

顾克余,周蓓蓓,宋长年,等. 植物生长调节剂及其在葡萄生产上的应用综述[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):13-16.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.004

植物生长调节剂及其在葡萄生产上的应用综述

顾克余¹,周蓓蓓³,宋长年²,胡鑫²,房经贵²

(1. 江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002; 2. 南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095;

3. 江苏省农业科学院人事处,江苏南京 210014)

摘要:简要介绍了包括生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、乙烯类、脱落酸等不同种类的植物生长调节剂的性质及作用机制。阐述了目前生产上植物生长调节剂在葡萄上的应用范围和方法,提出了植物生长调节剂在葡萄生产应用上存在的问题。

关键词:植物生长调节剂;葡萄;作用机制

中图分类号:S663.104 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)07-0013-04

植物生长调节剂是指由人工合成、人工提取或生物发酵而成,具有内源植物激素相似的生理活性或能影响内源激素合成、运输、代谢或生理作用的外源活性物质。目前,国内外已经生产的植物生长调节剂有 100 种以上,其中重要的有 30~40 种^[1]。植物生长调节剂因具有显著、高效的调节效应,已被广泛地应用于大田作物、果树、林木、蔬菜等的生产上,并取得了显著的经济效益,对促进农业生产起了一定的作用。

葡萄是应用植物生长调节剂较广泛的作物之一。植物生长调节剂在葡萄的无核化、促进生根、控制生长、保花保果、增加产量、提高浆果品种、延长或打破休眠、防止或促进脱落,提高抗性、组织培养和防除杂草等方面,都发挥着重要的作用^[2]。目前,在葡萄生产中的应用主要偏重于对葡萄营养器官和生殖器官的调控上,有些应用技术不太成熟,还需进一步

完善。

1 植物生长调节剂种类、性质及作用机制

1.1 生长素类

生长素最早由荷兰人温特(F. W. Went)于 1928 年发现,1934 年荷兰人柯葛(F. Kgl)等从人尿中分离出吲哚乙酸(indole acetic acid, IAA),这是第一个被发现的植物内源激素,也是第一种植物生长调节剂。生长素最明显的生理功能就是促进细胞的伸长生长。

1.1.1 萘乙酸(NAA) 萘乙酸可经植物的根、茎、叶吸收,然后传导到作用部位。其生理作用和作用机制类似于内源吲哚乙酸:能刺激细胞分裂和组织分化,促进子房膨大,诱导单性结实,形成无籽果实,促进开花。低浓度抑制纤维素酶的合成,促进植物生长发育,防止落花落果落叶,高浓度会引起内源乙烯的大量生成,促进离层形成,可用于疏花疏果和催熟增产。萘乙酸可诱发枝条不定根的形成,加速树木的扦插生根,还可提高某些作物的抗旱、抗寒、抗涝及抗盐碱的能力。100 mg/L NAA 可有效增加葡萄根量和促进新根生长,促进根皮内蛋白质水解,新根内蛋白质含量增加,高质量浓度的 NAA(800 mg/L)诱使葡萄根系皮层异常生长,表现为皮层组

收稿日期:2014-07-09

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(12)3005]。

作者简介:顾克余(1969—),男,江苏盐城人,副研究员,主要从事果树栽培、育种技术研究。E-mail: ycgkyu@163.com。

通信作者:宋长年,博士,讲师,主要从事葡萄基因组学和逆境生物学、果树栽培技术研究与应用推广。E-mail: songchangnian@njau.edu.cn。

[57] 房丽君,徐海根,关建玲. 欧洲蝴蝶监测的历史、现状与我国的发展对策[J]. 应用生态学报,2013,24(9):2691-2698.

[58] 杨芳,贺达汉. 生境破碎化对植物-昆虫及昆虫之间相互关系的影响[J]. 昆虫知识,2007,44(5):642-646.

[59] Powell A H, Powell G N. Population dynamics of male euglossine bees in amazonian forest fragments[J]. Biotropica, 1987, 19(2): 176-179.

[60] 班玮. 德国汉堡机场利用蜜蜂“侦探”监测空气质量[EB/OL]. [2015-05-27]. http://news.xinhuanet.com/world/2009-05/06/content_11320980.htm.

[61] Schindler M, Diestelhorst O, Härtel S, et al. Monitoring agricultural ecosystem by using wild bees as environment indicators[J]. Bio Risk, 2013(8):53-71.

[62] Brittain C, Bommarco R, Vighi M, et al. The impact of an insecticide on insect flower visitation and pollination in an agricultural landscape

[J]. Agricultural and Forest Entomology, 2010, 12(3):259-266.

[63] Garibaldi L A, Steffan-Dewenter I, Kremen C, et al. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits[J]. Ecology Letters, 2011, 14(10):1062-1072.

[64] 熊谱成. 昆虫资源用之不竭[J]. 科学世界, 1994(4):39-40.

[65] Formicki G, Gren A, Stawarz R, et al. Metal content in honey, propolis, wax, and bee pollen and implications for metal pollution monitoring[J]. Polish Journal of Environmental Studies, 2013, 22(1):99-106.

[66] 吴黎明,薛晓锋,刘海民,等. 环境污染生物指示器:蜜源植物-蜜蜂-蜂产品体系[J]. 中国蜂业, 2011, 62(7):35-36, 44.

[67] 肖宜安,张斯斯,闫小红,等. 全球气候变暖影响植物-传粉者网络的研究进展[J]. 生态学报, 2015, 35(12):1-13.

组织软肿胀,含水量显著增加,离子外渗显著增多,组织液质量浓度明显降低^[3]。

1.1.2 吲哚乙酸(IAA) 吲哚乙酸有维持植物顶端优势、诱导同化物质(产品)在植物体内运输、促进坐果、促进植物插条生根、促进种子萌发、促进果实成熟及形成无籽果实等作用,还具有促进嫁接伤口愈合的作用。其作用机制是促进细胞的分裂、伸长、扩大,诱发组织的分化,促进 RNA 合成,提高细胞膜透性,使细胞壁松弛,加快原生质的流动。低浓度吲哚乙酸与赤霉素、激动素协同促进植物的生长发育,高浓度则可诱导内源乙烯的生成,促进其成熟和衰老。

1.1.3 吲哚丁酸(IBA) 吲哚丁酸可经由植株的根、茎、叶、果吸收,但移动性很小,不易被吲哚乙酸酶分解,生物活性持续时间较长^[4]。其生理作用类似内源生长素:刺激细胞分裂和组织分化、诱导单性结实、形成无籽果实、诱发形成不定根、促进扦插生根等。

1.1.4 2,4-D 2,4-D 具生长素作用,有低浓度促进、高浓度抑制的效果,使用后能被植物各个部位(根、茎、叶、花、果)吸收,并通过输导系统运送到各个生长旺盛的幼嫩部位,可促进同化产物向幼嫩部位转运,促进细胞伸长、果实膨大、根系生长,防止离层形成,维持顶端优势,并能诱导单性结实。高浓度抑制植物生长,甚至杀死植物(双子叶植物),可作为除草剂。

1.2 赤霉素类

赤霉素类是植物界的重要激素,到目前为止,在微生物和高等植物中已发现内源赤霉素类物质有 100 多种,其典型生理作用是显著地促进植物茎节的伸长生长,并在从种子萌发到开花结果等植物的各种生理现象中扮演重要角色。

赤霉素(GA₃)是促进植物生长发育重要的内源激素之一。GA₃在萌发的种子、幼芽、生长着的叶、盛开的花、雄蕊、花粉粒、果实及根中合成^[5]。外源具有与内源赤霉素相同的多种生理作用,如改变某些作物雌雄花的比例,诱导单性结实,加速某些植物果实生长,促进坐果;打破种子休眠,提早种子发芽,加快茎的伸长生长及有些植物的抽薹;扩大叶面积,加快幼枝生长,有利于代谢物在韧皮部积累,活化形成层;抑制成熟和衰老、侧芽休眠及块茎的形成^[6-7]。

赤霉素浓度 50 mg/L 处理芸苔皇后葡萄无核率高,果实增重明显,为最适处理浓度,初花期使用赤霉素无核率高,无核果率随处理时间向后推移而有降低的趋势。

1.3 细胞分裂素类

生产上常用的细胞分裂素类植物生长调节剂主要包括 6-BA、玉米素、激动素、氯吡脲、噻苯隆等。

1.3.1 6-BA 6-BA 具有较高的细胞分裂素活性,主要用于促进植物细胞分裂,常用于组织培养中,与一定比例的生长素配合,以促进愈伤组织细胞分裂、增大与伸长,诱导组织(形成层)的分化和器官(根和芽)的分化^[8]。6-BA 可抑制细胞内核酸与蛋白质的分解,使细胞结构保持完整,在生产实践中可以延缓花卉与果实衰老,防止离层形成,提高坐果率^[9-10]。6-BA 可调节叶片气孔开放与光合作用,有助于延长叶片的同化能力与叶片寿命,有利于产品保鲜。还可以诱导块茎形成,打破顶端优势,促进侧芽萌发和生长。

1.3.2 玉米素(ZT) 玉米素是一种植物体内天然存在的细

胞分裂素,生产中使用的外源玉米素属生物源植物生长调节剂。它能促进植物细胞分裂,阻止叶绿素和蛋白质降解,减慢呼吸作用,保持细胞活力,延缓植株衰老。

1.3.3 激动素(KT) 激动素可以被作物的茎、叶和发芽的种子吸收,在植物体内移动缓慢。激动素主要促进细胞分裂和组织分化,延缓蛋白质和叶绿素降解,有保鲜和防腐作用,可延缓离层形成,增加坐果;解除顶端优势;促进种子发芽、打破侧芽休眠,调节营养物质的运输,促进结实,诱导花芽分化,调节叶片气孔开张等。

1.4 乙烯类

生产中常用的乙烯类植物生产调节剂主要是乙烯利,此外,吡啶酯、乙烯硅也具有乙烯利的作用。

乙烯利被植物吸收后,能在根、茎、叶、花、莢和果实中释放出乙烯,产生内源激素乙烯所引起的生理功能,如可增进植物汁液分泌,加速果实成熟以及叶片、果实的脱落,矮化植株以及改变雌雄花比例,诱导某些作物雄性不育。在植物体内,乙烯利不仅自身能释放出乙烯,还能诱导植株产生乙烯。

1.5 脱落酸(ABA)

脱落酸在植物体内天然存在,外源脱落酸一般通过发酵制得,属生物源广谱植物生长调节剂,它不但可以引起芽休眠、叶片脱落、抑制生长、提高抗逆性,还可以促进作物生长和果实增大^[11-12]。

1.6 生长抑制剂和生长延缓剂

1.6.1 矮壮素(CCC) 矮壮素可经由植株的叶、嫩枝、芽和根系吸收,然后转移到起作用的部位,主要作用是抑制赤霉素的生物合成。它的生理作用是抑制植株的营养生长,促进植株的生殖生长,使植株的节间缩短、矮壮、抗倒伏,促进叶片颜色加深,光合作用加强,提高植株的坐果率、抗旱性、抗寒性和抗盐碱的能力。

1.6.2 助壮素 助壮素为抑制性吡啶类植物生长调节剂,可经由植物的根、嫩枝、叶片吸收,在植物体内容易传导运输,可抑制植物体内赤霉素的生物合成。从而抑制植物细胞伸长生长,减弱顶端优势;控制营养生长,缩短节间,矮化植株,促使株型紧凑;提高叶绿素含量,提高光合效率;提高细胞膜的稳定性,增强植株的抗逆性。

1.6.3 多效唑(PP₃₃₃) 多效唑可经由植物的根、茎、叶吸收,然后经木质部传导到幼嫩的分生组织部位,抑制赤霉素的生物合成。多效唑在植物体内移动性较慢,有一定的“呆滞期”。可延缓植物细胞分裂和伸长,抑制营养生长,使植株节间缩短,茎秆粗壮,叶片增厚,叶色浓绿,侧枝增多,根系发达。通常不影响开花。多效唑能增加植物细胞膜的稳定性,提高植物的抗逆性。

2 植物生长调节剂在葡萄生产中的作用

2.1 促进扦插生根,提高成活率

目前,生产中葡萄的繁殖大多采用硬枝扦插、压条、嫁接等方法,不同扦插方法都广泛地应用植物生长调节剂进行处理,以提高成活率。

2.1.1 在葡萄扦插生根方面的作用 在无性扦插中主要应用吲哚丁酸(IBA)、吲哚乙酸(IAA)、萘乙酰胺等促进生根,提高繁殖率。IBA 在葡萄枝内运转性较差,且其活性不易被

破坏,在处理部位附近可以长时间保持活性,产生的根也比较强壮。萘乙酸(NAA)及其钠盐,浓度较高时,对愈伤组织的产生和芽的萌发有抑制作用^[13]。IAA 在植物体内易被酶分解而降低其活性,也易被光破坏。IBA 和 NAA 等量混用或依一定比例混用,生根效果比单用的好^[14]。

2.1.2 在葡萄压条繁殖方面的作用 葡萄地面压条时,在特殊情况下,当嫩梢已长到一定高度进行压土前,可在其基部涂较高浓度的吲哚丁酸、吲哚乙酸、萘乙酸等调节剂;也可同时在压条母枝上环割,调节剂涂于割口;也有经茎叶吸收,通过韧皮部向下运输至嫩梢的基部,促其发根。在葡萄嫁接时可将其砧木的基部放在适当的 NAA 溶液中浸泡,成活率可提高 10%~20%^[15]。

2.1.3 在提高葡萄定植成活率方面的作用 在葡萄苗旺盛生长期前喷矮壮素或甲哌隆,可以促进根系发达,提高苗木质量;在绿苗移植或定植前,喷矮壮素或甲哌隆,能够促进根系生长,提高成活率;葡萄大树移栽时,将根在含有吲哚丁酸或萘乙酸的泥浆中浸蘸,可促进其长出新根,提高移栽成活率,并能较快地恢复地下部与地上部的平衡。

2.2 打破休眠

葡萄芽休眠的开始和终止,除环境因素外,主要是内部促进物质(生长素、赤霉素、细胞分裂素)和抑制物质(主要是脱落酸)相互作用的结果。利用植物生长调节剂可以打破葡萄芽的休眠,较有效的主要有赤霉素类(GA₃)和细胞分裂素类。

相关报道认为,赤霉素对叶芽萌发的效果优于花芽,这可能与花芽与叶芽的需冷量不同有关,常用浓度为 50~100 mg/L。细胞分裂素类的 6-BA 常用浓度为 50~100 mg/L;50 mg/L 的噻苯隆(TDZ)与 1.5% 单氰胺混用提高萌芽率的效果最好。休眠的葡萄种子,用高浓度(8 000 mg/L)的 GA₃ 浸泡 20 h,可打破休眠。

2.3 控制新梢生长,提高坐果率

生长过旺的葡萄,体内激素平衡状况和营养分配不利于生殖器官的发育和坐果^[16-17]。使用抑制生长和延缓生长类的植物生长调节剂可以起到抑制或延缓植物体内生长素或赤霉素的生物合成的作用^[18]。叶片吸收后,向各部位运输,控制营养生长,防止徒长,提高坐果率和果品质量。

大量研究表明,矮壮素可抑制枝条营养生长,在 250~10 000 mg/L 浓度范围内,随浓度的提高抑制作用加大^[19]。一般花前喷可以提高坐果率,增加穗重,但果粒小、品质差。喷多效唑 100~300 倍液对葡萄新梢伸长有明显抑制作用。在葡萄豌豆粒大时,用 300 mg/L 萘乙酸浸蘸果粒,可提高坐果率。用萘乙酸 10 000~20 000 倍液于采前喷洒或浸果穗 1~2 次(间隔 1 周左右),可防止葡萄落果。花前 5 d 至始花期,用 60 mg/L GA₃ 浸蘸果穗,可明显提高葡萄坐果率,在盛花期 11~14 d 以及盛花后 10 d 分别用 100~150 mg/L GA₃、100 mg/L GA₃ 浸蘸果穗 2 次,可防止落花落果。

2.4 提高果实品质

2.4.1 增大果粒 在葡萄生理落果后和幼果迅速膨大期,用 GA₃、KT-30S 处理能显著增大果实,提高商品价值,并明显提高果穗的紧密度^[20]。研究表明,用 25 mg/L GA₃ 处理巨峰葡萄果实,果实的纵横径、干鲜质量均明显高于对照,细胞数目、细胞体积均显著增加。而在巨峰葡萄盛花后 13 d,用

10 mg/L KT-30S 浸渍果穗,其果粒的纵径和横径,从盛花后 15 d 到采收均明显大于对照,经处理的果实干质量、鲜质量在盛花后 20 d 明显高于对照。但浓度超过一定的水平后,继续增大作用有限而且副作用显著增多。

2.4.2 调节葡萄着色和提高果实含糖量 葡萄果实色泽是最重要的感官品质指标之一。对于红色和黑色葡萄来说,果实着色面积和着色程度是判断成熟度及品质的重要因素,酿造和加工葡萄的色素含量直接影响葡萄酒和葡萄汁的色泽与质量。在巨峰葡萄果实充分软化、部分果粒稍转红色时施用葡萄着色增糖剂,喷施后 3~4 d 果穗开始着色,6~7 d 果穗全部转变成紫色、红色或紫黑色,含糖量比对照增加 10%,并提早成熟 5~7 d^[17]。主要方法是重点喷施果穗,浓度以 150~300 倍液为宜。ABA 和乙烯利都能提高葡萄果实的糖酸比,作用原理是使果实含酸量降低,而不是含糖量的提高^[21-22]。

2.4.3 调节葡萄果实成熟 在果实开始上色时,用 300~700 mg/L 乙烯利喷布或蘸果穗,可提前成熟 4~11 d。但乙烯利有使果实和叶片脱落的副作用,若在处理过程中加入 10~20 mg/L NAA 或 10~15 mg/L 2,4,5-TP,可消除或减轻脱落。在葡萄盛花前 7~14 d 第 1 次用 100 mg/L 赤霉素浸渍果穗,可提早开花,同时提早 10~20 d 上色。另外,将对氯苯氧乙酸钠与赤霉素混用在巨峰、先锋葡萄上,果实成熟期可提前 10~15 d。除促进葡萄成熟外,有时也可采用药剂推迟葡萄成熟期,开展延迟栽培,以延长葡萄的供应期。国外常用来延迟葡萄成熟的药剂是 ATOA(2-苯并吡啶氧基乙酸),一般在幼果生长期到成熟这一阶段用 10~20 mg/L 的药液喷布果粒,浓度越高延迟成熟期的效果越显著。

2.5 诱导葡萄形成无籽果实

日本学者研究结果表明,在有核葡萄花期前后使用赤霉素等药剂处理果穗,可以使子房受精、产生种子,从而形成无籽果实^[23-24]。目前,无核化技术主要有 2 种基本类型:一是在盛花期前 2 周用 100 mg/L GA₃ 浸蘸果穗,诱导其产生无核果,在花后 10 d 左右再重复处理 1 次使浆果膨大。这种模式是在玫瑰露葡萄上建立并迅速推广应用,以后在蓓蕾 A 上应用也获得成功。二是四倍体葡萄的先锋模式,首先处理在盛花末期,用 GA₃ 12.5~25.0 mg/L,10~15 d 后再重复处理 1 次。

3 植物生长调节剂在葡萄应用中存在的问题

植物生长调节剂在葡萄上合理应用,可以影响葡萄生长发育的各个过程,达到丰产、优质、高效的目的。但目前对植物生长调节剂的作用机制、生理学和生物学效应及彼此的平衡关系等方面,都还有许多问题有待进一步研究^[25-26]。如应用效果常因地区、气候、品种、树体状况、生育期、使用技术等不同而表现出很大差异,甚至产生相反的结果。植物生长调节剂在葡萄生产中应用。主要存在以下问题:

3.1 不重视综合栽培技术,把植物生长调节剂当成万应灵丹

植物生长调节剂不是营养物质,也不是灵丹妙药,在葡萄生产中只能起到辅助作用,不能代替施肥及其他栽培管理措施。只有在加强综合栽培技术措施的基础上使用生长调节剂,才能有效地发挥其作用^[27]。葡萄丰产、优质、高效的获得,必须以合理的土、肥、水和架面管理等综合栽培技术为

基础。

3.2 盲目使用药剂,不了解植物生长调节剂之间的复杂关系
植物生长调节剂的效应,彼此既明显不同,有的又有某些共同之处;相互之间又存在着加合、拮抗、诱发等复杂的关系。所以,为某一目的在选择 1 种或 2 种以上药剂混合或先后应用时,要首先了解其基本性质,避免用错^[28]。

3.3 使用时期选定不当

同一种植物生长调节剂在不同时期使用,不仅效应大小不同,而且可能完全无效,甚至产生相反的效果。如萘乙酸在葡萄生理落果前使用有疏果的作用,成熟期使用则有防止果粒脱落的作用。

3.4 使用浓度和次数选择不当

药剂浓度过低、用药次数少,可能不起作用或作用小,浓度过高、用药次数多,则可能产生药害。如 2,4-D、杀木磷等药剂在较低浓度时起到调节植物生长的功能,而在高浓度时则可起到除草的作用;又如噻苯隆,低浓度时可促进葡萄坐果、增大果粒,而在高浓度时可促使叶片脱落,在棉花上用作采前脱叶剂。

3.5 忽视葡萄生长状况和环境条件

葡萄品种、树势、树龄不同,植物生长调节剂的使用效果很可能不一样。使用时的气温、湿度、光照强度等,对效果也有影响。一般情况下,高温下使用浓度宜低些,低温时浓度可稍高些;夏季使用时要避免在烈日下喷施,以免光照太强药液干燥过快而不利于吸收。

3.6 药剂配制方法有误

不同植物生长调节剂配制时所用的溶剂和配制方法不同,效果也不同。同一植物生长调节剂还有不同的剂型,如酸、盐、酯和胺等类型。剂型或溶剂不同,效果也不一样。配制时和配制后的温度、光和水的酸碱度,也影响药剂的稳定性和活性。这些都须依据有关说明资料使用时加以注意^[27]。

3.7 忽视残毒问题

食品安全问题,日益受到世界各国的重视。许多国家对某些植物生长调节剂有最大残留限量的规定。不管是鲜食葡萄或葡萄干,都不能超过进口国的法定容许量。在使用植物生长调节剂时,应加以重视残留问题。

综上所述,植物生长调节剂的应用,作为调节葡萄高效生产的技术,潜力很大。但是,植物生长调节剂生理活性高,对作物刺激性强,所以不仅要求施用浓度低,而且要求应用得当,在葡萄上应用植物生长调节剂一定要本着安全、稳妥、慎重、实效、无害的原则,各方面因素综合考虑,才能达到预期的目的。植物生长调节剂对使用的葡萄品种、方法、时间、浓度等要求都很严格,使用时必须科学、谨慎,按要求操作,不可盲目跟风,更不可滥用乱用,以免造成不应有的损失。

参考文献:

- [1] 陈锦永. 国家葡萄产业技术体系育种研究室. 植物生长调节剂在葡萄生产中的应用[M]. 北京:中国农业出版社,2011:76-103.
- [2] 傅华龙,何天久,吴巧玉. 植物生长调节剂的研究与应用[J]. 生物加工过程,2008,6(4):7-12.
- [3] 项殿芳,宋金耀,吴学仁,等. 萘乙酸处理葡萄苗木根系的效应[J]. 河北职业技术师范学院学报,2003,17(2):1-5.

- [4] 章文才. 植物生长调节剂在果树上的应用[J]. 果树科学,1985(4):1-11.
- [5] 王如福,吴彩娥,范三红. 采后 GA₃ 和 2,4-D 处理对葡萄贮藏效果的影响[J]. 山西农业大学学报,2000,20(3):262-264.
- [6] 于建娜,任小林,雷 琴,等. 赤霉素处理对两种葡萄品质和贮藏生理的影响[J]. 食品科学,2013,34(2):277-281.
- [7] 王西成,王 晨,房经贵,等. 植物激素对果树单性结实调控的研究进展[J]. 植物生理学报,2012,48(7):629-636.
- [8] 李成祥,李 坤,郭印山,等. 6-BA 处理对提高香悦葡萄绿枝嫁接成活率的效果[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2011(11):20-23.
- [9] 肖年湘,郁松林,王春飞. 6-BA、玉米素对全球红葡萄果实发育过程中糖分含量和转化酶活性的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(3):227-231.
- [10] 赵 权,高 静. NAA 和 6-BA 对山葡萄果实着色及相关品质的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(30):18443-18445.
- [11] 罗晓锋. 植物生长调节剂在葡萄生产上的应用[J]. 福建果树,2007(3):32-35.
- [12] 张有林,李 华,陈锦屏,等. 应用生长调节物质控制葡萄采后果粒脱落[J]. 园艺学报,2000,27(6):396-400.
- [13] 张致玺,孙忠强,张 琰. 3 种植物生长调节剂对葡萄扦插成活率及根系的影响[J]. 甘肃农业科技,2013(8):20-21,22.
- [14] 智 顺,武新琴. 植物生长调节剂对葡萄硬枝扦插生根的影响[J]. 山西农业科学,2010,38(9):30-31,70.
- [15] 宋 文,肖景义,赵 莹,等. 植物激素萘乙酸在果树生产中的应用[J]. 特种经济动植物,2012(12):48-49.
- [16] 邱文华. 植物生长调节剂在葡萄上的应用[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2004(1):35-36.
- [17] 王素贤. 植物生长调节剂在葡萄上的应用现状[J]. 辽宁农业职业技术学院学报,2008,10(2):24-25.
- [18] 谢太理,李洪艳,刘金标. 矮壮素对一年两收巨峰葡萄新梢生长的影响[J]. 南方农业学报,2011,42(8):951-953.
- [19] 沈岳清,李世诚. 植物生长调节剂在葡萄上的应用[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2000(2):38-41.
- [20] 梁 睢,胡西单,艾尔肯,等. 赤霉素处理对无核白葡萄主要品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2013(4):34-35.
- [21] 于 森,杨成君,王 军. ABA 和乙烯利处理对京优葡萄果皮花色苷和果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2012(2):6-11.
- [22] 于 森,赵 权,王 军. 乙烯利处理对葡萄花色苷合成相关基因表达的影响[J]. 植物研究,2012,32(2):183-190.
- [23] 王立忠. 浅析植物生长调节剂在葡萄上的应用[J]. 北方果树,2009,10(5):1-3.
- [24] 吴伟民,钱亚明,赵密珍,等. 赤霉素对魏可葡萄无核果实的诱导效果及对品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010(3):38-39.
- [25] 郑先福,蹇天佑. 浅谈植物生长调节剂合理应用[J]. 农药科学与管理,2013(2):56-58.
- [26] 郑先福. 植物生长调节剂正确的解决方案[J]. 中国农资,2013(2):24.
- [27] 何 瑞,刘艾平,曹玉广. 植物生长调节剂使用中的安全问题[J]. 中国卫生监督杂志,2003,10(2):99-101.
- [28] 王小兰. 植物生长调节剂在作物生产中的安全使用[J]. 甘肃广播电视大学学报,2005,15(3):1-4.