

叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶幕微气候、 光合特性及果实品质的影响

王 珍¹, 刘迪迪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:机械修剪以其高效高质的优势逐渐受到国内外葡萄种植业青睐。为探究机械修剪对葡萄叶幕微气候、光合特性及果实品质的影响,以4年生“赤霞珠”品种为试材,叶幕厚度分别设置为70 cm(不抹副梢)、85 cm(抹副梢)、85 cm(不抹副梢)、100 cm(不抹副梢),并于生长期调查了葡萄叶面积,测定光照强度、光合指标及浆果品质,采用单因素方差分析(ANOVA)进行数据分析。结果表明:叶幕厚度对叶幕微气候无显著影响,但随叶幕增厚,果际周围温度略降、湿度略升、光照强度减弱;葡萄转色期,70 cm(不抹副梢)叶幕光合速率较85 cm(抹副梢)显著提高12.9%,85 cm与100 cm处理差异不大;70 cm(不抹副梢)、85 cm(抹副梢)处理能在提高产量的同时促使葡萄提前成熟,增加果实含糖量、pH及总花色素含量,100 cm处理能提高总酚、单宁及总酸含量。总体来讲,山西晋中地区的“赤霞珠”葡萄叶幕厚度应选择70 cm。

关键词:“赤霞珠”葡萄;叶幕厚度;微气候;光合特性;果实品质

中图分类号:S 663.101 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)17-0020-09

“赤霞珠”(‘Cabernet Sauvignon’)葡萄原产法国,属欧亚种,由“品丽珠”(‘Cabernet Franc’)

和“长相思”(‘Sauvignon Blanc’)杂交而成,是广为栽培的酿造优质红葡萄酒的良种之一,葡萄及葡萄品质受不同产区自然生态条件、栽培管理技术及酿造工艺的影响表现出显著差异^[1]。

葡萄夏季叶幕管理通常采用人工方式对主梢及副梢进行不同程度的摘心,不同管理方式对葡萄枝条成熟、光合作用及浆果质量有较大影响^[2-4],但人工管理普遍提升了生产成本。孙伟等^[5]、魏晓峰等^[6]采用简约化叶幕管理技术,即主梢、副梢不进行摘心,统一对架面以上15 cm,架

第一作者简介:王珍(1991-),女,硕士研究生,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:wangzhenxpt@163.com.

责任作者:张振文(1960-),男,硕士,教授,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:zhangzhw60@nwsuaf.cn.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-30-zp-09)。

收稿日期:2017-04-01

type, and there were some differences among different provenances. The photosynthetic index, the peak value and the time of emergence were different. There were significant differences in net photosynthesis rate, transpiration rate, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration and water use efficiency of different provenances. By using the photosynthesis characteristics to do the Fuzzy mathematics evaluation, Dunhua and Linkou provenances had higher photosynthetic capacity, which belonged to the high light efficiency of provenance.

Keywords: *Actinidia arguta*; provenance; photosynthetic characteristics; variation analysis

幕两侧超过 20 cm 的枝叶全部剪除,将人工成本降低 40%左右,工作效率有极大提升,但仍不能满足国内迅速增长的葡萄种植面积的要求。同时人工修剪工作技术参差不齐,管理存在较大差异,导致葡萄成熟不一致,葡萄酿酒品质差。机械修剪以高效高质的优势,逐渐得到国外种植地青睐^[7],KURTURAL 等^[8]研究指出,机械修剪既能有效节省人力成本,又能保证较高的葡萄品质,是葡萄生产机械化的必经之路。国内目前刚刚采用机械化管理方式,对于机械化叶幕修剪缺乏理论依据。

该试验在山西省欣向荣葡萄种植基地采用半机械化管理方式,夏季使用叶幕修剪机修剪叶幕,设置不同厚度叶幕,研究不同叶幕厚度下叶幕参数、微气候、光合作用以及葡萄果实品质的变化,旨在探寻不同修剪厚度下,各项指标的变化规律,为葡萄园机械化生产管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于山西省临汾地区,为半干旱、半湿润季风气候区,属温带大陆性季风气候,地理坐标为东经 111.1°~111.7°,北纬 35.7°~36.1°,年平均日照时数 1 748.4~2 512.6 h,年平均气温 9.0~12.9℃,降水量 420.1~550.6 mm,无霜期 127~280 d,属于埋土防寒区。基地为半机械化种植模式,葡萄冬季修剪、土壤翻耕、施肥除草、喷药、叶幕修剪等均采用机械化管理。

1.2 试验材料

供试酿酒葡萄“赤霞珠”于 2012 年定植,南北行向,株行距 1 m×3 m,“厂”字型单篱架,除叶幕修剪外,土肥水等均由基地统一管理。

1.3 试验方法

试验于 2016 年在欣向荣葡萄种植基地进行试验。葡萄坐果后,采用叶幕修剪机将叶幕修剪为 4 种厚度,后期每 7 d 修剪 1 次,保证厚度恒定。试验设 4 个处理,分别为 T1(不抹副梢,厚度 70 cm)、T2(抹副梢,厚度 85 cm)、T3(不抹副梢,厚度 85 cm)、T4(不抹副梢,厚度 100 cm),每个处理 50 株,重复 3 次,共计 600 株。

1.4 项目测定

1.4.1 田间数据测定

1)叶幕参数:葡萄叶幕成型后采用叶面积测量仪,随机测定 10 个新梢上所有主梢叶片及副梢叶片面积,计算每株葡萄总叶面积(m^2)及副梢叶面积(m^2)。根据叶幕型呈长方体计算每株葡萄的叶幕表面积(m^2)。

2)微气候指标:葡萄转色期,选择晴朗天气,采用精创 RC-4HC 温湿度记录仪连续 3 d 采集叶幕中层内膛及果实表面温度($^{\circ}\text{C}$)、相对湿度(%),每 1 h 记录 1 次,结果取平均值。并于 11:00—13:00,采用照度计测定叶幕上层外侧、中层内侧、果实附近的光照强度(lx),每个处理选取 9 个点,巡回观测,取平均值。

3)光合特性:葡萄转色期,选择晴朗天气,于 09:00—11:00,随机选择长势中庸的新梢,自基部起第 7 节位健康、成熟、向阳叶片^[9]。采用 LI-6400 便携式光合仪测定叶片净光合速率(Pn , $\text{CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、气孔导度(Cd , $\text{H}_2\text{O mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率(Tr , $\text{H}_2\text{O mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)及胞间 CO_2 浓度(Ci , $\text{CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$),测定系统叶室温度控制在 $(25 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$,空气流量为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$ 。每个处理选取 9 个点,巡回观测,取平均值。

4)糖酸积累进程:葡萄转色开始,当果实含糖量低于 $180 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时每隔 7 d 采样,高于 $180 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时每 3~5 d 采样。每个处理随机采样 100 粒,每次采样在同一植株上进行,采用手持糖量计测定可溶性固形物含量,NaOH 滴定法测定可滴定酸含量。

5)果实发病率及产量调查:葡萄成熟采收前,兼顾阴阳面随机选取 150 穗葡萄,统计每穗葡萄发病果粒数及果粒总数,计算发病率(%)。同时,随机采收 15 棵植株上全部果穗,称量计算株产量及 667 m^2 产量(kg)。

1.4.2 葡萄品质测定

葡萄成熟后随机采样 20 穗,每穗采集 25 粒,共计 500 粒,其中 100 粒用于测定总糖、总酸、pH,其余于 -40°C 保存用于测定果皮总酚、单宁、总花色素含量。

总糖(以葡萄糖计, $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)含量采用菲林试剂滴定法测定;总酸(以酒石酸计, $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)含量采用 NaOH 滴定法测定;总酚($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)含量采用福林-肖卡比色法测定,结果以没食子酸表示^[10];单宁($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)含量采用甲基纤维素沉淀法测定,结果以儿茶素表示^[11];总花色素($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)含量采用 pH 示差法测定,结果以二甲花翠素表示^[12]。

1.5 数据分析

采用 Excel 2010 软件整理数据并作图,利用 SPSS 20.0 软件进行单因素方差分析(ANOVA), t 检验进行显著性分析, $P < 0.05$ 表示达到差异显著水平,以此探究机械修剪方式对植株叶幕参数、微气候、光合特性和浆果品质的影响。

2 结果与分析

2.1 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶幕特性的影响

叶幕厚度对叶幕特性的影响主要表现在叶面积总量、主副梢叶片的比例关系上。表 1 显示,叶幕厚度对主梢叶面积的影响不显著,但副梢叶面积差异较大,表现为 $T_4 > T_3 > T_1 > T_2$ 。因此叶面积总量的差异主要来源于副梢叶面积的不同。4 种叶幕厚度每植株叶面积总量在 $0.41 \sim 0.49 \text{ m}^2$, T_1 与 T_2 处理叶面积总量相近,但 T_4 与 T_3 处理比 T_1 分别提高 19.5%、14.6%。适当多留副梢,增大副梢叶面积能够加快浆果成熟速度,促进可溶性固形物及花色素的积累^[13],试验处理副梢叶面积由 T_4 、 T_3 、 T_1 、 T_2 处理依次有所降低。叶面积

表 1 不同叶幕厚度处理下“赤霞珠”葡萄叶幕参数

Table 1 Canopy characteristics of 'Cabernet Sauvignon' under different canopy thickness treatments

处理 Treatment	T1	T2	T3	T4
叶面积总量 Total leaf area/($\text{m}^2 \cdot \text{棵}^{-1}$)	$0.41 \pm 0.008\text{c}$	$0.41 \pm 0.004\text{c}$	$0.47 \pm 0.015\text{b}$	$0.49 \pm 0.007\text{a}$
主梢叶面积 Primary leaf area/ m^2	$0.22 \pm 0.015\text{a}$	$0.23 \pm 0.022\text{a}$	$0.21 \pm 0.007\text{a}$	$0.20 \pm 0.012\text{a}$
副梢叶面积 Lateral leaf area/($\text{m}^2 \cdot \text{棵}^{-1}$)	$0.19 \pm 0.011\text{c}$	$0.18 \pm 0.006\text{c}$	$0.26 \pm 0.010\text{b}$	$0.29 \pm 0.007\text{a}$
副梢叶面积/叶面积总量 Lateral leaf area/total leaf area	$0.47 \pm 0.041\text{b}$	$0.44 \pm 0.052\text{b}$	$0.54 \pm 0.009\text{a}$	$0.59 \pm 0.026\text{a}$
叶幕表面积 Canopy surface area/($\text{m}^2 \cdot \text{棵}^{-1}$)	$0.15 \pm 0.000\text{c}$	$0.18 \pm 0.001\text{a}$	$0.16 \pm 0.012\text{b}$	$0.16 \pm 0.005\text{b}$
叶面积/叶幕表面积 Leaf area/canopy surface area	$2.80 \pm 0.056\text{b}$	$2.31 \pm 0.024\text{c}$	$3.02 \pm 0.099\text{a}$	$2.99 \pm 0.041\text{a}$

注:同行不同小写字母代表处理间具有显著差异, $P < 0.05$ 。

Note: Different lowercase letters indicate that the differences between treatments are significantly different, $P < 0.05$.

与叶幕表面积的比值能够一定程度上表征光照在叶幕内的透射率及叶幕的通透性,单位叶幕表面积下叶面积越大叶片密度越大,遮光性越强,叶幕通透性越弱。 T_3 、 T_4 处理的叶面积与叶幕表面积比值显著高于 T_2 处理,所以 T_2 处理叶幕的通风透光条件可能最好。

2.2 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶幕微气候的影响

2.2.1 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄不同叶幕层温湿度的影响

葡萄植株叶幕层厚度对果实生长发育所处环境条件,如温湿度具有一定影响。叶幕郁蔽将导致内部出现高温高湿的小气候,病害容易滋生。由图 1 可以看出,4 种叶幕处理方式下果际周围的温度、相对湿度在统计学上无显著差异, T_4 处理下温度较低约 28.3°C ,湿度最高为 83.7%,而

T_2 处理效果相反,温度最高(28.7°C),湿度最低(81.0%),处理间温度差异小于 0.5°C ,湿度差异小于 2.7%。叶幕中层内侧处, T_4 处理与 T_2 处理也表现出类似的相反效果,温度差异小于 0.8°C ,但湿度差异高达 6.5%。4 种叶幕处理的温湿度差异说明抹芽处理能有效降低叶幕层及果实附近的湿度,但也会导致温度略有上升,未经抹芽处理的叶幕随着厚度增加,叶幕层及果实附近的温度缓慢降低,湿度缓慢升高。

2.2.2 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄不同叶幕层光照强度的影响

叶片叶绿素接受光照进行光合作用,将无机物转化为有机物,为植株生长及果实成熟提供营养物质。因此叶幕层光照强度的强弱间接影响树体生长及葡萄浆果品质。由于叶幕上层不受行间叶幕遮挡,到达不同厚度叶幕上层外侧的光照强

度无显著差异,范围在 79 000~80 000 lx。光照在中层内膛叶幕的分布与叶幕厚度呈负相关性,100 cm 叶幕厚度下光照强度为 861.7 lx,仅为 75 cm

副梢叶片相对较少,光照透射率高,到达叶幕中层的光照强度比 T4 处理提高 1.8 倍,这与 T2 处理叶面积与叶幕表面积比值最小表征结果一致。

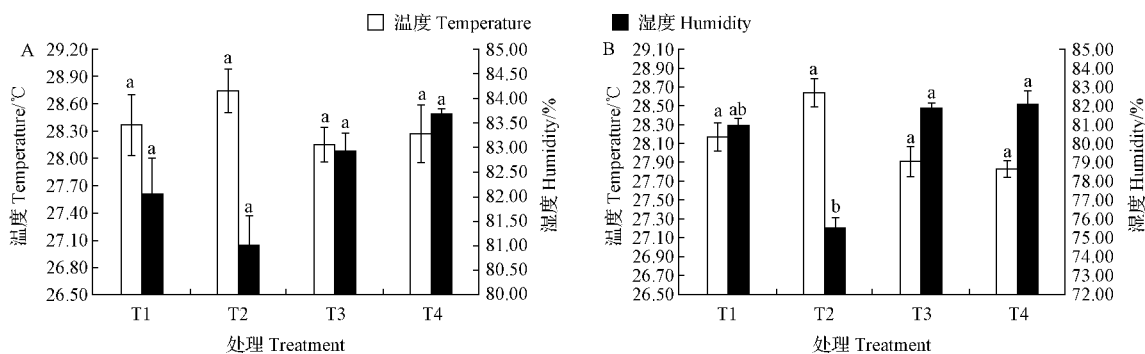


图 1 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果实附近(A)及叶幕中层内膛(B)温湿度的影响

Fig. 1 Effect of canopy thickness on the temperature and humidity around fruit (A) and from middle inner canopy (B) of ‘Cabernet Sauvignon’

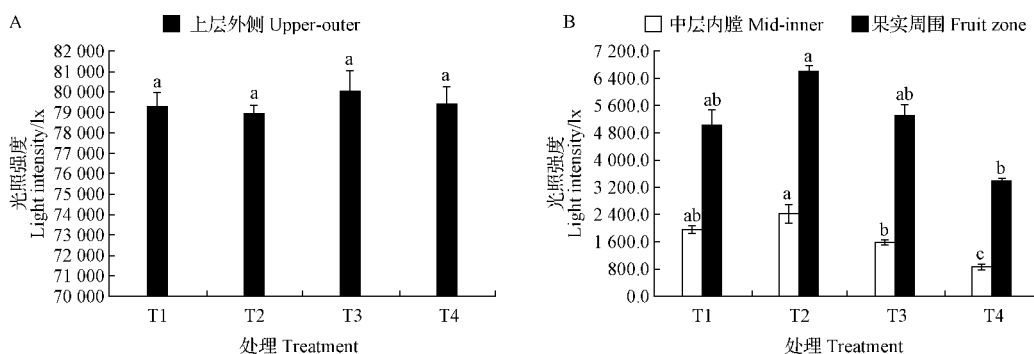


图 2 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶幕上层外侧(A)、中层内膛及果实附近(B)光照强度的影响

Fig. 2 Effect of canopy thickness on light intensity of canopy upper-outer (A) and mid-inner and fruit zone (B) of ‘Cabernet Sauvignon’

果实表面所接受的光照一部分来源于太阳光的透射以及叶片的反射,一部分来源于地面对太阳光的反射。地面反射光受土壤质地、成分的影响,处理间无差异,因此叶幕透射率决定了果实周围的光照强度,表现为 $T2 > T1 \approx T3 > T4$ 。

2.3 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄不同叶幕层光合特性的影响

叶片是植物地上部分重要的能源供应器官,其光合产物是枝条可溶性糖、淀粉、蛋白质等有机物合成的重要前提,也是构建葡萄浆果糖类、酚类等复杂营养组分的基础物质。由图 3 可以看出,不同叶幕厚度下,葡萄光合指标差异较大,T1 处

理的光合速率最高为 $13.1 \text{ CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,较 T2 处理显著提高 12.9%,其次为 T4 处理 ($12.5 \text{ CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),T3 处理与 T2 处理无明显差异。葡萄进入转色期后含糖量迅速升高,含酸量逐渐下降,较高的光合速率有利于糖分快速积累,加快果实成熟进程。就光合产物的积累角度来看,不抹副梢处理的叶幕效果最佳,表现为 $70 \text{ cm}(T1) > 100 \text{ cm}(T4) > 85 \text{ cm}(T3)$,而抹芽处理则出现劣势。

T1 处理与 T3 处理的气孔导度差异较小,但均高于 T2 处理和 T4 处理。植物在通过气孔与外界进行气体交换的同时,伴随着蒸腾作用,因

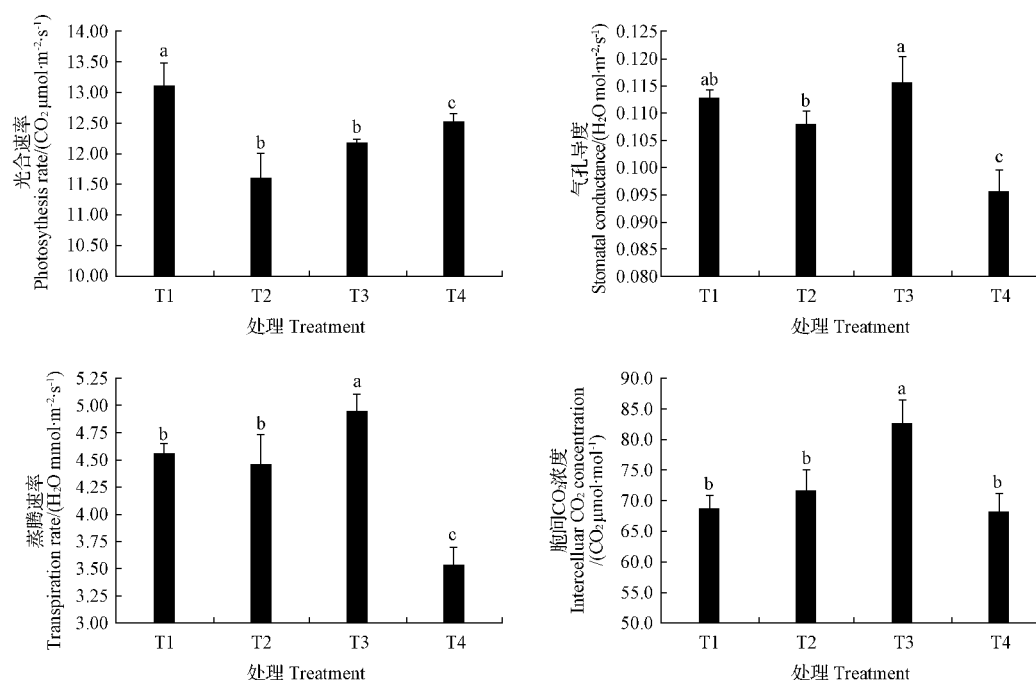


图3 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶片光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)及胞间 CO_2 浓度(Ci)的影响

Fig. 3 Effect of canopy thickness on photosynthesis rate (Pn), stomatal conductance (Gs), transpiration rate (Tr) and intercellular CO_2 concentration (Ci) of ‘Cabernet Sauvignon’

此,蒸腾速率与气孔导度的变化趋势相似,其中 T3 处理比 T4、T1 处理分别高出 1.4、0.5 $\text{H}_2\text{O mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。胞间 CO_2 浓度在 4 个叶幕厚度下出现倒‘V’字的变化趋势,以 T3 处理最高($82.5 \text{ CO}_2 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$),其次是 T2 处理($71.5 \text{ CO}_2 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$),T1 处理与 T4 处理均低于 $70.0 \text{ CO}_2 \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。胞间 CO_2 浓度越低,表明叶片暗反应对 CO_2 利用率越高。根据上述分析发现,虽然 T3 处理的气孔导度和蒸腾速率都大于 T1 处理,但 T1 处理光合速率却最高,这可能与 T1 处理具有较强的 CO_2 利用能力有关。

2.4 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果实品质的影响

2.4.1 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄产量及发病率的影响

不同厚度的叶幕处理下葡萄群体光合速率产物供应植株自身消耗、储存的同时,一部分由叶片转移到果实,为浆果成熟提供物质基础,影响葡萄采收产量。由图 4A 可以看出,未抹芽处理的 3 种叶幕下 667 m^2 产量以 T3 处理最高,为 605.2 kg ,

分别比 T1(575.6 kg)、T4 处理(438.7 kg)增产 5.1%、38.0%,而抹芽 T2 处理(667 m^2 产量 576.6 kg)与 T1 处理产量接近。与前面分析的总叶面积数据($\text{T4} > \text{T3} > \text{T1} \approx \text{T2}$)结合,叶面积最大的 T4 处理产量最低,叶面积居中的 T3 处理产量最高,叶面积较小的 T1 处理与 T2 处理产量相当,说明适当的减小叶幕厚度,降低叶面积能有效提高葡萄产量。

图 4B 为不同叶幕厚度对成熟果实发病率的影响,4 种处理发病率均较低,在 1.3%~1.6%之间,表现为 $\text{T4} > \text{T1} \approx \text{T3} > \text{T2}$ 。T1 与 T4 处理发病率较高,可能与 T1 处理叶幕较窄有关,窄叶幕对果穗遮盖率低,果实裸露面积大,对外界逆境抵御能力低,而 T4 处理叶面积虽较大,但较厚的叶幕导致果际温度略低、湿度较高,利于病害发生。T2 处理发病率显著低于其它处理,说明机械修剪前进行抹芽能有效降低病害发生率。

2.4.2 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果实成熟进程的影响

图 5 为不同叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄成熟过程中可溶性固形物、含酸量变化过程的影响趋势。

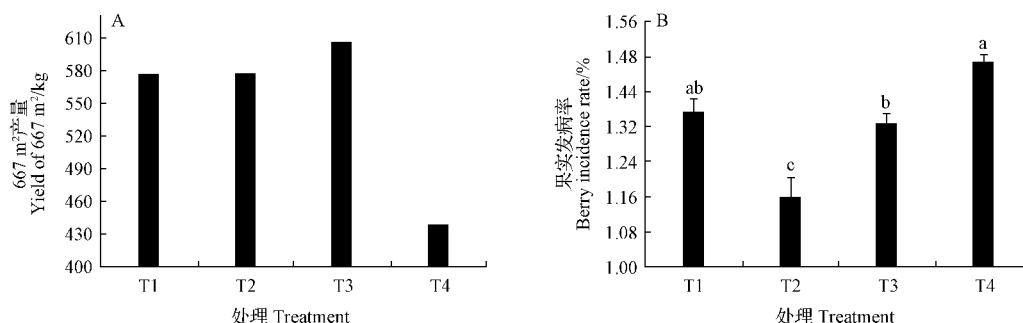


图 4 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄产量(A)和果实发病率(B)的影响

Fig. 4 Effect of canopy thickness on berry yield (A) and incidence rate (B) of 'Cabernet Sauvignon'

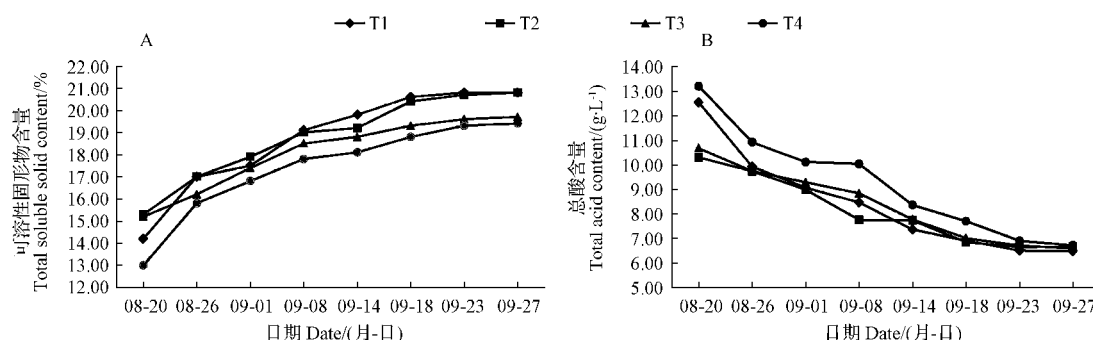


图 5 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄成熟过程可溶性固形物含量(A)及含酸量(B)变化趋势的影响

Fig. 5 Effect of canopy thickness on tendency of the contents of total soluble solid and total acid of 'Cabernet Sauvignon' during ripening process

图 5A 显示,8 月 20 日时 T2 处理可溶性固形物含量与 T3 处理相当,依次高于 T1、T4 处理,到 8 月 26 日时,T1 处理迅速上升直至 9 月 8 日可溶性固形物含量超过 T2 处理,到后期二者含量保持相对平稳。而 T3 与 T4 处理可溶性固形物积累速率差异较小,二者保持相对稳定的速度上升,直到 9 月 23 日,增长速度渐缓。以 20% 为分界线,T1、T2 处理在 9 月 14—18 日即可采收,而 T3、T4 处理直到 9 月 23 日仍低于 20%。图 5B 为总酸分解逐渐下降的趋势图,8 月 20 日时,T1、T4 处理含量均高于 T2、T3 处理,8 月 26 日时 T1 处理急剧下降与 T2、T3 处理重合,并在后期保持快速下降的趋势直到 9 月 14 日,酸含量低于其余 3 个处理。而 T2、T3、T4 处理则保持相对速度逐渐下降,直到 9 月 18 日,酸含量相互接近,下降速度放缓。总体来说,T1、T2 处理加快了浆果可溶性固形物积累速度及酸的分解速度,而 T3、T4 处理表现恰好相反。

2.4.3 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果实基本品质的影响

良好的葡萄品质是除工艺技术外,酿造优质葡萄酒的关键。图 6 显示为机械修剪的 4 种叶幕厚度下“赤霞珠”葡萄果实可溶性固形物、还原糖、总酸、pH 的变化。各处理可溶性固形物含量在 19.4%~20.7%,经抹芽的 T2 处理较 T4 显著提高 1.3%,T1 与 T2 处理、T3 与 T4 处理间无明显差异。叶幕厚度对还原糖含量及总酸含量影响显著,T2 处理还原糖含量最高,为 202.8 g·L⁻¹,较 T4 处理(178.2 g·L⁻¹)提高近 14%,而含酸量降低近 2%。整体上还原糖含量表现为 T2>T1>T3>T4,含酸量表现为 T2<T1<T3<T4,pH 与含酸量表现相反,说明抹芽处理增糖降酸效应最好,不抹芽处理下叶幕越厚含糖量越低,含酸量越高。气候凉爽的地区可适当减小叶幕厚度以增加含糖量,气候炎热的地区则可适当增大叶幕厚度以提高含酸量。

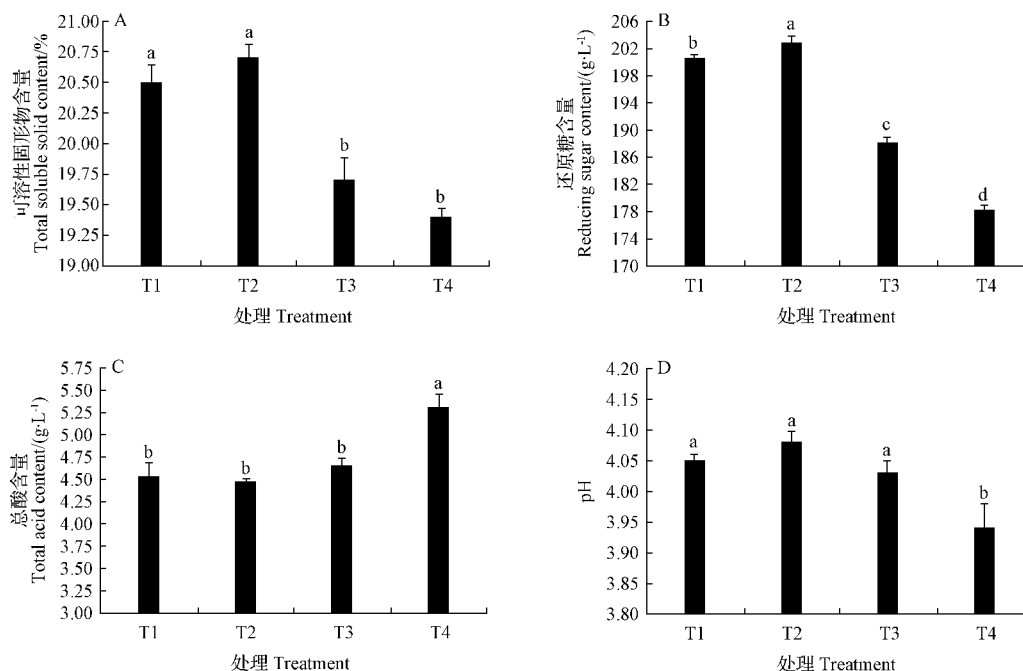


图6 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果实可溶性固形物(A)、还原糖(B)、总酸(C)含量及 pH(D)的影响

Fig. 6 Effect of canopy thickness on the contents of total soluble solid (A), reducing sugar (B) and total acid (C) and pH (D) of ‘Cabernet Sauvignon’ fruit

总酚、单宁、总花色素是“赤霞珠”葡萄作为优质酿酒原料的重要指标,对葡萄酒口感、颜色、陈年性能等都有不可忽视的作用。图7显示了4种叶幕修剪方式下,总酚、单宁、总花色素均有较大差异。经抹芽的T2处理总酚含量高达 $37.74 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,显著高于未经抹芽的3个处理,T3与T4处理在统计学上无显著差异,整体表现为叶幕增厚,总酚含量逐渐上升。处理间单宁含量由T1~T4处理有明显的上升趋势,其中T4处

理($19.40 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)含量最高,较T1处理有效提高 $5.38 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。总花色素含量为T2处理最高($10.86 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$),其余处理随叶幕增厚,总花色素含量呈下降的趋势。整体分析发现,如果机械修剪前不经抹芽操作,随着叶幕厚度的增加,总酚、单宁含量出现上升,但厚度越大,增加趋势越不明显,总花色素含量逐渐下降,且变化趋势比较稳定。抹芽处理能有效提高总酚及总花色素含量。

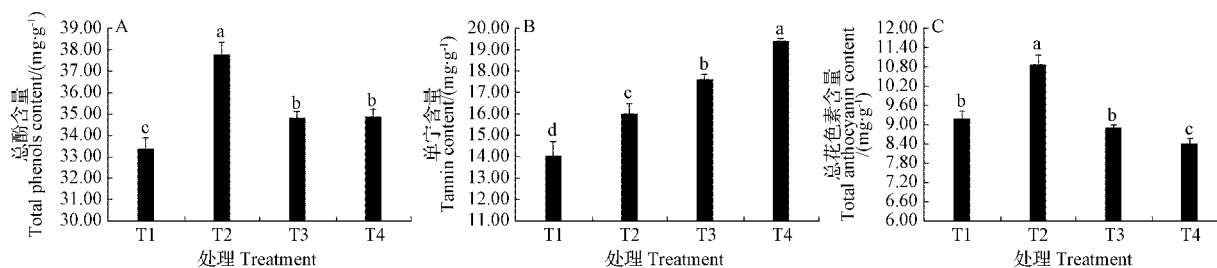


图7 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄果皮总酚(A)、单宁(B)、总花色素(C)含量的影响

Fig. 7 Effect of canopy thickness on the contents of total phenols (A), tannin (B) and total anthocyanin (C) of ‘Cabernet Sauvignon’ skin

3 讨论与结论

目前国内主要采用的葡萄叶幕管理有主副梢摘心、摘叶,根本上是通过改变植株叶幕叶片数量调节库源比,改善葡萄生长微气候^[14]。该试验结果表明,较厚的叶幕遮阴明显,导致果实周围温度下降、湿度升高,病害发生率有所提高,与 KURTURAL^[8]的研究结果略有不同,这可能与葡萄生长生态气候差异较大有关。花色苷的合成与太阳辐射密切相关,尤其是 UV-B,它能提高苯丙氨酸解氨酶的活性,从而促进花色苷合成^[15-16],增强葡萄及葡萄酒颜色,不同处理间光照强度存在显著差异,对花色苷的合成影响不一,果皮中总色素积累量不同,机械修剪时抹除副梢处理能显著提高果际光照强度,从而增强葡萄着色,提高果皮中总色素含量。此外,试验过程中发现,光照在葡萄叶幕层的分布与文冠果^[17]、苹果^[18]叶幕分布特点相似,表现为上层外侧>中层内侧>下层中侧。总体来看,机械修剪抹除副梢操作、或使用较窄叶幕(70、85 cm)能够有效改善叶幕通风透光条件,增强农药渗透能力,促进果实着色,降低病害发生率。

叶面积与产量的比值是评价植株营养生长与生殖生长是否达到平衡的重要指标。100 cm 厚的叶幕叶面积高、产量低,光合产物过多的流向枝条,不利于浆果品质的提升,这与史祥宾等^[19]得出的较厚叶幕枝条可溶性糖、淀粉等含量升高的结论一致。刘旭等^[20]对渭北地区“赤霞珠”叶幕厚度的研究结果指出,较薄的叶幕能够加快浆果糖的积累及酸的分解,促进葡萄提前成熟,该试验 T1、T2 处理叶幕相对较窄,能将成熟期提前 1 周左右,并保证较高的可溶性固形物含量及糖含量。不同品种对叶幕厚度处理下果实品质方面的表现效应具有很大差异。“贵人香”葡萄果皮单宁、总酚含量均在 60 cm 处表现最佳。该试验“赤霞珠”葡萄果皮总酚、单宁含量变化与总花色含量变化呈负相关关系,厚叶幕(100 cm)处理系统利于总酚、单宁的积累,却不利于总花色素的积累,表现为高总酚、高单宁、低花色素含量。

近年来,有研究人员对叶幕高度进行了研究^[21-22],PARKER 等^[23]指出 30、60 cm 高度的叶

幕较 100 cm,可溶性固形物的积累速度减缓,但可滴定酸含量、pH 及产量有所上升。试验仅就叶幕厚度对葡萄叶幕、果实等相关指标变化进行了分析,而叶幕高度、修剪时期及其是否与厚度存在交互作用仍需要进一步探究。

该结果表明,叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄叶面积参数等具有不同程度的影响,尤其是光照强度,以窄叶幕表现突出。同时 70 cm(不抹芽)、85 cm(抹芽)的叶幕处理能促使葡萄提前成熟,增加果实含糖量、pH 及总花色素含量,但 85 cm(抹芽)处理需要人工操作,增加了人力成本。100 cm 叶幕处理能提高总酚及总酸含量。总体来讲,山西晋中地区“赤霞珠”葡萄叶幕厚度宜选择 70 cm。

参考文献

- [1] 岳泰新. 不同生态区酿酒葡萄与葡萄酒品质的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [2] 刘万好,唐美玲,王恒振,等. 副梢处理方式对赤霞珠葡萄光合作用及果实品质的影响[J]. 山东农业科学,2016,48(9):60-64.
- [3] 项殿芳,吴学仁,张京政. 不同副梢处理对赤霞珠葡萄生长和结果的影响[J]. 果树学报,2004,21(5):409-413.
- [4] 董婕,代红军. 不同副梢处理对酿酒葡萄生长及果实品质的影响[J]. 农业科学研究,2015(2):13-16.
- [5] 孙伟,房玉林,张振文,等. 简约化叶幕管理对酿酒葡萄生长及品质的影响[J]. 北方园艺,2012(11):1-4.
- [6] 魏晓峰,黄建清,朱华,等. 简约化修剪对酿酒葡萄叶幕参数及果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2016(5):10-15.
- [7] MORRIS J R. Past, present, and future of vineyard mechanization[M]. American Society for Enology & Viticulture Aseve, 2000:155-164.
- [8] KURTURAL S K. Mechanical canopy management reduces labor costs and maintains fruit composition in ‘Cabernet Sauvignon’ grape production[J]. Civil Engineering,2013,46(4):683-688.
- [9] 李雅善,李华,王华,等. 赤霞珠葡萄光合-光响应曲线拟合模型的比较分析[J]. 西北林学院学报,2013,28(2):20-25.
- [10] 李华,李勇,吴莹,等. ABTS⁺法测定葡萄酒抗氧化活性的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2009(11):90-96.
- [11] 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.
- [12] 迟明,刘美迎,宁鹏飞,等. 避雨栽培对酿酒葡萄果实品质和香气物质的影响[J]. 食品科学,2016,37(7):27-32.
- [13] 郁松林,宋于洋. 主、副梢叶片之间的比例关系对葡萄浆果生长发育和品质的影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版),1996

(1):25-30.

[14] SMART R E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality[J]. American Journal of Enology & Viticulture, 1985, 36(3): 230-239.

[15] SPAYD S E, TARARA J M. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries[J]. American Journal of Enology & Viticulture, 2002, 53(3): 171-182.

[16] RICCARDO F, FULVIO M, MIRKO D R, et al. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2013, 14(10): 19651-19669.

[17] 吴尚. 木本油料树种文冠果花果调控措施研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2016.

[18] 张晶楠, 张淑燕, 孙培琪, 等. 富士苹果垂柳形树冠光照参数

与果实品质的关系[J]. 中国农学通报, 2010, 26(4): 205-209.

[19] 史祥宾, 刘凤之, 王孝娣, 等. 叶幕厚度对葡萄产量、品质和贮藏营养的影响[J]. 中国南方果树, 2016(6): 96-99.

[20] 刘旭, 姜越, 武轩, 等. 叶幕厚度对“赤霞珠”葡萄光合特性和果实质量的影响[J]. 北方园艺, 2016(2): 11-15.

[21] PETRIE P R, TROUGHT M C T, HOWELL G S, et al. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc[J]. Functional Plant Biology, 2003, 30(6): 711-717.

[22] RAIFER B, HAAS F, CASSAR A. Influence of leaf canopy height on the occurrence of berry shrivel[J]. VITIS-Journal of Grapevine Research, 2015, 53(3): 117.

[23] PARKER A K. Reduced grapevine canopy size post-flowering ‘via’ mechanical trimming alters ripening and yield of ‘Pinot noir’[J]. Vitis Journal of Grapevine Research, 2016, 55: 1-9.

Effect of Canopy Thickness on Microclimate, Photosynthesis and Berry Quality of ‘Cabernet Sauvignon’

WANG Zhen¹, LIU Didi¹, ZHANG Zhenwen^{1,2}

(1. College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Mechanical canopy pruning system is popular for its high efficiency and quality. In order to explore the effect of canopy thickness under mechanical pruning on microclimate, photosynthesis and fruit quality of grapevine, the 4-year-old ‘Cabernet Sauvignon’ was pruned to 70 cm, 85 cm and 100 cm with axillary shoot, and 85 cm without axillary shoot. Total leaf area and photosynthesis were measured at veraison stage, and phenols, tannin, total anthocyanin of skin were tested after harvest. The data was analyzed by one-way ANOVA, and the result showed that: there was no significant effect on canopy microclimate, but for fruit zone, with thickness increasing, the temperature and light intensity decreased, and the humidity raised; photosynthesis rate of treatment 70 cm (with axillary shoot) improved significantly about 12.9% compared with 85 cm (no axillary shoot), and there was no obvious difference between 85 cm and 100 cm; treatment 70 cm (with axillary shoot) and 85 cm (no axillary shoot) got higher yield and shortened ripening time, and the content of total sugar, pH and anthocyanin enhanced remarkably, while treatment 100 cm could improve total phenols and acid content. In conclusion, mechanical canopy system of 70 cm was adequate for ‘Cabernet Sauvignon’ in Shanxi Jinzhong region.

Keywords: ‘Cabernet Sauvignon’ grape; canopy thickness; microclimate; photosynthesis; berry quality