

# 一种快速鉴别干红葡萄酒品质优劣的方法

夏晓艳<sup>1</sup>, 李赫宇<sup>2</sup>, 李巍<sup>1</sup>, 赵余庆<sup>1\*</sup>

(1. 沈阳药科大学 中药学院, 辽宁 沈阳 110016; 2. 天津市益倍建生物技术有限公司, 天津 300457)

**摘要:** 根据葡萄酒中花色苷和单宁的化学性质, 建立一种沉淀法快速鉴别干红葡萄酒质量优劣的方法。该沉淀法是将不同酒样分别与一定浓度的三氯化铁、醋酸铅、蛋白胨、纯牛奶稀释液等溶液, 在室温(20℃~22℃)条件下, 分别按照一定的配比在EP管内发生沉淀反应, 通过比较不同酒样间反应结果的差异性以及规律性, 发现并证明了红酒中的花色苷与单宁等物质的含量与沉淀量之间存在着相关性。同时, 利用HPLC法同步测定了试验中涉及的干红葡萄酒中白藜芦醇、原儿茶酸、没食子酸、儿茶素和表儿茶素5种活性成分, 进一步验证了沉淀法评价干红葡萄酒质量的可靠性和科学性。

**关键词:** 干红葡萄酒; 花色苷; 单宁; 沉淀法; HPLC; 快速鉴别

## A Method for Fast Detection of the Quality of Red Wine

XIA Xiao-yan<sup>1</sup>, LI He-yu<sup>2</sup>, LI Wei<sup>1</sup>, ZHAO Yu-qing<sup>1\*</sup>

(1. College of Traditional Chinese Medicine, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, Liaoning, China; 2. UBasic Health Biotechnology Co., Ltd., Tianjin 300457, China)

**Abstract:** According to the chemical properties of anthocyanins and tannins in wine, a rapid identification of red wine quality was established, and the method was a kind of precipitation assay. In this method, ferric chloride, lead acetate, and proteose peptone were used to react with different red wine samples in EP tubes at room temperature (about 20 °C to 22 °C), and we found that there was some correlation between the results and the wine quality. And what's more, five activities in red wine (resveratrol, protocatechuic acid, gallic acid, cate-

基金项目: 辽宁省博士启动资金(20111135)

作者简介: 夏晓艳(1984—), 女(汉), 硕士研究生, 研究方向: 中药化学。

\* 通信作者: 赵余庆(1957—), 男(汉), 教授, 研究方向: 天然抗肿瘤、降血糖成分的发现与构效关系研究。

### 3 结论

本研究充分利用双柱定性的优势, 检测效果灵敏、准确、重现性好, 达到农残检测的要求, 适用于蔬菜中多种有机氯、拟除虫菊酯类农药的同时测定。

### 参考文献:

- [1] 陈菲菲, 李星芝, 王俊全, 等. 一种同时测定保健食品中多种农药残留的方法[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(10): 123-126
- [2] Ali Tor, Mehmet Emin Aydin, Senar Ozcan, etc. Ultrasonic solvent extraction of organochlorine pesticides from soil[J]. *Analy Chem Acta*, 2006, 559(2): 173-180
- [3] 王智亮, 安静, 王晓红, 等. 玉米和大豆中多种有机氯农药残留检测方法研究[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(14): 95-98
- [4] 万益群, 鄯爱平, 谢明勇. 中草药中有机氯农药和拟除虫菊酯农药残留量的测定[J]. 分析化学, 2005, 33(33): 614-618

- [5] 黄晓会, 薛健, 吴晓波, 等. 气相色谱法检测桑叶中有机氯及菊酯类农药分析科学学报[J]. 2012, 28(3): 328-332
- [6] 王波, 李贤良, 张雷, 等. 气相色谱法测定火锅底料中的多种有机氯农药和拟除虫菊酯农药残留[J]. 分析化学, 2010, 38(10): 1433-1438
- [7] 吴凤琪, 聂冬锐, 沈金灿, 等. 岳振峰. 快速溶剂萃取在线凝胶渗透色谱-串联气质联用法测定大豆中53种农药残留量[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(11): 60-68
- [8] 于维森, 王孝钢, 于红卫, 等. 食品中33种残留农药的液质联用一次测定法[J]. 职业与健康, 2011, 27(5): 512-514
- [9] 林振宇, 黄露, 陈国南. 毛细管电泳和毛细管电色谱技术在农药残留检测中的应用[J]. 色谱, 2009, 27(1): 9-18
- [10] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会, 中华人民共和国农业部. GB 2763-2014 食品安全国家标准 中国国家标准化管理委员会食品中农药最大残留限量[S]. 北京: 中国标准化出版社, 2012

收稿日期: 2015-04-01

chin and epicatechin) were detected simultaneously by HPLC method. In the light of the results, it found that precipitation assay was a reliable and scientific method for fast detection of the quality of red wine.

**Key words:** red wine; anthocyanins; tannin, method of precipitation; HPLC; fast detection

根据国际葡萄和葡萄酒组织(OIV)规定,葡萄酒是用新鲜的葡萄或葡萄汁经过发酵酿成的酒精饮料<sup>[1]</sup>。近年来,干红葡萄酒的保健作用越来越受到人们的关注,红酒不再是一种单纯的饮品,甚至被视为具有防病治病作用的功能性饮品。花色苷是干红葡萄酒中一类常见的多酚类化合物,化学性质活泼,能够转化为更为复杂的寡聚体花青素源性色素,如原花青素等。干红葡萄酒中已被鉴别的花色苷有锦葵素、花翠素、矢车菊素、芍药素和矮牵牛色素等的3-单糖苷<sup>[2]</sup>。研究表明,花色苷是一种有效的抗氧化物质,可以清除自由基<sup>[3-4]</sup>,具有抗动脉硬化、预防冠心病,抗乳腺癌,抗衰老等作用<sup>[5-9]</sup>。另外,聚合花色苷是花色苷与儿茶素、表儿茶素等黄烷醇类等物质直接缩合或是一些小分子物质和黄烷醇类物质的缩合产物,也包括花色苷-花色苷之间的直接或间接聚合的多聚体<sup>[7]</sup>。花色素苷(矮牵牛花色素,翠雀花色素,花青素等)右侧苯环上的两个羟基可以与重金属离子(如 $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ 等)反应,形成稳定的五元环络合物,产生蓝色或墨绿色的沉淀<sup>[8]</sup>。另外,单宁是一种可生物降解的阴离子聚合物,能与蛋白质、多糖、非离子表面活性剂结合产生沉淀<sup>[9]</sup>。

花色素苷和单宁的含量直接影响着干红葡萄酒的颜色,颜色越深,色度值越高<sup>[10]</sup>,葡萄酒的颜色也是评价葡萄酒质量的重要指标。目前,干红葡萄酒的颜色评价方法主要还是用“目视感受+语言描述”的方法,但是该方法需要经过专业训练,也存在很大的离散性和随机误差<sup>[11]</sup>。另外,利用CIELab系统方法描述葡萄酒的颜色特征,减少了感官评价的随机误差和主观离散性,但是,对于普通能够消费者来说,该方法操作复杂,通用性较差。

根据葡萄酒中花色苷和单宁等物质能够与某些金属离子或是蛋白质等反应生成沉淀的化学性质,创建了一种利用沉淀反应快速评价干红葡萄酒中的花色苷及单宁含量的方法,对干红葡萄酒的质量进行优劣评价。并通过HPLC方法对葡萄酒中的几种代表性物质进行含量测定,证实了该方法的可靠性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 品牌葡萄酒

25种国产品牌不同产地的干红葡萄酒,主要采购

于沈阳市家乐福大型超市。

#### 1.1.2 廉价葡萄酒

涉及14种廉价葡萄酒,主要采购于沈阳市南二批发市场。

#### 1.1.3 其他

纯牛奶:辽宁辉山乳业集团沈阳有限公司生产;EP管(0.5、2 mL):海门新星实验器材有限公司生产。

### 1.2 仪器

高效液相色谱仪(HITACHI,日立),UV detector L-2000系统,Kromasil  $C_{18}$ 色谱柱(150 mm, 4.6 mm),高速离心机(型号:TGL-16):江苏金坛市中大仪器厂。

### 1.3 试剂

醋酸铅:广东汕头西陇化工厂;三氯化铁:北京双环化学试剂厂;合成色素(日落黄、柠檬黄):广东省东莞市添之彩食品厂;大红、亮蓝、胭脂红:天津裕兴源添加剂科技有限公司;蛋白胨:北京奥博星生物技术有限责任公司;95%乙醇(分析纯):天津市永大化学试剂有限公司。

白藜芦醇(批号501-36-0)、原儿茶酸(批号99-50-3)和没食子酸(批号5995-86-8,质量分数>98%):天津市科曼思特医药科技发展有限公司;儿茶素(批号878-200102)和表儿茶素(批号877-200001,质量分数>99%):中国食品药品检定研究院。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 反应溶液的配制

醋酸铅溶液:量取6.2g醋酸铅固体,加入到300 mL去离子水中,摇匀,静置,即得300 mL醋酸铅储备液。

三氯化铁溶液:量取15.5g六水合三氯化铁,加入到300 mL去离子水中,再加入两到三滴浓盐酸,混合均匀,即得300 mL三氯化铁储备液。

蛋白胨溶液:量取0.8g蛋白胨粉末,加入到100 mL去离子水中,混合均匀后即得100 mL蛋白胨储备液。

牛奶稀释液:量取50 mL纯牛奶,等分为5份,分别用去离子水稀释为1至5倍牛奶稀释液。

#### 1.4.2 人工色素混合液的配制

分别配置浓度为0.1 g/100 mL的大红、柠檬黄、亮蓝、日落黄的溶液,以及0.2 g/100 mL的胭脂红色素溶液。

混合色素溶液的调配:分别量取上述适量大红、柠檬黄、胭脂红3种色素溶液,混合调配,摇匀后,按照

体积比加入 13% 的 95% 乙醇溶液,摇匀,目测观察混合溶液接近红酒的颜色。

#### 1.4.3 沉淀反应

按照红酒原液与沉淀试剂溶液分别按照体积比 2:1、1:1、2:3、1:3、1:4 的配比,将各酒样分别与上述四种反应试剂于 EP 管中进行反应试验,摇匀,静置,离心(1 600 r/min, 30 s, 离心时间和转速的设定,以沉淀完全沉降为准)后,观察对比不同酒样与各反应试剂反应生成的沉淀的颜色与体积。并进行品牌酒与廉价酒的平行对照反应试验。

对照试验:按照相同的方法色素混合液分别与醋酸铅、三氯化铁、蛋白胨、牛奶稀释液反应试验。

#### 1.4.4 HPLC 法对酒样中指标成分的含量测定

试验条件:结合参考文献及本课题组已有工作基础<sup>[12]</sup>,稍加改进,确定色谱条件,固定相用 Kromasil C<sub>18</sub> 色谱柱(150 mm, 4.6 mm);流动相采用乙腈(A):水-0.1% 磷酸(B)梯度洗脱,流速为 1 mL/min;柱温 30 ℃;检测波长为 280 nm;进样量 10 μL。

试剂处理 水经 0.45 μm 滤膜超滤、超声波脱气后使用;乙腈经 0.50 μm 滤膜超滤、超声振荡脱气后备用。

酒样处理 经 0.22 μm 滤膜超滤,直接进样检测。

标准品的配置 分别准确称取白藜芦醇、没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素对照品各 1.5 mg 置于

10 mL 量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,即得。

按上述色谱条件,依次取各种酒样过 0.22 μm 滤膜超滤后,采用外标一点法进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 沉淀反应现象分析

本试验涉及的 Pb(Ac)<sub>2</sub>、FeCl<sub>3</sub>、蛋白胨、牛奶稀释液四种沉淀反应试剂与不同品牌的酒样发生反应,皆有沉淀产生,且现象差异显著。并且以上 4 种试剂与混合色素溶液作用,均无沉淀现象出现;Pb(Ac)<sub>2</sub>、FeCl<sub>3</sub>、蛋白胨 3 种溶液与混合色素溶液混合摇匀并离心后,溶液澄清透明,牛奶稀释液与混合色素溶液混合摇匀并离心后为颜色均一的乳液。

### 2.2 效果展示及规律

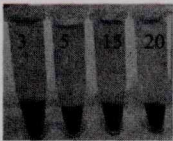
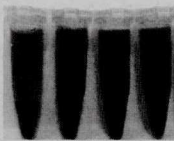
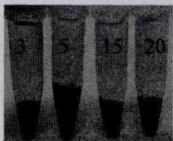
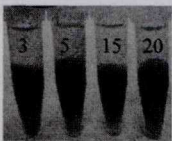
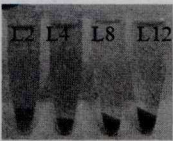
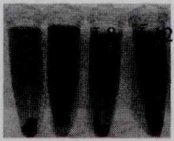

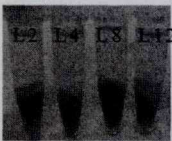




本试验观察了在不同配比条件下(分别按照红酒原液与各沉淀反应试剂的体积比为 2:1、1:1、2:3、1:3、1:4 的配比反应)的反应效果,均得到一定的反应效果。其中,在体积比为 2:3 的条件下,反应较为完全,沉淀产生量最大,反应效果最佳。表 1 为该条件下的部分反应结果的效果展示。

对上述沉淀反应现象进行观察分析,笔者发现这些沉淀反应存在着一定的规律,并分别对沉淀的和上清液的颜色规律进行了总结,见表 2 和表 3。

表 1 不同酒样以及混合色素溶液分别与四种沉淀试剂反应后的效果展示图  
(酒样/色素液与沉淀试剂的体积比为 2:3)

Table 1 The results of different wine samples and mixing the pigment solution reacted with four different precipitation reagents respectively showed in diagram

(volume ratio of wine sample / dye solution and precipitation reagent was 2:3)

项目	Pb(Ac) <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub>	蛋白胨	牛奶 5 倍稀释液
品牌酒				
廉价酒				
混合色素溶液				

注:以上表中所涉及的品牌酒编号分别为 3, 5, 15, 20 号;廉价酒编号为 L2, L4, L8, L12 号。

表2 品牌酒与廉价酒分别与不同试剂的沉淀反应生成沉淀情况的规律性总结对比

Table 2 Comparative summary of the results of the reaction of brand wines and cheap wines with the four precipitate situations

项目	Pb(Ac) <sub>2</sub>		FeCl <sub>3</sub>		蛋白胨		牛奶稀释液	
	颜色	*沉淀的平均重量/mg	颜色	*沉淀的平均重量/mg	颜色	*沉淀的平均重量/mg	颜色	*沉淀的平均重量/mg
品牌酒	蓝灰色	2.71	墨绿色	3.46	红褐色	45.46	深粉色	61.13
廉价酒	粉白/灰白色	0.51	黄棕色	0.53	粉红色	7.57	淡粉色	9.03

注:\*沉淀的称量方法:过滤后干燥至恒重,称重,并求平均值。

表3 离心后,上清液的颜色对比

Table 3 Comparative summary of the color of the supernatant liquids after centrifugation

项目	Pb(Ac) <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub>	蛋白胨	牛奶稀释液
品牌酒	接近无色	黄棕色	几乎无色	几乎无色
廉价酒	淡粉色	黄绿色	淡粉色	无色或淡粉色

注:离心条件为转速1600 r/min,离心时间30 s。

同时,在此基础上对所得沉淀进行过滤,干燥至恒重处理,称重,得到各组沉淀的平均值,同列于表2。

### 2.3 HPLC 法测量结果

为了进一步探寻沉淀反应现象与红酒品质的关系,并验证其鉴别效果的可靠性,本文利用 HPLC 方法测定了沉淀反应所涉及的葡萄酒中的没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素、白藜芦醇 5 种活性成分的含量。测量结果如表 4、表 5 所示。

表4 HPLC 法对 25 种国产品牌葡萄酒中的五种活性成分的含量测定

Table 4 Contents of five phenolic constituents in the 25 different kinds of Chinese brand red wines by HPLC method

编号	物质含量/(mg/L)				
	没食子酸	原儿茶酸	儿茶素	表儿茶素	白藜芦醇
1	59.08	19.18	86.00	181.18	1.45
2	86.02	33.53	6.39	352.23	1.42
3	88.15	32.56	230.57	344.95	1.87
4	45.95	8.61	81.28	136.26	0.97
5	61.29	14.29	62.71	237.13	0.83
6	89.31	11.94	125.89	268.19	0.58
7	80.96	15.96	98.87	309.09	1.46
8	66.44	10.67	246.92	277.64	0.97
9	67.44	23.03	229.29	87.09	0.79
10	63.14	29.47	75.13	43.44	0.32
11	68.80	21.68	16.03	314.03	1.08
12	83.59	21.59	5.80	458.44	0.63
13	70.38	19.76	4.71	382.18	0.51
14	57.80	19.28	64.59	243.03	1.48
15	77.16	23.38	64.81	357.95	1.17
16	85.81	16.04	64.28	434.12	1.03
17	76.09	28.67	72.85	401.64	0.95
18	78.81	15.04	64.78	419.38	1.21
19	65.91	20.36	80.06	341.00	1.36

续表4 HPLC 法对 25 种国产品牌葡萄酒中的五种活性成分的含量测定

Continue table 4 Contents of five phenolic constituents in the 25 different kinds of Chinese brand red wines by HPLC method

编号	物质含量/(mg/L)				
	没食子酸	原儿茶酸	儿茶素	表儿茶素	白藜芦醇
20	73.88	23.30	61.99	416.45	1.12
21	103.57	21.99	4.26	381.05	1.21
22	78.06	18.88	50.91	443.17	1.51
23	59.95	17.26	56.28	344.12	0.96
24	59.26	17.53	55.75	344.18	0.96
25	79.52	17.89	56.01	318.78	1.35

表5 HPLC 法对 14 种廉价葡萄酒中的 5 种活性成分的含量测定

Table 5 Contents of five phenolic constituents in the 14 different kinds of cheap red wines by HPLC method

编号	物质含量/(mg/L)				
	没食子酸	原儿茶酸	儿茶素	表儿茶素	白藜芦醇
L1	0.53	0.59	21.11	1.51	0.57
L2	46.99	17.33	12.07	89.31	-
L3	6.89	8.06	10.67	19.61	0.83
L4	1.96	2.81	-	0.57	0.15
L5	1.12	6.15	46.03	0.89	0.56
L6	16.53	2.83	17.90	14.59	0.27
L7	10.79	2.71	10.03	0.79	0.45
L8	4.91	5.75	49.98	10.87	0.39
L9	8.37	5.64	12.15	11.56	0.23
L10	4.19	6.73	11.76	2.25	-
L11	0.55	2.90	6.64	1.22	0.60
L12	-	0.47	13.04	4.60	0.66
L13	0.85	1.84	15.95	2.54	0.61
L14	8.17	5.91	6.40	5.72	-

注:-表示未检测到或者含量<0.000 1 mg/L。

### 3 结论与讨论

HPLC 测定结果显示,没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、表儿茶素、白藜芦醇等指标成分在国产品牌葡萄酒中的含量明显高于廉价酒。同时,在沉淀反应中,品牌酒的沉淀平均生成量也多于廉价酒。根据此结果,本实验发现,分别以 Pb(Ac)<sub>2</sub>、FeCl<sub>3</sub>、蛋白胨和牛奶稀释液作为沉淀反应试剂,与红酒中花色苷以及单宁发生反应沉淀,其沉淀的生成量以及沉淀的颜色与红

酒中指标成分含量之间存在着正相关性,沉淀的生成量越多,HPLC法测得的红酒中活性物质含量越高。这与沉淀反应原理相一致,而沉淀反应主要是红酒多酚、单宁等物质与沉淀试剂的络合反应,我们的试验结果验证了沉淀生成量越高红酒多酚及单宁含量越高。

因此,沉淀法鉴别干红葡萄酒方法简便、快速、成本耗费低,是一种快速鉴别干红葡萄酒质量优劣的有效方法。

我国食品安全国家标准规定,葡萄酒中禁止添加除山梨酸钾、苯甲酸、二氧化硫和抗坏血酸以外的任何种类的添加剂<sup>[13]</sup>。然而,红酒市场的造假现象屡见不鲜,为了贪图利益,减少葡萄汁的用量,一些商贩利用加水、调酒度、调总酸等手段生产勾兑红酒。某些葡萄酒中柠檬黄、胭脂红、亮蓝等人工合成色素严重超标<sup>[14]</sup>,危害消费者的利益。目前,葡萄酒缺乏相关的质量标准及快速检测方法,传统的感觉器官(视、嗅、味、触)来品评鉴定葡萄酒不够准确,且需要有经验的专业人员才能完成。应用现代色谱分离、分析技术,寻找和发现红酒中的生物活性物质,并通过采用现代色谱技术对干红葡萄酒中的活性成分进行分析与定量测定,能够达到准确评价和鉴别的目的,也有助于人们更好地认识葡萄酒。然而,这些方法专业性强,不便于普及,难以满足广大消费者的需求。因此,本文试图寻找一种方便快捷、通用性强、适用性好的葡萄酒质量优劣的快速鉴别方法,希望能够为广大群众选购红酒提供依据和保障。

本研究探讨对比了三氯化铁、醋酸铅、蛋白胨、纯牛奶等4种物质作为沉淀反应试剂,鉴别干红葡萄酒品质的效果。其中,三氯化铁和醋酸铅试剂的反应原理是根据花色苷在右侧苯环的正位上有两个羟基与试剂中的铁离子和铅离子反应,产生墨绿色或蓝色的络合物沉淀<sup>[6]</sup>。有研究根据此反应性质,利用醋酸铅试纸快速鉴别干红葡萄酒的真伪,根据试纸颜色变化差异鉴别原汁酒和勾兑酒<sup>[15]</sup>。但是,对于颜色的描述属于感官评价,存在一定的随机误差和主观离散性。本实验利用沉淀法鉴别红酒品质,在观察沉淀和上清液颜色的基础上,主要根据沉淀的量鉴别干红葡萄酒中花色苷等物质的含量,进而评价红酒的品质,在一定程度上较好地克服了以上问题。另外,本文首次尝试利用纯牛奶对红酒的品质进行鉴别,并取得一定的效果。本文提供了一种快速鉴别红酒质量优劣的思路和方法,为人们能够利用生活中常见的物质和简单易行的方法便能快速区分出勾兑酒与原汁酒提供依据,也为进一步研究红酒质量的鉴别方法提供方向。

本研究根据葡萄酒中花色苷以及单宁等物质的

化学性质,探索了红酒分别与三氯化铁、醋酸铅、蛋白胨以及纯牛奶等物质的沉淀反应的规律,建立了利用沉淀反应快速评价干红葡萄酒的品质的方法。同时,本文进一步利用HPLC法测定了葡萄酒中的具有代表性的指标性成分的含量,对比找到了反应结果与指标成分含量的相关性。初步证明了沉淀法可以作为一种简单有效的鉴别葡萄酒质量的手段。并且该方法具有直观有效、操作简单等优点。

#### 参考文献:

- [1] 李华.现代葡萄酒工艺学[M].西安:陕西人民出版社,1995:8
- [2] Blanco-Vega D, Gómez-Alonso S, & Hermeros-Gutiérrez I. Identification, content and distribution of anthocyanins and low molecular weight anthocyanin-derived pigments in Spanish commercial red wines[J]. *Food Chemistry*, 2014, 158(2):449-458
- [3] ZHANG Zhe, KOU Xiaolan, GAI Kenfu, et al. Comparison of HPLC methods for determination of anthocyanins and anthocyanidins in bilberry extracts[J]. *J Agric Food Chem*, 2004, 52(4):688-691
- [4] NYMAN NA, KUMPULAINEN JT. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high performance liquid chromatography [J]. *J Agric Food Chem*, 2001, 49(9):4183-4187
- [5] Walter A, Etienne-Selloum N, Brasse D, et al. Intake of red wine polyphenols prevents tumor growth and neovascularization in a synergic model of colon cancer. [J]. *Anticancer Research*, 2010, 28(4): 3534-3534
- [6] Xianona S, Weibiao Z. Monte Carlo modelling of non-isothermal degradation of two cyanidin-based anthocyanins in aqueous system at high temperatures and its impact on antioxidant capacities [J]. *Food Chemistry*, 2014, 148(1):342-350
- [7] Nave F, Teixeira N, Mateus N, et al. The fate of flavanol anthocyanin adducts in wines: Study of their putative reaction patterns in the presence of acetaldehyde [J]. *Food Chemistry*, 2010, 121(5):1129-1138
- [8] 王华, 丁刚, 崔福君. 葡萄酒中花色苷研究现状 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2002, 2(8):25-29
- [9] 豆佳媛, 王奇, 冯巩. 植物单宁的应用及其研究进展 [J]. *饮料工业*, 2014, 17(6):51-54
- [10] 梁冬梅, 李记明, 林玉华. 分光光度计法测葡萄酒的色度 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2002(3):9-13
- [11] Pérez-Magariño S, González-Sanjosé M L. Application of absorbance values used in wineries for estimating CIELAB parameters in red wines [J]. *Food Chemistry*, 2003, 81(2):301-306
- [12] 李巍, 张晓书, 辛立波, 等. HPLC法评估25种国产干红葡萄酒质量研究 [J]. *中草药*, 2014, 45(18):2636-2640
- [13] 中华人民共和国卫生部. GB 2760-2011 食品安全国家标准/食品添加剂使用标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2011:271
- [14] 陈颖秋, 马小星, 黄永俊, 等. 花色苷含量鉴定红葡萄酒真伪的研究 [J]. *大众科技*, 2011, 6(39):94-97
- [15] 潘维莹, 李晓萍, 杜建中. 快速检验红葡萄酒添加合成色素方法的研究 [J]. *湛江师范学院学报*, 2012, 33(6):94-97