

DOI:10.11937/bfyy.201704043

# 多酚化合物单宁对葡萄酒口感影响的研究进展

李 超<sup>1</sup>, 李 辉<sup>1</sup>, 孙佳莹<sup>1</sup>, 张梦园<sup>1</sup>, 张军翔<sup>1,2</sup>

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 葡萄酒学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**多酚类化合物在葡萄酒颜色、口感、稳定性等方面具有重要作用,影响葡萄酒的质量。研究多酚化合物单宁对提高葡萄酒质量具有深刻的意义。现简要论述多酚类化合物单宁及其对葡萄酒口感影响的研究进展,以期研究该方向的诸多学者提供帮助。

**关键词:**多酚类物质;单宁;葡萄酒;口感

**中图分类号:**TS 262.61 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)04-0182-05

酚类物质是一类组成结构中含有酚官能集团,数目庞大且构造复杂的有机化合物,它们有时也被称为多酚类化合物<sup>[1-2]</sup>。多酚类化合物最简单的可

以分为单宁类化合物和非单宁类化合物。其分类方式是依据相对分子质量大小划分,前者相对分子质量为500~3 000,后者相对分子质量为<500或>3 000<sup>[3]</sup>。

多酚类化合物的含量和类型在不同葡萄品种之间的差异是非常显著的,受葡萄酒酿造工艺以及葡萄成熟度、种植条件、地区气候、地理位置等人为及自然因素的影响。酚类化合物的含量和构成在相同品种的葡萄及其酿制的葡萄酒中也存在相当大的差异。近年来,酚类化合物对葡萄酒的影响在国际上研究重点,而单宁是多酚类化合物中一类重要的物

**第一作者简介:**李超(1991-),男,硕士研究生,研究方向为葡萄与葡萄酒学。E-mail:429102995@qq.com.

**责任作者:**张军翔(1971-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事葡萄栽培和葡萄酒酿造等研究工作。E-mail:zhangjunxiang@126.com.

**基金项目:**宁夏“十三五”产业重大攻关资助项目。

**收稿日期:**2016-09-23

## Effects of Global Warming on Grape and Wine Quality

LIU Min<sup>1</sup>, MIN Zhuo<sup>1</sup>, JU Yanlun<sup>1</sup>, ZHAO Xianfang<sup>1</sup>, FANG Yulin<sup>1,2</sup>

(1. College of Enology, Northwest A&amp;F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shaanxi Engineering Research Center for Viticulture, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Global warming is exerting an increasingly profound influence on grape harvest time and composition, and ultimately affects vinifications, wine microbiology and chemistry, and sensory aspects. The increasing temperature advanced harvest time in many wine regions, increased grape sugar concentrations, potassium levels and pH, reduced acidities and total anthocyanin contents, and modified varietal aroma compounds. High temperature promoted reproduction of the microorganisms on surfaces of berries, and made alcoholic fermentation slow or suspend. The oxidation speed of musts could be accelerated by warming, which caused color browning and oxidative smell in wines. Musts with high sugar concentrations caused a stress response in yeast, which led to increased formation of fermentation co-products, such as acetic acid and glycerol. The high potassium concentrations could cause the suspending of alcoholic fermentation, and meanwhile reduced the solubility of potassium tartrate. The high pH caused significant changes in the microbial ecology of musts and wines, and increased the risk of spoilage. The high alcohol levels of wines could suppress malolactic fermentation, and make organoleptic degradation.

**Keywords:** global warming; harvest time; sugar concentration; anthocyanin; aroma compound

质,该研究在简单介绍多酚类化合物中单宁的基础上,阐述其对葡萄酒口感的影响。

## 1 单宁的介绍

### 1.1 简介

单宁是次级代谢的天然多酚类物质,可防止被动物采食和致病微生物的感染,经过长期的进化普遍存在于植物体内,有时也被称为鞣酸或者鞣质。植物组织中普遍含有大量丰富的单宁(除了一些比较幼稚的分生组织外)。植物单宁不仅种类多样而且含量丰富、分布广泛。植物的树皮、叶片,果实的果皮、种皮果肉中均含有大量的单宁物质<sup>[4-8]</sup>。

### 1.2 分类

谭仁祥<sup>[9]</sup>指出单宁可依据其化学结构和物理性质最直接地分为3类,分别是水解类单宁(hydrolisable tannin)、缩合类单宁(condensed tannin)和新型单宁(new type tannin)。水解单宁化学结构分析相对比较困难,其分子结构是由葡萄糖或多酚与没食子酸及其衍生物通过酯键形成。在酸、碱或酶的作用下易水解产生小分子化合物,这是水解单宁最大的特点<sup>[8]</sup>。黄烷-3-醇是缩合单宁分子结构的基本结构单元。遇酶、碱、酸,容易发生分子间的缩合,生成大分子化合物,这是缩合单宁最大的特点。而最新研究发现的新型单宁,则是一类除了典型的水解单宁和缩合单宁以外,更包含有二者结构和性质的特殊单宁<sup>[7]</sup>。

### 1.3 化学结构

SMITH于20世纪60年代定义单宁是水溶性多酚化合物,其相对分子质量为500~3 000,化学性质较为活跃能使明胶、蛋白质、生物碱产生聚沉。复杂酚或植物多酚同样也是植物单宁,这是国外研究者对它的称呼。依据化学结构分类的水解单宁和缩合单宁是多酚类化合物中普遍研究的对象。

化学结构特征中相对分子质量的大小即所谓的聚合度,是决定植物单宁中蛋白质自由基清除等各种性质的主要因素。国内外研究发现植物单宁聚合物的分离存在不理想的现状,主要原因是单宁聚合度的增加也可导致异质性的增加。植物单宁本身化学性质活泼且结构多种多样,由多种化学性质相似的聚合物混合而成,导致在植物单宁分离上各种方法效果都不是很好。近些年,国内外相关研究领域把单宁纯化物的定量化研究和结构化分析视为研究项目的重点。研究过程中发现,单宁结构特征的分析往往要比植物样品中单宁含量测定的研究更加重

要。其中缩合单宁一大部分是以一种多分散体系(多聚原花色素)的形式存在于植物体内。研究者只能够分离出一系列相对原子质量相似的多聚原花色素,而对于获取单一结构纯净的原花色素则束手无策,其中描述多聚原花色素组分结构特征是非常关键的<sup>[10-11]</sup>。缩合单宁的化学性质包括对动物营养代谢的影响、关键的生理学活性和特殊的生态功能以及鞣性<sup>[12-14]</sup>。不同的单宁种类,不同的化学结构往往可导致单宁化学性质的大相径庭。在长期工作研究过程中发现,单宁黄烷醇羟基的取代位置、黄烷醇结构单元的连接类型、聚合物的平均聚合度和分布模式、单宁聚合物中黄烷醇的构成比例和单元种类,这4项是缩合单宁总体结构特征分析的主要依据<sup>[15-16]</sup>,其中,单宁黄烷醇羟基的取代位置、黄烷醇结构单元的连接类型、聚合物的平均聚合度和分布模式是造成缩合单宁化学性质差异的最大因素。

### 1.4 理化性质

1.4.1 单宁的物理性质 单宁含有少量毒性,能产生感官涩性可以散发出特殊气味,其本身颜色为浅棕色、淡黄色且呈粉末状,空气中极易氧化,氧化后颜色加深。单宁一般情况下不溶于乙醚或氯仿,易溶于水、丙酮、乙醇等一些有机溶剂<sup>[17]</sup>。

1.4.2 单宁的化学性质 单宁与蛋白质、多糖、生物碱的结合:单宁与蛋白质的结合是单宁化学性质的重要表征。单宁能够产生涩味的感觉,是因为单宁和唾液蛋白质能够结合,当结合达到一定程度时会使单宁产生沉淀。单宁也可使某些化合物稳定性增加,并可以起到一定的鞣制作用,但这些化合物仅限于一些不溶于水的蛋白质,比如胶原纤维。从分子结构上研究单宁与蛋白质结合能力的分析技术是在20世纪80年代兴起的,而DAVY于19世纪早期就已经发现单宁与蛋白质有可逆结合现象。研究证实单宁沉淀蛋白质的反应可以分为2步,并且在蛋白质等电点沉淀最多,这仅是一个表面现象。单宁使蛋白质产生凝聚乃至沉淀,第一步是单宁在单一蛋白质分子表面结合,第二步紧接着数个蛋白质分子间互联最后形成沉淀。单宁与蛋白质结合不仅要关注它们的互联作用,而且还要分析作为受体的蛋白质和作为供体的多酚分子构型、结构和组成。单宁分子进入“疏水袋”(蛋白质分子中疏水集团较集中的部位)通过氢键的连接方式加强联合。单宁与蛋白质结合的关键包括4个方面:1)单宁相对分子量的大小,形成较坚固的结合,需相对分子量在500以上;2)单宁的疏水基和酚羟基数目,二者数目越多

结合力越强;3)鞣性的分子构型,具有此构型者结合力较强;4)单宁的水溶性,水溶性较低的与蛋白质结合力较强。通常所说的涩性或者收敛性就是指单宁与蛋白质的结合能力。综上所述,聚合度的大小是影响缩合类单宁收敛性的关键,疏水基的多少是影响水解类单宁收敛性的主要因素,收敛性方面通常情况下水解单宁的大于缩合单宁。单宁不仅仅与蛋白质可以结合,同样也可以与多糖类物质、生物碱发生类似的复合反应。单宁的收敛性往往可以描述蛋白质、多糖、生物碱复合反应稳定常数大小的对应关系。单宁对脱氧核苷酸、核糖核苷酸或生物膜等的作用机理就是对此3类物质复合反应研究所得。由此可以得出单宁活跃的理化性质是围绕收敛性展开的。单宁的抗氧化性:单宁的抗氧化性主要突出在3个层面。1)单宁与维生素C(VC)和维生素E(VE)互联的抗氧化效应,可以提高氧化反应的金属离子螯合速率,并实现维生素C和维生素E之间的相互再生;2)单宁可阻止自由基引导的一系列反应。3)单宁可借助还原反应从而减少环境中的氧含量。纵观以上3点不难得出单宁拥有较强的清除自由基的能力。在空气、酶、水分3种条件存在的情况下,单宁的酚羟基(phenolic hydroxyl group)极易被氧化,特别是邻位酚羟基(phenol hydroxyl group)氧化后现象为颜色加深,当 $\text{pH}>7$ 的情况下氧化速度最快, $\text{pH}<2.5$ 的情况下氧化速率最慢, $\text{pH}>3.5$ 时比较容易发生氧化。茶多酚和没食子酸的抗氧化性远远没有相对分子量较大的单宁强。水解单宁和一些相对分子量小的茶单宁(如茶多酚)的降解物-没食子酸,由于作用效果明显并且含有少量的毒性,而作为天然抗氧化剂已经广泛应用于食品保存之中<sup>[18]</sup>。事实上单宁的化学性质还有诸多方面,该研究主要分析单宁在影响葡萄酒品质方面所涉及到的化学性质,对于单宁其它方面的化学性质该研究不予论述。

### 1.5 单宁的分析测定方法

目前缩合单宁的最有效测定方法仍然是分光光度计法和色谱法<sup>[19-20]</sup>。色谱法又分为3种,分别是液相色谱 LC(liquid chromatography);气相色谱 GC(gas chromatography);凝胶渗透色谱 GPC(gel permeation chromatography)<sup>[19]</sup>,这类方法的优点是测量精度及准确度高,缺点是价格普遍昂贵,测量周期较长难度系数大。相比较而言,分光光度计法则简单易操作,但是精度略低,分光光度计法又分为5种方法,分别是4-二甲基氨基肉桂醛法、香兰素法、普鲁士蓝法、福林-丹尼斯法、丁醇-HCl法<sup>[21]</sup>。近几年缩

合单宁的测定又有了新的方法,分别是20世纪70年代的蛋白质沉淀法(Adams-harbertson tannin assay, A-H法)和2006年由 SARNECKIS等<sup>[22]</sup>提出的甲基纤维素法(methylcelluloseprecipitation tannin assay, MCP法)。2种方法分别经 HARBERTSON等<sup>[23]</sup>和 MERCURIO等<sup>[24]</sup>的改进,现广泛应用于葡萄与葡萄酒中缩合单宁的测定。

## 2 单宁对葡萄酒的影响

### 2.1 单宁对葡萄酒口感的影响

单宁对葡萄酒特别是红葡萄酒质量有重要影响作用,它可以产生稳定色素、收敛性也可防止葡萄酒产生不良风味并提高葡萄酒结构感<sup>[25]</sup>,另外更突出的是单宁还具备抗氧化性等一些独特的理化性质。葡萄酒中的单宁来源主要分为2个部分,少部分的叫水解单宁来自橡木桶陈酿,大部分的叫缩合单宁主要来源于果实<sup>[26]</sup>。缩合单宁又叫原花色色素,分为A型和B型。B型是由亲电的黄烷-3,4-二醇和亲核的黄烷-3-醇通过O-C或者C-C全键的方式以共价键而连接形成的,A型则是在B型的基础上通过另外的C-O-C键连接而成。根据C环上的3-羧基结构和B环上羟基数目,黄烷-3-醇又可以分为表儿茶素没食子酸酯((-)-Epicatechin gallate)、表儿茶素、阿福豆素、表儿茶素(L-Epicatechin)和儿茶素(catechin)。而黄烷-3,4-二醇则分为花白素和其衍生物<sup>[27]</sup>。缩合单宁在葡萄中的来源主要是果粒、果梗和果皮,在酿造工艺中主要是采用浸渍的方式进行提取。

葡萄酒中单宁的结构、来源决定着葡萄酒独特的风味特征。在酒瓶陈酿过程中随着在酒瓶中陈酿年份的增加葡萄酒的涩味减弱,并且单宁的聚合度降低。单宁的平均聚合度可以作为评估“赤霞珠”葡萄酒涩味的一个分析参数,然而引起葡萄酒产生苦涩感的主要因子则是表儿茶素和儿茶素形成的低聚单宁。通常情况下,儿茶素苦味感较强,收敛性不太突出。多聚单宁涩感最弱,四聚单宁也就是所谓的中聚单宁涩感最强,但苦味感相对比较弱。经多次测定红葡萄酒中中度聚合单宁感官阈值最低大约是 $12\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,寡聚单宁的感官阈值次之,数值大约为 $120\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,多聚单宁的感官阈值最高,数值为 $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ <sup>[20]</sup>。单宁收敛性的强弱决定于单宁和蛋白质结合能力的大小。单宁相对分子量在500~3 000范围内才具有结合蛋白质的能力,在此范围内,随着酚羟基数目的增多,蛋白质与其结合的能力也呈现出不断上升的趋势。然而,当单宁的相对分子量低于500时,蛋白质与其结合的能力极低,当

单宁的相对分子量大于 3 000 时,则蛋白质与其结合的能力基本上可以忽略<sup>[23]</sup>。葡萄酒中种子单宁给予了葡萄酒强劲的结构感和高贵的酒体。然而,在红葡萄酒酿造工艺中,种子单宁大量的浸出会造成红葡萄酒涩感加强,品质低劣。葡萄果皮中的单宁是促进红葡萄酒酒体圆润感、丰满感加强的最主要因素,但是酿造过程中果皮单宁的大量浸出,再加上葡萄果实的不成熟可严重导致葡萄酒风味的江河日下,尤其表现在苦味和青草味的加重。同样,果梗中过量的单宁浸出也可使葡萄酒品质下降苦涩味加重。

## 2.2 缩合单宁对葡萄酒口感的影响

葡萄酒中的缩合单宁相对分子质量大多数为 500~3 000。其中存在于陈酿型葡萄酒中的缩合单宁相对分子质量最大,最高的可达到 3 000~4 000,相对而言新葡萄酒中的缩合单宁相对分子质量则显得过小,大部分为 500~700。相对分子质量大的缩合单宁对味觉基本上没有太大影响。相对分子质量小的缩合单宁不但涩而且苦,对红葡萄酒的滋味和口感具有显著的影响。不同发育阶段、不同的品种、不同组织中缩合单宁多聚体中单体是大不相同的,它们在局部结构、连接键、组成和大小方面都存在显著的差异。缩合单宁(condensed tannin)是红葡萄酒中最主要的单宁物质。对于葡萄果实中缩合单宁的变化规律,科学界存在着不同的看法。一部分学者认为在葡萄成熟的整个过程中单宁的含量所表现的趋势为先升高后下降,相反的是也有另外一部分学者认为葡萄成熟过程中单宁的含量是呈现一个持续下滑的态势。不过近些年研究发现,果皮和种子中的单宁在葡萄成熟过程中含量和变化都存在着显著的差异。存在于果皮中的少部分单宁含量基本上保持不变,但含有细小的波动,存在年份和品种的差异。然而存在于种子中的大部分单宁变化则很不相同,它们的含量持续上升到转色期时达到峰值,过了转色期后立即下降一直到成熟直至采收<sup>[25]</sup>。葡萄浆果中不同部位的缩合单宁也存在着显著的差异。种子中所含的缩合单宁最多大约为 2.2%~8.0%,其次为果梗中的缩合单宁大约为 1.0%~5.4%,最少的则是果皮,含有缩合单宁大约为 0.5%~4.0%。葡萄果肉中基本上不含有缩合单宁。种子中缩合单宁的聚合度大约为 2.3~16.7,并且种子中的缩合单宁以富含较多的表儿茶素没食子酸酯为起始单元<sup>[20]</sup>。相反的是,果皮中含有更多的表没食子儿茶素,果皮中的缩合单宁的聚合度大约为 3.4~83.3。黄烷-3,4-

二醇是缩合单宁的延伸单元,表儿茶素或儿茶素则是缩合单宁的低端单元或者起始单元。存在与葡萄果实当中的儿茶单宁也就是所谓的缩合单宁,它是由原花色素(procyanidins)和儿茶素共同缩合而成的<sup>[23]</sup>。

## 2.3 水解单宁对葡萄酒口感的影响

在葡萄酒中,水解单宁的涩感要强于缩合单宁的涩感。JACKSON<sup>[25]</sup>研究发现,虽然水解单宁比缩合单宁具有更加强健的涩感,但是由于它含量少,再加上早期红葡萄酒酿造过程中的降解,导致水解单宁基本上不对红葡萄酒产生非常显著的苦味和涩感。起泡葡萄酒(sparkling wine)发酵工艺中二次发酵过程会导致对羟基苯乙醇(tyrosol)浓度上升,带来的结果是可引起葡萄酒苦味增加。同样在白葡萄酒酿造过程中,当对羟基苯乙醇(tyrosol)的含量上升至 25 mg·L<sup>-1</sup>时,可使酒体产生较强的苦味。事实上,在葡萄浆果中基本不存在水解单宁(hdnolysable tannin),但是在葡萄酒后期贮藏的过程中经过橡木桶贮藏的葡萄酒,通常含没食子酸(gallic acid)、鞣花酸糖苷、和鞣花酸(ellagic acid)的聚合体-鞣花单宁(ellitannins)的形成。由此可见,选择适宜橡木种类以及相应焙烤程度的橡木桶,对不同类型葡萄酒口感的完善和风味的提高至关重要。

## 3 结论

该研究主要简述了酚类物质中单宁对葡萄酒口感的影响,并简单剖析了影响的原因。通过掌握单宁的化学结构和生理因素,单宁还具有以下 4 个主要用途:1)对酿酒酵母的生长及其辅酶具有抑制作用;2)单宁的抗氧化性,有利于葡萄酒在陈酿过程中保质;3)与花色苷的聚合,有利于葡萄酒色泽的稳定;4)与多糖、蛋白质等聚合形成沉淀,有利于葡萄酒的澄清<sup>[28-30]</sup>。总而言之,多酚类化合物及单宁对葡萄酒品质的影响是无法估量的。

## 参考文献

- [1] 翟衡,杜金华. 酿酒葡萄栽培及加工技术[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [2] 豆佳媛,王奇,冯凯. 植物单宁的应用及其研究进展[J]. 饮料工业,2014(6):51-54.
- [3] 贺晋瑜. 酚类物质对葡萄酒品质的影响[J]. 山西农业科学,2012,40(10):1118-1120.
- [4] 石碧,狄莹. 植物多酚[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [5] 李光宇,彭丽萍. 葡萄酒中主要的多酚类化合物及其作用[J]. 酿酒,2007,34(4):60-61.
- [6] 傅长明,黄科林,王则奋,等. 植物单宁的性质及应用[J]. 企业科技与发展,2010(22):57-60.

- [7] 刘波. 酿酒葡萄中风味物质的变化规律研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2005.
- [8] MUELLER H I. Analysis of hydrolysable tannins[J]. Animal Feed Science and Technology, 2001, 91(1): 3-20.
- [9] 谭仁祥. 植物成分分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [10] HELSTROM J K, MATRILA P H. HPLC determination of extractable and unextractable proanthocyanidins in plant materials[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(17): 7617-7624.
- [11] MAYER R, STECHER G, WUERZNER R, et al. Proanthocyanidins: Target compounds as antibacterial agents[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(16): 6959-6966.
- [12] DU Y U, LOU H X. Catechin and proanthocyanidin B4 from grape seeds prevent doxorubicin-induced toxicity in cardiomyocytes[J]. European Journal of Pharmacology, 2008, 591: 96-101.
- [13] LIN Y M, LIU J W, XIANG P, et al. Tannin dynamics of propagules and leaves of *Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorhiza* in the Jiulong River Estuary, Fujian, China[J]. Biogeochemistry, 2006, 78(3): 343-359.
- [14] 向平, 林益明, 林鹏, 等. 基质辅助激光解吸飞行时间质谱分析缩合单宁的阳离子化问题[J]. 分析化学, 2006, 34(7): 1019-1022.
- [15] ZHOU B H, WU Z H, LI X J, et al. Analysis of ellagic acid in pomegranate rinds by capillary electrophoresis and high-performance liquid chromatography[J]. Phytochemical Analysis, 2008, 19(1): 86-89.
- [16] DIEZ M T, DEL MORAL P G, RESINES J A, et al. Determination of phenolic compounds derived from hydrolysable tannins in biological matrices by RP-HPLC[J]. Journal of Separation Science, 2008, 31(15): 2797-2803.
- [17] 罗晔, 朱晓玲, 郭嘉, 等. 单宁酸提取与纯化技术的现状及展望[J]. 广州化工, 2009, 37(8): 19-20.
- [18] 李晓鹏. 缩合单宁对体外发酵特性的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [19] NACZK M, SHAHIDI F. Extraction and analysis of phenolics in food[J]. Journal of Chromatography A, 2004, 1054(1-2): 95-111.
- [20] HUMMER W, SCHREIER P. Analysis of proanthocyanidins[J]. Molecular Nutrition and Food Research, 2008, 52(12): 1381-1398.
- [21] HERDERICH M, SMITH P. Analysis of grape and wine tannins methods, applications and challenges[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2008, 11(2): 205-214.
- [22] SARNECKIS C J, DAMBERGS R G, JONES P, et al. Quantification of condensed tannins by precipitation with methyl cellulose: development and validation of an optimised tool for grape and wine analysis[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2008, 12(1): 39-49.
- [23] HARBERTSON J F, KENNEDY J A, ADAMS D O. Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon Syrah and Pinot noir berries during ripening[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2002, 53(1): 54-59.
- [24] MERCURIO M D, DAMBERGS R G, HERDERICH M J, et al. High throughput analysis of red wine and grape phenolics adaptation and validation of methyl cellulose precipitable tannin assay and modified Somers color assay to a rapid 96 well plate format[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(12): 4651-4657.
- [25] JACKSON R S. Wine Science[M]. 3rd. Salt Lake City: Academic Press, 2008: 281.
- [26] 李华. 葡萄酒化学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [27] 曹鹏, 段长青. 葡萄果实和葡萄酒中缩合单宁的研究进展[J]. 农业工程学报(增刊), 2004, 20(s1): 5-12.
- [28] CLIFFORD M N. Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(7): 1063-1072.
- [29] YOKOTSUKA K, SINGLETON V L. Effect of seed tannins on enzymatic decolorization of wine pigments in the presence of oxidizable phenols[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2001, 52(2): 93-100.
- [30] TALLCOTT S T, BRENES C H, PIRES D M et al. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed Muscadine grape juice[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(4): 957-963.

## Investigation Progress of the Wine's Taste Influenced by Polyphenols and Tannins

LI Chao<sup>1</sup>, LI Hui<sup>1</sup>, SUN Jiaying<sup>1</sup>, ZHANG Mengyuan<sup>1</sup>, ZHANG Junxiang<sup>1,2</sup>

(1. Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Wine School, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Phenolic compounds have an important impact on color, taste and stabilization, which affects the quality of wine. Researching polyphenol and tannin makes profound sense of enhancing wine quality. The research gave a brief introduce of polyphenol and tannin, as well as the investigation progress of the taste influenced by polyphenol hoped to offer a facilities to correlative researchist.

**Keywords:** polyphenols; tannin; wine; taste