

赤霉酸对“摩尔多瓦”葡萄果实糖代谢及果实品质的影响

何昕孺, 单守明, 黄学春, 平吉成

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以“摩尔多瓦”葡萄为试材,研究了赤霉酸对葡萄果实中糖代谢及果实品质的影响,以提高鲜食葡萄的果实品质。结果表明:GA₃和赤霉酸处理可影响果实发育、转化酶和Ca²⁺-ATPase的活性;200 mg/L赤霉酸处理在果实发育前期显著提高了细胞壁和中性转化酶活性,在果实发育后期显著提高了酸性转化酶和Ca²⁺-ATPase活性,并显著提高了平均单果重和可溶性固形物含量。因此,适当浓度的赤霉酸处理可通过调节葡萄果实中糖代谢相关酶活性,最终提高鲜食葡萄果实的品质。

关键词:葡萄;糖代谢;酶活性;果实品质

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0023-04

“摩尔多瓦”葡萄是以“古扎丽卡拉”(GuzaliKala)×“SV12375”杂交选育而成,属于欧亚种^[1]。由河北省农业科学院昌黎果树所于1997年从罗马尼亚引进国内。“摩尔多瓦”葡萄抗病性强,尤其是对霜霉病等病害具有极强的抗性,此外,其具有耐土壤瘠薄、生长势旺盛、丰产性强、耐贮、晚熟等特性,在宁夏贺兰山东麓地区表现极佳,栽培面积逐年扩大。赤霉素(GA₃)作为重要的促生长激素,在葡萄无核化^[2-3]、果实发育^[4]及改善果实品质^[5-6]等方面得到广泛应用。赤霉酸(奇宝)是近年来得到广泛使用的一种植物生长调节剂,具有配制方便、使用简单、效果显著等特点。用赤霉酸处理可以拉长葡萄果穗、增大果个、提高葡萄产量^[7-9]。糖积累是果实品质形成的关键,而糖分卸载到果实中在很大程度上取决于果实的库强大小,糖代谢相关的酶的活性是决定库强大小的关键因子,从而影响果实的糖积累。外施赤霉素等生长调节剂在一定程度上能够促进果实中糖分的积累^[5,10]。该试验以“摩尔多瓦”葡萄为试材,探讨赤霉素(GA₃)和赤霉酸(奇宝)对“摩尔多瓦”葡萄果实糖代谢及果实品质的影响,以为葡萄优质栽培提供理论依据。

第一作者简介:何昕孺(1988-),女,硕士研究生,现主要从事果树生理研究工作。E-mail:29834826@qq.com.

责任作者:单守明(1975-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事果树生理研究工作。E-mail:fxssm@163.com.

基金项目:国家星火计划资助项目(2011GA880001);国家葡萄产业技术体系资助项目(CARS-30-zp-8)。

收稿日期:2013-06-24

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为长势一致、树势健壮、无病虫害的4a生“摩尔多瓦”葡萄,篱架栽培,采用常规土、肥、水管理。供试所用药剂为上海励瑞生物科技有限公司的赤霉素(GA₃)和美国华伦生物科技有限公司的赤霉酸(奇宝)。

1.2 试验方法

试验于2012年在宁夏贺兰山东麓玉泉营宁夏大学葡萄与葡萄酒工程研究中心试验基地进行。设4种处理:75 mg/L GA₃(T1)、100 mg/L 赤霉酸(T2)、200 mg/L 赤霉酸(T3)、400 mg/L 赤霉酸(T4),以清水处理为对照(CK)。于花前15、7 d,花后7、14、21 d对果穗均匀喷施各处理,自花后25 d开始每隔15 d采样1次,至葡萄采收期前结束,每次采样时从各处理植株的上、中、下3个部位的果穗上采取大小均匀的果实,共采50粒,液氮速冻后贮于-84℃超低温冰箱中待测。

1.3 项目测定

用游标卡尺测果实的纵、横径;用电子天平测单果重;用手持糖量计测定果实可溶性固形物含量;参照文献^[10-12]的方法测定果实中有机酸含量、转化酶和Ca²⁺-ATPase活性。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel作图,DPS 7.5进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对葡萄果实发育的影响

在“摩尔多瓦”葡萄果实生长发育过程中,各处理对葡萄果实的生长变化趋势与对照相似,均呈现双S型。

从图1可以看出,GA₃和赤霉酸处理对葡萄果实纵、横径均有影响,在所有处理中,对葡萄果实纵、横径增大作用最好的是200 mg/L赤霉酸处理,其次为100 mg/L赤霉酸处理。在花后55 d之后,200 mg/L赤霉酸处理的果实的纵、横径得到了显著的提高。

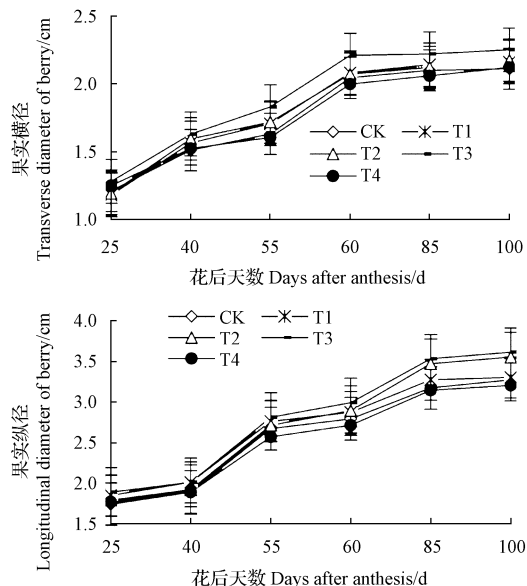


图1 不同处理对葡萄果实生长发育的影响

Fig.1 Effects of different treatments on development of grape berry

2.2 不同处理对葡萄果实中转化酶活性的影响

由图2可知,随着“摩尔多瓦”果实生长发育时期的延长,酸性转化酶的活性逐渐升高,在花后55~60 d时,各处理果实中酸性转化酶活性相继达到峰值,之后,其活性开始下降。在整个试验过程中,75 mg/L GA₃和100、200 mg/L的赤霉酸处理均提高了酸性转化酶活性。特别是在花后40~60 d,100、200 mg/L的赤霉酸处理显著提高了酸性转化酶活性。而400 mg/L赤霉酸处理降低了果实中酸性转化酶活性,但与CK之间差异不显著。

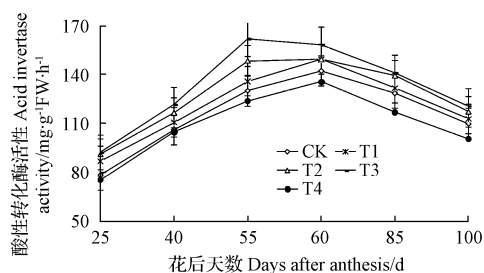


图2 不同处理对葡萄果实酸性转化酶活性的影响

Fig.2 Effects of different treatments on acid invertase activity of grape berry

由图3可知,在果实生长发育初期,果实中细胞壁酸性转化酶活性维持较高水平,在花后55 d,果实中细胞壁酸性转化酶活性开始下降。GA₃和赤霉酸处理调节了果实中细胞壁酸性转化酶活性,总体看来,

75 mg/L GA₃和低浓度的赤霉酸对细胞壁转化酶活性有促进作用,而400 mg/L赤霉酸处理却对细胞壁转化酶活性有抑制作用。在花后25~55 d,200 mg/L赤霉酸处理显著提高了“摩尔多瓦”葡萄果实细胞壁酸性转化酶活性。

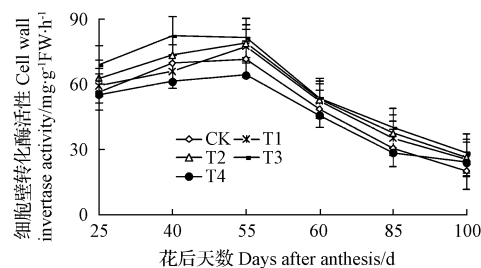


图3 不同处理对葡萄果实细胞壁酸性转化酶活性的影响

Fig.3 Effects of different treatments on cell wall acid invertase activity of grape berry

由图4可知,在果实生长发育过程中,各处理果实中性转化酶活性与对照的变化趋势基本一致,均呈现先上升后下降的趋势。GA₃和赤霉酸处理调节了中性转化酶活性,在花后25~60 d,200 mg/L赤霉酸处理的中性转化酶活性显著高于对照,其次为100 mg/L赤霉酸处理。在花后25~60 d,400 mg/L赤霉酸处理的中性转化酶活性低于对照,但差异不显著。

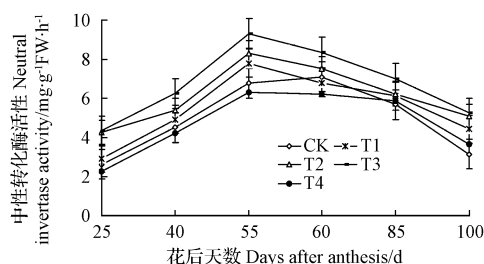


图4 不同处理对葡萄果实中性转化酶活性的影响

Fig.4 Effects of different treatments on neutral invertase activity of grape berry

2.3 不同处理葡萄果实中Ca²⁺-ATPase活性的影响

由图5可知,在花后25~55 d,各处理果实中的Ca²⁺-ATPase活性与对照差异不显著。在花后60~85 d,

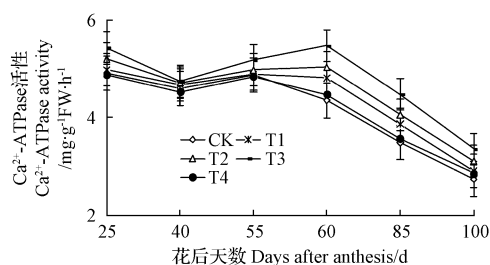


图5 不同处理对葡萄果实Ca²⁺-ATPase活性的影响

Fig.5 Effects of different treatments on Ca²⁺-ATPase activity of grape berry

GA₃ 和赤霉酸处理的果实中 Ca²⁺-ATPase 活性开始下降,100、200 mg/L 赤霉酸处理的 Ca²⁺-ATPase 活性显著高于对照,其它处理和对照间差异不显著。

2.4 不同处理对葡萄果实品质的影响

由表 1 可知,“摩尔多瓦”葡萄经 GA₃ 和赤霉酸处理后,各处理果实单果重均显著高于对照,其中 200 mg/L 赤霉酸处理果实的平均单果重比对照提高了 47.9%,差异达极显著水平。100 mg/L 和 200 mg/L 赤霉酸处理显著提高了葡萄果实可溶性固形物的含量。对于果实可滴定酸含量来说,各处理均有降低果实中可滴定酸含量的趋势,但与对照相比差异不显著。

表 1 不同处理对葡萄果实品质的影响

Table 1 Effects of different treatments on quality of grape berry

处理 Treatment	平均单果重 Average berry weight/g	可溶性固形物含量 Total soluble solid content/%	可滴定酸含量 Titratable acidity content/%
CK	7.1 cB	15.2 b	0.85 a
T1	9 b AB	16.4 ab	0.79 a
T2	9.6 abAB	16.7 a	0.77 a
T3	10.5 aA	17.6 a	0.75 a
T4	9.2 abAB	15.7 ab	0.74 a

注:小写字母表示差异达到 0.05 显著水平,大写字母表示差异达到 0.01 显著水平。

Note: Different small letters in each column mean significant different at 0.05 level, different capitals mean significant different at 0.01 level.

3 讨论与结论

赤霉素的主要生理效应是促进植物细胞分裂,特别是顶端分生组织的细胞分裂,并使果肉细胞伸长、增大^[2-6],外施赤霉素能增加生长素的含量,并吸引营养物质和水分向处理部位运转,使果实成为强“库”,在营养竞争中处于有利地位,从而起到增大果粒的作用^[5,10]。该试验结果表明,使用适当浓度的 GA₃ 或赤霉酸处理可促进果实的纵、横径生长。

葡萄是以积累己糖为主的果实,转化酶对果实中己糖的积累起着主要作用^[10],果实在幼果期继续进行细胞分裂,需要构建各种细胞器、细胞壁和细胞液成分,蔗糖分解酶活力高有利于将输入的蔗糖迅速分解生成单糖和尿苷二磷酸葡萄糖(UDPG)供合成淀粉、纤维素、半纤维素和各种细胞成分,以及供呼吸作用消耗,为旺盛的生理活动提供能量,所以幼果期中性转化酶活力较高具有重要的生理意义^[5-10]。在果实发育初期,200 mg/L 赤霉酸处理显著提高中性转化酶和细胞壁转化酶活性,这

极有利于果实体积的增大。在葡萄果实发育后期,主要是果肉细胞体积的增大和糖分含量的升高,酸性转化酶、ATPase 在葡萄果实糖分的运输与分配中起到重要的作用^[10-11]。有研究表明,赤霉素可通过调节转化酶和 Ca²⁺-ATPase 活性来调控果实的发育和成熟^[11,13]。该试验结果表明,在“摩尔多瓦”葡萄的整个生长发育过程中,在果实发育前期,GA₃ 和赤霉酸处理对果实中的 Ca²⁺-ATPase 活性影响不大,在果实发育后期,100、200 mg/L 赤霉酸处理的果实酸性转化酶和 Ca²⁺-ATPase 活性显著高于对照,此时,也是果实中糖分积累的关键时期,表明赤霉酸对果实中酸性转化酶和 Ca²⁺-ATPase 活性的调控有利于促进“摩尔多瓦”葡萄品质的形成。该试验还表明,赤霉酸处理提高了葡萄果实平均单果重和可溶性固形物含量。因此,适当浓度的赤霉酸处理可通过调控糖分代谢相关酶和 ATPase 活性来提高葡萄果实的品质。

参考文献

- [1] 许领军,王鹏,吕中伟,等.摩尔多瓦葡萄在郑州地区的引种表现[J].山西果树,2011(3):15-16.
- [2] 刘佳,刘晓,陈建.四川地区赤霉素和链霉素处理对巨峰葡萄无核化及果实发育的影响[J].西南农业学报,2011,24(1):220-224.
- [3] 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.
- [4] 齐与枢,张淑爱,王嘉长.6-苄基腺嘌呤与赤霉素对白玉葡萄果实生长发育的效应[J].中国果树,1986(3):33-35.
- [5] 夏国海,张大鹏,贾文锁. IAA、GA₃ 和 ABA 对葡萄果实 C¹⁴ 蔗糖输入与代谢的调控[J].园艺学报,2000,27(1):6-10.
- [6] 刘会宁,肖锋.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,2006(4):139-141.
- [7] 周庆椿.40% 赤霉酸可溶性粒剂对柑桔的调节生长及增产作用试验[J].广东农业科学,2011(3):45-46.
- [8] 孙瑞红,李爱华,杨福,等.赤霉酸涂抹剂对黄金梨产量和品质的影响[J].安徽农业科学,2010,38(1):124-125.
- [9] 杨玉艳,王建楼,鲁井云,等.‘峰后’葡萄果实发育与赤霉素(GA₃)处理以及 VvSEP3 基因表达的关系[J].中国农业大学学报,2012,17(1):72-79.
- [10] 吕英民,张大鹏.果实发育过程中糖的积累[J].植物生理学通讯,2000,27(4):258-265.
- [11] 李杨瑞.甘蔗叶片细胞器的 Mg²⁺-ATP 酶和 Ca²⁺-ATP 酶活性[J].植物生理学通讯,1987(6):20-21.
- [12] 李合生.植物生理生化试验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:134-137.
- [13] Jong M, Mariani C, Vriezen W H. The role of auxin and gibberellin in tomato fruitset[J]. J Exp Bot, 2009, 60:1523-1532.

Effects of Different Concentrations of Gibberellin Acid Treatment on Sugar Metabolism and Fruit Quality of ‘Moldova’ Grape Berries

HE Xin-ru, SHAN Shou-ming, HUANG Xue-chun, PING Ji-cheng
(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

外源腐胺对干旱胁迫下苹果幼苗光合特性的影响

张 媛, 郭兴科, 徐继忠

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以“嘎啦”苹果幼苗为试材,采用盆栽控水方式,研究干旱胁迫下外源腐胺(Put)对苹果幼苗光合作用日变化和气体交换参数的影响。结果表明:随干旱胁迫程度加深,苹果幼苗净光合速率(Pn)下降;外源 Put 提高了干旱胁迫下 Pn、气孔导度(Gs)、RuBP 最大再生速率(Jmax)和最大光合速率(Pnmax),降低了胞间 CO₂ 浓度(Ci)。表明外源 Put 可缓解干旱胁迫对光合机构的伤害,综合各指标,1×10⁻⁴ mol/L 外源 Put 浓度处理为佳。

关键词:腐胺(Put);干旱胁迫;光合作用;苹果

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0026-04

干旱对现代农业生产具有严重的影响,每年由于干旱造成作物减产超过其它逆境因子所造成减产的总和^[1]。光合作用是植物生长发育的基础,干旱胁迫对植物光合作用的伤害是影响植物生长的重要原因之一,主要表现为光合速率下降和生长变缓^[2-3],因此提高干旱胁迫下植物光合作用具有重要意义。

多胺(Polyamines, As)是一类广泛存在于生物体内具有较强生物活性的低分子量脂肪族含氮碱,以精胺(Spm)、亚精胺(Spd)和腐胺(Put)最常见。研究表明多胺在促进植物开花坐果、生长发育,延迟衰老,提高抗逆性方面具有重要生理作用^[4-6],近年的研究表明,外源多胺还可提高干旱胁迫下小麦^[7]和 大豆^[8]净光合速率,然而干旱胁迫下外源多胺对果树光合作用的影响目前报

道较少^[9]。我国苹果栽培很大一部分位于干旱、半干旱地区,干旱严重影响果品的产量和品质,因此现以“嘎啦”苹果幼苗为试材,在自然干旱情况下,研究外源腐胺对其光合作用日变化和气体交换参数的影响,探讨外源腐胺在干旱胁迫下对苹果幼苗光合作用的影响,以期有多胺应用于果树抗旱生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为 1 a 生“嘎啦”苹果(*Malus domestica* Borkh. cv. Gala)组培盆栽苗。CIRAS-2 型便携式光合仪,英国 PP-System 公司生产。

1.2 试验方法

试验在河北农业大学农林教学基地进行。冬季在温室定植于直径 20 cm、高 30 cm 的花盆内,盆土配比为草炭土:蛭石:珍珠岩=5:3:2,每盆栽植 1 株,常规管理。第 2 年春季移至室外,待长至 10~12 枚叶片时选取生长一致健壮的幼苗进行处理。试验设 2 个土壤水分和 2 个腐胺浓度,随机区组设计。水分处理:采用自然渐进干旱方式控制苹果幼苗土壤水分,设土壤相对含水量(SRWC)53%~57%(平均为 55%)为轻度干旱胁迫

第一作者简介:张媛(1979-),女,河北保定人,实验师,研究方向为果树结实生理与分子生物学。E-mail:yyjw@hebau.edu.cn.

责任作者:徐继忠(1964-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为果树结实生理与分子生物学。E-mail:xjzhxw@126.com.

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(303205);国家苹果产业技术体系资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2013-06-19

Abstract: Taking *Vitis vinifera* L. ‘Moldova’ as material, the effects of different concentrations of GA₃ and gibberellin acid treatment on berry quality and sugar metabolism during the grape berries development were studied, in order to improve the fruit quality of table grape. The results showed that sprayed GA₃ and gibberellic acid regulated berry development, invertase and Ca²⁺-ATPase activity. Activities of cell wall invertase and neutral invertase of grape berry significantly increased during early berry development by treated with 200 mg/L gibberellic acid, during the late berry development, acid invertase and Ca²⁺-ATPase activity significantly increased, average fruit weight and total soluble content were significantly improved too. So, spraying appropriate gibberellic acid could regulate sugar metabolism in berry, in the end, it could significantly improve the table grape berry quality.

Key words: grape; sugar metabolism; enzyme activity; fruit quality