

铺设反光膜和果际避雨处理对白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒品质的影响

肖慧琳¹,袁居新²,唐美玲¹,王建萍¹,郑秋玲¹,刘万好¹,张 晓^{3*}

(1.山东省烟台市农业科学研究院 烟台市特色果品质量安全与营养重点实验室,山东 烟台 265500;2.烟台市·中国社科院农村发展研究中心,山东 烟台 264003;3.烟台市会展业服务中心(烟台市葡萄与葡萄酒产业发展服务中心),山东 烟台 264003)

摘要:为降低白玉霓葡萄果实病害,提升其酿造白兰地品质,该研究以烟台产区白玉霓葡萄为试材,在葡萄果实转色期进行果际避雨、行间铺设反光膜处理,调查白玉霓葡萄果实病害情况。采用常规检测方法、葡萄酒分析仪及气相色谱-质谱联用技术测定白玉霓葡萄果实、原酒、蒸馏酒的理化指标及挥发性香气成分。结果表明,铺设反光膜对白玉霓葡萄果实病害无显著影响,葡萄果实可溶性固形物含量(18.4%)显著高于对照(16.0%)($P<0.05$),原酒香气物质总含量(2.13 mg/L)显著增加($P<0.05$),蒸馏酒香气物质总含量(4.71 mg/L)显著减少($P<0.05$);而果际避雨白玉霓葡萄果实病穗率(10.0%)比对照(20.1%)显著降低了50.25%($P<0.05$),对果实可溶性固形物无显著影响,显著降低原酒香气物质总含量(1.46 mg/L)($P<0.05$),显著增加蒸馏酒香气物质总含量(11.08 mg/L)($P<0.05$)。综上,铺设反光膜可增加白玉霓葡萄原酒果香,降低蒸馏酒果香,果际避雨减少白玉霓葡萄原酒果香,提升蒸馏酒果香。

关键词:白玉霓葡萄;葡萄酒;蒸馏酒;铺膜;避雨;香气

中图分类号:TS262.3; S663.1

文章编号:0254-5071(2026)03-0193-06

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2026.03.026

引文格式:肖慧琳,袁居新,唐美玲,等.铺设反光膜和果际避雨处理对白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒品质的影响[J].中国酿造,2026,45(3):193-198.

Effect of reflective film mulching and fruit-zone rain-shelter treatment on the quality of original wine and distilled spirits of Ugni Blanc grape

XIAO Huilin¹, YUAN Juxin², TANG Meiling¹, WANG Jianping¹, ZHENG Qiuling¹, LIU Wanhao¹, ZHANG Xiao^{3*}

(1. Yantai Key Laboratory of Quality Safety and Nutrition of Characteristic Fruits, Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai 265500, China; 2. Yantai·Research Centre for Rural Development of Chinese Academy of Social Sciences, Yantai 264003, China; 3. Yantai Exhibition Industry Service Center (Yantai Vine and Wine Industry Development Service Center), Yantai 264003, China)

Abstract: To reduce diseases of grape fruit and improve the quality of brandy brewed by Ugni Blanc grape, using Ugni Blanc grapes from the Yantai region as experimental material in this study, fruit zone rain-shelter treatment was implemented, and reflective films were laid between rows at veraison. The disease incidence of Ugni Blanc grapes was investigated. The physicochemical properties and volatile aroma compounds of the grapes, original wine, and distilled spirits were determined by conventional analytical methods, wine analyzer and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the application of film had no significant effect on the disease incidence of Ugni Blanc grapes. The content of soluble solids (18.4%) in grape fruit was significantly higher than that of the control (16.0%) ($P<0.05$). The total aroma compounds content of the original wine (2.13 mg/L) increased significantly ($P<0.05$), while that of the distilled spirits (4.71 mg/L) decreased significantly ($P<0.05$). In contrast, fruit zone rain-shelter treatment reduced the diseased ear rate (10.0%) of Ugni Blanc grapes by 50.25% compared to the control (20.1%) ($P<0.05$), though it had no significant impact on the soluble solids content of the grapes. It significantly decreased the total aroma compounds content (1.46 mg/L) of the original wine ($P<0.05$), significantly increased the total aroma compounds content (11.08 mg/L) of the distilled spirits ($P<0.05$). In summary, reflective film mulching enhanced the fruity aroma of Ugni Blanc original wine while reducing it in distilled spirits, whereas rain-shelter treatment reduced the fruity aroma of Ugni Blanc original wine but improved it in distilled spirits.

Key words: Ugni Blanc grape; wine; distilled spirits; reflective film mulching; rain-shelter cultivation; aroma

白玉霓葡萄因其产量高、香气中性、发酵酒酸度高、蒸馏酒品质好,而成为国际公认的最适合酿造蒸馏酒的品种之一^[1]。目前关于白玉霓的研究多集中于酿造^[2-4]和蒸馏工艺^[5-8],对栽培调控对白玉霓葡萄果实品质的影响研究较少^[9]。

随着近年来极端气候频发以及葡萄成熟期雨热同季,白玉霓葡萄主要病害白腐病逐年增加,病害严重时为保证葡萄产量需提前采收,严重影响白兰地产量和品质。目前降低果实病害和增加果实成熟度的常用栽培措施为简易

收稿日期:2025-08-13

修回日期:2025-12-04

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-29-17);山东省重点研发计划(2022CXGC010605);烟台市科技计划项目(2020XCZX029)

作者简介:肖慧琳(1987-),女,农艺师,硕士,研究方向为葡萄栽培与酿造。

*通讯作者:张 晓(1981-),女,农艺师,硕士,研究方向为葡萄栽培与酿造。

避雨栽培和铺设反光膜:TIAN T等^[10]避雨栽培樱桃,果实裂果率由95%降至4%;张晓月等^[11]研究表明,避雨栽培可显著降低鲜食葡萄病害率;HUANG R等^[12]研究表明,避雨栽培可降低叶片和枝条上的真菌多样性,减少了可能对葡萄健康产生不利影响的交链孢属(*Alternaria*)和炭疽菌属(*Colletotrichum*)的丰富度。铺设反光膜方面,成果等^[13]通过铺设反光膜增加了毛葡萄可溶性固形物和果皮色度,降低了可滴定酸含量;牛早柱等^[14]研究表明,铺设反光膜显著增加葡萄果实可溶性糖含量;YUAN Y等^[15]对设施栽培阳光玫瑰铺设反光膜,提升了阳光玫瑰糖酸比。

本研究以烟台产区白玉霓葡萄为试材,通过在白玉霓葡萄果实转色期果际钢丝上绑缚塑料棚膜、在行间铺设反光膜,以期减少白腐病菌分生孢子的传播、提升果实成熟度,并调查白玉霓葡萄果实病害情况。采用常规检测方法、葡萄酒分析仪及气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrography, GC-MS)技术测定白玉霓葡萄果实、原酒、蒸馏酒理化指标及挥发性香气成分,旨在分析白玉霓葡萄果实转色期铺设反光膜和果际避雨对白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒品质的影响,为优质白玉霓白兰地的生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 材料

白玉霓葡萄:烟台张裕葡萄酒股份有限公司开发区牟子国试验示范基地,13年树龄,株行距1.1 m×2.2 m,单干单臂垂直叶幕,南北行向,肥水管理、病害防控采用常规栽培管理措施进行。

1.1.2 化学试剂

3-壬酮(色谱纯):美国Sigma公司;氯化钠(分析纯):中国上海中药化学试剂有限公司;酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)FC9:上海杰兔工贸有限公司;酒石酸钾钠(分析纯):天津市北联精细化学品开发有限公司;硫酸铜、氢氧化钠(均为分析纯):烟台三和化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

50/30 μm DVB/CAR/PDMS固相微萃取头:美国Supelco公司;Trace1300-ISQ气相色谱-质谱联用(GC-MS)仪、HP-5 MS石英毛细管柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm):美国Thermos公司;紫铜双塔蒸馏器:烟台帝伯仕自酿机有限公司;Oeno Foss葡萄酒分析仪:丹麦福斯分析仪器有限公司;PAL-BXIACID2糖酸一体机:日本ATAGO爱拓株式会社。

1.3 方法

1.3.1 白玉霓葡萄转色期果际避雨和铺设反光膜处理

白玉霓葡萄转色期进行果际避雨和铺设反光膜处理示意图见图1。果际避雨处理为将常规塑料薄膜绑缚到第二道钢丝上,下端敞口通风,铺膜处理为将处理组行间

用白色反光地膜(wellingland Lumilys WH100,宽度2.6 m, 100 g/m²)覆盖。每个处理设置3个重复,每个小区8棵树,共计24棵树,以常规管理为对照(CK)。于果实成熟期每个处理每个重复随机采集10 kg白玉霓葡萄果实,测定果实可溶性固形物和可滴定酸含量后,进行葡萄酒发酵实验。

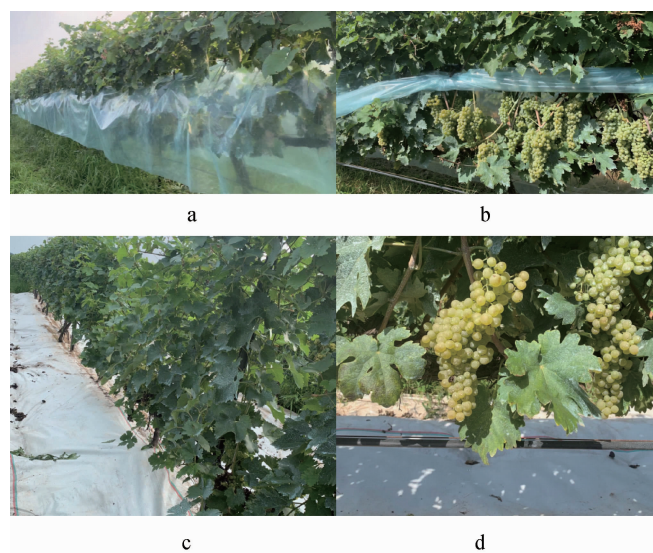


图1 白玉霓葡萄转色期果际避雨(a,b)和铺设反光膜(c,d)处理示意图

Fig. 1 Schematic diagram of fruit-zone rain-shelter (a, b) and reflective film mulching (c, d) treatments during veraison of Ugni Blanc grape

1.3.2 白玉霓葡萄原酒及蒸馏酒的制备

白玉霓葡萄原酒制备^[16]:白玉霓葡萄果实除梗,粒选机粒选后破碎,压榨取清汁分别置于3个5 L发酵罐,置于4℃冷库静置24 h,取上清液,酵母活化参考王晶晶等^[17]方法稍作修改:按0.3 g/L添加量称取酿酒酵母FC9,酵母与无菌水比例为1:10,在酵母水溶液中添加10%葡萄清汁,置于37℃水浴活化15~20 min,混合液降至室温后加入发酵罐中,15~18℃控温发酵,待比重降至1.00以下且不再发生变化后酒精发酵结束,放置4℃冷库静置3 d,取上清液300 mL添加焦亚硫酸钾120 mg/L,即得白玉霓葡萄原酒。

白玉霓葡萄蒸馏酒制备^[16]:白玉霓葡萄原酒采用12 L紫铜双塔蒸馏器蒸馏,不去酒头,待混合馏出液酒精度为28%vol~30%vol时,停止蒸馏,得到的混合馏出液即为白玉霓蒸馏酒。

1.3.3 分析检测

1.3.3.1 白玉霓葡萄果实

可溶性固形物含量、可滴定酸含量:采用糖酸一体机测定。

白腐病病穗率计算公式如下:

$$\text{白腐病病穗率} = \frac{\text{白腐病病穗数}}{\text{总调查果穗数}} \times 100\%$$

1.3.3.2 白玉霓葡萄原酒

葡萄原酒酒精度、总糖、总酸、pH值、挥发酸:使用葡萄酒分析仪测定。

1.3.3.3 白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒

葡萄原酒和蒸馏酒中挥发性香气成分:采用顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用法检测。

样品前处理:葡萄原酒和蒸馏酒酒精度稀释至10%vol,量取5 mL葡萄酒/蒸馏酒样品置于装有1 g NaCl的20 mL顶空瓶中,加入20 μ L质量浓度为50 μ g/mL的3-壬酮作为内标,用50/30 μ m DVB/CAR/PDMS纤维萃取头(萃取前进行老化处理)40 $^{\circ}$ C萃取30 min后进样。

气相色谱条件:采用HP-5 MS石英毛细管色谱柱(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m),载气为高纯氦气(He),流速1.6 mL/min;升温程序为初始温度40 $^{\circ}$ C保持2 min,以4 $^{\circ}$ C/min升温至180 $^{\circ}$ C保持1 min,再以15 $^{\circ}$ C/min升温至250 $^{\circ}$ C,保持1 min,进样口温度为250 $^{\circ}$ C;不分流进样。

质谱条件:电子电离(electronic ionization,EI)源,电子能量70 eV,离子源温度250 $^{\circ}$ C,传输线温度250 $^{\circ}$ C,质量扫描范围45~600 amu。

定性定量方法:根据美国国家标准技术研究所(National Institute of Standards and Technology,NIST)标准谱库的保留指数(retention index,RI)和质谱信息定性,采用内标法定量分析。

1.3.4 数据处理与统计分析

采用Microsoft Excel 2010计算平均值、标准差,采用Origin 9.5绘制柱状图、SPSS 19.0软件进行数据显著性分析,采用Metaboanalyst 6.0绘制热图。

2 结果与分析

2.1 果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓果实品质及病穗率的影响

酿酒葡萄果实糖酸含量是衡量果实成熟度的重要指标,也决定了葡萄酒和蒸馏酒的成分和品质^[9]。以基地常规管理组为对照,转色期果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓果实品质及病穗率的影响结果见表1。由表1可知,铺设反光膜组白玉霓葡萄果实可溶性固形物含量(18.4%)显著高于对照(16.0%),且显著增加了15.0%($P<0.05$),可滴定酸含量(0.67%)比对照(0.73%)显著降低了8.22%($P<0.05$),这与牛早柱等^[14]结果一致。可能由于反光膜能增强果树冠层内太阳直射和散射的全波光,增加光照强度,提高叶片光合作用^[18-19],进而增加糖含量降低酸含量,提升果实成熟度。

果际避雨组白玉霓葡萄果实的可溶性固形物含量(15.9%)与对照(16.0%)无显著差异($P>0.05$),可滴定酸含量(0.67%)比对照组(0.73%)显著降低了8.22%($P<0.05$),这与前人研究结果不一致^[20-21],可能由于常规简易避雨栽培是在树冠顶部覆盖薄膜,滤减光合有效辐射,而果际避雨只遮挡部分果际附近叶片,对糖酸积累影响较少。

表1 果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓葡萄果实品质及病穗率的影响
Table 1 Effect of fruit-zone rain-shelter and reflective film mulching treatments on fruit quality and diseased ear rate of Ugni Blanc grape

处理	可溶性固形物/%	可滴定酸/%	病穗率/%
果际避雨	15.9 $\pm$ 0.2b	0.67 $\pm$ 0.10b	10.0 $\pm$ 2.6b
铺设反光膜	18.4 $\pm$ 0.3a	0.67 $\pm$ 0.20b	17.5 $\pm$ 3.1a
对照	16.0 $\pm$ 0.2b	0.73 $\pm$ 0.10a	20.1 $\pm$ 2.9a

注:同列不同小写字母表示不同处理组间差异显著($P<0.05$)。下同。

病穗率方面,果际避雨可显著降低白玉霓葡萄果实的白腐病病穗率,其病穗率(10.0%)比对照(20.1%)和铺设反光膜(17.5%)分别显著降低50.25%和42.86%($P<0.05$)。果际避雨栽培可减少果实物理损伤,有效降低葡萄真菌病害发生率和农药的使用^[22-23],从而降低去除病穗用工成本,提升白玉霓葡萄果实产量。以往研究多基于遮挡树冠顶部的常规避雨栽培,本研究结果表明,对葡萄果际避雨同样可显著降低葡萄果实病害率。铺设反光膜组白腐病病穗率(17.5%)和对照组(20.1%)无显著差异($P>0.05$),可能是田间机械操作感染或者反光膜铺设时期较晚引起。

2.2 果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓葡萄原酒基本理化指标的影响

以基地常规管理组为对照,白玉霓葡萄转色期果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓葡萄原酒基本理化指标的影响结果见表2。由表2可知,不同处理的各葡萄酒原酒样品总糖含量均低于4 g/L,挥发酸含量均低于1.2 g/L,均符合国标GB/T 15037—2006《葡萄酒》对于白葡萄酒的质量要求。铺设反光膜处理显著增加了白玉霓葡萄酒的酒精度($P<0.05$),由该处理显著增加白玉霓葡萄果实可溶性固形物含量引起。铺设反光膜及果际避雨处理均显著降低了葡萄原酒的总酸含量($P<0.05$),与处理降低了果实可滴定酸含量有关。

表2 果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓葡萄原酒基本理化指标的影响
Table 2 Effect of fruit-zone rain-shelter and reflective film mulching treatments on basal physicochemical indexes of Ugni Blanc grape original wine

处理	酒精度/ %vol	总糖/ (g $\cdot$ L $^{-1}$)	总酸/ (g $\cdot$ L $^{-1}$)	pH值	挥发酸/ (g $\cdot$ L $^{-1}$)
果际避雨	9.10 $\pm$ 0.10b	3.90 $\pm$ 0.10a	8.20 $\pm$ 0.15b	3.24 $\pm$ 0.03a	0.69 $\pm$ 0.02a
铺设反光膜	10.60 $\pm$ 0.20a	3.90 $\pm$ 0.10a	8.30 $\pm$ 0.12b	3.23 $\pm$ 0.01a	0.64 $\pm$ 0.01b
对照	9.20 $\pm$ 0.10b	3.80 $\pm$ 0.20a	8.60 $\pm$ 0.10a	3.21 $\pm$ 0.02a	0.68 $\pm$ 0.02a

2.3 果际避雨及铺设反光膜处理对白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒挥发性香气成分的影响

2.3.1 白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒挥发性香气成分种类

以基地常规管理组为对照,转色期果际避雨及铺设反光膜处理白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒挥发性香气成分聚类分析热图见图2。

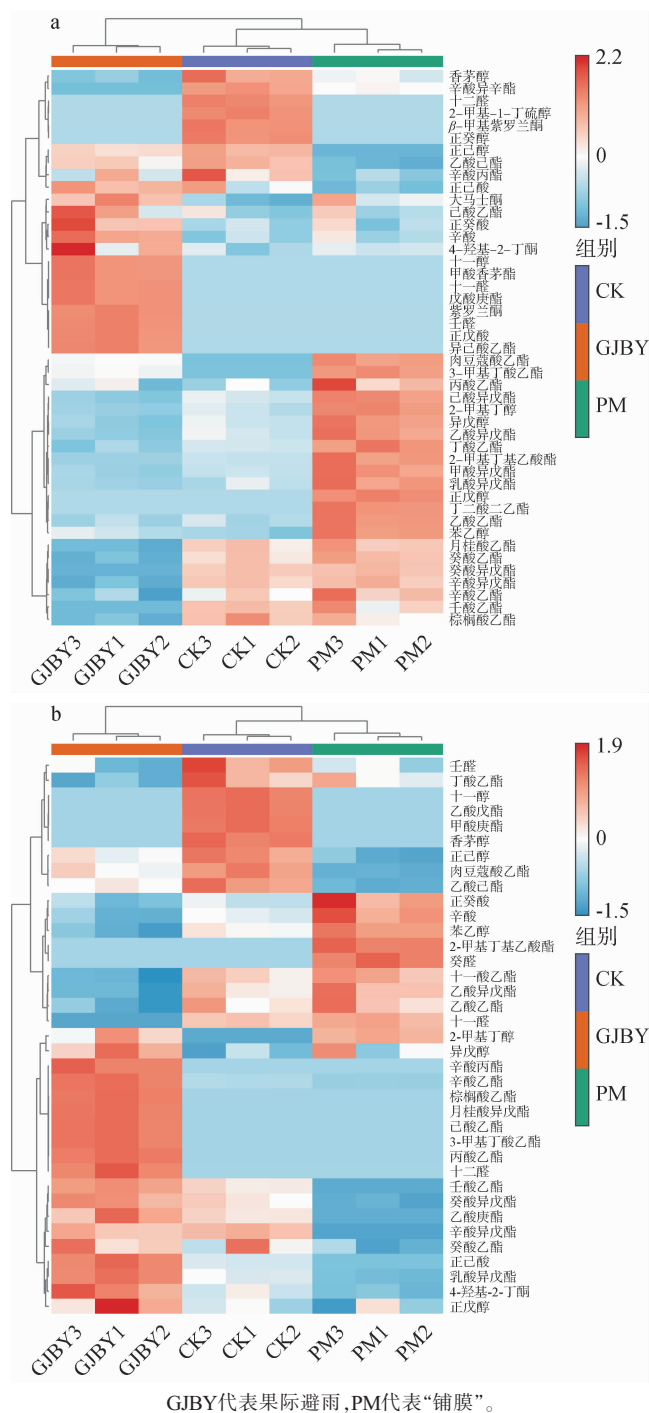


图2 果际避雨及铺设反光膜处理白玉霓葡萄原酒(a)及蒸馏酒(b)挥发性香气成分含量聚类分析热图

Fig. 2 Cluster analysis heat map of volatile aroma components contents in Ugni Blanc grape original wine (a) and distilled spirits (b) with fruit-zone rain-shelter and reflective film mulching treatments

由图2a可知,所有白玉霓葡萄原酒样品共检出45种挥发性香气成分,其中果际避雨处理组(GJBY)葡萄原酒中共检出35种挥发性香气成分,其中酯类19种,醇类6种,酸类4种、醛类2种,酮类1种,萜类3种;铺设反光膜处理组(PM)葡萄原酒中共检出32种挥发性香气成分,其中酯类22种,

醇类4种,酸类3种,酮类1种,萜类2种;对照组葡萄原酒中共检出33种挥发性香气成分,其中酯类18种,醇类7种,酸类3种、醛类1种,酮类1种,萜类3种。葡萄原酒挥发性香气成分种类均以酯类为主,其中辛酸乙酯、癸酸乙酯、己酸乙酯、乙酸乙酯和乙酸异戊酯等为主要酯类。异戊醇和2-甲基丁醇为主要醇类,辛酸和正癸酸为主要酸类。果际避雨处理组葡萄原酒中独有香气成分有8种(异己酸乙酯、戊酸庚酯、甲酸香茅酯、十一醇、正戊酸、壬醛、紫罗兰酮、十一醛),主要呈现果香、酒香和花香;铺设反光膜处理组葡萄原酒中独有香气成分有2种(乳酸异戊酯和甲酸异戊酯),主要呈现果香;对照组葡萄原酒中独有香气成分有3种(正癸醇、十二醛和β-甲基紫罗兰酮),主要呈现花香。

由图2b可知,所有白玉霓葡萄蒸馏酒样品共检出37种挥发性香气成分,其中果际避雨处理组蒸馏酒中共检出31种挥发性香气成分,其中酯类20种,醇类5种,酸类3种,醛类2种,酮类1种;铺设反光膜处理组蒸馏酒中共检出22种挥发性香气成分,其中酯类12种,醇类5种,酸类1种,醛类3种,酮类1种;对照组蒸馏酒中共检出28种挥发性香气成分,其中酯类17种,醇类6种,酸类2种、醛类2种,萜类1种。蒸馏酒挥发性香气成分种类均以酯类为主,其中辛酸乙酯、癸酸乙酯和己酸乙酯为主要酯类。异戊醇和2-甲基丁醇为主要醇类,辛酸和正癸酸为主要酸类。果际避雨处理组蒸馏酒中独有香气成分8种(乙酸庚酯、壬酸乙酯、辛酸异戊酯、癸酸异戊酯、乳酸异戊酯、3,7-二甲基-1-辛醇、正己酸和十二醛),主要呈现果香和花香;铺设反光膜处理组蒸馏酒独有香气成分1种(癸醛),呈现果香;对照组蒸馏酒独有香气成分4种(乙酸戊酯、甲酸庚酯、十一醇和香茅醇),主要呈现花香、果香和酒香。

3组白玉霓原酒挥发性香气物质有显著差异,聚类结果分为两大类,果际避雨处理组聚为一类,表现为含有较多的酸类、酮类、醛类和萜类等香气成分,这几类香气成分在白玉霓葡萄原酒中含量比例均相对较低,如正己酸、正癸酸、辛酸、4-羟基-2-丁酮、紫罗兰酮、壬醛等,多呈现花香、果香和脂肪香。对照和铺设反光膜处理组聚为一类,表现为含有较多的脂肪酸酯,在白玉霓葡萄原酒中含量比例相对较高,如月桂酸乙酯、癸酸乙酯、辛酸乙酯、癸酸异戊酯、棕榈酸乙酯等,多呈现果香、甜香和花香。相比对照组,铺膜增加了白玉霓发酵原酒中含量占比较大的酯类香气成分,增加了果香。

3组白玉霓葡萄蒸馏酒挥发性香气物质有显著差异。与葡萄原酒聚类分析结果相同,聚类结果分为两大类,果际避雨处理组聚为一类,表现为含有较多的脂肪酸酯类,在白玉霓葡萄蒸馏酒中含量占比较高,如辛酸乙酯、癸酸乙酯和己酸乙酯等,多呈现果香、花香和酒香。对照和铺设反光膜处理组聚为一类,表现为脂肪酸酯含量比果际避雨组低。相比对照组,铺设反光膜增加了白玉霓蒸馏酒中苯乙醇、2-甲基丁基乙酸酯、癸醛、十一酸乙酯和4-羟基-2-丁酮含量,主要呈花香、果香、奶油和焦糖的甜香。

2.3.2 白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒挥发性香气含量

以基地常规管理组为对照,转色期果际避雨及铺设反光膜处理白玉霓葡萄原酒和蒸馏酒中酯类、醇类及其他类含量见图3。

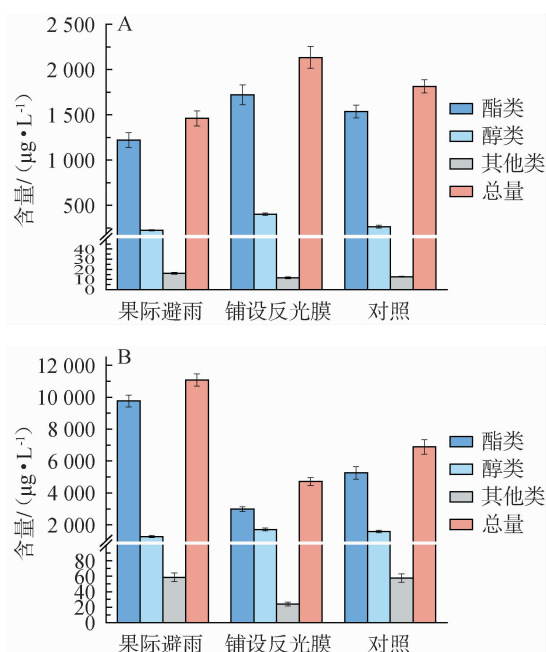


图3 果际避雨及铺设反光膜处理白玉霓葡萄原酒(A)和蒸馏酒(B)中酯类、醇类及其他类含量

Fig. 3 Contents of esters, alcohols and others in Ugni Blanc grape original wine (A) and distilled spirits (B) with fruit-zone rain-shelter and reflective film mulching treatments

由图3A可知,铺设反光膜处理组葡萄原酒挥发性香气成分总含量($2\,133.83\,\mu\text{g/L}$)显著高于对照组($1\,814.22\,\mu\text{g/L}$) ($P<0.05$),比对照组增加17.62%,这与YUAN Y等^[15]研究结果一致。可能由于铺设反光膜可提高葡萄结果部位日平均温度和日最高温度,进而增加葡萄果实香气物质^[9]。果际避雨处理组原酒挥发性香气成分总含量($1\,460.20\,\mu\text{g/L}$)比对照组减少了19.51%,这与黄蓉^[24]研究结果一致。

酯类是葡萄酒重要的花香和成熟果香的贡献者,也是酒精发酵的典型副产物^[25-26]。白玉霓葡萄原酒香气含量均以酯类为主,含量占比均为80%以上。铺设反光膜和果际避雨处理分别显著增加和降低了白玉霓葡萄原酒中酯类含量($P<0.05$),铺设反光膜处理组葡萄原酒中酯类含量($1\,721.07\,\mu\text{g/L}$)比对照组原酒中酯类含量($1\,536.50\,\mu\text{g/L}$)增加12.01%,主要增加了辛酸乙酯和癸酸乙酯的含量。果际避雨处理组葡萄原酒中酯类含量($1\,220.74\,\mu\text{g/L}$)比对照组葡萄原酒中酯类含量减少20.55%,主要降低了辛酸乙酯和癸酸乙酯的含量。高级醇主要来源于酵母氨基酸代谢,质量浓度低于 $300\,\text{mg/L}$ 时可增加葡萄酒的复杂性^[27]。白玉霓葡萄原酒中醇类物质含量均低于 $300\,\text{mg/L}$ 。铺设反光膜和果际避雨处理分别显著增加和降低了白玉霓葡萄原酒

中醇类含量($P<0.05$),铺设反光膜处理组葡萄原酒中醇类含量($401.61\,\mu\text{g/L}$)比对照组原酒中醇类含量($265.06\,\mu\text{g/L}$)增加51.5%,主要增加了异戊醇和2-甲基丁醇的含量。果际避雨处理组葡萄原酒中醇类含量($223.33\,\mu\text{g/L}$)比对照组减少18.7%,主要降低了异戊醇和2-甲基丁醇的含量。其他类物质含量占比0.55%~1.10%,果际避雨($16.13\,\mu\text{g/L}$)处理组极显著增加了白玉霓葡萄原酒中其他类含量($P<0.01$),铺设反光膜处理组葡萄原酒其他类含量($11.67\,\mu\text{g/L}$)和对照组($12.67\,\mu\text{g/L}$)无显著差异($P>0.05$),其他类化合物中,果际避雨处理组白玉霓葡萄原酒的辛酸和正癸酸含量均显著高于铺设反光膜处理组和对照组。

由图3B可知,果际避雨处理组蒸馏酒挥发性香气成分总含量($11\,082.56\,\mu\text{g/L}$)和铺设反光膜处理组蒸馏酒挥发性香气成分总含量($4\,710.97\,\mu\text{g/L}$)分别比对照组($6\,881.93\,\mu\text{g/L}$)增加和降低了61.04%和31.55%。各处理组蒸馏酒香气含量均以酯类为主,酯类含量占比63.28%~88.07%。蒸馏酒中酯类主要来源于发酵和蒸馏过程^[28],果际避雨处理组蒸馏酒酯类含量($9\,760.51\,\mu\text{g/L}$)和铺设反光膜处理组蒸馏酒酯类含量($2\,981.10\,\mu\text{g/L}$)比对照分别增加和降低了85.87%和43.23%,其中果际避雨处理组主要增加了辛酸乙酯和癸酸乙酯的含量,可能由果际避雨处理组发酵原酒中酸类物质含量较高引起^[29-30]。各处理白玉霓蒸馏酒中高级醇类物质含量占比11.40%~36.21%,蒸馏酒中高级醇主要在葡萄酒发酵过程中产生,随蒸馏进入蒸馏酒中,有特殊芳香,适当比例情况下对蒸馏酒香气有积极影响^[29]。果际避雨处理组白玉霓蒸馏酒中醇类含量极显著降低($1\,263.34\,\mu\text{g/L}$) ($P<0.01$),铺设反光膜处理组蒸馏酒中醇类含量($1\,705.82\,\mu\text{g/L}$)和对照组蒸馏酒中醇类含量($1\,572.92\,\mu\text{g/L}$)无显著差异($P>0.05$),其中果际避雨主要减少了异戊醇和2-甲基丁醇的含量。各组白玉霓蒸馏酒中其他类挥发性物质含量占比0.51%~0.84%,铺设反光膜处理显著降低了白玉霓蒸馏酒其他类含量($24.06\,\mu\text{g/L}$),果际避雨处理组蒸馏酒其他类含量($58.71\,\mu\text{g/L}$)和对照组蒸馏酒其他类含量($57.87\,\mu\text{g/L}$)无显著差异($P>0.05$),其中铺设反光膜处理主要降低了辛酸含量。香气组成变化方面,蒸馏过程普遍大幅增加了各类香气成分含量,但处理组和对照组含量提升比例呈现不同趋势。其中,果际避雨处理组酯类含量增加了7倍,酯类含量比例由83.60%增至88.07%,辛酸乙酯增加7.16倍,果香得到加强;铺设反光膜组和对照组经蒸馏后醇类含量分别增加3.25倍和4.93倍,其中,铺设反光膜组酒中醇类含量由葡萄酒中18.82%增至蒸馏酒的36.21%,赋予蒸馏酒更浓郁的酒香;对照组其他类含量最高,蒸馏酒比葡萄酒中其他类的含量增加了2.79倍,其中,对照组蒸馏酒中独有的经过蒸馏富集的香茅醇,强化了对照组白玉霓蒸馏酒中的玫瑰花香。

酿造白兰地所选品种通常为酸度较高、糖度较低,弱香

型或中性香型的白葡萄品种,糖度较低可以使酿造相同体积蒸馏酒所耗用的葡萄更多,从而浓缩得到更多香气,酯类成分主要通过发酵和蒸馏过程中有机酸和醇类酯化生成,酸含量高可生成更多的酯类^[9]。铺设反光膜增加了白玉霓葡萄果实的糖度和葡萄酒的酒精度,蒸馏过程中浓缩得到的香气减少,果际避雨处理组白玉霓葡萄酒酒精度相对较低,辛酸和正癸酸含量显著增加($P<0.05$),因此蒸馏后香气含量显著提升。与李娜娜等^[22]研究结果一致,随着葡萄成熟度增加,葡萄酒香气总含量增加,蒸馏酒香气总含量降低。

3 结论

本研究在葡萄果实转色期进行果际避雨、行间铺设反光膜处理,调查白玉霓葡萄果实病害情况。采用常规检测方法、葡萄酒分析仪及气相色谱-质谱联用技术测定白玉霓葡萄果实、原酒、蒸馏酒的理化指标及挥发性香气成分。结果表明,铺设反光膜对白玉霓葡萄果实病害无显著影响,与对照相比,铺设反光膜组白玉霓葡萄果实可溶性固形物增加了15.00%。果际避雨白玉霓葡萄果实病害率减少了50.25%,对白玉霓果实可溶性固形物无显著影响。铺设反光膜及果际避雨白玉霓葡萄可滴定酸均降低了8.22%。

铺设反光膜和果际避雨处理均改变了白玉霓发酵原酒和蒸馏酒香气含量和组成。与对照组相比,铺设反光膜处理增加了白玉霓发酵原酒香气物质总含量(2 133.83 $\mu\text{g/L}$)和酯类香气物质含量(1 721.07 $\mu\text{g/L}$),增加了葡萄酒的果香。果际避雨处理增加了白玉霓蒸馏酒香气物质总含量(11 082.56 $\mu\text{g/L}$)和酯类香气物质含量(9 760.51 $\mu\text{g/L}$),强化了蒸馏酒的果香。蒸馏过程普遍大幅增加了各类香气成分含量,经过蒸馏,果际避雨组加强了蒸馏酒的果香,铺设反光膜组赋予蒸馏酒更浓郁的酒香,对照组强化了白玉霓蒸馏酒的玫瑰花香。

参考文献:

- [1] 王鑫,爱格丽、小芒森、白玉霓、媚丽蒸馏酒的品质比较研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [2] GUITTIN C, MAÇNA F, BARREAU A, et al. The aromatic profile of wine distillates from Ugni Blanc grape musts is influenced by the nitrogen nutrition (organic vs. inorganic) of *Saccharomyces cerevisiae*[J]. **Food Microbiol**, 2023, 111(5): 104193.
- [3] 马玥,吴元,张葆春,等. 不同酵母发酵的白兰地基酒在蒸馏前后的香气分析[J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(7): 250-258.
- [4] 刘晓露,李记明,阮仕立,等. 不同酿酒酵母对白兰地香气的影响研究[J]. 中国酿造, 2021, 40(8): 129-133.
- [5] WANG X, CUI W, HAN S, et al. Comparative analysis of sensory properties and chemical composition in grape spirits: Pervaporation separation vs. distillation[J]. **Food Chem**, 2025, 469(3): 1-14.
- [6] 李冠宇,王瑶,尹荐,等. 鲜食葡萄白兰地蒸馏过程中主要发酵香气物质馏出动力学研究[J]. 食品科学技术学报, 2024, 42(3): 49-57, 80.
- [7] 黎进雪. 基于传统蒸馏与渗透汽化膜技术对无核白葡萄蒸馏酒品质及ALD比较研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2023.
- [8] 彭波,王顺利,唐凤仙,等. 新疆产区白玉霓白兰地基酒一次蒸馏过程中挥发性化合物变化[J]. 中国酿造, 2023, 42(3): 157-161.
- [9] 肖慧琳,徐维华,杨亚超,等. 新梢密度对白玉霓葡萄风味品质和葡萄酒香气的影响[J]. 中国南方果树, 2025, 54(2): 165-169.
- [10] TIAN T, QIAO G, DENG B, et al. The effects of rain shelter coverings on the vegetative growth and fruit characteristics of Chinese cherry (*Prunus pseudocerasus* Lindl.)[J]. **Sci Horticult**, 2019, 254: 228-235.
- [11] 张晓月,郭俊强,王玮玮,等. 避雨栽培对鲜食葡萄植株生长及病害发生的影响[J]. 西北植物学报, 2023, 43(2): 255-264.
- [12] HUANG R, SHEN L, YU H, et al. Evaluation of rain-shelter cultivation mode effects on microbial diversity during Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) maturation in Jingyang, Shaanxi, China[J]. **Food Res Int**, 2022, 156(6): 111165.
- [13] 成果,吴代东,余欢,等. 反光膜和摘叶对毛葡萄果际微气候及其果实品质的影响[J]. 西南农业学报, 2020, 33(12): 2912-2920.
- [14] 牛早柱,赵艳卓,陈展,等. 铺设反光膜促进设施葡萄着色的机理初探[J]. 华北农学报, 2023, 38(S1): 203-210.
- [15] YUAN Y, XIE Y, LI B, et al. To improve grape photosynthesis, yield and fruit quality by covering reflective film on the ground of a protected facility[J]. **Sci Horticult**, 2024, 327(3): 112792.
- [16] 周洪江,刘晓露,姜文广,等. 烟台产区三个葡萄品种原白兰地香气成分及感官特征的对比[J]. 中国酿造, 2022, 41(8): 44-50.
- [17] 王晶晶,刘婷婷,凌梦琪,等. 酒精发酵阶段微氧处理对酵母生长和赤霞珠葡萄酒品质的影响[J/OL]. 食品与发酵工业, 1-11[2026-01-21]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.044561>.
- [18] 刘鑫铭,陈婷,林金辉,等. 地面覆盖反光膜对巨峰葡萄果实着色及品质的影响[J]. 福建农业学报, 2023, 38(5): 559-565.
- [19] 朱燕芳,常强,郝燕,等. 反光膜对‘阳光玫瑰’果实品质及挥发性物质的影响[J]. 中国农业科技导报, 2025, 27(7): 72-82.
- [20] 廉国武. 避雨棚栽培对‘早黑宝’葡萄生长的影响[J]. 中国果菜, 2022, 42(10): 61-65.
- [21] 李强,张晓月,郭俊强,等. 避雨栽培和果实套袋对鲜食葡萄果实品质影响[J]. 西北园艺, 2022(10): 44-49.
- [22] DU F, DENG W, YANG M, et al. Protecting grapevines from rainfall in rainy conditions reduces disease severity and enhances profitability[J]. **Crop Protection**, 2015, 67(1): 261-268.
- [23] JIANG F M, PENG F N, TENG F X, et al. Effect of rain-shelter cultivation of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Gernischet on the phenolic profile of berry skins and the incidence of grape diseases[J]. **Molecules**, 2012, 18(1): 381-397.
- [24] 黄蓉. 避雨栽培对陕西泾阳赤霞珠葡萄相关的微生物群落和葡萄酒质量风味的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2023.
- [25] 潘秋红,段长青,王军,等. 葡萄酒化学[M]. 北京:科学出版社, 2021: 61.
- [26] 陶永胜,李娜. 葡萄酒中香气物质研究进展[J]. 食品科学技术学报, 2023, 41(3): 28-40.
- [27] HU K, JIN G J, XU Y H, et al. Enhancing wine ester biosynthesis in mixed *Hanseniaspora uvarum*/*Saccharomyces cerevisiae* fermentation by nitrogen nutrient addition[J]. **Food Res Int**, 2019, 123(9): 559-566.
- [28] 李洋,李娜娜,崔长伟,等. 基于GC-MS的霞多丽葡萄酒及蒸馏酒香气成分分析[J]. 食品工业, 2024, 45(2): 292-296.
- [29] 杜展成,王森,李瑞龙,等. 白兰地中香气成分的来源及陈酿期间香气物质变化研究进展[J]. 中国酿造, 2021, 40(5): 8-13.
- [30] BAJER T, BAJEROVA P, SURMOVA S, et al. Chemical profiling of volatile compounds of various home-made fruit spirits using headspace solid-phase microextraction[J]. **J I Brewing**, 2017, 123(1): 105-112.
- [31] 王鑫,李华,王华. 白兰地香气成分的研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(19): 287-295.
- [32] 李娜娜,束廷廷,梁艳英,等. 不同采收期对爱格丽葡萄酒及蒸馏酒香气成分的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(2): 215-221.