

6-BA 对甜柿生理指标变化的影响

肖会员¹, 程新法², 范国荣³, 黄敏³, 王宗德³

(1. 江西科技师范学院生物技术系, 江西南昌 330013; 2. 婺源县林业局, 江西婺源 333200; 3. 江西农业大学园林与艺术学院, 江西南昌 330045)

摘要 [目的] 研究 6-BA 对甜柿禅寺丸果实中糖、酸含量的影响。[方法] 以甜柿禅寺丸为试材, 用浓度 100~200 mg/L 的 6-BA 于花后 10 d 喷果, 测定果实各种糖和酸的含量变化。[结果] 结果表明: 各浓度 6-BA 均提高了果实还原糖、可溶性糖、TSS 含量及固酸比; 促进了果实的淀粉降解; 对可滴定酸含量影响不大。[结论] 6-BA 处理禅寺丸果实, 增强了果实调运碳水化合物的能力。

关键词 6-BA; 禅寺丸; 碳水化合物; 生长发育; 内含物

中图分类号 S665.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)35-15339-02

Effects of 6-BA on the Changes of Sweet Persimmon Physiological Indices

XIAO Hui-yuan et al (College of Bio-technology, Jiangxi Science and Technology Normal University, Nanchang, Jiangxi 330013)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effects of 6-BA on 'Zenjimar' persimmon fruit inclusion. [Method] Concentrations of 100-200 mg/L 6-BA was used on 'Zenjimar' persimmon, and changes of its' fruit inclusion contents were measured. [Result] The results showed that, after treated with 6-BA, the content of reducing sugar, soluble sugar, TSS and TSS-acid ratio of fruit all increased. There was a reduction in the starch, and no significant effects on the content of titratable acid. [Conclusion] After treated with 6-BA, the ability of shipping carbohydrate was hanced of 'Zenjimar' persimmon.

Key words 6-BA; Zenjimar; Carbohydrate; Development; Inclusion

6-BA(6-苄基腺嘌呤)是一种人工合成的细胞分裂素,具有促进细胞分裂,诱导花芽分化,防止衰老,保绿和延长叶片寿命,促进座果及防止生理落果,改善果实品质等诸多功能^[1-6],且经济实惠。因而,国内外对 6-BA 等植物生长调节剂在果实生长发育、成熟及果实品质方面的影响研究正热。目前,国内外对苹果^[2-3]、葡萄^[4,6]、猕猴桃^[5]等水果研究较多,而对于柿树的研究较少,笔者曾研究过 6-BA 对甜柿果皮色素和果实生长发育的影响^[7-10]。该研究旨在研究 6-BA 对甜柿禅寺丸果实中糖、酸含量的影响。

1 材料与方法

1.1 试验设计 试验于 2003 年开始,试验地为江西农业大学生态果园,材料为 8 年生的不完全甜柿——禅寺丸。树种的株行距为 2.5 m×3.5 m,常规栽培管理。选有代表性的 5 株,在花后 10 d 以浓度 100(B1)、150(B2)、200 mg/L(B3)的 6-BA 喷果,对照喷清水,挂牌标记。从幼果期开始,到完全成熟,每隔 20~25 d,分别从标记树上采中等大小、无病虫害果实 10 个,用冰桶迅速带回实验室进行分析。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 淀粉含量测定。 硫酸高压水解后采用蒽酮比色法^[11]测定。

1.2.2 还原糖含量测定。 80% 乙醇提取后采用蒽酮比色法^[11]测定。

1.2.3 可溶性糖含量测定。 盐酸水解后采用斐林试剂滴定法^[11]测定。

1.2.4 可溶性固形物含量测定。 采用阿贝折射仪法测定。

1.2.5 可滴定酸含量测定。 采用酸碱滴定法^[11]测定。

2 结果与分析

2.1 6-BA 对禅寺丸果实淀粉含量的影响 由图 1 可见,禅寺丸果实的淀粉含量在果实生长期均呈下降趋势,只是在

采收前又略有一点上升。不同浓度的 6-BA 处理会不同程度地加快淀粉含量下降的进度,在花后 176 d 时,处理 B1(8.32%)与 B2(6.43%)、B3(6.07%)间在 0.05 水平有差异,处理 B3、B2 极显著低于 CK(9.46%)($P < 0.01$),其他处理之间在 0.05 水平有差异。由此可见,6-BA 使果实淀粉含量加速降解。

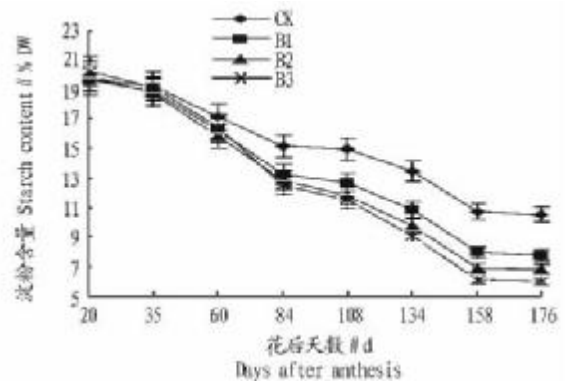


图 1 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中淀粉含量的影响

Fig. 1 Effects of 6-BA on starch content during fruit development in Zenjimar

2.2 6-BA 对禅寺丸果实还原糖含量的影响 由图 2 可见,禅寺丸果实中的还原糖在果实生长发育过程中不断积累,越是接近成熟期,其积累量越大,在果实成熟前 2 个月,其积累明显加快。不同浓度 6-BA 使禅寺丸果实还原糖含量都有不同程度的提高,在花后 176 d 时,处理 B2、B3 的还原糖含量分别为 42.33%、43.58%,极显著高于 CK(32.85%)($P < 0.01$),另外, B3 与 B1(38.99%),CK 与 B1 在 0.05 水平有差异。

2.3 6-BA 对禅寺丸果实可溶性糖含量的影响 与还原糖一样,禅寺丸果实中的可溶性糖含量一直不断积累,在果实生长发育前期积累较慢,在成熟前增长加快,而施用 6-BA 增强了这种效应(图 3)。从发育前期开始,各处理的可溶性糖含量均高于 CK,且高浓度处理比低浓度处理的影响显著。在花后 176 d 时, B2、B3 处理的可溶性糖含量分别为 43.90%、45.40%,均极显著高于 CK(34.12%)($P < 0.01$),此外, B3 与 B1(40.54%),

基金项目 江西省自然科学基金项目(39445)。

作者简介 肖会员(1975-),女,江西万载人,硕士,讲师,从事林业研究工作。*通讯作者, E-mail: fgr008@126.com。

收稿日期 2008-10-14

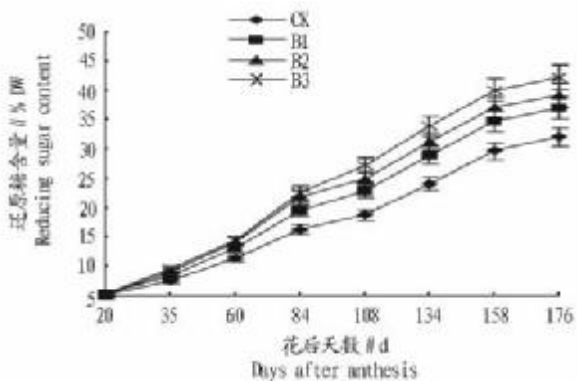


图2 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中还原糖含量的影响

Fig.2 Effects of 6-BA on reducing sugar content during fruit development in Zenjimarur

B1 与 CK 在 0.05 水平有差异。由此可见,随 6-BA 浓度的升高,可溶性糖含量升高越来越显著。

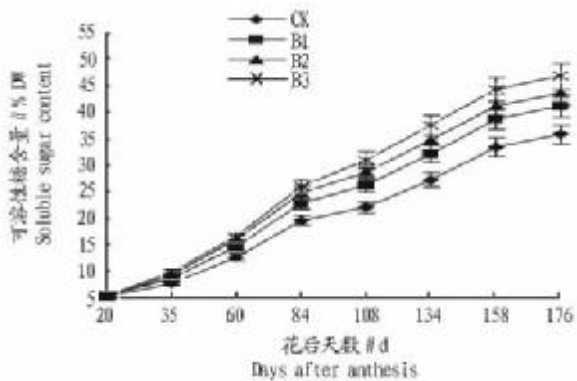


图3 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中可溶性糖含量的影响

Fig.3 Effects of 6-BA on soluble sugar content during fruit development in Zenjimarur

2.4 6-BA 对禅寺丸果实可溶性固形物 (TSS) 含量的影响 由图 4 可见,禅寺丸果实的 TSS 含量在果实生长期不断上升,尤其在成熟期前,上升最快。6-BA 浓度升高,TSS 含量有升高的趋势,在花后 176 d 时,处理 B3(17.53%)极显著高于 CK(16.04%) ($P < 0.01$)、处理 B3 与 B1(16.61%)、B2(16.97%)与 CK 均在 0.05 水平有差异,其他处理之间无显著差异。

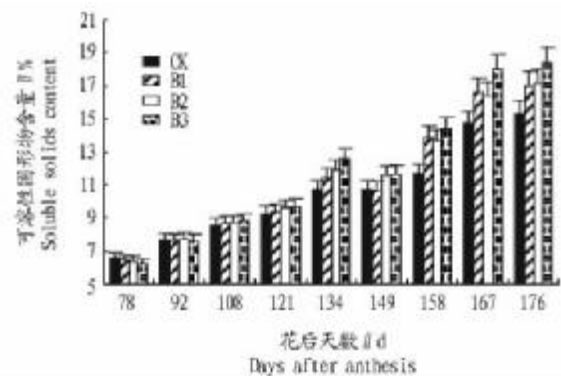


图4 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中 TSS 含量的影响

Fig.4 Effects of 6-BA on TSS content during fruit development in Zenjimarur

2.5 6-BA 对禅寺丸果实可滴定酸含量的影响 禅寺丸果实内可滴定酸含量在果实生长发育过程中不断下降,如图 5

所示。花后 108 d 之后,其可滴定酸含量保持在一个很低的水平。不同浓度 6-BA 在果实生长发育前期有提高其可滴定酸含量的趋势(但与 CK 差异不显著),后期各种浓度 6-BA 处理的可滴定酸含量与 CK 差别很小,几乎无影响。

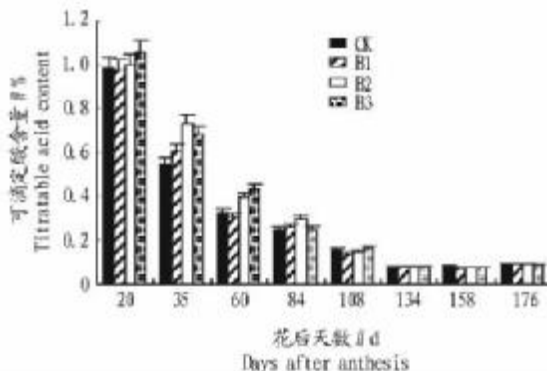


图5 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中可滴定酸含量的影响

Fig.5 Effects of 6-BA on titratable acid content during fruit development in Zenjimarur

2.6 6-BA 对禅寺丸果实固酸比的影响 由图 6 可见,禅寺丸果实的固酸比一直保持上升趋势,而 6-BA 处理在后期会提高固酸比。在花后 176 d,只有 B3 处理的固酸比为 185.23,显著高于 CK(171.35) ($P < 0.05$),其他各处理与 CK 及各处理之间在 0.05 水平无差异。

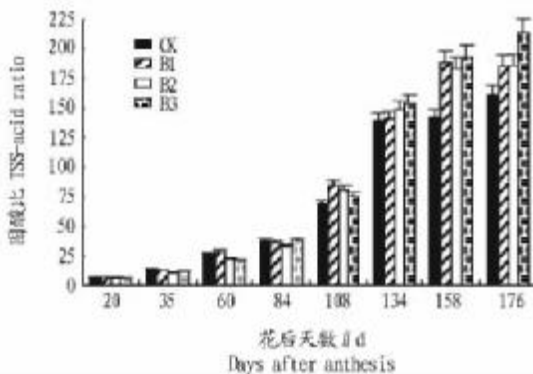


图6 6-BA 对禅寺丸果实发育过程中固酸比的影响

Fig.6 Effects of 6-BA on TSS-acid ratio during fruit development in Zenjimarur

3 结论与讨论

碳水化合物的代谢完全转向还原糖的累积并伴随蔗糖的增加和淀粉的降解。处理果实淀粉含量大幅降低表明成熟过程加快。这也可以从处理果比 CK 具有较高的 TSS 含量和较高的糖类物质得到证实。另外,6-BA 处理果的淀粉酶活性较 CK 高,促使淀粉降解成还原糖或蔗糖也得到验证。6-BA 的作用,支持果实生长发育关键时期,果实中碳元素营养不足是限制果实细胞分裂的假设。6-BA 处理果实,增强了果实调运碳水化合物的能力。6-BA 在甜柿果实成熟时延迟果皮退绿,推迟着色,这可能使细胞膨大时期延长,结合 6-BA 处理可以增强细胞分裂,从而使 6-BA 处理果的横纵径和单重显著高于对照。该作用效果与笔者用 CPPU 处理甜柿果实相似^[12-14]。至于两者对甜柿果实的作用原理有待于进一步探讨。

及幼苗对 Cu、Zn 胁迫的反应与其内源抗氧化酶系统的变化密切相关^[6]。在逆境胁迫下,植物通常会产生产高度反应性的活性氧自由基(ROS),ROS 在细胞中引起生物膜的过氧化损伤,造成叶绿体与线粒体等细胞器的功能损害,最终导致细胞凋亡。相应地,植物体内也有一套复杂的活性氧清除系统来保护植物细胞免受活性氧的损伤。活性氧清除系统包括低分子量的抗氧化剂如谷胱甘肽、脯氨酸等,以及抗氧化酶类如 POD、CAT 和 SOD 等。在重金属胁迫初期,植物体内的活性氧清除系统被激活,其产生的作用超过了活性氧对植物的损伤作用,表现为对种子萌发及幼苗生长有一个低浓度下的刺激效应^[7]。但是随着重金属浓度的增加和胁迫时间的延长,保护酶系统逐渐被抑制,抗氧化酶系统中多种酶之间的活性比不平衡,细胞内多种功能膜被破坏,表现为生理代谢紊乱,直至细胞凋亡^[8]。这与 Cu²⁺、Zn²⁺ 胁迫对小麦幼苗生长的影响相一致,说明苗长的变化是植株体内整个保护酶系统与外来重金属胁迫相抗衡的结果。

Cu²⁺ 胁迫对小麦幼苗根长的影响较种子萌发显著,这是因为重金属与植物接触时,总是最先接触到根部,根细胞壁中存在大量交换位点,能将重金属离子固定在这些位点上,从而阻止重金属离子进一步向地上部分转移^[9-10]。因此,根是植物体中最重要的络合重金属的部位,也是最易受重金属毒性影响的部位。

(3)适量的 Cu²⁺、Zn²⁺ 有利于叶绿素的形成与稳定,这是因为 Cu²⁺、Zn²⁺ 可以与叶绿体色素形成配位化合物。而高浓度的 Cu²⁺、Zn²⁺ 则能显著提高植物过氧化氢酶和愈创木酚过氧化物酶的活性,促进含氧自由基的产生,同时还能降低谷胱甘肽 S 转移酶、谷胱甘肽还原酶、抗坏血酸过氧化物酶等抗性酶的活性,使叶绿体膜脂过氧化,叶绿体内膜结构遭到破坏,叶绿素的氧化分解加快^[11]。此外,由于 Cu²⁺、Zn²⁺ 局部积累过多,与植物叶绿体中蛋白质 SH 结合或取代其中

的 Fe²⁺、Mg²⁺,致使叶绿素蛋白中心的离子组成发生变化而失活,从而使叶绿素含量降低,光合作用严重受阻^[12]。

由此可见,叶绿素含量和植物的健康状况密切相关,叶绿素含量可以作为污染胁迫、光合作用能力和植被发育状况的指示器。

参考文献

- [1] 孙桂芳,杨光德. 土壤-植物系统中锌的研究进展[J]. 华南热带农业大学学报,2002,8(2):22-30.
- [2] 吴家燕,夏增禄,巴音,等. 紫色土壤中镉铜铅砷污染对作物根系酶活性的影响[J]. 农业环境保护,1991,10(6):244-247.
- [3] 林春野. 重金属 Cu、Cd、Zn 的陆生植物毒性比较[J]. 农业环境保护,1996,15(6):266-267.
- [4] 张义贤. 重金属对大麦(*Hordeum vulgare*)毒性的研究[J]. 环境科学学报,1997,17(2):199-205.
- [5] 徐磊. 铜胁迫对小白菜生理生化指标的毒害作用[D]. 福州:福建农林大学,2003.
- [6] 方允中,李文杰. 自由基与酶(基础理论及其在生物学和医学中的应用)[M]. 北京:科学出版社,1994:73-75.
- [7] 朱云集,王晨阳,马元喜,等. 铜胁迫对小麦根系生长发育及生理特性的影响[J]. 麦类作物,1997,17(5):49-51.
- [8] 袁玲,祝莉莉,何光存. Cu²⁺、Ag⁺ 在水稻种子萌发及幼苗生长中的作用[J]. 湖北农业科学,2000(2):24.
- [9] 冯淑利,邵云,刘洋,等. Zn²⁺ 胁迫对小麦幼苗生理活性影响的研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(1):140-145.
- [10] 宋玉芳,许华夏,任丽萍,等. 重金属对西红柿种子发芽与根伸长的抑制效应[J]. 中国环境科学,2001,21(5):7-11.
- [11] 蒋明义,杨文英,徐江,等. 渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J]. 植物学报,1994,36(4):289-295.
- [12] 马成仓,洪法水. 汞对小麦种子萌发和幼苗生长作用的机制初探[J]. 植物生态学报,1998(4):372-378.
- [13] 李晓丹,耿晓伟,张晓薇. 重金属复合污染对小麦生物量的影响[J]. 辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2003,22(z2):62-63.
- [14] MA E, FU S S, ZHANG H B. Effects of excessive Mg²⁺ on the germination characteristics of crop seeds[J]. Agricultural Science & Technology, 2008,9(2):26-29.
- [15] 李军红,田胜尼,孙萌. Cu、Pb、Zn 及复合重金属对油菜种子萌发的抑制性研究[J]. 安徽农学通报,2007,13(19):69-72.
- [16] ZHAO Y C. Effects of Cu²⁺ and Cd²⁺ stress on growth and POD activity of tomato seedling[J]. Agricultural Science & Technology, 2008,9(2):106-108,125.
- [17] 林业科技,2007(10):16-17,33.
- [18] 范国荣,刘子英,李小良,等. 6-苄基腺嘌呤对甜柿次郎果实中糖、酸含量的影响[J]. 江西林业科技,2006(5):29-31.
- [19] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京:农业出版社,1992.
- [20] 范国荣,刘勇,刘善军,等. CPPU 对甜柿果实大小与果皮色素含量的影响[J]. 江西农业大学学报,2004,26(5):754-758.
- [21] 范国荣,刘勇,刘善军,等. CPPU 对次郎果实内含物的影响[J]. 江西农业大学学报,2005,27(2):221-224.
- [22] 范国荣,肖会员,刘善军,等. N-(2-氮-4 吡啶基)-N'-苯基脲(CPPU)对甜柿果实中淀粉、还原糖含量和淀粉酶活性的影响[J]. 植物生理学通讯,2006,42(3):454-456.
- [23] HU W Z, CHENG K, YAN J, et al. Effect of chemical gametocide EXP on membrane lipid peroxidation and protective enzyme activity in rapeseed (*Brassica napus*) [J]. Agricultural Science & Technology, 2008,9(4):18-20,33.
- [24] 何增明,周政华,蒋小军,等. 几种生理活性物质对柿树生理落果的控制和柿果品质的影响[J]. 特产研究,2003,25(1):36-38.
- [25] GAO J, HUANG H S, CHENG H. Quercetin promotes auxin transport in *Arabidopsis thaliana* [J]. Agricultural Science & Technology, 2008,9(2):152-153,156.
- [26] 刘毅,王进,杨浩春,等. 甜柿果实单宁和糖类物质变化规律研究[J]. 西南园艺,2005,33(1):1-3.

(上接第 15340 页)

参考文献

- [1] BUBÁN T. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review [J]. Plant Growth Regulation, 2000,32(2/3):381-390.
- [2] ED STOVER, MIKE FARGIONE. Fruit weight, cropload, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6-benzyladenine and NAA at several phenological stages [J]. Hort Science, 2001,36(6):15-19.
- [3] RONGCAI YUAN, DUANE W GREENE. 'McIntosh' apple fruit thinning by benzyladenine in relation to seed number and endogenous cytokinin levels in fruit and leaves [J]. Scientia Horticulturae, 2000,86(2):127-134.
- [4] 黄卫东,张平,李文清. 6-BA 对葡萄果实生长及碳、氮同化物运输的影响[J]. 园艺学报,2002,29(4):303-306.
- [5] PALOMA MONCALEÁN, ANA RODRÍGUEZ, BELÈN FERNÁNDEZ. Effect of different benzyladenine time pulses on the endogenous levels of cytokinins, indole-3-acetic acid and abscisic acid in micropropagated explants of *Actinidia deliciosa* [J]. Plant Physiology & Biochemistry, 2003,41(2):149-155.
- [6] 张平,黄卫东. 6-BA 在葡萄植株体内的运转和分配[J]. 果树学报, 2002,19(3):153-157.
- [7] 范国荣,彭倚云,肖会员,等. 6-BA 对禅寺丸果实生长发育的影响[J]. 江西林业科技,2005(2):8-9.
- [8] 刘善军,王萍,范国荣. 6-BA 对甜柿果皮色素的影响[J]. 江西农业学报,2004,16(4):24-29.
- [9] 范国荣,李小良,黄敏,等. 6-BA 对次郎果实生长发育的影响[J]. 江西