

## 植物生长调节剂在夏黑葡萄上的合理施用研究

韩真<sup>1</sup>, 李秀杰<sup>1</sup>, 王海波<sup>2</sup>, 史祥宾<sup>2</sup>, 张庆田<sup>1</sup>, 李勃<sup>1\*</sup>

(1. 山东省果树研究所, 山东泰安 271000; 2. 中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125100)

**摘要** 夏黑葡萄是我国鲜食葡萄栽培的主栽品种, 因其三倍体不育性, 常需要进行植物生长调节剂处理, 从而提高葡萄的商品价值和经济效益。该研究对夏黑葡萄生产中常用植物生长调节剂种类、施用浓度、施用时期、栽培技术等进行了归纳性介绍, 以期对葡萄生产中植物生长调节剂的合理施用提供理论依据与技术支持。

**关键词** 植物生长调节剂; 夏黑; 葡萄

**中图分类号** S482.8 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)05-0147-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.05.040

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Research on the Rational Application of Plant Growth Regulators in Summer Black (Grape Cultivation)

HAN Zhen<sup>1</sup>, LI Xiu-jie<sup>1</sup>, WANG Hai-bo<sup>2</sup> et al (1. Shandong Pomology Institute, Taian, Shandong 271000; 2. Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 125100)

**Abstract** Summer black grape is the main cultivar of fresh grape cultivation in China. Due to its triploid nucleus sterility, plant growth regulators are often needed to improve the commercial value and economic benefits of grapes in production. In this study, the types, application concentration, application period and cultivation techniques of plant growth regulators commonly used in summer black grape production were summarized in order to provide theoretical basis and technical support for the rational application of plant growth regulators in grape production.

**Key words** Plant growth regulators; Summer black; Grape

夏黑原产日本, 属于欧美杂交品种。它是 1968 年由日本山梨县果树试验场利用四倍体巨峰 (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*, Kyoho) 与二倍体的无核白 (*Vitis vinifera*, Thompson Seedless) 杂交选育而成的优良无核葡萄品种, 1997 年获得新品种登录, 1999 年后开始陆续引入我国<sup>[1-2]</sup>。因其抗逆性强、丰产性好等优势特征, 在我国发展迅速, 栽培地域分布较广。据不完全统计, 夏黑葡萄在我国的栽培面积已超过 6 万  $\text{hm}^2$ , 全国主要省份或直辖市均有其栽培的相关记录与报道<sup>[3]</sup>。

由于夏黑的三倍体特性, 自然果粒较小, 为了满足市场消费者需求, 栽培管理中需使用植物生长调节剂进行膨大处理。近几年, 植物生长调节剂在葡萄上应用的研究报道很多<sup>[4-19]</sup>。生长调节剂对提高夏黑葡萄的果实品质有显著效果, 但因处理时间、浓度、次数的不同, 试验结果不尽相同。为此, 笔者就夏黑葡萄使用植物生长调节剂种类、处理时间、处理浓度进行归纳比较, 以期对植物生长调节剂的合理施用提供理论依据与技术支持。

#### 1 常用的植物生长调节剂种类

常用植物生长调节剂包括赤霉素 ( $\text{GA}_3$ )、吡效隆 (CPPU)、噻苯隆 (TDZ)、6-苄氨基腺嘌呤 (6-BA)、链霉素等。

赤霉素 ( $\text{GA}_3$ ) 是微生物自身代谢的天然产物, 通过人工提取而获得的生物制剂, 是一种高效能的广谱性植物生长促进物质, 在植物体内分布很广。 $\text{GA}_3$  能促进植物细胞伸长、

茎伸长、叶片扩大, 加速生长和发育, 使作物提早成熟, 并增加产量或改进品质<sup>[20-23]</sup>。在葡萄栽培中有两大功能, 既是无核化诱导剂, 又是促进座果的保果剂。

吡效隆 (CPPU) 是一种细胞分裂素类植物生长调节剂, 其生理活性极高。CPPU 在各种果树上具有促进叶绿素的合成、促进座果和细胞分裂、增加细胞体积使果实膨大、延长果实生长发育期、诱导单性结实等广泛的生理作用<sup>[24]</sup>。CPPU 能明显促进葡萄果实增大, 还可增加果粒的长度、直径和质量<sup>[25-26]</sup>。

噻苯隆 (TDZ) 是一种合成的植物生长调节剂, 能诱导离体培养材料的多种途径形态发生, 具有生长素和细胞分裂素的双重作用<sup>[27]</sup>。它诱导植物细胞分裂的作用效果是 6-BA 的 100 倍, 促进组织产生愈伤的能力是细胞分裂素的千倍以上, 多在植物的组织培养中应用<sup>[28]</sup>。TDZ 作为一种生长调节剂在葡萄果实膨大、增重方面有重要的作用<sup>[29-31]</sup>。

#### 2 植物生长调节剂施用的浓度、时期和方法

现在生产上常用生长调节剂处理的方法为浸蘸果穗。处理次数一般分为 2 次, 每次处理时间为 3~5 s。第一次在盛花期处理花穗以降低花粉的发芽率, 阻止种子形成; 第二次在花后 10~15 d, 促进果实膨大。生产中也有 3 次处理的方式, 在 2 次处理之前的花前 7~10 d 用生长调节剂拉长花穗。3 次药剂处理的试验膨大效果比 2 次处理好<sup>[17-19]</sup>, 但随着劳动力成本日益增加, 药剂处理次数增多不仅增加生产成本, 还存在药品残留的风险, 这种方式逐渐被淘汰。

植物生长调节剂的施用浓度为: 盛花期使用 12.5~50  $\text{mg/L}$  的  $\text{GA}_3$ , 花后 14 d 左右用 25~50  $\text{mg/L}$   $\text{GA}_3$ , 配合 2~5  $\text{mg/L}$  CPPU、TDZ 等使用 (表 1)。CPPU 的膨大效果优于  $\text{GA}_3$ , 但容易使果实成熟延迟、着色不良、糖度下降等, 而  $\text{GA}_3$  虽然膨果不显著, 却有利于果实成熟着色。因此, 生产中多

**基金项目** 国家“十二五”科技支撑计划项目 (2014BAD16B05-2); 山东省重点研发计划 (2016ZDJS10A01); 山东省农科院创新工程 (CXGC2016B07, CXGC2016D01)。

**作者简介** 韩真 (1986—), 女, 山东泰安人, 助理研究员, 硕士, 从事葡萄栽培生理研究工作。\* 通信作者, 副研究员, 博士, 从事葡萄栽培生理研究工作。

**收稿日期** 2018-07-16

用2种植物生长调节剂混合应用,可以降低使用浓度,减少CPPU副作用,效果更优。TDZ对葡萄果实膨大比CPPU的效果显著,果梗变粗变硬、成熟推迟等副反应程度相对较轻,TDZ在低浓度下是植物生长调节剂,高浓度时就成为脱叶剂。

由表1可知,植物生长调节剂的药剂组合、浓度因地区、气候条件、栽培环境等不同存在差异性。王宝亮等<sup>[4]</sup>在辽宁兴城用25 mg/L GA<sub>3</sub>盛花期处理夏黑葡萄,花后12 d用50 mg/L GA<sub>3</sub>+5 mg/L CPPU效果较好。李玉利等<sup>[13]</sup>以上海高桥地区的夏黑葡萄为试验材料,在花后14 d分别添加CPPU和TDZ 0、1、3、5 mg/L,结果表明盛花期添加50 mg/L GA<sub>3</sub>,花后14 d使用50 mg/L GA<sub>3</sub>+1 mg/L TDZ处理的效果最好。陈

爱军等<sup>[16]</sup>在广西桂林地区,于3年生夏黑葡萄盛花末期用12.5 mg/L GA<sub>3</sub>,13 d后再用50 mg/L GA<sub>3</sub>+2.5 mg/L CPPU,处理效果最佳。郭淑华等<sup>[14]</sup>对温室栽培和田间栽培的夏黑葡萄进行处理,筛选出不同的调节剂组合,温室栽培为盛花期、盛花后9 d各喷布25 mg/L GA<sub>3</sub>并留穗尖6 cm;田间栽培为盛花期、盛花后15 d分别喷布25 mg/L GA<sub>3</sub>、25 mg/L GA<sub>3</sub>+2 mg/L 芸苔素内酯。张静<sup>[5]</sup>等研究表明,当处理CPPU的总浓度达到15 mg/L时,对夏黑葡萄果实膨大的促进作用减弱,12 mg/L CPPU是夏黑葡萄使用浓度的峰值。当不同时期添加CPPU的总浓度一致时,盛花期添加CPPU对果实生长促进作用优于花后14 d。

表1 不同植物生长调节剂的部分研究结果  
Table 1 Research results of different plant growth regulators

栽培环境 Cultivation environment	树龄 Tree age	处理方法 Method	地区 Region	参考文献 Reference	备注 Comment
避雨栽培 Shelter from rain	5年生	盛花期25 mg/L GA <sub>3</sub> ,花后12 d用50 mg/L GA <sub>3</sub> +5 mg/L CPPU	辽宁兴城	4	
避雨栽培 Shelter from rain	3年生	盛花期50 mg/L GA <sub>3</sub> +10 mg/L CPPU,花后14 d 50 mg/L GA <sub>3</sub> +2 mg/L CPPU	江苏南京	5	
避雨栽培 Shelter from rain	4年生	盛花末期使用25 mg/L GA <sub>3</sub> ,10天后使用50 mg/L GA <sub>3</sub>	上海	6	
避雨栽培 Shelter from rain	5年生	盛花期使用20 mg/L GA <sub>3</sub> ,谢花后11 d使用25 mg/L GA <sub>3</sub> +2.5 mg/L CPPU	广西灵川	7	
避雨栽培 Shelter from rain	3年生	盛花期使用25 mg/kg GA <sub>3</sub> +3 mg/kg CPPU,12 d后使用50 mg/kg GA <sub>3</sub>	山东泰安	8	
避雨栽培 Shelter from rain	3~4年生	盛花期使用30 mg/L的GA <sub>3</sub> ,15 d后使用20 mg/L GA <sub>3</sub> +3.5 mg/L CPPU	湖南	9	
避雨栽培 Shelter from rain	4年生	盛花期使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +1mg/L CPPU,盛化后12 d后使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +5mg/L CPPU	陕西渭南	10	
避雨栽培 Shelter from rain	2年生	盛花期使用50 mg/L GA <sub>3</sub> ,花后14 d使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +5 mg/L TDZ	江苏南京	11	增大果粒明显,但可溶性固形物含量降低
避雨栽培 Shelter from rain	5年生	盛花期使用50 mg/L GA <sub>3</sub> ,花后14 d使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +3 mg/L TDZ	江苏南京	12	
避雨栽培 Shelter from rain	2年生	盛花期使用50 mg/L GA <sub>3</sub> ,花后14 d使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +1 mg/L TDZ	上海高桥	13	
温室栽培 Green- house		盛花期和盛花后9 d各喷布25 mg/L GA <sub>3</sub>	山东泰安	14	留穗尖6 cm
田间栽培 Field		盛花期和盛花后15 d分别喷布25 mg/L GA <sub>3</sub> 、25 mg/L GA <sub>3</sub> +2mg/L 芸苔素内酯	山东泰安	14	
露天 Outdoors	4年生	盛花期使用20 mg/kg GA <sub>3</sub> ,花后12 d左右使用25 mg/kg GA <sub>3</sub>	山西太古	15	
露天 Outdoors		盛花末期使用12.5 mg/L GA <sub>3</sub> ,13天后使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +2.5 mg/L CPPU	广西桂林	16	
露天 Outdoors	3年生	盛花期使用50 mg/L GA <sub>3</sub> ,花后5 d使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +TDZ 2 mg/L,花后10 d使用50 mg/L GA <sub>3</sub> +TDZ 3mg/L	广西南宁	17	夏黑葡萄冬果
双膜覆盖 Double coverage	4年生	花后3 d使用25 mg/L GA <sub>3</sub> +20 mg/L 6-BA保果,花后10~15 d使用25 mg/L GA <sub>3</sub> +2 mg/L CPPU	四川眉山	18	花前7~10 d用5 mg/L GA <sub>3</sub> +10 mg/L 6-BA
露天栽培 Out- doors	5年生	开花结束后及果粒黄豆粒大小时使用20 mg/L GA <sub>3</sub> +3 mg/L CPPU,连续2次	陕西渭南	19	花前10 d使用4.0 mg/L GA <sub>3</sub> 拉长花序,单穗留果65粒

植物生长调节剂施用的技术要求较高,具体的药剂配方、浓度和时期需要生产者根据当地的气候条件、树体强弱等进行选择,多次试验后才能大面积推广。植物生长调节剂次数与浓度使用不当,可能会造成果粒着生紧密、变形、着色差、风味变差、不耐贮运,还可能造成药品残留,影响食品安全问题。因此,筛选适宜的生长调节剂使用浓度、次数与处理时期,可以有效地指导葡萄生产。

## 2 植物生长调节剂对夏黑葡萄果实品质的影响

**2.1 对葡萄果实外观品质的影响** 果实品质是决定果实商品价值的重要因素,果实大小、性状、色泽是果树外观品质的重要指标。大量研究表明,植物生长调节剂处理可以改善葡萄果实外观品质,显著增加果穗质量、单果质量和果实纵横径<sup>[4-5,17]</sup>。GA<sub>3</sub>和CPPU处理能够促进果实膨大,CPPU处理对果实纵横径的增大效果好于GA<sub>3</sub><sup>[32]</sup>。谢周<sup>[11]</sup>、李玉利<sup>[12]</sup>

等研究表明,相同浓度下 TDZ 对果粒的膨大效果比 CPPU 更好,花后 14 d 采用 GA<sub>3</sub> 结合高浓度 TDZ 的处理,葡萄单粒最重,果实纵横径也最大。

果实色泽是受消费者关注的重要指标。果实着色状况取决于花色素苷含量<sup>[33]</sup>。GA<sub>3</sub> 处理使果皮花青素含量上升<sup>[32,34]</sup>,这是由于 GA<sub>3</sub> 促进了果实的成熟,从而促进了色素的合成。李玉利等<sup>[12]</sup>研究表明,施用不同浓度的 CPPU 处理显著降低了果皮花青素含量,不利于果实着色,导致成熟期推迟。这是因为 CPPU 属于细胞分裂素,它可延迟叶绿素降解,延迟果皮衰老、褪绿及变色,从而延迟了色素的合成<sup>[35]</sup>。但在陈爱军<sup>[16]</sup>、于咏<sup>[19]</sup>等研究中施用不同浓度的 GA<sub>3</sub> + CPPU 均可以显著增加夏黑葡萄果皮中的总花色素含量,造成这种差异可能是进行了疏果处理,改善了夏黑葡萄果粒着生紧密的问题,有利于果实着色。因此在田间管理中还需要配合合理负载、疏花疏果等措施。低浓度 TDZ 处理有利于夏黑葡萄果实着色,谢周等<sup>[11]</sup>发现添加不同浓度 TDZ 能显著提高夏黑葡萄果实花青苷含量,但 TDZ 处理导致葡萄果实可溶性固形物含量降低。总之,植物生长调节剂与花色素苷的合成密切相关。

植物生长调节剂对葡萄果实外观品质的影响,除了对果粒大小、果实着色的影响外,还包括对果穗、果柄、穗轴等的影响。GA<sub>3</sub>、CPPU 会增加穗柄直径、果柄直径、果蒂直径,甚至出现裂果现象<sup>[32]</sup>,在王宝亮<sup>[4]</sup>、周咏梅<sup>[17]</sup>等研究结果中果柄没有显著的变粗变硬,这可能与处理的药剂浓度、处理方式有关。

**2.2 对葡萄果实内在品质的影响** 果实的可溶性固形物含量、酸含量、Vc 含量等也是决定果实品质的重要指标。大量研究表明,植物生长调节剂处理后能够增加果实可溶性固形物含量<sup>[32,36]</sup>。这可能是果实生长发育早期使用生长调节剂能在不同程度上促进果实的糖积累;后期由于对内源脱落酸激素的调节,也可以提高果实的含糖量<sup>[32]</sup>。但过量使用植物生长调节剂反而会导致果实含糖量下降,另外,较高浓度的膨大剂及处理时间较迟会延缓果实衰老,推迟成熟,使果实可溶性固形物含量下降<sup>[4-5]</sup>。王宝亮<sup>[4]</sup>等研究表明,GA<sub>3</sub> 和 CPPU 处理降低了可溶性固形物含量,增加了可滴定酸含量,对果品的内在品质和口感有一定影响。但也有研究表明没有显著降低可溶性固形物含量,下降程度不明显<sup>[16]</sup>,对果品的内在品质和口感影响不大。植物生长调节剂处理后果实可溶性固形物含量变化上的差异,可能是因为 2 种植物生长调节剂不利于干物质的积累所致<sup>[37]</sup>,又或许是因果粒膨大引起的稀释作用所致<sup>[38]</sup>,此外,也可能与树势有关<sup>[19]</sup>。

使用 CPPU 和 GA<sub>3</sub> 有降低果实含酸量水平的作用<sup>[18,34]</sup>,这可能是外源激素能促进葡萄浆果体积的增大,从而起到稀释作用,另外,酸的降解参与了糖的代谢,外源激素对葡萄果实糖代谢和成熟有调控作用,促进有机酸向糖的转化,降低了可滴定酸含量<sup>[39]</sup>。但也有不同的结论,如张静等<sup>[5]</sup>的研究中某些处理使果实中可滴定酸含量有所增加,这可能与使

用浓度、使用时期以及品种等因素有关。

果实香气也是重要的品质指标,挥发性物质种类繁多,葡萄的香气成分中含有苯甲醇、苯乙醇、香草醛及其衍生物等挥发性分类物质<sup>[40]</sup>。GA<sub>3</sub> 和 CPPU 对夏黑葡萄中的挥发性物质含量产生影响,对酯类物质和萜烯类物质含量影响较大,酯类物质增加,醇类物质减少,萜烯类物质减少<sup>[41]</sup>。醛类物质是主要的香气物质,植物生长调节剂处理降低了醛类香气物质的含量,但盛花后 25 mg/L GA<sub>3</sub> 较大幅度地提高了醇类香气组分的含量<sup>[14]</sup>。经过生长调节剂处理的果实出现气味的变化甚至异味,是因为挥发性物质的含量及组成比例发生变化,进而引起感官上的不适。

**2.3 对 GA<sub>3</sub> 和 CPPU 残留的影响** 合理、适量施用植物生长调节剂会随着植株的生长发育逐渐消解。侯玉茹等<sup>[32]</sup>研究表明,喷施 25 mg/L GA<sub>3</sub>,果实成熟期时 GA<sub>3</sub> 残留量为 0.104 mg/kg,未超过美国、日本的最高残留限量标准(0.2 mg/kg)。10 mg/L CPPU 处理 15 d 时消解率达到 90%。在果实成熟期 CPPU 残留量均为零。通过食物链转移到人体内的机会就大大减少,不会危及人民的生命健康。但在利益驱动下,盲目追求大果,生产中仍然存在生长调节剂滥用的现象。张娜<sup>[41]</sup>研究结果表明,喷施 2 次 10 mg/L CPPU 处理(生产中果农常用浓度及次数)的夏黑样品中能够检测出 CPPU 残留量,因此在生产上使用时,应当严格控制使用时间、次数和浓度,尽量控制使用浓度在以下。

### 3 栽培技术

葡萄生长发育受到光照、温度等多因素的影响,在夏黑葡萄生产中,为获得优质葡萄,不但要重视植物生长调节剂的合理使用,也要注意加强科学肥水管理、花穗修剪、合理负载等配套栽培措施紧密结合。

要求树势较强,枝条生长整齐,花序大小一致,便于操作。花序开放不一致,就需要分批操作,增加了劳动强度。另外还需根据树体长势合理负载、花穗整形和疏粒。由于花穗穗尖开花整齐,座果均匀稳定,建议采取留穗尖的花穗整形方式,花穗整形时期为花前 1 周至初花期。由于处理后座果提高,果粒数太多,一般需在果粒黄豆大小时疏去。

### 4 小结

植物生长调节剂虽然可以起到增加产量、改善品质等积极作用,但在使用过程中,仍存在盲目用药、使用时期不当、药剂配制方法错误等问题,食品安全性令人堪忧。随着安全、优质、高档葡萄需求目标的提出,在今后的生产过程中应引起足够重视。在葡萄主产区推广提升果品质量,减少植物激素的使用等理念,还需要深入研究生长调节剂与花穗整形技术结合的研究与应用,加强规范植物生长调节剂安全使用技术。

### 参考文献

- [1] 石雪晖,甘霖,杨国顺,等. 优无核等 20 个葡萄品种引种初报[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(6):487-491.
- [2] 徐卫东. 极早熟三倍体无核葡萄新品种夏黑及其栽培[J]. 中国南方果树,2003,32(6):49-50.
- [3] 张克坤,程传云,徐卫东,等. 夏黑葡萄在中国的发展历程与展望[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2017(6):57-59,65.

- [4] 王宝亮, 王海波, 王孝娣, 等. 植物生长调节剂对夏黑葡萄果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2013(2): 35-37.
- [5] 张静, 任俊鹏, 杨庆文, 等. CPPU 对夏黑葡萄果实生长的影响[J]. 中国南方果树, 2013, 42(2): 22-25, 29.
- [6] 奚晓军, 蒋爱丽, 田益华, 等. 不同植物生长调节剂在‘夏黑’葡萄上的应用研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(31): 210-213.
- [7] 刘建玉, 侯合有. 不同植物生长调节剂对夏黑葡萄品质的影响[J]. 落叶果树, 2014, 46(5): 8-9.
- [8] 韩真, 李秀杰, 翟衡, 等. 生长调节剂处理对夏黑葡萄果实品质的影响[J]. 江西农业学报, 2016, 26(11): 40-42.
- [9] 廖森玲, 陈文婷, 白描, 等. ‘夏黑’葡萄果实膨大研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(19): 62-66.
- [10] 李蕊, 白青, 王录俊, 等. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 处理对夏黑葡萄果实品质的影响[J]. 中国果菜, 2018, 28(1): 22-26.
- [11] 谢周, 程媛媛, 李小红, 等. TDZ 对夏黑葡萄果实生长与品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2009(3): 188-190.
- [12] 任俊鹏, 李小红, 宋新新, 等. GA<sub>3</sub> 和 TDZ 对夏黑葡萄果实生长及品质的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(9): 21-25.
- [13] 李玉利, 杨忠兴, 仇璇, 等. CPPU、TDZ 对上海夏黑葡萄果实生长与品质的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(4): 88-90.
- [14] 郭淑华, 张淑辉, 刘佰霖, 等. 不同植物生长调节剂组合对夏黑葡萄品质的影响[J]. 落叶果树, 2016, 48(4): 6-9.
- [15] 王敏, 任瑞, 赵焯峰, 等. GA<sub>3</sub> 处理对夏黑葡萄果穗生长与果实品质的影响[J]. 山西果树, 2016(2): 12-13, 14.
- [16] 陈爱军, 白先进, 何建军, 等. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 在广西桂林夏黑葡萄上的应用[J]. 中国果树, 2013(4): 38-40.
- [17] 周咏梅, 林玲, 黄羽, 等. 植物生长调节剂对夏黑葡萄冬果膨大及品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2014(1): 42-44.
- [18] 吴小华, 吕秀兰, 王进, 等. 不同生长调节剂配方对夏黑葡萄果实经济性状的影响[J]. 中国南方果树, 2012, 41(3): 50-54.
- [19] 于咏, 孟江飞, 惠竹梅, 等. GA<sub>3</sub>+CPPU 结合疏果处理对“夏黑”葡萄果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2016(23): 33-39.
- [20] ZHANG C X, WHITTING M D. Improving ‘bing’ sweet cherry fruit quality with plant growth regulators[J]. Scientia horticulturae, 2010, 127(3): 341-346.
- [21] PARK S M. Effect of plant growth regulators on growth and quality of fruits in triploid hybrid grapes[J]. Korean journal of horticultural science and technology, 2010, 28(1): 1-7.
- [22] STRINGER S J, MARSHALL D A, SAMPSON B J. Response of muscadine grape (*Vitis rotundifolia* Michx) to the growth regulators CPPU and gibberellic acid[J]. HortScience, 2003, 38(5): 698-699.
- [23] HE J, YU S L, MA. Effects of plant growth regulator on endogenous hormone levels during the period of the Red Globe growth [J]. Journal of agricultural science, 2009, 1(6): 92-100.
- [24] 杨生琳. 新型高效植物生长调节剂——氯吡啶的应用技术[J]. 农业科技与信息, 2009(19): 46.
- [25] 王央杰, 李三玉, 王向阳. CPPU 对巨峰葡萄果粒肥大和内源激素水平的影响[J]. 园艺学报, 1997, 24(1): 84-86.
- [26] MITCHAM E J, McDONALD R E. Changes in grapefruit flavedo cell wall noncellulosic neutral sugar composition[J]. Photochemistry, 1993, 34(5): 1235-1239.
- [27] 刘承德, 成磊. 新型植物生长调节剂噻苯隆机理作用及应用[J]. 新疆农垦科技, 2011(2): 63-64.
- [28] GANAGE N, NAKANSHI T. *In vitro* shoot regeneration from leaf tissue of apple (cultiva “orine”); High shoot proliferation using carry over effect of TDZ[J]. Acta Hort, 2000, 520: 291-299.
- [29] 徐晓峰, 黄学林. TDZ: 一种有效的植物生长调节剂[J]. 植物学通报, 2003, 20(2): 227-237.
- [30] 章春泉, 罗君琴, 郑益清. 最新激素 TDZ 在葡萄上应用效果初报[J]. 浙江柑橘, 1998, 15(3): 32, 27.
- [31] 牛锐敏, 许泽华, 陈卫平, 等. 植物生长调节剂对“夏黑”和“丽红宝”葡萄品质的影响[J]. 北方园艺, 2015(18): 55-57.
- [32] 侯玉茹, 王宝刚, 冯晓元, 等. CPPU 和 GA<sub>3</sub> 在葡萄中的残留动态及对果实品质的影响[J]. 果树学报, 2012, 29(1): 36-41.
- [33] 于海涛, 霍俊伟, 吕其涛, 等. 植物激素对果实花青苷合成的影响[J]. 北方园艺, 2003(4): 56-57.
- [34] 董秋洪, 杨天仪, 施莉莉, 等. 三种膨大剂对京玉葡萄果粒膨大及其品质的影响[J]. 中国南方果树, 2004, 33(1): 54-56.
- [35] 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.
- [36] 施莉莉, 董秋洪, 王世平. 链霉素在葡萄果粒中的残留分析及膨大剂的处理效果[J]. 植物学通报, 2004, 21(4): 437-443.
- [37] 张立恒, 高秀岩, 潘凤荣, 等. 赤霉素与氯吡啶对“早霞玫瑰”葡萄无核化及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(14): 25-27.
- [38] 张有富, 岳生亮, 张禧仁, 等. 不同生长调节剂处理对“红地球”葡萄品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(1): 35-37.
- [39] DESPLATS P, FOLCO E, SALERNO G L. Sucrose may play an additional role to that of an osmolyte in *Synechocystis* sp. PCC6803 salt-shocked cells[J]. Plant physiology and biochemistry, 2005, 43(2): 133-138.
- [40] BUREAU S M, RAZUNGLAS A J, BAUMES R L. The aroma of Muscat of Frontignan grapes: Effect of the light environment of vine or bunch on volatiles and glycoconjugates[J]. Sci Food Agric, 2000, 80(14): 2012-2020.
- [41] 张娜. 几种化学制剂对葡萄果实品质的影响及残留分析[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.

(上接第 123 页)

## 参考文献

- [1] 杨彬, 郭艳秋, 康静. 杨树扦插地膜覆盖育苗试验[J]. 中国林副特产, 2003(3): 47.
- [2] 王洪友. 杨树地膜覆盖育苗技术试验[J]. 现代农业科技, 2008(18): 29, 31.
- [3] 孙桂艳. 杨树地膜扦插育苗技术[J]. 国土绿化, 2007(6): 40.
- [4] 于雷. 杨树不同无性系苗期生长特性研究[J]. 甘肃林业科技, 2015, 40(3): 30-32, 35.
- [5] 范丽. 杨树杂交硬枝扦插技术要点[J]. 内蒙古林业, 2015(3): 27.
- [6] 杜敏晴, 刘守江, 刘刚才. 不覆膜和覆膜下滴灌土壤水分时空动态规律的研究[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(17): 67-68, 70.
- [7] 薛华, 李军, 叶中亚, 等. 丹江杨等 6 个南方型杨树无性系物候期观察研究[J]. 湖北林业科技, 2009(6): 5-8.
- [8] 于雷. 三种除草剂对杨树幼苗生长效应的影响分析[J]. 湖南生态科学学报, 2017, 4(4): 40-44.
- [9] 李长照, 刘庆华, 仲爽. 玉米膜下滴灌土层增温效果的研究[J]. 东北农
- 业大学学报, 2009, 40(10): 49-51.
- [10] 于琳, 李艳杰, 纪武鹏. 栽培方式对玉米农艺性状及产量的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(4): 101-103.
- [11] 田建全, 王连芬, 李国斌, 等. 花生制种田大垄双行覆膜栽培技术[J]. 天津农林科技, 2014(6): 17-18.
- [12] 梁淑敏, 张磊, 和生鼎, 等. 滇西北马铃薯不同栽培模式下产量及经济效益分析[J]. 作物杂志, 2017(6): 79-83.
- [13] 孙成立, 张淑兰, 郝奎, 等. 甜菜大垄双行覆膜品种对比试验[J]. 中国糖料, 2012(2): 25-26.
- [14] 李军, 黄天勇, 张兴虎, 等. 杨树覆膜扦插育苗试验研究[J]. 湖北林业科技, 2013(3): 14-16.
- [15] 刘桂英. 杨树覆膜扦插试验初报[J]. 农业科技与信息, 2015(7): 78-79.
- [16] 吴永良. 杨树大垄双行地膜覆盖育苗技术[J]. 防护林科技, 2018(2): 89-90.
- [17] 庞忠义. 新林 1 号杨大垄双行覆膜育苗技术操作规范[J]. 防护林科技, 2018(7): 93, 95.