

# 砧木对小型早熟西瓜果实糖代谢及相关酶活性的影响

刘慧英<sup>1,2</sup> 朱祝军<sup>1\*</sup> 钱琼秋<sup>1</sup> 葛志平<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 浙江大学蔬菜研究所, 杭州 310029; <sup>2</sup> 新疆石河子大学园艺系, 石河子 832003; <sup>3</sup> 嘉兴市秀洲区农林局, 嘉兴 314000)

**摘要:** 以小型西瓜品种‘小兰’自根植株为对照, 研究‘杭州长瓠’、‘超丰 F<sub>1</sub>’、‘勇士’、‘黑籽南瓜’4种砧木对其果实糖代谢特性及相关酶活性的影响。结果表明: 4种嫁接西瓜果实发育过程中蔗糖、葡萄糖、果糖含量和糖代谢酶活性变化趋势与自根西瓜一致。在果实发育早期, 果实中以分解酶类为主, 糖分积累低; 发育后期以合成酶类为主, 糖分积累多。西瓜嫁接后果实糖分含量明显降低, 降低程度依砧木而异, 超丰 F<sub>1</sub>/小兰、杭州长瓠/小兰西瓜的糖含量明显高于黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰。砧木可能主要通过影响果实发育早期转化酶 (Inv)、发育后期蔗糖磷酸合酶 (SPS)、蔗糖合酶 (SS) 活性来影响糖分积累。各处理糖代谢酶的净活性与糖分积累存在较好相关性, 说明糖代谢酶在西瓜果实糖分积累中的作用是综合的, 造成自根及嫁接西瓜果实糖分积累的差异是 Inv、SPS、SS 几种酶共同作用的结果。

**关键词:** 西瓜; 砧木; 嫁接; 糖含量; 糖代谢酶活性

**中图分类号:** S 651 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 01-0047-06

## The Effects of Different Rootstocks on the Sugar Metabolism and Related Enzyme Activities in Small and Early-maturing Watermelon during Fruit Development

Liu Huiying<sup>1,2</sup>, Zhu Zhujun<sup>1</sup>, Qian Qiongqiu<sup>1</sup>, and Ge Zhiping<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Vegetable Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; <sup>2</sup> Department of Horticulture, Xinjiang Shihezi University, Shihezi 832003, China; <sup>3</sup> Bureau of Agriculture and Forestry, Jiaxing 314000, China)

**Abstract:** The sugar metabolism and their related enzyme activities during fruit development of own-rooted and grafted on Hangzhou-long gourd, Chaofeng F<sub>1</sub>, Yongshi and Figleaf gourd watermelon were studied. The results showed that the changes of sugar content and sucrose metabolism enzyme activity during the fruit development of different grafted and own-rooted watermelon were similar. At an early stage of fruit development, sugars accumulated slowly due to higher enzyme activity for sucrose cleavage than for sucrose synthesis. At a fruit ripening stage, the sugar content increased rapidly because the enzyme activity for sucrose synthesis was higher than for sucrose cleavage. However, the sugar content in the fruits of all grafted watermelons were lower than that in the fruit of own-rooted watermelon. Among the grafted watermelon fruits, the sugar content of the watermelon grafted on Chaofeng F<sub>1</sub> and Hangzhou-long gourd was higher than that of watermelon grafted on Figleaf gourd and Yongshi. The activities of invertase at the early stage, sucrose phosphate synthase and sucrose synthase at the late stage influenced by grafting may be responsible for the decrease of sugar content in the grafted watermelon fruit. The good relationship between sugar accumulation and net enzyme activity of sucrose metabolism indicated that sucrose metabolism enzymes including invertase, sucrose phosphate synthase and sucrose synthase may function together, which resulted in the difference of sugar content in own-rooted and grafted watermelon fruits.

**Key words:** Watermelon; Rootstock; Grafting; Sugar content; Sucrose metabolism enzyme activity

西瓜嫁接技术已是当前生产上克服连作障碍、防治枯萎病的一项行之有效的措施。关于嫁接西瓜

收稿日期: 2003 - 01 - 06; 修回日期: 2003 - 04 - 03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30360065)

\* 通讯作者

研究多侧重于嫁接亲合性、营养吸收及抗性生理等方面<sup>[1~3]</sup>,而有关嫁接影响西瓜果实品质生理机制的研究较少。据生产及市场反馈,嫁接提高西瓜适应性和抗性的同时,往往导致西瓜糖度下降,口感不适、果肉内出现筋腐、成熟期推迟等问题,且不同砧木/接穗组合表现各异。在西瓜品质诸多构成因素中,果实积累糖的种类、含量和比率是决定果实品质和商品价值的重要因子。输入果实库中的碳水化合物的代谢及其变化是果实发育生物学过程及其调控的重要方面,尤其与品质形成有关<sup>[4,5]</sup>。因此本研究以自根西瓜为对照,研究几种嫁接西瓜果实蔗糖积累特性及相关代谢酶的调控作用,以揭示嫁接影响西瓜品质的生理机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及处理

以‘杭州长瓠’(*Lagenaria leucantha* Rusby ‘Hangzhou-long gourd’)、‘超丰 F<sub>1</sub>’(*Lagenaria siceraria* Standl ‘Chaofeng F<sub>1</sub>’)、‘勇士’(*Citrullus lanatus* M. ‘Yongshi’)、‘黑籽南瓜’(*Cucurbita ficifolia*)为砧木,浙江省主栽的小型西瓜‘小兰’(*Citrullus lanatus* M. var. *citroides* ‘Xiaolan’)为接穗。杭州长瓠为本地菜农广泛使用的瓠瓜砧,与西瓜嫁接及共生亲合性好。超丰 F<sub>1</sub>为葫芦砧,是中国农科院郑州果树研究所培育的西瓜专用砧木。勇士属西瓜本砧,许多研究认为本砧对西瓜品质影响不大。黑籽南瓜为黄瓜优良的砧木,抗逆性强,笔者已有试验证明与西瓜嫁接亲合性及共生亲合性不佳。嫁接采用插接法,以自根苗为对照。试验地设在嘉兴市秀洲区农业高新技术示范园内,采用随机区组设计,5个处理,重复3次,每小区 21.6 m<sup>2</sup>,40株。田间管理与一般生产田相同。

待植株开始开花时,于授粉当天选花期相同、节位一致的花挂牌。分别于花后 10、16、22、28、33 d 取果实心部果肉组织测定蔗糖、葡萄糖、果糖含量及蔗糖酸性转化酶(AI)、碱性转化酶(NI)、蔗糖磷酸合酶(SPS)、蔗糖合酶(SS)活性变化。每一处理选取3个瓜分别取样。试验重复3次。采用 SAS 软件进行数据分析。

### 1.2 糖含量测定

取 5 g 样品,用 5 mL 80%乙醇研碎,再于 75℃下浸提 10 min,4000 ×g 离心,收集上清液,再用 8 mL 80%乙醇分两次洗果渣,取上清液,合并,定容至 25 mL,摇匀后取 2 mL 于冷冻干燥机上冻干,残渣用 1 mL 流动相溶解后供色谱上机用。色谱条件:流动相(乙腈/重蒸水=70/30),流速 1 mL·min<sup>-1</sup>;Kromasil 公司 KR100-5NH<sub>2</sub>柱,柱温 30℃;岛津 RID-10A 示差检测器;岛津 Class-VP5.0 控制及数据处理系统。

### 1.3 AI、NI、SPS、SS 的测定

参照 Lingle 等<sup>[6]</sup>和赵智中<sup>[7]</sup>的方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 自根西瓜与嫁接西瓜果实发育中糖分积累和组分变化比较

图 1 显示,自根西瓜和嫁接西瓜果肉组织中,糖含量及构成随果实的发育而变化。在果实发育早期,自开花至花后 16 d(简称为 16 DAA,以下同),自根及嫁接西瓜果实中蔗糖含量很低,4 种嫁接西瓜间和自根西瓜果实蔗糖含量差异不显著。在果实发育中后期(16~33 DAA)自根及嫁接西瓜果实中蔗糖含量均进入快速积累期,除以杭州长瓠、黑籽南瓜为砧木的嫁接西瓜(简称为杭州长瓠/小兰、黑籽南瓜/小兰,以下同)在 33 DAA 蔗糖含量升至最高外,其余嫁接西瓜和自根西瓜果实于 28 DAA 蔗糖含量升至峰值,随后则下降,表现趋势一致。在 22 DAA 时自根及 4 种嫁接西瓜果实蔗糖含量仍无差异,但于 28 DAA 时,果实蔗糖含量表现为自根西瓜>杭州长瓠/小兰、超丰 F<sub>1</sub>/小兰>勇士/小兰、黑籽南瓜/小兰。于 33 DAA 时,表现为自根西瓜>杭州长瓠/小兰>黑籽南瓜/小兰、超丰 F<sub>1</sub>/小兰、勇士/小兰。

在果实整个发育期间, 自根及嫁接西瓜果糖和葡萄糖含量均表现出先升后降的趋势, 均于 22 DAA 果糖、葡萄糖含量升至峰值, 随后则呈下降趋势。总体看嫁接西瓜和自根西瓜果实中果糖含量始终高于葡萄糖含量。从开花至 22 DAA 主要为果糖、葡萄糖的积累期, 此期间果糖、葡萄糖含量显著高于蔗糖含量。不同嫁接西瓜间从开花至 28 DAA 均表现为以杭州长瓠/小兰、超丰 F<sub>1</sub>/小兰的果实中的果糖、葡萄糖含量显著高于黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰。自根西瓜果实在 10~16 DAA 时果糖和葡萄糖含量增加缓慢, 含量低于杭州长瓠/小兰、超丰 F<sub>1</sub>/小兰, 其余时期均显著高于 4 种嫁接西瓜。幼果中均以葡萄糖和果糖为主要的可溶性糖成分, 约占总糖的 83.4%~93.29%, 蔗糖/总糖约为 6.71%~16.7%, 自根和黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰、超丰 F<sub>1</sub>/小兰、杭州长瓠/小兰的成熟西瓜果实中蔗糖/总糖含量分别升至 43.67%、40.06%、40.94%、42.59%、42.15%。

可溶性总糖表现出自根西瓜果实在发育早期 (开花至 16 DAA) 含量积累缓慢, 其余时期均显著高于嫁接西瓜果实。超丰 F<sub>1</sub>/小兰、勇士/小兰的可溶性糖含量均表现从开花开始迅速积累, 至 28 DAA 升至最高, 随后下降。而杭州长瓠/小兰、黑籽南瓜/小兰表现一致, 可溶性糖含量于 33 DAA 达峰值。可以认为杭州长瓠/小兰、黑籽南瓜/小兰的果实成熟期延长。总体来看, 西瓜嫁接后, 果实糖分积累明显低于自根西瓜。嫁接西瓜果实糖分积累也因砧木的不同而不同。

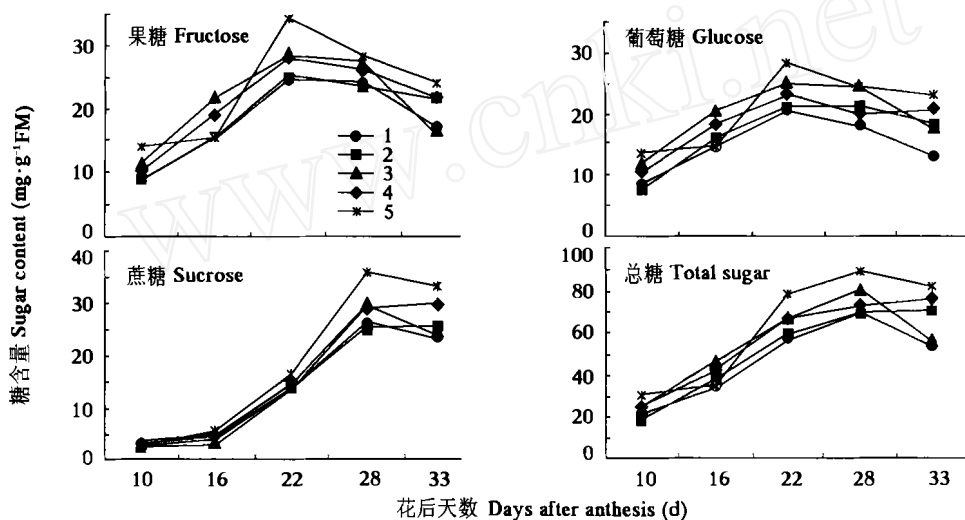


图1 嫁接与自根西瓜果实发育中糖分积累及构成变化比较

1. 勇士/小兰; 2. 黑籽南瓜/小兰; 3. 超丰 F<sub>1</sub>/小兰; 4. 杭州长瓠/小兰; 5. 自根西瓜 (对照)

Fig. 1 Changes of sugar accumulation and components in owr-rooted and different grafted watermelon during fruit development

1. Yongshi/Xiaolan; 2. Heiznangua/Xiaolan; 3. Chaofeng F<sub>1</sub>/Xiaolan; 4. Hangzhou-long gourd/Xiaolan; 5. Owr-rooted watermelon (Control)

## 2.2 自根西瓜与嫁接西瓜果实蔗糖代谢酶活性变化

转化酶 (AI 和 NI): 图 2 显示, 自根和 4 种嫁接西瓜果实的果肉组织中, AI 和 NI 活性均呈下降趋势, 并且 AI 活性总是高于同时期果实的 NI 活性。在果实发育早期 (开花至 16 DAA), 自根西瓜及 4 种嫁接西瓜 AI 活性存在差异, 表现为超丰 F<sub>1</sub>/小兰、勇士/小兰 AI 活性最高, 自根西瓜其次, 黑籽南瓜/小兰最低。在果实发育后期 (24 DAA 以后), 自根及 4 种嫁接西瓜果实中 AI 活性无显著差异。NI 活性表现趋势与 AI 活性基本一致, 亦呈下降趋势, 但均比同一时期 AI 活性低, 同期各处理间差异均不显著。各处理 NI 变化趋势与蔗糖含量变化趋势正好相反。

蔗糖磷酸合酶 (SPS): 自根西瓜果实中 SPS 活性变化与蔗糖积累的趋势基本一致。在幼果期 SPS 活性较低, 之后活性增加, 于 28 DAA 升至峰值, 此时亦为果实中蔗糖含量最高期。嫁接西瓜果肉组织中 SPS 活性也呈先升后降的趋势, 并且均在 28 DAA 达到最大值, 但嫁接西瓜间存在差异, 表现为杭州长瓠/小兰 SPS 活性与自根西瓜无显著差异, 但蔗糖含量在 33 DAA 才达最大值。超丰 F<sub>1</sub>/小兰、

勇士/小兰、黑籽南瓜/小兰 SPS 活性在 22 DAA 以前无显著差异,但均低于自根西瓜和杭州长瓠/小兰。在 28 DAA,SPS 活性表现为黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰 < 超丰 F<sub>1</sub>/小兰 < 自根西瓜和杭州长瓠/小兰,在 33 DAA,SPS 活性表现为杭州长瓠/小兰、黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰 < 自根西瓜 < 超丰 F<sub>1</sub>/小兰。

蔗糖合酶 (SS): 不论是自根西瓜还是嫁接西瓜,在所有测定时期 SS 分解活性总是大于合成活性,因此 SS 在西瓜果实中主要是起分解作用。图 2 所示为 SS 分解活性与合成活性的差值。由图 2 可看出,SS 分解活性变化幅度在  $1.5 \sim 4.0 \mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$  之间。各处理间存在差异,在 10 DAA,自根西瓜果实组织中 SS 分解活性最高;22 DAA 以前,各处理 SS 分解活性变化趋势一致;22 DAA 以后,自根西瓜 SS 分解活性下降,于 33 DAA 降至最低。嫁接西瓜中,除超丰 F<sub>1</sub>/小兰 SS 分解活性变化呈上升趋势外,杭州长瓠/小兰、勇士/小兰、黑籽南瓜/小兰与自根西瓜类似,SS 活性均呈下降趋势,并且此期间几种嫁接西瓜 SS 分解活性均高于自根西瓜。

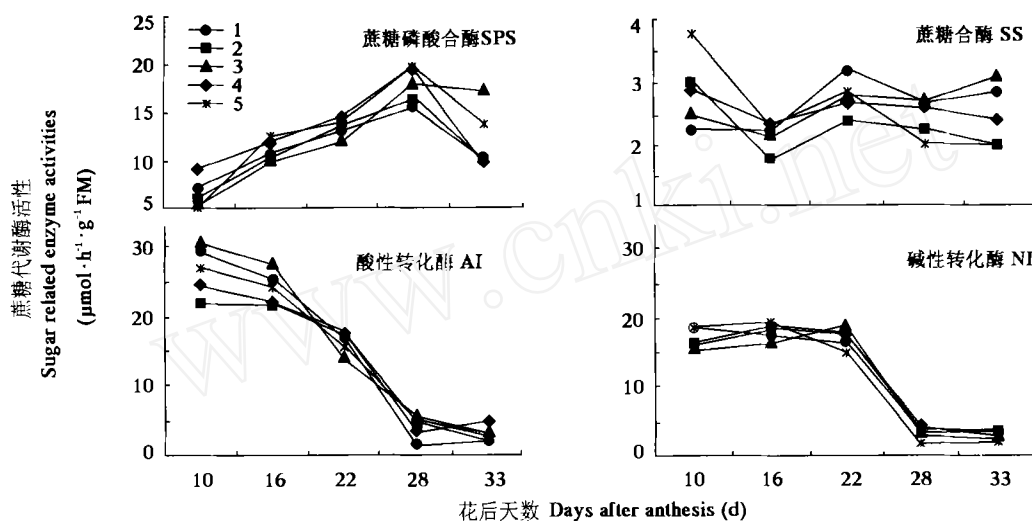


图 2 嫁接与自根西瓜果实发育中蔗糖代谢酶活性变化

1. 勇士/小兰; 2. 黑籽南瓜/小兰; 3. 超丰 F<sub>1</sub>/小兰; 4. 杭州长瓠/小兰; 5. 自根西瓜 (对照)

Fig. 2 Changes of related enzyme activities in sucrose metabolism of own-rooted and grafted watermelon during fruit development

1. Yongshi/Xiaolan; 2. Heizirangua/Xiaolan; 3. Chaofeng F<sub>1</sub>/Xiaolan; 4. Hangzhou-long gourd/Xiaolan; 5. Own-rooted watermelon (Control)

### 2.3 自根和嫁接西瓜果实中蔗糖代谢酶净活性变化

由于在自根西瓜和 4 种嫁接西瓜的果实发育过程中蔗糖和总糖含量均与蔗糖代谢酶净活性呈较好的相关关系 (见表 1), 说明 Inv、SPS、SS 几种酶共同参与果实中蔗糖代谢。因此考虑自根及嫁接西瓜果实中蔗糖代谢酶净活性的变化特点是非常必要的。蔗糖合成酶类活性包括 SPS 和 SS (合成方向) 的活性, 蔗糖分解酶类活性包括 AI、NI 和 SS (分解方向) 的活性, 前者减去后者即为蔗糖代谢酶合成方向的净活性。计算结果见表 1。

从表 1 中可知, 不论是自根西瓜还是嫁接西瓜, 蔗糖分解酶类和合成酶类的活性变化趋势表现一致, 均表现为在幼果期分解酶类活性最高, 随后下降; 幼果期蔗糖合成酶类活性最低, 随后上升, 于 28 DAA 达峰值, 随后下降。从开花到 22 DAA, 果实组织中分解酶类的活性始终大于合成酶类, 酶的净活性为负值。自 22 DAA 之后, 合成酶类的活性超过分解酶类, 净活性为正值。

各处理之间表现为: 自根西瓜果实发育早期酶的净活性低于超丰 F<sub>1</sub>/小兰, 果实发育后期酶的净活性为最大的正值, 即蔗糖合成酶活性最高; 黑籽南瓜/小兰的果实发育早期和后期酶的净活性的绝对值最低; 以超丰 F<sub>1</sub>/小兰果实发育早期酶的净活性最高, 而发育后期酶的净活性居中; 以杭州长瓠/小兰的果实发育早期和后期酶的净活性居中。

表 1 自根和嫁接西瓜果实发育过程中蔗糖代谢酶合成方向酶净活性的变化

Table 1 Changes of net enzyme activity for sucrose synthesis in sucrose metabolism during fruit development of own-rooted and grafted watermelons

试验材料 Experimental materials	糖代谢酶的净活性 Net enzyme activity for sucrose synthesis(μmol h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> FM)					R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
	10 d	16 d	22 d	28 d	33 d		
黑籽南瓜/ 小兰 Heizinangua/ Xiaolan	- 35.075	- 28.409	- 22.265	+ 4.502	+ 3.765	0.9687 **	0.8164 *
勇士/ 小兰 Yǒngshi/ Xiaolan	- 38.080	- 28.529	- 23.846	+ 5.577	+ 4.101	0.9687 **	0.8494 *
超丰 F <sub>1</sub> / 小兰 ChaofengF <sub>1</sub> / Xiolan	- 43.796	- 36.409	- 23.720	+ 6.287	+ 8.397	0.9735 **	0.7718 *
杭州长瓠/ 小兰 Hangzhou-long gourd/ Xiaolan	- 40.962	- 33.526	- 22.049	+ 11.239	+ 8.776	0.9828 **	0.8719 *
自根苗 Own-rooted seedling	- 41.997	- 30.733	- 21.805	+ 13.371	+ 9.776	0.9923 **	0.8731 *
R <sub>1</sub>	0.3336	0.5495	0.7714	0.8166	0.8306		
R <sub>2</sub>	- 0.6744	- 0.8658	0.4733	0.7816	0.7770		

注：蔗糖分解酶类的活性 = AI + NI + SS (分解方向)；蔗糖合成酶类的活性 = SPS + SS (合成方向)；蔗糖代谢酶的净活性 = SPS + SS (合成方向) - AI - NI - SS (分解方向)； $R_1$ ：酶的净活性与蔗糖含量的相关系数； $R_2$ ：酶的净活性与总糖含量的相关系数。

Note: Activity of enzymes on sucrose cleavage = AI + NI + SS (cleavage direction); Activity of enzymes on sucrose synthesis = SPS + SS (synthetic direction); Net enzyme activity of sucrose synthesis = SPS + SS (Synthetic direction) - AI - NI - SS (cleavage direction).  $R_1$ : Correlation coefficient between the net enzyme activity and sucrose content;  $R_2$ : Correlation coefficient between the net enzyme activity and total sugar content.

### 3 小结与讨论

果实内糖代谢相关酶主要是 SPS、SS 和 Inv。有关这几种酶在柑橘、甜瓜、番茄等果实糖代谢中作用的研究相对较多，不同作物、不同品种糖代谢的关键酶不尽相同。但有关嫁接西瓜糖代谢特点以及异砧或共砧对西瓜糖代谢的影响未见报道，而嫁接体是个复合体，有别于自根体，嫁接体由于砧木根系的差异及砧木与接穗间的互作，改变了植株原有的吸收能力、“源”与“库”关系及一系列生理生化反应，从而影响植株的生长发育<sup>[1-3]</sup>。本试验主要研究 4 种砧木对西瓜果实糖分积累的影响。结果表明：嫁接、自根西瓜果实发育过程中糖代谢及相关酶活性变化趋势是一致的，均表现为伴随着果实的成熟、蔗糖的积累，Inv 由很高的活性逐渐下降至最低；SPS 活性由低逐渐上升；SS 活性在  $1 \sim 4 \mu\text{mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$  之间波动。说明 Inv、SPS、SS 几种酶均参与果实的糖分代谢。这从果实发育过程中糖代谢酶的净活性与糖分积累的关系也得到较好的反映。嫁接、自根西瓜在幼果期，各处理酶净活性为很高的负值，即幼果中以分解酶类为主，这期间果实中糖分积累很低，这可能是因为幼果中旺盛的新陈代谢和细胞分裂、膨大消耗的物质和能量较多，光合产物进入果实后被酶分解和进一步被利用和消耗。在果实发育后期，果实中以合成酶类为主，光合产物进入果实后被分解和消耗的比例减少，同时一部分被分解酶类分解的己糖在合成酶的作用下得以积累，因此蔗糖积累速度加快。

一般认为，以幼嫩果实为产品器官的嫁接栽培，砧木不同对品质的影响不大，而以充分成熟的果实为产品器官的，砧木不同会对产品的品质有不同的影响。而嫁接对西瓜果实品质的影响，一般只注意食味品质的调查，对果实糖分的数量指标的研究不多且测试手段简单，很难精确而客观地评价嫁接对西瓜品质的影响<sup>[1,9]</sup>。本试验研究表明嫁接西瓜果实糖分含量均明显降低，这与川田武南<sup>[10]</sup>、村松安南<sup>[11]</sup>在嫁接甜瓜上的报道结果一致。此外嫁接西瓜果实糖分降低程度依砧木而异。本试验中超丰 F<sub>1</sub>/小兰、杭州长瓠/小兰的西瓜糖含量明显高于黑籽南瓜/小兰、勇士/小兰。从果实的整个发育阶段来看，在果实发育后期 (28 ~ 33 DAA)，自根及 4 种嫁接西瓜糖代谢酶的净活性大小与果实组织中蔗糖及总糖含量高低表现是一致的。此期间组织中各处理的 AI、NI 很低且无差异，净活性主要是 SPS 活性与 SS 活性的差值。嫁接西瓜普遍表现出 SPS 活性不同程度下降和 SS 活性不同程度上升，总的代谢酶净活性大小与糖含量高低有较好的相关性，说明在果实发育后期 SPS、SS 对蔗糖积累均起着重要作用。在果实发育早期 (10 DAA)，西瓜代谢酶的净活性与糖含量表现并不一致。自根西瓜代谢酶的净活性低于超丰 F<sub>1</sub>/小兰，但果实中己糖及总糖最高；而后者酶的净活性最高，但果实糖分积累居

中。究其原因,此期间果实中 AI 活性在代谢酶净活性占主要部分。AI 定位于细胞壁和液泡中,主要分解蔗糖,以维持胞间和液泡内外高的蔗糖浓度梯度,从而促进蔗糖从源组织到库组织的韧皮部卸载和跨膜运输。吕英民等认为 Inv 是衡量果实库强的一个重要生化标志<sup>[8]</sup>。本试验中超丰 F<sub>1</sub>/小兰、勇士/小兰的 AI 活性高于自根西瓜,但糖含量却低于自根西瓜,这可能与这两种嫁接西瓜幼果期果实生长快有关,AI 分解的光合产物主要用于细胞分裂和膨大,故己糖含量低。自根及 4 种嫁接西瓜果实发育早期 AI 的不同,说明砧木影响果实发育早期 AI 的活性,即可能改变了果实库强的大小。

综合来看,造成自根及嫁接西瓜果实糖分积累的差异是几种酶共同作用的结果。事实上果实糖分积累是个非常复杂的过程,糖代谢酶的调控仅是其中一方面。果实中 Inv、SPS 及 SS 基因的表达又是受跨膜糖流<sup>[8]</sup>、激素 GA、ABA 等诸多因子的调节。而嫁接西瓜是否因根系的改变及砧木、接穗间互作,通过改变接穗“源”、“库”关系、影响输入果实库中的光合产物的量及内源激素水平等来调控 Inv、SS 的表达还有待进一步深入研究。此外,本试验是以小型、早熟西瓜品种为试材,而西瓜果实糖分积累特点因不同熟性、不同品种而异,同时砧木与西瓜接穗间的互作也会因砧木、接穗品种不同而表现各异。因此探讨嫁接对西瓜果实糖分积累的影响机理是非常复杂的,还须进一步深入研究。

#### 参考文献:

- 1 郑群,宋维慧.国内外蔬菜嫁接技术研究进展.长江蔬菜,2000,(8):1~6
- 2 姜桃武.不同砧木对嫁接西瓜性状的影响.长江蔬菜,1997,4:23
- 3 陈贵林,赵丽丽.嫁接西瓜生长动态及伤流液营养元素含量的研究.中国西瓜甜瓜,1999,(1):7~10
- 4 Hubbard N L, Pharr M P, Huber S C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. *Physiol. Plant*, 1991, 82: 191~196
- 5 Moriguchi T, Ishizawa Y, Sanada T, et al. Role of sucrose and other related enzymes in sucrose accumulation in peach fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 1991, 60: 531~538
- 6 Lingle S E, Dunlap J R. Sucrose metabolism in netted muskmelon fruit during development. *Plant Physiol.*, 1987, 84: 386~389
- 7 赵智中,张上隆,徐昌杰,等.蔗糖代谢相关酶在温州密柑果实糖积累中的作用.园艺学报,2001,28(2):112~118
- 8 吕英民,张大鹏.果实发育过程中糖的积累.植物生理学通讯,2000,27(4):258~265
- 9 蒋有条.瓜类嫁接栽培.北京:金盾出版社,2000.10~25
- 10 川田武男.日本瓜类蔬菜生产中根砧的利用.国外农业科技,1985,3:29~32
- 11 村松安男.日本果菜类蔬菜的嫁接问题及其最近的技术动向.李夷波译.国外农业科技,1982,7:24~27

#### 新书推荐

#### 《柑橘学》 何天富 主编

中华农业科教基金资助图书。全书分为 17 章。分别介绍了柑橘的发展史略、柑橘遗传资源、中国柑橘生态区划、柑橘的生物学、柑橘的代谢生理、柑橘的矿物质营养、柑橘育种、柑橘生物技术、柑橘育苗、果园建立、柑橘园的土壤管理、柑橘对不良环境的适应性及防护技术、柑橘病虫害、柑橘的采后处理及贮藏加工等重要内容。可作为高校师生和研究工作者的参考教材和资料,供从事于柑橘生产者阅读参考。

定价:207.00 元(含邮费)。

#### 《葡萄学》 贺普超 主编

中华农业科教基金资助图书。该书分为绪论和 26 章。分别介绍了葡萄的分类和种质资源、形态与解剖、中国葡萄栽培区划、葡萄生理、主栽品种、繁殖、葡萄园的建立、整形修剪、土肥水管理、抗寒与设施栽培、葡萄主要性状的遗传、杂交与实生育种、多倍体育种、无性系选种、组织培养、病虫害、葡萄酒、葡萄的贮藏保鲜等重要内容。可供高校师生和研究工作者以及葡萄生产者阅读参考。定价:141.00 元(含邮费)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》

编辑部,邮编 100081。

