

不同酿造工艺对两性花毛葡萄NW196葡萄酒挥发性物质的影响

刘 晶¹, 李 华^{1,2}, 陶永胜^{1,2}, 张 莉^{1,2}, 王 华^{1,2,*}

(1.西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2.陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 为研究不同酿造工艺对两性花毛葡萄NW196葡萄酒挥发性物质的影响, 采用仪器辅助液液萃取法提取葡萄酒中的挥发性成分, 并进行气相色谱-质谱联机分析。结果表明: CO₂浸渍工艺增加了酒中酯类、酸类和酚类等物质的含量以及挥发性物质的种类总数和总含量, 苹果酸乳酸发酵增加了酒中醇类、酸类、酮类、酚类等物质的含量以及挥发性物质的种类总数和总含量, CO₂浸渍工艺结合苹果酸乳酸发酵能够丰富葡萄酒中的挥发性成分并形成不同于传统葡萄酒的独特风格。

关键词: 酿造工艺; 两性花毛葡萄NW196; CO₂浸渍; 葡萄酒; 挥发性物质

Effects of Winemaking Processes on Volatile Compounds of Wine Made from Hermaphrodite Grape Variety NW196

LIU Jing¹, LI Hua^{1,2}, TAO Yong-sheng^{1,2}, ZHANG Li^{1,2}, WANG Hua^{1,2,*}

(1. College of Enology, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2. Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling 712100, China)

Abstract: In order to investigate the effects of different winemaking processes on volatile compounds of wine made from hermaphrodite grape variety NW196, the volatile components in wines were extracted by liquid-liquid method and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Results indicated that carbonic maceration increased the contents of esters, acids and phenols as well as the species and contents of volatile compounds in wines while malolactic fermentation enhanced the contents of alcohols, acids, ketones and phenols as well as the contents of volatile compounds in wines. The combination of carbonic maceration and malolactic fermentation could form more volatile compounds in wines and a unique taste which was different from traditional wine.

Key words: winemaking process; hermaphrodite grape variety NW196; carbonic maceration; wine; volatile compounds

中图分类号: TS262.6

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)10-0117-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201310025

两性花毛葡萄NW196是以东亚种野生毛葡萄为母本, 欧亚种酿酒葡萄品种“粉红玫瑰”为父本经远缘杂交选育出的两性花杂交种后代^[1]。该品种葡萄具有着果率高、丰产稳产、抗病性较强等特点, 果实品质及酿酒性能均优于原野生毛葡萄而又能保持原特色^[2], 且其能利用南方气候条件优势正常生产出一两年两熟葡萄, 二茬果一般在11月下旬成熟, 有效调节了葡萄酿造加工原料供应期, 深受酿造加工企业的欢迎^[3]。

葡萄酒香气是构成葡萄酒产品感官质量的重要方面, 能够体现葡萄酒的感官特征和典型性^[4]。目前, 在葡萄酒中已经鉴定出1000多种风味化合物, 这些化合物除

了来源于葡萄果实以外, 绝大部分来源于酵母菌的酒精发酵过程^[5], 因此酿造工艺对葡萄酒中挥发性成分的组成及其含量具有重要影响。目前葡萄酒酿造中使用的方法有连续发酵法、旋转罐发酵法、热浸渍工艺和CO₂浸渍发酵等, 其中CO₂浸渍酿造法是将整粒葡萄浆果置于充满CO₂的密闭容器中首先进行细胞内发酵, 然后在进行酒精发酵, 所酿制的葡萄酒色泽鲜艳, 香气浓郁, 口味丰满柔和, 具有纯净优雅爽悦的口感, 且酸度低、成熟快, 富有新鲜悦人的果香味与醇美协调的酒香味, 具有独特的风格^[6-7]。

目前我国葡萄酒生产中普遍采用欧亚种葡萄, 有

收稿日期: 2012-02-20

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD31B07); 国家“948”葡萄新品种及配套栽培技术引进项目(2009-4-09)

作者简介: 刘晶(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为葡萄与葡萄酒学。E-mail: liujing5482@163.com

*通信作者: 王华(1959—), 女, 教授, 博士, 研究方向为葡萄与葡萄酒学。E-mail: wanghua@nwsuaf.edu.cn

关该种葡萄及其所酿酒中挥发性成分的研究较多^[8-10], 但对我国特有的野生毛葡萄及其杂交种所酿葡萄酒挥发性物质的研究较少。本研究利用气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)仪对4种工艺酿造的两性花毛葡萄NW196干红葡萄酒中的挥发性物质进行测定, 分析CO₂浸渍工艺和苹果酸乳酸法对其种类和含量的影响, 旨在为充分开发利用野生毛葡萄及其杂交种葡萄种质资源、酿造我国特色葡萄酒提供建议和方向。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

两性花毛葡萄NW196葡萄一茬果, 2011年7月15日采收于广西省河池市都安瑶族自治县。原料含糖量为178.4g/L, 含酸量(以酒石酸计)为14.05g/L。

乙醇、二氯甲烷均为色谱纯; 无水硫酸钠、硫酸镁为分析纯; 2-辛醇(标样)。

1.2 仪器与设备

Thermo Finnigan TRACE DSQ气相色谱-质谱-计算机联用仪 美国Finnigan公司; SENCO W20薄膜旋转蒸发仪 上海申生科有限公司; SHB-111真空泵 郑州长城科工贸有限公司; 纯水机 英国Millipore公司; 超声波萃取仪、磁力搅拌器等。

1.3 方法

1.3.1 酿酒工艺

葡萄采收后按照4种工艺酿造NW196干红葡萄酒:

(1)传统工艺(196CK): 参照西北农林科技大学葡萄酒学院“小容器酿造规范”, 酒精发酵结束后加入SO₂(50mg/L)终止发酵^[7]; (2)CO₂浸渍酿造工艺(196CK+MLF): 葡萄→分选→整穗入罐(通入CO₂, 加入SO₂ 60mg/L)→厌氧浸渍(15d、30~35℃, 每隔1d补充CO₂)→分离压榨→酒精发酵(18~20℃)→发酵中止, 分离→倒罐→低温贮藏^[11]; (3)传统工艺+苹果酸乳酸发酵(196MC): 按传统工艺酒精发酵结束后, 经苹果酸乳酸发酵, 然后加入SO₂(50mg/L)终止发酵, 分离→倒罐→低温贮藏; (4) CO₂浸渍酿造工艺+苹果酸乳酸发酵(196MC+MLF): 按CO₂浸渍工艺酒精发酵结束后, 经苹果酸乳酸发酵, 然后加入SO₂(50mg/L)终止发酵, 分离→倒罐→低温贮藏。

1.3.2 样品制备

取50mL酒样加入到100mL具塞锥形瓶中, 添加20μL 2-辛醇乙醇溶液(500mg/L, 内标物), 2g MgSO₄粉末和20mL二氯甲烷, 锥形瓶加盖密封。置冰浴中, 在磁力搅拌器上搅拌萃取(500r/min)1h, 混合物经超声波超声15min(25℃), 去除乳化现象, 收集有机相, 无水Na₂SO₄脱水, 有机相滤纸过滤, 旋转蒸发仪浓缩至1mL, 供GC-MS上机分析。每个样品的挥发性成分萃取操作做3次重复^[12-13]。

1.3.3 色谱条件

色谱条件: 色谱柱RtxR25 MS(15m×0.25mm, 0.25μm); 样口温度为260℃, 柱温箱起始温度60℃, 保留时间2.5min, 以6℃/min升温至240℃, 保留15min; 载气He, 流速1mL/min; 分流比80:1, 进样量1μL。

质谱条件: 电子电离(electron ionization, EI)方式, 电离电压70eV, 离子源温度200℃, 连接杆温度260℃。

1.3.4 挥发性成分的定性定量分析

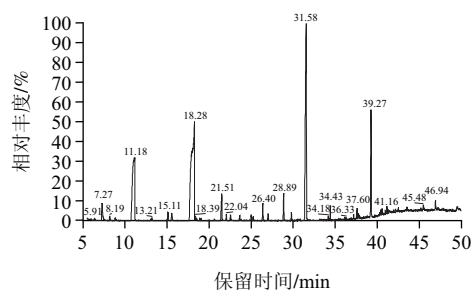
定性分析: 样品总离子流图中色谱峰定性采用气相色谱-质谱联用仪随机所带NIST 2.0谱库和Willey谱库检索, 结合相关文献保留指数比对确认^[14]。

定量分析: 采用2-辛醇内标法进行半定量, 计算公式如下^[14]:

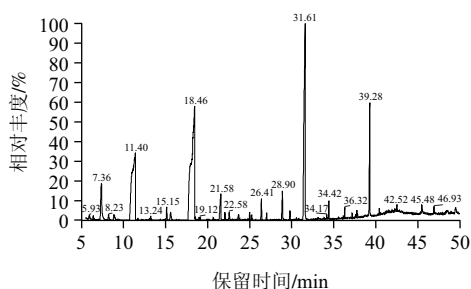
检测物质浓度=(检测物质峰面积/2-辛醇峰面积)×2-辛醇浓度

2 结果与分析

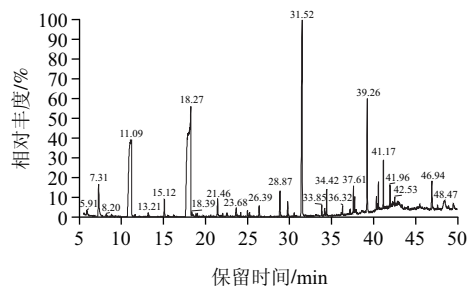
2.1 干红葡萄酒挥发性物质的GC-MS检测结果



A. 传统工艺酿造的葡萄酒



B. 传统工艺且进行苹果酸乳酸发酵的葡萄酒



C. CO₂浸渍工艺酿造的葡萄酒

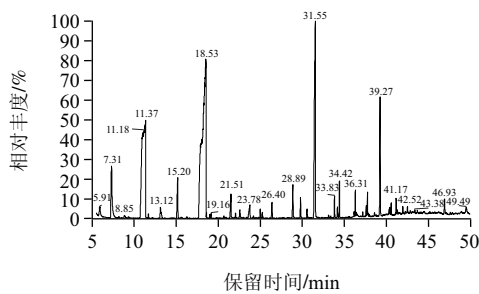
D. CO₂浸渍工艺且进行苹果酸乳酸发酵的葡萄酒

图1 4种葡萄酒中挥发性物质GC-MS总离子图

Fig.1 Total ion current chromatograms of volatile compounds in wine made by four different processes

使用GC-MS对4种工艺酿造的NW196干红葡萄酒的挥发性成分进行分析,总离子图见图1,利用NIST02版本图谱检索进行检索,鉴定出的各挥发性物质的种类和含量见表1。检索结果表明,传统工艺酿造的NW196干红葡萄酒(196CK)经GC-MS分析,分离出45个峰,鉴定出40种挥发性物质,包括12种醇(258.52mg/L)、19种酯(51.28mg/L)、5种酸(9.49mg/L)、3种酮(2.08mg/L)和1种酚(0.29mg/L)。传统工艺+苹果酸乳酸发酵的NW196干红葡萄酒(196CK+MLF)分离出50个峰,鉴定出42种挥发性物质,包括12种醇(293.56mg/L)、17种酯(43.37mg/L)、6种酸(10.34mg/L)、3种酮(3.14mg/L)、2种酚(2.14mg/L)、1种酸酐(0.33mg/L)和1种含氮化合物(0.15mg/L)。CO₂浸渍工艺酿造的NW196干红葡萄酒(196MC)分离出47个峰,鉴定出42种挥发性物质,包括14种醇(243.81mg/L)、18种酯(61.96mg/L)、6种酸(12.23mg/L)、1种酮(1.11mg/L)、2种酚(3.63mg/L)和1种含氮化合物(1.04mg/L)。CO₂浸渍工艺+苹果酸乳酸发酵的NW196干红葡萄酒(196MC+MLF)分离出54个峰,鉴定出45种挥发性物质,包括13种醇(294.17mg/L)、17种酯(51.90mg/L)、8种酸(19.59mg/L)、3种酮(2.67mg/L)、3种酚(7.78mg/L)和1种酸酐(0.31mg/L)。

2.2 醇类物质的分析

葡萄酒中的醇类主要来源于酒精发酵、氨基酸转化及亚麻酸降解物的氧化^[15]。由表1可知,4种工艺酿造的葡萄酒中醇类物质均占主要部分,共检测到16种醇类,其中有8种是4种酒所共有的,它们是:丙醇、2-甲基-1-丙醇、丁醇、3-甲基-1-丁醇、L-(+)-2,3-丁二醇、3-(甲硫基)-1-丙醇、苯甲醇和苯乙醇。从醇类物质的总含量上来看,均是进行苹果酸乳酸发酵的葡萄酒比未经此发酵的葡萄酒中高,如196CK+MLF酒样比196CK酒样中醇类含量高35.04mg/L,196MC+MLF酒样比196MC酒样高50.36mg/L,这说明苹果酸乳酸发酵可以增加酒样中醇类物质的含量,但并未丰富其种类,只有196MC酒样中有14种醇类,其他酒样中分别为12、12和13种。4种酒样中,含量最高的两种物质均是异戊醇和苯乙醇,说明这两种醇类物质是NW196干红葡萄酒中的主要物质。此

外,3-戊醇和2-甲基-6-庚烯-1-醇只在传统工艺葡萄酒中发现,而3-乙氧基-1-丙醇、3-苯丙醇和6-甲基-5-庚烯-2-醇仅在CO₂浸渍葡萄酒中检测到,其中以3-苯丙醇在两组酒样中的含量差异最为明显,在传统工艺葡萄酒中没有检测到,而在CO₂浸渍葡萄酒中分别高达1.74mg/L和2.26mg/L,这说明不同的酿造工艺对葡萄酒中醇类物质的种类具有重要的影响。

表1 4个酒样中醇类化合物的含量

Table 1 Contents of alcohol compounds in four samples

醇类化合物	分子式	含量/(mg/L)			
		196CK	196CK+MLF	196MC	196MC+MLF
丙醇	C ₃ H ₈ O	0.16	1.45	0.54	3.66
异丁醇	C ₄ H ₁₀ O	8.87	22.33	12.58	22.43
丁醇	C ₄ H ₁₀ O	0.91	2.59	0.34	0.49
异戊醇	C ₅ H ₁₂ O	105.35	119.28	131.24	160.30
3-戊醇	C ₅ H ₁₂ O	0.12	0.18		
仲己醇	C ₆ H ₁₄ O	3.85	3.66	0.18	
正庚醇	C ₇ H ₁₆ O	0.37		0.42	0.47
L-(+)-2,3-丁二醇	C ₄ H ₁₀ O ₂	12.04	12.51	4.18	6.88
3-(甲硫基)-1-丙醇	C ₄ H ₁₀ OS	5.97	6.14	2.87	3.55
苯甲醇	C ₇ H ₈ O	0.28	0.48	0.67	1.42
苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	120.25	122.74	86.25	90.37
3-乙氧基-1-丙醇	C ₅ H ₁₂ O ₂			0.41	0.58
4-羟基苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O ₂		1.84	2.03	1.41
3-苯丙醇	C ₉ H ₁₂ O			1.74	2.26
2-甲基-6-庚烯-1-醇	C ₈ H ₁₆ O	0.35	0.36		
6-甲基-5-庚烯-2-醇	C ₈ H ₁₆ O			0.36	0.35
合计		258.52	293.56	243.81	294.17

2.3 酯类化合物的比较及分析

表2 4个酒样中酯类化合物的含量

Table 2 Contents of ester compounds in four samples

酯类化合物	分子式	含量/(mg/L)			
		196CK	196CK+MLF	196MC	196MC+MLF
己酸乙酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	0.19	0.22	0.37	0.50
乙酸异戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	1.32	1.76	0.39	
L-(-)-乳酸乙酯	C ₅ H ₁₀ O ₃	3.20	3.59	4.76	13.44
辛酸乙酯	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.30	0.22	0.45	0.28
3-羟基丁酸乙酯	C ₆ H ₁₂ O ₃	0.28	0.33	0.16	0.23
4-羟基丁酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₃	1.83	1.99	2.77	5.34
5-酮基四氢呋喃-2-羧酸乙酯	C ₇ H ₁₀ O ₄	0.72	0.75	0.59	0.59
癸酸乙酯	C ₁₂ H ₂₄ O ₂			0.48	0.43
丁二酸二乙酯	C ₈ H ₁₄ O ₄	1.36	1.34	0.89	1.23
1,3-丙二醇二乙酸酯	C ₇ H ₁₂ O ₄	2.14	1.77		
1,4-丁二醇二乙酸酯	C ₈ H ₁₆ O ₄	0.29	0.32		
羟基丁二酸二乙酯	C ₈ H ₁₄ O ₃	0.45	0.59		
十六酸乙酯	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	1.57	0.36	3.92	1.25
丁二酸乙酯	C ₆ H ₁₀ O ₄	30.86	27.00	22.73	23.40
柠檬酸三乙酯	C ₁₂ H ₂₀ O ₇	0.88	0.93	0.71	0.61
油酸乙酯	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	0.90		3.94	1.41
亚油酸乙酯	C ₂₀ H ₃₆ O ₂	1.41		7.15	1.68
亚麻酸乙酯	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	0.53		2.93	0.65
L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯	C ₃₈ H ₇₆ O ₈	2.63	1.54	7.46	
15-甲基十七烷酸乙酯	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	0.42		1.66	0.45
甲酸己酯	C ₈ H ₁₆ O ₂		0.45		
乙酰甘氨酸乙酯	C ₆ H ₁₁ NO ₃		0.21		
9-十六碳烯酸乙酯	C ₁₈ H ₃₄ O ₂			0.60	0.24
丙酮酸异戊酯	C ₈ H ₁₄ O ₃				0.17
合计		51.28	43.37	61.96	51.90

酯类物质是葡萄酒中重要的芳香物质之一，绝大多数酯类使葡萄酒形成愉快的香气^[16-17]。由表2可知，4种葡萄酒中共检测到24种酯类化合物，其中有10种是4种酒共有的。酯类物质总含量的变化规律表现为CO₂浸渍发酵的葡萄酒比传统工艺发酵的葡萄酒中酯类含量高，如196MC酒样中酯类含量比196CK酒样多10.68mg/L，196MC+MLF酒样比196CK+MLF酒样多8.53mg/L；但进行了苹果酸乳酸发酵的葡萄酒中酯类物质的含量却比未经此发酵的葡萄酒中低，这表明CO₂浸渍能够使葡萄酒酯类香气更加浓郁，同时也说明浸渍工艺对葡萄酒中酯类物质含量的影响比是否进行苹果酸乳酸发酵的影响更大。此外，196CK酒样中含量较高的酯类有丁二酸乙酯、*L*(-)-乳酸乙酯、*L*-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯、1,3-丙二醇二乙酸酯和4-羟基丁酸乙酯；196CK+MLF酒样中含量较高的酯类为丁二酸乙酯、*L*(-)-乳酸乙酯、4-羟基丁酸乙酯、1,3-丙二醇二乙酸酯和乙酸异戊酯；196MC酒样中含量较高的酯类分别为：丁二酸乙酯、*L*-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯、亚油酸乙酯、*L*(-)-乳酸乙酯和油酸乙酯，196MC+MLF酒样中含量较高的酯类为丁二酸乙酯、*L*(-)-乳酸乙酯、4-羟基丁酸乙酯、亚油酸乙酯和油酸乙酯。癸酸乙酯和9-十六碳烯酸乙酯是CO₂浸渍葡萄酒中特有的，而1,3-丙二醇二乙酸酯、1,4-丁二醇二乙酸酯和羟基丁二酸二乙酯仅在传统工艺葡萄酒中发现。甲酸己酯和乙酰甘氨酸乙酯仅在196CK+MLF酒样中检测到，与此相反，油酸乙酯、亚油酸乙酯和亚麻酸乙酯只存在于其他3种酒样中，并且在196MC酒样中的含量显著多于其他酒样，其含量分别为3.94、7.15mg/L和2.93mg/L。

2.4 酸类化合物的分析

表3 4个酒样中酸类化合物的含量
Table 3 Contents of acid compounds in four samples

酸类化合物	分子式	含量/(mg/L)			
		196CK	196CK+MLF	196MC	196MC+MLF
己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	2.13	2.24	2.94	3.41
辛酸	C ₈ H ₁₆ O ₂	3.36	3.37	4.99	6.13
癸酸	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.39	0.68	1.91	2.76
2-甲基丙酸	C ₄ H ₈ O ₂	1.60	1.66	0.67	0.74
2-甲基丁酸	C ₅ H ₁₀ O ₂	2.00			
3-甲基丁酸	C ₅ H ₁₀ O ₂			1.51	1.93
2-甲基己酸	C ₇ H ₁₄ O ₂		2.09		
棕榈酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂				3.41
9-癸烯酸	C ₁₀ H ₁₈ O ₂				0.42
丁酸	C ₄ H ₈ O ₂		0.30	0.21	
甲羟丙二酸	C ₄ H ₆ O ₅				0.79
合计		9.49	10.34	12.23	19.59

由表3可知，4种酒样中酸类化合物的含量都比较高，这是由于NW196葡萄本身酸度就比一般酿酒葡萄高很多的原因。一般研究结果表明^[18-21]，和传统工艺对比，

CO₂浸渍工艺葡萄酒中总酸含量明显降低，而本实验在CO₂浸渍葡萄酒中检测到的羧酸物质总含量比传统工艺葡萄酒中的高，推测总酸降低的原因其他酸类大幅度降低，其原因有待于进一步探索。另外，进行苹果酸乳酸发酵的葡萄酒中羧酸物质的总含量均比未经此发酵的葡萄酒中高，如196CK+MLF酒样中酸类含量比196CK酒样多0.85mg/L，196MC+MLF酒样中比196MC酒样多7.36mg/L。4种酒中共检测到11种酸类化合物，其中有4种是4种酒所共有的，它们是：己酸、辛酸、癸酸和2-甲基丙酸，但它们在每种酒样中的含量有所不同。2-甲基丁酸、3-甲基丁酸和2-甲基己酸分别于不同离子图中同一出峰时间检测到，说明同一葡萄原料采用不同的酿造工艺可以产生结构不同的物质，这些低级脂肪酸都具有明显的脂肪味，对NW196干红葡萄酒的整体结构具有重要作用。棕榈酸、9-癸烯酸和甲羟丙二酸只在196MC+MC酒样中检测到，其中棕榈酸是弱极性化合物，呈显著脂肪酸和蜡香，略有果香和乳香，对于干红葡萄酒的味感平衡具有调节作用^[22]。

2.5 其他化合物的分析

表4 4个酒样中其他类化合物的含量
Table 4 Contents of other compounds in four samples

其他化合物	分子式	含量/(mg/L)			
		196CK	196CK+MLF	196MC	196MC+MLF
3-羟基-2-丁酮	C ₄ H ₈ O ₂	0.36	0.14		1.41
2-辛酮	C ₈ H ₁₆ O	0.67	0.74	1.11	0.52
4-甲氧基-3-羟基苯乙酮	C ₉ H ₁₀ O ₃	0.60	1.38		
4-甲氧基-2-羟基苯乙酮	C ₉ H ₁₀ O ₃				0.74
2,3-戊二酮	C ₅ H ₈ O ₂	0.45	0.88		
3-乙基苯酚	C ₈ H ₁₀ O	0.29	1.86		
4-乙基苯酚	C ₈ H ₁₀ O			1.51	3.66
4-乙基-2-甲氧基苯酚	C ₉ H ₁₂ O ₂		0.28	2.12	3.86
苯酚	C ₆ H ₆ O				0.26
戊烯二(酸)酐	C ₅ H ₄ O ₃		0.33		0.31
<i>N</i> -乙基乙酰胺	C ₄ H ₉ NO		0.15	1.04	
合计		2.37	5.76	5.78	10.76

由表4可知，4种酒样中共检测到5种酮类化合物，其中只有2-辛酮为其共有。从酮类总量上来看，均是进行苹果酸乳酸发酵的酒样中比未经此发酵的含量高。4-甲氧基-3-羟基苯乙酮和2,3-戊二酮只存在于传统葡萄酒中，且进行苹果酸乳酸发酵的酒中比未经此发酵的分别高0.78mg/L和0.43mg/L；而4-甲氧基-2-羟基苯乙酮只在196MC+MC酒样中检测到，且该物质与传统葡萄酒中的4-甲氧基-3-羟基苯乙酮仅在羟基的位置上发生变化，说明酿造工艺可影响香气成分的结构。在4种葡萄酒中还检测到4种酚、1种酸酐和1种含氮化合物。在两种传统葡萄酒中检测到3-乙基苯酚，而在CO₂浸渍葡萄酒中则发现4-乙基苯酚，且后者含量显著比前者高，再次表明酿造工艺对香气成分的结构和含量均有重要影响。苯酚仅在196MC+MC酒样

中检测到,而4-乙基-2-甲氧基苯酚出现在除了196CK酒样外的其他3种酒样中。戊烯二[酸]酐仅在经过苹果酸乳酸发酵的酒样中(196CK+MLF和196MC+MLF)检测到,且其在两者中含量差别不大。此外,在196CK+MLF和196MC酒样中均检测到*N*-乙基乙酰胺。

3 结论与讨论

本研究分析了CO₂浸渍工艺和苹果酸乳酸发酵对NW196干红葡萄酒中挥发性成分的影响,各酒样中挥发性物质总含量的大小顺序为:196MC+MLF>196CK+MLF>196MC>196CK。和传统葡萄酒相比,CO₂浸渍酒中酮类物质的含量相对较低,但是酯类、酸类和酚类等物质的含量以及挥发性物质种类总数和总含量均表现出不同程度的上升,如196MC酒样中酯类含量较196CK酒样增加了20.80%,196MC+MLF酒样中酯类含量较196CK+MLF酒样增加了19.68%,这表明CO₂浸渍处理能够丰富葡萄酒中的挥发性物质。对于苹果酸乳酸发酵,虽然此发酵的进行没有增加葡萄酒中酯类物质的种类和含量,但其显著增加了酒中醇类、酸类、酮类、酚类等物质的含量以及挥发性物质种类总数和总含量,所以完成苹果酸乳酸发酵的葡萄酒比酒精发酵终止酒挥发性成分更加复杂。在两种CO₂浸渍葡萄酒中检测到了9-十六碳烯酸乙酯和具有水果香味的癸酸乙酯^[23-24],在进行苹果酸乳酸发酵的CO₂浸渍葡萄酒中检测到了丙酮酸异戊酯、棕榈酸、9-癸烯酸、苯酚和2-羟基-4-甲氧基苯乙酮等物质,而且CO₂浸渍葡萄酒和传统工艺酿造的葡萄酒所共有的挥发性物质含量也有很大不同,这些都说明CO₂浸渍处理产生的葡萄酒中挥发性成分差异性是非常明显的,不同的酿造工艺能够使同一葡萄原料酿造出不同风格的葡萄酒,这对于改善葡萄酒市场产品同一化严重的现象提高了很好的思路,将CO₂浸渍特殊酿酒工艺结合苹果酸乳酸发酵应用到我国特有的两性花毛葡萄酒的酿造中,能够为葡萄酒市场提供更具特色的葡萄酒。当然,葡萄酒的香气质量不仅取决于挥发性物质的种类和含量,还与其感觉阈值和各成分之间相互作用密切相关,所以应该结合感官品评等方面综合考察CO₂浸渍工艺对NW196干红葡萄酒质量的影响。

参考文献:

- [1] 吴莹,李华,黄宏慧,等.广西都安野生毛葡萄酒中单体酚的测定[J].中国酿造,2010(7): 168-170.
- [2] 黄凤珠,彭宏祥,朱建华,等.南方酿酒葡萄一年两茬果栽培技术研究[J].中国南方果树,2008,37(6): 51-53.
- [3] 彭宏祥.南方野生葡萄资源研究及发展酿酒产业的思考[J].中国种业,2006(12): 16-18.
- [4] 李华.葡萄酒品尝学[M].北京:科学出版社,2006.
- [5] 房玉林,张昂,宋士任,等.3个地区赤霞珠干红葡萄酒香气成分研究[J].西北林学院学报,2007,22(6): 114-117.
- [6] DAN Y Y, YUKIO K, RONALD E S. Higher alcohols, diacetyl, acetoin and 2,3-butanediol biosynthesis in grapes undergoing carbonic maceration[J]. Food Res Int, 2006, 39(1): 112-116.
- [7] 李华,王华,袁春龙,等.葡萄酒工艺学[M].北京:科学出版社,2007.
- [8] 胡博然,徐文彪,杨新元,等.霞多丽干白葡萄酒品种香和发酵香成分变化的比较研究[J].农业工程学报,2005,12(12): 191-193.
- [9] TAO Yongsheng, LI Hua, WANG Hua, et al. Volatile compounds of young Cabernet Sauvignon red wine from Changli County (China)[J]. J Food Compos Anal, 2008, 21(8): 689-694.
- [10] XI Zhumei, TAO Yongsheng, ZHANG Li. Impact of cover crops in vineyard on the aroma compounds of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon wine[J]. Food Chem, 2011, 127(2): 516-522.
- [11] 刘晶,王华,李华,等.CO₂浸渍法酿造两性花毛葡萄NW196葡萄酒的研究[J].中国酿造,2011(9): 19-21.
- [12] 侯敏,李华,王华.3种萃取溶剂对赤霞珠葡萄酒香气成分GC-MS分析的影响[J].西北农业学报,2011,20(10): 90-96; 161.
- [13] HERNANZ D, GALLO V, RECAMALES A F, et al. Comparison of the effectiveness of solid-phase and ultrasound-mediated liquid-liquid extractions to determine the volatile compounds of wine[J]. Talanta, 2008, 76(4): 929-935.
- [14] 陶永胜,李华,王华.中国不同产区赤霞珠干红葡萄酒香气成分数据的可视化分析[J].分析化学,2008,36(5): 653-657.
- [15] 李华,王华,刘拉平,等.爱格丽白葡萄酒香气成分的GC-MS分析[J].中国农业科学,2005,38(6): 1250-1254.
- [16] 李华,胡博然,张予林.贺兰山东麓地区霞多丽干白葡萄酒香气成分的GC-MS分析[J].中国食品学报,2004,4(3): 72-75.
- [17] 南海龙,李华,蒋志东.山葡萄及其种间杂种结冰果实香气成分的GC-MS分析[J].食品科学,2009,30(12): 168-171.
- [18] SPRANGER M I, CLIMACO M C, SUN B S, et al. Differentiation of red winemaking technologies by phenolic and volatile composition[J]. Anal Chim Acta, 2004, 513(1): 151-161.
- [19] JOSHI V K, SHARMA S, BHUSHAN S. Effect of method of preparation and cultivar on the quality of strawberry wine[J]. Acta Alimentaria, 2005, 34(4): 339-353.
- [20] ETAIO I, ELORTONDO F J P, ALBISU M, et al. Effect of winemaking process and addition of white grapes on the sensory and physicochemical characteristics of young red wines[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2008, 14(3): 211-222.
- [21] SACCHI K L, BISSON L F, ADAMS D O. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines[J]. Am J Enol Vitic, 2005, 56(3): 197-206.
- [22] 李艳,康俊杰,成晓玲,等.3种酿酒酵母酿造赤霞珠干红葡萄酒的香气成分分析[J].食品科学,2010,31(22): 378-382.
- [23] 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.
- [24] 宋慧丽,韩舜愈,蒋玉梅,等.河西走廊地区赤霞珠干红葡萄酒中的香气成分分析[J].食品科学,2009,30(10): 257-260.