

## 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

肖年湘,郁松林\*,王春飞

(石河子大学农学院,新疆石河子 832000)

**摘要:**以全球红葡萄为试材,研究6-BA、玉米素对果实中糖分积累和转化酶活性的影响。结果表明:经处理的果实在发育过程中蔗糖、葡萄糖、果糖、总糖含量及转化酶活性变化与对照基本上一致,采收时各糖份含量均不同程度高于对照,以30 mg/L 6-BA处理的最为显著,200倍玉米素稀释液处理的次之。6-BA、玉米素处理均明显提高了果实发育前期的蔗糖相对含量和转化酶活性,并且维持了葡萄糖、果糖在果实发育中、后期稳步积累。6-BA、玉米素可能主要通过影响果实发育过程中的转化酶活性来影响果实糖分积累。

**关键词:**全球红葡萄;6-BA;玉米素;糖分积累;转化酶活性

中图分类号:S663.1

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2008)03-0227-05

### Effects of 6-BA and Zeatin on the Fruit Sugar Contents and Invertase Activities in Red Globe Grape during Fruit Development

XIAO Nian-xiang, YU Song-lin\* and WANG Chun-fei

(Department of Agriculture, Shihezi University, Shehezi Xinjiang 832000, China)

**Abstract:** Red Globe grape was used to study the effect of 6-BA and zeatin on sugar accumulation and invertase activities. The results showed that the contents of sucrose, glucose, fructose, total sugar and invertase activities in Red Globe berries treated had almost parallel changes as those of control during fruit development. Compared with the control, the contents of sugar in treated berries was significantly higher at different degree at the harvest time. , the result of 6-BA treatment at 30 mg per litre was most prominent, and zeatin diluted for 200 times was little less. With the treatment of 6-BA and zeatin, not only the content of sucrose and the activities of invertase were increased at the early stage, but also the the steady rising of glucose and fructose at the middle and later stage was maintained. Consequently, the invertase activities influenced by 6-BA and zeatin may be responsible for the accumulation of sugar during the development of the grape berries.

**Key words:** Red Globe grape; 6-BA; Zeatin; Sugar accumulation; Invertase activities

6-苄基腺嘌呤(N-6-Benzyladenine, 6-BA)、羟烯腺嘌呤(玉米素, zeatin, ZRs)均为人工合成的细胞分裂素类化合物,具有促进细胞分裂、调控营养物质运输、促进植物新陈代谢等功能<sup>[1-2]</sup>,是调控果实生长发育和品质形成的研究热点之一。其中6-BA已用于杏<sup>[3]</sup>、苹果<sup>[4]</sup>、梨<sup>[5]</sup>等诸多水果的

研究。在葡萄上,张平<sup>[6]</sup>、黄卫东<sup>[7]</sup>曾作过6-BA在葡萄植株内的运转及对果实生长及碳、氮同化物运输影响的研究。就玉米素而言,目前在番茄<sup>[8]</sup>、玉米<sup>[9]</sup>等作物上均有应用,但在果树生产上研究甚少,本文对6-BA和玉米素对葡萄果实的糖分积累和转化酶活性的影响进行了试验研究,以期

收稿日期:2007-12-11 修回日期:2008-02-03

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30760144)。

作者简介:肖年湘(1982-),男,硕士,主要从事果树生理方向研究。

\*通讯作者:郁松林(1961-),男,汉族,教授,博士生导师,主要从事果树生理生态研究。E-mail: songlin8900@sina.com

为提高北疆地区葡萄果实商品率提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试材及取样

选用新疆生产建设兵团农五师 83 团园艺连葡萄园内生长一致、树势健壮、树形规范的 6 a 生全球红葡萄 (*Vitis vinifera* cv. Red Globe) 作为试材, 株行距为 1 m×4 m, 棚架栽培。试验药剂 6-BA、玉米素分别购自上海蓝季科技有限公司和神州北京汉帮科技发展有限公司。试验于 2006 年 5~9 月进行, 共设 5 个处理, 其中 A 处理为 6-BA 溶液, 设 3 个浓度: 10 mg/L(A1)、20 mg/L(A2)、30 mg/L(A3), B 处理为 200 倍玉米素稀释液, 以清水处理作对照(CK), 每个处理设一行, 各取其中 30 株为试验材料, 以每 10 株为一小区, 随机区组设计, 重复 3 次。在果实花前 5 d(5 月 27 日)、花后 3 d(6 月 4 日)、花后 10 d(6 月 11 日) 对果穗各均匀喷施一次药剂, 配合人工疏花疏果, 合理控制负载量, 单穗控制在 80~100 粒, 单株留 6~10 穗, 产量控制在 7~10 kg, 其他按常规管理。处理后从 6 月 25 日开始每隔 10 d 采样一次, 至葡萄采收期(8 月 27 日) 结束, 采样时从各处理株的上、中、下 3 个部位的 5~6 个果穗上采摘大小均匀的果实, 幼果期取 50 粒, 膨大以后每时期取 30 粒, 液氮速冻后用冰盒带回实验室, 贮于 -40℃ 冰箱中备用。

### 1.2 果实糖分测定

蔗糖、葡萄糖、果糖的测定参照张友杰<sup>[10]</sup>的方法, 设 3 次取样重复, 每个样品测 2 次取平均值。

### 1.3 转化酶活性的测定

1.3.1 酶液的提取 参照 Nielsen<sup>[11]</sup>、王惠聪等<sup>[12]</sup>的方法, 取样重复 3 次, 每次测定 2 次取均值。每个样本取 1 g 果肉, 加入 5 mL 的预冷的缓冲溶液(0.1 mol/L 的磷酸缓冲液 pH7.5, 5 mol/L MgCl<sub>2</sub>, 1 mmol/L EDTA, 0.1% 巯基乙醇, 0.1% Triton X-100), 冰浴下研磨至匀浆, -4℃ 条件下 10 000 r/min 离心 15 min, 上清液倒入 10 mL 刻度试管, 沉淀用 4 mL 提取液再提取 1 次, 合并上清液定容至 10 mL, 作为酶提取液。

1.3.2 中性转化酶(NI) 取 0.1 mL 酶提液加入的 1 mL 反应液(1% 蔗糖, 0.1 mol/L 磷酸缓冲液 PH 7.5, 5 mmol/L MgCl<sub>2</sub>, 1 mmol/L EDTA) 在 34℃ 水浴 1 h 后, 以沸水浴 5 min 终止反应。

用 3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖含量; 另取酶提液沸水浴作为对照。用两者的差值来计算还原糖产生速率, 表示转化酶的活性, 单位为 mg·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>FW。

1.3.3 酸性转化酶(AI) 取 0.1 mL 酶提液加入 1 mL 反应液[1% 蔗糖, 0.1 mol/L 醋酸缓冲液(pH 5.5)], 在 34℃ 下反应 1 h 后沸水浴, 以沸水浴 5 min 终止反应, 其余操作同上。

## 2 结果与分析

### 2.1 果实发育过程中糖分含量及转化酶活性的变化

在果实生长过程中, 葡萄糖、果糖、蔗糖及总糖含量基本呈增长趋势, 7 月 15 日前增长缓慢, 且处于较低水平, 进入转色期后则保持较快速度上升。就各组分而言, 蔗糖含量一直维持在低水平, 葡萄糖、果糖含量在果实整个生长期基本持平, 早期葡萄糖的含量略高于果糖, 而在中、后期果糖积累速率加快并明显超过葡萄糖, 二者含量均在转熟前期大幅提升, 于 8 月 14 日同时达最大值, 在采收前均小幅下降, 可溶性总糖的变化情况则与葡萄糖基本一致(图 1)。

就转化酶活性而言, 在果实发育前期, 两种转化酶活性随果实的生长而逐渐增加升高, 均于 7 月 15 日达第一个峰值, 进入转色期之后, 酸性转化酶活性逐渐降低, 采收时降至最低值, 而中性转化酶活性则基本呈“Z”型变化, 在 8 月 4 日达到其第二个小高峰, 并且在果实采收时再次小幅回升(图 1)。

### 2.2 6-BA 处理后果实糖分含量及转化酶活性的变化

经 6-BA 处理的果实中各糖分积累变化趋势与对照基本一致, 较对照均有不同程度的提高, 效果随浓度的增加而增加, 以 30 mg/L 处理效果最为明显。其中, 蔗糖含量在果实发育早期较对照极显著提高, 且在 8 月 4 日至 8 月 14 日期间快速增加, 采收时较对照提高 1.6%~6.3%。就葡萄糖、果糖而言, 在果实发育早期, 经处理的果实中葡萄糖含量较对照也显著提高, 而果糖却明显降低; 7 月 15 日后, 经处理的果实葡萄糖积累速率较对照明显减慢, 而在果实发育中、后期, 葡萄糖、果糖都持续快速积累, 采收时含量较对照均有不同程度提高(表 1)。

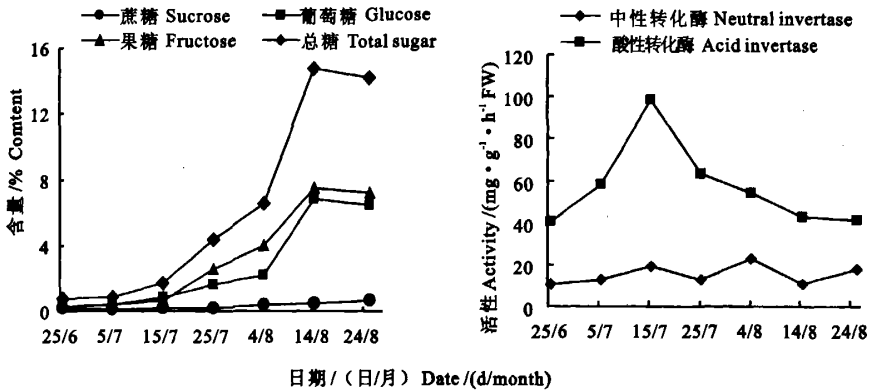


图 1 全球红葡萄果实糖分含量和转化酶活性的变化

Fig. 1 The changes of sugar contents and invertase activity in Red Globe berries

经 6-BA 处理的果实中转化酶活性变化与对照也基本一致,缓慢着色期中性转化酶活性峰值较对照极显著提高,且在果实采收期其活性仍维持较高水平。就酸性转化酶活性而言,6-BA 处理不仅极显著提高其果实转色初期的活性峰值(提

高幅度 6.1%~16.9%),且在果实转熟期(8 月 14 日)又形成其活性的第二个小高峰,较对照提高 42.6%~77.5%,但对其在果实采收时的活性影响不大。从总体上说,6-BA 处理对两种转化酶活性的提高程度也随浓度的增加而增加(表 2)。

表 1 6-BA、玉米素处理后全球红葡萄果实中糖分含量的变化

Table 1 The changes of sugar contents of Red Globe berries treated with 6-BA and zeatin

糖分含量/% Sugar contents	处理 Treatments	日期 Date/(d/month)						
		25/6	5/7	15/7	25/7	4/8	14/8	27/8
蔗糖 Sucrose	A1	0.20CD	0.11CD	0.27bc	0.21bc	0.44bcd	0.58CD	0.66cd
	A2	0.21C	0.12C	0.29b	0.22ab	0.46bc	0.60ABC	0.67bc
	A3	0.24AB	0.16AB	0.32a	0.26a	0.49ab	0.63AB	0.69b
	B	0.25A	0.18A	0.24d	0.18cd	0.52a	0.67A	0.72a
	CK	0.18E	0.10CDE	0.23de	0.17cde	0.41de	0.45E	0.64cde
	葡萄糖 Glucose	A1	0.26bc	0.41bc	0.98bc	1.21CD	2.27CD	5.39DE
A2	0.27ab	0.43b	1.07b	1.31C	2.53C	5.53CD	6.71BC	
A3	0.29a	0.46a	1.21a	1.48AB	3.05A	5.98B	7.19A	
B	0.29a	0.39cd	0.93bcd	1.15CDE	2.81AB	5.76BC	6.98AB	
CK	0.25cd	0.38cde	0.81de	1.65A	2.20DE	6.79A	6.40E	
果糖 Fructose	A1	0.28ab	0.33ab	0.82D	2.87CD	4.74CD	5.52E	7.44CD
	A2	0.27abc	0.31bc	0.95BC	3.06C	4.95BC	5.77CD	7.69BC
	A3	0.25cd	0.29d	1.06AB	3.40B	5.51A	6.35B	8.32A
	B	0.27abc	0.32bc	1.15A	3.84A	5.26AB	6.06BC	8.01AB
	CK	0.29 a	0.34a	0.69E	2.55DE	3.95E	7.51A	7.20DE
	总糖 Total sugar	A1	0.74bc	0.85cd	2.07BC	4.27CDE	7.45CD	11.49DE
A2	0.75bc	0.86c	2.31AB	4.59C	7.93BC	11.90CD	15.07C	
A3	0.78b	0.91a	2.59A	5.14AB	9.05A	12.96B	16.20A	
B	0.83a	0.89ab	2.32AB	5.17A	8.59AB	12.49BC	15.71AB	
CK	0.73bcd	0.82e	1.73CD	4.37CD	6.56E	14.75A	14.64D	

注:数据为 3 次重复的平均值,并采用 Duncen's 新极差测验,大写字母表示  $P < 0.01$ ,小写字母表示  $P < 0.05$ 。表 2 同此。

Notes: The values are the average of triplet and they were adopted Duncan's New Multiple Range Test (different small and capital letters means significant at 0.05 and 0.01 levels). The same as table 2.

### 2.3 玉米素处理后果实糖分含量及转化酶活性的变化

经玉米素处理后,果实中蔗糖含量在果实发育早期较对照极显著提高,但对转色前积累峰值影响较小,且在7月25日之后增加迅速,至采收时达最大值,较对照提高12.7%,葡萄糖、果糖含量变化与经6-BA处理的果实基本一致,基本介于A2(20 mg/L)和A3(30 mg/L)两处理之间,但玉米素处理明显提高了果实转色期果糖的积累速率(表1)。

玉米素处理也极显著提高了果实发育早期中性转化酶的活性,其中,7月15日的第一次峰值仅较对照提高25.0%,8月4日的第二次峰值则较对照提高45.1%。经玉米素处理的果实中酸性转化酶活性在发育早期的也处于较高水平,在转色前迅速提高并于7月15日达到峰值,较对照达极显著水平,幅度达23.8%,之后快速下降,在采收时略有回升,但在整个转色期经玉米素处理的果实中酸性转化酶活性都显著高于对照(表2)。

表2 6-BA、玉米素处理后全球红葡萄果实中转化酶活性的变化

Table 2 The changes of invertase activity of Red Globe berries treated with 6-BA and zeatin

转化酶活性 Invertase activity	处理 Treatments	日期 Date/(d/month)						
		25/6	5/7	15/7	25/7	4/8	14/8	27/8
中性转化酶 Neutral invertase /(mg · g <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> FW)	A1	11.30CD	13.07CD	20.74C	17.60BC	26.39CD	60.41BC	21.32BC
	A2	11.74C	13.63BC	22.37B	19.88AB	27.94C	64.91B	22.85B
	A3	12.35B	15.43A	24.79A	22.77A	30.87AB	75.19A	25.42A
	B	13.55A	14.58AB	20.09C	15.54CD	33.22A	52.68D	18.89D
	CK	10.45E	12.68CDE	16.07D	13.09DE	22.90E	42.37E	17.49DE
酸性转化酶 Acid invertase /(mg · g <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> FW)	A1	43.52CD	59.77D	104.67CD	66.53D	54.82C	60.41BC	47.25CD
	A2	46.14C	62.91BC	109.17C	70.57C	56.03BC	64.91B	50.59C
	A3	51.38AB	68.41A	115.37B	75.68B	59.62A	75.19A	56.96AB
	B	55.04A	63.83B	122.20A	81.37A	57.37AB	52.68D	60.54A
	CK	41.04E	58.39DE	98.69E	63.44DE	53.97CD	42.37E	41.19E

### 3 讨论

果实品质在很大程度上取决于果实内所含糖的种类和数量,因此果实糖分积累是果实生长发育及品质形成的关键,其中,蔗糖的卸载与代谢是糖分积累中的重要环节<sup>[13]</sup>。在葡萄果实蔗糖代谢中,转化酶在决定蔗糖分配中起着关键作用,一方面调节果实的蔗糖输入和卸载,另一方面将蔗糖不可逆地水解为葡萄糖和果糖,调节细胞渗透,对维持葡萄果实的库强有重要作用<sup>[13-15]</sup>。

本研究结果表明,在果实发育早期使用6-BA、玉米素处理,在一定程度上可以调控果实的糖分积累,效果基本一致。首先,经处理的果实在采收时的可溶性总糖含量较对照均有显著提高,就各糖分而言,6-BA、玉米素处理均显著提高了果实在发育早期的蔗糖含量,并维持了果实生长中、后期的葡萄糖、果糖的稳步快速积累,但二者的积累速率却在果实生长不同时期存在差别,通过对二者的比例的分析发现,在果实发育早期经处理的果实葡/果较对照提高7.0%~47.4%,在采收前也提高5.1%~7.9%,但在整个缓慢着色

期葡/果均明显低于对照,以玉米素处理最为显著,这可能是6-BA、玉米素处理调节了果实生长发育过程中的内源IAA和ABA水平,影响了己糖异构酶的活性,从而调控了果糖向葡萄糖的转化的结果<sup>[16]</sup>,但还需要进一步研究。另外,对蔗糖与还原糖、总糖的比例分析表明,经6-BA、玉米素处理的果实除了在转熟期蔗/还、蔗/总均略低于对照外,在果实缓慢生长期和着色期较对照均有明显提高。

6-BA、玉米素处理对果实糖分含量以及组分比例的影响可能和果实转化酶活性变化存在一定关系。试验结果表明,使用6-BA、玉米素处理后,葡萄果实生长发育过程中特别是转色前期和成熟期的转化酶活性明显提高,表明经6-BA、玉米素处理后果实的库力得到增强,使通过库源(叶片)输入库(果实)的同化物比例增加,这与黄卫东<sup>[7]</sup>、董学会<sup>[9]</sup>等的研究结果一致。此外,果实发育早、中期,果实中旺盛的新陈代谢和细胞分裂、膨大所消耗物质能量较多,叶片运来的蔗糖被大比例分解,用于细胞能量代谢以及构建各种细胞器、细胞壁和细胞液组分,因此,尽管果实转化酶活性增加


明显,糖分积累却很缓慢。Perez 等<sup>[17]</sup>认为 GA 对葡萄果实的膨大作用与果实转化酶的活性提高相关,本试验也表明,采用 6-BA、玉米素处理在一定程度上促进了果实的细胞分裂和膨大过程(未发表),这可能造成对维持果实发育的能量物质需求的增大,进而促进了果实转化酶及其他蔗糖代谢相关酶基因的表达,以提高自身的酶活力,确保碳水化合物的供应平衡;另一方面,经 6-BA、玉米素处理后,果实库力的增强也可促进叶片、果皮光合作用的增强以及果实光合产物(蔗糖)输入的加快,从而调节果实转化酶的活性<sup>[18]</sup>。果实发育后期,果实葡萄糖、果糖在采收前期含量迅速增加可能抑制性调节了 AI 活性,从而导致果实中转化酶总活性逐渐降低<sup>[19]</sup>。此外,叶片、果皮光合产物(蔗糖)的输入减少也可能是转化酶活性降低的原因之一<sup>[18]</sup>。经 6-BA 处理的果实中酸性转化酶活性在成熟期再次出现峰值,而经玉米素处理的果实中酸性转化酶活性也维持着较高水平,这可能是 6-BA、玉米素处理提高了果实 ABA 水平,再次促进了该时期果实糖分韧皮部卸载与分解的结果<sup>[14-16]</sup>,处理果实葡萄糖、果糖在转熟后期的稳步积累似乎也证明了这一点。很有意思的是,酸性转化酶(AI)活性峰值的出现总要先于糖分的积累,经 6-BA、玉米素处理的果实中蔗糖与还原糖、总糖的比例变化与对转化酶活性的变化也基本一致,暗示转化酶活性的变化可能与糖信号存在更为密切的联系。

使用 6-BA、玉米素处理均可能直接影响了葡萄果实生长发育过程中的转化酶活性,进而影响果实中糖分的积累及组分变化。但果实糖分积累和内源激素的变化反过来也可能影响转化酶基因的表达<sup>[15]</sup>。此外,葡萄果实蔗糖代谢还受蔗糖合成酶(SS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)、己糖激酶(HXK)和果糖激酶(FRK)等关键酶的调节<sup>[13]</sup>。6-BA、玉米素处理是否也影响了果实内源激素的变化,SS、SPS、HXK、FRK 活性变化,并进而调控果实的糖分积累,值得进一步探讨研究。

#### 参考文献:

- [1] 张平,黄卫东. 6-BA 在植物体内的生理作用及其在果树生产中的应用[M]. 北京:中国青年农业科学学术年报, 1999, 852-59.
- [2] 农业部农药检定所. 农药电子手册[EB/OL]. 北京:农业部农药检定所, 2006.
- [3] 潘佑找,彭士涛,赵宇瑛,等. 6-BA 对杏光合作用的影响[J]. 果树学报, 2003, 20(4): 316-318.
- [4] 同国华,甘立军,孙瑞红,等. 赤霉素和细胞分裂素调控苹果果实早期生长发育机理的研究[J]. 园艺学报, 2000, 27(1): 11-16.
- [5] Xiao-gang Li, Ling Jin, Jing Ling, *et al.* Foliar Applications of 6-BA, Potassium Phosphate, and Calcium Chloride Affect Pear Fruit Quality[J]. HortScience, 2005, 40: 993-1147.
- [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] 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.
- [8] 林永. 天然植物生长调节剂—玉米素对番茄生长、增产的影响[J]. 农药, 2007, 46(5): 349-350.
- [9] 董学会,何钟佩,关彩虹. 根系导入生长素和玉米素对玉米光合产物输出及分配的影响[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(3): 21-25.
- [10] 张友杰. 以萘酚分光光度法测定果蔬中葡萄糖、果糖、蔗糖、淀粉[M]. 分析化学, 1977, 5(3): 167-170.
- [11] Nielsen TH, Skiarbek HC, Karlsen P. Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper plants[J]. Physiol Plant, 1991, 82: 311-319.
- [12] 王惠聪,黄辉白,黄旭明. 荔枝果实的糖积累与相关酶活性[J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 1-5.
- [13] 陈俊伟,张上隆,张良诚. 果实中糖的运输、代谢与积累及其调控[J]. 植物生理与分子生物学报, 2004, 30(1): 1-10.
- [14] Xiao-Yan Zhang, Xiu-Ling Wang, Xiao-Fang Wang, *et al.* A Shift of Phloem Unloading from Symplasmic to Apoplasmic Pathway Is Involved in Developmental Onset of Ripening in Grape Berry[J]. Plant Physiology, 2006, 142: 220-232.
- [15] 潘秋红,张大鹏. 植物酸性转化酶基因及其表达调控[J]. 植物学通报, 2005, 22(2): 129-137.
- [16] 夏国海,张大鹏,贾文锁. IAA、GA 和 ABA 对葡萄果实 14C 蔗糖输入与代谢的调控[J]. 园艺学报, 2000, 27(1): 6-10.
- [17] Perez FJ, Gomez M. Possible role of soluble invertase in the gibberellic acid berry-sizing effect in Sultanina grape[J]. Plant Growth Regul, 2000, 30: 111-116.
- [18] 宋瑾,范培格,吴本宏,等. 葡萄延迟采收期间糖含量及其代谢酶活性的变化[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 823-828.
- [19] 王永章,张大鹏. 果糖和葡萄糖参与诱导苹果果实酸性转化酶翻译后的抑制性调节[J]. 中国科学(C 辑), 2002, 32(1): 30-39.

## 酶活性的影响

作者: [肖年湘](#), [郁松林](#), [王春飞](#), [XIAO Nian-xiang](#), [YU Song-lin](#), [WANG Chun-fei](#)  
作者单位: [石河子大学农学院, 新疆石河子, 832000](#)  
刊名: [西北农业学报](#)   
英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)  
年, 卷(期): 2008, 17 (3)  
被引用次数: 3次

## 参考文献(19条)

1. [张平;黄卫东](#) 6-BA在植物体内的生理作用及其在果树生产中的应用 1999
2. [农业部农药检定所](#) 农药电子手册 2006
3. [潘佑找;彭士涛;赵宇瑛](#) 6-BA对杏光合作用的影响[期刊论文]-[果树学报](#) 2003 (04)
4. [闫国华;甘立军;孙瑞红](#) 赤霉素和细胞分裂素调控苹果果实早期生长发育机理的研究[期刊论文]-[园艺学报](#) 2000 (01)
5. [Xiao-gang Li;Ling Jin;Jing Ling](#) Foliar Applications of 6-BA, Potassium Phosphate, and Calcium Chloride Affect Pear Fruit Quality 2005
6. [张平;黄卫东](#) 6-BA在葡萄植株体内的运转和分配[期刊论文]-[果树学报](#) 2002 (03)
7. [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[期刊论文]-[园艺学报](#) 2002 (04)
8. [林永](#) 天然植物生长调节剂-玉米素对番茄生长、增产的影响[期刊论文]-[农药](#) 2007 (05)
9. [董学会;何钟佩;关彩虹](#) 根系导人生长素和玉米素对玉米光合产物输出及分配的影响[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2001 (03)
10. [张友杰](#) 以蒽酮分光光度法测定果蔬中葡萄糖、果糖、蔗糖、淀粉 1977 (03)
11. [Nielsen TH;Skiarbak HC;Karlsen P](#) Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper plants[外文期刊] 1991
12. [王惠聪;黄辉白;黄旭明](#) 荔枝果实的糖积累与相关酶活性[期刊论文]-[园艺学报](#) 2003 (01)
13. [陈俊伟;张上隆;张良诚](#) 果实中糖的运输、代谢与积累及其调控[期刊论文]-[植物生理与分子生物学学报](#) 2004 (01)
14. [Xiao-Yan Zhang;Xiu-Ling Wang;Xiao-Fang Wang](#) A Shift of Phloem Unloading from Symplasmic to Apoplasmic Pathway Is Involved in Developmental Onset of Ripening in Grape Berry[外文期刊] 2006
15. [潘秋红;张大鹏](#) 植物酸性转化酶基因及其表达调控[期刊论文]-[植物学通报](#) 2005 (02)
16. [夏国海;张大鹏;贾文锁](#) IAA、GA和ABA对葡萄果实14C蔗糖输入与代谢的调控[期刊论文]-[园艺学报](#) 2000 (01)
17. [Perez FJ;Gomez M](#) Possible role of soluble invertase in the gibberellic acid berry-sizing effect in Sultana grape[外文期刊] 2000
18. [宋瑾;范培格;吴本宏](#) 葡萄延迟采收期间糖含量及其代谢酶活性的变化[期刊论文]-[园艺学报](#) 2007 (04)
19. [王永章;张大鹏](#) 果糖和葡萄糖参与诱导苹果果实酸性转化酶翻译后的抑制性调节[期刊论文]-[中国科学C辑](#) 2002 (01)

## 本文读者也读过(10条)

1. [肖年湘;郁松林;王春飞](#). XIAO Nian-Xiang, YU Song-Lin, WANG Chun-Fei 6-BA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[期刊论文]-[植物生理学通讯](#)2008, 44 (3)

2. [郑强卿](#), [郁松林](#), [孟凤](#), [席万鹏](#). [ZHENG Qiangqing, YU Songlin, MENG Feng, XI Wanpeng](#) 6-BA+GA3对葡萄果实发育过程中糖积累及转化酶活性的影响[期刊论文]-[西北农业学报](#)2009, 18(5)
3. [孙振成](#), [张海燕](#), [童金春](#), [宋凌云](#), [崔新庆](#) 玉米素在西葫芦上的应用技术研究[期刊论文]-[现代农业科技](#)2008(17)
4. [郑强卿](#), [郁松林](#), [孟凤](#), [ZHENG Qiang-qing, YU Song-lin, MENG Feng](#) 6-BA对葡萄果实发育过程中糖积累及转化酶活性的影响[期刊论文]-[新疆农业科学](#)2009, 46(4)
5. [吴国良](#), [杨俊强](#), [宋玉琴](#) 核桃果实韧皮部及其周围薄壁组织中酸性转化酶的亚细胞定位研究[会议论文]-2004
6. [赵胜建](#), [ZHAO Sheng-jian](#) 三倍体葡萄胚培养、倍性鉴定及育种进展[期刊论文]-[河北农业科学](#)2004, 8(3)
7. [刘永忠](#), [何国富](#), [黎强](#), [吉继雍](#), [Liu Yongzhong, He Guofu, Li Qiang, Ji Jiyong](#) 国庆1号温州蜜柑转化酶和糖分积累特性研究[期刊论文]-[华中农业大学学报](#)2005, 24(2)
8. [黄升谋](#), [邹应斌](#) 玉米素和吡啶乙酸与强弱势粒灌浆及胚乳细胞形成[期刊论文]-[农业现代化研究](#)2004, 25(6)
9. [郭守华](#), [杨晓玲](#), [杨晴](#), [赵香兰](#), [GUO Shou-hua, YANG Xiao-ling, YANG Qing, ZHAO Xiang-lan](#) 外源SOD对葡萄抗氧化酶活性及含糖量的影响[期刊论文]-[经济林研究](#)2008, 26(4)
10. [孙凌俊](#), [赵文东](#), [郭修武](#), [马丽](#), [高圣华](#), [赵海亮](#), [Sun Lingjun, Zhao Wendong, Guo Xiuwu, Ma Li, Gao Shenghua, Zhao Hailiang](#) 晚红葡萄着色期光合产物14C的分配规律[期刊论文]-[中国农学通报](#)2010, 26(14)

#### 引证文献(4条)

1. [张国海](#), [李学强](#), [李秀珍](#), [史国安](#), [夏仁学](#) 葡萄浆果发育期果皮、果肉和叶中内源激素含量的变化[期刊论文]-[四川农业大学学报](#) 2010(4)
2. [张国海](#), [李学强](#), [李秀珍](#), [史国安](#), [夏仁学](#) 葡萄浆果发育期果皮、果肉和叶中内源激素含量的变化[期刊论文]-[四川农业大学学报](#) 2010(4)
3. [赵权](#), [高静](#) NAA和6-BA对山葡萄果实着色及相关品质的影响[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2011(30)
4. [郑强卿](#), [郁松林](#), [孟凤](#), [席万鹏](#) 6-BA+GA3对葡萄果实发育过程中糖积累及转化酶活性的影响[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(5)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xbnyxb200803049.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbnyxb200803049.aspx)