بلانكو Rojo Blanco، وترافس Travis، وهوايت ستار White Star، وكانت النتائج كما يلى:

١ – كان السكروز هو السكر الرئيسى خلال جميع مراحل تكوين الجذور، حيث مثّل ما لايقل عن ٦٨٪ من السكريات الكلية كمتوسط عام لجميع الأصناف ومراحل النمو.

٢ – احتوى الصنف هارت–أو–جولد على أعلى تركيز من السكروز عن جميع الأصناف الأخرى وفى جميع مراحل النمو.

٣ – اختلف محتوى الجذور من الفراكتوز باختلاف الأصناف ومرحلة النمو.

٤ – أظهر الصنف بيورجارد زيادة منتظمة فى محتوى الفراكتوز مع تقدم مراحل النمو، بينما أظهر الصنف هوايت ستار اتجاهًا عكسيًّا.

٥ – كانت التغيرات فى محتوى الجلوكوز مماثلة للتغيرات فى الفراكتوز.

٦ – كانت العلاقة بين السكريات الأحادية، كما يلى:

الفراكتوز = (٠,٧٢٠٧ × الجلوكوز) + ٠,٠٢٤١

٧ – ازداد الوزن الجاف ومحتوى المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول مع الوقت فى معظم الأصناف، وكانت العلاقة بينهما، كما يلى:

المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول = ٠,٠٠٠٨٩ × المادة الجافة.

ويقدر محتوى جذور البطاطا من مختلف المواد الكربوهيدراتية، كما يلى (عن Bonte وآخرين ٢٠٠٠):

المحتوى	المدى (٪)	ملاحظات
البطاطا النشوية (بيضاء إلى كريمية اللون من الداخل):		
المادة الجافة (ترتبط إيجابيًّا بنسبة النشا)	٢٥–٣٥	تقل الصلاحية كغذاء بزيادة النسبة
السكريات الكلية	٢,٩–٣,٢	على أساس الوزن الطازج
السكروز	١,٣–٢,٥	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠,٤–٠,٧	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠,٤–١,٠	على أساس الوزن الطازج

المحتوى	المدى (٪)	ملاحظات
أصناف المائدة (كريمية إلى برتقالية اللون من الداخل):		
المادة الجافة	١٧,٧–٢٦,٣	
النشا	١٣–٢٢	
السكريات الكلية	٤,٦–٥.٥	على أساس الوزن الطازج
السكروز	٢,٨–٤,١	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠,٣–١,٢	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠,٢–١,٥	على أساس الوزن الطازج

وبدراسة محتوى ستة أصناف من البطاطا من مختلف السكريات عند الحصاد، وبعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م، و ٩٠٪ رطوبة نسبية، وبعد ٤٦ أسبوعًا من التخزين على ١٥,٦°م، كانت النتائج كما يلى:

١ – كان المالتوز هو السكر الرئيسى، والسكروز السكر الثانوى فى كل الأصناف عند الحصاد.

٢ – انخفض تركيز المالتوز أثناء العلاج واستمر الانخفاض لفترة طويلة أثناء التخزين.

٣ – ازداد تركيز السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز أثناء العلاج واستمرت الزيادة لمدة لم تقل عن أربعة أسابيع اثناء التخزين وذلك فى الأصناف ذات اللب البرتقالى.

٤ – كان تركيز السكروز أعلى – دائمًا – عن تركيز السكريات الأخرى وحيدة التسكر.

٥ – اختلف الأصناف فى محتواها من مختلف السكريات، وفى التغيرات التى حدثت فى تركيزاتها أثناء العلاج والتخزين (Picha ١٩٨٦).

هذا .. وتبقى نسبة الفراكتوز إلى الجلوكوز ثابتة تقريبًا عند ٠,٤٤ : ٠,٥٦ فى معظم أصناف البطاطا أيًّا ما كان التركيز الكلى للسكروز والفراكتوز والجلوكوز، ولكن توجد علاقة عكسية بين السكروز وكل من الجلوكوز والفراكتوز (Lewthwaite وآخرون ١٩٩٧).

ويتحول جزء كبير من النشا المخزن فى جذور البطاطا أثناء شيها فى الأفران إلى دكسترين ومالتوز بواسطة الإنزيمين ألفا أميليز، وبيتا أميليز. ومن السكريات الأخرى التى توجد فى البطاطا المشوية السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز.

وبينما يكون لون شبس البطاطا فاتحاً بصورة مرغوبة بعد الحصاد مباشرة، حيث ينخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز فى الجذور، فإن تخزين الجذور على أى من ٧، أو ١٥,٦، أو ٣٢°م يؤدى إلى زيادة محتواها من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز؛ مما يعمل على زيادة دكنة لون رقائق الشبس التى تُصنَّع منها. ولم يمكن تغيير تركيز السكر بالتحكم فى درجة حرارة التخزين (Picha ١٩٨٦).

الكثافة النوعية وعلاقتها بمحتوى الجذور من النشا والمواد الكربوهيدراتية الكلية

يمكن تمييز قيمتين للكثافة النوعية فى جذور البطاطا: الأولى هى الخاصة بالكثافة النوعية المعدلة Adjusted Specific Graviety، وهى الكثافة النوعية للأنسجة ذاتها بعد ملء الفراغات بين الخلايا intercellular spaces بالماء تحت تفريغ، والثانية هى الكثافة النوعية غير المعدلة unadjusted specific graviety. وقد فصَّل Kushman & Pope (١٩٦٨) طريق تقدير الكثافة النوعية بنوعيها، وحجم المسافات البينية داخل أنسجة الجذور. كما توصل Kushman وآخرون (١٩٦٨) - أيضًا - إلى معادلات يمكن استخدامها فى حساب نسبة المادة الجافة فى الجذور، إذا ما عرفت كثافتها النوعية المعدلة، وهى كما يلى:

١ - بالنسبة للجذور الحديثة الحصاد:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١,٦٦ + ٢١٦,١ (س-١).

٢ - بالنسبة للجذور المعالجة لمدة ١٤ يومًا:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١,٥٣ + ٢٢٢,١ (س-١).

٣ - المتوسط العام لجميع الأصناف:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ٢,١٩ + ٢١٥,٤ (س-١).

حيث س = الكثافة النوعية المعدلة.

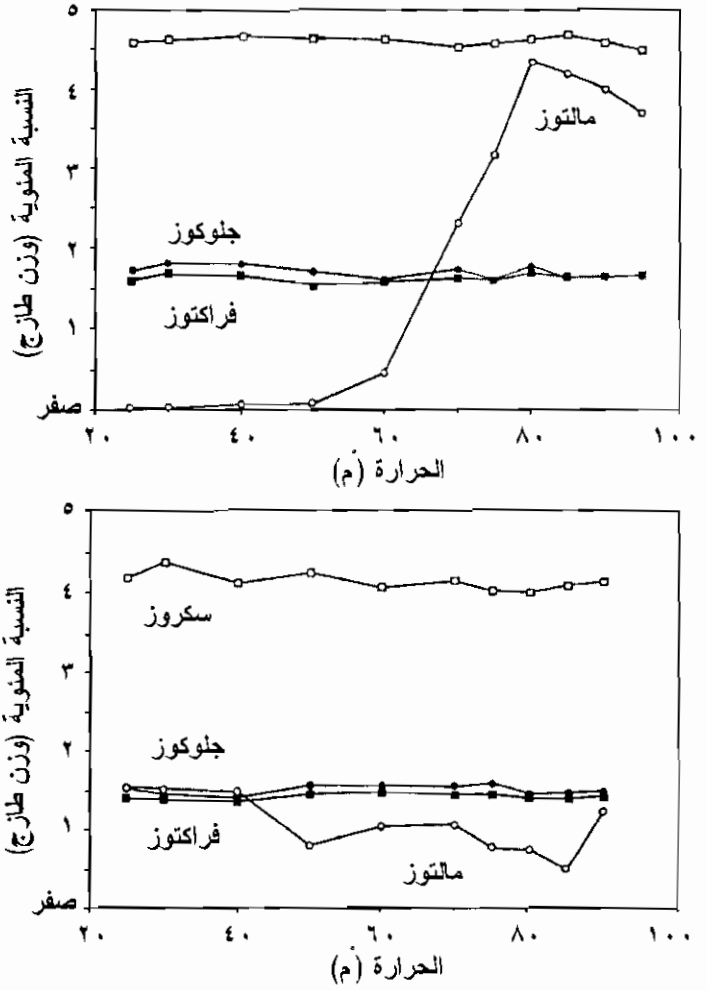
هذا .. وقد تباينت نسبتا النشا والسكريات الكلية (على أساس الوزن الطازج) فى ٧٥ صنفًا وسلالة من البطاطا فى مصر كما يلى:

١ – أصناف المائدة: نسبة النشا من ١٠,٢٩ إلى ١٦,٥٣٪، ونسبة السكريات الكلية من ٢,٧٧٪ إلى ٤,٦٥٪.

٢ – الأصناف النشوية: نسبة النشا من ١٦,٦٠–٢٢,٧٢٪، ونسبة السكريات الكلية من ١,٦٩ إلى ٣,٢٣٪. وكان من بين الأصناف والسلالات المهمة التى أنتجت فى مصر، وتميزت باحتوائها على نسبة عالية من النشا .. كل من الصنف مبروكة الذى لم يزرع أبدًا لهذا الغرض، وانتشرت زراعته كصنف مائدة، والسلالتان ٦٢، و ٢٦٦ اللتان أنتجتهما وزارة الزراعة، علمًا بأن السلالة الأخيرة تنتج حوالى ٣.٣ أطنان من النشا للفدان (عن Tawfik ١٩٧٤).

التغيرات فى المحتوى الكربوهيدراتى المصاحبة لشىّ الجذور فى الأفران

تحدث زيادة كبيرة فى تركيز السكر فى جذور البطاطا لدى تعرضها للحرارة العالية، وذلك من جرّاء التحلل السريع للنشا المخزن بها من خلال نظام الأميليز amylase system؛ مما يؤدى إلى إنتاج المالتوز maltose (شكل ١٣–٢). ويتضمن هذا التفاعل إنزيمين، هما: ألفا أميليز α-amylase (أو 1,4-α-D-glucan glucogydrolase)، وبيتا أميليز β-amylase (أو 1,4-α-D-glucan maltohydrolase). يترتب على نشاط إنزيم الألفا أميليز إنتاج الدكسترين وكميات قليلة من السكريات المختزلة التى من أهمها المالتوز. أما نشاط إنزيم البيتا أميليز فيترتب عليه إنتاج المالتوز. ويحدث التحلل بسرعة فائقة، حيث يكون أسرع بمقدار 10^{10} إلى 10^{12} مرة من سرعة التحلل بالـ proton catalysis باستعمال الأحماض، إلى درجة أن جزئ واحد من البيتا أميليز يمكنه تحليل ٢٥٠٠٠٠ رابطة جلوكوسيدية فى الدقيقة. وتتحدد درجة الحلاوة النهائية للبطاطا المشوية بكل من كميات ونوعيات السكريات التى تتواجد فى الجذور الطازجة، وبتركيز المالتوز الذى يتكون من خلال تحلل النشا أثناء الطهى. وبينما يكون المالتوز أقل حلاوة من السكريات المتواجدة أصلاً، فإن إنتاجه بكميات كبيرة يكسب البطاطا طعمها الحلو، كما يعد المالتوز هو السكر المفضل للبطاطا فى اختبارات التذوق (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).



شكل (١٣-٢): تأثير درجة الحرارة على التغيرات فى مستوى مختلف السكريات فى صنف البطاطا جول **Jewel**: (أ)- أثناء الشيّ فى الفرن، (ب)- أثناء الشيّ فى الفرن بعد سبق تعرضها للميكروويف لمدة دقيقتين (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

إن كمية المالتوز التى تتكون فى جذور البطاطا أثناء شيها تتوقف على درجة حرارة الشيّ. وأنسب مجال حرارى لنشاط الإنزيمين المسئولين عن إطلاق المالتوز هو ٧٠-٧٥°م للألفا أميليز، و ٥٠-٥٥°م للبيتا أميليز، وتلك حرارة أعلى بكثير مما يكفى لوقف نشاط معظم الإنزيمات النباتية. هذا .. ويزداد محتوى السكر الكلى فى جذور البطاطا أثناء

الكاملة تكون دائمًا أعلى من حرارة المركز؛ لذا فإن كلاً من التحل الإنزيمى وتوقف النشاط الإنزيمى يبدآن من الخارج ويتقدمان نحو المركز. ويزداد التركيز النهائى للمالتوز إذا وضعت الجذور فى فرن بارد ثم أشعل الفرن لترتفع حرارة الجذور ببطء. عما لو وضعت فى فرن ساخن مباشرة، حيث ترتفع فيه حرارة الجذور عن ٨٠°م فى خلال فترة وجيزة لا تسمح باستمرار التحلل الإنزيمى إلى حين إنتاج تركيز مقبول من المالتوز. ويحدث الشئ ذاته عند استعمال أفران الميكروويف فى شىّ البطاطا حيث يحدث التسخين فيها بسرعة شديدة وفى كل أنسجة الجذر فى وقت واحد؛ مما يؤدى إلى انخفاض مستوى المالتوز الناتج بشدة.

ونظرًا لأن أصناف البطاطا تتباين فى كل من محتوى جذورها الطازجة من السكريات وفى شدة نشاط ما بها من إنزيم البيتا أميليز المسئول عن تحلل النشا، فإنه يمكن توقع وجود أربع مجموعات من الأصناف، كما يلى:

١ - أصناف فقيرة فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٢ - أصناف فقيرة فى السكريات ونشطة فى تحلل السكر.

٣ - أصناف غنية فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٤ - أصناف غنية فى السكريات ونشطة فى تحلل النشا.

وتعتبر أصناف المجموعة الأخيرة أكثرها حلاوة بعد الطهى (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

محتوى الكاروتين بالجذور

تتابين أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا فى محتواها من الكاروتين، ففى دراسة أجريت على ٧٥ صنفًا وسلالة فى مصر .. تراوحت النسبة (على أساس الوزن الرطب) من آثار إلى ١,٢٧ ملليجرام/جم فى الأصناف النشوية البيضاء، ومن ٥,٥٢ إلى ١٥,١٤ ملليجرام/جم فى أصناف المائدة الصفراء والبرتقالية. ويقدر محتوى الكاروتين (بالملليجرام لكل جرام من الجذور الطازجة) بنحو ٠,٢٥ فى الصنف الإسكندرانى، و ٦,٠ فى الصنف بورتو ريكو، و ١٢,٠ فى الصنف جولدرش Goldrush، و ١٧,٠ فى الصنف سينتينيال Centennial، و ٢١,٣٧ فى السلالة المنتخبة محليًا ١-١. ويشكل البيتا