الفصل الثالث

التربية لتحسين محتوى الثمار من السكريات – المكون الرئيسى للمواد الصلبة الذائبة الكلية

تتكون المواد الصلبة الكلية total solids من كل مكونات الثمرة فيما عدا الماء والمواد القابلة للتطاير التى تفقد أثناء التجفيف. ويعد الرفراكتومتر أكثر الأدوات استخدامًا لقياس نسبة المواد الصلبة الذائبة، وتعرف القيم التى تقدر بهذا الجهاز باسم المواد الصلبة الذائبة الكلية total soluble solids، وهى ترتبط بشدة بالمواد الصلبة الكلية. يشكل الفراكتوز والجلوكوز (وهما من السكريات المختزلة) نسبة عالية من المواد العضوية فى ثمرة الطماطم (جدول ٣–١). وكلما زادت نسبة المواد الصلبة الكلية.. زادت نسبة السكريات المختزلة إلى المواد الصلبة الكلية. ولكن تشذ هذه القاعدة عندما ينتخب المربى صفة الثمار الصلبة التى تزيد فيها نسبة المواد الصلبة غير الذائبة insoluble solids.

وبالرغم من كثرة الجهود التى بذلها مربى الطماطم لإنتاج أصناف أعلى محتوى من المواد الصلبة الكلية، إلا أن هذه المحاولات لم تكن على درجة عالية من النجاح – عادة – بسبب وجود علاقة سالبة بين المحصول ومحتوى الثمار من المواد الصلبة، ويسبب تأثر المواد الصلبة بعديد من العوامل الأخرى؛ مثل: الرطوبة الأرضية، وقوام التربة، ودرجة الحرارة، وشدة الإضاءة، ومقاومة الأمراض. فمثلاً.. تؤثر الأمراض التى تصيب الجهاز الوعائى فى نسبة المواد الصلبة بدرجة أكثر من الاختلافات بين التراكيب الوراثية فى هذه الصفة.

مكونات المواد الصلبة الكلية

تتراوح نسبة المواد الصلبة الكلية فى ثمار الطماطم الحمراء الناضجة من الأصناف العادية من ٤,٥٪–٦,٥٪، وتشكل السكريات المختزلة أهم هذه المكونات. ويمكن اتخاذ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية كدليل على نسبة السكريات المختزلة؛ حيث وُجد ارتباط قوى بينهما، كما وجد ارتباطان آخران بين درجة حلاوة الثمار وبين كل من نسبة السكريات المختزلة ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (Stevens وآخرون ١٩٧٩).

ويبين جدول (٣–١) المدى الذى توجد عليه مختلف هذه المكونات الصلبة فى أصناف الطماطم، وأهمية كل منها بالنسبة لأصناف الاستهلاك الطازج ومختلف المنتجات المُصنَعة عن (Stevens ١٩٨٦ أ). أما جدول (٣–٢).. فيبين المتوسط العام الذى توجد عليه كل من هذه المكونات الصلبة فى كل من أصناف الاستهلاك الطازج وأصناف التصنيع، ومدى التحسين الذى يمكن الوصول إليه فى هذه الصفات بالتربية (عن Stevens ١٩٨٦ ب).

جدول (٣–١): المدى الذى توجد عليه المكونات الصلبة فى أصناف الطماطم، وأهمية كل منها بالنسبة لأصناف الاستهلاك الطازج، ومختلف المكونات المُصنَّعة.

المكونات الصلبة	المدى فى الثمار الناضجة الحمراء من الأصناف العادية	أهمية مختلف المواد الصلبة بالنسبة لكل من		
		الطماطم الطازجة	العصير	الصلصة (المعجون)
المواد الصلبة الكلية	٤,٥–٦,٥٪			
السكريات	٢,٠–٣,٧٪	الطعم: يتحدد بكل من	الطعم	تتناسب كمية المنتج (من وحدة
الجلوكوز	٠,٩–١,٧٪	محتوى السكريات المرتفع		الوزن من الثمار) طرديًّا
الفراكتوز	١,١– ٢,٠٪	مع نسبة معينة من		مع نسبة السكريات
السكروز	صفر– ٠,١٪	السكريات إلى الأحماض		
المواد غير الذائبة فى الكحول	٠,٧–٢,٥٪	الصلابة والقوام	اللزوجة	اللزوجة العالية وزيادة محصول
الـ polygalacturonides	٠,٣–١,٢٪	والصلاحية للتخزين		المنتجات التى تعتمد عليها كالكاتشب
الـ polysaccharides	٠,٤–١,٦٪			
الرماد	٠,٥–٠,٧٪	البوتاسيوم: منظم هام	مثل الثمار الطازجة	مثل الثمار الطازجة
		وضرورى للحموضة		
		الفوسفور: منظم هام		
		الكالسيوم: الصلابة		
الأحماض	٧٠–١٣٠ ملليكمافئ/لتر	أهم المكونات الصلبة	الطعم وقلة النشاط	قلة النشاط الميكروبى بسبب
الستريك	٦٥–١٢٠ ملليمكافئ/لتر	تأثيرًا على الحموضة	الميكروبى بسبب	انخفاض الـ pH
الماليك	٦–٢١ ملليمكافئ/لتر		انخفاض الـ pH	

يتبع

تابع جدول (٣-١).

المكونات الصلبة	المدى فى الثمار الناضجة الحمراء من الأصناف العادية	أهمية مختلف المواد الصلبة بالنسبة لكل من الطماطم الطازجة	العصير	الصلصة (المعجون)
المواد الكاروتينية	٤٠-٦٥ميكروجرام/جم	اللون	اللون	يؤثر اللون على نوعية وكمية المنتج
الليكوبين	٣٥-٦٠ميكروجرام/جم			
البيتا-كاروتين	٣-٨ ميكروجرام/جم			
المواد القابلة للتطاير (أكثر من ١٠٠ مركب)	١٠ ميكروجرامات/جم	الطعم المميز	الطعم	تفقد جميع المركبات الأصلية أثناء التركيز، ويتكون غيرها أثناء التخزين

جدول (٣-٢): المتوسط العام لمختلف المكونات الصلبة فى كل من أصناف الاستهلاك الطازج وأصناف التصنيع، ومدى التحسين الذى يمكن الوصول إليه فى هذه الصفات بالتربية.

المواد الصلبة	أصناف الاستهلاك الطازج		أصناف التصنيع		المصادر الوراثية لتحقيق المستوى المرغوب
	الحالى	الممكن	الحالى	الممكن	
الكلى	٥,٨٪	٧,٥٪	٥,٧٪	٧,٥٪	*S. chmielewskii* *S. cheesmaniae*
السكريات المختزلة	٣,٢٪	٤,٣٪	٢,٧٪	٣,٩٪	*S. chmielewskii* *S. cheesmaniae*
المواد غير الذائبة فى الكحول	٠,٧٪	١,٢٪	١,٢٪	١,٦٪	Florida 9039 وسلالات أخرى صلبة جدًا
الأحماض الكلية	٠,٨٪	٠,٩٪	٠,٧٪	٠,٩٪	P1263713 وسلالات أخرى عالية الحموضة
المواد الكاروتينية	٤٠ميكروجرام/جم	٩٠ميكروجرام/جم	٤٨ميكروجرام/جم	٨٠ميكروجرام/جم	الجين dg
البيتا-كاروتين	٥ميكروجرام/جم	١٠ميكروجرامات/جم	٥ميكروجرامات/جم	١٠ميكروجرامات/جم	الجين dg

العوامل المؤثرة فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة

إلى جانب التركيب الوراثى، فإن محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة يتأثر بعدد

من العوامل نبينها فيما يلى:

طبيعة النمو

توجد علاقة بين طبيعة نمو نبات الطماطم ونسبة المواد الصلبة بثماره. ويبين جدول (٣-٣) تلك العلاقة لثلاثة أصناف من الطماطم، أُنتج من كل منها – بطريقة التهجين الرجعى – ثلاث سلالات تختلف فى طبيعة نموها، هى: المحدودة النمو (تحتوى على الجين sp)، وغير المحدودة النمو (تحتوى على الجين (+sp) والمتقزمة (تحتوى على الجين d). أظهرت الطرز غير المحدودة النمو تفوقًا فى محتوى ثمارها من المواد الصلبة الذائبة الكلية عن الطرز المحدودة النمو. وباستثناء الصنف Gardner.. كانت الطرز المتقزمة متشابهة فى محتوى ثمارها من المواد الصلبة الذائبة الكلية مع الطرز المحدودة النمو، بينما كانت ثمار الطراز المتقدم من الصنف Gardner أقرب فى محتواها من المواد الصلابة الذائبة الكلية لمحتوى ثمار الطراز غير المحدود النمو من نفس الصنف.

جدول (٣-٣): تأثير طبيعة النمو على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار ثلاثة أصناف من الطماطم.

طبيعة النمو	نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الأصناف		
	Gardner	Fireball	Cornell 54-149
محدودة النمو	٤,٧٣	٤,٥	٥,٠٠
غير محدودة النمو	٥,٤٠	٥,٢٣	٥,٦٧
متقزمة	٥,٣٣	٤,٤٣	٥,٠٧

مراحل تكوين ونمو الثمار

يُعد السكروز المركب المجهز الرئيسى الذى ينتقل إلى الثمار بدءًا من العقد حتى ١٣ يومًا بعد ذلك حينما يكون النشاط الميتوزى فى أوجه، ويتم تمثيل النشا – سريعًا –

من السكروز؛ الأمر الذى يحفز زيادة انتقال السكروز إلى الثمرة. وبعد نحو ٤٠ يومًا من العقد. يصل محتوى الثمرة من النشا إلى أعلى مستوى له، على الرغم من أن تحلله يبدأ بعد ٢٠ يومًا من العقد. ويحدث الارتفاع الكلايمكتيرى فى الإثيلين والتنفس بعد حوالى ٤٠ يومًا من العقد، ويترافق مع معدل الانتقال العالى للجلوكوز والفراكتوز إلى الثمار، والتحلل السريع للنشا (Beckles ٢٠١٢).

وتصل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٦,٣٪ فى السلالة LA1501، وذلك مقارنة بنحو ٤,٤٪ فى الصنف VF145-B-7879، الذى يشكل مع السلالة أصلان وراثيان متشابهان. ولقد وجد أن نسبة تركيز المواد الصلبة الذائبة إلى تركيز المواد الصلبة الكلية بالثمار تزداد بمقدار ٢٣,٧٪ فى LA1501 (من ٦١,٦٪ إلى ٨٥,٣٪) خلال مرحلة النضج، مقارنة بزيادة مقدارها ٨,٩٪ فقط (من ٦٦,٣ إلى ٧٢,٢٪) فى VF145-B-7879. وفى مرحلة النضج الأحمر يزيد محتوى ثمار السلالة LA1501 من المواد الصلبة الذائبة بمقدار ٤٤٪ عما فى ثمار VF145-B-7879. وقد شكلت الاختلافات فى الفراكتوز والجلوكوز ٤١٪ من التباينات فى محتوى المواد الصلبة الذائبة بين السلالتين (Young وآخرون ١٩٩٣).

حجم الثمار وكمية المحصول

وُجدت علاقة عكسية بين حجم ثمرة الطماطم ونسبة المواد الصلبة بها. ولعل مرد ذلك إلى كون ثمرة الطماطم تنمو بزيادة حجم خلاياها؛ نظرًا لأن عدد الخلايا لا يتغير إلا قليلاً جدًّا أو لا يتغير إطلاقًا، ابتداءً من بعد العقد بفترة وجيزة إلى حين اكتمال نضج الثمرة. وقد تتحقق هذه الزيادة فى حجم الخلايا بزيادة محتواها من الرطوبة.

وأظهر تلقيح بين سلالة الطماطم الكريزية *S. lycopersicum* PI 270248 (الطراز cerasiforme) ذات الثمار الصغيرة الغنية بالسكريات، وسلالة الطماطم Fla. 7833-1-1-1 الكبيرة الثمار والعادية (المنخفضة) فى محتواها من السكريات .. أظهر التلقيح أن السكريات

ترتبط إيجابيًّا مع كل من المواد الصلبة الذائبة، والجلوكوز، والفراكتوز، والـ pH، والحموضة المعايرة، وترتبط عكسيًّا مع حجم الثمرة. ولم يرتبط التبكير جوهريًّا مع السكريات، ولكنه ارتبط سلبيًّا مع حجم الثمرة. ويعنى ذلك وجود اتجاه لأن تكون ثمار النباتات المبكرة أقل محتوى من السكريات عن ثمار النباتات المتأخرة. وبينما لم ترتبط السكريات بالمحصول، فإن ثمار النباتات غير المحدودة النمو كانت أعلى جوهريًّا فى محتواها من السكريات عن ثمار النباتات المحدودة النمو.

وأمكن التعرف على ست واسمات RAPD ارتبطت بمحتوى السكر، كانت خمس منها سائدة وواحدة ذات سيادة مشتركة. كذلك ارتبطت خمس من تلك الواسمات بحجم الثمار الصغير، وكانت إحداها ترتبط بالمحصول المنخفض، أما السادسة فإنها ارتبطت بطبيعة النمو غير المحدود (Georgelis وآخرون ٢٠٠٤).

إن صفة التركيز العالى من السكريات التى توجد فى سلالة الطماطم الكريزية PI270248 يتحكم فيها جينات متعددة polygenic ذات تأثير مضيف جوهرى، وبدون تأثير سيادة (Georgelis وآخرون ٢٠٠٦).

وأمكن التعرف على QTL (هى: hs 1a) من *S. chmilelewskii* ترتبط مع زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، ولكن مع انخفاض فى المحصول واللون الداخلى للثمار (Inai وآخرون ٢٠٠٦).

ولقد أمكن التعرف على QTLs أُدخلت إلى الطماطم من أنواع برية وتؤثر فى نسبة المواد الصلبة الذائبة بالثمار، ولمعظمها تأثير إيجابى على محتوى المواد الصلبة، ولكنها تؤثر سلبًا على محصول الثمار. وأمكن التعرف على أجزاء كروموسومية فى كل من *S. chmielewskii*، و *S. galapagense* لها تأثير إيجابى على محتوى المواد الصلبة بالثمار، بينما تُحافظ على حجم الثمرة والـ pH والمحصول بصورة مقبولة (عن Labate وآخرين ٢٠٠٧).

المصادر الهامة لصفة محتوى الثمار المرتفع من المواد الصلبة الذائبة

إن من أهم مصادر صفة المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة فى الجنس *Solanum* ما يلى:

١- بعض أصناف وسلالات الطماطم التى تتراوح النسبة فيها من ٧,٢ إلى ١٠,٢ كما يلى:

الصنف أو السلالة	نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية
STEP 375	٧,٢
Century	٧,٤
Yellow Pear	٧,٥
Atkinson	٧,٦
Piecore	٩,٥
P. I. 272649	١٠,٢

٢- بعض سلالات النوع *S. pimpinellifolium* التى يزيد محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية على ضعف النسبة العادية التى توجد فى أصناف الطماطم (عن Robinson ١٩٧٤).

٣- النوع *S. chmielewskii* الذى تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثماره نحو ١٠٪. وقد أمكن بالتهجين بين هذا النوع والطماطم إنتاج سلالات جديدة عالية فى كل من صفتى المحصول ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية؛ مثل السلالة UC211-58، التى تتفوق على الصنفين القياسيين UC 82 (ذو المحصول المرتفع ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية المنخفضة)، و VF 145-B-7879 (ذو المحصول المنخفض ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية المرتفعة) (عن Rick ١٩٧٧).

٤- النوع *S. cheesmaniae*

التباين فى محتوى الثمار من مختلف السكريات ووراثتها

السكريات الكلية

تُشكل السكريات ٥٥٪ إلى ٦٥٪ من المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار الطماطم، وحوالى ٥٠٪ من المواد الصلبة الكلية. ويتراوح تركيز المواد الصلبة الذائبة فى هجن الطماطم التجارية بين ٤,٥٪، و٦,٠٪، ويمكن أن يصل إلى ١٥٪ فى ثمار بعض الأنواع البرية (Labate وآخرون ٢٠٠٧).

وبينما تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة فى ثمار أصناف الطماطم التجارية بين ٤٪، و ٦٪، فإنها ترتفع إلى ١٠٪ فى *S. chmielewskii*، وإلى ١٥٪ فى *L. cheesmaniae*. تقع جينات تتحكم فى المحتوى العالى من المواد الصلبة الذائبة على الكروموسوم رقم ٢ (Kalloo ١٩٩٣).

وقد بينت إحدى الدراسات الوراثية – التى استخدمت فيها سلالتا الطماطم: Mo. 223 التى تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بها ٦,٧٪، و I-417-1 التى تنخفض فيها النسبة إلى ٤,٦٪ – أن تلك الصفة يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية، وأن كفاءة توريثها تقدر بنحو ٥٩٪ فى المعنى العام، و٣٥٪ فى المعنى الخاص (Ibarbia & Lambeth ١٩٦٩). وفى دراسة أخرى استخدم فيها الصنفان: UC82، و Large Red Cherry. وجد أن صفة المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الصنف الأخير سائدة جزئيًا، ويتحكم فيها زوجان من المورثات؛ بينما كانت كفاءة التوريث المقدرة على المدى الواسع ٦٨٪، وعلى المدى الضيق ٢٦٪ (Hassan وآخرون ١٩٨٧). ونتائج هاتين الدراستين متقاربة إلى حد كبير. إلا أن Canti وآخرين (١٩٨٨) وجدوا أن درجة توريث هذه الصفة منخفضة، وأنه تظهر بها تأثيرات مضيفة، أو سيادة، وتفاعل مضيف × مضيف، ومستويات أعلى من التفاعل.

وقد أدى نقل جزء كروموسومى من *S. chmielewskii* إلى الطماطم إلى زيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، كما تبين فى سلالات ذات أصول وراثية متشابهة من صنف الطماطم VF 145-B-7879 تختلف فى محتواها من ذلك الجزء الكروموسومى؛ بما يسمح باستخدام ذلك الجزء الكروموسومى فى تحسين طماطم التصنيع والاستهلاك الطازج (Yousef & Juvik ٢٠٠١).

النشا

يتواجد النشا بتركيز منخفض فى ثمار الطماطم فى بداية تكوينها، ولكن ذلك النشا يختفى مع اكتمال تكوين الثمار؛ فهو تراكم مؤقت (Labate وآخرون ٢٠٠٧).

ويكون مرد ارتفاع نسبة السكريات السداسية فى بعض السلالات إلى تحلل محتوى ثمارها من النشا، كما تبين من الدراسة التى حُصل فيها على سلالة الطماطم IL8-3 من تلقيح بين النوع البرى *S. pennellii* وصنف الطماطم M82، وهى سلالة تتميز بارتفاع محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية عما فى الصنف M82، على الرغم من عدم اختلافهما فى النمو الخضرى أو المحصول. وقد وجد أن ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة فى IL8-3 مرده إلى ارتفاع محتوى ثمارها من السكريات السداسية، وليس من الأحماض العضوية أو السكروز؛ بما يعنى اختلاف آلية زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها عما فى سلالة الطماطم IL9-2-5 (المتحصل عليها من نفس التهجين النوعى) والنوع *S. chmielewskii* اللذان يتراكم السكروز فى ثمارهما. ولقد تبين أن ثمار السلالة IL8-3– وهى فى مرحلة مبكرة من تكوينها — تكون أعلى فى محتواها من النشا عن ثمار الصنف M82، كما أن ثمار هذه السلالة يزداد فيها نشاط الإنزيم ADP-glucose pyrophosphorylase؛ وبذا.. يمكن الاستنتاج أن ارتفاع محتوى ثمارها الناضجة من السكريات السداسية مرده إلى تحول النشا — الذى يوجد بتركيز عالٍ فى المراحل المبكرة من تكوين ثمارها — إلى سكريات سداسية عند نضجها (Ikeda وآخرون ٢٠١٣).

السكروز

بينما ينخفض تركيز السكروز أو يختفى تمامًا من الثمار المكتملة التكوين فى كل من الطماطم والأنواع البرية ذات الثمار الحمراء، فإن الأنواع البرية ذات الثمار الخضراء يتراكم بثمارها كميات جوهرية من السكريات بالإضافة إلى السكريات المختزِلة، ومن تلك الأنواع *S. chmielewskii*، و *S. habrochaites*، و *S. peruvianum* (Labate وآخرون ٢٠٠٧).

يعتقد بأن جينًا يشفر لتمثيل الإنزيم acid invertase بثمار الطماطم، أو أن جينًا آخر – يلزم لنشاطه وتعبيره – يلعب دورًا هامًّا فى تحديد تراكم السكروز بالثمار (Yelle وآخرون ١٩٩١).

ويتراكم السكروز – بدلاً من السكريات السداسية فى ثمار كل من السلالة LA1028 من *S. chmielewskii*، والسلالة LA1777 من *S. habrochaites*. وقد تبين أن تلك الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح متماثل فى كلا النوعين، وأُعطى هذا الجين الرمز sucr (Chetelat وآخرون ١٩٩٣)، وهو يتحكم فى تمثيل الإنزيم acid invertase (Harada وآخرون ١٩٩٥).

وبينما يتراكم الجلوكوز والفراكتوز فى ثمار الطماطم، مع كميات قليلة من السكروز، فإن ثمار السلالة LA2153 من النوع البرى *S. peruvianum* var. *humifusum* (حاليًّا: *S. arcanum*) يتراكم فيها السكروز بدرجة أكبر من الجلوكوز والفراكتوز. وقد تبين أن تلك الصفة يتحكم فيها – بصورة أساسية – كما فى الأنواع البرية الأخرى التى يزداد السكروز فى ثمارها – جين واحد متنحٍ، هو المسئول عن إنتاج الإنزيم acid invertase (وهو: β-fructofuranoside)، والذى يُحمل على الكروموسوم ٣ بالقرب من واسمة RFLP، هى: TG102 (Egashira وآخرون ١٩٩٩).

يتحكم الجين المتنحى sucr (وهو: sucrose accumulator) فى تراكم السكروز بثمار النوع البرى *S. chmielewskii* كما أسلفنا، وهو يُحمل بالقرب من السنترومير على

الكروموسوم ٣ (Chetelat وآخرون ١٩٩٣). وقد أمكن نقل هذا الجين إلى صنف الطماطم Hunt 100 (الذى يتراكم فيه السكريات السداسية) بالاستعانة بواسمات جزيئية عند الانتخاب للصفة (Chetelat وآخرون ١٩٩٥أ). كانت ثمار النباتات الأصيلة فى الجين أصغر حجمًا من ثمار النباتات الخليطة فى الجين أو العادية، ولكن مع وجود زيادة فى عدد الثمار المنتجة، بحيث لم يتأثر الوزن الكلى للثمار. وقد رافق تراكم السكروز زيادة فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، ولزوجة العصير، ومحصول المعجون (الصلصة)، والحموضة، ودرجة التلوين (Chetelat وآخرون ١٩٩٥ب). هذا.. وترتبط صفة تراكم السكروز بانخفاض شديد فى نشاط الإنزيم acid invertase (وهو: β-fructofuranosidase)، مع مستويات عادية من نشاط الإنزيم sucrose synthase (Yelle وآخرون ١٩٩١).

الجلوكوز والفراكتوز

يُشكل الجلوكوز والفراكتوز أهم السكريات المتراكمة فى ثمار الطماطم وفى الأنواع البرية ذات الثمار الحمراء أثناء تكوينها، وينخفض تركيز السكروز أو يختفى تمامًا من الثمار المكتملة التكوين (Labate وآخرون ٢٠٠٧).

وقد وجد أن إحدى سلالات النوع البرى *S. pimpinellifolium* تحمل الجين β-fructofuranosidase (أو الإنفرتيز acid invertase) على الكروموسوم ٣، ويزداد فيها كثيرًا نشاط هذا الإنزيم مقارنة بما يحدث فى الطماطم، ويتسبب فى تراكم سكر الفراكتوز بثمارها، بينما ينخفض فيها تركيز السكروز مقارنة بما فى الطماطم. وبينما وجد ارتباط قوى بين نشاط الإنفرتيز ومحتوى الثمار من السكريات الذائبة فى *S. pimpinellifolium*، فإن ذلك الارتباط لم يظهر فى ثمار الطماطم عندما نُقل الجين إليها من النوع البرى. وعلى الرغم من زيادة الجين لتركيز الفراكتوز ومنعه لتراكم السكروز فى الطماطم، فإنه لم يؤثر فى محتوى الثمار من السكريات الذائبة الكلية (Husain وآخرون ٢٠٠١).

تُشكل السكريات المختزلة – الجلوكوز والفراكتوز – حوالى ٥٠٪ من المواد الصلبة الذائبة، وهما يتواجدان بنسبة متساوية تقريبًا. ويُعرف جين ذات سيادة غير تامة – حُصل عليه من النوع البرى *S. habrochaites* – بأخذ الرمز Fgr^H – ويؤدى وجوده إلى زيادة نسبة الفراكتوز إلى الجلوكوز عن النسبة المعتادة وهى ١,٠ : ٠,٨. يقع هذا الجين على الكروموسوم ٤، ويتوفر واسم جزيئى يمكن استخدامه فى الانتخاب للجين. ونظرًا لأن الفراكتوز أحلى من الجلوكوز، فإن تلك التقنية قد تكون وسيلة لزيادة حلاوة الثمار (Scott ٢٠٠٢)، كما أمكن التعرف على عوامل وراثية أخرى تؤثر فى نسبة الجلوكوز إلى الفراكتوز بالثمار، مثل الجين Fk2 الذى يقع على الكروموسوم ٦، وهو متفوق على الجين Fgr^H، وربما يخفِّض نسبة الجلوكوز إلى الفراكتوز (Labate وآخرون ٢٠٠٧).

تحديات التربية لتحسين محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة

إن من أكبر تحديات التربية– لزيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية – أن تلك الصفة ترتبط سلبيًّا مع كل من:

١–مستوى الحموضة فى الثمار.. بينما تكون الحموضة العالية ضرورية مع مستوى السكر المرتفع؛لكى يكون طعم الثمار جيدًا؛ فيجب ألا تقل نسبة السكريات إلى الأحماض (الحموضة المعايرة كنسبة مئوية من حامض الستريك) عن ٨,٥ : ١، بشرط ألا تقل نسبة السكريات عن ٣٪.

٢–المحصول.. ويبلغ معامل الارتباط (r) بينهما ٠,٩٥ (عن Stevens & Rudich ١٩٧٨).

٣–التبكير فى النضج.