

李文杨,尹娟,岳建华. GA_3 处理对葡萄叶片叶绿素含量和果实品质的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):194-197.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.044

GA_3 处理对葡萄叶片叶绿素含量和果实品质的影响

李文杨,尹娟,岳建华

(信阳农林学院林学院,河南信阳 464000)

摘要:研究不同浓度赤霉素(GA_3)对葡萄叶片和果实生长发育及果实品质的影响,为筛选适宜的生长调节剂应用于葡萄生产提供理论依据。以3年生夏黑葡萄为试验材料,调查不同浓度 GA_3 处理的葡萄叶片SPAD值和果实大小及质量,果实成熟时测定果面着色状况、果实内在品质和果实形态指标。结果表明,盛花期后12~67 d,叶片SPAD值差异显著($P < 0.05$),不同处理果实成熟时的叶片SPAD值均比果实发育初期的低;处理Ⅰ、处理Ⅱ、处理Ⅲ、处理Ⅳ的葡萄果实纵横径均比CK高,其中处理Ⅳ的最高,比CK分别高14.95%和7.88%。不同处理之间的葡萄单果质量存在显著差异,平均单果质量按大小排列为处理Ⅳ>处理Ⅲ>处理Ⅰ>CK>处理Ⅱ;处理Ⅱ能增加果实 L^* 和 a^* 值、果梗粗度;处理Ⅲ能提高果实CIRG值和果实中可溶性固形物含量;处理Ⅳ能保持果实中可溶性固形物和可滴定酸含量,促进果实中花色苷和可溶性糖含量及果实产量的增加,为最适处理。

关键词:夏黑;葡萄; GA_3 ;叶绿素含量;SPAD;果实;品质

中图分类号: S663.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)11-0194-04

葡萄夏黑(*Vitis vinifera* ‘Summer Black’)属欧美杂交三倍体品种,原产日本,由巨峰与无核白杂交选育而成,是优良的早熟无核品种,深受广大消费者的喜爱^[1-2]。赤霉素(gibberellin A_3 , GA_3)能促进细胞分裂和延伸,参与果树生长发育的各个环节,是葡萄生产上应用比较广泛的外源植物生长调节剂^[3-4]。在葡萄开花前应用 GA_3 处理,导致花粉和胚珠发育异常,而花后应用能促进细胞增大^[5]。果实品质是当前及未来经济林果树产业健康发展和市场竞争力的核心^[6]。葡萄果实品质包括外观质量和内在品质,主要包括果实大小及果形、色泽、糖分、有机酸及其他风味物质等内含物的含量^[5,7]。 GA_3 对葡萄成熟过程中果实含糖量的影响受葡萄品种和 GA_3 使用浓度和发育时期等因素的影响。Teszlák等发现,20 mg/L GA_3 处理可使卡达卡葡萄中的花色苷和总酚含量显著增加,而使朗姆伯格葡萄的总酚含量降低、花色苷略有增加^[8]。唐丁等认为,开花前10 d用35 mg/L GA_3 处理可以提早蜂后葡萄开花,促进花序散穗和花梗生长^[9]。王继源等研究表明,5 mg/L GA_3 + 5 mg/L 氯吡苯脲(CPPU)处理阳光玫瑰葡萄,能在保证内在品质的同时改善外观品质^[10]。夏黑葡萄是目前市场主栽品种之一,然而外源 GA_3 对其同化能力及对果实品质影响的系统研究未见报道。本试验以夏黑葡萄为试验材料,研究 GA_3 对其叶片和果实生长发育及果实内外品质的影响,筛选适宜的生长调节剂处理组合,为提高葡萄果实的商品价值及完善葡萄生产栽培技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

2017年3—7月在河南省信阳市平桥区洋河镇苏双楼村葡萄种植园进行田间试验,种植园面积为1.45 hm²,地理位置为114°11'1"E,32°17'5"N,海拔79.28 m。该地属于亚热带向暖温带过渡地区,冷暖适中,四季分明,年平均气温15.3℃,无霜期长,平均220~230 d;降水丰沛,年均降水量约1 100 mm,空气湿润,相对湿度年均77%。2017年1—6月平均高温19.5℃,平均低温15.4℃,1月份最低气温-4℃,6月份极端最高气温35℃。试验地点栽培地土壤为黄棕壤,pH值约为6.7。主要灾害性天气有寒流、霜冻、雷暴雨、冰雹等。室内试验在信阳农林学院林木种苗工程试验中心进行。

1.2 供试材料

供试葡萄品种为夏黑,树龄3年,南北定植,行株距均为3.5 m×1.5 m,葡萄架为“V”形篱架,有避雨棚。灌溉、施肥、病虫害防治等按照常规管理,各处理管理条件保持一致。

1.3 试验方法

1.3.1 GA_3 处理方法 用5 mg/L GA_3 在花前1周进行处理;修剪花序后留花序距花序顶端长8 cm,盛花期时用不同浓度 GA_3 处理花序(表1),以清水处理的夏黑为对照;果穗处理在花后2周,用50 mg/L GA_3 和2 mg/L CPPU处理果穗。每个处理8个花序或果穗,重复3次,对花序或果穗进行蘸药或清水处理,时间均为3 s。坐果后进行疏果,去除小粒、畸形果等,尽量使果粒松散,穗形成圆锥形。

1.3.2 叶片和果实的测定项目 测定叶片SPAD值用SPAD-502叶绿素仪进行,每个处理选取无病虫害、生长发育正常的植株的结果枝组上的叶片,测定位点为叶片中部。

果实发育阶段用游标卡尺测量果实发育期间纵横径,电子天平测定果实单果质量和单穗质量。手持折光仪测定果

收稿日期:2018-04-13

作者简介:李文杨(1984—),女,河南南阳人,硕士,讲师,主要从事经济林育种研究和教学工作。Tel:(0376)6698107;E-mail:wylee126@126.com。

通信作者:岳建华,博士,副教授,主要从事园艺植物研究和教学工作。Tel:(0376)6518803;E-mail:jhyues@163.com。

表 1 GA₃ 处理浓度

处理编号	GA ₃ 浓度 (mg/L)
CK	0
I	12.5
II	25.0
III	37.5
IV	50.0

实中的可溶性固形物含量,采用 pH 示差法测定不同处理的花色苷含量^[11],蒽酮试剂法测定可溶性糖含量,氢氧化钠溶液滴定法测定可滴定酸含量^[12]。

采用色差仪 CR410 测定果面色泽,选取果实赤道部位 3 个点,测量果实光泽明亮 L^* 、颜色组成 a^* 和 b^* 值,根据曹锰等的方法^[13]计算色泽饱和度 C^* 、色度角 h 和果实颜色指数 (color index of red grape, 简称 CIRG),采用葡萄果实颜色指数的方法来评价果实的外观色泽^[14]。

1.4 统计分析

采用 SPSS 19.0 和 Excel 2016 等软件进行数据统计和分析。

2 结果与分析

2.1 GA₃ 处理对夏黑葡萄叶片叶绿素含量的影响

由图 1 可知,盛花期后 12~67 d,不同处理的夏黑葡萄叶片 SPAD 值表现为先上升后下降再上升再下降的趋势,9 个测定时间段的叶片 SPAD 值之间差异显著 ($P < 0.05$)。盛花期后 32、46、53、60 d,不同处理之间叶片 SPAD 值差异显著 ($P < 0.05$);果实发育初期和成熟期(盛花期后 12、67 d),不同处理之间的叶片 SPAD 值差异不显著。不同处理果实成熟期的叶片 SPAD 值均比果实发育初期的低,各处理叶片 SPAD 值按大小排列依次为处理 III > 处理 IV > 处理 II > 处理 I > CK,各处理叶片 SPAD 值均比 CK 高,其中处理 III 的叶片 SPAD 值最高,约比 CK 高 17.89%。

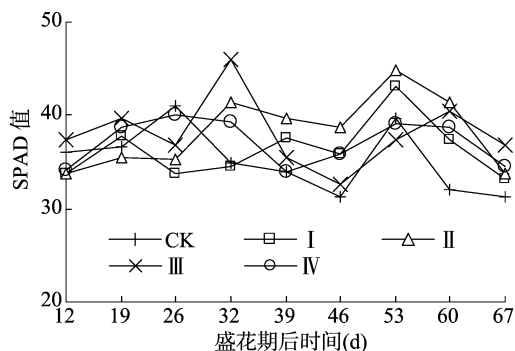
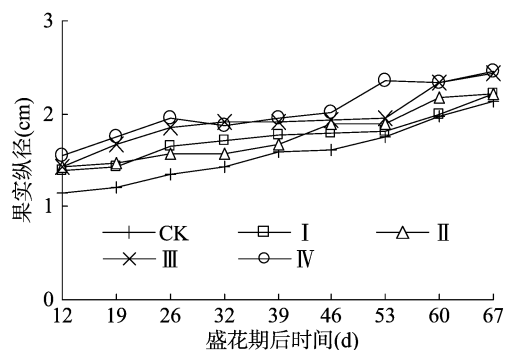
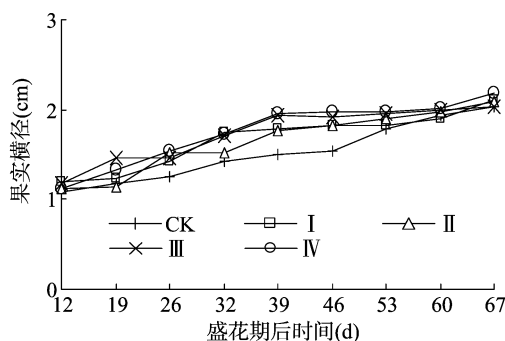
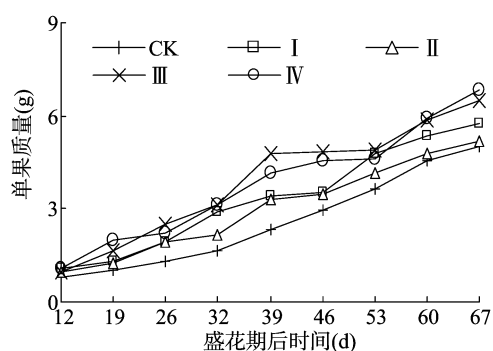
2.2 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实大小和单果质量的影响

由图 2、图 3、图 4 可知,果实纵径、横径及单果质量随着果实成熟度的增加而不断上升。不同处理对葡萄果实纵横径生长有一定的影响,但差异不明显。从盛花期 12 d 到果实成熟时,处理 I、处理 II、处理 III、处理 IV 的葡萄果实纵横径均比 CK 高,其中 IV 处理的葡萄果实纵横径最高,分别比 CK 高 14.95% 和 7.88%。葡萄果实成熟时(盛花期 67 d),CK、处理 I、处理 II、处理 III 和处理 IV 的果实果形指数分别为 1.02、1.05、1.06、1.20、1.12,不同处理差异不明显;而不同处理的葡萄单果质量存在显著差异 ($P < 0.05$),平均单果质量按大小排列依次为处理 IV > 处理 III > 处理 I > 处理 II > CK,处理 III 的平均单果质量比 CK 高 29.86%。

2.3 夏黑葡萄果实成熟时各项指标比较

2.3.1 GA₃ 处理对夏黑葡萄果面色泽参数的影响 盛花期后 67 d,采收不同处理的夏黑葡萄并对果实着色程度进行分析。由图 5 可知,不同处理的果实亮度 L^* 值在 28~33,其中处理 II 的果实亮度 L^* 值最高,与处理 I、处理 III、处理 IV 相比差异显著 ($P < 0.05$),与 CK 相比差异不显著。随着盛花期 GA₃ 处理浓度的增加,葡萄果面红/绿颜色分量 a^* 值先升高

再降低,处理 II 的 a^* 值最高,比 CK 高 18.40%;盛花期 GA₃ 处理果穗的浓度在超过 25 mg/L GA₃ 后,果皮色泽为偏绿,处理 III 的 a^* 值最低。不同处理的葡萄果实蓝/黄颜色分量 b^* 值比较,显示处理 II 的 b^* 值最高,处理 I 的 b^* 值最低,但是差异不显著。处理 III 的 CIRG 值最高,为 5.75,比 CK 高 12.98%,处理 II 的 CIRG 值最低,与 CK 相比差异不显著,与其他处理相比差异显著 ($P < 0.05$)。

图 1 GA₃ 处理对夏黑葡萄叶片 SPAD 值的影响图 2 处理 GA₃ 对夏黑葡萄果实纵径的影响图 3 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实横径的影响图 4 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实单果质量的影响

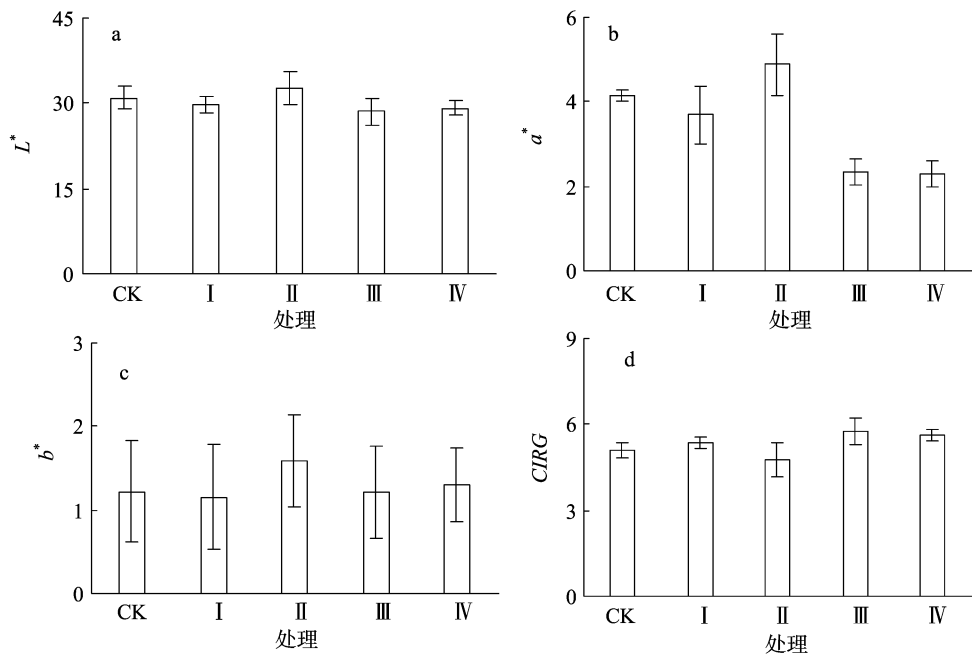


图5 GA₃ 处理对夏黑葡萄果面色泽参数的影响

2.3.2 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实内在品质和形态指标的影响 由表 2 可知,不同处理的夏黑葡萄果穗的平均果梗粗度、单穗质量存在差异。处理 I、处理 II 和 CK 的果梗粗度值较大,与处理 III、处理 IV 的果梗粗度相比差异显著,其中处理 II

的果梗粗度值最大,比 CK 高 7.57%;处理 IV 的果梗粗度值最小。平均单穗质量随着盛花期 GA₃ 处理浓度增高而增大,其中处理 IV 的平均果穗质量最大,比 CK 高 87.60%。

表 2 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实内在品质和形态指标的影响

处理	可滴定酸含量 (%)	可溶性固形物含量 (%)	花色苷含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	果梗粗度 (mm)	平均单穗质量 (g)
CK	0.90 ± 0.05a	18.33 ± 0.15a	0.84 ± 0.15bc	13.13 ± 0.92bc	7.93 ± 0.05a	645.12 ± 0.35d
I	0.50 ± 0.15b	16.00 ± 0.06b	0.96 ± 0.06b	13.89 ± 0.58ab	8.03 ± 0.35a	720.80 ± 0.07c
II	1.07 ± 0.68a	15.50 ± 0.12b	0.73 ± 0.03c	12.83 ± 0.25c	8.53 ± 0.18a	1 030.12 ± 0.53b
III	0.47 ± 0.13b	19.67 ± 0.58a	0.75 ± 0.25c	13.44 ± 0.04bc	6.47 ± 0.46b	1 030.56 ± 0.47b
IV	1.00 ± 0.06a	18.67 ± 0.54a	1.36 ± 0.09a	14.73 ± 0.08a	6.86 ± 0.13b	1 210.23 ± 0.32a

注:同列数据后不同小写字母表示 Duncan's 新复极差检验达到 5% 差异显著水平。

夏黑葡萄果实成熟时,对果实中的可滴定酸、可溶性固形物、花色苷、可溶性糖含量进行测定,结果(表 2)显示,不同处理对果实中 4 项内在品质指标影响差异显著。处理 II 果实中的可滴定酸含量最高,比 CK 高 18.89%;处理 III 果实中的可溶性固形物含量最高,比 CK 高 7.31%;处理 IV 果实中花色苷和可溶性糖含量最高,比 CK 分别高 61.90% 和 12.19%。

3 结论与讨论

3.1 GA₃ 处理次数和浓度对葡萄的影响

葡萄生产上 GA₃ 的应用一般为花前和花后处理,不同浓度的 GA₃ 和处理次数对葡萄果实的影响也不同。本研究对夏黑葡萄花序或果穗进行了 3 次处理,分别为花前 1 周 5 mg/L GA₃ 处理、盛花期时用不同浓度 GA₃ 处理花序、花后 2 周用 50 mg/L GA₃ 和 2 mg/L CPPU 处理果穗。结果显示:处理 IV 盛花期 50 mg/L GA₃ 为最适组合,能保持果实中可溶性固形物含量,并促进果实中花色苷和可溶性糖含量及果实产量的增加。刘捷等对葡萄进行 2 次处理,研究花前和花后不同浓度 GA₃ 处理对新美人指葡萄果实的影响,发现盛花期

用 50 mg/L GA₃ 处理,单果质量增大最显著,但可溶性固形物含量显著下降,花前 1 周用 12.5 mg/L GA₃ 处理对可溶性固形物的影响较小(盛花后 2 周均用 25 mg/L GA₃ + 5 mg/L CPPU 处理)^[15]。贾玥等认为,盛花期施用 50 mg/L GA₃,盛花期后 15 d 施用 50 mg/L GA₃ + 2.5 mg/L CPPU 结合整穗 3 cm 的长度在葡萄生产上应用最好^[16]。陈少珍等在盛花后 7、15 d 分别 2 次用 50 mg/L GA₃ + 1 mg/L CPPU 处理野生毛葡萄,结果发现 2 种处理的果粒质量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量均高于对照^[17]。辛守鹏等研究表明,盛花期用 25 mg/L GA 处理葡萄花穗,花后 2 周 25 mg/L GA + 15 mg/L CPPU 处理的组合较为合理,果实品质随着 CPPU 浓度的增加而提高^[18]。这都说明盛花期不同浓度 GA₃ + CPPU 处理能显著提高葡萄果实质量、改善花色苷和可溶性固形物含量等果实品质,花后 GA₃ 混合使用比单一使用效果更好,但具体处理的次数和浓度还需要再完善。

3.2 GA₃ 处理对夏黑葡萄果实着色情况的影响

色泽是葡萄果实商品价值的重要指标之一,花色苷合成的种类、含量决定了果实着色程度^[19]。本研究中 GA₃ 处理葡

萄后,对葡萄果实花色苷的影响结果发现:处理Ⅳ和处理Ⅰ的花色苷含量和果皮 CIRC 值均高于 CK,说明盛花期时用低浓度(12.5 mg/L)和高浓度的 GA_3 (50 mg/L)处理果穗,能提高果实中花色苷的含量和果皮着色程度。这与霍珊珊等研究发现不同质量浓度 GA_3 处理能使葡萄果实中的总花色素苷和类黄酮含量有所提高的结果^[20]一致。果实中花色素种类和数量的不同会使果实颜色有差别,内外多种因素会影响果实中花色素的形成。植物激素能够通过调节酶的活性来抑制或促进花色苷的合成,有研究表明 ABA 处理葡萄能提高果皮中花苷酸含量,提高花色苷生物合成相关基因的转录水平^[21], GA_3 是否也是通过影响花色苷的合成或相关基因的表达,间接调控类黄酮基因的转录,从而影响果皮颜色,还需要进一步研究。

3.3 GA_3 处理对葡萄叶片叶绿素含量和果实质量的影响

叶片叶绿素含量是反映植物光合作用能力、生长情况的主要指标之一。SPAD 叶绿素仪作为一种快速测定植物叶绿素水平的方法,已经得到认可和推广^[22-24]。本研究发现夏黑葡萄果实成熟时,各处理叶片 SPAD 值均比 CK 高,而果实平均单果质量和单穗质量也均比 CK 高。单果质量随着盛花期 GA_3 处理浓度的增加而增加,50 mg/L GA_3 处理的平均单果质量达到 6.85 g,而夏黑自然单粒质量一般在 3.5 g 左右^[25]。这与张演义等认为外源赤霉素处理葡萄果穗后增加了邻近功能叶片光合色素的含量从而促进葡萄果实膨大的结果^[26]一致。同时,植物内源激素对叶片的衰老起着重要的调控作用。研究认为, GA_3 不仅可以有效阻止叶绿素的降解,还能够抑制衰老相关基因的表达,内源赤霉素含量的下降与衰老的发生密切相关^[27]。

本研究通过外源施用 GA_3 改变葡萄内源激素水平,从而调节了植物体内生理代谢的各个环节,提高绿素含量,延缓叶片衰老; GA_3 的应用诱导葡萄幼果体内生长素含量上升,增进幼果吸收营养提高多种植物淀粉酶活性,导致淀粉贮藏物质的降解以提供丰富的能量底物和结构碳架,果穗和功能叶片之间形成积极的库-源供求关系,促进果实的膨大,影响葡萄的生长和发育。

参考文献:

- [1]徐卫东. 极早熟三倍体无核葡萄新品种夏黑及其栽培技术[J]. 四川农业科技,2003,32(4):16-17.
- [2]郭丽,乔宝营,高素玲,等. 植物生长调节剂对冷棚夏黑葡萄果实品质的影响[J]. 河南农业科学,2015,44(8):118-120.
- [3]郑爱珍,滑冰. 植物生长调节剂在葡萄生产上的应用[J]. 北方园艺,2004(5):36-37.
- [4]马焕普,刘志民. 赤霉素与果树的生长发育[J]. 植物学通报,1998,15(1):27-36.
- [5]刘会宁,肖锋利. 赤霉素对早紫葡萄无核及果实品质的效应[J]. 长江大学学报(自然科学版),2006,3(4):139-141.
- [6]徐强,郝玉金,黄三文,等. 果实品质研究进展[J]. 中国基础科学,2016,18(1):55-62.
- [7]张维峰. 巨峰葡萄无核处理及其优质丰产栽培技术[J]. 北方果树,1998(2):18.
- [8]Teszlać P, Gaćl K, Nikfardjam M S P. Influence of grapevine flower

- treatment with gibberellic acid (GA_3) on polyphenol content of *Vitis vinifera* L. wine [J]. Analytica Chimica Acta, 2005, 543 (1/2): 275-281.
- [9]唐丁,温腾建,卢龙,等. 赤霉素处理对峰后葡萄开花期的影响及其分子机理[J]. 中国农业大学学报,2015,20(6):92-98.
- [10]王继源,冯娇,侯旭东,等. CPPU 对‘阳光玫瑰’葡萄品质及香气合成相关基因表达的影响[J]. 南京农业大学学报,2016,39(6):915-923.
- [11]Prior R L, Lazarus S A, Cao G, et al. Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(3): 1270-1276.
- [12]曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007:57-59.
- [13]曹猛,郭景南,魏志峰,等. 避雨栽培对‘金手指’葡萄果实生长及香气物质组分的影响[J]. 果树学报,2015,32(5):894-902.
- [14]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.
- [15]刘捷,杨丽娜,陶建敏,等. GA_3 与 CPPU 对新美人指葡萄果实无核化发育的影响[J]. 中国南方果树,2008,37(1):61-62.
- [16]贾玥,刘学平,任俊鹏,等. “夏黑”葡萄花穗的不同整穗长度对果实生长及品质的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(28):189-194.
- [17]陈少珍,蒋慧萍,吴代东,等. 植物生长调节剂对野生毛葡萄保花保果及其果实品质的影响[J]. 西南农业学报,2016,29(6):1420-1424.
- [18]高敏. 赤霉素与细胞分裂素对葡萄果实邻近叶光合特性及果实品质的影响[J]. 中国果业信息,2015,26(7):1814-1820.
- [19]马丽,郭修武,乔军,等. 果实花色苷合成激素调控的研究进展[J]. 北方园艺,2006(3):42-43.
- [20]霍珊珊,惠竹梅,马立娜,等. 植物生长调节剂对赤霞珠葡萄果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(1):183-189.
- [21]于森,刘海峰,王军. ABA 对葡萄花色苷合成相关基因表达的影响[J]. 果树学报,2012,29(1):29-35,157.
- [22]鱼欢,祖超,杨建峰,等. 应用 SPAD 叶绿素仪测定不同位置胡椒叶片的 SPAD 值[J]. 热带作物学报,2012,33(10):1890-1895.
- [23]杨荣超,田海清,李斐,等. 基于甜菜冠层高光谱红边参数的 SPAD 值诊断[J]. 江苏农业科学,2017,45(11):153-156.
- [24]马亮,谭亚玲,代贵金,等. 辽宁省不同稻区溧型杂交粳稻叶片 SPAD 值特征[J]. 江苏农业科学,2017,45(9):56-59.
- [25]吴继红,刘宏,刘红. 夏黑葡萄在苏北地区的表现及栽培技术[J]. 烟台果树,2012(1):21-22.
- [26]张演义,贾海峰,赵方贵,等. 赤霉素处理夏黑葡萄果穗对叶片光合及荧光特性的影响[J]. 江苏农业学报,2014,30(6):1472-1479.
- [27]Rosenwasser S, Mayak S, Friedman H. Increase in reactive oxygen species (ROS) and in senescence-associated gene transcript (SAG) levels during dark-induced senescence of *Pelargonium* cuttings, and the effect of gibberellic acid[J]. Plant Science, 2006, 170(4):873-879.