

避雨栽培微环境对“红地球”葡萄生长发育的影响

魏志峰, 郭景南, 高登涛, 曹 锰* (中国农业科学院郑州果树研究所, 河南郑州 450009)

摘要 [目的]探索避雨栽培条件下葡萄果实生长发育的变化。[方法]采用8年生“红地球”葡萄树为试验材料,调查记录避雨棚内小气候日变化、果粒纵横径及重量动态变化、果实可溶性固形物含量、可滴定酸含量和果实着色参数等。[结果]避雨栽培的小气候环境显著区别于露地;“红地球”葡萄果粒重在前期增加较快,但后期生长滞后;果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量均明显提高;避雨栽培果实着色参数CIRG值为4.21,显著区别于对照的4.64;但整个果实生长观察期内,“红地球”葡萄果粒纵横径与对照无显著差异。[结论]避雨栽培条件影响了“红地球”葡萄果实生长和品质。

关键词 避雨栽培;“红地球”葡萄;生长发育;果实品质

中图分类号 S663.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)28-0048-05

Effects of Rain-shelter Microenvironment on Development of ‘Red globe’ Grape

WEI Zhi-feng, GUO Jing-nan, GAO Deng-tao et al (Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450009)

Abstract [Objective] In order to investigate the changes of berry growth and quality under rain-shelter cultivation. [Method] Eight-year-old ‘Red globe’ grapevine was used to study the effects of rain-shelter cultivation on the microenvironment and the quality of grape, which mainly included the berry length, width, weight, soluble solids content, total acid content and berry coloring indexes. [Result] The microenvironment of rain-shelter cultivation was significantly different from that of normal. The berry weight of ‘Red Globe’ grape grew quickly at first and slow later. Soluble solids content and total acid content increased obviously; CIRG of the berry coloring index was 4.21, which was significantly less than the control (4.64). But during the observation period, the berry length and width showed no significant differences. [Conclusion] Rain-shelter cultivation affected the growth and quality of ‘Red Globe’ grape.

Key words Rain-shelter cultivation; ‘Red Globe’ grape; Development; Fruit quality

避雨栽培是近年来国内外葡萄种植的主要方式之一,特别是在葡萄生长期降雨量多的地区和部分晚熟葡萄品种的种植上普遍采用。这种栽培模式一定程度上预防了葡萄部分病害的发生危害^[1],但也一定程度影响了葡萄果实品质,尤其是降低葡萄口感等负面作用。相关资料显示,针对避雨栽培对葡萄叶片的光合特性^[2]、病虫害防治^[1,3]、果实可溶性固形物含量^[4]、果实有机酸含量^[5]等的研究较多,但多数研究结果不一致,甚至相悖。避雨栽培条件下气候环境显著区别于露地,尤其是光照强度明显降低^[6],这是否会影响葡萄果面着色情况^[7]现有研究鲜见报道。鉴于此,笔者研究了避雨栽培对葡萄果粒纵横径、果粒重量、果实可溶性固形物含量以及有机酸含量等果实品质的影响,为避雨栽培方式改良提供参考与借鉴。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 供试葡萄品种为“红地球”,8年树龄。

1.2 试验方法 试验于2017年在中国农业科学院郑州果树研究所试验地进行,种植方向为南北行,株行距离为1.4 m×2.8 m,树型采用V型架。园地土质为砂壤土,地面全部清耕,透光通风良好,葡萄树势中庸偏强。设处理组是避雨栽培,对照为露地。避雨方式为单行避雨棚。棚膜材料为醋酸乙烯,厚度为0.06 mm。选择长势一致的葡萄树为试验材料,单株为小区,进行3次重复,全园统一正常管理,每棵试验树留16穗供试葡萄,5月1日覆避雨棚膜,10月10日去膜。

1.3 测定项目和方法

1.3.1 取样方法。尽量选取有代表性的果穗,在果穗不同部位均匀进行采样,每次每处理采果30粒,放进液氮中并迅速带回到实验室,测定果粒纵横径和重量、果实可溶性固形物含量以及果面色泽参数。最后选取有代表性果穗,每处理采10穗测定可滴定酸含量。

1.3.2 小气候的测定。在典型的晴天,测定避雨棚内光照、温度、空气相对湿度的日变化,08:00—18:00每2h记录1次数据。采用照度计(型号:TES-1332A,台湾泰仕)和电子温湿度表(型号:HTC-1,天津凯隆达仪器仪表有限公司)测量。

1.3.3 土壤相对含水量测定。在一个完整的浇水周期内进行,浇水后每5d测定1次,直到下1次浇水为止,分别在避雨棚内和棚外选取3个测量点,分别测量深度为5和20cm的土壤含水量变化。将记录的土壤最大持水量数据转换成土壤相对含水量。采用土壤水分监测仪(型号:AZS-2,北京澳作生态仪器公司)测量。

1.3.4 果粒纵横径和重量的测定。果实膨大期至果实采收时每7d进行1次采样,葡萄果实的纵横径用游标卡尺测量(型号:16FN,广州工具厂生产),精度为0.02mm;葡萄果粒重用电子天平进行称量(型号:E5500S,Sartorius生产)。

1.3.5 可溶性固形物和可滴定酸的测定。7月18日开始,每7d进行1次采样,直至果实采收时止,用数字折射仪(PR-101,At ago,日本)测量果实可溶性固形物;最后在采收期(9月16日)用NaOH滴定法^[8]测定葡萄果实可滴定酸含量。

1.3.6 果实色泽指标的测定。每个重复随机选10粒果粒,用手持式色差计(CR-400,CHROMA METER)测定果粒赤道部位的色泽,指标分别为 L^* 、 a^* 、 b^* ,其中 L^* 代表明亮度,取值范围[1,100],果面亮度随 L^* 增大而增加; a^* 、 b^* 代表不同颜色组

基金项目 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP-2015-RIP-04);国家重点研发计划(SQ2018YFD020082)。

作者简介 魏志峰(1981—),男,河南郑州人,助理研究员,从事果树生理与栽培技术研究。*通讯作者,硕士,从事果树生理与栽培技术研究。

收稿日期 2018-05-16;修回日期 2018-06-12

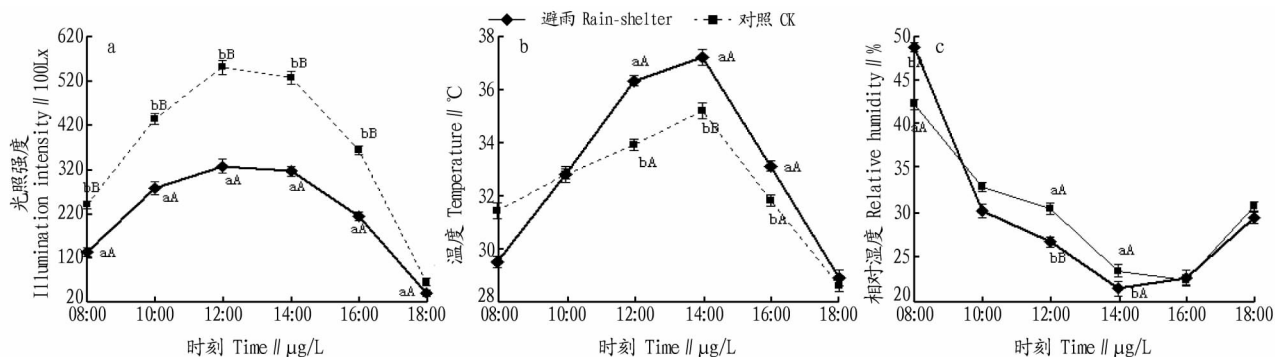
分, $-a^*$ 为绿色, $+a^*$ 为红色; $-b^*$ 为蓝色, $+b^*$ 为黄色, 取值范围均为 $[-60, +60]$, 其绝对值越大, 颜色则越深。

利用 a^* 和 b^* 值可以计算出色泽饱和度 C^* (Chroma), $C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$, 色泽饱和度是颜色的彩度, 其值越大颜色纯度越高^[9]。色度角 h° (hue angle), $h^\circ = \arctangent(b^*/a^*)$, 从 $0^\circ \sim 180^\circ$ 依次分别是紫红、红、橙、黄、黄绿、绿、蓝绿色。进而计算红色葡萄果实颜色指数 CIRG (Color Index of Grape), $CIRG = (180 - h^\circ) / (L^* + C^*)$ 。果实的外观色泽用颜色指数的方法来评价^[10]。有研究证明花青苷质量分数与 CIRG 达到了 0.835 的线性相关性^[11], 即用颜色指数 CIRG 来衡量葡萄果实花青苷的质量分数和着色情况^[12]。

1.4 数据分析 采用 DPS V 7.05 版软件进行试验数据分析, 采用 Excel 制图。

2 结果与分析

2.1 避雨栽培小气候日变化 由图 1 可知, 避雨栽培的光照、温度和空气相对湿度等环境因子都与对照有明显差异。从光照强度来看, 避雨与对照处理均在 12 h 达到最高峰, 随后下降, 但避雨栽培光照强度始终极显著小于露地 (图 1a); 由图 1b 可知, 10 h 后避雨棚内温度较对照高且达到显著差异, 二者均在 14:00 达到高点, 随后下降; 二者的空气相对湿度日变化曲线均呈先降后升的趋势 (图 1c), 但 08:00 避雨处理空气相对湿度显著大于对照, 而 12:00 和 14:00 时反之。

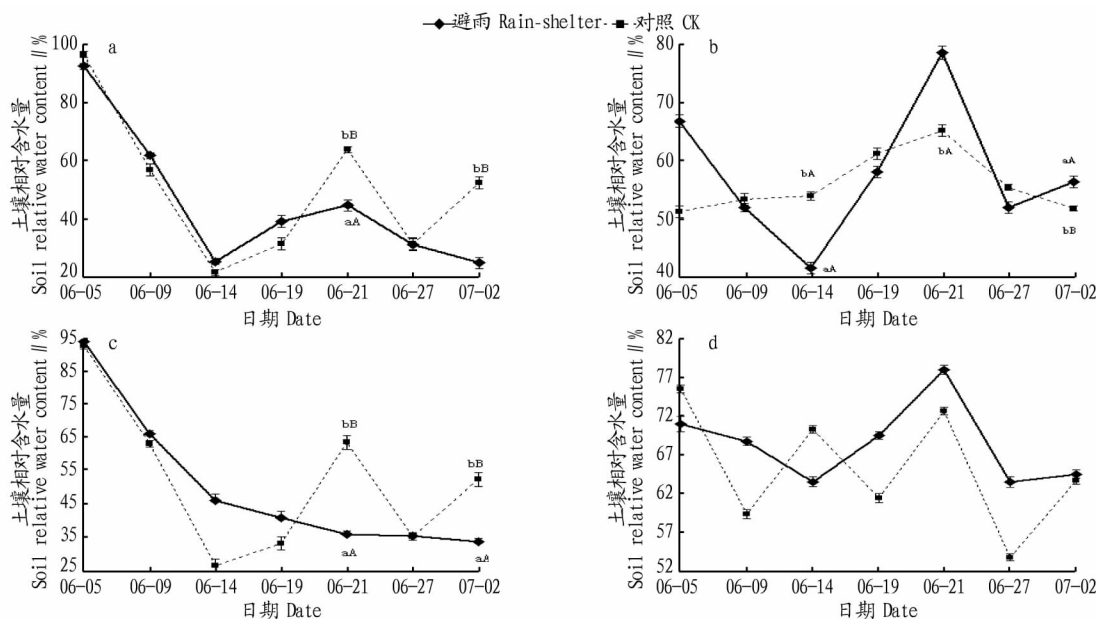


注: a. 光照强度日变化; b. 温度日变化; c. 相对湿度日变化。不同大写字母表示不同处理间在 0.01 水平存在极显著差异; 不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平存在显著差异

Note: a. Diurnal variation of illumination intensity; b. Diurnal variation of temperature; c. Diurnal variation of relative humidity. Different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level between treatments; different lowercases indicated significant differences at 0.05 level between treatments

图 1 避雨栽培小气候日变化

Fig.1 Diurnal variation of microclimate under rain-shelter cultivation



注: a. 棚内 5 cm 土层湿度变化; b. 棚外 5 cm 土层湿度变化; c. 棚内 20 cm 土层湿度变化; d. 棚外 20 cm 土层湿度变化

Note: a. Humidity changes of 5 cm soil layer in greenhouse; b. Humidity changes of 5 cm soil layer outside greenhouse; c. Humidity changes of 20 cm soil layer in greenhouse; d. Humidity changes of 20 cm soil layer outside greenhouse

图 2 避雨栽培对土壤相对含水量的影响

Fig.2 Effects of rain-shelter cultivation on soil relative water content

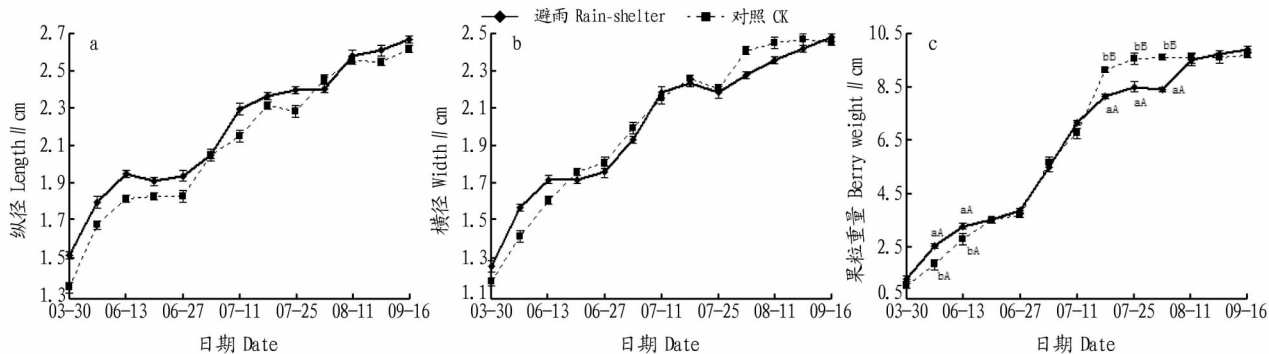
避雨栽培土壤相对含水量与对照明显不同(图2)。由图2a可知,处理组在避雨棚内,5 cm深度的土层相对含水量变化较平稳,但6月22日和7月2日明显低于对照,这是由自然降雨所引起的;而处理组在避雨棚外5 cm深度土壤的相对含水量变化幅度较对照大(图2b),分析认为这是避雨棚上的雨水流到行间所致;处理组的避雨棚内20 cm深度土层相对含水量变化较对照呈缓慢下降,在6月22日自然降雨后又显著小于对照,避雨棚内土层含水量变化较平稳(图2c);由图2d可知,处理组在避雨棚外20 cm土层的相对含水量变化与对照始终没有出现显著区别。

2.2 避雨栽培对葡萄果粒纵横径和果粒重的影响 在整个果实生长发育期“红地球”葡萄果粒纵径、横径和果粒重均呈现快—慢—快—慢的生长变化规律(图3所示),呈双“S”型生长曲线^[13]。5月30日—6月13日是果粒快速生长期,此时期是果粒纵横径和果粒重生长的最快阶段。随后果粒在6月13—27日进入生长发育缓慢期。6月27日—7月25日则属于果粒最后的膨大期。7月25日后,果实发育依次进入转

色期和成熟期。

在整个果粒发育进程中,避雨栽培下“红地球”葡萄的果粒纵横径和果粒重量变化规律与露地栽培的基本一致,但二者的具体生长过程也有些差异。在记录105 d时间里,二者的纵横径均未达到显著差异水平(图3a和3b所示);6月6日、6月13日避雨栽培的果粒重分别是2.48、3.22 g,分别显著大于对照组的1.78、2.74 g(如图3c所示),但7月18日和8月1日处理组的果粒重极显著小于对照,最后避雨栽培“红地球”果粒重并为显著区别于对照,避雨栽培果粒重出现前期生长迅速后期生长缓慢的变化规律。

2.3 避雨栽培对果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量的影响 由图4可知,避雨栽培果实可溶性固形物含量变化规律与对照的基本一致,最高值均出现在8月1日,之后下降,采收时(9月16日)二者的可溶性固形物含量分别是11.90%、11.07%。后期二者均出现下降趋势,可能是“红地球”葡萄生长后期出现长时间降雨量引起的,进而证明避雨栽培可有效提高葡萄果实可溶性固形物含量。

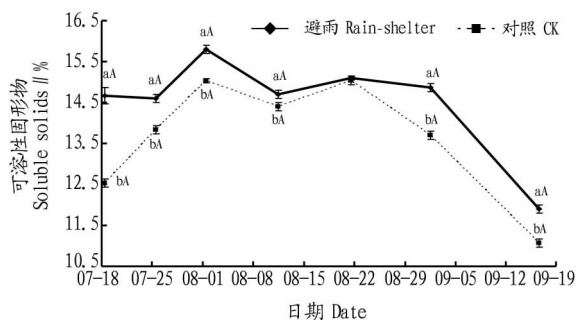


注:a.果粒纵径变化;b.果粒横径变化;c.果粒重量变化;不同大写字母表示不同处理间在0.01水平存在极显著差异;不同小写字母表示不同处理间在0.05水平存在显著差异

Note:a.Changes of fruit vertical diameter;b.Changes of fruit transverse diameter;c.Changes of fruit weight;Different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level between treatments;different lowercases indicated significant differences at 0.05 level between treatments

图3 避雨栽培对葡萄果粒指标的影响

Fig.3 Effects of rain-shelter cultivation on grape berry indexes

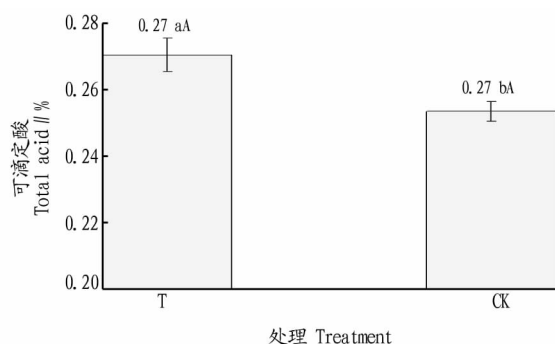


注:不同大写字母表示不同处理间在0.01水平存在极显著差异;不同小写字母表示不同处理间在0.05水平存在显著差异

Note: Different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level between treatments; different lowercases indicated significant differences at 0.05 level between treatments

图4 避雨栽培对葡萄可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effects of rain-shelter cultivation on soluble solid content of grape



注:不同大写字母表示不同处理间在0.01水平存在极显著差异;不同小写字母表示不同处理间在0.05水平存在显著差异

Note: Different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level between treatments; different lowercases indicated significant differences at 0.05 level between treatments

图5 避雨栽培对葡萄可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effects of rain-shelter cultivation on titratable acid content

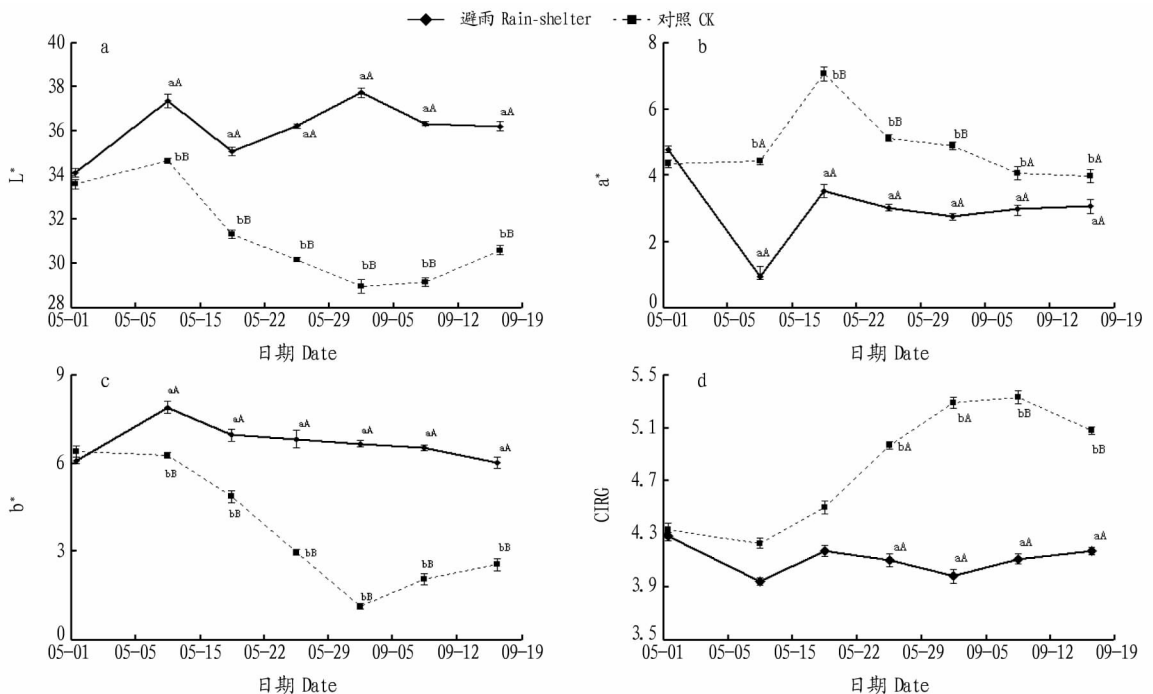
9月16日采收时“红地球”葡萄果实可滴定酸含量在避雨栽培条件下出现升高,为0.27%,显著高于对照的0.25%(图5)。这说明避雨栽培有利于“红地球”葡萄果实可滴定酸含量的提升,可能是避雨栽培的弱光照阻碍了葡萄果实可滴定酸相关代谢产物分解与转化。

2.4 避雨栽培对果面颜色和色泽参数的影响 由图6可知,避雨栽培条件下“红地球”葡萄果实色泽参数的动态变化规律与对对照明显不同。随着“红地球”葡萄果实生长发育成熟,果面各色泽参数先后与对照有显著差异,这可能与避雨棚膜降低了光照强度有关。

“红地球”葡萄果实由绿变红的同时,避雨栽培的 L^* 值基本不变,而对照 L^* 值呈先降后升的动态趋势,且始终极显

著小于避雨处理(图6a所示);二者的 a^* 值在整个观察期基本保持稳定(图6b),且避雨处理 a^* 值在8月11号后显著小于对照。在整个观察期内避雨栽培 b^* 值缓慢下降,但对照的 b^* 值先降后升,避雨栽培 b^* 值在9月1日极显著大于对照(图6c)。

在整个观察期 CIRG 值反映果实颜色指数,避雨处理 CIRG 值较对照未呈先升后降的变化趋势,且二者在8月25日之后达到显著差异。在9月8日避雨处理 CIRG 值较对照也未达到最大值(图6d)。根据颜色指数 CIRG 值与花青苷质量分数呈正相关线性,进一步推断得出避雨栽培降低了“红地球”果实花青苷含量。



注:不同大写字母表示不同处理间在0.01水平存在极显著差异;不同小写字母表示不同处理间在0.05水平存在显著差异

Note: Different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level between treatments; different lowercases indicated significant differences at 0.05 level between treatments

图6 避雨栽培对葡萄果面色泽参数的影响

Fig.6 Effects of rain-shelter cultivation on color parameters of grape surface

3 讨论

3.1 避雨栽培小气候的变化 避雨栽培在一定程度上改变了葡萄生长小气候,尤其是光照强度、温度、空气相对湿度和土壤相对湿度等方面,进一步作用到葡萄整个生长发育过程。该试验结果显示,避雨栽培在晴朗的白天温度有所提高,光照和棚内土壤湿度始终低于对照,避雨栽培棚内中午相对湿度低于对照,这与唐丽等^[6]研究番茄避雨栽培小气候的结果基本一致。

3.2 避雨栽培对“红地球”葡萄果粒纵径、横径和果粒重的影响 王学娟等^[14]研究发现,避雨栽培条件下,“赤霞珠”葡萄果粒体积及果粒重较对照明显增大^[15];也有学者发现避雨栽培在一定程度上延迟了葡萄成熟期。该试验则证实避雨栽培下“红地球”葡萄果粒纵横径和果粒重均与对照有显

著差异,果粒重前期生长发育迅速,但后期生长缓慢。

3.3 避雨栽培对“红地球”葡萄果实可溶性固形物和可滴定酸含量的影响 葡萄果实可溶性固形物含量在避雨栽培条件下较露地显著上升^[1]。陶宇翔等^[16]研究认为,温差大的避雨栽培环境能促进光合作用的进行,即有利于更多的光合产物顺利合成可溶性固形物;日本有关学者也发现,采前1个月之内温度是果实可溶性固形物含量升高的最重要环境因子之一^[17]。王华等^[18]在研究影响葡萄成熟度的气象因子时发现,降水降低了可溶性固形物含量,增加了可滴定酸含量,所以避雨栽培条件下土壤含水量较低,是增加可溶性固形物和降低可滴定酸的有利环境条件。但该试验结果显示,避雨处理二者均显著高于对照,分析认为这与试验时降水过多,避雨棚正好发挥避雨作用,从而有效降低土壤相对湿度

有关。

3.4 避雨栽培对“红地球”葡萄果实颜色的影响 颜色作为葡萄果实品质最重要外观指标,是多种不同色素共同作用的结果^[19-20]。品种本身特性和外界环境共同影响果实颜色,果实着色不可缺少的环境因子是光。避雨栽培条件下,棚膜降低光照强度,不利于葡萄果实的着色。

该试验研究发现,“红地球”葡萄在避雨栽培条件下,果实颜色各参数显著不同于对照。避雨栽培 L^* 值在果实转色期显著大于对照,而 L^* 值增大说明所测果面越亮^[21],这也说明弱光照的避雨栽培环境有利于果面亮度的增加;避雨栽培 a^* 值在生长后期小于对照,根据 a^* 值越大代表颜色越红,越小则越绿,可以有效说明避雨栽培果实颜色相对偏绿;该试验发现避雨栽培 b^* 值在果实成熟时显著大于对照,根据色泽参数 b^* 值越大代表颜色越黄,越小则越蓝,因此避雨栽培果实颜色相对偏黄;避雨栽培 CIRC 值较对照没有呈先升后降的动态趋势,且最后显著小于对照,根据 CIRC 值与花青苷的质量分数呈正相关,间接推论出避雨栽培环境条件降低了果实花青苷含量,影响了果实着色。

葡萄果皮颜色主要取决于花青苷含量的高低。有研究发现,光照在花青苷合成途径中起重要作用,特别是有关酶的活性^[22],避雨栽培的棚膜本身降低了光照强度,同时葡萄叶表面灰尘增大也遮光,最终降低葡萄果实总花青苷含量,影响着色。赵密珍等^[23]也发现,欧亚种葡萄采用避雨栽培时,特别是果实为红色的品种时,表现出着色不良、不一致等问题,由此可见避雨栽培虽然解决了病害等问题,但同时果实着色存在不良作用,因此研究避雨栽培如何增加光照强度、改善果实品质有着十分重要意义。

4 结论

避雨栽培在一定程度上改变了葡萄生长环境,果粒重前期生长迅速,但后期缓慢;果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量均上升;果面颜色参数与露地有显著差异,特别是 CIRC 值较对照减小;但果粒纵横径未受到影响。

参考文献

[1] 杜飞,朱书生,王海宁,等.不同避雨栽培模式对葡萄主要病害的防治效

果和植株冠层温湿度的影响[J].云南农业大学学报,2011,26(2):177-184.

- [2] 陈冲.避雨栽培葡萄光合特性研究[D].长沙:湖南农业大学,2011.
- [3] 栗进朝,段罗顺,张晓申.避雨对葡萄病害和光照强度的影响[J].果树学报,2009,26(6):847-850.
- [4] 王军,王健,谷纬,等.江苏省沿海地区避雨棚栽培对葡萄品质的影响[J].现代农业科技,2012(4):140-141,144.
- [5] 刘蕊,高茜,段长青,等.避雨栽培对酿酒葡萄有机酸的影响[J].热带生物学报,2013,4(3):251-256.
- [6] 唐丽,王海娥,李小玲,等.避雨栽培对番茄生长微环境及病害发生的影响[J].西南农业学报,2012,25(6):2021-2025.
- [7] 孟祥云,王枝翠,王雨歌,等.地面遮阴对新疆“红地球”葡萄果实着色的影响[J].果树学报,2014,31(1):60-65.
- [8] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006:56-59.
- [9] MCGUIRE R G.Reporting of objective color measurements[J].Horticulturae scinica,1992,27(12):1254-1255.
- [10] 周兴本,郭修武.套袋对红地球葡萄果实色素形成及 PPO 和 PAL 活性的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2006(6):8-12.
- [11] CARREÑO J, MARTÍNEZ A, ALMELA L, et al. Measuring the color of table grapes[J]. Color research and application, 1996, 21(1):50-54.
- [12] 程建徽,雷鸣,杨夫臣,等.欧亚种葡萄花色素苷的积累及 UFGT 基因的 RT-PCR 表达分析[J].果树学报,2009,26(6):808-812.
- [13] 王进.平衡施肥对设施葡萄生长及结果影响研究[D].雅安:四川农业大学,2013.
- [14] 王学娟,徐冬雪,王秀芹,等.避雨栽培对“赤霞珠”葡萄果实品质影响的对比研究[J].中国农学通报,2011,27(29):114-118.
- [15] 龚倩.陕西省鲜食葡萄主要栽培模式的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [16] 陶宇翔,张振文.简易避雨栽培对红地球果实品质的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2012(1):18-20,25.
- [17] 小林章.果树环境论[M].曲泽州,冯学文,译.北京:农业出版社,1983:6-185.
- [18] 王华,李记明,陶士衡,等.有效积温与降水量的比值(T/P)与酿酒葡萄成熟度关系的研究[J].葡萄栽培与酿酒,1994(2):8-9.
- [19] LANCASTER J E, GRANT E L, LISTER C E. Skin color in apples-influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in five genotypes[J]. Journal America society horticulturae, 1994, 119(1):63-69.
- [20] BAE R N, LEE S K. Influence of chlorophyll, internal ethylene and PAL on anthocyanin synthesis in ‘Fuji’ apple[J]. Journal Korean society horticulturae sinica, 1995, 36(3):361-370.
- [21] 王利群,戴雄泽.色差计在辣椒果实色泽变化检测中的应用[J].辣椒杂志,2009(3):23-26,33.
- [22] MORI T, SAKURAI M. Effects of riboflavin and increased sucrose on anthocyanin production in suspended strawberry cell cultures[J]. Plant science, 1995, 110(1):147-153.
- [23] 赵密珍,钱亚明,苏家乐.欧亚种葡萄避雨栽培主要生物学特性研究[J].湖北农学院学报,2004,24(2):98-101.

(上接第21页)

- [23] OH M J, TAKAMI I, NISHIZAWA T, et al. Field tests of Poly(I:C) immunization with nervous necrosis virus (NNV) in sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg) [J]. Journal of fish diseases, 2012, 35(3):187-191.
- [24] PANDIYAN P, BALARAMAN D, THIRUNAVUKKARASU R, et al. Probiotics in aquaculture[J]. Drug invention today, 2013, 5(1):55-59.
- [25] 陈研.益生菌在水产养殖中的研究进展[J].农家参谋,2017(19):60.

- [26] OLIVEIRA J, CASTILHO F, CUNHA A, et al. Bacteriophage therapy as a bacterial control strategy in aquaculture[J]. Aquacult international, 2012, 20(5):879-910.
- [27] ESCOBEDO-BONILLA C M. Application of RNA interference (RNAi) against viral infections in shrimp: A review[J]. Journal of antivirals & antiretrovirals, 2013, 5(3):1-12.
- [28] DEFOIRD T, SORGELOOS P, BOSSIER P. Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture[J]. Current opinion in microbiology, 2011, 14(3):251-258.

科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位,则加国名。多个作者不同工作单位时,在名字的右上角分别加注“1”“2”,和地址前注“1.”“2.”。