

# 遮光处理对转色至完熟期间“赤霞珠”和“蛇龙珠”葡萄果实品质的影响

杭洁, 蒋玉梅\*, 李霁昕, 米兰, 陈玉蓉, 何英霞, 周安玲, 尚乐, 胡研云

(甘肃农业大学 甘肃省葡萄与葡萄酒工程学重点实验室, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**以酿酒葡萄“赤霞珠”和“蛇龙珠”为材料,在转色-完熟期间通过套袋对其果实进行遮光处理,以常规管理果实为对照,分析遮光处理对酿酒葡萄果实理化及香气品质的影响。结果表明:遮光处理完熟“蛇龙珠”和“赤霞珠”果实百粒质量较对照分别高出7.43%和8.74%,平均粒径较对照分别高出1.57%和2.60%,可溶性固形物含量较对照分别高出7.50%和2.76%,pH值较对照分别高出4.16%和1.04%,可滴定酸含量较对照分别低出25.37%和14.71%。香气成分分析显示,遮光处理可抑制样品酿酒葡萄果实醇类物质的释放,促进醛类物质释放。

**关键词:**遮光处理;酿酒葡萄;“赤霞珠”;“蛇龙珠”;品质;香气

Effects of Shading on Quality of “Cabernet Sauvignon” and “Cabernet Gernischt” during Veraison to Maturity Period

HANG Jie, JIANG Yumei\*, LI Jixin, MI Lan, CHEN Yurong, HE Yingxia, ZHOU Anling, SHANG Le, HU Yanyun

(Gansu Key Laboratory of Viticulture and Enology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** The grape berries of two cultivars “Cabernet Sauvignon” and “Cabernet Gernischt” were shaded by bagging during the period from veraison to maturity, and using those with conventional cultivation and management as controls, the impacts of shading treatment on fruit quality and aroma compounds were examined. The results showed that shading resulted in significant differences in quality and aroma versus controls. Compared to controls, hundred-berry weights of fully mature “Cabernet Gernischt” and “Cabernet Sauvignon” with shading were increased by 7.43% and 8.74%, average particle sizes by 1.57% and 2.60%, soluble solids by 7.50% and 2.76%, pH value by 4.16% and 1.04%, and titratable acid were decreased by 25.37% and 14.71%, respectively. The analysis of aroma compounds showed that shading could inhibit the release of alcohols, and enhance the release of aldehydes.

**Key words:** shading; wine grape; “Cabernet Sauvignon”; “Cabernet Gernischt”; quality; aroma

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604049

中图分类号: S663.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2016)04-0272-08

引文格式:

杭洁, 蒋玉梅, 李霁昕, 等. 遮光处理对转色至完熟期间“赤霞珠”和“蛇龙珠”葡萄果实品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 272-279. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604049. <http://www.spkx.net.cn>

HANG Jie, JIANG Yumei, LI Jixin, et al. Effects of shading on quality of “Cabernet Sauvignon” and “Cabernet Gernischt” during veraison to maturity period[J]. Food Science, 2016, 37(4): 272-279. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201604049. <http://www.spkx.net.cn>

酿酒葡萄果实的品质是决定葡萄酒品质的关键因素,适宜的生长环境和合理的栽培管理是保证酿酒葡萄品质的基础<sup>[1]</sup>。提高酿酒葡萄果实品质及其调控的研究近年来备受国内外学者关注<sup>[2]</sup>。光照、温度等果实生长环境是影响葡萄果实品质的主要因素<sup>[3]</sup>。葡萄果实中的糖、酸

是形成果实品质的重要特性。林朴<sup>[4]</sup>认为摘叶处理,改善葡萄树通风透光条件,增加果实光照量,可提高果实糖分、着色,降低酸度,提高酿造葡萄酒的品质。套袋是目前水果生产中常用的一种改变果实光照强度的遮光方法。由于套袋使葡萄果实生长发育时期的微环境发生

收稿日期: 2015-05-19

基金项目: 盛彤笙科技创新基金项目(GSAU-8T8-1335); 甘肃省财政厅科研基金项目(045 041004);

甘肃省组织部科研基金项目(045 036100)

作者简介: 杭洁(1988—),女,硕士研究生,研究方向为葡萄与葡萄酒香气。E-mail: j-hangjie@163.com

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

了改变,因此同样会引起葡萄糖、含酸量等的变化。郑芳<sup>[5]</sup>、郝燕燕<sup>[6]</sup>等研究认为套袋可明显增加葡萄果穗质量。王大平<sup>[7]</sup>、王蜀<sup>[8]</sup>等研究认为套袋可以增加果实含糖量,降低果实含酸量。果实香气是葡萄品质的重要因素。葡萄果实中香气化合物主要有醇、醛、酯、C<sub>6</sub>化合物、萜烯化合物、降异戊二烯化合物、含氮化合物、甲氧基吡嗪以及含硫化合物等<sup>[9]</sup>。Skinkis等<sup>[10]</sup>研究了遮荫对酿酒葡萄——Traminette葡萄果实香气影响,发现适度遮荫会使其挥发性萜类物质含量增高。卜万锁等<sup>[11]</sup>通过对套袋苹果的香气成分检测发现,通过套袋处理后的果实基本风味相对稳定,而套袋果实中酯类物质含量低于未套袋果实,这种变化从而形成了果实风味品质的细微差别。

本实验以酿酒葡萄“赤霞珠”和“蛇龙珠”为试材,在转色-完熟期间通过套袋对果实进行遮光处理。分析转色至完熟期间遮光对酿酒葡萄果实理化和香气的品质影响,以期为提高酿酒葡萄品质为目的的栽培管理技术研究提供数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

“赤霞珠”、“蛇龙珠”采摘自甘肃农业大学甘肃省葡萄产业技术研发中心葡萄品种园。采用单干单臂整形“南北行向”株行距0.6 m×2 m,规范化田间管理。

2-辛醇(标准品,纯度≥98%) 上海健超化学科技有限公司。

### 1.2 仪器与设备

DW-86L728型超低温冰箱 海尔集团; MixPlus 涡旋振荡器 合肥艾本森科学仪器有限公司; PHS-3C型pH计 上海雷磁仪器有限公司; WS108型手持糖度仪 上海测维光电技术有限公司; TD5A-WS型低速离心机 湘仪离心机仪器有限公司; ZDS-10型自动换挡数字式照度计 上海市嘉定学联仪表厂; 18100型摩尔超纯水机 重庆摩尔水处理设备有限公司; TRACE 1310-ISQ气相色谱-质谱联用仪、TG-WAXMS色谱柱(60 m×0.25 mm i.d., 0.25 μm) 美国Thermo Scientific公司; 50/30 μm二乙基苯/碳分子筛/聚二甲甲基硅氧烷(divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane, DVB/CAR/PDMS)萃取头 美国Supelco公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品处理

参照郑芳等<sup>[5]</sup>方法选择树势、负载量基本一致的20~25株葡萄藤,每株葡萄藤留中部(离地80~100 cm)处的果穗1~3穗。用60%透光率白色木浆

纸袋套袋进行遮光处理,以常规管理葡萄藤为对照,处理与对照果穗相隔,遮光处理与对照处理比例为3:1。

样品采集:2014年8~9月,排除边缘葡萄藤。在果实进入转色期,转色率达2%~5%时(2014年8月8日)开始采样,每7 d采样一次。采摘时间:10:00~12:00,逢雨天隔天采。

每次采样处理选择15~18株,采集每穗葡萄肩、中(正、反)、顶部(共4粒),每次采样粒数在120~200粒之间,每穗葡萄在整个过程中平均采样3~5次。葡萄浆果混合后分为2份(理化指标测定与香气成分的测定样品比例为1:2)。12 h之内完成理化指标测定。香气检测样品避光-80℃贮藏,待测<sup>[12]</sup>。

#### 1.3.2 果袋透光率和温度测定

测量工具为数字式照度计,分别测量袋内、袋外光照强度,得出果袋透光率<sup>[13]</sup>。温度测定工具为温度计,分别测量袋内、袋外的温度。测量时间为果实转色至完熟期间样品采集时间,每次测量均匀选取6个地方的葡萄藤在同一高度的果穗进行光照强度和温度的测定,取平均值。

#### 1.3.3 理化品质分析

参照文献[14]操作技术中所述方法,样品去果蒂,测百粒质量、果径,去籽榨汁,测定可溶性固形物含量、可滴定酸含量(以酒石酸计)和pH值。

粒径测定:用游标卡尺测定葡萄果实赤道直径(准确至0.01 cm);百粒质量测定:随机选取葡萄试样果实100粒,称质量(准确至0.01 g);可溶性固形物含量测定:采用手持测糖仪测定;可滴定酸含量测定:采用电位滴定法(以酒石酸计);pH值测定:采用标准型pH计。

其中,百粒质量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、pH值的测定均做3次重复,粒径测定分别从葡萄果穗肩、中、顶部部位所采集果粒中随机选取3~5粒进行测量,重复3次。

#### 1.3.4 香气分析

参照王睿<sup>[15]</sup>、李华<sup>[16]</sup>等方法,并进行修改。样品室温解冻,去梗去籽,液氮条件下研磨成粉末状,然后放入50 mL离心管中静置12 h后,在4 000 r/min转速条件下离心15 min,每个样品处理一致。

准确吸取离心后的上清液8 mL,放入20 mL样品瓶中。加入2 g NaCl,5 μg(82.2 mg/L)2-辛醇(内标物)及磁力转子,40℃恒温磁力搅拌30 min后,插入固相微萃取器40℃吸附富集30 min,气相色谱进样口解吸温度250℃,解吸10 min。

气相色谱-质谱条件:参照商敬敏等<sup>[17]</sup>方法并进行修改。不分流进样,20 min打开分流阀,分流比30:1;升温程序:初温50℃,5℃/min至80℃,2℃/min至150℃,3.5℃/min

至220℃；电子电离源；电子能量70 eV；传输线温度250℃；离子源温度230℃；质量扫描范围 $m/z$  50~450。

#### 1.4 数据处理

理化品质数据统计分析：Microsoft Office Excel 2007。定性：结合文献[18-19]，计算机检索谱库NIST（2005）和Wiley（version 6.0）谱图库初步定性香气物质。定量采用内标半定量法。物质含量按下式计算。

$$X_i = \frac{A_i}{A_s} \times X_s$$

式中： $A_i$ 为待测物的峰面积； $A_s$ 为内标物的峰面积； $X_i$ 为待测物的含量/(mg/L)； $X_s$ 为内标物的含量/(mg/L)。

## 2 结果与分析

### 2.1 果袋的透光率及温度分析

葡萄果实转色至完熟期间，对果穗袋内和袋外的光照强度和温度的测量结果得出：果实供试果袋的平均透光率为60%，袋内温度较袋外温度平均高出0.8℃。

### 2.2 遮光对果实品质影响

#### 2.2.1 遮光处理对葡萄果实百粒质量、粒径的影响

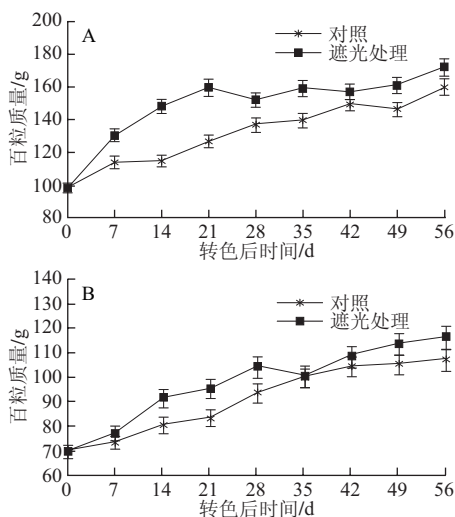


图1 遮光处理对“蛇龙珠”(A)和“赤霞珠”(B)葡萄百粒质量的影响

Fig.1 Effect of shading treatment on hundred-berry weight of grape

由图1可知，果实转色率达2%~5%时，开始比较成熟过程果实百粒质量。随着成熟度增加，百粒质量呈上升趋势。葡萄果实转色28 d后，对照“蛇龙珠”百粒质量较转色初期增加了38.93%，“赤霞珠”增加了34.56%；转色28 d到完熟，对照“蛇龙珠”和“赤霞珠”百粒质量增幅分别为16.82%、14.75%，可见葡萄成熟期前期百粒质量增长速度较后期快。遮光处理样百粒质量显著高于对照样，“蛇龙珠”高于对照样4.28%~28.67%，“赤霞珠”高出对照样1.21%~14.63%。转色14 d和

21 d，处理样和对照样差异最大，转色14 d“蛇龙珠”遮光样较对照样高出28.67%，转色21 d“赤霞珠”较对照样高出14.63%。转色35 d和42 d处理与对照差异最小，转色42 d“蛇龙珠”遮光样较对照样高出4.28%，转色35 d“赤霞珠”遮光样较对照样高出1.21%。完熟遮光“蛇龙珠”百粒质量为172.33 g，较对照样高出7.43%；完熟遮光“赤霞珠”百粒质量为116.80 g，较对照样高出8.74%。可见遮光处理可促使酿酒葡萄百粒质量升高，且对“蛇龙珠”的影响较“赤霞珠”明显。

#### 2.2.2 遮光处理对葡萄果实粒径的影响

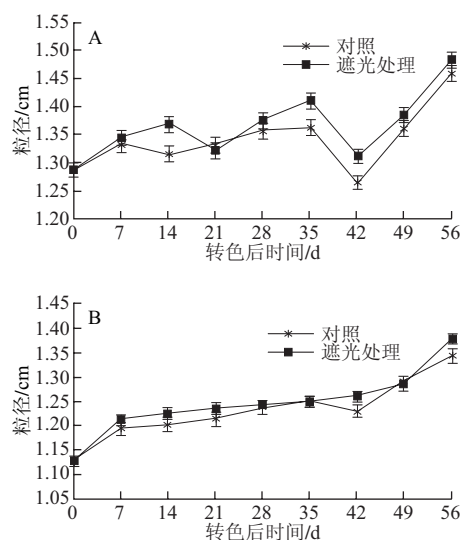
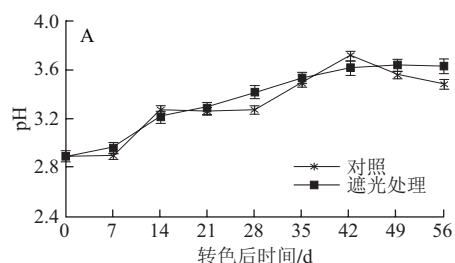


图2 遮光处理对“蛇龙珠”(A)和“赤霞珠”(B)葡萄果实粒径的影响

Fig.2 Effect of shading treatment on grape berry size

由图2可知，遮光处理果实粒径要显著高于对照果实。“蛇龙珠”的果实粒径高于“赤霞珠”。完熟对照“蛇龙珠”平均粒径为1.462 cm，遮光处理样为1.485 cm，较对照样高1.57%；完熟对照样“赤霞珠”平均粒径为1.343 cm，遮光处理样为1.378 cm，高于对照2.60%。“赤霞珠”葡萄果实转色后7~28 d遮光处理样和对照的差异性较大，“蛇龙珠”转色后14 d处理与对照样差异性最大，“赤霞珠”转色后42 d差异性最大，处理样较对照样高出2.43%。可见，遮光处理对“蛇龙珠”葡萄果实粒径的影响较“赤霞珠”明显。

#### 2.2.3 遮光处理对葡萄果实pH值的影响





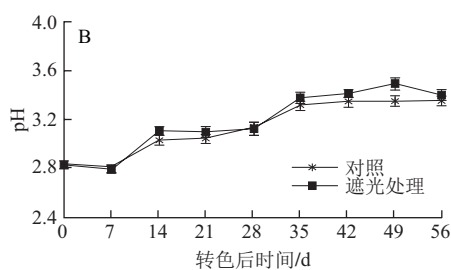


图3 遮光处理对“蛇龙珠”(A)和“赤霞珠”(B)葡萄果实pH值的影响

Fig.3 Effect of shading treatment on pH of grape berries

由图3可知, pH值比较显示, 葡萄果实转色到完熟期间pH值变化在2.8~3.7之间, 总体呈上升趋势, 遮光处理与对照差异不显著。完熟“蛇龙珠”和“赤霞珠”对照样pH值分别上升了20.38%和18.69%。遮光完熟“蛇龙珠”平均pH值为3.630, 较对照样高出4.16%; “赤霞珠”平均pH值为3.410, 较对照高出1.04%。

#### 2.2.4 遮光处理对可溶性固形物含量的影响

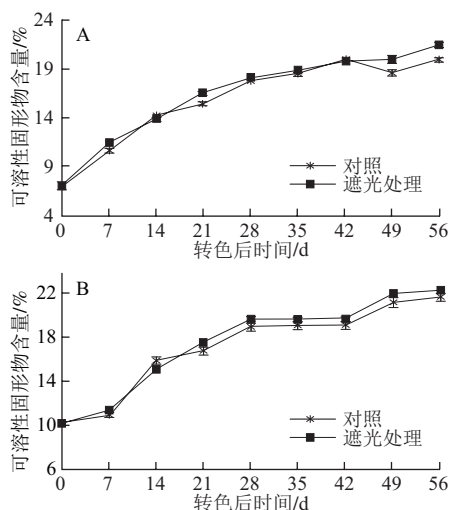


图4 遮光处理对“蛇龙珠”(A)和“赤霞珠”(B)葡萄果实可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effect of shading treatment on total soluble solid (TSS) of grape berries

由图4可知, 在转色期初期“蛇龙珠”的可溶性固形物含量(7.1%)明显低于“赤霞珠”(10.15%), 随着果实成熟可溶性固形物含量升高, 前期增长较快后期缓慢, 完熟对照“蛇龙珠”和“赤霞珠”分别增长了12.36%和14.21%, 遮光处理分别增长了18.13%、13.78%, 遮光处理样增幅高于对照。完熟遮光处理“蛇龙珠”可溶性固形物含量高出对照7.50%, “赤霞珠”高出对照2.76%。遮光处理有利于葡萄果实可溶性固形物的积累。

#### 2.2.5 遮光处理对可滴定酸含量的影响

由图5可知, 葡萄果实可滴定酸含量转色至完熟期间整体呈下降趋势, 前21 d下降速度较快, 28 d后趋于平缓。转色开始到28 d, “蛇龙珠”对照样可滴定酸含量由

25.70 g/L降至9 g/L, “赤霞珠”由28.5 g/L降至12.03 g/L; 转色后28 d到果实完熟, 对照“蛇龙珠”可滴定酸含量降低了21.83%, “赤霞珠”降低了36.25%。对照处理的葡萄果实可滴定酸含量要高于遮光处理样。完熟处理样“蛇龙珠”可滴定酸含量低出对照25.37%, “赤霞珠”低出对照14.71%。遮光处理会促进葡萄果实可滴定酸含量的降低。

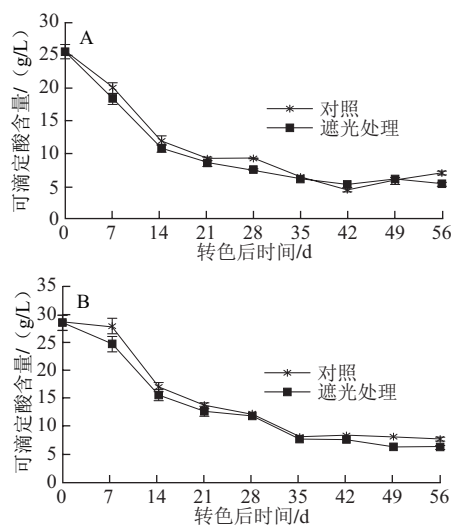


图5 遮光处理对“蛇龙珠”(A)和“赤霞珠”(B)葡萄果实可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effect of shading treatment on titratable acid (TA) of grape berries

#### 2.3 遮光对葡萄果实香气的影响

##### 2.3.1 “赤霞珠”和“蛇龙珠”葡萄果实香气构成分析

葡萄果实中的香气物质种类的代谢与生物合成目前认为有3种代谢途径: 以脂肪酸为前体的代谢途径、以氨基酸为前体的代谢途径和萜类途径<sup>[20]</sup>。顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用法分析“赤霞珠”和“蛇龙珠”葡萄果实香气构成, 如图6所示。“赤霞珠”遮光样和对照样中初步定性81、74种化合物, “蛇龙珠”遮光样和对照样中初步定性64、83种, 如表1所示。

“赤霞珠”葡萄果实对照样香气成分包括醇类30种, 含量为132.30 mg/L, 其中正己醇占醇类的40.82%; 醛类物质13种, 含量为101.67 mg/L, 其中(E)-2-己烯醛占醛类的60.76%; 酮类物质3种, 含量为1.46 mg/L, 其中6-甲基-5-庚烯-2-酮占酮类的88.49%; 酯类物质6种, 含量为3.15 mg/L, 其中甲酸甲酯占酯类的39.57%; 萜烯类物质7种, 含量为2.02 mg/L, 其中香叶醇占萜烯类的44%; 酸类物质2种, 含量为0.92 mg/L, 其中正己酸占酸类的97.1%; 酚类物质有3种, 含量为0.74 mg/L, 其中邻甲酚占酚类的50.0%。

“蛇龙珠”葡萄果实对照样香气成分包括醇类物质31种, 含量为154.98 mg/L, 其中正己醇占醇类的45.05%; 醛类物质12种, 含量为25.42 mg/L, 其中

(E)-2-己烯醛占醛类的59.53%；酮类物质4种，含量为0.81 mg/L，其中6-甲基-5-庚烯-2-酮占酮类的82.44%；酯类物质5种，含量为1.65 mg/L，其中乙酸己酯占酯类的66.21%；萜烯类物质13种，含量为2.13 mg/L，其中香叶醇占萜烯类的32.73%；酸类物质2种，含量为1.43 mg/L，其中正己酸占酸类的46.0%；酚类物质5种，含量为0.69 mg/L，其中邻甲酚占酚类的38.8%。

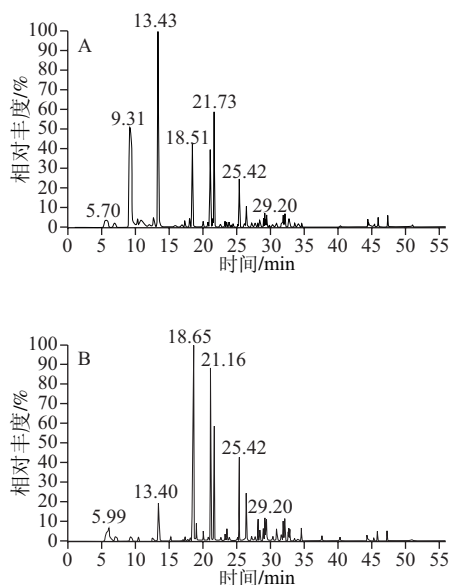
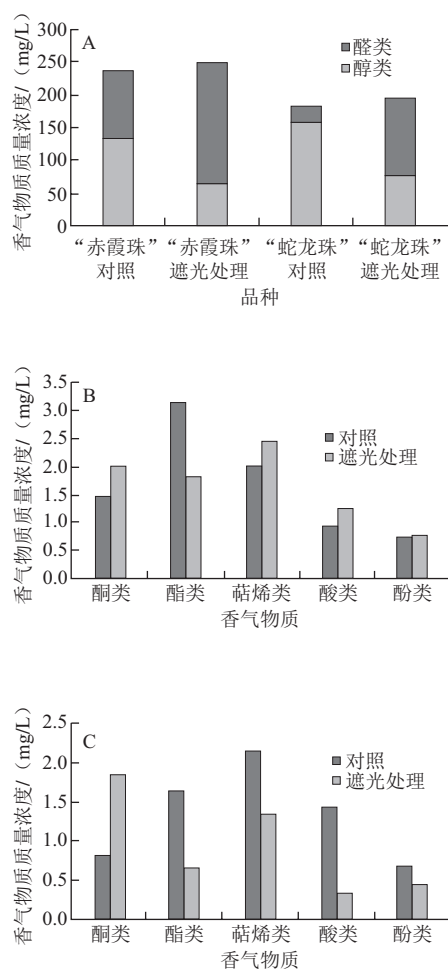


图6 “赤霞珠”(A)和“蛇龙珠”(B)葡萄果实GC-MS总离子流图  
Fig.6 GC-MS total ion chromatograms of volatile aroma compounds of “Cabernet Sauvignon” (A) and “Cabernet Gernischt” (B) grape berries

### 2.3.2 遮光对香气构成的影响

如图7所示，遮光处理“赤霞珠”果实香气醇类和醛类质量浓度分别为63.74 mg/L和183.85 mg/L，醇类较对照降低了51.82%，醛类增加了80.82%。遮光处理“蛇龙珠”果实香气醇类和醛类的质量浓度分别为75.80 mg/L和117.76 mg/L，醇类较对照降低了51.09%，醛类增加了363.27%。遮光处理影响可促进葡萄果实香气中醛类物质的释放，而抑制醇类物质释放。

酮类化合物比较显示遮光处理样高于对照样，遮光“赤霞珠”和“蛇龙珠”分别高于对照36.80%和126.74%；而“赤霞珠”和“蛇龙珠”遮光样品的酯类物质低于对照42.19%和59.70%。“赤霞珠”遮光处理样的萜烯类物质高于对照样21.48%， “蛇龙珠”则低于对照样的37.24%。可见，遮光处理可促进“赤霞珠”和“蛇龙珠”酮类化合物的释放，而抑制酯类物质释放。遮光对香气的影响会因品种不同而有所差异，“赤霞珠”遮光处理样萜烯类物质质量浓度高于对照样21.48%， “蛇龙珠”则低于对照样37.24%。

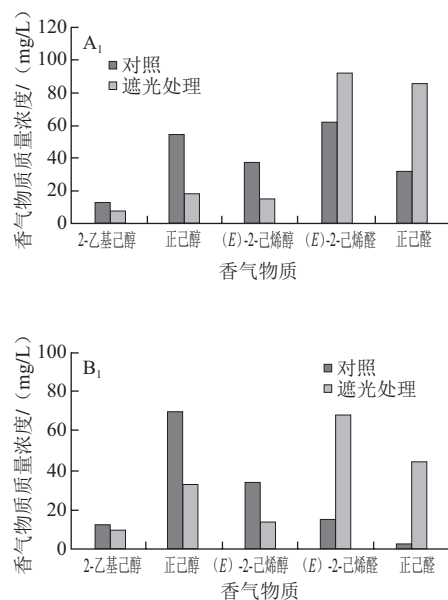


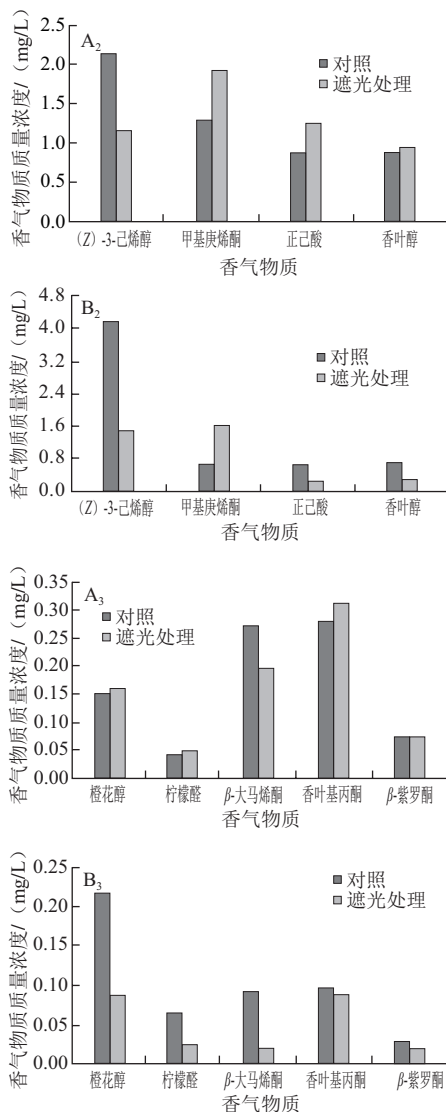
A.不同品种醛类和醇类对比；B.“赤霞珠”；C.“蛇龙珠”。

图7 遮光处理对葡萄果实香气成分含量的影响

Fig.7 Effect of shading on the contents of aroma components in grape berries

### 2.3.3 遮光对葡萄主体香气成分的影响





A. “赤霞珠”；B. “蛇龙珠”；下脚标1、2、3表示不同芳香成分。

图8 葡萄果实主要香气成分的比较

Fig.8 Comparison of main aroma components of two wine grape cultivars

如图8所示，正己醛和(E)-2-己烯醛“赤霞珠”遮光处理样质量浓度较对照样分别高出163.23%、47.82%， “蛇龙珠”遮光处理样质量浓度是对照样的16倍和4.5倍。2-乙基-1-己醇、正己醇和(E)-2-己烯-1-醇“赤霞珠”遮光处理样质量浓度较对照样分别低42.1%、65.93%和59.0%， “蛇龙珠”遮光处理样则较对照样分别高出22.9%、53.0%和58.1%。

“赤霞珠”和“蛇龙珠”遮光处理样(Z)-3-己烯醇质量浓度分别低于对照样45.80%和63.81%，而甲基庚烯酮分别高于对照样48.74%和139.47%。正己酸、香叶醇和萜烯化合物中橙花醇、柠檬醛、香叶基丙酮、β-紫罗酮，“赤霞珠”遮光样质量浓度较对照样分别高出40.12%、6.21%、5.36%、10.92%、11.90%、0.05%，而“蛇龙珠”遮光处理样质量浓度较对照低64.59%、

55.60%、59.58%、60.89%、8.79%、30.07%。另外，“赤霞珠”和“蛇龙珠”遮光处理样的β-大马烯酮较对照分别低28.27%、76.53%。

表1 葡萄果实遮光处理香气物质含量分析结果

Table 1 Contents of volatile aroma compounds in two wine grape cultivars with shading treatment

化合物名称	“赤霞珠”		“蛇龙珠”	
	对照	遮光处理	对照	遮光处理
醇类				
苯甲醇 benzyl alcohol	1.116 6	1.366 8	1.365 1	0.650 6
2-甲基十一烷-2-硫醇 2-undecanethiol,2-methyl	0.176 1	—	—	—
顺-3-壬烯-1-醇 non-3-en-1-ol<cis>	0.171 2	0.278 7	0.185 5	0.084 8
2-乙基-1-己醇 hexanol<2-ethyl>	13.117 7	7.601 4	12.775 8	9.849 8
(S)-(+)-6-甲基-1-辛醇 (S)-(+)-6-methyl-1-octanol	3.916 0	2.970 5	4.904 6	2.727 2
正己醇 hexanol<n>	54.005 5	18.397 1	69.821 5	32.797 8
1-庚醇 1-heptanol	1.348 2	0.322 4	1.903 0	0.771 6
正辛醇 1-octanol	1.664 7	1.411 7	2.027 7	1.084 1
癸烷-1-醇 decyl alcohol	—	—	0.102 1	—
1-十一醇 1-undecanol	0.667 4	—	0.027 5	—
正十二醇(月桂醇) dodecanol	0.034 2	0.040 3	—	0.025 7
3-甲基-1-丁醇 1-butanol,3-methyl-	—	—	—	0.275 4
7-甲基-3-亚甲基-6-辛烯-1-醇 6-octen-1-ol,7-methyl-3-methylene-	0.064 8	0.084 3	0.045 8	0.036 2
2,2,6-三甲基-6-乙基四氢-2H-吡喃-3-醇 2H-pyran-3-ol,6-ethenyltetrahydro-2,2,6-trimethyl-	—	0.032 3	—	—
3,7-二甲基-7-辛烯醇 oct-7-enol<3,7-dimethyl>	—	0.275 4	—	—
1-壬醇 1-nonanol	7.721 0	6.631 8	11.823 8	5.777 2
2-十六醇 2-hexadecanol	0.111 3	0.054 4	0.043 2	—
(R)-(+)-1-苯基乙醇 benzenemethanol,α-methyl-(R)-	0.051 6	—	—	—
(2S,4R)-2,4-甲基-1-庚醇 1-heptanol,2,4-dimethyl-,(2S,4R)-(-)	0.389 8	0.143 2	0.262 4	0.152 9
2-壬烯-1-醇 2-nonen-1-ol	0.089 0	0.088 4	—	—
2,2,3,3-四甲基-环丙基甲醇 cyclopropanemethanol,2,2,3,3-tetramethyl-	—	—	0.121 0	0.091 2
叔十六硫醇 tert-hexadecanethiol	—	—	—	0.045 9
(Z)-2-(3,3-二甲基亚环己基)-乙醇 ethanol,2-(3,3-dimethylcyclohexylidene)-,(Z)-	0.088 2	0.115 4	—	—
反-2-壬烯-1-醇 non-(2E)-enol	—	—	0.131 2	—
反,反-2,4-庚二烯-1-醇 hepta-(2E,4E)-dien-1-ol	—	—	0.067 2	—
1-辛烯-3-醇(薄荷醇) 1-octen-3-ol	0.793 5	0.764 4	0.857 1	0.849 8
3,5,5-三甲基-1-己醇 1-hexanol,3,5,5-trimethyl	0.532 8	0.308 2	0.182 4	0.110 0
(Z)-6-壬烯-1-醇 non-(6Z)-enol	—	—	0.700 2	—
2-庚醇 2-heptanol	0.398 6	0.523 9	—	0.210 0
顺-4-癸烯-1-醇 (Z)-4-decen-1-ol	—	—	0.174 3	—
3-甲基苯甲醇 3-methylbenzyl alcohol	0.048 4	0.072 9	0.034 0	—
3-辛醇 3-octanol	0.076 4	0.092 5	0.048 9	—
苯乙醇 phenylethyl alcohol	1.533 2	1.645 4	1.311 2	0.602 6
(S)-(+)-2-庚醇 2-heptanol,(S)-	—	—	0.083 2	—
2-壬醇 nonan-2-ol	—	0.152 6	—	—
1,7-庚二醇 1,7-heptanediol	—	0.048 0	—	—
2,6,6-三甲基-2-环己烯-1-甲醇 2-cyclohexene-1-methanol,2,6,6-trimethyl-	0.081 3	0.130 1	—	—
3,7,11-三甲基-1-十二醇 1-dodecanol,3,7,11-trimethyl	0.157 0	0.028 5	—	—
1-戊醇 1-pentanol	0.083 9	—	0.684 0	—
3,6-壬二烯-1-醇 nona-3,6-dien-1-ol	—	—	0.034 6	—
2,6-壬二烯醇 cucumber alcohol	—	—	0.077 2	—
2-甲基-1-辛醇 1-octanol,2-methyl	0.106 1	0.047 0	0.173 8	0.063 5
(E)-2-己烯-1-醇 hex-(2E)-enol	37.769 8	15.487 4	33.447 6	14.021 0
(Z)-3-己烯醇 3-hexen-1-ol,(Z)-	2.144 3	1.162 2	4.155 4	1.504 0

续表1

化合物名称	mg/L			
	“丹霞珠”		“蛇龙珠”	
	对照	遮光处理	对照	遮光处理
2-呋喃甲醇 2-furanmethanol	—	0.057 1	—	—
alpha-苯乙醇 phenylethanol<alpha>	—	0.064 5	—	—
(S)-3-甲基-4-乙基戊醇 (S)-3-ethyl-4-methylpentanol	3.844 0	3.346 5	7.411 8	4.071 6
小计	132.30	63.74	154.98	75.80
醛类				
苯甲醛 benzaldehyde	1.117 6	0.470 9	0.609 5	0.289 6
庚醛 heptanal	—	0.129 1	—	—
苯乙醛 benzeneacetaldehyde	1.056 8	1.048 3	0.141 9	0.179 2
正辛醛 octanal	—	—	—	0.047 3
壬醛 nonanal<n>	0.788 8	1.015 6	0.745 1	1.124 4
(E,E)-2,4-己二烯醛 sorbic aldehyde	1.687 1	1.544 3	—	—
2,4-二甲基苯甲醛 benzaldehyde<2,4-dimethyl>	—	—	0.268 5	0.178 6
(E)-壬烯醛 non-(2E)-enal	0.252 2	0.416 1	3.045 5	0.432 1
(E,E)-2,4-庚二烯醛 2,4-heptadienal(E,E)-	—	—	—	0.165 3
3-己烯醛 3-hexenal	0.520 2	—	—	—
山梨醛 sorbaldehyde	—	—	—	1.251 8
反,顺-2,6-壬二烯醛 nona-(2E,6Z)-dial	0.135 8	0.628 4	2.374 5	0.325 5
3-(羟甲基)-4-甲基己醛 hexanal,3-(hydroxymethyl)-4-methyl-	—	0.117 0	—	—
(Z)-2-庚烯醛 2-heptenal(Z)-	0.043 6	0.038 0	—	—
(E,E)-2,4-壬二烯醛 2,4-nonadienal(E,E)-	—	—	0.131 2	—
3,4-二甲基苯甲醛 benzaldehyde,3,4-dimethyl-	0.201 5	—	—	—
(Z)-2-壬烯醛 2-nonenal(Z)-	—	—	0.031 8	—
正己醛 hexanal<n>	32.552 9	85.688 1	2.775 3	44.672 3
(E)-2-己烯醛 hex-(2E)-enal	61.776 3	91.318 1	15.130 9	68.065 1
5-羟甲基糠醛 hydroxy methyl furfural	—	—	0.047 7	—
2,4-壬二烯醛 2,4-nonadienal	—	—	0.116 4	—
(Z)-3-己烯醛 hex-3-enal(Z)	1.541 4	0.975 3	—	1.024 1
呋喃甲醛 furfural	—	0.461 0	—	—
小计	101.67	183.85	25.42	117.76
酮类				
6-甲基-5-庚烯-2-酮 hept-5-en-2-one<6methyl>	1.293 8	1.924 4	0.670 4	1.605 4
2-辛酮 2-octanone	0.108 9	0.075 8	0.030 3	0.210 2
4-(1-氢过氧基-2,2-二甲基-6-亚甲基-环己基)-3-戊烯-2-酮 4-(1-hydroperoxy-2,2-dimethyl-6-methylene-cyclohexyl)- pent-3-en-2-one	0.059 4	—	0.068 8	0.028 2
5-甲基-3-己烯-2-酮 hex-3-ene<2-oxo-,5-methyl>	—	—	0.043 7	—
小计	1.46	2.00	0.81	1.84
酯类				
辛酸乙酯 octanoate<ethyl>	0.404 6	0.316 2	—	0.227 8
甲酸甲酯 methyl formate	1.245 7	0.910 9	—	—
水杨酸甲酯 methyl salicylate	0.078 4	0.034 0	—	—
乙酸己酯 acetic acid,hexyl ester	—	—	1.089 2	—
甲酸-2-丙烯酯 formic acid,2-propenyl ester	—	0.038 2	—	—
油酸苯酯 9-octadecenoic acid(Z)-, phenylmethyl ester	—	—	0.123 8	—
(Z)-己-2-烯基乙酸酯 2-hexen-1-ol,acetate,(Z)-	—	—	0.192 5	—
2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁酸酯	0.483 7	—	0.206 7	—
2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	—	—	—	—
(1-羟基-2,4,4-三甲基-3-基)-2-甲基丙酸酯 propanoic acid,2-methyl,2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl) propyl ester	—	0.175 9	—	0.150 8
3-羟基-2,4,4-三甲基异丁酸酯 propanoic acid,2-methyl,3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	0.896 5	0.315 2	—	0.284 4
2-甲基-丙酸-1-(1,1-二甲乙基)-2-甲基-1,3-丙二酯 propanoic acid,2-methyl-,1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester	0.039 2	0.029 4	0.032 7	—
小计	3.15	1.82	1.65	0.66

续表1

化合物名称	mg/L			
	“丹霞珠”		“蛇龙珠”	
	对照	遮光处理	对照	遮光处理
萜烯类				
香茅醇 citronellol	—	—	0.446 5	0.351 6
香叶醇 geraniol	0.887 3	0.942 4	0.697 7	0.309 8
橙花醇 nerol	0.151 3	0.159 4	0.218 3	0.088 2
薄荷脑 cyclohexanol,5-methyl-2-(1-methylethyl)-,(1 <i>α</i> ,2 <i>α</i> ,5 <i>α</i> )-( <i>β</i> )- L-薄荷醇 L-menthol	0.308 1	0.515 9	—	—
二氢月桂烯醇 7-octen-2-ol,2,6-dimethyl	—	0.095 8	0.110 2	—
桃金娘烯醇 (-)-myrtenol	—	0.043 3	—	—
(3Z)-3,7-二甲基-3,6-辛二烯-1-醇 3,6-octadien-1-ol,3,7-dimethyl-(Z)- alpha-松油醇 terpineol<alpha>	—	—	0.032 2	—
反-p-薄荷-1(7)-,8-二烯-2-醇 trans-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol	—	0.030 8	0.064 9	—
橙花醛 geranial	0.043 8	0.048 5	0.065 7	0.025 7
beta-大马烯醇	0.272 6	0.195 5	0.092 3	0.021 7
2-buten-1-one,1-(2,6,6-trimethyl),3-cyclohexadien-1-yl)-(E)- 香叶基丙酮 5,9-undecadien-2-one,6,10-dimethyl-(E)-	0.280 6	0.314 0	0.097 8	0.089 2
百秋李醇 patchouli alcohol	—	—	0.043 3	—
beta-紫罗酮 ionone<(E)-,beta>	0.072 8	0.072 8	0.029 8	0.020 9
小计	2.02	2.45	2.13	1.34
酸类				
正己酸 hexanoic acid	0.892 0	1.249 0	0.659 7	0.233 6
棕榈油酸 palmitoleic acid	—	—	—	0.098 4
2-甲基己酸 hexanoic acid,2-methyl-	0.026 3	—	—	—
乙酸 acetic acid	—	—	0.773 6	—
小计	0.92	1.25	1.43	0.33
酚类				
苯酚;石炭酸 phenol	0.241 9	0.230 2	0.166 3	0.133 2
2,4-二甲基苯酚 xylenol<2,4>	—	—	—	0.064 7
间甲酚; 3-甲酚 cresol<meta>	—	—	0.039 1	—
邻甲酚; 2-甲酚 phenol,2-methyl-	0.367 6	0.391 9	0.266 4	0.189 6
2,5-二甲基苯酚 xylenol<2,5>	0.126 3	0.107 1	0.112 0	—
2,4-二叔丁基苯酚 phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	—	0.038 3	0.103 7	0.059 7
小计	0.74	0.77	0.69	0.45
其他				
甲基环己烷 hexahydrotoluene	0.422 6	0.228 4	0.493 7	0.281 6
5-甲基-1-庚烯 1-heptene,5-methyl-	—	0.201 9	0.228 8	—
6-甲基-1-辛烯 1-octene,6-methyl-	1.795 6	0.533 4	2.133 1	1.218 7
2-苯基环氧丙烷 oxirane,2-methyl-2-phenyl-	—	0.142 1	—	—
3-甲基-3-十一碳烯 3-undecene,3-methyl-	—	0.804 5	—	—
甘菊蓝 azulene	—	0.046 3	0.109 1	—
3,5,5-三甲基-1-己烯 1-hexene,3,5,5-trimethyl-	—	—	0.422 3	0.328 5
2,4,4-三甲基-1-己烯 2,4,4-trimethyl-1-hexene	0.390 3	—	—	0.240 3
1,2-二甲基-1-戊基环丙烷 cyclopropane,1,2-dimethyl-1-pentyl-	—	0.696 0	—	—
1-甲基-2-(3-戊基) 环丙烷 cyclopropane,1-methyl-2-(3-methylpentyl)-	1.444 7	1.087 4	1.710 6	1.048 6
正十四烷 tetradecane	0.062 7	—	—	—
正十九烷 nonadecane	—	—	0.027 9	—
3,3-二甲基-1-辛烯 1-octene,3,3-dimethyl	2.409 1	1.222 9	2.973 1	1.648 3
7-甲基-1-十一碳烯 1-undecene,7-methyl-	2.783 6	2.005 3	3.357 1	1.961 6
(3Z)-9-甲基-3-十一碳烯 3-undecene,9-methyl-(Z)-	—	—	—	0.756 1
(Z)-3-甲基-4-十一烯 4-undecene,3-methyl-(Z)-	1.076 1	—	1.331 2	—
萘 naphthalene	—	—	—	0.051 8
2-甲基萘 naphthalene,2-methyl-	—	—	0.044 7	—
2,5-二甲基呋喃 furan,2,5-dimethyl-	0.210 7	—	—	—
甲氧基苯基脒 oxime, methoxy-phenyl-	1.613 9	—	—	—
小计	12.209 3	6.968 3	12.831 5	7.535 4
合计	254.47	262.85	199.94	205.72

注：—未检出。



### 3 结论与讨论

#### 3.1 遮光处理对葡萄果实品质的影响

葡萄属于糖直接积累型<sup>[21]</sup>, 果实(强大的代谢“库”)在成熟过程中需从“源”获取大量同化物, 当负载量降低时, “库”被缩小, 果实获得的同化物增多, 可能促进了蔗糖卸载与代谢的关键酶——可溶性酸性转化酶活性的提高, 蔗糖被转化酶代谢为己糖, 从而使转熟果实中还原糖大量积累<sup>[22]</sup>。同时, 葡萄果实还原糖含量等大部分品质指标也受外界环境因素的影响而有所变化<sup>[23]</sup>。遮光会影响果实成熟期的光合作用, 进而影响果实糖类代谢中相关酶基因的表达<sup>[24]</sup>。提高葡萄果实糖和酸相关代谢酶的活性, 促进糖类和酸类代谢途径增加可溶性固形物的含量和降低酸的含量。

果实有机酸含量与环境温度密切相关, 通常温度较高, 果实含酸量较低<sup>[25]</sup>。套袋遮光果穗内部的日间温度较高, 其果实总酸含量较低, 这可能是由于温度高, 葡萄果实的呼吸代谢频繁, 有机酸被呼吸性酶所消耗<sup>[26]</sup>, 导致果实含酸量降低。本实验中, 套袋遮光处理促进可溶性固形物的积累, 降低果实酸度。

#### 3.2 遮光处理对葡萄果实香气的影响

本实验研究表明, 套袋遮光处理明显改变了果实香气中醇类物质和醛类物质在总香气成分中所占的比例。说明遮光处理促进了葡萄果实醛类物质的代谢, 抑制醇类物质的代谢。这可能由于遮光处理影响脂氧合酶途径。酮类化合物中遮光处理的要高于对照样的含量; 而酯类物质切好相反。

葡萄果实萜类化合物中含量最丰富的是单萜化合物, 主要存在于果皮中, 对葡萄果实品种香贡献最大<sup>[27]</sup>。有研究认为, 一些品种葡萄中的单萜含量会随着光照的增加而增加, 而有些品种则不同<sup>[28]</sup>。本实验研究发现, “赤霞珠”果实中萜烯类物质遮光处理样要略高于对照样, “蛇龙珠”葡萄果实萜烯类含量却相反。遮光处理对不同品种的葡萄果实影响萜烯类合成途径有差异性。

#### 参考文献:

- [1] 张晓煜, 刘玉兰, 张磊, 等. 气象条件对酿酒葡萄若干品质因子的影响[J]. 中国农业气象, 2007, 28(3): 326-330. DOI:10.3969/j.issn.1000-6362.2007.03.022.
- [2] BUREAU S, RAZUNGLES A J, BAUMES R L. The aroma of muscat of frontignan grapes: effect of the light environment of vine or bunch on volatiles and glycoconjugates[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(14): 2012-2020. DOI:10.1002/1097-0010(200011)80:14<2012::AID-JSFA738>3.0.CO;2-X.
- [3] 谢兆森, 曹红梅, 王世平. 影响葡萄果实品质的因素分析及栽培管理[J]. 河南农业科学, 2011, 40(3): 125-128. DOI:10.3969/j.issn.1004-3268.2011.03.035.
- [4] 林朴. 摘叶处理对赤霞珠葡萄和葡萄酒品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2013(4): 10-13. DOI:10.3969/j.issn.1004-7360.2013.04.002.
- [5] 郑芳, 张志录, 邵明丽, 等. 套袋栽培对红提葡萄果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(13): 3844-3845. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2007.13.041.
- [6] 郝燕燕, 李妙玲, 张惠荣, 等. 套袋微环境对果实品质的影响及其机理分析[J]. 山西农业大学学报, 2003, 23(3): 255-259. DOI:10.3969/j.issn.1671-8151.2003.03.015.
- [7] 王大平, 朱建勇, 熊运海. 套袋对黄梨果实品质的影响[J]. 渝西学院学报(自然科学版), 2005, 4(2): 12-13. DOI:10.3969/j.issn.1673-8012.2005.02.010.
- [8] 王蜀. 果实套袋对水晶葡萄品质的影响[J]. 云南农业科技, 2007(2): 18-20. DOI:10.3969/j.issn.1000-0488.2007.02.005.
- [9] 薛洁. 葡萄品种的香气[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2003(6): 55-59. DOI:10.3969/j.issn.1004-7360.2003.06.020.
- [10] SKINKIS P A, BORDELON B P, BUTZ E M. Effects of sunlight exposure on berry and wine monoterpenes and sensory characteristics of traminette[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2010, 61(2): 147-156.
- [11] 卜万锁, 牛自勉, 赵红钰. 套袋处理对苹果芳香物质含量及果实品质的影响[J]. 中国农业科学, 1998, 31(6): 1-5. DOI:10.3321/j.issn:0578-1752.1998.06.017.
- [12] NOGUEROL-PATO R, GONZALEZ-BARREIRO C, CANCHO-GRANDE B, et al. Aroma potential of Brancellao grapes from different cluster positions[J]. Food Chemistry, 2012, 132: 112-124. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.10.042.
- [13] 蒯传化, 刘三, 于巧丽, 等. 不同类型果袋对葡萄果实有关性状的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2012(2): 22-24. DOI:10.3969/j.issn.1004-7360.2012.02.005.
- [14] 王福荣. 酿酒分析与检测[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 91-111.
- [15] 王睿. 套袋对酿酒葡萄果实及葡萄酒的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007: 12-13.
- [16] 李华, 李佳, 王华, 等. 昌黎原产地域赤霞珠干红葡萄酒香气成分研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2007, 35(6): 94-98. DOI:10.3321/j.issn:1671-9387.2007.06.020.
- [17] 商敬敏, 牟京霞, 刘建民, 等. GC-MS法分析不同产地酿酒葡萄的香气成分[J]. 食品与机械, 2011, 27(5): 52-57. DOI:10.3969/j.issn.1003-5788.2011.05.013.
- [18] 魏云慧, 齐刚. 动态顶空气相色谱质谱法测定葡萄酒中微量成分[J]. 酿酒, 2004, 32(3): 90-91. DOI:10.3969/j.issn.1002-8110.2005.03.037.
- [19] 于静, 李景明, 吴继红, 等. 顶空固相微萃取法(SPME)在红葡萄酒香气成分测定中的应用研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2006(3): 4-9. DOI:10.3969/j.issn.1004-7360.2006.03.001.
- [21] SCHWAB W, DAVIDOVICH-RIKANATI R, LEWINSONHN E. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds[J]. The Plant Journal, 2008, 54(4): 712-732. DOI:10.1111/j.1365-3113X.2008.03446.x.
- [22] 王振平, 吴强, 李玉霞. 葡萄果实中糖分研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(6): 26-30. DOI:10.3969/j.issn.1004-7360.2005.06.009.
- [23] 闫梅玲, 王振平, 范永, 等. 蔗糖代谢相关酶在赤霞珠葡萄果实积累中的作用[J]. 果实学报, 2010, 27(5): 703-707. DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.2010.05.007.
- [24] SATO A, YAMADA M, IWANA-MI H, et al. Optimal spatial and temporal measurement repetition for reducing environmental variation of berry traits in grape breeding[J]. Scientia Horticulture, 2000, 85(1): 75-83. DOI:10.1016/S0304-4238(99)00144-2.
- [25] 潘照明. 葡萄浆果的酸代谢生理[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1991(1): 1-3. DOI:10.13414/j.cnki.zwpp.1991.01.001.
- [26] 问亚琴, 张艳芳, 潘秋红. 葡萄果实有机酸的研究进展[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2009, 27(3): 302-307. DOI:10.3969/j.issn.1004-1729.2009.03.022.
- [27] WILSON B, STRAUSS C R, WILLIAMS P J. Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing Muscat grapes[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1984, 32(4): 919-924. DOI:10.1021/jf00124a054.
- [28] 温可睿, 黄敬寒, 潘秋红, 等. 葡萄香气物质及其影响因素的研究进展[J]. 果树学报, 2012, 29(3): 454-460. DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.2012.03.020.vv.