

酿造工艺对蛇龙珠干红葡萄酒花色苷和色泽品质的影响

何英霞,李霁昕,胡妍芸,陈玉蓉,王 雨,王 博,蒋玉梅*

(甘肃农业大学食品科学与工程学院,甘肃省葡萄与葡萄酒工程学重点实验室,
甘肃省葡萄酒产业技术研发中心,甘肃兰州 730070)

摘 要:采用高效液相色谱(HPLC)和CIELab参数分析SO₂添加量、pH、发酵温度及皮渣接触时间对甘肃河西产区蛇龙珠干红葡萄酒花色苷构成和色泽品质的影响,结果表明:实验样品间花色苷种类无差异,但其含量和构成比例随发酵参数变化而改变。被分离定性的9种花色苷中二甲花翠素类花色苷含量及比例最高,是实验蛇龙珠干红葡萄酒的主体花色苷类型,主要以二甲花翠素单葡萄糖苷和乙酰化单葡萄糖苷形态存在于样品中,分别占总花色苷的33%和9%以上。单体花色苷和总花色苷的含量随着SO₂添加量增加而降低;葡萄醪pH和发酵温度升高,样品总花色苷含量增加,单体花色苷的变化则各不相同;皮渣接触5 d的酒样总花色苷和单体花色苷含量最高。SO₂添加量70 mg/L、pH3.7、发酵温度30℃和皮渣接触5 d的各实验酒样与对照相比,*a*^{*}值和饱和度Cab值最大,*L*^{*}值和*b*^{*}值最小,色度角Hab也更接近0度,酒样的红色和紫红色调突出,总色度较深。

关键词:蛇龙珠葡萄酒,酿造工艺参数,花色苷,色泽品质

Effects of fermentative process on anthocyanins and color quality of cabernet gernischt red wine

HE Ying-xia, LI Ji-xin, HU Yan-yun, CHEN Yu-rong, WANG Yu, WANG Bo, JIANG Yu-mei*

(Gansu Key Lab of Viticulture and Enology, Research and Development Center of Wine Industry
In Gansu Province, College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The effects of SO₂ content, pH, fermentative temperature and pomace contact period on anthocyanins and color characteristic were investigated in Cabernet Gernischt red wine produced from Hexi Corridor by HPLC and CIELab. The results indicated that 9 anthocyanins were identified, all wine samples had same varieties, but the concentration were different. Malvidin was the main anthocyanins in Cabernet Gernischt red wine and existed in single glucoside and acetylated glycosidase form, the proportion was 33% and 9% of the total anthocyanins respectively. The contents of monomeric and total anthocyanins reduced with the increase of SO₂ content and reached the top in wine samples which pomace contact period for 5 days during fermentation. When pH and fermentative temperature increased, total concentration of anthocyanins increased, but the monomeric anthocyanins had different changes. Wine samples that were produced at SO₂ 70 mg/L, pH 3.7, fermented temperature 30℃ and pomace contact for 5 days respectively had the largest value of *a*^{*} and Cab and smallest value of *L*^{*} and *b*^{*}, red and purple color was outstanding.

Key words: Cabernet Gernischt red wine; vinification parameters; anthocyanins; color quality

中图分类号:TS262.7

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2016)09-0190-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2016.09.029

色泽是评价红葡萄酒品质的重要指标,对葡萄酒的口感和风格有重要的暗示作用。葡萄果皮中的花色苷通过浸渍、发酵等环节溶入葡萄酒,赋予其色泽。花色苷的组成、含量及稳定性决定了红葡萄酒

的色泽品质^[1-2]。葡萄酒酿造过程中游离SO₂、pH、温度、浸渍时间及发酵过程中的代谢产物等因素均会影响产品花色苷的稳定性,进而影响葡萄酒的色泽品质^[3]。目前,国内葡萄酒研究及生产者主要通过优

收稿日期:2015-10-14

作者简介:何英霞(1990-),女,硕士研究生,研究方向:葡萄与葡萄酒,E-mail:837496179@qq.com。

*通讯作者:蒋玉梅(1973-),女,博士,副教授,研究方向:果蔬加工和食品挥发性风味物质分析研究,E-mail:jym316@126.com。

基金项目:甘肃省委组织部科研基金项目(045036100);甘肃省财政厅科研基金项目(045041004);盛彤笙科技创新基金(GSAU-8T8-1335, GSAU-ST5-1335)。

化浸渍时间和温度、使用护色单宁、浸渍酶等方法提高和改善红葡萄酒色泽品质,国外学者对红葡萄酒花色苷的研究则主要集中在花色苷衍生物分析方面^[4-6],而酿造工艺参数 pH、发酵温度、SO₂ 添加量和皮渣接触时间对葡萄酒花色苷和色泽品质的调控影响研究目前鲜见报道。

“蛇龙珠”是我国河西走廊地区种植的特色酿酒葡萄品种之一,由于针对地域酿酒葡萄特点的研究应用不足,其产品存在贮藏和陈酿过程中颜色衰老过快、色泽品质不稳定等问题。

实验以甘肃河西产区的蛇龙珠葡萄为原料,采用高效液相色谱(HPLC)和 CIELab 参数分析酿酒过程中 pH、发酵温度、SO₂ 添加量及皮渣接触时间对蛇龙珠干红葡萄酒花色苷构成及色泽品质的影响,旨在为改善甘肃河西产区蛇龙珠干红葡萄酒的色泽品质提供科学数据参考,为其酿酒工艺的优化奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

蛇龙珠葡萄 甘肃农业大学甘肃省葡萄酒产业技术研发中心葡萄园 2011 年定植单臂篱架葡萄藤,2014 年 9 月采摘,含糖量 225.8 g/L;总酸 5.89 g/L; pH3.7。

酵母 VINTAGE RED 意大利 Enartis 公司;浸渍酶 EX-V 法国 Lallemand 公司;花色苷标准品 飞燕草色素 3-O-葡萄糖苷、矢车菊色素 3-O-葡萄糖苷、牵牛花色素 3-O-葡萄糖苷、芍药色素 3-O-葡萄糖苷和锦葵色素 3-O-葡萄糖苷,美国 Chromadex 公司;色谱纯甲醇、乙腈 德国 Merck 公司;分析纯磷酸 上海建信化工有限公司。

UltiMate 3000 系列高效液相色谱仪(HPLC) 美国 Thermo Scientific 公司;PHS-3C pH 计 上海雷磁仪器有限公司;Genesis 10s 紫外-可见分光光度计 美国 Thermo Scientific 公司;HPLC 流动相过滤装置 上海陆纳生物科技有限公司;0.22 μm 微孔滤膜、0.45 μm 针头过滤器 北京卓信伟业科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 葡萄酒酿造 蛇龙珠葡萄→分选、除梗、破碎→入罐(5 L 棕色广口瓶)→浸渍(按实验设计梯度添加 SO₂ 及浸渍酶 EX-V 20 mg/L)→酒精发酵(VINTAGE RED 酵母 250 mg/L,并按实验设计分组调控 pH 和发酵温度)→含糖量 <4 g/L 终止发酵

1.2.2 实验设计 各实验因素处理均设三个梯度,每组处理设三个重复。

1.2.2.1 pH SO₂ 添加量 50 mg/L,样品 pH 设计梯度 3.2、3.7 和 4.2 三组,25 ℃ 下发酵,发酵终止即分离皮渣取样分析。

1.2.2.2 发酵温度 SO₂ 添加量 50 mg/L, pH 3.7,发酵温度梯度:20、25 和 30 ℃ 三组,发酵终止即分离皮渣取样分析。

1.2.2.3 SO₂ 添加量 SO₂ 添加梯度 30、50 和 70 mg/L 三组, pH3.7, 25 ℃ 发酵,发酵终止即分离皮渣取样分析。

1.2.2.4 皮渣接触时间 SO₂ 添加量 50 mg/L, pH 3.7, 25 ℃ 下发酵,皮渣接触时间(接种酵母后开始计)梯度 3、5 和 8 d 三组,发酵终止即取样分析。

1.2.3 花色苷的定性定量 定性:5 种基本花色苷外标定性,4 种酰基化花色苷,参考相关文献资料[7-9]并结合最大吸收波长确定;定量:二甲花翠素-3-O-葡萄糖苷为外标作标准曲线定量。

1.2.3.1 标准溶液配制 准确称取 5 mg 二甲花翠素 3-O-葡萄糖苷标准品,溶于甲醇:水 = 1:1 (磷酸调 pH = 2.25) 溶液,定容至 10 mL,配制成 500 mg/L 的标准贮备液,4 ℃ 冷藏保存。再把标准贮备液稀释成浓度梯度的标准工作液,HPLC 分析作标准曲线。

1.2.3.2 HPLC 色谱条件 参照陈曦方法^[10]并略作修改。色谱柱:ZORBAX SB-C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm);流动相 A:乙腈:水 = 60:40,流动相 B:乙腈:水 = 5:95,磷酸调 pH = 2.0;进样体积:10 μL;流速:1 mL/min;柱温:35 ℃;检测波长 520 nm;梯度洗脱程序:0~10 min, 5%~10% A;10~25 min, 10%~25% A;25~40 min, 25%~30% A;40~41 min, 30%~5% A;41~45 min, 5% A。

1.2.4 总花色苷测定 0.5 mL 葡萄酒样品,加入 0.5 mL 0.1% 的盐酸乙醇(95%)溶液和 10 mL 2% 的盐酸水溶液,平行制备 2 组,一组加入 4.4 mL 蒸馏水,一组加入 4.4 mL 13% 亚硫酸氢钠,对照以 0.5 mL 蒸馏水替代葡萄酒,紫外分光光度计 520 nm 下测定样品吸光度^[11]。ΔA 为两组样品的吸光度差,总花色苷含量(mg/L) = 875 × ΔA。

1.2.5 CIELab 参数分析 纯水为对照,在 2 mm 透光路径和紫外分光光度计 440、540、610 nm 波长下,测定 0.45 μm 过滤样品的透光度(三组重复),建立 CIE 颜色坐标系,计算明亮度 L*、红色色调 a*、黄色色调 b*、饱和度 Cab 和色调角 Hab 值^[12-13]。

1.3 数据处理

Excel 2007, SPSS 18.0 进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 花色苷定性定量分析

蛇龙珠干红葡萄酒样品花色苷定性定量分析显示,实验样品之间的花色苷种类构成无差异,但其含量和构成比例随发酵参数变化而改变,样品中共分离定性 9 种花色苷,包括 Delphinidin、Cyanidin、Petunidin、Peonidin 和 Malvidin 5 种基本花色苷的单葡萄糖苷和 4 种酰基化单葡萄糖苷。飞燕草色素-3-O-葡萄糖苷(D3G)、花青色素-3-O-葡萄糖苷(Cy3G)、甲花翠素-3-O-葡萄糖苷(Pt3G)、甲基花青素-3-O-葡萄糖苷(Pn3G)、二甲花翠素-3-O-葡萄糖苷(M3G)(表 1)。基本花色苷中 M3G 的含量最高(256.13~342.96 mg/L),占花色苷总量的 33.95%~40.06%,是检测酒样的第一主体花色苷。其次是 Pt3G(28.20~46.7 mg/L),占花色苷总量的 3.73%~5.98%,是检测酒样的第三主体花色苷。D3G 是检测酒样的第四主体花色苷,含量达(14.48~34.80 mg/L),占花色苷总量的 1.78%~4.46%。酰基

表1 蛇龙珠干红葡萄酒中花色苷的含量
Table 1 The contents of anthocyanins in Cabernet Gernischt red wine

处理组	花色苷 (mg/L)				
	D3G	Cy3G	Pt3G	Pn3G	M3G
T(20 ℃)	14.6 ± 0.19 ^b	0.78 ± 0.09 ^c	30.9 ± 1.11 ^b	1.8 ± 0.15 ^c	281.22 ± 13.28 ^a
T(25 ℃)	15.62 ± 1.09 ^b	0.54 ± 0.07 ^b	32.91 ± 1.54 ^b	3.00 ± 0.27 ^b	281.72 ± 7.34 ^a
T(30 ℃)	18.27 ± 1.00 ^a	0.25 ± 0.07 ^a	36.92 ± 1.26 ^a	6.02 ± 0.34 ^a	291.26 ± 6.61 ^a
pH3.2	34.8 ± 0.79 ^a	1.05 ± 0.1 ^b	46.7 ± 1.78 ^b	1.92 ± 0.93 ^a	309.3 ± 5.22 ^c
pH3.7	27.47 ± 0.49 ^b	1.09 ± 0.08 ^b	44.64 ± 1.03 ^{ab}	2.24 ± 0.34 ^a	328.31 ± 6.53 ^b
pH4.2	17.64 ± 0.39 ^c	1.56 ± 0.17 ^a	40.4 ± 2.1 ^a	2.53 ± 0.14 ^a	342.92 ± 4.33 ^a
SO ₂ (30 mg/L)	17.35 ± 0.73 ^a	1.52 ± 0.14 ^a	37.43 ± 2.7 ^a	2.5 ± 0.26 ^a	306.15 ± 10.49 ^a
SO ₂ (50 mg/L)	16.96 ± 1.19 ^a	1.46 ± 0.1 ^a	37.16 ± 2.78 ^a	3.17 ± 0.46 ^a	302.43 ± 15.17 ^a
SO ₂ (70 mg/L)	14.48 ± 0.98 ^b	1.35 ± 0.17 ^a	33.13 ± 2.57 ^a	3.55 ± 0.97 ^a	283.10 ± 25.83 ^a
皮渣接触 3 d	12.31 ± 1.29 ^b	1.31 ± 0.24 ^b	28.2 ± 2.58 ^a	2.6 ± 0.50 ^a	256.13 ± 17.48 ^a
皮渣接触 5 d	19.48 ± 3.00 ^a	2.06 ± 0.11 ^a	39.5 ± 6.10 ^b	2.72 ± 0.46 ^a	331.57 ± 27.63 ^b
皮渣接触 8 d	16.53 ± 1.44 ^{ab}	1.61 ± 0.17 ^a	34.52 ± 2.12 ^{ab}	2.56 ± 0.08 ^a	285.12 ± 14.10 ^{ab}

处理组	花色苷 (mg/L)				
	M3G6Ac	Pn3G6Ac	Pn3G6Cm	M3G6Cm	Total
T(20 ℃)	84.58 ± 4.62 ^a	1.32 ± 0.04 ^a	0.44 ± 0.20 ^a	2.27 ± 0.02 ^b	621.83 ± 49.71 ^a
T(25 ℃)	80.58 ± 2.61 ^a	1.23 ± 0.07 ^a	0.34 ± 0.03 ^a	2.02 ± 0.03 ^b	699.27 ± 15.28 ^a
T(30 ℃)	77.29 ± 2.70 ^a	1.1 ± 0.07 ^a	0.21 ± 0.07 ^a	1.65 ± 0.25 ^a	754.98 ± 56.37 ^a
pH3.2	90.97 ± 3.84 ^a	2.7 ± 0.18 ^b	0.86 ± 0.19 ^a	3.19 ± 0.33 ^b	780.65 ± 34.79 ^a
pH3.7	90.78 ± 3.90 ^a	1.74 ± 0.12 ^a	0.59 ± 0.16 ^b	3.99 ± 0.51 ^b	816.52 ± 21.33 ^a
pH4.2	89.99 ± 5.02 ^a	1.34 ± 0.23 ^a	0.42 ± 0.24 ^b	5.10 ± 0.42 ^a	856.04 ± 32.40 ^a
SO ₂ (30 mg/L)	82.28 ± 5.47 ^a	2.7 ± 0.39 ^a	1.14 ± 0.48 ^a	2.93 ± 1.18 ^a	835.62 ± 66.28 ^a
SO ₂ (50 mg/L)	76.58 ± 1.94 ^a	1.74 ± 0.46 ^{ab}	0.89 ± 1.12 ^a	2.71 ± 0.69 ^a	834.17 ± 13.77 ^a
SO ₂ (70 mg/L)	72.09 ± 5.26 ^a	1.34 ± 0.09 ^b	0.14 ± 0.09 ^a	2.07 ± 0.33 ^a	813.60 ± 34.89 ^a
皮渣接触 3 d	69.17 ± 6.76 ^a	1.10 ± 0.10 ^a	1.04 ± 1.10 ^a	3.19 ± 2.00 ^a	754.25 ± 50.13 ^b
皮渣接触 5 d	88.6 ± 5.25 ^b	1.50 ± 0.57 ^a	1.41 ± 0.86 ^a	3.74 ± 1.49 ^a	869.17 ± 56.76 ^a
皮渣接触 8 d	75.21 ± 2.40 ^a	1.20 ± 0.33 ^a	0.71 ± 0.82 ^a	2.63 ± 0.88 ^a	834.44 ± 77.25 ^a

注:a,b 和 c 代表在(p<0.05)下的差异显著性水平。

化花色苷中 Malvidin 的乙酰化单葡萄糖苷(二甲花翠素-3-O-乙酰化-葡萄糖苷 M3G6Ac)含量达(69.17~90.97 mg/L),占花色苷总量的 9.17%~11.65%,是检测酒样的第二主体花色苷。二甲花翠素类花色苷,共占花色苷总量的 43.21%~52.31%,远远高于其它花色苷含量,是蛇龙珠干红葡萄酒的主体花色苷类型(表1)。

2.2 SO₂ 对蛇龙珠干红葡萄酒中花色苷和色泽品质的影响

SO₂ 添加量对酒样花色苷含量的影响分析可知,随着 SO₂ 添加量增加,样品总花色苷含量和单体花色苷含量均呈下降趋势(表1)。相比 30 mg/L SO₂ 添加量处理酒样,50 mg/L 和 70 mg/L SO₂ 添加处理酒样中 M3G、Pt3G、D3G、M3G6Ac 的含量分别降低了 1.21%、0.72%、2.25%、6.93% 和 7.53%、11.49%、16.54%、12.38%,Pn3G6Ac、Pn3G6Cm、M3G6Cm 则分别降低了 35.55%、21.93%、7.51% 和 50.37%、87.72%、29.35%,差异明显。样品中 M3G、Pt3G、D3G、M3G6Ac 的降低幅度显著低于 Pn3G6Ac、Pn3G6Cm、M3G6Cm。葡萄酒中游离的 SO₂ 与花色苷在 C4 位置结合形成亚硫酸盐加合物^[14],花色苷损

失,可见样品总花色苷和单体花色苷含量随 SO₂ 添加量增加而降低是必然的,但该反应可逆,随二氧化硫的挥发散失,样品色泽品质会部分恢复。

CIELab 分析显示,与 30 mg/L 和 50 mg/L SO₂ 处理酒样相比,70 mg/L SO₂ 处理酒样 L* 值、b* 值分别降低了 5.88%、71.51% 和 5.87%、61.19%,a* 值、饱和度 Cab 值分别增高了 16.26%、13.41% 和 9.27%、8.07%,色度角 Hab 值更接近 0 度(图1),说明 70 mg/L SO₂ 处理酒样的红色和紫红色调更突出,总色度更深。总花色苷和单体花色苷含量分析显示,它们随着 SO₂ 添加量增加而降低,但样品间的明亮度 L* 值、饱和度 Cab 值和色度 a* 值变化不明显,由此 SO₂ 添加量不是影响葡萄酒颜色品质的主要因素,且单体花色苷种类构成比例及稳定性对葡萄酒颜色品质的影响高于总花色苷和单体花色苷含量。

2.3 pH 对蛇龙珠红葡萄酒中花色苷和颜色的影响

pH 对酒样花色苷含量的影响分析显示,随着 pH 的增高,样品花色苷总量增高了 9.66%,不同种类花色苷含量变化不同(表1)。相比 pH3.2 处理酒, pH3.7 和 pH4.2 处理酒样中 D3G、Pt3G、Pn3G6Cm、Pn3G6Ac 的含量分别降低了 21.06%、9.50%、

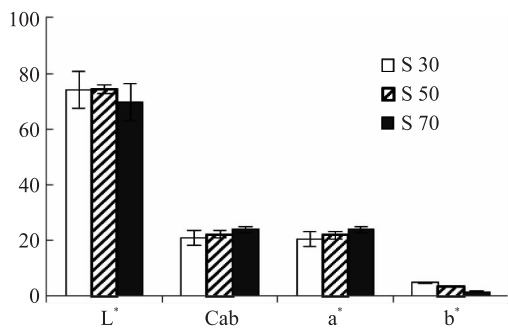


图1 SO₂添加量对蛇龙珠干红葡萄酒

L^* 、 a^* 、 b^* 和Cab值的影响

Fig.1 The effects of SO₂ on values of

L^* 、 a^* 、 b^* and Cab in Cabernet Gernischt red wine

31.40%、35.56%和49.31%、13.49%、51.16%、50.37%；Cy3G、Pn3G、M3G、M3G6Cm的含量分别增高了3.81%、16.67%、6.15%、25.08%和48.57%、31.77%、10.86%、59.87%。pH对不同花色苷的影响差异较大,可见pH对花色苷的稳定性影响较大。

CIELab分析显示,相比pH3.2和pH4.2处理酒样,pH3.7处理酒样 L^* 值、 b^* 值分别降低了0.19%、58.67%和9.61%、52.40%, a^* 值、Cab值分别增高了39.92%、20.91%和22.67%、12.84%,色度角Hab更接近0度(图2),可知pH3.7处理酒样较pH3.2和pH4.2处理酒样有更深的色度,红色调突出,更接近紫红色调。随着pH的增高样品花色苷总量增高,但其对色泽品质影响不大,可见单体花色苷种类构成比例和稳定性是影响红葡萄酒色泽品质的关键因素。pH降低样品的辅色素化作用加强形成助色团可加深了酒样的色度^[16],提高了花色苷的呈色稳定性,进而增加葡萄酒的颜色,尤其是红色调,这与Jacinto^[16]认为辅色素在花色苷的酸性溶液中易形成助色团,与可加深溶液的色度这一结论一致。但pH过低样品呈现红色调减弱,色度降低的现象,说明pH过低可能会减弱葡萄酒样品的辅色素化作用,但还需进一步实验验证。

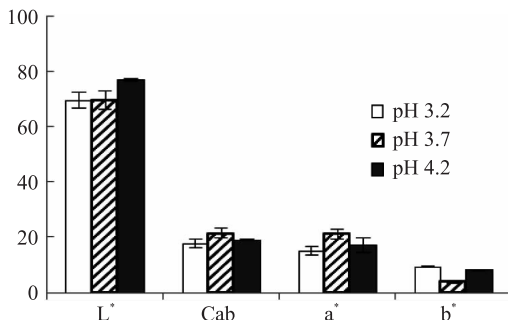


图2 pH对蛇龙珠干红葡萄酒 L^* 、 a^* 、 b^* 和Cab值的影响

Fig.2 The effects of pH on values of

L^* 、 a^* 、 b^* and Cab in Cabernet Gernischt red wine

2.4 温度对蛇龙珠红葡萄酒中花色苷和颜色的影响

发酵温度影响分析可知,随着发酵温度升高,样品总花色苷含量增高了21.41%,单体花色苷含量有升有降(表1)。相比20℃和25℃发酵酒样,30℃发酵酒样中D3G、Pt3G、M3G的含量分别增高了

25.14%、19.48%、3.57%和16.97%、12.18%、3.39%；Cy3G、M3G6Cm、Pn3G6Ac、Pn3G6Cm的含量分别降低了67.95%、27.31%、16.67%、52.27%和53.70%、18.32%、10.57%、38.24%。随着发酵温度升高,葡萄醪的色素物质浸渍作用加强,花色苷含量增高,但样品香气品质会受影响;单体花色苷含量降低,一方面是因为温度是决定花色苷热稳定性的关键因素,温度升高促使花色苷降解;另一方面发酵温度较高时产生的代谢产物(乙醛、丙酮酸等)和释放的多酚物质(酚酸、类黄酮、黄烷-3-醇儿茶素、表儿茶素等)作为辅色素,通过吸附作用与游离态花色苷结合形成聚合物而导致单体花色苷含量降低^[17-18]。

CIELab分析显示,相比20和25℃发酵酒样,30℃发酵酒样 L^* 值、 b^* 值分别降低了12.30%、66.14%和4.97%、36.25%, a^* 值、Cab值分别增高了37.67%、40.71%和8.75%、10.76%,色度角Hab更接近0度(图3),说明发酵温度升高,酒样有更多的红色调和紫红色调,总色度较深。

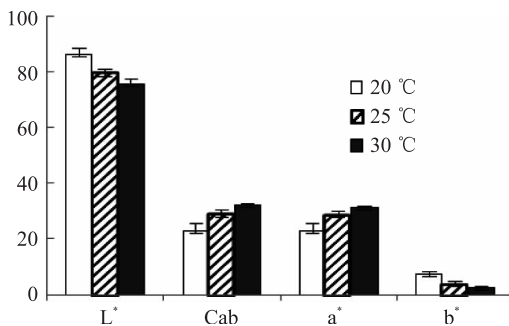


图3 发酵温度对蛇龙珠干红葡萄酒

L^* 、 a^* 、 b^* 和Cab值的影响

Fig.3 The effects of fermented temperature on values of

L^* 、 a^* 、 b^* and Cab in Cabernet Gernischt red wine

2.5 皮渣接触时间对蛇龙珠红葡萄酒中花色苷和颜色的影响

皮渣接触时间对处理酒样花色苷含量的影响分析显示,皮渣接触5d酒样,总花色苷和9种单体花色苷含量均最高(表1)。相比皮渣接触3d和8d的酒样,皮渣接触5d的酒样中D3G、Cy3G、Pt3G、Pn3G、M3G的含量分别增高了58.25%、57.25%、40.07%、4.62%、29.45%和17.85%、27.95%、14.43%、6.25%、16.29%,M3G6Ac、Pn3G6Ac、Pn3G6Cm、M3G6Cm的含量分别增高了28.09%、36.36%、35.58%、17.24%和17.80%、25%、98.59%、42.21%。

比较样品CIELab参数,皮渣接触5d酒样较皮渣接触3d和8d酒样, a^* 值、饱和度Cab值分别增高54.39%、6.43%和54.39%、5.67%, L^* 值分别降低9.62%和4.71%,色度角Hab也更接近0度(图4),说明皮渣接触5d的酒样红色和紫红色调更突出,有较深的总色度。这与Boulton^[19]在关于红葡萄酒花色苷辅助成色作用的综述中阐述的超过一定时期皮渣浸渍时间延长不会提高花色苷的含量、色素浓度及葡萄酒的颜色这一结论一致。还有一些研究认为,

浸渍时间延长与最终花色苷的含量没有直接的关系,一方面是因为在发酵过程中,葡萄皮渣和发酵液会吸附部分花色苷;另一方面由于乙醇的产生使酒石的溶解度下降,酒石结晶过程中包裹或吸附部分花色苷,此外外部因素(温度、光、氧等)也会导致花色苷分解。

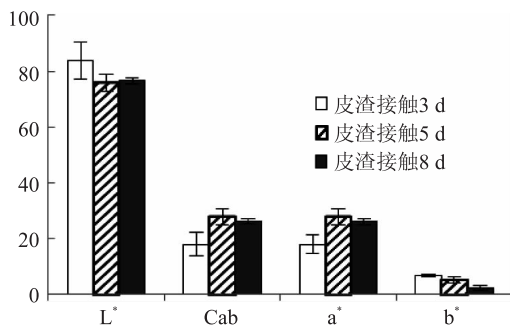


图4 皮渣接触时间对蛇龙珠干红葡萄酒 L^* 、 a^* 、 b^* 和 Cab 值的影响

Fig.4 The effects of pomace contact period on values of L^* , a^* , b^* and Cab in Cabernet Gernischt red wine

3 结论

采用 HPLC 法从甘肃河西产区蛇龙珠干红葡萄酒中分离定性 9 种单体花色苷,其中二甲花翠素-3-O-葡萄糖苷、二甲花翠素-3-O-乙酰化-葡萄糖苷、甲花翠素-3-O-葡萄糖苷、飞燕草色素-3-O-葡萄糖苷是酒样的主体花色苷。随着 SO_2 添加量和发酵温度升高,蛇龙珠干红葡萄酒样 a^* 值和饱和度 Cab 值升高,有更多的红色调, L^* 值和 b^* 值降低,总色度较深,色度角 H_{ab} 更接近 0 度,酒样更接近紫红色调; $\text{pH}3.7$ 和皮渣接触 5 d 的酒样 a^* 值和饱和度 Cab 值最高, L^* 值和 b^* 值最低,酒样颜色趋深趋红,紫红色调突出。蛇龙珠干红葡萄酒酿造过程中,适度的 SO_2 添加量,较高的发酵温度有利于提高其花色苷含量和色泽品质,酒精发酵启动后皮渣接触时间对花色苷的含量、色素浓度及葡萄酒的色泽品质影响并非越久越佳。

参考文献

- [1] 杜文化,刘忠义.葡萄酒中花色苷的研究进展[J].食品机械,2011,27(4):169-172.
- [2] 韩富亮,李扬,李记明,等.红葡萄酒花色苷结构和颜色的关系研究进展[J].食品与生物技术学报,2011(3):328-336.
- [3] Morate A, Calderon F, Suarez J A, et al. Effects of pH, temperature and SO_2 on the formation of pyranoanthocyanins during red wine fermentation with two species of *Saccharomyces* [J]. International Journal of Food Microbiology, 2006, 106: 123-129.
- [4] Victor de Freitas, Nuno Mateus. Formation of pyranoanthocyanins in red wines: a new and diverse class of

anthocyanin derivatives [J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2011, 401(5): 1463-1473.

[5] 程国立. 浸渍酶对蛇龙珠红葡萄酒花色苷的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.

[6] Dora Blanco-Vega, Sergio Gómez-Alonso, Isidro Hermosín-Gutiérrez. Identification, content and distribution of anthocyanins and low molecular weight anthocyanin-derived pigments in Spanish commercial red wines [J]. Food Chemistry, 2014, (158): 449-458.

[7] Eugenio R., Garc'1-Beneytez E., Cabellob F., et al. Value of high performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. Journal of Chromatography A [J]. 2001, (915): 53-60.

[8] Balint B., Demetrio D.L., Manfred R., et al. Method development for the determination of anthocyanins in red wines by high-performance liquid chromatography and classification of German red wines by means of multivariate statistical methods. Journal of Chromatography A [J], 2000, 871: 95-103.

[9] 陈曦, 周小平, 韩舜愈, 等. HPLC 测定葡萄和葡萄酒中花色苷[J]. 光谱实验室, 2013, 30(4): 1704-1709.

[10] 陈曦. 高效液相色谱法同时分离检测葡萄与葡萄酒中花色苷方法初步研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.

[11] Hosu A, Cristea V M, Cimpoiu C. Analysis of total phenolic, flavonoids, anthocyanins and tannins content in Romanian red wines; Prediction of antioxidant activities and classification of wines using artificial neural networks [J]. Food Chemistry, 2014, 150: 113-118.

[12] Ayala F, Echavarr J F, Negueruela A I. A new simplified method for measuring the color of wines: I. Red and rose wines [J]. Am J Enol Vitic. 1997, 48(3): 357-363.

[13] Ayala F, Echavarr J F, Negueruela A I. A new simplified method for measuring the color of wines: III. All wines and brandies [J]. Am J Enol Vitic. 1997, 50(3): 359-63.

[14] 徐琳. 单宁对红葡萄酒颜色和花色苷的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.

[15] 刘丽媛, 苑伟, 刘延琳. 红葡萄酒中花色苷辅助成色作用的研究进展[J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2518-2526.

[16] Jacinto D M, Marta C, Eugeail D, et al. Enhancement of red wine colour by pre-fermentation addition of copigment, Food Chemistry, 2001, 73: 217-220.

[17] 王锋, 邓洁红, 谭兴和, 等. 花色苷及其共色作用研究进展[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 472-476.

[18] Santos-buelg A C, Escribano-bailon M T. Anthocyanin copigmentation-evaluation, mechanisms and implications for the colour of red wines [J]. Current Organic Chemistry, 2012, 16(6): 715-723.

[19] Boulton R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2001, 52(2): 67-87.