

加工番茄果实糖分含量的变化

宋曼曼, 韩广泉, 樊新民, 刘慧英

(石河子大学园艺系, 新疆石河子 832000)

摘要:以加工番茄为试材对番茄果实不同发育阶段各果穗的葡萄糖、果糖和蔗糖含量变化进行测定。结果表明:在番茄果实不同生育期、不同果穗的糖含量不同,各果穗的葡萄糖和果糖在绿熟期含量最低,至果实成熟期含量达到最高,蔗糖含量在绿熟期至转色期时一直增大然后慢慢下降;同一果穗糖分的组成果糖最高,葡萄糖次之,蔗糖最少;不同品种的加工番茄在不同生育时期果实糖含量变化有所不同。

关键词:番茄果实;发育阶段;不同果穗;不同品种;糖含量

中图分类号:S 641.209⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0024-05

新疆是我国加工番茄的主产区,总产量占全国的90%以上。加工番茄叶片和果实中糖的代谢影响到番

茄植株的生长和果实的生长发育;并且加工番茄果实所积累糖的种类、含量及比率对果实风味、色泽和其它营养成分有重要影响,是决定果实品质和商品价值的主要因素。前人研究表明,不同品种和果实的不同部位糖类组成不同,番茄光合产物运转途径上从“源”到“库”各部位糖的组成和含量不同^[1]。加工番茄果实品质在很大程度上取决于果实内所积累的糖的种类及数量^[2]。番茄果实内主要含葡萄糖、果糖和蔗糖^[3],果实内糖代谢主要与蔗糖代谢相关酶活性有关,但同时也受遗传因

第一作者简介:宋曼曼(1984-),女,在读硕士,研究方向为蔬菜生理生化与设施园艺。E-mail:xiaogei1112@163.com。

通讯作者:刘慧英(1970-),女,博士,教授,研究方向为蔬菜生理生化与设施园艺。E-mail:hyliuok@yahoo.com.cn。

收稿日期:2010-11-30

[8] 谷晓峰,罗正荣. 甜柿巨大花粉萌发特征及辐射效应研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(4): 280-282.

[9] 李秀芬,张德顺,吴福兰,等. ⁶⁰Co γ 辐照对木槿种子发芽及幼苗生长

的影响[J]. 核农学报, 2009, 23(3): 450-453.

[10] 李够霞,卢宗凡,苏敏. ⁶⁰Co γ 射线不同剂量对小麦辐射效应研究[J]. 国外农学—麦类作物, 1995(5): 52-53.

Radiated Effect of ⁶⁰Co-γ on Pollen of *Prunus salicina* Linn.

SHANG Xiao-li^{1,2}, DU Bao-wei³, FANG Qing³, LI Jing¹

(1. College of Horticulture, Henan Agriculture University, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Puyang Vocational and Technical College, Puyang, Henan 457000; 3. Shangqiu Vocational and Technical College, Shangqiu, Henan 476000)

Abstract: The pollen of *Prunus salicina* Linn cultivars ‘Xinshiji’, ‘Shiyuanzaosheng’ and ‘Aoli14’ were radiated by ⁶⁰Co-γ and their germination rates were determined. The results showed that different dose ratios of ⁶⁰Co-γ had a significant effect on the pollen germination rate of different *Prunus* Linn cultivars. The highest pollen germination rate of *Prunus salicina* Linn. ‘Xinshiji’ and ‘Aoli14’ was obtained after the pollen was radiated by 0.6 Gy/min dose rate. However, the pollen germination rate decreased with the increase of irradiation dose rate. The highest pollen germination rate of shiyuanzaosheng was obtained after the pollen radiated by 1.2 Gy/min dose rate. There was a similar effect of different dose ⁶⁰Co-γ radiating on the pollen germination rate of different *Prunus* Linn cultivars. The highest pollen germination rate of *Prunus salicina* Linn. ‘Xinshiji’, ‘Shiyuanzaosheng’, ‘Aoli14’ was the pollen radiated by 20 Gy dose. Moreover, the pollen germination rate decreased with the increase of irradiation dose. The higher pollen germination rate of *Prunus salicina* Linn. was obtained after the pollen was radiated by lower dose and dose rate ⁶⁰Co-γ and the pollen was used for interspecific hybridization.

Key words: *Prunus salicina* Linn; ⁶⁰Co-γ radiation; pollen germination rate

子、植物激素、生态因子的调控和影响。也有研究表明,果实糖代谢和糖积累同时也受到环境因素的影响,生态因子通过影响果实蔗糖代谢相关酶的活性来影响果实糖的代谢和积累^[4]。不同番茄品种成熟时积累不同比例的糖分,栽培品种一般积累葡萄糖和果糖为主,但积累果糖与葡萄糖的比例也不相同,有的野生番茄种(*L. chmielewskii*)积累蔗糖的比例较大。不同果实糖积累的方式存在明显差异,在果实发育过程中糖的含量逐渐增加,但蔗糖、葡萄糖和果糖的变化并不完全一致,果实不同部位糖的积累情况也不一样^[5]。但目前的研究大多在番茄果实内部不同部位,而对加工番茄不同结果部位的果实糖含量的变化研究较少。

加工番茄果实糖含量直接关系到可溶性固形物的含量,而可溶性固形物含量是影响番茄酱加工产品质量与成本的重要指标。有关研究表明,可溶性固形物含量增加1%,浓度28%的番茄酱成品率提高15%~20%。因此,研究加工番茄果实中糖分含量的变化,对于科学指导大田生产,提高原料出酱率和酱产品质量,降低生产成本,提高经济效益具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试加工番茄品种里格尔“87-5”属矮封顶早熟类型,株型紧凑。“双丰87-5”属自封顶早熟品种,株型矮生直立。“佳禾9号”属中熟自封顶类型。

1.2 试验方法

试验于2008年3~8月在石河子大学实验站日光温室以及石河子大学农学院蔬菜学实验室内进行。种子浸种催芽后播于盛有甘草渣:蛭石=1:1基质的10 cm×10 cm营养钵中,5月3日定植于试验田,栽培管理与一般生产相同。从果实长至绿熟期时开始,分别在绿熟期、白果期、转色期、红果期和熟果期取番茄第1、2、3果穗的果实,用四分法取样,液氮冷冻后测量。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 糖的提取 糖的提取参考张友杰^[7]的蒽酮分光

光度法测定果蔬中的葡萄糖、果糖、蔗糖含量,并略加改变。称取样品5 g于研钵中,加少量75%乙醇研磨成浆。通过漏斗移入50 mL容量瓶中(V1)。用75%乙醇冲洗研钵、玻棒、漏斗。洗液一并归入容量瓶中,使其总体积在40 mL左右。置80℃水浴中提取糖分15 min。取出冷却至室温,用乙醇稀释至刻度、摇匀。通过干燥滤纸过滤到干燥试管中。此为可溶性糖样液A。

1.3.2 糖含量测定 蔗糖测定:精确吸取样液A 0.5 mL于50 mL容量瓶中,加水4.5 mL。从滴定管中加入2 mol/L氢氧化钾的溶液1 mL。置沸水浴中煮沸5 min。取出迅速冷至室温。用水稀释至刻度,摇匀。此为蔗糖测定液B。精确吸取B液0.5 mL于干洁试管中,加水0.5 mL以调整其总体积为1 mL。以下按工作曲线的绘制步骤进行比色。葡萄糖和果糖的测定:吸取样液A 0.5 mL于50 mL容量瓶中,用水稀释至刻度、摇匀。此为葡萄糖和果糖测定液C。往2支干洁试管中分别精确加入0.5 mL C液。各加入0.5 mL水以调整其总体积为1 mL。其中1支试管完全按工作曲线绘制步骤操作,测其吸光度 E_{100} 。另1支试管加热程序换为50℃水浴3 min,其它步骤亦同工作曲线的绘制。侧得此溶液的吸光度为 E_{50} 为果糖吸光度。葡萄糖吸光度为 $E_{100}-E_{50}$ 。

1.3.3 标准曲线的绘制 精确称取250 mg干燥的分析纯糖在250 mL容量瓶中,配成1 mg/mL浓度溶液。葡萄糖、果糖和蔗糖用75%乙醇为溶剂。用移液管吸取10 mL配好的各液于100 mL容量瓶中,用水稀释至刻度、摇匀。此液含糖为100 mg/mL,然后吸取不同浓度各溶液0.5 mL,加水使其体积达到1 mL。然后加入蒽酮—硫酸溶液3 mL。并从蒽酮加入起计时,摇匀10 s后置沸水浴中加热3.5 min,取出立即在冷水或冰水中摇动迅速冷却以停止反应。用水1 mL重复上述操作,作为空白溶液。在分光光度计上用640 nm波长测定它们的吸光度。并绘制工作曲线如图1。

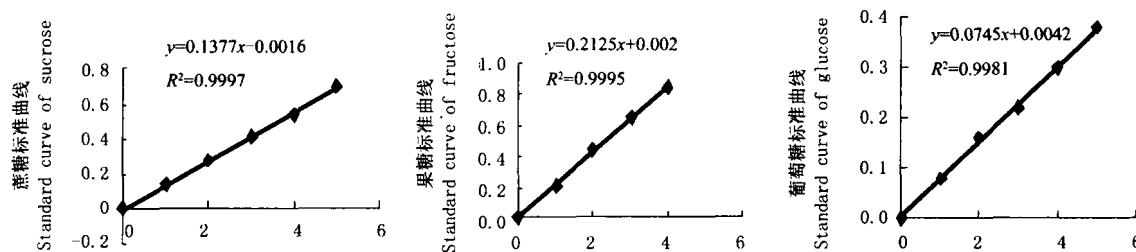


图1 各标准样的标准曲线

Fig. 1 The standard curve of each standard sample

2 结果与分析

2.1 果实不同发育时期各接穗果实糖分含量的变化

果实不同发育时期不同结果部位各部位组织中果糖、葡萄糖、蔗糖的含量变化如图 2~4。从果实不同发育期不同结果部位果糖和葡萄糖含量的变化看,其变化趋势一致,即在不同接穗的果实内果糖和葡萄糖在绿熟期含量较低,随着果实的发育,绿熟期、成熟期逐渐增高,成熟期达到最大值,但增长比较平缓。但节穗之间有所差别,第 1 节穗和第 3 节穗的果糖含量在转色期前

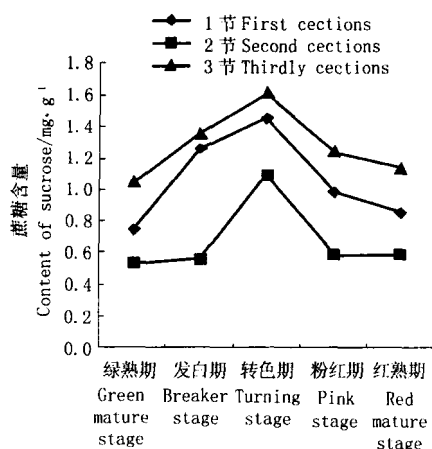


图 2 不同发育时期各部位果实蔗糖含量的变化

Fig. 2 Different parts at different developmental stages of sucrose content in fruit

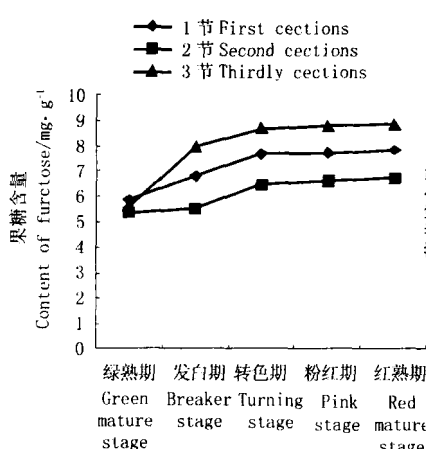


图 3 不同发育时期各部位果实果糖含量的变化

Fig. 3 Different parts at different developmental stages of fructose content in fruit

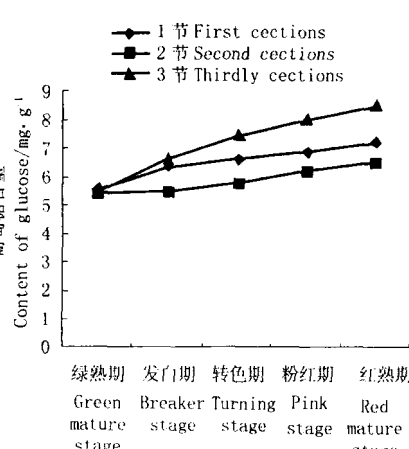


图 4 不同发育时期各部位果实葡萄糖含量的变化

Fig. 4 Different parts at different developmental stages of glucose content in fruit

2.2 不同果穗各生育时期糖含量的变化

由图 5 可知,从第 1 节穗随着果实的成熟果实内糖的积累慢慢增加,果糖和葡萄糖含量逐渐增加,果糖增长幅度大于葡萄糖,但随着果实的成熟蔗糖含量先稍微增加然后慢慢降低,说明随着加工番茄的成熟果实主要积累果糖和葡萄糖。由图 6 可知,第 2 节穗的变化趋势总体上和第 1 节穗相似,但果实内各种糖的含量均少于第 1 节果穗。果实内果糖含量的变化趋势较之第 1 节穗较平缓,并且含量少于第 1 节穗,第 2 节穗果实内的葡萄糖在绿熟期时高于果糖,随着果实的成熟果糖的增长趋势大于葡萄糖。由图 7 可知,第 3 节穗果实糖的含量的变化趋势和第 1 节穗糖的含量的变化基本一样,但果实内糖的含量增大幅度较之第 1、第 2 节穗较大,果糖、葡萄糖的含量均高于第 1、第 2 节穗。

综合图 5~7 可看出,第 3 节穗果实糖含量总体上大于第 1、第 2 节穗,而第 2 节穗糖含量相比而言含量最少。蔡宗启等^[7]对枇杷进行的研究表明,铺反光膜可以明显提高果实的总糖含量,这可能是由于光照强度不同而影响果树的同化作用,直接或间接地影响了同化物向

一直持续快速增长,而第 2 节穗果糖含量增长速度变缓变慢。这可能由空间位置差异引起的。

从不同节穗果实发育不同时期的蔗糖含量看(图 1),3 个节穗蔗糖变化相似转色前都是逐渐增加,转色后逐渐下降。在 25 d 采样时果实蔗糖含量升高,果实自身合成的蔗糖量少,由此可以认为,此时的蔗糖以外源输入为主,此时番茄果实作为代谢库具有较强库吸收能力^[6]。在外源输入一定的情况下蔗糖的变化说明蔗糖在转化。

果实的输入,影响了果实含糖量,这说明不同节穗的果实光照强度等因素的影响下果实糖含量受到一定影响。第 1、第 2、第 3 节穗果实果糖和葡萄糖增加显著一直持续到红熟期,蔗糖为增加后降低,但总的含量变化趋势有所差异,说明糖的含量受空间差异的影响,这为目前有目的的种植和育种提供理论依据。

2.3 不同品种不同时期糖含量的变化

不同品种的加工番茄果实内糖含量的变化如图 8~10,不同品种的果实内糖含量的变化存在明显差异。由图 8 可看出“双丰 87-5”果实蔗糖含量在绿熟期,发白期基本保持稳定,在转色期以较快的速度增加,在红果期达到最大值,之后慢慢降低,红熟期含量最低。“佳禾 9 号”和“里格尔 87-5”果实蔗糖含量的变化趋势在前 4 个时期基本一致,从粉红色期开始“佳禾 9 号”果实蔗糖含量逐渐下降,而“里格尔 87-5”果实蔗糖含量逐渐增加。

由图 9 可看出“佳禾 9 号”和“双丰 87-5”果实果糖含量的变化趋势基本一致,都是在绿熟期到发白期基本没有变化,由发白期到转色期逐渐下降,从转色期到粉红色期又逐渐增加,在粉红色期达到最大,然后由粉红色期到

红熟期又慢慢减少。而“里格尔 87-5”果实果糖的含量由绿熟期到粉红色期逐渐增加,在粉红色期含量达到最大,然后由粉红色期到红熟期逐渐减少。

由图 10 可看出,不同品种果实葡萄糖的含量变化趋势差异较大。“双丰 87-5”由绿熟期到发白期果实葡萄糖含量逐渐降低,然后由发白期到粉红色期逐渐增加,在粉红色期含量达到最高值,在粉红色期到熟果期逐渐降

低。“佳禾 9 号”由绿熟期到转色期果实葡萄糖含量逐渐增加,然后由粉红色期到熟果期逐渐降低。而“里格尔 87-5”果实葡萄糖的含量由绿熟期到发白期果实葡萄糖含量逐渐增加,由发白期到转色期逐渐降低,然后由转色期到粉红色期又逐渐增加,到粉红色期达到最大值,由粉红色期到红熟期又逐渐降低。

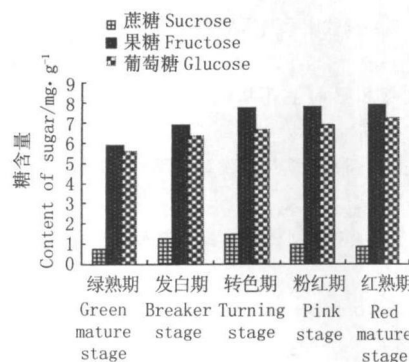


图 5 第 1 节穗不同生育期的果实糖含量的变化

Fig. 5 Changes of fruit sugar content of first sections at different growth stages

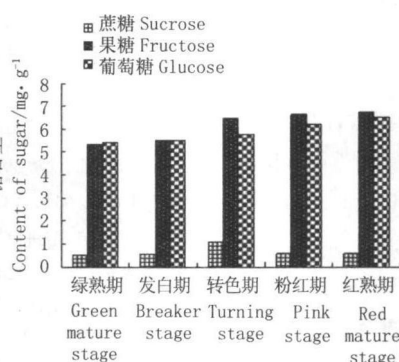


图 6 第 2 节穗不同生育期的果实糖含量的变化

Fig. 6 Changes of fruit sugar content of second sections at different growth stages

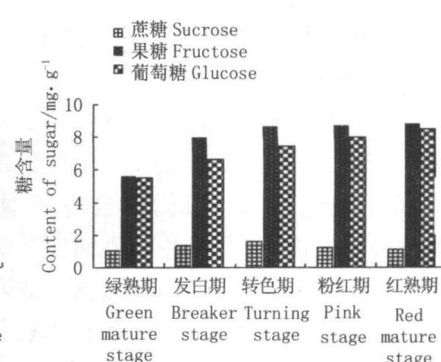


图 7 第 3 节穗不同生育期的果实糖含量的变化

Fig. 7 Changes of fruit sugar content of thirdly sections at different growth stages

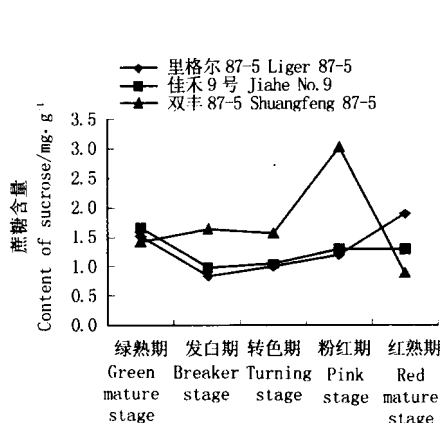


图 8 不同品种蔗糖含量的变化

Fig. 8 Change of sucrose content of different cultivar

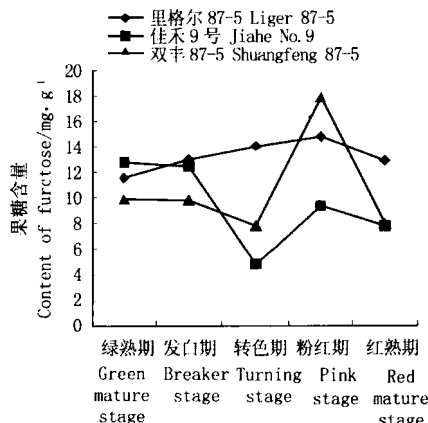


图 9 不同品种果糖含量的变化

Fig. 9 Change of fructose content of different cultivar

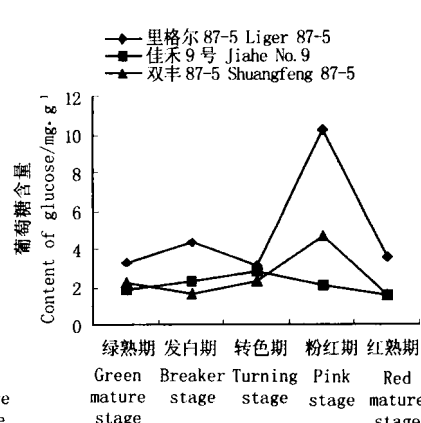


图 10 不同品种葡萄糖含量的变化

Fig. 10 Change of glucose content of different cultivar

3 结论与讨论

研究表明,加工番茄不同生育期、不同节穗、不同品种中糖分的含量及不同种类糖分的比率存在明显的差异。许多研究表明,蔗糖的积累有利于糖含量的增加,贮藏蔗糖有利于高糖水平是因为蔗糖的渗透性是葡萄糖和果糖的 50%,并且比单糖不易因为呼吸代谢而含量减少^[7]。Klann 等^[8]在研究积累单糖为主的野生型番茄和积累蔗糖为主的栽培型番茄时发现,前者在果实达

到成熟时其糖含量就不再上升,而后者在果实发育的后期还继续有大量的糖积累。该试验表明,第 3 节穗的蔗糖含量最高,第 1 节穗次之,第 2 节穗最少,果糖和葡萄糖的含量也是如此,与前人报道的以积累蔗糖为主的果实糖含量高于以积累单糖为主的果实糖含量相符。

试验结果表明,不同生育期、不同结果部位和不同品种内番茄果实内糖的积累和分布变化明显。加工番茄果实内主要含有果糖和葡萄糖,蔗糖含量很低,表明加工番茄主要积累葡萄糖和果糖。不同接穗果实不在

同发育时期,果实果糖、葡萄糖、蔗糖的含量变化趋势一致,即果糖和葡萄糖在核桃期含量较低,随着果实的发育,绿熟期、成熟期逐渐增高,成熟期达到最大值。蔗糖的变化从绿熟期蔗糖慢慢增加,转色达到最大,然后慢慢减少。第3果穗的蔗糖,果糖、葡萄糖的含量均高于第2果穗和第1果穗的,而第2果穗又低于第1果穗的。而不同品种的加工番茄果实内糖含量的积累差异显著。“双丰87-5”果实内蔗糖、果糖含量的变化趋势较大,而“里格尔87-5”果实内葡萄糖含量变化趋势较大,“佳禾9号”果实内各糖含量变化较平缓。

不同接穗的果实糖分的组成和含量相似,各果穗在不同生育期间蔗糖、果糖、葡萄糖的变化趋势一致,即蔗糖为逐渐升高后又逐渐下降的趋势,而葡萄糖、果糖则为一致升高的趋势。图1中在不同生育期时,蔗糖的含量都是最低,葡萄糖次之,果糖最高。结果表明,随着果实的成熟蔗糖含量逐渐降低,果糖和蔗糖含量逐渐升高。在不同品种的加工番茄果实内蔗糖、果糖含量最高的是“双丰87-5”,葡萄糖含量最高的是“里格尔87-5”,果糖含量较低的是“佳禾9号”。这与 Klalin^[9]研究的果实内糖代谢受遗传因子、植物激素、生态因子的调控和影

响相符。

参考文献

- [1] 齐红岩,李天来,刘海涛,等. 番茄不同部位中糖含量和相关酶活性的研究[J]. 园艺学报,2005,32(2):239-243.
- [2] Eixeira R T,Knorpp C,Glimelius K. Modified sucrose, starch, and ATP levels in two alloplasmic male-sterile lines of *B. napus*[J]. Journal of Experimental Botany,2005,56:1245-1253.
- [3] 郑国琦,罗胃,郑紫燕,等. 宁夏枸杞果实糖积累和蔗糖代谢相关酶活性的关系[J]. 西北植物学报,2008,28(6):1172-1178.
- [4] 罗霄,郑国琦,王俊. 果实糖代谢及其影响因素的研究进展[J]. 农业科学研究,2008,29(2):69-74.
- [5] 赵智中. 柑橘果实糖积累的生理基础研究[D]. 杭州:浙江大学,2001.
- [6] 刘以前,沈火林,石正强. 番茄果实生长发育过程中糖的代谢[J]. 华北农学报,2006,21(3):51-56.
- [7] 蔡宗启,增进富. 铺反光膜对枇杷枝梢生长和果实品质的影响[J]. 中国果树,2004(5):28-31.
- [8] Salerno G,Ponfis H. Sucrose phosphate synthase[J]. Planta,1980,142:41-48.
- [9] Klalin M E,Chetelat T R,Bennett A B. Expression of add invertase gene controls of sugar composition in tomato (*Lycopersicon*) fruitfruit[J]. Plant Physiol,1993,103:863-870.

Study on Sugar Content Changes of Processing Tomato Fruit

SONG Man-man, HAN Guang-quan, FAN Xin-min, LIU Hui-ying

(Department of Horticulture, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

Abstract: The different developmental stages of tomato fruit processing various grain of glucose, fructose and sucrose content determinated. The results showed that the sugar content was different in the different growth stages and different ear. The glucose and fructose in green maturities, to the lowest fruit mature reached the highest amount against. Sucrose content in the green maturities were always turn to color and then slowly drops. The composition of the highest average sugar glucose, fructose, sucrose at least. Different kinds of processed tomatoes in different periods in different fruit sugar content changes.

Keywords: tomato fruit; developmental stage; grain; varieties; sugar content