

网络出版时间:2018-03-09 17:09

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2018.07.017

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20180309.1708.034.html>

‘西拉’葡萄转色期疏除果穗对果实酚类物质的影响

刘迪迪¹, 王 珍¹, 谢 沙¹, 刘美迎¹, 梁 攀¹, 张振文^{1,2}

(1 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省葡萄与葡萄酒工程中心, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】【目的】探讨山西临汾地区‘西拉’(Syrah)葡萄转色期果穗不同疏除方式对果实酚类物质含量的影响,为酿造优质西拉干红葡萄酒奠定基础。【方法】葡萄转色前保留全部果穗,转色期设置不疏除果穗(C1)、疏除 25%果穗(C2)和疏除 50%果穗(C3)3 种果穗疏除处理,在葡萄成熟过程监控不同处理果实的成熟度,采收后测定果实总酚、单宁、总花色苷、单体花色苷和单体酚类物质含量,分析果穗疏除处理对果实酚类物质的影响。【结果】与 C1 相比,C2、C3 处理提高了葡萄还原糖含量,降低了总酸含量;采收期各处理葡萄果实的总酚含量存在显著差异,总酚含量排序为 C1(39.61 mg/g) < C2(42.52 mg/g) < C3(48.95 mg/g);C3 处理葡萄果实的单宁含量(21.44 mg/g)与 C1 (21.91 mg/g)相比无显著差异,但均显著低于 C2(23.46 mg/g);各处理果实的总花色苷含量差异显著,含量排序为 C1(12.80 mg/g) < C2(13.64 mg/g) < C3(14.62 mg/g);C2、C3 处理果实的单体花色苷总量较 C1 分别提高 44.20% 和 61.94%,其中乙酰化花色苷分别提高 42.85% 和 56.03%;C2、C3 处理果实的单体酚类物质总量较 C1 分别提高 7.49% 和 2.39%,其中黄酮醇类物质分别提高 7.03% 和 4.84%,C2 的黄烷醇类物质较 C1 提高 11.55%,而 C3 的黄烷醇类物质较 C1 下降了 18.83%。【结论】转色期疏除 25%的果穗能有效提高‘西拉’葡萄果实的酚类物质含量,疏除 50%果穗对单宁含量有降低作用。

【关键词】 西拉;转色期;疏穗;葡萄果实;酚类物质

【中图分类号】 S663.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2018)07-0124-08

Effect of cluster thinning during veraison on phenolic substances of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah

LIU Didi¹, WANG Zhen¹, XIE Sha¹, LIU Meiyang¹, LIANG Pan¹, ZHANG Zhenwen^{1,2}

(1 College of Enology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This study investigated the effect of different cluster thinning levels during veraison on phenolic contents of grape in Linfen, Shanxi to provide basis for high quality dry red winemaking. 【Method】 All the clusters were reserved until being thinned during veraison at three levels of C1 (0%), C2 (25%) and C3 (50%). Berry maturity was monitored during grape ripening and the contents of total phenol, tannin, total anthocyanin, monomer anthocyanin and monomer phenolic were measured after harvest. 【Result】 Compared with C1, C2 and C3 treatments improved the reducing sugar while decreased the total acid content. The total phenol contents were significantly different among treatments with the order of C1 (39.61 mg/g) < C2(42.52 mg/g) < C3(48.95 mg/g). There was no significant difference in tannin contents between C3(21.44 mg/g) and C1(21.91 mg/g), but both were significantly lower than C2(23.46 mg/g). The total anthocyanin contents had significant difference in the order of C1(12.80 mg/g) < C2(13.64

【收稿日期】 2017-04-21

【基金项目】 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-30-zp-09)

【作者简介】 刘迪迪(1990—),男,山东济宁人,在读硕士,主要从事葡萄栽培与酿酒研究。E-mail:liudij@163.com

【通信作者】 张振文(1960—),男,陕西铜川人,教授,博士生导师,主要从事葡萄与葡萄酒研究。

E-mail:zhangzhw60@nwsuaf.edu.cn

mg/g) $<$ C3(14.62 mg/g). The total content of monomer anthocyanin of C2 and C3 were increased by 44.20% and 61.94% compared to C1,among which acylated anthocyanin was improved by 42.85% and 56.03%. The total monomer phenolic contents in C2 and C3 were 7.49% and 2.39% higher than that in C1,among which flavonoids contents were 7.03% and 4.84% higher. Content of flavanols of C2 was increased by 11.55% while that of C3 was decreased by 18.83%. 【Conclusion】 Clusters thinning of 25% during veraison improved phenolic content of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah effectively, while tannin content was decreased by 50% thinning.

Key words: Syrah; veraison; cluster thinning; grape; phenolic

葡萄产量和品质是影响葡萄销售收益的两大重要指标,两者之间存在一定矛盾,一般认为高产园葡萄果实含糖量低,含酸量较高,影响果实酚类物质的组成与积累,不利于浆果着色,并降低果实风味物质含量^[1-4],从而影响葡萄品质,因此生产上常采用控制产量来提升葡萄品质^[5]。酚类物质对葡萄酒品质有重大影响,在葡萄酒颜色、口感、结构、酒体、香气等方面发挥着不可替代的作用,但受温度、光照、水分、栽培管理技术以及品种特性等的影响,葡萄酚类物质的含量及组成具有很大差异^[6]。保留过多果穗而片面追求产量会导致葡萄叶片叶绿素含量降低,葡萄果实糖分积累缓慢,酚类物质成熟度差;过度疏穗又会破坏葡萄植株营养生长与生殖生长的平衡,不利于光合产物向合成酚类物质的途径转变^[7],因此确定最有利于‘西拉’葡萄酚类物质成熟的疏穗水平是提升葡萄品质的重要因素。

山西临汾地区‘西拉’葡萄树体生长势极强,枝叶稠密、叶幕郁蔽,花前或花期疏穗会降低生殖消耗,往往导致枝叶繁茂,急剧降低叶幕通风透光条件,影响葡萄开花坐果及枝条成熟;葡萄转色后疏穗控产又造成营养过度浪费,减缓果实成熟进程并降低果实可溶性固形物含量;选择转色前保留全部果穗,利用葡萄膨大期大量的养分消耗来抑制枝条过度生长,进入转色期后进行疏穗,此时枝条生长放缓,疏穗处理能将库源比有效地限制在合理范围内,使树体营养向果实品质指标提高的方向转移,既可避免前期枝条疯长,又利于后期果实品质的提升。但目前有关该地区‘西拉’转色期进行果穗疏除以及疏除量的研究较少。为此,本试验在‘西拉’葡萄转色期进行不同程度的疏穗处理,监测葡萄成熟度的变化趋势,以及葡萄果皮总酚、单宁、总花色苷、单体花色苷和非花色苷单体酚类物质的变化情况,为筛选能够有效提升‘西拉’葡萄酚类物质含量的最佳疏穗方式提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来自于山西省临汾市尧京酒庄酿酒葡萄种植基地(111.57°E,35.92°N);葡萄品种为‘西拉’,2012年定植于山坡向阳面,东西行向,斜拉“厂”字形单篱架,株行距1 m $\times$ 3 m,嫁接砧木为5BB,园地为半机械化管理。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 葡萄转色前保留所有果穗,2016年7月15日‘西拉’葡萄进入转色期,手动疏穗处理。设置3个疏穗水平:C1,不疏除果穗,留穗产量约15 000 kg/hm²;C2,疏除25%果穗,即每4穗果中疏除1穗果,留穗产量约11 250 kg/hm²;C3,疏除50%的果穗,即每2穗果中疏除1穗果,留穗产量约7 500 kg/hm²。疏穗后监测果实成熟度,每次按照“Z”字型模式兼顾果穗上中下随机采样100粒(固定果穗),测定还原糖含量和总酸含量。待还原糖含量不再增加时,每处理兼顾葡萄阴阳面随机采样10穗果穗,置于泡沫箱内带回实验室,剪下全部果粒,混匀供后续指标测定。

1.2.2 葡萄提取液制备 随机取-40℃冰箱冷冻后的果粒200粒左右,剥取葡萄皮,将葡萄皮用液氮冷冻,打粉后于冻干机中冻干。称取1.000 0 g干粉于50 mL离心管中,加入20 mL盐酸甲醇溶液(甲醇体积分数60%,盐酸体积分数0.1%,其余为蒸馏水),于水温30℃,功率120 W的超声提取器中提取30 min后离心10 min,离心温度为4℃,转速为10 000 r/min,收集上清液,向沉淀物中加入20 mL盐酸甲醇溶液重复以上提取步骤2次,合并3次提取液混匀,于-40℃冰箱保存。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 还原糖和总酸含量 还原糖含量测定采用菲林滴定法,结果以葡萄糖计;总酸含量测定采用酸碱滴定法,结果以酒石酸计。

1.3.2 果皮总酚含量 采用福林肖卡分光光度检测法(日本岛津 UV-1800 分光光度计)测定,即取葡萄提取液 0.1 mL,福林酚 0.5 mL,饱和碳酸钠 1.5 mL,蒸馏水 7.9 mL 混匀,2 h 后于 765 nm 波长下测定吸光度,根据吸光度计算总酚含量^[8]。

1.3.3 果皮单宁含量 采用甲基纤维素法测定,2 支试管分别加入葡萄提取液 0.5 mL,饱和硫酸铵 2 mL,样品组加质量分数 0.04% 的甲基纤维素,对照组不添加甲基纤维素,用蒸馏水定容至 10 mL,之后均于 10 000 r/min 下离心 10 min,在 280 nm 下测定吸光度,根据 2 支试管吸光度差计算单宁含量^[9]。

1.3.4 果皮总花色苷含量 采用示差法测定,取 2 支试管分别加入葡萄提取液 0.25 mL,1 支加入 4.75 mL pH 1.0 的 KCl 缓冲液,另 1 支加入 4.75 mL pH 4.5 的 CH₃CO₂Na 缓冲液,并分别于 520 nm 和 700 nm 波长下测定吸光度,根据吸光度差值计算总花色苷含量^[10]。

1.3.5 果皮单体花色苷含量 参照王贞强等^[11]的方法测定。称取葡萄果皮干粉 0.500 0 g,放于离心管中,加入 10 mL 甲酸甲醇(甲酸体积分数 2%)溶液,120 W 超声 10 min,摇床 30 min,8 000 r/min 离心 5 min,转移上清液于 100 mL 圆底烧瓶,重复 4 次,旋转蒸干,再用流动相按 V(A 相):V(B 相)=9:1 定容至 10 mL 以备上样。采用 Kromasil 100-5C18 色谱柱,柱温 50 ℃,流速 1 mL/min,进样量 30 μL。流动相:A 相(V(水):V(甲酸):V(乙腈)=92:2:6),B 相(V(水):V(甲酸):V(乙腈)=44:2:54)。检测器:紫外可见检测器,波长

525 nm。梯度洗脱程序:B 相 10%~25%(18 min),B 相 25%(2 min),B 相 25%~40%(10 min),B 相 40%~70%(5 min),B 相 70%~100%(5 min),运行时间 40 min。

1.3.6 果皮非花色苷单体酚类物质含量 参照孙建平^[12]的方法测定。称取葡萄果皮干粉 2.000 0 g,加入 5 mL 蒸馏水和 45 mL 乙酸乙酯于锥形瓶中摇床 30 min,转移上清液于 250 mL 圆底烧瓶,重复 4 次,旋转蒸干(温度 33 ℃),之后用色谱甲醇定容至 2 mL 以备上样。采用 20rbax SB-C18 色谱柱,柱温 50 ℃,流速 1 mL/min,进样量 2 μL。流动相:A 相(体积分数 1%乙酸水溶液),B 相(体积分数 1%乙酸乙腈水溶液)。检测器:紫外可见检测器,波长 280 nm。梯度洗脱程序:B 相 0%~5%(1 min),B 相 5%~8%(9 min),B 相 8%~10%(8 min),B 相 10%~15%(22 min),B 相 15%~20%(10 min),B 相 20%~30%(3 min),B 相 30%~50%(5 min),B 相 50%~100%(4 min),运行时间 62 min。

1.4 数据处理

使用 Excel 2013 对试验数据进行整理和计算,用 SPSS 20.0 进行方差和显著性分析(Duncan 新复极差法),用 Origin 2016 制图。

2 结果与分析

2.1 不同疏穗方式下葡萄果实成熟度变化趋势

不同疏穗方式对葡萄还原糖及总酸含量变化的影响见图 1。

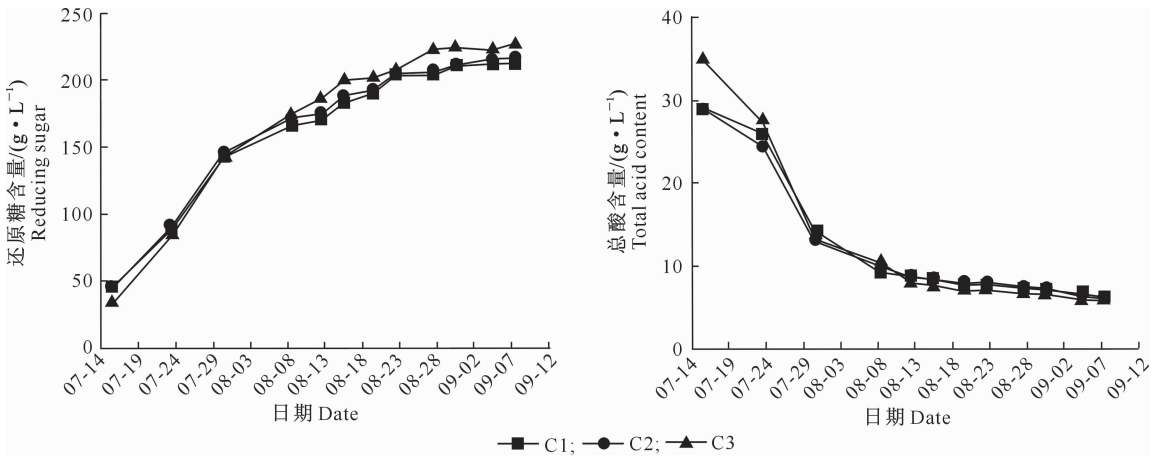


图 1 不同疏穗方式对葡萄还原糖及总酸含量变化的影响

Fig.1 Effect of different cluster thinning levels on reducing sugar and total acid contents of grape

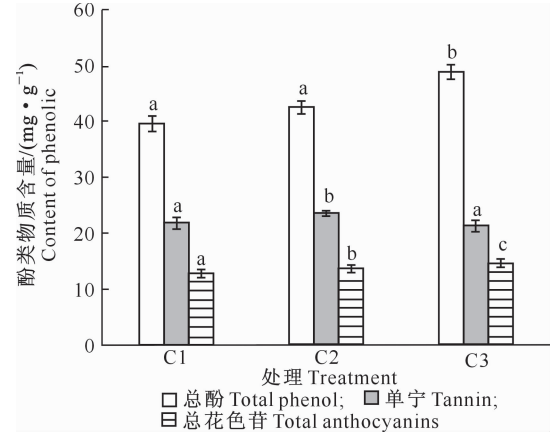
不同疏穗方式下,成熟初期 C3 处理葡萄成熟速度最快,成熟后期所有处理成熟速度趋于一致,但 C3 处理 8 月中旬以后果实有较高的还原糖含量和

较低的总酸含量;C1 和 C2 处理在葡萄成熟过程中果实成熟度差异不大,但 C2 成熟度略高于 C1。图 1 显示,葡萄采收时,3 个处理果实的还原糖含量表

现为 C1 (213. 01 g/L) < C2 (216. 79 g/L) < C3 (227. 15 g/L), C3 处理显著高于 C1、C2 处理, 其中含量最低的处理 C1 与 C3 相差 14. 14 g/L; 总酸含量表现为 C1 (6. 19 g/L) > C2 (5. 98 g/L) > C3 (5. 81 g/L), 最高处理 C1 与最低处理 C3 相差 0. 38 g/L。疏除 25% 果穗的处理对葡萄还原糖含量无较大提升, 而疏除 50% 果穗的处理使果实还原糖含量增加幅度高达 14. 14 g/L, 有效促进了还原糖积累。

2.2 疏穗方式对葡萄果皮总酚、单宁和花色苷含量的影响

图 2 所示为 3 种疏穗方式下葡萄果皮中总酚、单宁和总花色苷含量的变化。



图柱上标不同小写字母表示差异显著
Different lowercase letters mean significant difference at $P<0.05$

图 2 不同疏穗方式对葡萄果皮总酚、单宁和花色苷含量的影响

Fig. 2 Effects of different cluster thinning levels on total phenol, tannin and anthocyanin contents of grape

由图 2 可知, C1 处理葡萄果皮总酚含量 (39. 61 mg/g) 和 C2 处理葡萄果皮总酚含量 (42. 52 mg/g) 无显著差异, C3 处理葡萄果皮总酚含量 (48. 95 mg/g) 显著高于 C1 和 C2, 说明疏除 25% 的果穗对葡萄果皮总酚含量的增加影响不大, 而疏穗量达到 50% 时对葡萄果皮总酚含量有明显的提升效果, 总

酚含量决定葡萄酒的陈年能力, 需要陈年能力更强的葡萄酒可适当多疏果穗。C2 处理葡萄果皮单宁含量 (23. 46 mg/g) 较 C1 处理葡萄果皮单宁含量 (21. 91 mg/g) 显著增加, 但疏除 50% 果穗的 C3 处理葡萄果皮单宁含量 (21. 44 mg/g) 却显著低于 C2 处理, 说明单宁含量并不随疏穗量的增加而增加, 过多疏穗反而会降低单宁含量。C1、C2、C3 处理葡萄果皮花色苷总量分别为 12. 80, 13. 64 和 14. 62 mg/g, 表现出随着疏穗量增加而增加的趋势, 在葡萄果实着色较差的地区, 可适当疏除果穗提升葡萄着色。

2.3 疏穗方式对葡萄果皮单体花色苷含量的影响

3 种疏穗方式下葡萄果皮单体花色苷含量的变化见表 1。由表 1 可知, 从‘西拉’成熟葡萄果皮中共检测出 18 种花色苷, 包括 5 种基本花色苷, 5 种乙酰化花色苷, 1 种咖啡酰化花色苷和 7 种香豆酰化花色苷, 其中二甲花翠素葡萄糖苷及其酰化衍生物含量最高, 其次为甲基花青素葡萄糖苷及其酰化衍生物, 花青素葡萄糖苷及其衍生物含量最低, 甲基花青素咖啡酰化葡萄糖苷是唯一出现的咖啡酰化花色苷。基本花色苷和乙酰化、咖啡酰化、香豆酰化花色苷含量在各处理中所占比例无较大差异, 但含量存在显著差异, 表现为 C1 (17 816. 87 $\mu\text{g/g}$) < C2 (25 688. 19 $\mu\text{g/g}$) < C3 (28 852. 99 $\mu\text{g/g}$), C2、C3 处理分别较 C1 显著提高 44. 20% 和 61. 94%, 其中乙酰化花色苷 C2、C3 较 C1 分别提高 42. 85% 和 56. 03%; 此外, 甲基花翠素、甲基花青素和二甲花翠素葡萄糖苷及其酰化衍生物也随疏穗量的增加而增加, 因此疏穗也有利于加深葡萄酒的色泽。3 个处理中, C2 和 C3 的花色苷含量较 C1 提升约 8 000 和 11 000 $\mu\text{g/g}$, 有力证明了疏除 25% 果穗能较大幅度提升花色苷含量, 而疏穗量逐渐加大的处理会降低对花色苷的提升能力, 因此生产中可视情况进行少量疏穗来增强葡萄着色。

表 1 不同疏穗方式对葡萄果皮单体花色苷含量的影响

Table 1 Effects of different cluster thinning levels on monomer anthocyanin content sof grape				
类别 Category	花色苷 Monomer anthocyanin	花色苷含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) Monomer anthocyanin content		
		C1	C2	C3
基本花色苷 Basic antho- cyanins	花翠素葡萄糖苷 Dephinidin-3-O-glucoside (Dp)	377. 77 $\pm$ 2. 62 a	627. 41 $\pm$ 24. 22 b	735. 93 $\pm$ 15. 13 c
	花青素葡萄糖苷 Cyanidin-3-O-glucoside (Cy)	115. 35 $\pm$ 5. 49 a	194. 72 $\pm$ 7. 83 b	222. 59 $\pm$ 5. 9 c
	甲基花翠素葡萄糖苷 Petunidin-3-O-glucoside (Pt)	549. 85 $\pm$ 2. 04 a	868. 89 $\pm$ 27. 74 b	1 015. 86 $\pm$ 18 ac
	甲基花青素葡萄糖苷 Peonidin-3-O-glucoside (Pn)	1 570. 67 $\pm$ 33. 36 a	2 263. 24 $\pm$ 30. 42 b	2 616. 41 $\pm$ 20. 12 c
	二甲花翠素葡萄糖苷 Malvidin-3-O-glucoside (Mv)	4 792. 44 $\pm$ 29. 03 a	6 862. 12 $\pm$ 90. 83 b	8 018. 33 $\pm$ 139. 66 c
	小计 Subtotal	7 406. 08	10 816. 38	12 609. 12
	比例/%Proportion	41. 55	42. 11	43. 70

表 1(续) Contiued table 1

类别 Category	花色苷 Monomer anthocyanin	花色苷含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) Monomer anthocyanin content		
		C1	C2	C3
乙酰化 花色苷 Acetylated anthocyanins	花翠素乙酰化葡萄糖苷 Delphinidin-3-O-(6-acetyl)-glucoside (Dp-ac)	59.11±4.34 a	99.55±4.57 b	175.53±12.21 c
	花青素乙酰化葡萄糖苷 Cyanidin-3-O-(6-acetyl)-glucoside (Cy-ac)	70.40±0.48 a	116.21±0.40 b	141.06±6.38 c
	甲基花翠素乙酰化葡萄糖苷 Petunidin-3-O-(6-acetyl)-glucoside (Pt-ac)	154.16±0.52 a	230.17±12.91 b	293.85±13.31 c
	甲基花青素乙酰化葡萄糖苷 Peonidin-3-O-(6-acetyl)-glucoside (Pn-ac)	1 072.89±11.29 a	1 530.06±17.05 b	1 681.27±38.39 c
	二甲花翠素乙酰化葡萄糖苷 Malvidin-3-O-(6-acetyl)-glucoside (Mv-ac)	2 813.46±34.72 a	3 778.30±22.79 b	4 162.86±140.47 c
	小计 Subtotal	4 170.02	5 754.29	6 454.57
	比例/% Proportion	23.39	22.40	22.37
咖啡酰化 花色苷 Caffeoylated anthocyanin	甲基花青素咖啡酰化葡萄糖苷 Peonidin-3-O-(6-caffeoyl)-glucoside (Pn-caf)	5.01±2.62 a	8.04±2.42 b	10.11±4.92 b
	小计 Subtotal	5.01	8.04	10.11
	比例/%Proportion	0.03	0.03	0.04
香豆酰化 花色苷 Coumarylat- ed anthocya- nin	花翠素香豆酰化葡萄糖苷 Delphinidin-3-O-(6-coumaryl)-glucoside (Dp-co)	32.20±3.35 a	30.38±14.45 a	54.87±14.46 b
	花青素香豆酰化葡萄糖苷 Cyanidin-3-O-(6-coumaryl)-glucoside (Cy-co)	119.17±11.16 a	209.14±6.09 b	239.77±1.27 c
	甲基花翠素香豆酰化葡萄糖苷 Petunidin-3-O-(6-coumaryl)-glucoside (Pt-co)	309.01±17.53 a	526.25±10.55 b	585.65±12.23 c
	顺式-甲基花青素香豆酰化葡萄糖苷 Peonidin-3-O-(cis-6-O-coumaryl)-glucoside (cPn-co)	49.32±12.05 a	99.24±1.61 b	107.52±1.83 b
	顺式-二甲花翠素香豆酰化葡萄糖苷 Malvidin-3-O-(cis-6-O-coumaryl)-glucoside (cMv-co)	126.27±13.32 a	199.87±4.14 b	210.48±4.15 b
	反式-甲基花青素香豆酰化葡萄糖苷 Peonidin-3-O-(trans-6-O-coumaryl)-glucoside (tPn-co)	1 635.65±53.3 a	2 380.11±99.59 b	2 505.2±22.93 c
	反式-二甲花翠素香豆酰化葡萄糖苷 Malvidin-3-O-(trans-6-O-coumaryl)-glucoside (tMv-co)	3 972.29±74.89 a	5 664.48±195.63 b	6 075.71±81.36 c
	小计 Subtotal	6 243.91	9 109.47	9 779.20
	比例/% Proportion	35.03	35.46	33.89
总计 Total		17 816.87±164.32 a	25 688.19±141.65 b	28 852.99±433.03 c

注:数值为 3 个重复的平均值,同行数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。
Note: Values are the averages of three replicates. Different lowercase letters in each line represent significant difference at $P<0.05$ level.
The same below.

2.4 疏穗方式对葡萄果皮非花色苷单体酚类物质含量的影响

表 2 为不同疏穗方式下葡萄果皮非花色苷单体酚类物质(单体酚)含量的变化。由表 2 可知,从‘西拉’成熟葡萄果皮中共检测到 25 种单体酚,包括黄烷醇类 7 种,羟基苯甲酸类 2 种,黄酮醇类 16 种,处理方式并未改变单体酚的种类,但对其含量有较大影响。3 个处理中,单体酚类物质总量存在显著差异,含量排序为 C1(899.60 $\mu\text{g/g}$)<C3(921.13 $\mu\text{g/g}$)<C2(967.02 $\mu\text{g/g}$),单体酚类物质是葡萄酒涩感的主要来源,对葡萄酒感官评价有较大影响,3 个处理中,C2 表现最好,能够显著提高单体酚类物

质含量。不同疏穗处理对单体酚类物质组分含量也有较大影响,C3 处理降低了黄烷醇类组分占比(8.20%),增加了黄酮醇组分占比(91.74%);C1 和 C2 处理各组分含量比例无较大差异,但 C2 处理中各组分含量较 C1 处理有所提高。3 个处理中黄烷醇含量差异显著,含量排序为 C3(75.49 $\mu\text{g/g}$)<C1(93.00 $\mu\text{g/g}$)<C2(103.74 $\mu\text{g/g}$);羟基苯甲酸类含量较少,对葡萄酒品质也无较大影响,3 个处理之间无明显差异;3 个处理间黄酮醇类物质差异显著,含量排序为 C1(806.06 $\mu\text{g/g}$)<C3(845.04 $\mu\text{g/g}$)<C2(862.71 $\mu\text{g/g}$)。

表 2 不同疏穗方式对葡萄果皮非花色苷单体酚类物质含量的影响

Table 2 Effect of different cluster thinning levels on monomer phenolic content of grape

类别 Category	单体酚 Monomer phenol	单体酚类物质含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) Monomer phenolic content		
		C1	C2	C3
黄烷醇类 Flavan-3-ols	原花色素 Procyanin B1	59.03±1.93 b	50.61±1.06 a	47.91±1.55 a
	槲儿茶素 Gallocatechin	5.81±0.08 b	6.51±0.19 b	4.47±0.32 a
	表槲儿茶素 Epigallocatechin	0.80±0.01 b	0.78±0.01 b	0.74±0.00 a
	儿茶素 Catechin	17.92±1.07 a	30.75±1.32 b	17.62±0.16 a
	原花色素 Procyanin C1	1.74±0.32 a	1.57±0.06 a	0.74±0.23 a
	原花色素 Procyanin B2	0.44±0.00 b	0.27±0.01 b	0.31±0.00 a
	表儿茶素 Epicatechin	7.26±0.63 b	13.25±0.30 c	3.70±0.41 a
	小计 Subtotal	93.00	103.74	75.49
	比例/% Proportion	10.34	10.73	8.20
羟基苯甲酸类 Hydroxybenzo- ic acids	原儿茶酸 Protocatechuic acid	0.12±0.02 a	0.14±0.00 a	0.14±0.01 a
	表没食子儿茶素	0.46±0.01 a	0.43±0.02 a	0.46±0.02 a
	没食子酸酯 EGCG			
	小计 Subtotal	0.58	0.57	0.60
	比例/% Proportion	0.06	0.06	0.07
黄酮醇类 Flavonols	杨梅酮-半乳糖苷 Myricetin-galactoside	9.99±0.13 a	14.50±0.09 c	9.46±0.02 a
	杨梅酮-葡萄糖苷 Myricetin-glucoside	60.41±0.56 b	76.04±0.57 c	52.31±0.08 a
	二氢槲皮素 Dihydroquercetin	0.34±0.04 a	0.43±0.05 ab	0.48±0.00 b
	槲皮素-3-O-葡萄糖醛酸酐 Quercetin-glucuronide	46.01±0.68 a	51.86±0.72 b	56.62±1.17 c
	槲皮素-3-O-半乳糖苷 Quercetin-galactoside	69.99±0.87 a	79.51±0.96 b	87.76±1.38 c
	槲皮素-葡萄糖苷 Quercetin-glucoside	288.30±3.09 a	294.84±3.08 a	293.88±0.36 a
	二氢山奈酚 Dihydrokeampferol	0.42±0.01 b	0.53±0.03 c	0.26±0.01 a
	丁香亭-半乳糖苷 Syringetin-galactoside	38.52±0.25 b	38.80±0.36 b	35.58±1.38 a
	鼠李糖素 3-O-葡萄糖苷 Isorhamnetin-glucoside	229.70±3.64 a	236.35±4.04 a	228.76±3.23 a
	槲皮素-3-O-鼠李糖苷 Quercetin-rhamnoside	10.81±0.23 a	10.57±0.25 a	15.42±0.07 b
	山奈酚-3-O-鼠李糖苷 Kaempferol-galactoside	8.05±0.21 a	10.58±0.23 b	11.68±0.02 c
	山奈酚-3-O-葡萄糖苷 Kaempferol-glucoside	35.88±0.65 a	40.85±0.72 b	43.66±1.06 c
	杨梅酮 Myricetin	1.75±0.03 b	1.34±0.04 a	1.70±0.01 b
	丁香亭 Syringetin	0.73±0.03 b	0.53±0.04 a	0.73±0.00 b
	异鼠李亭 Isorhamnetin	2.93±0.13 a	3.19±0.14 a	3.09±0.16 a
	槲皮素 Quercetin	2.23±0.06 a	2.79±0.18 b	3.65±0.05 c
	小计 Subtotal	806.06	862.71	845.04
	比例/% Proportion	89.60	89.21	91.74
总计 Total		899.60±13.96 a	967.02±12.9 b	921.13±10.57 b

3 讨 论

还原糖含量增加能有效提高葡萄酒的酒精度，增加葡萄酒的醇厚感。葡萄总酸含量降低能有效减弱葡萄酒高酸度带来的刺激感，使葡萄酒更加平衡。本研究结果表明，疏穗 25％和疏穗 50％处理对葡萄果实还原糖含量有不同程度提升，同时也降低了葡萄果实总酸含量，说明葡萄果实成熟较差的地区，可以于葡萄转色期适当疏除部分果穗来提高葡萄成熟

度。酚类物质是葡萄酒的重要组成部分，其含量高低对葡萄酒的颜色、涩感、澄清度和稳定性有较大影响，同时酚类物质也是葡萄酒中的重要保健成分^[13-14]。花色苷是葡萄酒的呈色物质，其含量和组成决定了葡萄酒的色泽，也是葡萄酒中的重要保健成分^[15]。本试验结果表明，疏穗处理对葡萄果皮总酚和总花色苷含量均有较大提升，这与 Condurso 等^[16]、Silva 等^[17]的研究结果一致。单宁为葡萄酒提供涩感，建立起葡萄酒的骨架，是葡萄酒陈年能力的重要决定

物,丰富优质的单宁使葡萄酒更加圆润醇厚,更具有层次性,单宁含量低会使葡萄酒单调乏味,影响葡萄酒口感^[18],此外单宁还与葡萄酒酸度和酒精的甜度建立起葡萄酒的口感平衡,因此高品质的单宁是葡萄酒品质的重要决定物质。一些研究显示产量降低对单宁含量有提升作用^[19-20],但也有研究指出产量水平对此类物质并无显著影响^[21]。本试验中单宁含量不随疏穗量增加而增加,其中疏除 25%果穗对单宁含量有较大提升,而疏除 50%果穗单宁含量有所降低,说明过多疏穗会导致单宁含量的降低,也会影响葡萄酒的口感平衡,在生产上并不可取。

花色苷是葡萄酒的颜色来源,由花色素与糖苷相结合形成,是葡萄酒的主要呈色物质。花色苷通常会在 C6 位与乙酸、香豆酸、咖啡酸发生酰化反应,酰化花色苷有助于增加葡萄酒颜色的稳定性^[22]。由花葵素(4-羟基)、花青素(5-羟基)到花翠素(6-羟基),葡萄酒的蓝色调逐渐加深;而花色苷甲基化则能加强葡萄酒的红色色调^[23]。本试验中疏穗处理的葡萄果皮酰化花色苷含量有较大提升,说明疏穗处理对葡萄酒颜色的稳定性具有明显的提升作用。黄烷醇类具有苦味和涩感,对葡萄酒结构和层次感有较大影响^[24],同时还具有降低胆固醇、活血、降血压等功效。本研究中适度疏穗能有效提升黄烷醇类含量,但疏穗量过大反而会降低其含量,可见过多疏穗对酿酒葡萄品质及保健都会产生一定的负面影响。黄酮醇类对酒的涩感也有一定影响,同时具有保护皮肤免受紫外线伤害和消除人体自由基的功能,是葡萄酒的重要保健成分^[25]。本研究中疏穗能有效提升葡萄果皮黄酮醇类物质的含量,而且 C2 处理效果优于 C3 处理,因此就葡萄酒的保健功能方面考虑,也建议少量疏穗。

4 结 论

不同疏穗方式对‘西拉’葡萄品质指标影响显著,葡萄转色期疏除 25%的果穗能促使提高‘西拉’葡萄的成熟度及总酚含量,并显著提升单宁和总花色苷含量,促进葡萄单体花色苷总量和单体酚类总量的积累;疏除 50%果穗能明显提高‘西拉’葡萄成熟度、总酚及总花色苷含量,但单宁含量有所降低,较疏穗 25%处理单体花色苷总量略有提升、单体酚总量有所下降,不利于葡萄酒口感平衡。因此,建议山西临汾地区‘西拉’葡萄生产中于转色期疏除 25%果穗为宜。

[参考文献]

- [1] Gil M, Esteruelas M, González E, et al. Effect of two different treatments for reducing grape yield in *Vitis vinifera* cv Syrah on wine composition and quality: berry thinning versus cluster thinning [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(20): 4968-4978.
- [2] Prajitna A, Dami I E, Steiner T E, et al. Influence of cluster thinning on phenolic composition, resveratrol, and antioxidant capacity in Chambourcin wine [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2007, 58(3): 346-350.
- [3] Gatti M, Bernizzoni F, Civardi S, et al. Effects of cluster thinning and pre-flowering leaf removal on growth and grape composition in cv. Sangiovese [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2012, 63(3): 325-332.
- [4] 杨 哲, 成 果, 高 媛, 等. 疏穗处理对‘赤霞珠’葡萄果粒大小及花色苷积累的影响 [J]. 西北农业学报, 2015, 24(2): 111-121.
Yang Z, Cheng G, Gao Y, et al. Effects of cluster thinning on berry size and anthocyanins of Cabernet Sauvignon [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2015, 24(2): 111-121.
- [5] 陶宇翔. 渭北地区不同产量水平对酿酒葡萄与葡萄酒质量的影响 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
Tao Y X. Effect of different yield on quality of grape and wine in Weibei region [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2013.
- [6] Ky I, Lorrain B, Kolbas N, et al. Wine by-products: phenolic characterization and antioxidant activity evaluation of grapes and grape pomaces from six different French grape varieties [J]. Molecules, 2014, 19(1): 482-506.
- [7] 闫妮妮, 张振文. 不同产量水平对酿酒葡萄蛇龙珠果实品质及病害的影响 [J]. 西北农业学报, 2010, 19(10): 178-182.
Yan N N, Zhang Z W. Effects of different yield level on quality and disease of Cabernet Gernischet grapevine [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2010, 19(10): 178-182.
- [8] 徐国前, 张振文, 郭安静, 等. 微量、快速测定葡萄与葡萄酒总酚 [J]. 食品科学, 2010, 31(18): 268-270.
Xu G Q, Zhang Z W, Guo A Q, et al. Rapid and micro-determination of total polyphenol in grape and grape wine [J]. Food Science, 2010, 31(18): 268-270.
- [9] 张振文, 宁鹏飞, 张军贤, 等. 葡萄酒缩合单宁测定方法的比较研究 [J]. 食品科学, 2012, 33(20): 233-237.
Zhang Z W, Ning P F, Zhang J X, et al. Comparison of two methods for the determination of condensed tannins in wine [J]. Food Science, 2012, 33(20): 233-237.
- [10] 翦 祎, 韩舜愈, 张 波, 等. 单一 pH 法, pH 示差法和差减法快速测定干红葡萄酒中总花色苷含量的比较 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(23): 323-325.
Jian Y, Han S Y, Zhang B, et al. Comparison of single pH method, pH-differential method and subtraction method for determining content of anthocyanins from red wine. [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(23): 323-325.

- [11] 王贞强,韩富亮,王 羽,等. HPLC 法测定葡萄与葡萄酒中的花色素苷 [J]. 河北农业大学学报,2008,31(6):59-61.
Wang Z Q, Han F L, Wang Y, et al. Determination of anthocyanin in Granoir grape and wine with HPLC [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2008, 31(6):59-61.
- [12] 孙建平. 葡萄与葡萄酒中酚类物质 LC-UV-MS/MS 谱库构建及应用 [D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
Sun J P. Development and application of LC-UV-MS/MS library of phenolic compounds in wine and grape [D]. Beijing: China Agricultural University, 2006.
- [13] Atanackovic M, Petrovic A, Jovic S, et al. Influence of wine-making techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines [J]. Food Chemistry, 2012, 131(2):513-518.
- [14] Bimpilas A, Tsimogiannis D, Balta-Brouma K, et al. Evolution of phenolic compounds and metal content of wine during alcoholic fermentation and storage [J]. Food Chemistry, 2015, 178:164-171.
- [15] Garcia-Alonso M, Minihane A M, Rimbach G, et al. Red wine anthocyanins are rapidly absorbed in humans and affect monocyte chemoattractant protein 1 levels and antioxidant capacity of plasma [J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2009, 20(7):521-529.
- [16] Concurso C, Cincotta F, Tripodi G, et al. Effects of cluster thinning on wine quality of Syrah cultivar (*Vitis vinifera* L.) [J]. European Food Research and Technology, 2016, 242(10):1719-1726.
- [17] Silva L C, Rufato L, Kretschmar A A, et al. Cluster thinning in high altitude vineyards and wine quality from the cultivar Syrah [J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2009, 44(2):148-154.
- [18] McRae J M, Falconer R J, Kennedy J A. Thermodynamics of grape and wine tannin interaction with polyproline: implications for red wine astringency [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(23):12510-12518.
- [19] Cañón P M, González Á S, Alcalde J A, et al. Red wine phenolic composition: the effects of summer pruning and cluster thinning [J]. Cienciae Investigación Agraria, 2014, 41(2):235-248.
- [20] Avizcuri-Inac J M, Gonzalo-Diago A, Sanz-Asensio J, et al. Effect of cluster thinning and prohexadione calcium applications on phenolic composition and sensory properties of red wines [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(5):1124-1137.
- [21] Romero-Cascales I, Ortega-Regules A, López-Roca J M, et al. Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2005, 56(3):212-219.
- [22] Guadalupe Z, Ayestarán B. Changes in the color components and phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. cv. “Tempranillo” during vinification and aging [J]. European Food Research and Technology, 2008, 228(1):29-38.
- [23] 徐国前. 前体物和诱导子对悬浮培养葡萄细胞多酚生物合成影响的研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
Xu G Q. Effects of precursors and elicitors on the phenolic compounds biosynthesis in cell suspension cultures of grape [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2011.
- [24] Quijada-Morin N, Regueiro J, Simal-Gándara J, et al. Relationship between the sensory-determined astringency and the flavanolic composition of red wines [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(50):12355-12361.
- [25] Ferrer-Gallego R, Brás N F, García-Estévez I, et al. Effect of flavonols on wine astringency and their interaction with human saliva [J]. Food Chemistry, 2016, 209:358-364.