

Effect of Different Brewing Techniques on Mono-Phenol in the Wine Fermented by Table Grape

Jing Huang¹, Lijun Nan², Junmao Tong^{1*}

¹College of Food, Shihezi University, Shihezi

²College of Enology, Northwest A&F University, Yangling

Email: hj760901@126.com, tjm9988@163.com

Received: Aug. 7th, 2013; revised: Aug. 29th, 2013; accepted: Sep. 10th, 2013

Copyright © 2013 Jing Huang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Background: Red globe grape is one of the worldwide planting fruits with abundant yield and high waste annually. It is easy for wines brewed by red globe grape to increase economic benefit and avoid the waste. **Objective:** To explore the best technology suitable for red globe grape wine. **Experimental Methods:** We take the red globe grape as the material to make wine and extract the mono-phenol in the wines by the organic solvent. The effects of different brewing techniques on the mono-phenol are discussed through high performance liquid chromatography (HPLC) analysis. **Result:** Dipping time and storage temperature could affect the content of monomeric phenols in the wines. **Conclusion:** Technology of isolating residue after fermentation of 4 days and storing at 4°C after fermentation accomplishment (F4L) was more advantageous to the formation and improvement of most of the monomeric phenols.

Keywords: Wine; Mono-Phenol; Extraction

不同酿酒工艺对鲜食葡萄酒单体酚的影响

黄 静¹, 南立军², 童军茂^{1*}

石河子大学食品学院, 石河子市

西北农林科技大学葡萄酒学院, 杨凌

Email: hj760901@126.com, tjm9988@163.com

收稿日期: 2013年8月7日; 修回日期: 2013年8月29日; 录用日期: 2013年9月10日

摘 要: 研究背景: 红提葡萄是世界上栽培面积广、产量高、每年浪费很大的水果之一。如果用其酿酒, 即可增加红提葡萄的经济效益, 也可以避免浪费。 **研究目的:** 探索适宜红提葡萄酿酒的最佳工艺。 **实验方法:** 以红提葡萄为试材酿造红提葡萄酒, 采用有机溶剂萃取葡萄酒中的单体酚, 并通过 HPLC 分析, 探讨不同酿酒工艺对红提葡萄酒中单体酚的影响。 **实验结果:** 浸渍时间和贮藏温度均会影响葡萄酒中单体酚的含量。 **结论:** 发酵中止后冷藏更有利于多数单体酚类物质的形成和提高。

关键词: 葡萄酒; 单体酚; 提取

1. 引言

葡萄酒中的单体酚主要包括类黄酮类和非类黄酮类两大类, 类黄酮类主要有黄酮醇、黄烷醇及花色

素等, 非类黄酮类包括羟基苯甲酸类物质和羟基肉桂酸类物质等^[1]。在不同葡萄品种中酚类物质的含量及类型差异很大^[2], 在相同葡萄品种中其构成及含量也会受气候条件^[2]、地域^[3]、栽培条件^[4]、年份^[5]、工艺

*通讯作者。

[2,6]等多种因素的影响,表现出明显差异[4,7]。葡萄酒中的单体酚主要来源于葡萄果实及发酵和陈酿过程,是葡萄酒重要的组成成分,除了影响葡萄酒的色泽、收敛性以及苦味等感官特性[8]外,还具有一定的医疗和保健作用[9,10]。

目前葡萄酒酚类物质提取和纯化的方法主要是采用乙醚、乙酸乙酯进行液液萃取、固相萃取两种[9,11]。高效液相色谱是一种广泛的分析、分离技术[12]。本实验通过对不同工艺处理的红提葡萄酒液液萃取后,利用高效液相色谱对其中的酚类物质进行定性、定量,初步探讨了浸渍时间和贮藏温度对鲜食葡萄红提酿造的葡萄酒中的单体酚含量的影响,为研究鲜食葡萄酒中单体酚的种类及含量变化和鲜食葡萄酒的开发提供参考。

2. 方法

2.1. 试验材料及工艺

材料:红提(red globe grape)由陕西东奥现代农业发展公司提供,红提葡萄酒的酿造工艺流程如图1,为两个不同酿造工艺(浸渍发酵四天后除渣继续发酵和发酵完全)的简图。发酵结束的理化指标如表1,其结果均符合国家葡萄酒产品标准(GB 15038-2006)。所有酒样均处于良好状态。陈酿8个月后测定单体酚含量。

2.2. 仪器与分析

2.2.1. 仪器

分析型高效液相色谱仪 SHIMADZU-LC-2010; UV detector 紫外检测器; Auto sampler 自动

进样器、CLAS S-VP 工作站; 真空抽滤器: Autoscience AP-9901 S; 超声波脱气机: Autoscience AS3120B; 纯水机: Water Millipore; 恒温水浴锅: SENCO.W201; 薄膜旋转蒸发仪: 上海中生科技有限公司; 十万分之一天平。

2.2.2. HPLC 分析

色谱柱: Hibar RT Lichrospher 反相 C18 柱(250 × 4.0 mm, 5 μm); 流速: 1.0 mL min⁻¹; 柱温: 30℃。检测波长: 280 nm。

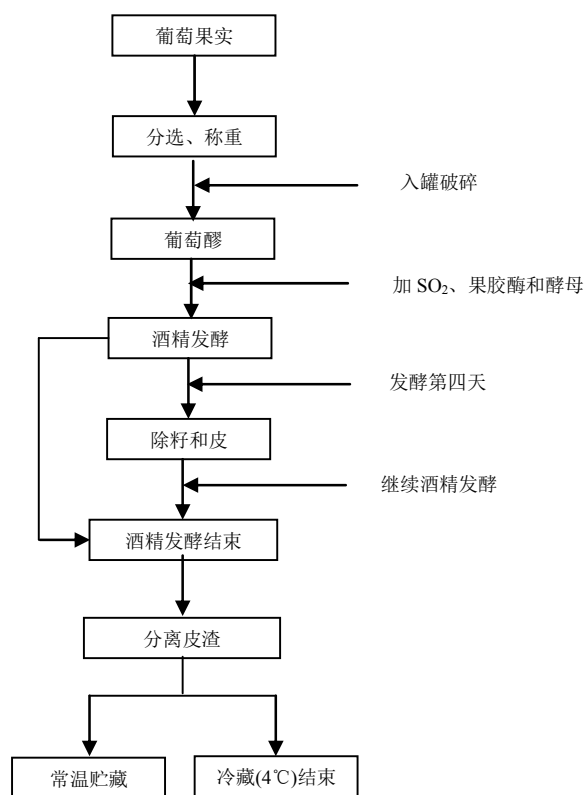


Figure 1. Traditional technological process for red globe wine
图1. 红提葡萄酒传统浸渍发酵工艺流程

Table 1. Physicochemical index of different technologies of red globe wines
表1. 不同工艺的红提葡萄酒的理化指标

工艺	酒度(v/v)/%	残糖/(g·L ⁻¹)	总酸(以酒石酸计)/(g·L ⁻¹)	挥发酸(以醋酸计)/(g·L ⁻¹)	PH
F4C	10.45 ± 0.35	1.78 ± 0.07	5.34 ± 0.12	0.46 ± 0.23	3.45 ± 0.01
FQC	11.7 ± 0.25	1.56 ± 0.02	5.56 ± 0.93	0.48 ± 0.13	3.32 ± 0.17
F4L	10.45 ± 0.35	1.63 ± 0.01	5.46 ± 0.23	0.38 ± 0.15	3.34 ± 0.06
FQL	11.7 ± 0.25	1.64 ± 0.03	5.13 ± 0.04	0.46 ± 0.18	3.38 ± 0.06

F4C: 发酵4天后除皮渣至发酵结束后常温贮藏的酒样,简称发酵中止后常温贮藏; FQC: 发酵完全后除皮渣至常温贮藏的酒样,简称发酵完全后常温贮藏; F4L: 发酵4天后除皮渣至发酵结束后4℃冷藏的酒样,简称发酵中止后冷藏; FQL: 发酵完全后除皮渣至4℃冷藏的酒样,简称发酵完全后冷藏。下同。

梯度洗脱：流动相 A：水:乙酸(98:2)；流动相 B：乙腈。

3. 结果与讨论

3.1. 不同工艺对红提葡萄酒中单体酚含量的影响

葡萄酒样品中 18 种单体酚含量的测定结果见表 2。桔皮素没有被检测出。

表 2 可知，在相同的贮藏条件下，发酵完全的葡萄酒中大部分单体酚含量都低于发酵中止的葡萄酒中的单体酚含量，只有少数几个，如没食子酸，冷藏的咖啡酸和香豆素，常温贮藏的香豆酸、白藜芦醇、桑色素、槲皮素和山奈酚等单体酚含量低于发酵中止的单体酚含量；在相同的发酵工艺条件下，冷藏的葡萄酒中大部分单体酚含量都高于常温贮藏的单体酚含量，只有少数几个，如丁香酸，发酵中止的葡萄酒中的安息香酸、水杨酸含量和发酵完全的葡萄酒中的

槲皮素、山奈酚含量低于常温贮藏的单体酚含量。

此外，F4L 对 10 个单体酚(儿茶素、绿原酸、香草酸、咖啡酸、表儿茶素、香豆酸、阿魏酸、芦丁、白藜芦醇和桑色素)的贡献排在首位，表明，发酵中止后的冷藏工艺对这 10 个单体酚的保存效果最好；其次是 FQL，对于这 10 个单体酚中的 7 个(绿原酸、香草酸、香豆酸、阿魏酸、芦丁、白藜芦醇和桑色素)的贡献高，表明发酵完全后的冷藏工艺对这 7 个单体酚的保存效果仅次于 F4L，FQC 对 10 个单体酚中的 7 个(儿茶素、绿原酸、香草酸、咖啡酸、表儿茶素、阿魏酸、和芦丁)贡献最小，表明发酵完全后的常温贮藏对这 7 个单体酚的保存效果最差，F4C 对这些单体酚的贡献需要进一步的研究。所以，工艺对这 10 个单体酚的作用由大到小为 F4L > FQL > F4C > FQC。

而 F4C 对另 3 个单体酚(丁香酸、水杨酸和安息香酸)的贡献排在首位，F4L 的贡献排在第二位，表明发酵中止能够保证这 3 个单体酚的含量，并且常温贮

Table 2. The variety and contents of mono-phenol in red globe rose wine
表2. 红提桃红葡萄酒中单体酚种类及含量

序号	单体酚	F4C		FQC		F4L		FQL	
		浓度(mg/L)	相对含量(%)	浓度(mg/L)	相对含量(%)	浓度(mg/L)	相对含量(%)	浓度(mg/L)	相对含量(%)
1	没食子酸	6.65	7.31	16.67	20.9	13.96	11.45	24.91	22.68
2	安息香酸	6.21	6.83	1.21	1.52	4.56	3.74	1.6	1.46
3	儿茶素	7.93	8.73	6.65	8.34	9.01	7.39	7.38	6.72
4	绿原酸	3.32	3.65	1.68	2.11	4.21	3.45	3.49	3.17
5	香草酸	10.3	11.3	8.56	10.74	15.4	12.59	11.72	10.67
6	咖啡酸	5.6	6.16	2.42	3.03	6.96	5.71	7.76	7.07
7	丁香酸	1.91	2.1	1.09	1.37	1.68	1.38	1.02	0.93
8	表儿茶素	5.95	6.54	3.22	4.03	7.09	5.81	5.51	5.02
9	香豆酸	0.02	0.03	0.05	0.06	0.09	0.07	0.07	0.06
10	阿魏酸	3.63	3.99	3.22	4.03	7.63	6.26	5.51	5.02
11	芦丁	5.11	5.62	4.26	5.34	11.03	9.04	8.07	7.35
12	水杨酸	21.4	23.5	10.45	13.1	13.93	11.42	12.37	11.27
13	香豆素	1.89	2.08	1.58	1.98	2.18	1.79	2.33	2.12
14	白藜芦醇	0.95	1.05	3.91	4.9	9.36	7.68	4.79	4.36
15	桑色素	5.53	6.08	8.17	10.24	10.24	8.39	9.08	8.27
16	槲皮素	2.92	3.21	3.08	3.86	2.97	2.43	2.55	2.32
17	山奈酚	1.59	1.75	3.56	4.46	1.7	1.4	1.67	1.52
18	桔皮素	0	0	0	0	0	0	0	0

存比冷藏效果更好。同时发现,水杨酸和安息香酸均不适宜在发酵完全后常温下保存($FQL > FQC$),而丁香酸不适宜在发酵完全后冷藏($FQC > FQL$)。所以,工艺对这3个单体酚的作用由大到小为 $F4C > F4L > FQL > FQC$ 。

没食子酸、香豆素、槲皮素和山奈酚在发酵完全的葡萄酒中含量较高,并且没食子酸和香豆素适宜冷藏保存,而槲皮素和山奈酚适宜在常温下贮存。香豆素、槲皮素和山奈酚在发酵中止后进行冷藏效果排在第二位,没食子酸在发酵完全后的常温贮藏效果排在第二位。没食子酸和山奈酚在发酵中止的葡萄酒中含量最低,常温贮藏效果最差;香豆素在发酵完全后的常温贮藏效果最差,而槲皮素在发酵完全后的冷藏效果最差。

酚类物质影响葡萄酒的外观、口感、结构感、营养价值,提高酒的陈酿和抗氧化能力^[13]。葡萄酒抗氧化强弱首先取决于葡萄酒中酚类物质含量的高低。酚类物质含有酚官能团,主要分布在果皮、种子和果梗中,果皮中含量最高。这些酚类物质在葡萄酒酿造过程中被浸渍到葡萄酒中,增强了葡萄酒的抗氧化性能。Neuza Paixa 等^[14]和 Danila Di Majo 等^[15]研究了红葡萄酒、桃红葡萄酒和白葡萄酒中酚类物质含量与抗氧化性的关系,认为葡萄酒中酚类物质含量高低和抗氧化性强弱成正比。Netzel 等^[16]对2003年西拉酒浸渍期间抗氧化性研究认为,酚类物质含量及葡萄酒的抗氧化性随着浸渍时间延长而递增。从表2看出,4种工艺的红提葡萄酒中除了桔皮素没有被检出外,F4C检出的17种单体酚中含量最高的为水杨酸21.4 mg/L (54%),其次是香草酸10.3 mg/L (25.99%),儿茶素7.93 mg/L (20.01%);FQC检出的17种单体酚中含量最高的为没食子酸16.67 mg/L (46.73%),其次是水杨酸10.45 mg/L (29.28%),香草酸8.56 mg/L (24%);F4L检出的17种单体酚中含量最高的为香草酸15.4 mg/L (35.5%),其次是没食子酸13.96 mg/L (32.28%),水杨酸13.93 mg/L (32.22%);FQL检出的17种单体酚中含量最高的为没食子酸24.91 mg/L (50.83%),其次是水杨酸12.37 mg/L (25.25%),香草酸11.72 mg/L (23.91%)。这可能与浸渍时间和贮藏环境因素有关。因此,通过优化葡萄酒工艺可以提高葡萄酒中相关酚类物质的含量,进而提高葡萄酒的抗氧化性^[16]。

葡萄酒中的酚类物质包括羟基苯甲酸类和羟基肉桂酸类的衍生物两类。不同工艺的酚类物质占总含量的比例也不同,羟基苯甲酸类占单体酚总含量的37.99%~51.61%;羟基肉桂酸类占8.94%~21.07%,羟基苯甲酸类占单体酚总含量的比例高于羟基肉桂酸类。没食子酸、安息香酸、香草酸、水杨酸和丁香酸属于羟基苯甲酸类衍生物,可与葡萄酒中的酒精和单宁结合;香豆酸、香豆素、咖啡酸、绿原酸和阿魏酸等属于羟基肉桂酸类衍生物,一般与糖、有机酸或者各种醇以酯化形式存在。研究发现,葡萄酒中羟基肉桂酸类衍生物的含量均低于阈值,所以对葡萄酒的苦味和收敛性没有影响^[17]。然而,咖啡酸是葡萄酒中最主要的肉桂酸^[18],能防止葡萄酒氧化和稳定葡萄酒颜色^[9]。研究发现,起泡葡萄酒中的酚类物质(主要是肉桂酸类)氧化导致反式咖啡酸变成顺式咖啡酸引起褐变。本试验中,咖啡酸含量较高,F4L使葡萄酒中咖啡酸、香豆酸、阿魏酸含量显著高于其它工艺的葡萄酒;羟基肉桂酸类的总含量由高到低依次为 $F4L > FQL > F4C > FQC$,FQC氧化最明显。Monagas 等^[20]研究认为,没食子酸是葡萄酒中主要的羟基苯甲酸类酚酸。FQL葡萄酒中没食子酸含量最高。FQL葡萄酒羟基苯甲酸类的总含量高于其它工艺的葡萄酒,由高到低依次为 $FQL > F4L > F4C > FQC$,说明冷藏可提高红提葡萄酒中主要单体酚的含量及其总量,提高抗氧化活性。另外,咖啡酸与酒石酸结合形成酒石咖啡酸,香豆酸与酒石酸结合可形成酒石香豆酸^[21],有利于改善葡萄酒的感官质量。在葡萄酒中,酚酸还可与花色素结合,降低酚酸的含量。

除此之外,还有些类黄酮类,如黄烷醇(儿茶素和表儿茶素)和黄酮醇(芦丁、桑色素、槲皮素和山奈酚)及非黄酮类(芪类/芪三酚),如白藜芦醇。

葡萄酒中的黄烷醇是主要的类黄酮类化合物,其中的儿茶素是缩合单宁的前体,可以共价键通过聚合作用形成单宁,在酸性条件下稳定。研究认为,葡萄酒的抗氧化活性和颜色稳定性与类黄酮有关^[22,23]。本试验中,常温贮藏的两种酒样和冷藏的两种酒样均发现,发酵中止比发酵完全的酒样中的儿茶素多,而葡萄酒的酸性条件有利于单宁的稳定,因此发酵进程的合理控制能够获得较多的儿茶素,有利于葡萄酒单宁的稳定。而对于发酵中止的两种酒样和发酵完全的两

种酒样均发现, 冷藏能够保存更多的儿茶素。简而言之, 合理的控制发酵进程并保持冷藏, 可以使葡萄酒保存更多的儿茶素, 进而提高葡萄酒抗氧化活性和颜色的稳定性。在安息香酸、绿原酸、香草酸、丁香酸、表儿茶素、阿魏酸、芦丁、水杨酸、山奈酚得到了相同的结果, 而在没食子酸得到了相反的结果。

白藜芦醇是红葡萄酒中最重要的保健成分, 具有抗菌、抗脂质过氧化等作用^[24]。葡萄酒中的白藜芦醇受葡萄品种、生长环境、酿酒工艺及陈酿条件等因素的影响。白藜芦醇主要存在于葡萄皮中, 因此葡萄皮发酵时间长短是决定白藜芦醇含量的主要因素。本试验中, 发酵中止后冷藏, 可保持最多的白藜芦醇含量, 其次是发酵完全后冷藏, 最低的是发酵中止后常温贮藏。所以, 合理的控制发酵时间可以好的较多的白藜芦醇, 但是还需要冷藏条件。否则很难保证白藜芦醇在贮藏期间的损失。

酚类物质不仅赋予葡萄酒颜色, 使葡萄酒呈现特殊苦涩味, 而且决定了葡萄酒的发酵工艺及陈酿条件等^[25]。葡萄酒中酚类物质的浸渍情况决定了浸渍时间的长短^[26]。浸渍时间越长, 酚类物质被发酵产生的乙醇萃取的越多, 最终形成的单宁含量越高, 这不仅使酒味酸涩, 而且会抑制酵母活力, 使发酵迟缓、停止。反之, 则使酒的口感变弱。然而, 这只是对于酚类总量而言, 对于具体的各个单体酚含量而言, 并非浸渍时间越长越好。本试验中的安息香酸、儿茶素、绿原酸、香草酸、丁香酸、表儿茶素、阿魏酸、芦丁、水杨酸, 常温贮藏的咖啡酸和香豆素, 冷藏的香豆酸、白藜芦醇、桑色素、槲皮素和山奈酚, 在适宜的浸渍时间内有利于其积累(表 2)。所以, 合理控制浸渍时间可以获得不同种类的单体酚, 从而调节葡萄酒的口感特征。

3.2. 葡萄酒陈酿过程中单体酚种类及其含量变化

李华等^[27]认为, 酚类物质在葡萄酒成熟过程中的变化首先决定于酚类物质的成分。酚类物质在陈酿期间发生以下转化: 丹宁的聚合, 小分子丹宁逐渐聚合成大分子聚合物; 丹宁与其它大分子缩合的比例逐渐上升; 游离花色苷逐渐消失, 其中一部分逐渐与丹宁结合。

本研究中, 桃红葡萄酒酿造参照小容器酿造工艺进行, 酒精发酵结束后贮存于 4℃ 下冷藏和常温贮藏, 8 个月后取样并检测其单体酚含量。结果表明, 发酵工艺和陈酿条件的差异导致了红葡萄酒中酚类物质的差异。新酒中含有低分子量至中分子量的酚类(花色苷原 B2、B3 和 B4、栝皮酮、儿茶素、表儿茶素、白藜芦醇和没食子酸)^[28]。在酚类物质中, 超过味觉阈值的儿茶素类及其缩合单宁对红葡萄酒风味的影响最大, 是葡萄酒涩味和苦味的主要来源^[29]。本试验葡萄酒中儿茶素类化合物的含量明显降低, 可能是由于原始单体酚在发酵和陈酿期间相互发生反应形成新的高分子酚类化合物, 如黄烷醇中的儿茶素、表儿茶素等在葡萄酒酿造过程中缩合成了大分子物质^[30]。儿茶素类化合物(如黄烷-3-醇)是红葡萄酒中真正典型的黄烷醇^[31], 它们使葡萄酒具有涩味, 可与花色苷结合从而使红葡萄酒颜色趋于稳定^[32]。这些酚类物质不稳定, 在陈酿过程中发生化学反应, 产生大量的多聚酚类, 使单体酚含量越来越少。陈酿时间越长, 葡萄酒中酚类物质的平均聚合度增大, 儿茶素等低分子酚聚合成的单宁含量增加^[33]。在相同发酵工艺的葡萄酒陈酿过程中, 儿茶素和表儿茶素等儿茶素类化合物含量的增加可能是由于在酸性条件下, 原花色苷 C-C 结合键开裂, 产生了少量的儿茶素。这些化合物及其聚合形成的单宁和色素在葡萄及葡萄酒的风味品质及保健中起着重要作用^[34,35]。本试验中, 也陈酿温度影响着葡萄酒中多聚酚类与单体酚含量的分配。冷藏能够阻止单体酚聚合, 保持葡萄酒中儿茶素类化合物等单体酚的含量, 而中止发酵后的冷藏效果最明显, 可能是单体酚在发酵过程中会发生聚合, 而中止发酵降低了酚的平均聚合度, 保证了儿茶素类化合物不被其他化合物聚合, 然后通过冷藏进一步阻止了它们聚合。

4. 结论

1) 通过以上研究数据可知, 不同单体酚的保存需要不同的发酵工艺条件(大部分需要发酵中止)及相应的贮藏条件, 这两个条件缺一不可。发酵中止后冷藏更有利于多数单体酚类物质的形成和提高, 这对鲜食葡萄酒的成熟和色泽与风味的平衡有重要作用。发酵中止后冷藏工艺与发酵完全后冷藏工艺相比, 多数单体酚类物质含量要高于发酵完全后冷藏工艺, 故其更

有利于多数单体酚的形成,更能促进鲜食葡萄酒风味的形成。在本试验中,需要综合考虑各个单体酚的性质,选择适宜的浸渍时间和贮藏温度,才可提高葡萄酒中酚类物质的含量,从而提高葡萄酒的质量。

2) 红提葡萄具有良好的酿造特性,配合优良的酿造工艺,可酿制高品质的葡萄酒。传统观点认为,鲜食葡萄不适宜酿造优质葡萄酒,主要是由于鲜食葡萄果肉紧致、皮厚、出汁率低,糖含量低、色浅。但我国鲜食葡萄在我国葡萄种植中占大多数,将其用于酿酒,可以扩大葡萄酒的酒种范围。此外,鲜食葡萄酒的开发利用对于振兴地方经济、增加农民收入等方面也具有十分重大得意义。因此,应该重视并进一步加大对鲜食葡萄及鲜食葡萄酒的研究。

参考文献 (References)

- [1] 李华, 王华, 袁春龙, 等 (2005) 葡萄酒化学. 科学出版社, 北京, 106-109.
- [2] Fang, F., Li, J.M., Zhang, P., et al. (2008) Effects of grape variety, harvest date, fermentation vessel and wine ageing on flavonoid concentration in red wines. *Food Research International*, **41**, 53-60.
- [3] Rastija, V., Srećnik, G. and Marica, M. (2009) Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. *Food Chemistry*, **115**, 54-60.
- [4] Cantos, E., Espin, J.C. and Tomas-Barberan, F.A. (2002) Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **50**, 5691-5696.
- [5] Gambelli, L. and Santaroni, G.P. (2004) Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. *Journal of Food Composition and Analysis*, **17**, 613-618.
- [6] Puértolas, E., Saldaña, G., Condón, S., et al. (2010) Evolution of polyphenolic compounds in red wine from Cabernet Sauvignon grapes processed by pulsed electric fields during aging in bottle. *Food Chemistry*, **119**, 1063-1070.
- [7] 丁燕, 赵新节 (2003) 酚类物质的结构与性质及其葡萄与葡萄酒的关系. *中外葡萄与葡萄酒*, **1**, 13-17.
- [8] Preys, S., Mazerolles, G., Courcoux, P., et al. (2006) Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses. *Analytica Chimica Acta*, **563**, 126-136.
- [9] Fernández-Pachón, M.S., Villaño, D., García-Parrilla, M.C., et al. (2004) Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Analytica Chimica Acta*, **513**, 113-118.
- [10] Presti, R.L., Carollo, C. and Caimi, G. (2007) Wine consumption and renal diseases: New perspectives. *Nutrition*, **23**, 598-602.
- [11] Sladkovsky, R., Solich, P., Urbánek, M., et al. (2004) High-performance liquid chromatography determination of phenolic components in wine using off-line isotachophoretic pretreatment. *Journal of Chromatography A*, **1040**, 179-184.
- [12] Malovana, S., Garcia Montelongo, F.J., Perez, J.P., et al. (2001) Optimisation of sample preparation for the determination of trans-resveratrol and other polyphenolic compounds in wines by high performance liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta*, **428**, 245-253.
- [13] 程圆利, 于庆泉, 张大瞞, 等 (2007) 浸渍酶对蛇龙珠葡萄酒酿造过程中类黄酮化合物变化的影响. *中国酿造*, **10**, 32-35.
- [14] Neuza, P., Rosa, P., Marques, J.C., et al. (2007) Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rose and white wines. *Food Chemistry*, **105**, 204-214.
- [15] Danila, D.M., Maurizio, L.G., Santo, G., et al. (2008) The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chemistry*, **111**, 45-49.
- [16] Netzel, M., Strass, G., Bitsch, I., et al. (2003) Effect of grape processing on selected antioxidant phenolics in red wine. *Journal of Food Engineering*, **56**, 223-228.
- [17] Okamura, S. and Watanabe, M. (1981) Determination of phenolic cinnamates in white wine and their effect on wine quality. *Agricultural and Biological Chemistry*, **45**, 2063-2070.
- [18] Ong, B.Y. and Nagel, C.W. (1978) Hydroxycinnamic acid-tartaric acid ester content in mature grapes and during the maturation of white Riesling grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, **29**, 277-281.
- [19] 陈建业, 温鹏飞, 战吉成 (2006) 葡萄酒中 11 种酚酸的反相高效液相色谱测定. *中国食品学报*, **6**, 134-138.
- [20] Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B., et al. (2003) Monomeric, oligomeric and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis vinifera* L. cv. Graciano, Tempranillo and Cabernet Sauvignon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 6475-6481.
- [21] 李华, 王华 (2005) 葡萄酒化学(第 1 版). 科学出版社, 北京, 110-112.
- [22] Katalinić, V., Milos, M., Modun, D., et al. (2004) Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food Chemistry*, **86**, 593-600.
- [23] Eiro, M.J. and Heinonen, M. (2002) Anthocyanin color behavior and stability during storage: Effect of intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 7461-7466.
- [24] 薛洁 (2004) 山葡萄酒中自藜芦醇含量的测定. *酿酒科技*, **5**, 103-104.
- [25] 李记明, 魏冬梅, 著 (1996) 葡萄酒化学. 西北农业大学, 杨凌.
- [26] 李华 (2000) 葡萄酒的生物化学. *葡萄与葡萄酒研究进展——葡萄酒学院年报*, 陕西人民出版社, 西安, 1-11.
- [27] 李华, 王华, 袁春龙, 等 (2005) 葡萄酒化学. 科学出版社, 北京.
- [28] 凌关庭 (2001) 红葡萄酒及其衍生制品的生理功能. *江苏食品与发酵*, **4**, 33-35.
- [29] 杜金华, 夏秀梅 (1999) 酚类物质在红葡萄酒中的作用. *中外葡萄与葡萄酒*, **2**, 79-81.
- [30] 林亲录, 单杨, 秦丹, 等 (2001) 葡萄酒中多酚类化合物研究进展. *中国食物与营养*, **1**, 30-32.
- [31] 高爱红 (2001) 儿茶素和其它抗氧化剂的协同作用(译). *蚕桑茶叶通讯*, **4**, 37-39.
- [32] 陶永胜, 李华, 王华 (2001) 葡萄酒中主要的黄酮类化合物及其分析方法. *中外葡萄与葡萄酒*, **4**, 14-17.
- [33] 石碧, 狄莹 (2000) 植物多酚. 科学出版社, 北京.
- [34] Goldberg, D.M., Karumanchiri, A., Tsang, E., et al. (1998) Catechin and epicatechin concentrations of red wines: Regional and cultivar-related differences. *American Journal of Enology and Viticulture*, **49**, 23-34.
- [35] Harbertson, J.F., Kennedy, J.A. and Adams, D.O. (2002) Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot noir berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, **53**, 54-59.