姆酒香气	–	0.183 4
18	油酸乙酯	花香和果香香气	–	0.106 1
19	乙酸戊酯	香蕉香气	–	5.220 0
20	肉豆蔻醛	牛奶脂肪香气	–	2.166 7

续表 2　两种陈酿方式下干化葡萄酒中挥发性物质的相对气味活度值

Continue table 2　Relative odor activity value of volatile matters in dry wines under two vinification methods

注:–表示未查询到资料。

橡木桶陈酿方式独有的癸醛、苯乙醛和紫罗兰酮（*ROAV*>10),主要表现为柑橘皮、玉簪花、松木香、紫罗兰香的特征,有些物质虽然含量少,但是物质含量大小与风味特征没有直接的关系,有些物质需要很高浓度才能引起嗅觉反应，有些含量很少就可以被感知,例如,不锈钢罐陈酿方式独有的乙酸戊酯、肉豆蔻醛虽然含量低（10>*ROAV*>1),但香气贡献大,使酒体具有脂肪香气。

2.2　不同陈酿方式处理对干化葡萄酒中氨基甲酸乙酯的影响

2.2.1　氨基甲酸乙酯标准品内标法测定

由图 2 得出标准品氨基甲酸乙酯和氨基甲酸丙酯的出峰时间分别在 19.600 min 和 22.400 min，通过标准品的时间来确定干化葡萄酒中的氨基甲酸乙酯和氨基甲酸丙酯的出峰时间。

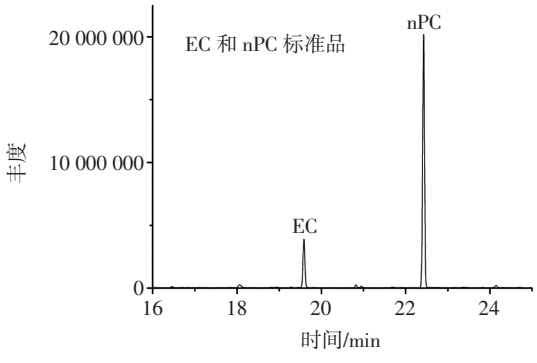

图 2　氨基甲酸乙酯和氨基甲酸丙酯标准物质的选择离子色谱图

Fig.2　SIM chromatogram of EC and nPC

2.2.2　不同处理的干化葡萄酒氨基甲酸乙酯 GC-MS 分析总离子色谱图

不同处理干化葡萄酒氨基甲酸乙酯 GC-MS 分析总离子流色谱图见图 3。

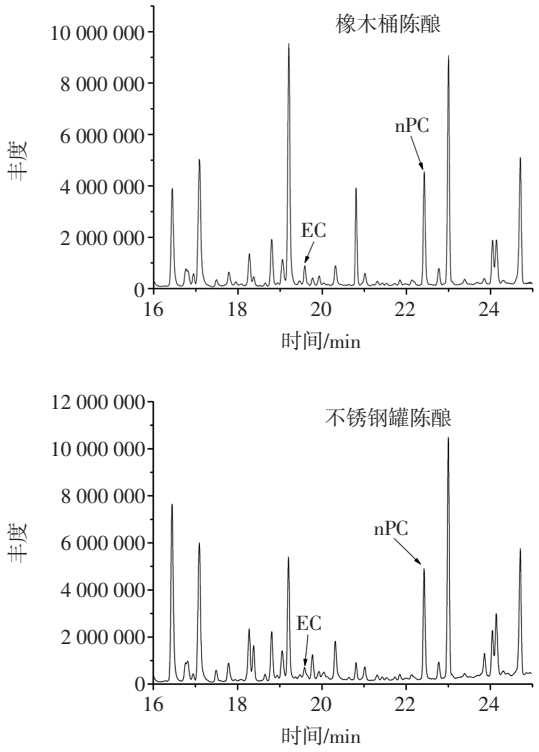

图 3 不同处理的干化葡萄酒氨基甲酸乙酯 GC–MS 分析总离子流色谱图

Fig.3 Total ion chromatogram of EC of dry wine under different treatments analysis by GC–MS

2.2.2 不同处理的干化葡萄酒中氨基甲酸乙酯分析

不同处理的干化葡萄酒中氨基甲酸乙酯含量见表 3。

表 3 不同陈酿方式下干化葡萄酒氨基甲酸乙酯含量

Table 3 The content of ethyl carbamate in dry wine under different vinification

陈酿方式	氨基甲酸乙酯含量/(μg/L)
橡木桶	27.642 3
不锈钢罐	36.219 0

根据表 3 中数据,可以看出,不锈钢罐陈酿方式下氨基甲酸乙酯含量高于橡木桶陈酿方式,氨基甲酸乙酯含量与前体物质浓度、氧气、乙醇的含量、偏碱性的陈酿环境、避光有关。在橡木桶陈酿过程中,酒体在橡木桶中是保持充盈状态的,这就极大地降低了酒体与氧气的接触面积。橡木表面虽然看起来平滑,但是其内部具有很多微小气孔,Nevares 等[19]发现葡萄酒中的乙醇和水能够通过橡木的这些气孔到空气中,并且橡木中的多羟基酚类与乙醇竞争发生醇解反应;曾新安等[20]的结果表明,新鲜葡萄酒入桶后,酒中的溶解氧逐渐减少,3 个月后达到稳定值。这就造成了干化葡萄酒在橡木桶陈酿的过程中酒精度和氧气含量相比较不锈钢罐陈酿要低。同时有机酸含量不断下降[21],陈酿环境更偏向碱性。橡木桶通常置于地窖环境中,近无光照。资料显示,现如今我国只有 GB 5009.223–2014《食品安全国家标准 食品中氨基甲酸乙酯的测定》等国家标准,尚未出台有关于氨基甲酸乙酯在干化葡萄酒中限量的标准。对比国外相关标准[22],可以得出,橡木桶陈酿下的干化葡萄酒氨基甲酸乙酯含量更低,更加安全。

3 结论

通过试验得出,不同陈酿方式下的干化葡萄酒挥发性物质成分以及主体风味为癸醛、苯乙醛和紫罗兰酮提供;氨基甲酸乙酯含量方面,橡木桶优于不锈钢罐陈酿。

橡木桶中的干化葡萄酒挥发性物质更丰富,辛酸乙酯、癸醛、紫罗兰酮等构成了葡萄酒的白兰地、椰子、葡萄、香草药、玉簪花、紫罗兰等水果、花朵挥发性气味,使得干化葡萄酒果香、花香浓郁,风味独特,口感圆润。不锈钢罐中干化葡萄酒中含有的十四酸乙酯、乙酸异戊酯、肉豆蔻醛提供了似于牛奶的乳脂和油脂挥发性气味。

橡木桶的陈酿环境具有低氧、低乙醇、偏碱性、避光的特性,在一定程度上抑制了氨基甲酸乙酯的生成,在橡木桶陈酿方式下酒体中检测到的氨基甲酸乙酯含量 27.642 3 μg/L,不锈钢罐陈酿方式下酒体中检测到的氨基甲酸乙酯含量 36.219 0 μg/L。

参考文献:

[1] 曹芳玲.赤霞珠干酒优化工艺及质量控制研究[J].保鲜与加工,2016,16(6): 107–110

[2] 周凯,唐冰娥,徐振林,等.发酵食品中氨基甲酸乙酯形成机理和快速检测方法研究进展[J].生物加工过程,2018,16(2): 31–41

[3] 张艳艳,邓婧,伍鹏兮.亚硫酸盐在食品加工领域中的应用研究[J].食品工业,2016,37(11): 211–214

[4] 付丽霞,张惠玲,齐晓琴,等.干化葡萄酒品质的比较及挥发性成分的 GC–MS 分析[J].中国酿造,2017,36(2): 166–170

[5] 王琦. 枸杞发酵酒类胡萝卜素降解对香气影响的研究[D]. 银川:宁夏大学,2015: 8

[6] 孔程仕. 干型葡萄酒挥发性风味物质 GC–MS 研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2013: 21–31

[7] 刘登勇,周光宏,徐幸莲.确定食品关键风味化合物的一种新方法:“ROAV”法[J].食品科学,2008(7): 370–374

[8] 徐丹萍,蒲彪,刘书亮,等.不同发酵方式的泡菜挥发性成分分析[J].食品利学,2015,36(16): 94–100

[9] 张强,辛秀兰,杨富民,等.主成分分析法评价红树毒果醋的相对

气味活度值[J].现代食品利技,2015, 35(11): 332-338
[10] 付方圆,薛洁,梁萌萌,等.葡萄酒贮存过程中氨基甲酸乙酯含量的变化[J].食品与发酵工业,2014,40(8): 3 4-39
[11] 里奥·范·海默特. 化合物香味阈值汇编 (原书第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 7
[12] 孙宝国.食用调香术[M].北京:化学工业出版社,2010: 20-28
[13] 范文来,徐岩.白酒 79 个风味化合物嗅觉阈值测定[J].酿酒,2011, 38(4): 80-84
[14] ESCUDERO A, HERNÁNDEZ-ORTE P, CACHO J, et al. Clues about the role of methional as character impact odorant of some oxidized wines[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(9): 4268-4272
[15] SILVA FERREIRA A C, HOGG T, GUEDES DE PINHO P. Identification of key odorants related to the typicalaroma of oxidation-spoiled white wines[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003,51(5): 1377-1381
[16] CULLERÉ L, CACHO J, FERREIRA V. An assessment of the role played by some oxidation-related aldehvdes in wine aroma[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2007,55(3): 876-881
[17] 杜金华,夏秀梅.酚类物质在红葡萄酒中的作用[J].中外葡萄与葡萄酒,2001(2): 48-50
[18] 成晓玲. 赤霞珠干红葡萄酒贮存过程中化学物质变化规律的研究[D]石家庄.河北科技大学,2012: 30-32
[19] Nevares I, Crespo R, Gonzalez C, et al. Imaging of oxygen transmission in the oak wood of wine barrels using optical sensors and a colour camera[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2014, 20(3): 353-360
[20] 曾新安,岳强,肖利民.橡木桶陈酿过程中葡萄酒溶解氧的变化[J].酿酒科技,2005(11): 73-74
[21] 张会宁,刘延琳,胡立志.橡木桶陈酿过程中葡萄酒有机酸的变化[J].中国酿造,2014,33(1): 60-63
[22] 梁新红.中国葡萄酒中氨基甲酸乙酯的研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2007

收稿日期:2018-10-17

欢迎订阅 2019 年《食品研究与开发》

《食品研究与开发》是由天津市食品研究所有限公司和天津市食品工业生产力促进中心主办,国内外公开发行的食品专业科技期刊,1980 年创刊,半月刊,采用国际流行开本大 16 开。其专业突出,内容丰富,印刷精美,是一本既有基础理论研究,又包括实用技术的刊物。本刊已被“万方数据库”、“中文科技期刊数据库”、《乌利希期刊指南》、美国《化学文摘》、英国国际农业与生物科学研究中心(CABI)、英国《食品科技文摘》(FSTA)等知名媒体收录,并被列入“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、RCCSE 中国核心学术期刊(A)。主要栏目有:基础研究、应用技术、检测分析、生物工程、专题论述、食品机械等。

本刊国内统一刊号 CN 12-1231/TS;国际刊号 ISSN 1005-6521;邮发代号:6-197。全国各地邮局及本编辑部均可订阅。从本编辑部订阅全年刊物享八折优惠。2019 年定价:30 元/册,全年 720 元。

本编辑部常年办理邮购,订阅办法如下:

(1)邮局汇款。地址:天津市静海县静海经济开发区南区科技路 9 号;收款人:《食品研究与开发》编辑部;邮政编码:301600。

(2)银行汇款。开户银行:工商银行静海支行

账号:0302095119300204171;单位:天津市食品研究所有限公司。

《食品研究与开发》编辑部
www.tjfrad.com.cn
E-mail:tjfood@vip.163.com
电话(传真):022-59525671