

不同酵母酒泥对蛇龙珠葡萄酒颜色的影响

史红梅, 王咏梅*, 韩晓梅, 郭亚芸

(山东省葡萄研究院, 山东 济南 250100)

摘要: 选用 D254、RC212、BDX、F15 4 种生产中常用的酵母, 酒泥在自然条件下自溶, 测定葡萄酒中的 CIELab 颜色空间参数、色度、色调、总色素、聚合色素和单体花色苷的含量, 研究颜色指标的变化及相关性。数据分析表明, 除 F15 酵母外, BDX、D254、RC212 酒泥陈酿酒样的 WC、WCP、PPC、CI 得到不同程度提高, 4 种酵母的单体花色苷含量都提高; 在测试的 14 个指标中 Hue 与 Hab 正相关, 与其它各颜色指标呈负相关, 其它个颜色指标间呈正相关。酒泥陈酿工艺可以提高蛇龙珠葡萄酒的颜色指标, 增加颜色的稳定性。

关键词: 酒泥陈酿; 蛇龙珠; 葡萄酒; 颜色; 相关性分析

中图分类号: TS 262.6 文献标志码: A 文章编号: 1673-1689(2018)10-1086-05

Analysis of CIELab Parameters and Anthocyanidins of *Cabernet gernerisch* by Ageing on Lees in Different Yeasts

SHI Hongmei, WANG Yongmei*, HAN Xiaomei, GUO Yayun

(Shandong Academy of Grape, Jinan 250100, China)

Abstract: Four kinds of commercial yeasts commonly used in production were selected, such as D254, RC212, BDX and F15. CIELab color space parameters, chroma, hue, total color of pigments, polymeric pigments color and monomer anthocyanins of *Cabernet gernerisch* wine during natural yeast autolysis by ageing on lees. The color evolvement and correlation analysis was studied. Principle component analysis (PCA) of the data indicated that WC, WCP, PPC and CI of BDX, D254, RC212 yeast by ageing on lees improved to varying degree. And A280 and monomer anthocyanins of all the wines samples increased. Hue and Hab was related positively, and were negatively with other indexes. The other index was related positively. The content of color and color stability of wine by ageing on lees can be improved.

Keywords: lees ageing, *Cabernet gernerisch*, wine, color, relativity analysis

目前国内红葡萄酒存在单宁含量不高, 酒体偏薄、颜色浅等问题。葡萄原料的缺陷可以通过酿造

工艺改善, 酒泥陈酿技术可以有效提高葡萄酒质量, 如提高红葡萄酒颜色的稳定性、增加香气的复

收稿日期: 2016-08-19

基金项目: 山东省农业科学院青年科研基金项目(2015YQN63); 山东省农业重大应用技术创新项目(2016)。

作者简介: 史红梅(1979—), 女, 山东威海人, 工学硕士, 高级工程师, 主要从事酿酒新工艺和风味物质的分析研究。E-mail: hm.sh@163.com

* 通信作者: 王咏梅(1964—), 女, 山东龙口人, 研究员, 主要从事酿酒工艺研究。E-mail: wangym228@126.com

引用本文: 史红梅, 王咏梅, 韩晓梅, 等. 不同酵母酒泥对蛇龙珠葡萄酒颜色的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(10): 1086-1090.

杂度和浓郁度、提高酒体饱满度等。研究酒泥陈酿对蛇龙珠葡萄酒干红葡萄酒颜色变化的影响,对指导企业生产有重要的理论和实践意义。酒泥陈酿是指在主发酵结束后葡萄酒与酒泥继续接触一定时间,酵母自溶释放的葡聚糖、甘露糖等多糖和氨基酸等成分影响葡萄酒的感官质量和理化特性^[1]。酵母自溶产物对葡萄酒的质量起着积极的作用,具体表现在:改善香气质量,提高香气浓郁度和复杂感,增加颜色和多酚稳定性^[2-9]。Oscar Fernández 等^[10]研究了橡木桶陈酿中酒泥对葡萄酒多糖、颜色和主要酚类物质的影响。F. Palomero 等^[11]比较了酵母自然自溶和外加酶自溶产生的多糖含量,及对红葡萄酒单体花色苷含量的影响。目前,酒泥陈酿技术已经开始应用于干红葡萄酒酿造工艺的研究中,而且已经证明对于红葡萄酒颜色的稳定性有一定作用。但是关于不同酵母的酒泥陈酿对蛇龙珠干红葡萄酒颜色指数 CIELab 参数、单体花色素苷的影响及相关性分析还未见报道。因此作者选用 4 种常用的商用酵母,经过酒泥陈酿酵母自然自溶后分析蛇龙珠葡萄酒 CIELab 颜色参数与花色素苷的变化,寻找酒泥陈酿与蛇龙珠颜色参数之间的相互关系。通过测定葡萄酒颜色相关指数和花色素苷的含量,分析其相关性,验证 4 种酵母在酵母自然自溶下对葡萄酒颜色的影响变化。

1 材料与方法

1.1 葡萄原料

葡萄:品种为蛇龙珠,采自烟台市大柳行镇的葡萄园。

1.2 葡萄酒酿造工艺

葡萄原料除梗破碎后输入 10 L 的大玻璃瓶中,加入 SO_2 60 mg/L,浸渍发酵,分别添加酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)型号为 D254、RC212、BDX、F15,接种量 0.2 g/L,启动发酵,延长浸渍发酵 20 d 后皮渣分离,发酵期间每天搅动一次,10 d 后倒灌粗酒泥分离,补加 SO_2 30 mg/L,保持在 20 ℃左右的温度下进行酒泥陈酿,每天晃动一次。

1.3 仪器与试剂

Agilent 1200 液相色谱仪(配安捷伦色谱柱 Eclipse Plus C18, 3.5 μm , 4.6 mm $\times$ 100 mm,配有 C18 保护柱):美国 Agilent 公司产品。

甲醇、甲酸、乙腈、乙醇(色谱纯级)、酒石酸(分

析纯级):西安化学试剂厂产品。矢车菊素-3-o-葡萄糖苷(CYA-3-o-Glu)、芍药素-3-o-葡萄糖苷(PEO-3-o-Glu)、花翠素-3-o-葡萄糖苷(DEL-3-o-Glu)、矮牵牛素-3-o-葡萄糖苷(PET-3-o-Glu)和锦葵甙-3-o-葡萄糖苷(MV-3-o-Glu):Sigma-Aldrich 公司产品。

1.4 试验方法

1.4.1 CIELab 参数 检测分析 12 种葡萄酒及其馏分的透射光谱。检测条件:0.1 cm 石英玻璃杯,200~700 nm 连续扫描谱段,扫描间隔 1 nm,1 600 ms 取样,蒸馏水为空白。测定每一酒样和馏分的 CIELab 参数^[12]。

1.4.2 分光光度计分析

色度(CI):测定样品 520 nm 和 420 nm 处吸光值之和;色调(Hue):测定样品 420 nm 和 520 nm 吸光值之比^[13]。

1)葡萄酒颜色(WC) 在 2 mL 酒样中加入 20 μL 乙醛,45 min 后测 520 nm 吸光值;

2)总色素(WCP) 在 1 mL 酒样中 9 mL 0.1 mol/L HCl, pH<1, 4~5 h 后测 520 nm 吸光值;

3)聚合色素(PPC) 5 mL 酒样添加 15 mg NaHSO_3 , 1 min 测 520 nm 的吸光值^[14]。

1.4.3 HPLC 分析 酒样处理:2 mL 酒样,加 2 mL 乙酸乙酯萃取 3 遍,合并萃取液,氮气吹干,加入 1 mL 甲醇溶解,0.22 μm 滤膜过滤,待 HPLC 检测^[15]。

1.5 数据分析

数据处理采用 SPSS 17.0 软件分析计算。

2 结果

2.1 颜色相关指标

葡萄酒在酒泥陈酿 30 d 的时候对颜色的相关各指标进行测定,测试结果如表 1 所示。

表 1 是酒泥陈酿 30 天时反映蛇龙珠葡萄酒颜色指标的一组数据,所有样品中总色素(WCP)、聚合色素(PPC)和的范围分别是 5.90~9.84 和 8.33~14.6,除了 F15 的 PPC 酒泥陈酿工艺低于对照外,其它的都以酒泥陈酿工艺高,BDX、D254、RC212 3 个酵母的 WCP 分别提高了 38.8%、25.2%、46.1%,PPC 分别提高了 35.7%、75.9%、47.6%,WC 分别提高了 39.3%、73.6%、55.3%,说明酒泥陈酿工艺有利于增加葡萄酒中游离和结合花色素苷的总量,以及与酚类物质将结合聚合色素的含量。

表 1 酒泥陈酿的蛇龙珠葡萄酒颜色指数 ($t=30$ d)Table 1 Color index of *Cabernet gernischt* during wine lees ageing ($t=30$ d)

酒泥		CI	Hue	$A_{420\text{ nm}}$	$A_{520\text{ nm}}$	$A_{620\text{ nm}}$	$A_{280\text{ nm}}$	L^*	Cab	Hab	WCP	PPC	WC
F15	CK	4.64 ^a	0.994 ^c	1.93 ^c	1.99 ^c	0.725 ^a	20.0 ^b	42.1 ^{ab}	53.1 ^b	32.8 ^b	6.89 ^c	14.6 ^b	32.6 ^c
	Lees	4.30 ^a	0.883 ^c	1.78 ^b	1.96 ^c	0.563 ^b	21.3 ^b	39.3 ^a	56.0 ^c	25.4 ^c	9.84 ^b	11.6 ^a	26.6 ^a
BDX	CK	3.26 ^c	1.04 ^b	1.43 ^b	1.35 ^b	0.488 ^c	16.8 ^a	23.0 ^b	37.9 ^{ab}	36.3 ^c	5.90 ^c	8.33 ^a	16.8 ^c
	Lees	4.93 ^b	0.897 ^b	2.09 ^a	2.11 ^a	0.725 ^c	20.2 ^a	44.7 ^b	58.2 ^b	32.2 ^a	8.19 ^a	11.3 ^c	23.4 ^a
D254	CK	2.35 ^b	1.04 ^c	0.975 ^c	1.03 ^{ab}	0.350 ^b	16.6 ^a	12.9 ^c	27.6 ^a	28.9 ^b	6.60 ^{bc}	6.65 ^a	14.0 ^b
	Lees	4.10 ^b	0.860 ^{bc}	1.68 ^a	1.88 ^b	0.550 ^c	19.2 ^b	34.2 ^c	57.1 ^c	28.2 ^b	8.26 ^b	11.7 ^b	24.3 ^c
RC212	CK	2.75 ^c	0.990 ^a	1.15 ^a	1.15 ^a	0.450 ^a	16.2 ^b	16.7 ^b	33.1 ^c	35.3 ^b	5.38 ^a	8.40 ^c	15.0 ^c
	Lees	3.64 ^a	0.780 ^a	1.46 ^b	1.75 ^b	0.425 ^a	20.8 ^b	30.1 ^a	55.1 ^a	20.5 ^b	7.86 ^c	12.4 ^c	23.3 ^b

注:abc 代表该指标在 $p=0.05$ 水平存在的显著差异,下同。

在葡萄酒颜色 CIELab 参数中,除了 F15 外,其它 3 种酵母亮度 L^* 值均高于对照样,说明酒泥陈酿工艺有利于提高葡萄酒的明亮度;饱和度 Cab 4 种酵母均以酒泥陈酿工艺高,说明葡萄酒的颜色更加鲜艳;色调角 Hab 则是对照高。

除了 F15 其它 3 种酵母的色度(CI)都较对照高,原因在于葡萄酒中红色成分($A_{520\text{ nm}}$)和黄色成分($A_{420\text{ nm}}$)含量多。4 种酵母的色调 Hue 则相反,酒泥陈酿工艺均比对照低,说明酒泥陈酿葡萄酒的颜色更红。多酚指数($A_{280\text{ nm}}$)也是酒泥陈酿工艺高于对照,说明花色苷含量比对照高,可见酒泥陈酿工艺可提高葡萄酒中花色苷的含量。

比较 4 种酵母的颜色指标可以看出,总色素指标(WCP)F15>D254>BDX>RC212,聚合色素指标(PPC)RC212>D254>F15>BDX,可见不同酵母在相同条件下酒泥酿造对葡萄酒颜色的影响不一样。但 F15 酵母中 PPC、 L^* 、CI 数值都是酒泥陈酿工艺不如对照,但从颜色指标得出 F15 酵母不需要进行酒泥

陈酿。

在酒泥陈酿 10、30、50 d 的过程中对 BDX 酵母酿制蛇龙珠葡萄酒进行各颜色指标的测定。从表 2 中可以看出,除了饱和度 Cab、色调度 Hab 在酒泥陈酿 30 d 的时候升高外,聚合色素(PPC)在酒泥陈酿 50 d 升高外,其它颜色指标无论是酒泥陈酿工艺还是对照基本都是下降趋势,但在相同陈酿期酒泥陈酿工艺颜色指标普遍较对照高,说明该工艺在蛇龙珠葡萄酒酿造和存储过程都可有效提高葡萄酒颜色指标,增加葡萄酒颜色的稳定性。

2.2 花色苷 HPLC 分析

从表 3 中可以看出,4 种酵母酒泥陈酿工艺单体花色苷的含量较对照都有不同程度的提高,按照含量提高由高到低的顺序依次为 D254、BDX、RC212、F15。

2.3 颜色各指标间的主成分分析

对试验酒样中测试的 CIELab 参数值、颜色指标及单体花色苷总量(TMA)共计 13 个指标进行主

表 2 酒泥陈酿过程中蛇龙珠葡萄酒(BDX 酵母)颜色指数变化

Table 2 Change of color index of *Cabernet gernischt* during wine lees ageing

酒泥		CI	Hue	$A_{420\text{ nm}}$	$A_{520\text{ nm}}$	$A_{620\text{ nm}}$	$A_{280\text{ nm}}$	L^*	Cab	Hab	WCP	PPC	WC
10 d	CK	3.68 ^a	0.897 ^a	1.53 ^c	1.70 ^a	0.45 ^c	20.1 ^c	30.7 ^b	51.9 ^a	19.6 ^c	9.88 ^{bc}	11.2 ^c	23.6 ^{ab}
	Lees	5.01 ^c	0.926 ^b	2.13 ^a	2.12 ^b	0.760 ^c	22.8 ^a	55.1 ^c	48.1 ^b	24.8 ^a	18.9 ^a	14.3 ^a	37.5 ^c
30 d	CK	3.26 ^b	1.04 ^c	1.43 ^a	1.35 ^a	0.488 ^c	16.8 ^a	23.0 ^b	37.9 ^b	36.3 ^a	5.90 ^c	8.33 ^a	16.8 ^b
	Lees	4.93 ^c	0.897 ^a	2.09 ^c	2.11 ^a	0.725 ^b	20.2 ^b	44.7 ^a	58.2 ^c	32.2 ^a	8.19 ^b	11.3 ^c	23.4 ^a
50 d	CK	2.64 ^a	0.989 ^b	1.15 ^c	1.16 ^c	0.325 ^c	15.5 ^c	16.8 ^c	34.0 ^a	26.3 ^b	4.84 ^c	7.05 ^b	15.3 ^a
	Lees	3.86 ^c	0.964 ^c	1.68 ^b	1.74 ^b	0.450 ^a	19.0 ^a	32.6 ^b	52.7 ^c	31.9 ^c	7.08 ^a	12.2 ^{ab}	23.2 ^c

成分分析,得到两个主成分,第1主成分(PC1)、第2主成分(PC2)分别占有数据方差的71.831%、18.385%。第一主成份由CI、A420、A520、A280、L、Cab、PPC和WC决定,载荷都达到了0.9以上;第二主成份由Hab、A620、Hue所决定,其中Hab的贡献率最为突出,载荷量高达0.8以上,其它指标贡献率相近Hue和A620的贡献率相当。对酒泥陈酿的蛇龙珠干红葡萄酒颜色指标进行相关性和主成份分析后得出,说明CIELab颜色空间参数可以有效评价酒泥陈酿葡萄酒的颜色。

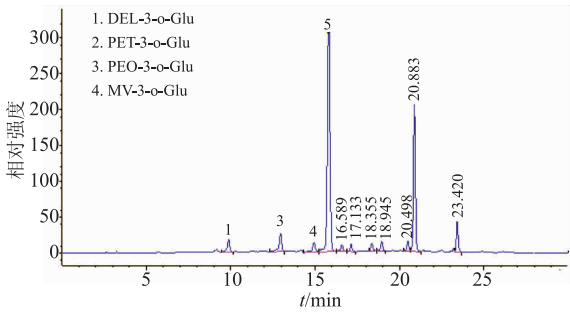


图1 蛇龙珠葡萄酒花色苷液相色谱图

Fig. 1 Chromatogram of 5 monomer anthocyanins of Cabernet gernischt

表3 蛇龙珠葡萄酒中5种单体花色苷的质量浓度

酒泥		DEL-3-o-Glu	CYA-3-o-Glu	PET-3-o-Glu	PEO-3-o-Glu	MV-3-o-Glu	Σ (TMA)
F15	CK	0.15 ^{ab}	/	0.54 ^c	4.23 ^b	202.2 ^c	207.1
	Lees	0.65 ^c	/	1.36 ^b	5.35 ^b	232.8 ^a	240.2
BDX	CK	1.32 ^a	/	2.01 ^{ab}	3.25 ^c	88.1 ^b	94.7
	Lees	3.63 ^b	/	2.26 ^a	2.67 ^{ab}	141.4 ^a	150.0
D254	CK	2.68 ^a	/	5.36 ^c	16.32 ^c	153.2 ^a	177.6
	Lees	5.6 ^c	0.03	8.71 ^c	24.91 ^b	295.9 ^{bc}	335.2
RC212	CK	2.01 ^{bc}	/	2.65 ^b	3.85 ^a	130.7 ^c	139.2
	Lees	3.59 ^c	0.01	4.49 ^a	6.00 ^a	205.0 ^b	219.1

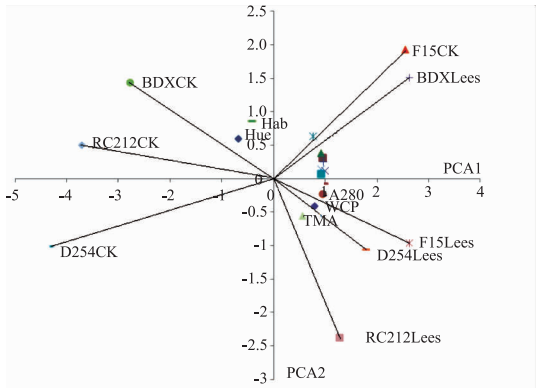


图2 4种酵母酒泥陈酿颜色指标主成分分析图

Fig. 2 Plot of the first two PCS of color index Cabernet Gernischt during lees ageing by 4

图2所示为所有参数及试验酒样在PC1和PC2图上的分布情况,其中酒样根据酵母类型及酒泥陈酿和对照表示。4种酵母中3个对照酒样聚在图的左边,酒泥陈酿的酒样聚在图的右边,除了BDX酵母外其它3个酵母都聚在图的右下边。PC1约占总方差的2/3,因此区分各参数作用明显。除色调(Hue)、色相角(Hab)外其他颜色指标在PC1的正方向,色调和色相角在PC1的负方向,说明色调和色相角与其他颜色指标呈负相关。

3 讨论

葡萄酒酿造工艺中,酒泥陈酿技术常用于起泡葡萄酒的二次发酵,用于提高葡萄酒的质量。近几年研究发现酒泥陈酿技术还可有效改善其它葡萄酒的品质,通过外加酶加速酵母自溶增加红葡萄酒单体花色苷的含量^[11],提高橡木桶陈酿葡萄酒颜色稳定性^[10]。

从主成分分析图中可以看出,4种酵母酒泥陈酿酒样在PC1的正方向,对照除了F15外其他3种酵母都在PC1的负方向,说明本方法可以用于区分酒泥陈酿工艺对蛇龙珠葡萄酒颜色指标的影响;同时还可以看出F15酵母的酒泥陈酿工艺对颜色影响不大,可初步判断用该酵母酿造葡萄酒时不需要增加酒泥陈酿工艺。另外,BDX酵母对照和酒泥陈酿酒样都分布在PC2的正方向,说明该酵母酿制葡萄酒的Hue和Hab与其它酵母不同。这些试验结果验证了酵母不同性能不同、自溶能力也不同^[16],酒泥陈酿后对葡萄酒颜色变化的影响不同。主成分分析结果还表明在分析测定的各颜色指标中Hue与Hab正相关,与其它颜色指标呈负相关。

通过分析不同酵母的自溶能力对葡萄酒颜色指标的影响,没有采用外加酶源等方法加速酵母自溶,酵母自溶的时间比较长,因而在酒泥陈酿对葡萄酒感官质量有所影响,给葡萄酒带来一些不愉快的气味。

4 结 语

选用 4 种酵母通过酒泥陈酿在自溶的情况针对蛇龙珠葡萄酒的颜色影响进行分析研究,试验测定了 CIELab 空间颜色指标、色素、色调、聚合色素等 14 个颜色指标,分析研究结果表明:测试的 14

个颜色指标中色调(Hue)和色相角(Hab)正相关,与其它各颜色指标呈负相关,其它各颜色指标间呈正相关;酒泥陈酿工艺可以明显提高葡萄酒中的色度(CI)、总色素、聚合色素、单体花色苷的含量,在继续陈酿的过程中还可以增加葡萄酒颜色的稳定性;但 F15 酵母除外,其酒泥陈酿工艺对颜色影响不大,可初步判断用该酵母酿造葡萄酒时不需要增加酒泥陈酿工艺;另虽然 BDX 酵母酿制的葡萄酒 Hue、Hab 与其它 3 种酵母不同,但经酒泥陈酿后颜色综合指标也明显提高。因此在葡萄酒酿造时增加酒泥陈酿工艺提高葡萄酒的品质时,需要选择合适的酵母。

参考文献:

- [1] MAPOZO B, A MARTINEZ R, E PUEYO, et al. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology[J]. **Trends Food Science Technology**, 2009, 20(6-7): 289-299.
- [2] ARFELLI G, SATINI E, CORZANI C, et al. Chips, lees, and micro-oxygenation: influence on some flavors and sensory profile of a bottled red Sangiovese wine[J]. **European Food Research Technology**, 2011, 233: 1-10.
- [3] LOIRA I, VEJARANO R, MORATA A, et al. Effect of *Saccharomyces* strains on the quality of red wines aged on lees [J]. **Food Chemistry**, 2013, 139: 1044-1051.
- [4] YIANNIKOURIS A, POUGHON L, CAMELEYRE X, et al. A novel technique to evaluate interactions between *Saccharomyces cerevisiae* cell wall and mycotoxins: application to zearalenone[J]. **Biotechnology Letters**, 2003, 25: 783-789.
- [5] GARCIA M E, SANLORENZO C, BOCCACCINO B, et al. Treatment with yeasts to reduce the concentration of ochratoxin A in red wines[J]. **American Journal of Enology and Viticulture**, 2005, 56: 73-76.
- [6] RIOU V, VERNHET A, DOCO T, et al. Aggregation of grape seed tannins in model wine-effect of wine polysaccharides[J]. **Food hydrocolloids**, 2002, 16: 17-23.
- [7] GUADALUPE Z, AYESTARAN B. Effect of commercial mannoprotein addition on polysaccharide, polyphenolic and color composition in red wines[J]. **American Journal of Enology and Viticulture**, 2008, 56: 9022-9029.
- [8] FEUILLAT M. Yeast macromolecules: origin, composition, and enological interest [J]. **American Journal of Enology and Viticulture**, 2003, 54: 211-213.
- [9] VIDAL S, FRANCIS L, WILLIAMS P, et al. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium[J]. **Food Chemistry**, 2004, 85: 519-525.
- [10] FERNANDEZ O, MARTINEZ O, HERNANDEZ Z, et al. Effect of the presence of lysated lees on polysaccharides, color and main phenolic compounds of red wine during barrel ageing[J]. **Food Research International**, 2011(44): 84-91.
- [11] PALOMERO F, MORATA A, BENITO S, et al. Conventional and enzyme-assisted autolysis during ageing over lees in red wines: Influence on the release of polysaccharides from yeast cell walls and on wine monomeric anthocyanin content [J]. **Food Chemistry**, 2007(105): 838-846.
- [12] WANG Hong, CHEN Xiaoyi, ZHANG Junxiang. Characteristic analysis of young red wine from the eastern foot of Helan mountain based on CIELab color space parameters[J]. **Food Science**, 2014, 3(9): 20-23. (in Chinese)
- [13] PEREZ C V, AYALA F, ECHAVARRI J F, et al. Proposal for a new standard OIV method for determination of chromatic characteristics of wine[J]. **American Journal of Enology and Viticulture**, 2003, 54: 59-62.
- [14] FANZONE M, PENA N A, GIL M, et al. Impact of phenolic and polysaccharidic composition on commercial value of Argentinean malbec and *Cabernet sauvignon* wines[J]. **Food Research International**, 2012(45): 402-414.
- [15] MO Y B. Determination of anthocyanin in merlot grape and wine by HPLC method [J]. **Journal of Anhui Agri Sci**, 2012, 40(4): 2278-2279.
- [16] PALOMERO F, MORATA A, BENITO S, et al. New genera of yeasts for over-lees aging of red wine [J]. **Food Chemistry**, 2009, 112: 432-441.