

王明洁,宋鹏慧,鲁会玲,等.遮光对2种鲜食葡萄果实品质的影响[J].江苏农业科学,2022,50(16):162-166.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.16.024

# 遮光对2种鲜食葡萄果实品质的影响

王明洁<sup>1</sup>,宋鹏慧<sup>2</sup>,鲁会玲<sup>1</sup>,肖丽珍<sup>1</sup>,梁文卫<sup>3</sup>,吕云波<sup>2</sup>,胡禧熙<sup>4</sup>,叶万军<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院园艺分院,黑龙江哈尔滨 150000; 2. 黑龙江省农业科学院乡村振兴科技研究所,黑龙江哈尔滨 150000;

3. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所,黑龙江哈尔滨 150000; 4. 黑龙江省农业科学院大庆分院,黑龙江大庆 163316)

**摘要:**为探究遮光对鲜食葡萄果实品质的影响,以红果葡萄品种87-1和绿果葡萄品种碧香无核为试材,自果实呈黄豆粒大小开始至果实采收为止,用外黄内黑的纸袋(纸袋剪开,呈伞状)对果穗进行遮光处理。结果显示,遮光可改善葡萄表面色泽,每天11:00—14:00对果穗进行遮光不会延迟果实成熟期,24 h对果穗进行遮光处理会延迟果实成熟期;经不同时间遮光处理,均会降低果穗质量、果穗纵横径、平均单果质量、果粒纵横径、可溶性固形物含量、糖酸比及总花色苷含量,增加总酸含量。每天11:00—14:00对果穗进行遮光处理,可增加总黄酮及总酚含量;24 h对果穗进行遮光处理,则降低总黄酮及总酚含量。本研究认为采用外黄内黑的纸袋在每天11:00—14:00对果穗进行遮光处理,不仅可以改善果实表现性状,提升果实中总黄酮、总酚含量,增加果实抗氧化能力,延长果品保存期,而且可降低花色苷含量,避免果实着色过深,影响美观。

**关键词:**鲜食葡萄;冷棚栽培;遮光处理;果实品质

**中图分类号:** S663.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)16-0162-05

葡萄(*Vitis vinifera* L.)为葡萄科葡萄属木质藤本植物,我国引种栽培已有2 000多年历史<sup>[1-2]</sup>,其中鲜食葡萄是我国葡萄产业的主体<sup>[3]</sup>。随着葡萄产业的快速发展,葡萄设施栽培生产技术也得到了迅猛发展,实现了果品提前上市,延长了果品供应期,为农业种植结构调整、农民增收做出了贡献<sup>[4]</sup>。

葡萄果实品质除受遗传因子影响外,还受栽培模式和自然环境因子的影响,其中光照是植物生长发育中最不可或缺的环境因子<sup>[5-7]</sup>。在植物生长过程中,充足的光照条件有利于果实生长和营养积累,但当超过一定值时,会对植物造成强光胁迫,减弱光合作用,从而对生长产生抑制<sup>[8]</sup>。冷棚栽培与露地栽培相比,日照时间长、光照强度大,尤其是夏季中午长时间的强光照射会使果实表面温度过高,不仅会造成果实颜色过深、果实表面出现晒斑、果实形状拉长影响美观,而且高温还会打破果实表皮及下表皮的代谢平衡,引起膜结构改变造成损伤,

诱发日灼病,影响果实品质<sup>[9-10]</sup>。Akita等提出通过适度遮阴改善作物生长的微气候环境,减轻中午光抑制,可以改善果实品质,增加产量<sup>[11]</sup>。陈代等通过试验证实了糖类物质积累过程与光照时间长短密切相关<sup>[12]</sup>。Spayd等指出葡萄果穗温度为30℃时,多个代谢过程减缓或停止;超过30℃时花色苷合成受到抑制,且不同品种表现不同<sup>[13]</sup>。本研究选用2个鲜食葡萄品种为试材,探讨冷棚栽培条件下遮光处理对其果实品质的影响,以期为提高葡萄设施栽培管理技术提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与地点

选用树体健壮、生长状况基本一致,无病虫害的4年生红果葡萄品种87-1和绿果葡萄品种碧香无核为试材。冷棚栽培,南北行向,株行距为1 m×2 m,树型为小厂子形,叶幕形为V形。

试验地点为国家现代农业管理示范园区,位于黑龙江省哈尔滨市道外区民主乡(126°35'E,45°40'N)。试验地属中温带,冬季寒冷干燥,夏季高温多雨,≥10℃平均有效积温2 700℃,年均日照时数2 600~2 800 h,无霜期约135 d<sup>[14]</sup>。

### 1.2 试验设计

选取均一条件下的果穗,每个品种自果实呈黄

收稿日期:2021-09-25

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-29-9);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(编号:HNK2019CX11)。

作者简介:王明洁(1985—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,助理研究员,主要从事浆果资源收集保存与创新利用等研究工作。E-mail: cag520025w@163.com。

豆粒大小开始至果实采收为止(87-1 为 2021 年 6 月 10 日至 8 月 8—17 日;碧香无核为 2021 年 6 月 13 日至 8 月 15—20 日),对果穗进行遮光处理。处理方式为:(1)每天 11:00—14:00 用外黄内黑的纸袋对果穗进行遮光处理(纸袋剪开,呈伞状);(2)24 h 用外黄内黑的纸袋对果穗进行遮光处理(纸袋剪开,呈伞状);(3)不遮光为对照(CK)。每个处理选择 30 株,60 穗果穗。

### 1.3 试验方法

1.3.1 果实外观对比 同一品种在相同时间进行拍照对比,观测果穗外观色泽及日灼情况。

1.3.2 果实生长指标测定 在果实成熟期进行取样。每处理随机采集 10 穗,测定穗质量、果穗纵径、果穗横径;从每果穗上、中、下 3 个部位随机选取 30 粒果实,测定单果质量、果实纵径、果实横径,取平均值,计算果形指数。果实纵横径使用游标卡尺测定,单果质量和单穗质量使用分析天平测定。果形指数为果实纵径和果实横径的比值。

1.3.3 果实品质测定 在果实成熟期进行取样。从每果穗上、中、下 3 个部位随机选取 30 粒果实,测定果实硬度、可溶性固形物含量、总酸含量、总黄酮含量、总酚含量、总花色苷含量及单宁含量,计算糖酸比。其中,果实硬度使用 GY-1 水果硬度计测定,可溶性固形物含量使用手持糖度测定仪测定,总酸含量采用国标法测定,糖酸比为可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值,总黄酮、总酚、总花色苷及单宁含量均采用比色法测定。

### 1.4 数据统计

数据采用 SPSS 20.0 进行方差分析,并进行

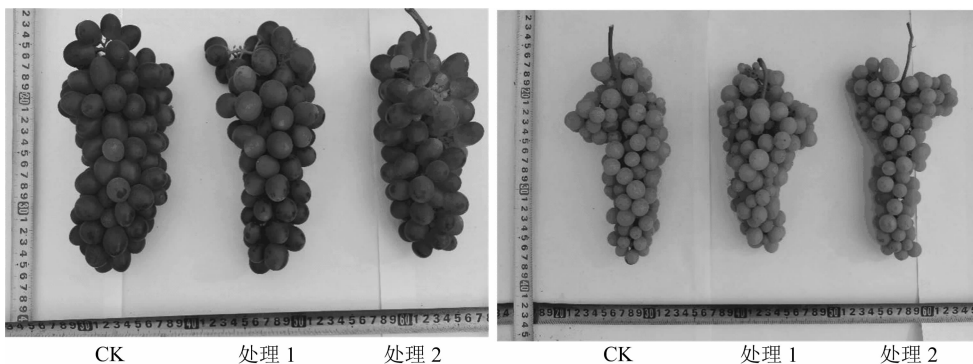
Duncan's 检验,用 Excel 软件制作图表。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对果穗外观性状的影响

由图 1 可以看出,分别在各自成熟期对 2 种鲜食葡萄进行采收,外观色泽差异较大。其中,红果品种 87-1 对照呈暗紫色,处理 1 呈亮紫色,处理 2 呈淡紫色且果实上部着色效果差。绿果品种碧香无核处理 1 和处理 2 与对照相比,表观色泽差异不大,均呈黄绿色。通过观察果实表面日灼情况可以发现,红果品种 87-1 和绿果品种碧香无核的处理 1 和处理 2 均未见日灼病斑;87-1 果皮颜色较深,CK 日灼痕迹不明显;碧香无核果皮色泽浅,可见日晒痕迹,但尚未发生日灼病。

由表 1 可知,用外黄内黑的纸袋在每天 11:00—14:00 对果穗进行遮光处理,不会延迟葡萄的成熟期;24 h 对果穗进行遮光处理会延迟成熟期,其中 87-1 的成熟期与对照相比延迟 9 d,碧香无核的成熟期与对照相比延迟 5 d。不同时间遮光处理均会降低葡萄的果穗质量及果穗纵横径。与对照相比,87-1 处理 1 和处理 2 的果穗质量分别减少了 0.06% ( $P>0.05$ )、5.22% ( $P<0.05$ ),果穗横径分别减少了 0.09% ( $P>0.05$ )、9.63% ( $P<0.05$ ),果穗纵径分别减少了 0.06% ( $P>0.05$ )、18.14% ( $P<0.05$ );碧香无核处理 1 和处理 2 的果穗质量分别减少了 0.01% ( $P>0.05$ )、24.60% ( $P<0.05$ ),果穗横径分别减少了 0.05% ( $P>0.05$ )、9.02% ( $P<0.05$ ),果穗纵径分别减少了 0.16% ( $P>0.05$ )、8.18% ( $P<0.05$ )。



87-1 照片拍摄于 2021 年 8 月 8 日;碧香无核照片拍摄于 2021 年 8 月 15 日

图 1 不同处理果实对比照片

### 2.2 不同处理对果实外观性状的影响

由表 2 可知,不同时间遮光处理均会降低葡萄的平均单果质量、果粒纵横径。与对照相比,87-1

处理 1 和处理 2 的平均单果质量分别降低了 0.00% ( $P>0.05$ )、8.26% ( $P<0.05$ ),果粒纵径分别降低了 1.00% ( $P>0.05$ )、8.36% ( $P<0.05$ ),果

表 1 不同处理对果穗外观性状的影响

品种	处理号	成熟期 (月-日)	穗质量 (g)	果穗横径 (cm)	果穗纵径 (cm)
87-1	1	08-08	681.50±0.52a	10.60±0.17a	21.37±0.58a
	2	08-17	646.30±1.08b	9.67±0.43b	17.60±0.44b
	CK	08-08	681.93±0.93a	10.70±0.20a	21.50±0.55a
	1	08-15	297.03±0.55a	8.83±0.18a	18.67±0.18a
	2	08-20	224.20±0.44b	8.07±0.12b	17.17±0.18b
	CK	08-15	297.36±0.58a	8.87±0.09a	18.70±0.32a

注:同列数据后不同小写字母表示同品种不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。下表同。

粒横径分别降低了 0.77% ( $P>0.05$ )、4.82% ( $P<0.05$ ) ,果形指数分别降低了 0.83% ( $P>0.05$ )、4.13% ( $P>0.05$ ) ;碧香无核处理 1 和处理 2 平均单果质量分别降低了 1.17% ( $P>0.05$ )、19.49% ( $P<0.05$ ) ,果粒纵径分别降低了 0.88% ( $P>0.05$ )、5.41% ( $P<0.05$ ) ,果粒横径分别降低了 0.40% ( $P>0.05$ )、3.13% ( $P<0.05$ ) ,处理 1 果形指数升高了 0.93% ( $P>0.05$ ) ,处理 2 果形指数降

低了 0.93% ( $P>0.05$ )。

采用外黄内黑的纸袋在每天 11:00—14:00 对果穗进行遮光处理,87-1 和碧香无核的果实硬度与对照相比均差异不显著( $P>0.05$ )。24 h 对果穗进行遮光处理,会显著增加果实硬度,与对照相比 87-1 的果实硬度增加了 6.67% ( $P<0.05$ ) ,碧香无核的果实硬度增加了 7.09% ( $P<0.05$ )。

表 2 不同处理对果实外观性状的影响

品种	处理号	平均单果质量 (g)	果粒纵径 (mm)	果粒横径 (mm)	果形指数	果实硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )
87-1	1	7.63±0.15a	21.79±0.27a	18.12±0.11a	1.20±0.01a	7.37±0.16b
	2	7.00±0.10b	20.17±0.21b	17.38±0.15b	1.16±0.02a	8.00±0.12a
	CK	7.63±0.88a	22.01±0.28a	18.26±0.15a	1.21±0.02a	7.50±0.17b
碧香无核	1	5.07±0.07a	19.06±0.35a	17.53±0.19a	1.09±0.03a	6.67±0.09b
	2	4.13±0.12b	18.19±0.06b	17.05±0.06b	1.07±0.01a	7.10±0.10a
	CK	5.13±0.12a	19.23±0.21a	17.60±0.16a	1.08±0.02a	6.63±0.13b

2.3 不同处理对果实品质的影响

由表 3 可知,不同时间遮光处理均会降低葡萄的可溶性固形物含量、糖酸比及总花色苷含量,增加总酸含量。与对照相比,87-1 处理 1 和处理 2 的可溶性固形物含量分别降低了 0.22% ( $P>0.05$ )、7.81% ( $P<0.05$ ) ,糖酸比分别降低了 10.35% ( $P<0.05$ )、35.76% ( $P<0.05$ ) ,总花色苷含量分别降低了 13.12% ( $P<0.05$ )、14.21% ( $P<0.05$ ) ,总酸含量分别增加了 11.15% ( $P<0.05$ )、43.34% ( $P<0.05$ ) ;碧香无核处理 1 和处理 2 的可溶性固形物含量分别降低了 0.36% ( $P>0.05$ )、10.10% ( $P<0.05$ ) ,糖酸比分别降低了 6.16% ( $P<0.05$ )、28.75% ( $P<0.05$ ) ,总花色苷含量分别降低了 8.87% ( $P<0.05$ )、10.98% ( $P<0.05$ ) ,总酸含量分别增加了 6.07% ( $P<0.05$ )、26.01%

( $P<0.05$ )。

采用外黄内黑的纸袋在每天 11:00—14:00 对果穗进行遮光处理,可增加葡萄的总黄酮及总酚含量;24 h 对果穗进行遮光处理,则降低总黄酮及总酚含量。与对照相比,87-1 处理 1 的总黄酮及总酚含量分别增加了 12.18% ( $P<0.05$ )、8.45% ( $P<0.05$ ) ;处理 2 的总黄酮及总酚含量分别降低了 4.49% ( $P<0.05$ )、8.63% ( $P<0.05$ )。碧香无核处理 1 的总黄酮及总酚含量分别增加了 23.11% ( $P<0.05$ )、31.42% ( $P<0.05$ ) ;处理 2 的总黄酮及总酚含量分别降低了 0.31% ( $P>0.05$ )、0.38% ( $P>0.05$ )。

3 讨论

伴随果品市场竞争的日趋激烈,果面光洁、色

表 3 不同处理对 87-1 果实品质的影响

品种	处理号	可溶性固形物含量(%)	总酸含量(mg/kg)	糖酸比	总黄酮含量(mg/g)	总酚含量(mg/g)	总花色苷含量( $\mu\text{g/g}$ ,FW)
87-1	1	13.67 $\pm$ 0.12a	3.59 $\pm$ 0.03b	3.81 $\pm$ 0.05b	16.49 $\pm$ 0.31a	12.91 $\pm$ 0.10a	1 070.30 $\pm$ 0.50b
	2	12.63 $\pm$ 0.15b	4.63 $\pm$ 0.04a	2.73 $\pm$ 0.01c	14.04 $\pm$ 0.17c	10.27 $\pm$ 0.16c	1 056.88 $\pm$ 0.32c
	CK	13.70 $\pm$ 0.10a	3.23 $\pm$ 0.02c	4.25 $\pm$ 0.04a	14.70 $\pm$ 0.30b	11.24 $\pm$ 0.05b	1 231.98 $\pm$ 0.37a
碧香无核	1	16.77 $\pm$ 0.24a	3.67 $\pm$ 0.03b	4.57 $\pm$ 0.02b	15.82 $\pm$ 0.31a	10.33 $\pm$ 0.17a	202.99 $\pm$ 0.10b
	2	15.13 $\pm$ 0.12b	4.36 $\pm$ 0.05a	3.47 $\pm$ 0.06c	12.81 $\pm$ 0.11b	7.83 $\pm$ 0.05b	198.29 $\pm$ 0.45c
	CK	16.83 $\pm$ 0.26a	3.46 $\pm$ 0.03c	4.87 $\pm$ 0.11a	12.85 $\pm$ 0.05b	7.86 $\pm$ 0.06b	222.75 $\pm$ 0.46a

泽鲜艳的高档果品越来越受到消费者的青睐。套袋是调节果实色泽形成的一项重要技术,可改善果实着色面积,果面光洁度及风味<sup>[15-17]</sup>。本研究采用外黄内黑的纸袋对红果品种 87-1 及绿果品种碧香无核进行处理,均可改善葡萄表面色泽,其中处理 1 效果最佳。通过比较不同套袋时间对葡萄熟期、果穗和果实质量及纵横经的影响,发现每天 11:00—14:00 对果穗进行遮光不会延迟果实成熟期,24 h 对果穗进行遮光处理会延迟果实成熟期;不同时间遮光处理均会降低果穗质量、果穗纵横经、平均单果质量、果粒纵横径。与对照相比,处理 1 的各指标与对照相比均差异不显著( $P > 0.05$ ),处理 2 差异显著( $P < 0.05$ )。这主要是由于处理 1 遮光时间较短,且主要集中在日照较强的时间段,使果穗有效避免了强光直射。处理 2 全天遮光,果实通过散射光积累的碳水化合物含量少,不能满足果实生长需要,或者细胞数量较少、细胞体积小,从而抑制了果实的增大<sup>[18]</sup>。查倩等研究发现,遮光不仅可使鲜食葡萄沪培 1 号的果实着色均匀,且可使生长发育阶段葡萄的成熟期延后<sup>[19]</sup>。李勃等比较了不同程度遮阴对夏黑葡萄生长的影响,结果发现随着遮光率的增加,果实纵横径显著降低<sup>[20]</sup>。吴兰坤<sup>[21-22]</sup>等也指出弱光条件显著降低大樱桃和番茄坐果率、单果质量。

果穗微环境会影响果粒大小,浆果成分组成也受到果实曝光量的影响<sup>[23]</sup>。糖的积累和光照密切相关,自然光下有机酸被呼吸作用所消耗并转化为糖,导致酸的质量浓度不足;光照可促进叶片光合产物向果实的输入和分配,从而提高果实可溶性固形物的质量浓度<sup>[24]</sup>。在本研究中,2 种葡萄对照的可溶性固形物含量均高于处理 1( $P > 0.05$ )和处理 2( $P < 0.05$ ),总酸含量均低于处理 1( $P > 0.05$ )和处理 2( $P < 0.05$ )。Dokoozlian 等也指出随着曝光

量增加,会引起果实中可溶性固形物浓度增加<sup>[25]</sup>。吴兰坤等研究认为,随着相对光强的下降,樱桃果实中的可溶性固形物含量逐渐下降<sup>[26]</sup>。木合塔尔·扎热等发现,全光下果实中的可溶性固形物和可溶性糖的含量均明显高于遮光下的果实,而可滴定酸含量极显著低于遮光下的果实<sup>[27]</sup>。

酚类物质包括花色苷、黄酮类化合物等,是葡萄果实的重要品质成分之一,决定着葡萄及其加工品的颜色、味感及氧化性等<sup>[24]</sup>。本研究发现,每天 11:00—14:00 采用外黄内黑的纸袋对果穗进行遮光,可增加葡萄的总黄酮及总酚含量;24 h 对果穗进行遮光,则降低总黄酮及总酚含量。且 2 种葡萄处理 1 的总黄酮和总酚含量均显著高于对照,这说明只有在一定的光照强度范围内酚类物质的合成才会顺利<sup>[24]</sup>,而对照在 11:00—14:00 接受较强光照,引起果实温度过高影响了酚类化合物的形成<sup>[28-29]</sup>,处理 2 低光强处理抑制了酚类化合物的形成。影响果实着色的因素主要体现在光对花色苷合成的重要性。遮光处理可导致光合作用同化物合成减少<sup>[30]</sup>,抑制光合产物糖、苯丙氨酸等有机物的合成,使得形成花色苷的底物减少<sup>[31-32]</sup>,同时遮光处理抑制了光敏色素的启动,导致花色苷合成途径中一系列酶的合成和活化受阻,进而影响花色苷的形成,最终影响果实着色<sup>[30]</sup>。本研究发现采用外黄内黑的纸袋经不同时间遮光处理,均会降低总花色苷含量,因此与对照相比处理 1 和处理 2 的果实表观色泽均较浅。

综上所述,本研究认为采用外黄内黑的纸袋在每天 11:00—14:00 对果穗进行遮光处理,虽会降低果穗及果实质量,但差异并不显著。而且通过时段性遮光,不仅可以改善果实表观性状,提升果实中总黄酮、总酚含量,增加果实抗氧化能力,延长果品保存期,而且可降低花色苷含量,避免果实着色过

深,影响美观。

## 参考文献:

- [1] 中国农业百科全书总编辑委员会果树卷编辑委员会, 中国农业百科全书编辑部. 中国农业百科全书: 果树卷[M]. 北京: 农业出版社, 1993.
- [2] 严大义, 才淑英. 葡萄生产技术大全[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [3] 孔庆山, 刘崇怀, 潘 兴, 等. 国内外鲜食葡萄发展现状、趋势、问题与对策[J]. 中国农业信息快讯, 2002(7): 3-6.
- [4] 汪长伟. 葡萄光合特性和果实品质研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- [5] 程建徽, 魏灵珠, 雷 鸣, 等. 不同滤光膜袋对‘红地球’葡萄果实品质的影响[J]. 果树学报, 2015, 32(1): 87-93.
- [6] 杨柳青, 杨 帆, 杨 琳. 不同光照条件对有柄石韦的形态和生理特性的影响[J]. 经济林研究, 2016, 34(2): 109-113.
- [7] 刘 帅, 张亚红, 刘 鑫, 等. 不同光源补光对设施红地球葡萄果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(4): 949-956.
- [8] 张述斌. 光照强度对‘温 185’核桃叶片生理指标及果实品质的影响[J]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2017.
- [9] Andrews P K, Johnson J R. Physiology of sunburn development in apples[J]. Good Fruit Grower, 1996, 47(12): 33-36.
- [10] 蒯传化, 杨朝选, 刘三军, 等. 落叶果树果实日灼病研究进展[J]. 果树学报, 2008, 25(6): 901-907.
- [11] Akita K, Tanaka N. Effects of limited space on foliage development in rice plants[R]. Science Reports of Faculty of Agriculture, Kobe University, 1990, 20: 71-78.
- [12] 陈 代, 李德美, 战吉成, 等. 温度和日照时间对河北怀来霞多丽葡萄成熟度指标的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(3): 545-551.
- [13] Spayd S, Tarara J, Mee D, et al. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2002, 53: 171-182.
- [14] 郝小雨, 马星竹, 高中超, 等. 长期施肥下黑土活性氮和有机氮组分变化特征[J]. 中国农业科学, 2015, 48(23): 4707-4716.
- [15] 郭淑萍, 杨顺林, 张 武, 等. 不同规格果袋对夏黑葡萄果实的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2014(5): 45-47.
- [16] 靳 韦. 套袋对沙地“红地球”葡萄果际微气候及品质的影响[D]. 银川: 宁夏大学, 2015.
- [17] 蒯传化, 刘三军, 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.
- [18] 李潮海, 栾丽敏, 尹 飞, 等. 弱光胁迫对不同基因型玉米生长发育和产量的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 824-830.
- [19] 查 倩, 奚晓军, 和雅妮, 等. 套袋对鲜食葡萄‘沪培 1 号’果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2019(2): 54-57.
- [20] 李 勃, 李秀杰, 韩 真, 等. 遮阴对夏黑葡萄生长及果实品质的影响[J]. 山东农业科学, 2017, 49(8): 45-48.
- [21] 吴兰坤, 黄卫东, 战吉成. 弱光对大樱桃坐果及果实品质的影响[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(3): 69-74.
- [22] 朱延姝, 冯 辉, 高绍森. 弱光胁迫对番茄产量和不同生育期生理特性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2005, 27(6): 634-638.
- [23] 王 超. 不同叶幕处理对酿酒葡萄果实品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [24] 倪志婧, 马文平, 宋长冰, 等. 光照强度对“梅鹿辄”葡萄品质的影响[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2020, 43(10): 1422-1425, 1434.
- [25] Dokoozian N K, Kliewer W M. The light environment within grapevine canopies. II. Influence of leaf area density on fruit zone light environment and some canopy assessment parameters[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1995, 46(2): 219-226.
- [26] 吴兰坤, 黄卫东, 战吉成. 弱光对大樱桃坐果及果实品质的影响[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(3): 69-74.
- [27] 木合塔尔·扎 热, 李 疆, 罗淑萍, 等. 全光和遮光下库勒勒香梨果实品质的比较分析[J]. 经济林研究, 2012, 30(4): 27-31.
- [28] 丁 燕, 赵新节. 酚类物质的结构与性质及其与葡萄及葡萄酒的关系[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2003(1): 13-17.
- [29] Yokotsuka K, Nagao A, Nakazawa K, et al. Changes in anthocyanins in berry skins of merlot and cabernet sauvignon grapes grown in two soils modified with limestone or oyster shell versus a native soil over two years[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1999, 50: 1-12.
- [30] Guan H P, Janes H W. Light regulation of sink metabolism in tomato fruit I. Growth and sugar accumulation[J]. Plant Physiology, 1991, 96(3): 916-921.
- [31] 商佳胤, 田淑芬, 李树海, 等. 玫瑰香葡萄 Y 型架与篱架叶幕层光照强度及果实品质的差异[J]. 园艺学报, 2013, 40(7): 1349-1358.
- [32] 冉辛拓, 宋海舟, 高志货, 等. 梨不同树形对光效能及产量品质的影响[J]. 园艺学报, 2012, 39(5): 957-962.