

# 不同肉色薄皮甜瓜糖积累变化规律

李 响, 王 玲, 聂 鑫, 韩 墨, 张 萌, 靳 亚 忠

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘 要:**以黑龙江八一农垦大学农学院甜瓜育种课题组自行培育的黄肉 H86、清白肉 Q94、白肉 B99、橘黄肉 J149 和绿色肉 L168 这不同肉色自交系品种为试材,测定了不同发育时期果实中的蔗糖、葡萄糖、果糖含量以及蔗糖合成酶(SS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)、酸性转化酶(AI)及中性转化酶(NI)等糖代谢相关酶的活性变化,并对甜瓜果实糖积累的生理机制进行了系统分析。结果表明:H86 果实蔗糖合成酶活性与蔗糖积累量紧密相关,30 d 蔗糖含量到达峰值,属蔗糖积累型;Q94 果实内高水平的酸性转化酶活性对葡萄糖、果糖积累以及促进果实形态的构建有着重要意义,属还原糖积累类型;B99 整个发育期蔗糖合成酶活性、蔗糖磷酸合成酶活性、酸性转化酶活性和中性转化酶活性一直保持较高水平,在花后 25 d 活性均处于首位,属蔗糖积累类型;B99 幼果期葡萄糖含量较高,蔗糖积累量在果实整个的生长发育期内都保持上升趋势直至成熟,果糖积累量与蔗糖合成酶活性及中性转化酶活性相关,该自交系品种属于蔗糖积累类型;J149 果实内葡萄糖和果糖均在花后 25 d 时开始积累直至成熟,成熟时葡萄糖含量居于首位,果糖合成升高与中性转化酶活性上升有关,属还原性糖积累型;L168 成熟果实内蔗糖含量居于首位,果实内酸性转化酶活性和中性转化酶活性的变化对甜瓜果实品质形成有着重要的意义,属于蔗糖积累型。

**关键词:**果肉颜色;薄皮甜瓜;糖及糖相关酶

**中图分类号:**S 652 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0022-06

薄皮甜瓜耐湿热、抗病害、产量高、经济价值颇佳,深得农户们的欢迎从而竞相种植。生产者也会根据不同地域人们的喜好进行有针对性的种植生产。了解薄皮甜瓜种质资源特性,有特色、针对性的育种成了育种专家科研工作的主要方向。薄皮甜瓜果肉类型繁多,分硬质、松脆、酥软、粉质等类型,果肉颜色又分白肉、橘黄肉、黄肉、青白肉、绿肉等。不同品系的薄皮甜瓜果实在各自的生长期间内糖总量及组成都各有特点<sup>[1]</sup>,这些主要受到品系遗传特性的影响,栽培模式以及外界环境等因素对其影响不起决定性因素<sup>[2]</sup>。大量研究表明,影响薄皮甜瓜风味构成的是糖的种类、含量以及比率,而影响其构成的酶主要包括:蔗糖合成酶(sucrose synthase, SS)、蔗糖磷酸合成酶(sucrose phosphate synthase, SPS)、酸性转化酶(acid invertase, AI)和中性转化酶(neutral invertase, NI)。该试验以系统研究果实发育过

程中蔗糖、葡萄糖、果糖积累与以上 4 个酶活性变化的相互关系,了解各个种质资源品种糖积累变化规律,以期日后育种工作提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为黑龙江八一农垦大学农学院航天育种基地自行培育的自交系品种:黄肉 H86、白肉 B99、清白肉 Q94、橘黄肉 J149 和绿色肉 L168。果实熟期均为 35 d,吊蔓栽培于黑龙江八一农垦大学农学院航天育种基地温室内。

### 1.2 试验方法

分别于供试甜瓜花后的 5 个时期:开花后 15、20、25、30、35 d。随机采集 5 个样品,采集后立即去皮,切成丝状混合分装后全部放入液氮中迅速冷冻,并立刻放入-70℃的恒温冰箱保存,用于糖分分析和糖类相关酶活性测定。

### 1.3 项目测定

果实中蔗糖、葡萄糖、果糖含量均采用蒽酮比色法测定<sup>[3]</sup>。果实中 SS、SPS、AI、NI 活性参照汤章城等<sup>[4]</sup>方法测定。

**第一作者简介:**李响(1986-),男,硕士,研究方向为设施果蔬栽培与配套技术。E-mail:6880506@163.com

**责任作者:**靳亚忠(1975-),男,博士,现主要从事园艺植物营养生理的教学与研究工作。E-mail:277168601@qq.com

**收稿日期:**2016-07-21

#### 1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS 9.5 软件进行数据分析处理和相关性分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖含量的变化

由图 1 可以看出,在 5 个不同果肉颜色的薄皮甜瓜中,Q94 在花后 15 d 时蔗糖积累量为  $12.004 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,其积累水平显著高于其它品种( $P < 0.05$ ),而其余品种之间无显著差异;在 15 d 之后,Q94 和 B99 果实中蔗糖含量始终保持逐渐升高的趋势,其余品种果实蔗糖含量呈现先升高后降低的变化趋势,且 H86 果实中蔗糖含量在花后 30 d 时达到峰值,而后降低;J149 果实蔗糖含量在花后的 25 d 时达到最高,之后逐渐降低;花后 30 d 时 L168 果实内蔗糖含量最高,为  $96.315 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,比第 2 位 Q94 蔗糖积累总量高出 51.6%,之后蔗糖含量降低;花后 35 d 时,甜瓜果实蔗糖含量间存在显著差异( $P < 0.05$ ),L168 果实蔗糖含量最高,H86 果实蔗糖含量次之,L149 果实蔗糖含量最低,其余品种果实蔗糖含量差异不显著。

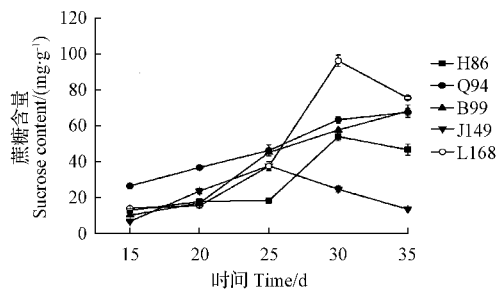


图 1 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖含量的变化

Fig. 1 The change of sucrose content in thin skin melons with different flesh colors during growth

#### 2.2 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中葡萄糖的积累

由图 2 可知,花后 15 d 时,除 B99、L168 以外,其余品种果实内葡萄糖积累量极少;花后 15~25 d,除 Q94 葡萄糖积累量有明显上升外,其余品种果实内葡萄糖积累量变化均不明显( $P > 0.05$ ),B99 果实葡萄糖含量略微下降;花后 25 d 后,B99 果实内葡萄糖积累量呈现下降趋势;花后 30 d 时,J149、L168 较花后 25 d 时果实内葡萄糖积累量增长近一倍,L168 果实内葡萄糖含量达到  $5.862 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,相当于此时 H86 积累量的 6 倍,在 5 个品种中果实葡萄糖含量最高;花后 35 d 时,其葡萄糖含量又急剧下降至 5 个品种的中间水平。H86 在果实发育的整个时期中,葡萄糖积累总量变化不明显( $P > 0.05$ )。

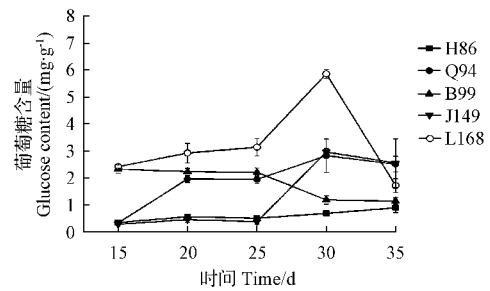


图 2 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中葡萄糖含量的变化

Fig. 2 The change of glucose content in thin skin melons with different flesh colors during growth

#### 2.3 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中果糖的积累

由图 3 可知,花后 15~25 d 期间,J149 果实内果糖的积累量处于所有品种的最低水平,直至花后 25 d 时果糖积累量开始逐渐上升;其余 4 个品种中,除 H86 在整个果实发育期间,果实内果糖积累总量变化趋势变化不大,25 d 后果实葡萄糖含量逐渐降低;Q94、B99 以及 L168 在果实发育前期,果实内果糖含量逐渐升高,且品种之间差异不显著( $P > 0.05$ ),25 d 后,Q94、B99 果实果糖含量逐渐下降,而 L168 果实果糖含量急剧升高,30 d 时达到峰值,果实内果糖含量为  $16.909 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,显著高于其它品种果实果糖含量,而后又迅速降低。35 d 时与 B99 果实果糖含量无明显差异,而 Q94 果实果糖在 35 d 时高于其它品种( $P < 0.05$ )。

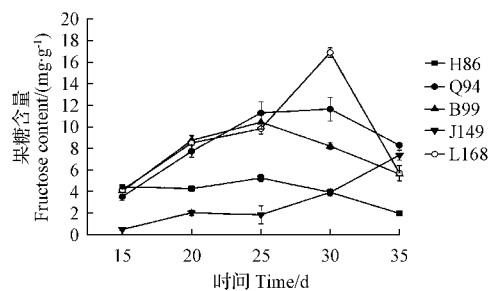


图 3 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中果糖含量的变化

Fig. 3 The change of fructose content in thin skin melons with different flesh colors during growth

#### 2.4 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖合成酶活性变化

由图 4 可知,在 5 个品种中,B99 果实在生长发育期蔗糖合成酶活性显著高于其它品种,且在花后 25 d 时果实蔗糖合成酶活性最大,达  $312.941 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{FW}$ ,高出位列第 2 名的 L168 逾 1 倍,随后又逐渐降低。L168 果实的整个生长期中,蔗糖合成酶活性在花后 25 d 时表现出高活性,随后降低,直至果实成熟。Q94 果实

蔗糖合成酶的活性,自花后 15 d 开始,先呈现降低,20 d 后果实内蔗糖合成酶活性才逐步上升,直至果实成熟。H86、J149 在整个果实发育期间,果实内蔗糖合成酶活性保持恒定不变或变化不明显( $P>0.05$ ),且 J149 果实内蔗糖合成酶在果实成熟的整个期间,其活性均处于较低水平。

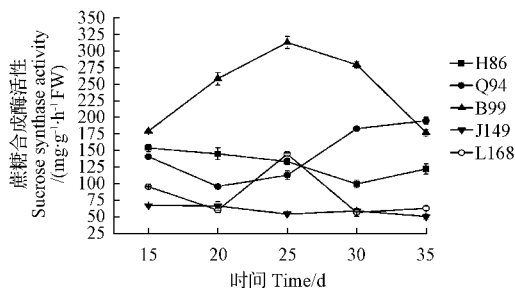


图 4 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖合成酶活性变化

Fig. 4 The activity of SS activity in thin skin melons with different flesh colors during growth

## 2.5 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖磷酸合成酶活性变化

由图 5 可知,随果实生长发育,H86 在花后 25 d 时,果实内蔗糖磷酸合成酶活性呈现小幅增长,25 d 之后,又逐渐降低到整个生长期的平均水平。Q94 果实蔗糖磷酸合成酶的活性呈现逐渐升高,直至果实成熟,花后 35 d 时活性达到  $222.305 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{FW}$ ,位列第一。B99 果实中蔗糖磷酸合成酶活性在花后 15 d 时显著高于其它品种,随后降低,花后 20 d 之后,迅速升高达到峰值,活性高达  $250.929 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{FW}$ ,显著高于其它品种( $P<0.05$ ),之后又逐渐降低。J149 和 L168 在其整个果实成熟的过程中蔗糖磷酸合成酶活性,其与蔗糖合成酶一样均处于较低的活性水平,且整体变化较小,呈现略微降低趋势,而 L168 果实中蔗糖合成酶的活性在花后 25 d 时呈现小幅波峰,但此后又呈现下降趋势。

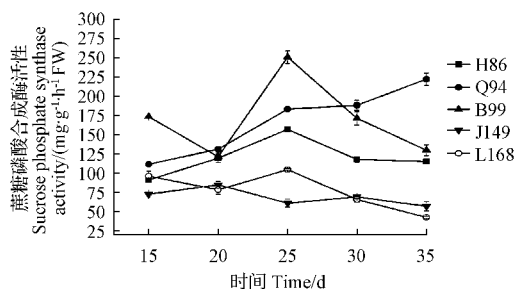


图 5 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中蔗糖磷酸合成酶活性变化

Fig. 5 The activity of SPS activity in thin skin melons with different flesh colors during growth

## 2.6 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中酸性转化酶活性变化

由图 6 可知,花后 15 d 时,品种之间果实酸性转化酶活性存在显著差异( $P<0.05$ ),Q94 果实酸性转化酶活性最高,而 H86 的活性最低。在果实发育期间,H86 果实内酸性转化酶活性一直处于较低水平;Q94 在花后 15 d 时,果实内其酸性转化酶活性最高,随着果实的成熟呈现降低趋势;B99 果实中酸性转化酶活性呈现先升高后降低的变化趋势,直至花后 25 d 时其活性到达峰值,随后也迅速降低,直至果实成熟;J149 果实内酸性转化酶活性变化趋势与 Q94 类似,在花后 30 d 时表现出活性的小幅回升后又下降至最低水平;L168 果实内的酸性转化酶活性在其果实初期活性水平较高,随果实发育逐渐下降,但直至果实成熟时其活性依然较高,位列第一。

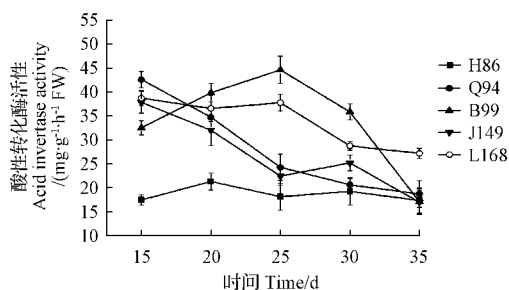


图 6 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中酸性转化酶活性变化

Fig. 6 The activity of AI activity in thin skin melons with different flesh colors during growth

## 2.7 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中中性转化酶活性变化

由图 7 可知,花后 15 d 时,果实内中性转化酶活性无显著性差异( $P>0.05$ )。H86 果实中性转化酶活性在生长发育期始终保持逐渐升高的趋势,成熟时活性最高;Q94 在果实发育期间中性转化酶活性变化幅度较小;B99 果实中性转化酶先迅速升高,在 25 d 时活性到

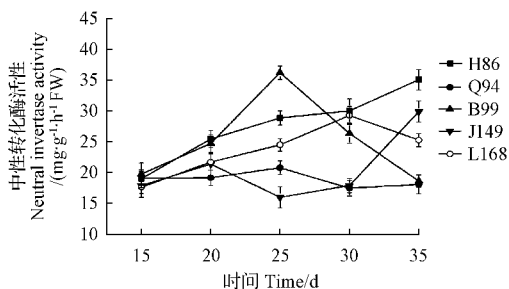


图 7 不同肉色薄皮甜瓜果实发育过程中中性转化酶活性变化

Fig. 7 The activity of NI activity in thin skin melons with different flesh colors during growth

达峰值,且显著高于其它品种随后逐渐降低;在花后 15~30 d,J149 果实内中性转化酶活性在发育期间保持稳定,但是在 30 d 后活性迅速升高,在 35 d 时达到最高值。

2.8 果实糖分积累与糖代谢相关酶相关性分析

从表 1 可以看出,H86 果实在花后 15~35 d 的生长发育期内,果实蔗糖积累增加与蔗糖合成酶显示出较高的相关性,说明该品种蔗糖合成受蔗糖合成酶的调控影响较大;Q94 果实中各种糖分含量与关键酶活性之间相关性的分析表明,随着果实的生长发育,果实内蔗糖和葡萄糖积累量与蔗糖磷酸合成酶和酸性转化酶活性相关性较高,果糖积累量与酸性转化酶活性有一定相关性(表 2)。此外,由表 3 可知,B99 果实中果糖积累量与蔗糖合成酶活性具有较高相关性,与中性转化酶活性有一定的相关性,而蔗糖和葡萄糖与这几种酶之间的相关性不大。J149 果实糖积累量与酶活性之间的相关性分析结果显示,果糖合成与酸性转化酶活性以及中性转化酶活性之间有一定相关性,而其它的糖积累量与关键酶活性之间的相关系数较低(表 4)。由表 5 可知,L168 果实内蔗糖积累量与酸性转化酶和中性转化酶活性均有较高相关性,果糖积累量与中性转化酶活性具有一定相关性,而蔗糖合成酶与蔗糖磷酸合成酶活性似乎对以上糖的代谢相关性表现不明显。

表 1 H86 糖分积累与糖代谢相关酶相关性分析

Table 1 The correlation analysis of sugar and sugar related enzyme for H86

指标 Index	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose
蔗糖合成酶(SS)	0.930 * *	0.356	0.675
蔗糖磷酸合成酶(SPS)	0.036	0.377	0.117
酸性转化酶(AD)	0.110	0.272	0.069
中性转化酶(NI)	0.376	0.599	0.793

表 2 Q94 糖分积累与糖代谢相关酶相关性分析

Table 2 The correlation analysis of sugar and sugar related enzyme for Q94

指标 Index	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose
蔗糖合成酶(SS)	0.755	0.410	0.136
蔗糖磷酸合成酶(SPS)	0.948 * *	0.802 * *	0.683
酸性转化酶(AD)	0.959 * *	0.900 * *	0.820 *
中性转化酶(NI)	0.560	0.428	0.020

表 3 B99 糖分积累与糖代谢相关酶相关性分析

Table 3 The correlation analysis of sugar and sugar related enzyme for B99

指标 Index	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose
蔗糖合成酶(SS)	0.111	0.156	0.953 * *
蔗糖磷酸合成酶(SPS)	0.063	0.320	0.459
酸性转化酶(AD)	0.454	0.639	0.716
中性转化酶(NI)	0.093	0.299	0.891 *

表 4 J149 糖分积累与糖代谢相关酶相关性分析

Table 4 The correlation analysis of sugar and sugar related enzyme for J149

指标 Index	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose
蔗糖合成酶(SS)	0.325	0.541	0.757
蔗糖磷酸合成酶(SPS)	0.100	0.430	0.581
酸性转化酶(AD)	0.385	0.618	0.828 *
中性转化酶(NI)	0.443	0.465	0.837 *

表 5 L168 糖分积累与糖代谢  
相关酶相关性分析

Table 5 The correlation analysis of sugar and sugar related enzyme for L168

指标 Index	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose
蔗糖合成酶(SS)	0.391	0.201	0.190
蔗糖磷酸合成酶(SPS)	0.682	0.024	0.098
酸性转化酶(AD)	0.912 * *	0.248	0.374
中性转化酶(NI)	0.903 * *	0.648	0.817 *

3 讨论

3.1 不同肉色薄皮甜瓜果实糖积累特点

果实中糖分组成及其含量是决定果实品质的重要因素之一,影响着果实的甜度;此外,糖还组成果实风味物质之一,并且还是果实合成维生素、酸、类胡萝卜素、香气物质、花青素以及类黄酮等物质合成的基础<sup>[5]</sup>。在果实中决定果实甜度和风味糖分主要包含蔗糖、果糖、葡萄糖、麦芽糖等可溶性糖物质。其中,高果糖能增加果实甜味,同时果糖和葡萄糖的组合能改善果实的口感,而葡萄糖虽然对果实甜度的贡献较小,但能改善果实的香味,使得果实具有香甜绵软之感<sup>[6]</sup>,J149 果实发育过程中,葡萄糖和果糖均在花后 25 d 时才开始出现积累趋势其成熟时含量很高,葡萄糖含量居于首位,说明该自交系在果实香味及绵软特性较为突出。马梦婕等<sup>[7]</sup>以白色、黄色、绿色 3 个不同果肉颜色的薄皮甜瓜品系为试验材料,结果也表明绿色肉色品系蔗糖积累量从 25 d 后开始急速上升且积累量相对较高,该绿肉自交系属于高蔗糖积累类型,而白色和橙红色品种属于低蔗糖积累型,而绿肉 L168、白肉 B99、黄肉 H86 试验结果与该试验结果吻合,结果说明相同肉色不同品种糖变化趋势大体类似。陈雷<sup>[8]</sup>对不同肉色品种薄皮甜瓜果实品质构成研究发现,薄皮甜瓜果实采收前 5 d,是蔗糖含量积累的重要阶段,是薄皮甜瓜果实品质形成的关键时期,L168 果实整个发育过程中,蔗糖、葡萄糖、果糖随果实发育含量逐渐上升,花后 30 d 达到峰值,各糖分积累量均远高于另外 4 个品种。花后 35 d 时,蔗糖含量居于首位,该品种成熟时甜度较高。刘颖<sup>[9]</sup>也在对不同薄皮甜瓜自交系糖分积累规律的研究中发现,由于不同品系间糖分积累种类及总量存在一定差异,存在蔗糖积累型和

还原性糖积累型的品种, H86 在花后 30 d 时果实内蔗糖含量达到峰值。果实整个发育过程中, 葡萄糖和果糖含量变化不明显, 该自交系品种属于低蔗糖积累类型; Q94 幼果期果实内蔗糖积累量最高, 葡萄糖、果糖从幼果期到成熟前积累量逐渐上升, 该自交系品种属于还原糖积累型; B99 幼果期葡萄糖含量较高, 蔗糖积累量在果实整个的生长发育期内都保持上升趋势直至成熟, 该自交系品种属于蔗糖积累类型; J149 属于还原性糖积累型; L168 属于高蔗糖积累型。

### 3.2 不同肉色薄皮甜瓜果实糖代谢相关酶特点

赵智中等<sup>[10]</sup>在柑橘果实研究中发现, 果实发育前期需要大量的形态建构物质, 较高酸性转化酶活性利于催化蔗糖分解, 生成的果糖和葡萄糖供呼吸消耗, 为旺盛的生理活动提供物质能量, 而发育初期果实内高水平的酸性转化酶活性对 Q94 果实的葡萄糖、果糖积累以及促进果实形态的构建同样也有着重要意义; 低活跃的酸性转化酶活性, 使得中性转化酶水解蔗糖更有帮助, L168 果实发育初期酸性转化酶活跃度相对较高, 伴随酸性转化酶活力的下降, 蔗糖浓度不断升高。在果实生长发育阶段的中期中性转化酶活性占主导地位, 后期逐渐下降, 而中性转化酶总体活性较强, 这一现象与梁英龙等<sup>[11]</sup>的研究类似; 刘颖<sup>[9]</sup>发现 3 个甜瓜自交系果实发育初期主要积累葡萄糖和果糖, 此时酸性转化酶活性、中性转化酶活性和蔗糖合成酶分解活性呈逐渐降低之势。近似肉色的 B99 与 HN-001 结果类似, 而同样肉色的 Q94 与 HN-002 的结果大体相同。HN-004 与 H86 在发育中后期伴随蔗糖磷酸合成酶活性升高蔗糖含量快速上升, 与蔗糖快速积累密切相关, 对成熟期果实的风味品质构成有着重要影响; Q94 与 B99 果实内葡萄糖和果糖在成熟阶段含量的下降伴随着蔗糖的上升, 糖代谢相关酶对果实葡萄糖、果糖的积累起作用因不同自交系而异, 而在对砂梨<sup>[12]</sup>果实研究中也出现相同结果。另有类似研究结果表明<sup>[13]</sup>, 不同甜瓜品种在果实生长发育期内

与其糖分合成相关酶种类及活性变化趋势均不相同。Q94 果实内酸性转化酶活性伴随蔗糖含量增长而下降, 蔗糖、葡萄糖合成积累与蔗糖磷酸合成酶和酸性转化酶活性密切相关。J149 成熟期果实内果糖合成升高与中性转化酶活性上升有关。L168 果实内酸性转化酶活性和中性转化酶活性的变化对甜瓜果实中蔗糖的积累和构成具有重要影响, 而成熟期蔗糖含量的积累对甜瓜果实品质形成有着重要的意义。

(该文作者还有杨升、张桂芝, 单位同第一作者。)

### 参考文献

- [1] 周莉. 不同变种甜瓜果实香气、颜色及相关的 *CmCCD1* 基因表达的研究[D]. 天津: 天津大学, 2013.
- [2] 张明方, 蒋有条, 余抗, 等. 甜瓜不同变种果实发育过程中的糖转化与酶活性变化[J]. 浙江农业学报, 1998, 10(6): 310-312.
- [3] 夏世龙. 盐碱条件对甜瓜生长发育与糖代谢的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2015.
- [4] 汤章城, 王国强, 史益敏, 等. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [5] 王贵元, 夏仁学, 吴强盛. 果实中糖分的积累与代谢研究进展[J]. 北方园艺, 2007(3): 56-58.
- [6] 刘有春, 陶承光, 魏永祥, 等. 越橘果实糖酸含量和不同发育阶段的变化及其与叶片中可溶性糖含量的相关关系[J]. 中国农业科学, 2013, 46(19): 4110-4118.
- [7] 马梦婕, 李鹏鹤, 李楠楠, 等. 甜瓜果实发育动态和糖积累变化[J]. 河南农业科学, 2015, 44(9): 82-85.
- [8] 陈雷. 不同品种薄皮甜瓜果实成熟和采后生理生化变化规律的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2005.
- [9] 刘颖. 甜瓜果实发育过程中糖积累及蔗糖代谢相关酶的变化[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010: 3-30.
- [10] 赵智中, 张上隆, 徐昌杰, 等. 蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用[J]. 园艺学报, 2001, 28(2): 112-118.
- [11] 梁英龙, 陈俊伟, 秦巧平, 等. 疏果对设施栽培草莓“栃乙女”单果重, 糖代谢与积累的影响[J]. 浙江农业学报, 2006(4): 250-252.
- [12] 许让伟. 砂梨果实和叶片中糖积累及代谢相关酶活性变化研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [13] 乔永旭, 刘栓桃, 赵智中, 等. 甜瓜果实发育过程中糖积累与蔗糖代谢相关酶的关系[J]. 果树学报, 2004, 21(5): 447-450.

## Sugar Accumulation Change in Thin Skin Melons With Different Flesh Colors

LI Xiang, WANG Ling, NIE Xin, HAN Mo, ZHANG Meng, JIN Yazhong, YANG Sheng, ZHANG Guizhi  
(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

**Abstract:** The melons of which H86 (yellow pulp), Q94 (bluish white pulp), B99 (white pulp), J149 (orange pulp) and L168 (green pulp) were chosen as test materials, which were all self-cultivated by the melon breeding team of Heilongjiang Bayi Agricultural University. The change of sucrose, glucose and fructose and the activity of SS, SPS, AI and NI in the seeds in the different growing periods were measured. Besides, the research also systematically analyzed the physiological mechanism of the accumulation of fructose in the melon. The results showed that in H86, the activity of SPS had a close relationship with the amount of sugar accumulation, the level of sugar will arrive at the peak, so it belonged to the type of sugar accumulation; in Q94, the high level of the activity of AI was very important to the accumulation of

# 宁南冷凉区域花椰菜栽培适应性比较

曲继松<sup>1</sup>, 朱倩楠<sup>1</sup>, 张丽娟<sup>1</sup>, 苏存录<sup>2</sup>, 代国鹏<sup>2</sup>, 单海波<sup>2</sup>

(1. 宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 西吉农业技术推广服务中心, 宁夏 西吉 756200)

**摘 要:**以 16 个花椰菜品种为试材, 采用随机区组试验设计, 分析比较了 16 个品种的生物性状及产量, 以筛选出适宜宁夏南部山区露地栽培的花椰菜优质品种。结果表明:“洁雅”和“富贵宝塔”2 个品种的 667 m<sup>2</sup> 产量分别为 3 967 kg 和 2 923 kg, “洁雅”的总糖含量为 27.7 g · kg<sup>-1</sup>, “富贵宝塔”的维生素 C 为 612 mg · kg<sup>-1</sup>, “洁雅”和“富贵宝塔”抗黑斑病率分别为 97% 和 90%, 抗立枯病率均为 100%, 生长势强, 抗旱性强, 综合性状明显优于其它品种, 适合在宁夏南部山区越夏露地栽培。

**关键词:**宁夏; 冷凉地区; 花椰菜; 适应性; 品种比较

**中图分类号:**S 635.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)20-0027-03

宁南山区海拔在 1 248~2 955 m, 年日照时数为 2 200~2 700 h, 年平均气温 5~7 °C, 年平均降水量在 500 mm 以下的地区占总面积的 80%, 该地区“十年九旱”, 水资源不足的现状显著制约了宁南山区农业发展<sup>[1]</sup>。花椰菜(*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) 是我国重要的大田种植蔬菜作物之一, 我国花椰菜年种植面积 35.3 万 hm<sup>2</sup>, 居世界第一位, 占世界总面积的 40.9%<sup>[2]</sup>。花椰菜除含蛋白质纤维素和各种矿物质外, 还含有多种吲哚衍生物, 具有抗癌作用, 已被列为抗癌蔬菜。花椰菜属冷凉蔬菜<sup>[3]</sup>, 它不仅能够调剂蔬菜供应, 而且是出口创汇的重要蔬菜品种之一。为保证花椰菜品种优质高产高抗性<sup>[4-7]</sup>, 并符合当地种植和推广, 该试验引进了

16 个品种进行品比试验, 以期筛选出适宜的优质品种, 促进当地花椰菜生产较快发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点位于宁夏西吉县将台堡乡火沟村院地合作基地, 地处宁夏六盘山西麓, 位于东经 105°52', 北纬 35°48', 海拔 1 850 m, 地处黄土高原西北部, 属黄河中游黄土丘陵沟壑区, 属大陆性季风气候明显, 其特点年平均气温为 5.3 °C, 年平均降水量 427.9 mm, 属典型的温带大陆性季风气候。

### 1.2 试验材料

参试花椰菜品种有 16 个: “神良金色” “神良宝塔” “神良春秋” “松花青梗” “长庆青梗” “一代龙峰” “同得乐” “丰田春梗” “高山青花菜” “台湾耐热” “神良紫花” “富贵宝塔” “华耐圣美” “雪莉” “改良艾玛” “洁雅”。

### 1.3 试验方法

试验于 2015 年 4—10 月进行。各品种于 2015 年 4 月 1 日播种育苗, 5 月 15 日移栽定植, 起垄覆膜双行种

**第一作者简介:**曲继松(1980-), 男, 吉林永吉人, 硕士, 副研究员, 现主要从事设施环境调控和生物质基质化等研究工作。E-mail: qujs119@126.com.

**基金项目:**国家科技支撑资助项目(2014BAD05B02); 宁夏农林科学院院地合作资助项目(NKYC-15-05)。

**收稿日期:**2016-07-21

sugar and fructose and the improvement of the shaping of seed, so it belonged to the type of reducing sugar accumulation; in B99, the level of glucose would be high in young fruit period, the accumulation of sugar would keep the increasing tendency in the whole growing period till the maturity of the seed, the accumulation of fructose closely related with the activity of SPS and NI, so this inbreeding type belonged to the sugar accumulation; in J149, the accumulation of sugar and fructose began on the 25th day after the bloom till the maturity of the seed, the amount of glucose would be the highest after maturity, the increase of fructose relates with the increase of the activity of NI, so it belonged to the type of reducing sugar accumulation; in L168, the amount of glucose would be the highest after maturity, the change of the activity of AI and NI were very important to the quality of the melon, so it belonged to the type of sugar accumulation.

**Keywords:** flesh color; thin skin melon; sugar and sugar related enzyme