

贵州野生毛葡萄果实品质及发酵特性的研究

余凤岚^{1,2}, 潘学军^{1,2*}, 张文娥²

(1. 贵州省果树工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 农学院, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:以贵州野生 5 个毛葡萄单株的成熟果实为试验材料, 分析其果实品质; 采用传统干红工艺酿造毛葡萄酒, 监控其发酵过程。结果表明, 野生毛葡萄果实的还原糖含量较低, 总酸、总酚以及单宁含量中等, 花色苷含量极高。发酵过程中毛葡萄酒的还原糖和总酸含量持续下降, 酚类物质与总花色苷含量持续上升。毛葡萄单株间的果实品质差异较大, 单株关岭-1 的还原糖含量最高, 酚类物质含量接近欧亚栽培种, 适宜酿造干红葡萄酒。

关键词:野生毛葡萄; 果实品质; 发酵特性; 利用

中图分类号:S718.43 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)06-0114-05

Fruit Quality and Fermentation Characteristics of Wild *Vitis quinquangularis* in Guizhou

YU Feng-lan^{1,2}, PAN Xue-jun^{1,2*}, ZHANG Wen-e²

(1. Guizhou Engineering Research Center for Fruit Crops, Guiyang, Guizhou 550025, China;
2. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract: The fruit quality and fermentation characteristics of *Vitis quinquangularis*, a wild grapevine species in Guizhou was studied to provide theoretical basis for the rational use of this resource. The ripe berries collected from 5 individual plants were used as materials. The fruit quality was analyzed. Traditional brewing methods were adopted to make wine, and the brewing process was monitored. The analysis of fruit quality indicated that the fruit contained low reducing sugar, moderate levels of total acids, phenols and tannins, and high anthocyanins. During the fermentation process, the content of reducing sugar and total acids kept decreasing, but the content of total phenols, tannins and anthocyanins kept increasing. There were significant differences in fruit quality among different individuals. The content of reducing sugar was the highest in ‘Guanling-1’ and its phenolic content closed to *Vitis vinifera*, a well known cultivar in Europe and Asia, indicating it could better be used to make dry red wine.

Key words: wild *Vitis quinquangularis*; fruit quality; fermentation characteristic; utilization

中国作为葡萄属植物的原始起源中心, 拥有丰富的野生葡萄资源^[1]。贵州省位于云贵高原东南部, 大部分地貌呈现喀斯特形态, 地形多样, 气候环境复杂多变, 拥有非常丰富的野生葡萄种质资源, 目前已查明的有 12 种 3 变种^[2]。前人对贵州野生葡萄资源的研究主要集中在离体保存^[3]、抗旱机理^[4]、嫁接亲和性^[5]等方面。其中毛葡萄 (*Vitis quin-*

quangularis) 分布范围最广, 密度最高^[6], 其果实具有抗性强^[7]、果粒小^[8]、酚类物质含量高^[9]等特点, 具有作为酿酒原料的潜在价值。本研究以贵州喀斯特地区原生的野生毛葡萄果实为试材, 对其果实品质以及发酵特性进行综合分析评价, 以期对贵州野生毛葡萄果实酿造利用提供参考依据。

收稿日期: 2015-03-10 修回日期: 2015-03-25
基金项目: 贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金项目(黔科合人字[2009]02 号)。
作者简介: 余凤岚, 女, 汉族, 硕士, 研究方向: 果树种质资源与生物技术育种。E-mail: yufenglan1225@163.com
* 通信作者: 潘学军, 男, 教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向: 果树种质资源与生物技术育种。E-mail: pxjun2050@aliyun.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

以原产于贵州的野生毛葡萄(*Vitis quinquangularis*)单株的成熟果实为试材(表 1),果实品质及发酵特性分析在贵州省果树工程技术研究中心实验室进行。

1.2 试验方法

1.2.1 浆果采集 2013 年 8—10 月,从原生地植株上采集成熟葡萄果穗,标记后装入塑料袋内,用冰

盒带回实验室供品质分析。

1.2.2 分析指标及方法 用传统工艺分地区酿造干红葡萄酒^[10]。酵母是法国 Laffort 公司生产的红葡萄酒酵母 F33,酿造过程中每天测定还原糖、总酸、总酚、单宁和总花色苷浓度各 1 次。

葡萄果实及发酵过程中按文献[11]测定以下指标:还原糖($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)、总酸(酒石酸计 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)、pH 值、总酚(没食子酸计 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、单宁(单宁酸计 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。总花色苷($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)利用 pH 试差法测定^[12]。

表 1 供试葡萄材料
Table 1 Grape materials

单株	原产地及生境	样品量/kg	成酒量/L
关岭-1	产于贵州关岭县断桥镇喀斯特山坡中部,匍匐于岩石上,伴生小灌木,海拔 668 m	2.74	1.00
朗溪-1	产于贵州印江县朗溪镇路边阳坡,与乔木混生,海拔 399.1 m	2.20	1.00
德旺-1	产于贵州江口县德旺镇路边阳坡,与乔木混生,海拔 849.4 m	1.48	0.75
思南-1	产于贵州思南县合兴镇路边阳坡,伴生小乔木、小灌木,海拔 1 077 m	2.18	0.95
阳长-1	产于贵州纳雍县阳长镇路边阳坡,伴生小灌木,海拔 1 707 m	1.31	0.50

2 结果与分析

2.1 贵州野生毛葡萄果实品质分析

参考文献[13]葡萄资源果实品质分级标准,贵州野生毛葡萄的总酸、单宁以及总酚的含量大部分属于中等水平,pH 值较低,花色苷总含量极高(表 2)。供试的 5 个毛葡萄单株的 pH 值与总酸相反。糖类指标差异较为明显,以阳长-1 的可溶性固形物含量最高,达到 15.57%,最低的德旺-1 仅为 11.27%。还原糖含量最高的关岭-1 与最低的德旺-1 相差 $30.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。酸类指标有 4 个单株超过 10

$\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,最高的思南-1 总酸含量达到 $16.37 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,表现为极高。糖酸比都 <10 。关岭-1 的酚类物质含量较为接近欧亚种($400 \sim 600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$);而德旺-1 和朗溪-1 的单宁和总酚含量偏高,但也在中等水平的范围内,利于葡萄酒风味的形成。虽然 5 个毛葡萄供试单株的还原糖含量都普遍偏低,但以朗溪-1 为代表,表现出极高浓度的花色苷含量成为其独有的特色。因而在干红葡萄酒的酿造过程中,可以采用降酸技术保证其口感的平衡;并且利用其极高含量的花色苷将其做成预调酒以成为天然的调色产品。

表 2 贵州野生毛葡萄果实品质指标的比较
Table 2 Comparison of Guizhou wild grape fruit quality index

单株	榨汁率/%	pH 值	可溶性固形物/%	还原糖/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	总酸/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
关岭-1	66.4±0.2d	2.9±0.1b	13.90±0.05b	81.2±3.8a	10.56±0.09c
朗溪-1	67.6±0.2c	3.0±0.0b	13.48±0.02c	54.0±2.1cd	12.23±0.09b
德旺-1	79.0±0.3a	2.7±0.1c	11.27±0.03d	50.4±4.7d	10.00±0.07c
思南-1	62.7±0.1e	2.9±0.1b	13.43±0.02c	61.3±8.7bc	16.37±0.08a
阳长-1	72.3±0.5b	3.3±0.2a	15.57±0.03a	71.6±2.6ab	8.01±0.05d

单株	糖酸比	总酚/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	单宁/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	汁花色苷/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	皮花色苷/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
关岭-1	7.69±0.30ab	884.4±37.2b	769.8±20.9c	72.7±4.9b	867.4±27.9b
朗溪-1	4.42±0.18ab	980.1±30.1a	935.5±15.7a	116.7±7.4a	1 023.6±21.4a
德旺-1	5.04±0.50ab	988.2±25.2a	927.4±36.3a	65.0±8.6b	650.4±25.3c
思南-1	3.74±0.53b	913.4±31.3b	846.9±6.4b	64.7±3.2b	471.8±12.4d
阳长-1	8.93±0.27a	1 003.9±25.7a	880.7±8.9b	70.6±4.2b	969.8±39.1a

注:同列不同小写字母表示 $p<0.05$ 显著水平,下同。

2.2 贵州野生毛葡萄果实发酵特性分析

2.2.1 还原糖含量的变化 供试的 5 个毛葡萄单株果实在发酵过程中还原糖含量均呈现下降趋势(图 1),关岭-1 下降较为明显,其余 4 个单株的下降趋势差异不大,此现象应该与酚类物质含量有关,酚

类物质抑制酵母的活性,关岭-1 中含量较少,使其发酵启动较快,糖分消耗速率高。所有供试单株经过 8~10 d 的发酵过程,最终还原糖的含量都在 $4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,达到干红葡萄酒糖含量的要求。

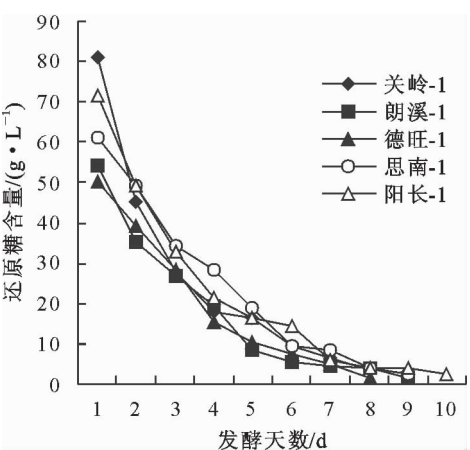


图 1 发酵过程中还原糖含量的变化

Fig. 1 Changes of reducing sugar content in fermentation process

2.2.2 总酸含量及 pH 值的变化 供试的 5 个毛葡萄单株经过发酵后,总酸均有所下降。其中思南-1 下降幅度最大,降低了 $6.06\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; 阳长-1 的下降幅度最小,仅有 $1.30\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (图 2)。葡萄酒发酵结束时的总酸含量与其起始浓度的差异性分析表现一致。供试的 5 个毛葡萄单株在发酵结束后,pH 值均有不同程度的上升,思南-1 毛葡萄单株的 pH 值上升幅度最大,与总酸的下降幅度趋势一致(图 3)。

2.2.3 酚类物质含量的变化 经过浸渍发酵,酚类物质的含量都有所增加。总花色苷的含量上升幅度明显高于总酚和单宁(表 3)。

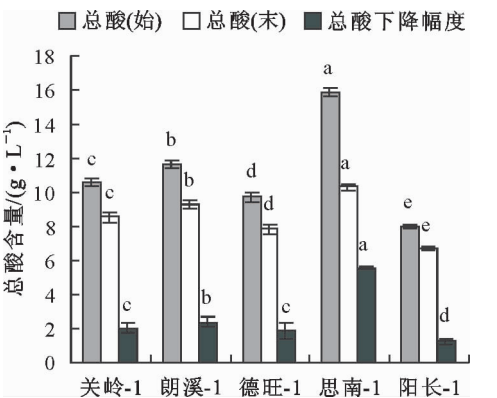


图 2 发酵前后总酸含量的变化

Fig. 2 Changes of total acid content in fermentation process

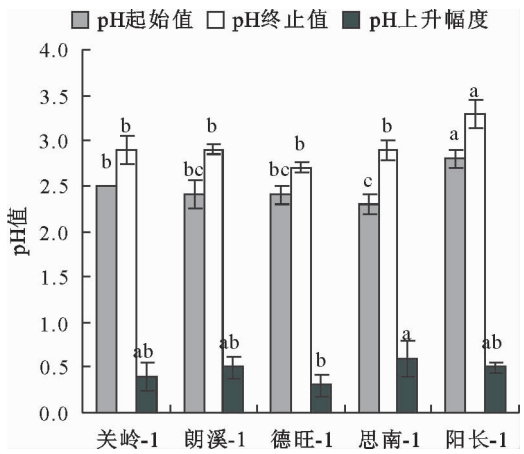


图 3 发酵前后 pH 值的变化

Fig. 3 Changes of pH value in fermentation process

表 3 发酵过程中酚类物质的含量变化

Table 3 Change of the of phenolic compounds content in fermentation process

单株	单宁/(mg · L ⁻¹)		总酚/(mg · L ⁻¹)		总花色苷/(mg · L ⁻¹)		发酵结束 时间/d
	初始值	结束值	初始值	结束值	初始值	结束值	
关岭-1	484.05±7.04d	661.19±2.97d	476.76±12.35b	840.57±2.47d	76.19±5.97b	827.56±11.20b	7
朗溪-1	634.05±6.44a	818.33±3.59b	634.38±29.15a	928.67±2.65b	120.92±3.68a	900.60±23.64a	8
德旺-1	632.14±6.55a	833.10±8.37a	663.43±37.12a	919.62±6.19bc	63.26±7.36cd	505.34±4.24c	7
思南-1	563.57±7.95c	696.43±10.30c	606.29±16.92a	897.24±11.56c	56.27±4.73d	532.60±11.61c	8
阳长-1	595.00±8.92b	814.05±7.33b	462.48±30.58b	998.67±10.77a	73.74±7.44bc	841.19±9.73b	9

单宁的含量趋于稳步上升的趋势,但上升的幅度自始至终并不明显,在将要结束发酵的后 3 d 都接近平稳(图 4)。总酚含量中有 3 个单株思南-1、德旺-1 和朗溪-1 的变化趋势与单宁相同,但关岭-1 和阳长-1 在发酵过程中一直处于稳步上升的趋势(图 5),在发酵结束时并未终止,和总花色苷的趋势一致(图 6)。

3 结论与讨论

总酸的含量对干红葡萄酒的口感起着很大的作用。其含量过高会使葡萄酒酸涩、粗硬^[14];含量过低则会使葡萄酒口感平淡,并且容易受到微生物的

侵袭^[15]。葡萄中的酸主要是酒石酸和苹果酸,葡萄酒的发酵过程实际上也是一个降酸的过程。葡萄中的酚类物质大部分存在于果皮和种子中,在干红葡萄酒的发酵过程中,通过浸渍的方法,使果皮与种子中的酚类物质进入酒体。由于野生葡萄种子的外部覆裹着一层厚厚的蜡质,因而葡萄酒中的酚类物质大部分来源于果皮。究其根源应与果皮中花色苷的含量表现为极高有关,并通过浸渍快速、大量地从果皮进入到酒体。与现有欧亚栽培种葡萄酒比较而言,野生毛葡萄酒在结束发酵时的酚类物质含量较高,容易对葡萄酒的口感及外观产生不良影响。

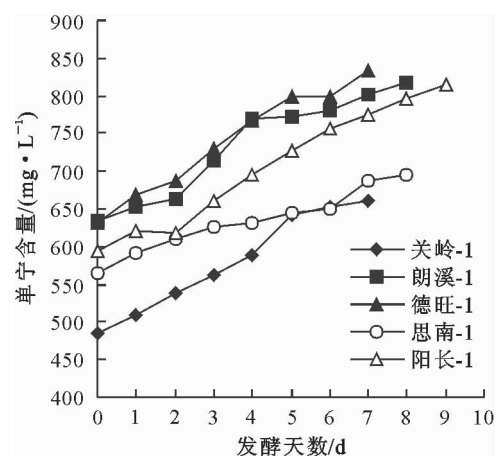


图 4 发酵过程中单宁含量的变化

Fig. 4 Variation of tannin content in fermentation process

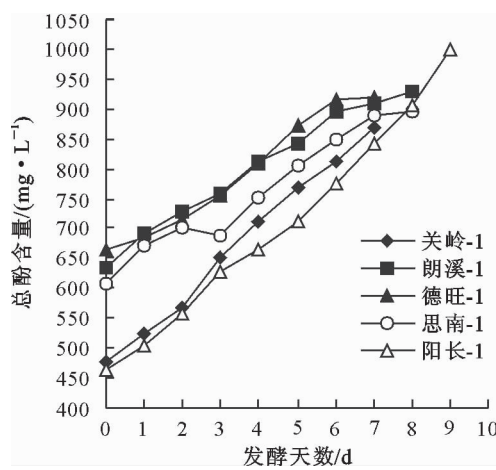


图 5 发酵过程中总酚含量的变化

Fig. 5 Variation of total phenol content in fermentation process

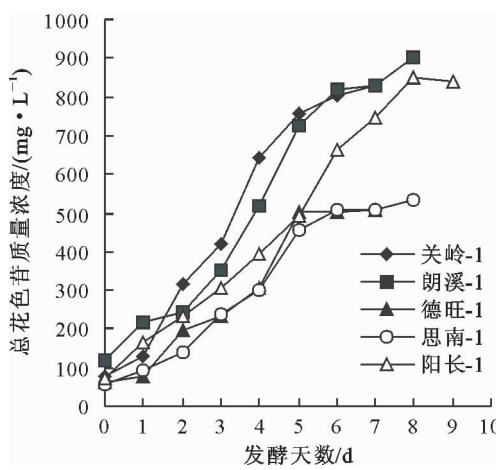


图 6 发酵过程中总花色苷含量的变化

Fig. 6 Variation of pigment content in fermentation process

中国是葡萄属植物的原始起源中心之一,拥有丰富的野生葡萄资源^[1],这些资源不仅抗病^[7,17]、抗逆性强^[4,16],且果实品质独特。中国野生葡萄种间以及株系间差异都极为显著,有糖酸比很低的品种,也有高糖适酸的类型;单宁及总酚的含量普遍偏高,

但也有接近欧亚栽培种的品质,可以直接酿酒,也可经过改良加以利用^[13]。对毛葡萄的研究利用在我国南方较为普遍,目前云南等地的毛葡萄果实品质以及毛葡萄酒的品质都表现出单宁以及总酚的含量较高,虽然具有较强的抗氧化能力,但是导致酒体入口后涩味较重^[18]。供试的贵州野生毛葡萄单株表现出了不同的果实品质和酿酒特性,其果实品质中单宁及总酚的含量都处中等水平,花青苷含量均为极高水平。贵州的喀斯特地貌虽然土壤贫瘠,但是营养元素均衡,适宜野生葡萄的生长^[2],大量裸露的岩石,在贵州寡日照的情况下加大了昼夜温差从而可有效提升葡萄果实的综合品质。虽然与现有欧亚种群比较发现毛葡萄果实品质中各物质的含量均不在优质葡萄酒酿造的适宜范围内^[19],但其拥有独特的山野味、果香浓郁、醇厚,与现有的栽培种葡萄酒相比,具有纯天然绿色食品的市场定位,花色苷等自由基清除物质的高含量也恰好迎合了当代消费者追求健康的心理^[20],必会深受消费者青睐。因此,今后可利用特殊工艺^[21],酿造优质的野生葡萄酒,不仅有利于葡萄酒市场的产品多样化,对野生资源的开发与利用也具有重要的意义。

原产地于不同生态条件的 5 个毛葡萄单株在果实品质方面表现出明显差异,单株关岭-1 原产于喀斯特干热河谷的半石漠化区域,区域内岩石裸露,昼夜温差较大,光热资源丰富、少雨,其果实品质综合表现与非干热河谷、高海拔的单株阳长-1 相当,说明喀斯特干热河谷的光热资源与高海拔地区的较强光照、昼夜温差大均有利于果实可溶性固形物的积累,果实品质优于处于非干热河谷地区的其他 3 个单株,可见在贵州山区不同海拔并不是影响果实品质的主要因素。野生毛葡萄单株关岭-1 的还原糖含量在供试的 5 个单株中最高,达到 $81.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,且单宁和总酚的含量与其他 4 组相比最低,仅有 $884.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $769.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,适宜酿造口感较好的干红葡萄酒。

供试的 5 个野生毛葡萄单株在发酵过程中随着酵母的消耗,还原糖、总酸的含量均持续下降;伴随着浸渍时间的延长,酚类物质不断从果皮进入到酒体,使其在发酵过程中含量持续上升,其趋势无异于现有野生种和栽培种的葡萄酒发酵过程。野生葡萄中含有较多易溶于酒精的酚类物质成分^[22],虽然较高含量的酚类物质可以防止葡萄酒氧化,延长其陈酿时间,但是含量过高则会使之与现有欧亚种葡萄酒比较而言出现颜色过深,口感苦涩等不良影响。贵州野生毛葡萄酒与现有野生葡萄酒的发酵特性表现一致,但由于其果实中的酚类物质含量与欧亚种

群较为接近,最终使酒体口感较为柔顺。而海拔较高的贵州山区紫外线强,导致葡萄表皮中花色苷的含量较高,因而,利用毛葡萄酿造红葡萄酒时要提前结束浸渍,以期能减少总花色苷的含量,从而使之既有欧亚种群葡萄酒柔顺的口感与颜色,又能保持自身的天然活性物质,达到酒体口感柔和,颜色清澈、艳丽的目的。

贵州野生毛葡萄果实适宜酿造干红葡萄酒。虽然有高酸低糖的缺点,但是利用现有的降酸技术足以弥补,其单宁与总酚的含量接近欧亚栽培种群,花色苷含量突出,在保证了葡萄酒口感的同时,提升了葡萄酒中生物活性物质的含量。但是过高含量的花色苷会导致酒体颜色不稳定,可以采用特殊的酿造工艺,如 CO₂ 浸渍法,或者是提前结束浸渍过程可有效解决。也可利用高花色苷这一特点酿造预调酒,成为天然的调色酒品,进而发挥贵州野生毛葡萄高抗性、高活性物质的优点。

参考文献:

[1] 孔庆山. 中国葡萄志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.

[2] 潘学军, 李德燕, 张文娥, 等. 贵州葡萄属野生种植物资源调查分析[J]. 果树学报, 2010, 27(6): 898-901.

PAN X J, LI D Y, ZHANG W E, *et al.* Investigation and analysis of wild *Vitis* resources in Guizhou province[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(6): 898-901. (in Chinese)

[3] PAN X J, ZHANG W E, LI X. In vitro conservation of native Chinese wild grape (*Vitis heyneana* Roem. & Schult) by slow growth culture[J]. Vitis, 2014, 53 (4): 207-214.

[4] 潘学军, 张文娥, 杨秀永, 等. 贵州喀斯特山区野生葡萄实生苗抗旱机理研究[J]. 西北植物学报, 2010, 30(5): 955-961.

PAN X J, ZHANG W E, YANG Y X, *et al.* Drought-resistance mechanism of four kinds of wild *Vitis* seedlings in Karst regions of Guizhou Province[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2010, 30(5): 955-961. (in Chinese)

[5] 潘学军, 李德燕, 张文娥. 贵州野生葡萄嫁接亲和性研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(8): 43-47.

PAN X J, LI D Y, ZHANG W E. Study on grafting affinity of wild *Vitis* species native in Guizhou province[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2010, 32(8): 43-47. (in Chinese)

[6] 潘学军, 李德燕, 张文娥. 贵州喀斯特山区野生葡萄原生境土壤因子分析[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(4): 535-542.

PAN X J, LI D Y, ZHANG W E. Analysis of habitat soil factor of wild *Vitis* plants originated in Karst regions in Guizhou province[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2011, 26(4): 535-542. (in Chinese)

[7] 贺普超, 王跃进, 王国英, 等. 中国葡萄属野生种抗病性的研究[J]. 中国农业科学, 1991, 24(3): 50-57.

HE P C, WANG Y J, WANG G Y, *et al.* The studies on the disease-resistance of *Vitis* wild species originated in china[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1991, 24(3): 50-57. (in Chinese)

[8] 潘学军, 李德燕, 张文娥. 贵州葡萄属 3 个野生种浆果品质分析[J]. 西北农业学报, 2010, 19(8): 142-168.

PAN X J, LI D Y, ZHANG W E. Evaluation of berry quality of three wild *Vitis* species native in Guizhou Province[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2010, 19(8): 142-168. (in Chinese)

[9] 王西锐, 阮仕立, 李华. 毛葡萄酒及其利用研究初报[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2000(3): 63-65.

[10] 李华. 现代葡萄酒工艺学[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000.

[11] 秦含章. 葡萄酒分析化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.

[12] 吴志明, 陈亮, 李双石. 赤霞珠葡萄酒发酵过程中总酚和花色苷的含量变化[J]. 酿酒科技, 2013(11): 18-20.

[13] 李记明, 贺普超. 中国野生葡萄重要酿酒品质性状的研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(1): 17-23.

LI J M, HE P C. Study on important wine making quality character of Chinese wild *Vitis*[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2000, 33(1): 17-23. (in Chinese)

[14] 高年发, 李小刚, 杨枫. 葡萄及葡萄酒中的有机酸及降酸研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999(4): 6.

[15] 陈继峰, 杨美容, 李绍华. 葡萄酒酿造过程中调酸方法研究[J]. 酿酒, 2005, 32(1): 35-39.

[16] 张剑侠, 翟焕, 牛茹萱, 等. 中国野生山葡萄 VaERD15 基因的原核表达及多克隆抗体制备[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(6): 100-105.

ZHANG J X, ZHAI H, NIU R X, *et al.* Prokaryotic expression and polyclonal antibody preparation of the VaERD15 gene from Chinese wild V. *amurensis*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(6): 100-105. (in Chinese)

[17] 万力, 郭志君, 闵卓, 等. 野生葡萄枝条多酚粗提物抑菌活性研究[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(1): 122-126.

WAN L, GUO Z J, MIN Z, *et al.* Antimicrobial activities of phenolics from Chinese wild grape canes [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(1): 122-126. (in Chinese)

[18] 马春花, 张武, 邵建辉, 等. 云南元谋野生毛葡萄的生物学特性和酿酒特性分析[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2012(3): 25-28.

[19] 李记明. 关于葡萄品质的评价指标[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 1999(1): 54-57.

[20] REVILLA E, CARRASCO D, BENITO A, *et al.* Anthocyanin composition of several wild grape accessions[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2010(4): 536-543.

[21] 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.

[22] 李记明, 贺普超. 中国野生葡萄发酵特性的研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(11): 37-42.

LI J M, HE P C. Study on fermentation characteristics of Chinese wild *Vitis* [J]. Food and Fermentation Industries, 2001, 27(11): 37-42. (in Chinese)