دراسات فسيولوجية لتحديد درجة اكتمال النمو والنضج فى قرون الفول الرومى

المهندس الزراعى مصطفى صبرى الحكيم • والدكتور أحمد صفوت عبد السلام

مقدمة

تجمع الثمار عادة عندما تبلغ مرحلة معينة من النضج ، وتعتمد هذه المرحلة أساساً على عدة عوامل أهمها نوع المحصول ، ورغبة المستهلك ، والمسافة بين الحقل والسوق. وقد أجريت هذه الدراسة لمحاولة ربط التغيرات فى صفات قرون الفول خلال مراحل النمو المختلفة بدرجة اكتمال نموه ونضجه.

البحوث والدراسات السابقة

وجد Shanan (١٩٦٧) من دراسته على ثمار الفول أن وزن وحجم وطول وعرض القرون يزداد بزيادة العمر . كما لاحظ أيضاً أن هناك زيادة فى وزن البذور فى القرن بتقدمه فى العمر حتى وصلت إلى أقصى زيادة، ثم ثبتت بعد ذلك.

وأشار Holland وآخرون (١٩٥١) أن نسبة التصافى فى فاصوليا الليما تزداد تدريجيا بكبر عمر القرون .

وأوضحت الدراسات التى قام بها Shanan (١٩٦٧) لتحديد درجة اكتمال نمو الفول أن نسبة المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة الكلية تبقى ثابتة لا تتغير ، بينما تنقص نسبة الحموضة بتقدم الثمار فى العمر .

وقد اتفق Kawamura وآخرون (١٩٥٥)، و Suzuki وآخرون (١٩٥٥) فى أن نسبة السكريات المختزلة بثمار الفول الرومى تتناقص تدريجيا خلال مراحل النمو المختلفة ، أما Shanan (١٩٦٧) فقد ذكر أن هناك زيادة تدريجية فى نسبة السكريات المختزلة باكتمال نمو القرون .

• المهندس الزراعى مصطفى صبرى الحكيم : اخصائى فنى بمعهد الصحراء ـ وزارة البحث العلمى .
• الدكتور احمد صفوت عبد السلام : باحث بمعهد الصحراء . وزارة البحث العلمى .

وقد لاحظ Wittwer & Dedolph (١٩٦٢) زيادة ظاهرة فى نسبة السكريات غير المختزلة بتقدم قرون الفول الرومى فى العمر ، بينما وجد Nada & Raafat (١٩٥٥) أن الزيادة فى السكريات الكلية بتقدم العمر تستمر حتى تصل أقصاها ثم تنقص بعد ذلك بزيادة النضج .

وطبقا للنتائج التى تحصل عليها Suzuki وآخرون (١٩٥٥) ، و Kawamura وآخرون (١٩٥٥) ، و Kawamura (١٩٥٨) من دراساتهم على الفول الرومى — فإن محتوى القرون من النشا يزداد تدريجيا بزيادة عمرها . وعلى عكس ذلك فقد وجد Shanan (١٩٦٧) — فى نفس المحصول — أن نسبة النشا فى القرون تنقص بدرجة بسيطة باقتراب نضج القرون .

وأشارت نتائج Hoover & Dennison (١٩٥٣) ، و Malcom وآخرون (١٩٥٦) على اللوبيا ، و Yamaguchi وآخرون (١٩٥٤) على فاصوليا الليما أن هناك زيادة فى نسبة المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول بتقدم النمو .

ويقول Abdel-Salam (١٩٦٦) إن هناك ميلا لزيادة الألياف فى نورات الخرشوف بتقدمها فى العمر .

ولقد ذكر Belikov & Nedel'ko (١٩٥٦) أنه لا يوجد تغيير يذكر فى نسبة النيتروجين خلال مراحل النمو المختلفة لبذور فول الصويا . أما Shanan (١٩٦٧) فقد لاحظ أن هناك زيادة فى محتوى قرون الفول الرومى والبسلة والفاصوليا من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والصوديوم بتقدم العمر .

العمل التجريبى

أجريت هذه الدراسة على الفول الرومى (صنف الاكوادولس) بمحطة أبحاث معهد الصحراء بالمطرية . علّمت الأزهار يوم إخصابها ، وأمكن الحصول على قرون ذات أعمار ٣٠ و٣٥ و٤٠ و٤٥ و٥٠ يوما ، ثم نقلت القرون بعد حصادها مباشرة إلى المعمل حيث استبعدت القرون المصابة والتالفة وغير المنتظمة الشكل .

وتمت دراسة القرون ذات الأعمار المختلفة من حيث صفاتها الطبيعية وهى : وزن وطول وعرض القرن ، ووزن البذور وعدد البذور ومتوسط وزن البذرة

بالقرن، ونسبة التصافى، وصفاتها الكيمائية وهى (المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة الكلية (باتباع الطرق المذكورة فى A.O.A.C.'s Official Methods of Analysis ١٩٥٥)، والسكريات المختلفة (Abdel-Salam ١٩٦٦) والنشا والمواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول والألياف (A.O.A.C.'s Official Methods of Analysis ١٩٥٥)، والنيتروجين (Peach and Tracey ١٩٥٥)، والفوسفور (Suzuki, Matsumoto, and Kawamura ١٩٥٥)، والكالسيوم (U.S.D.A.'s Diagnosis and improvement of saline and alkali soils ١٩٥٤)، والبوتاسيوم والصوديوم (Brown and Lilleland ١٩٤٦) فى كل من الجزء الصالح للأكل (البذور) والجزء غير الصالح للأكل (القشرة) وذلك بفرض تحديد درجة اكتمال النمو وعلاقتها بعمر القطف .

ولتحديد درجة القطف المناسبة التى تعتمد على وصول الثمار إلى أحسن صفات تسويقية مصحوبة بأطول فترة تخزينية ، فقد خزن حوالى ٥٠٠ قرن من كل عمر داخل أكياس من البولى إيثلين فى الغرفة العادية (٢٤°م ، ٦٠٪ رطوبة نسبية) ، ودرست التغيرات الطبيعية (أقصى فترة تخزينية ونسبة الفقد فى الوزن ونسبة التلف) ، والتغيرات الكيمائية (المادة الجافة ، والمواد الصلبة الذائبة الكلية ، والحموضة الكلية والنشا) كل ثلاثة أيام .

النتائج ومناقشتها

التغيرات الطبيعية :

يبين جدول (١) وشكل (١) التغيرات التى تحدث فى الصفات الطبيعية للقرون خلال مراحل النمو المختلفة . وبوجه عام فإن هناك زيادة تدريجية فى وزن القرن وأبعاده ووزن البذور وعددها بالقرن ومتوسط وزن البذرة بتقدم العمر ، وقد أخذت هذه الزيادة منحنيات على شكل منحنى مستقيم Linear . كذلك أوضحت هذه الزيادة أن قرون الفول الأكوادولس تخضع لنظام النمو المستمر ذى الدورة الواحدة . وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Shanan (١٩٦٧) عند دراسته لنفس المحصول .

ومن ناحية أخرى فقد لوحظ أن هناك زيادة فى نسبة التصافى بتقدم العمر حيث تصل النسبة أقصاها عند عمر ٤٠ يوما ، ثم تنخفض بعد ذلك متخذة شكل منحنى من الدرجة الثانية Curvelinear .

جدول (١) : التغيرات الموسمية فى الخواص الطبيعية لقرون الفول الرومى

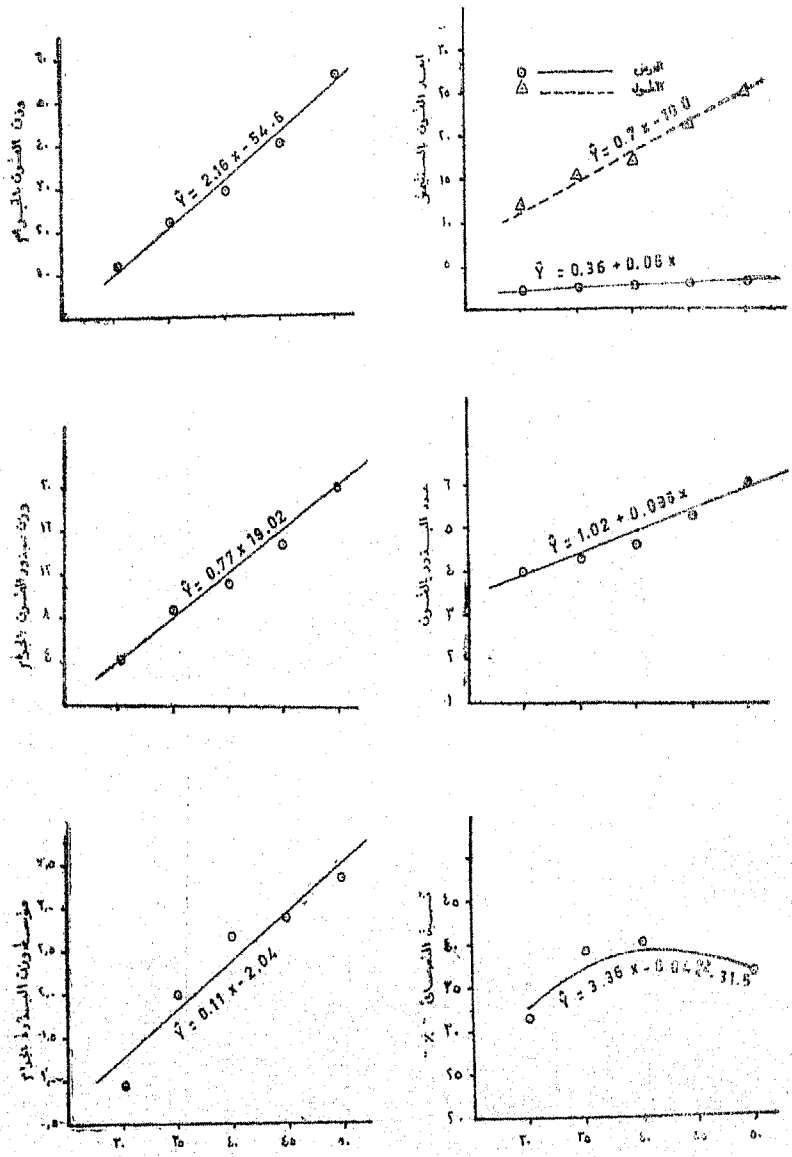
العمر (بالأيام)	وزن القرن	أبعاد القرن		وزن البذور بالقرن	عدد البذور بالقرن	متوسط وزن البذرة	نسبة التصافى
		طول	عرض				
	جم	سم	سم	جم		جم	٪
٣٠	١٢,٣	١١,٧	١,٢	٣,٩	٤,١	٠,٩٥	٣١,٧
٣٥	٢٢,٣	١٥,٣	٢,٦	٨,٧	٤,٣	٢,٠٢	٣٩,٠
٤٠	٢٩,٤	١٧,٠	٢,٨	١١,٢	٤,٦	٢,٦٥	٣٩,٨
٤٥	٤٠,٠	٢٠,٩	٣,٠	١٥,٠	٥,٣	٢,٨٣	٣٧,٥
٥٠	٥٥,٠	٢٥,٢	٣,٣	٢٠,١	٦,٠	٣,٣٥	٣٦,٥

التغيرات الكيمائية :

(١) التغيرات فى النسبة المئوية للمادة الجافة : يتبين من جدول(٢) و شكل (٢) أن هناك زيادة فى نسبة المادة الجافة الموجودة فى البذور بتقدم موسم النمو . وربما تعزى هذه الزيادة إلى تراكم نواتج عملية التمثيل فى البذور أو إلى انقسام وامتلاء الخلايا ، بالإضافة إلى نقص الماء كنتيجة لانتقاله من البذور إلى القشر . أما فى حالة القشر فقد لوحظ تناقصا فى نسبة المادة الجافة بتقدم العمر نتيجة لانتقال المواد الغذائية إلى أجزاء أخرى من القرن هى غالبا البذور ، وأيضاً لاستعمال هذه المواد فى عملية التنفس .

(٢) التغيرات فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية : تسلك التغيرات فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية نفس سلوك المادة الجافة ، سواء فى الجزء الصالح للأكل أو غير الصالح له (جدولا ٢ ، ٣) و (شكل ٢) .

وعموما فيتضح أن منحنيات المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة الكلية متناظرة ومن النوع المستقيم ، سواء للبذور أو القشر .



ن الفوائد الوسيطة في بعض السلالات الشبيهة لسرون الصنول الروى

جدول (٢) : التغيرات الموسمية فى الخواص الكيميائية للجزء الذى يؤكل (البذور) من قرون الفول الرومى

العمر بالأيام	المادة الجافة ٪	المواد الصلبة الذائبة الكلية ٪	الحموضة الكلية	السكريات			النشا ٪	المواد الصلبة الذائبة غير السكرول ٪	الرماد ٪	العناصر المعدنية				
				المختزلة	غير المختزلة	الكلية				ن	فو	كا	بو	ص
٣٠	١٧٫٧	٩٫٧	٠٫٥٦	٠٫٦٦	٢٫٠٧	٢٫٧٣	١٦٫٨	٧٢٫٢	٦٫١	٥٫٢٩	٠٫٨٣	٠٫٢٣	١٫١٠	٠٫١٦
٣٥	٢٠٫٨	١٠٫١	٠٫٤٨	١٫٢٠	٠٫٨٢	٢٫٠٢	٢٧٫٦	٧٥٫٥	٨٫٩	٥٫٣٦	٠٫٨٣	٠٫٢٩	٠٫٧٥	٠٫١٦
٤٠	٢١٫٠	١١٫٩	٠٫٣٢	١٫٢٦	٠٫٤١	١٫٦٧	٢٧٫٩	٨٢٫١	٩٫٦	٥٫٣٠	٠٫٨١	٠٫٢٩	٠٫٦٩	٠٫٠٩
٤٥	٢١٫٣	١٢٫٦	٠٫٤٥	٠٫٤٤	١٫٠٦	١٫٥٠	٢٨٫٦	٨٦٫٦	١٠٫١	٥٫٦٠	٠٫٧٧	٠٫٤٢	٠ ٧٤	٠٫٠٨
٥٠	٢٣٫٠	١٣٫٩	٠٫٣٢	٠٫٢٥	١٫٠٠	١٫٢٥	٣٠٫٨	٨٩٫٥	١٠٫١	٥٫٢٨	٠٫٧٠	٠٫٤١	٠٫٩٠	٠٫١٠

قدرت الحموضة الكلية كجرام حامض ستريك/١٠٠ جرام وزن طازج

قدرت السكريات والعناصر المعدنية كجرام/١٠٠ جرام وزن جاف

جدول (٣) : التغيرات الموسمية فى الخواص الكيميائية للجزء الذى لا يؤكل (القشر) من قرون الفول الرومى

العمر بالأيام	المادة الجافة ٪	المواد الكلية الصلبة ٪	الحموضة الكلية	السكريات			النشا ٪	الكحول ٪ فى المواد الكلية الصلبة	الألياف ٪	العناصر المعدنية				
				المختزلة	غير المختزلة	الكلية				ن	فو	كا	بو	ص
٣٠	١٥،٤	٨،٥	٠،٣٦	١،٧٧	٧،٢٢	٩،٠٦	٣٢،٨	٦٠،٣	٦،٦	١،٩٠	٠،٥١	٠،٤٤	١،٠٨	٠،١٦
٣٥	١٥،٦	٨،٠	٠،٤٨	١،٩٢	٨،٦١	١٠،٥٣	٣٠،٤	٦٠،٧	٦،٥	٢،٦٨	٠،٥٣	٠،٤٢	٠،٨٨	٠،٢٩
٤٠	١٤،٦	٨،٠	٠،٥٦	١،٩٤	٨،٧٩	١٠،٧٣	٢٩،٣	٥٩،٦	٦،٢	٣،٥٥	٠،٥٣	٠،٤٢	٠،٨٢	٠،١٣
٤٥	١٤،٠	٧،٧	٠،٤٤	١،٧٩	٧،٦٠	٩،٣٩	٢٨،٤	٦٠،٨	٧،٠	٣،٤٩	٠،٥٥	٠،٤٠	٠،٩٠	٠،١٢
٥٠	١١،٩	٧،٢	٠،٤٨	١،٧٦	٣،٤٦	٥،٢٢	٢١،٥	٦٥،٤	٨،٩	٣،١٢	٠،٦٢	٠،٣٦	١،٢٥	٠،٠٨

قدرت الحموضة الكلية كجرام حامض ستريك/١٠٠ جرام وزن طازج .
قدرت السكريات والعناصر المعدنية كجرام/١٠٠ جرام وزن جاف

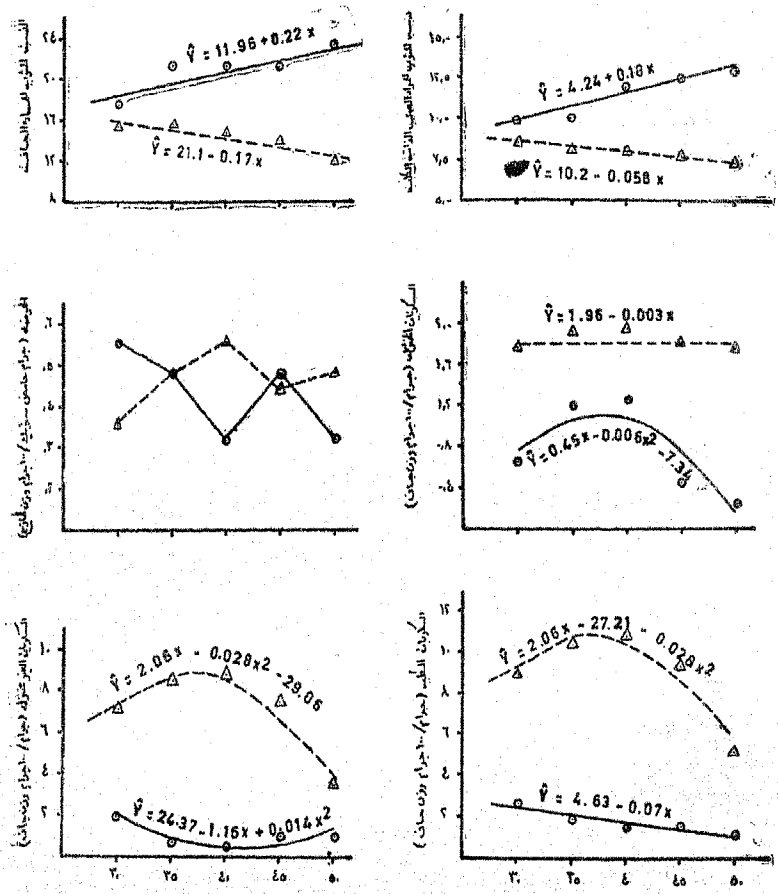
(٣) التغيرات فى النسبة المئوية للحموضة الكلية : تقل نسبة الحموضة الكلية فى البذور بتقدم العمر (جدولا ٢ ، ٣) و(شكل ٢) حتى عمر ٤٠ يوما ، ثم تزداد عند عمر ٤٥ يوما ، وتنقص ثانية عند عمر ٥٠ يوما . ومما يجدر ذكره أن أقل نسبه حموضة قد لوحظت فى البذور المأخوذة من قرون أعمارها ٤٠ و ٥٠ يوما ، صاحبها زيادة طفيفة فى المحتوى النشوى . أما فى حالة القشر فقد سلكت الحموضة الكلية سلوكا عكسياً لما كانت عليه فى البذور .

(٤) التغيرات فى نسبة السكريات : يبين (الجدولان ٢ ، ٣) و (شكل ٢) التغيرات التى تحدث فى نسبة السكريات المختزلة وغير المختزلة والكلية فى كل من البذور والقشر خلال مراحل النمو المختلفة، فتصل نسبة السكريات المختزلة أقصاها عند عمر ٤٠ يوما فى كل من البذور والقشر ، ثم تنقص بعد ذلك حتى نهاية العمر متخذة منحنى على شكل قطع مكافىء Parabola بالنسبة للبذور ، ومنحنى مستقيم Linear بالنسبة للقشر .

وتميل السكريات غير المختزلة الموجودة فى البذور إلى النقص بتقدم القرون فى العمر ، وتصل كميتها إلى الحد الأدنى بعد ٤٠ يوما من إخصاب الزهرة ثم تزداد بعد ذلك زيادة طفيفة حتى نهاية العمر . وترجع هذه الزيادة إلى تحول السكريات المختزلة إلى غير مختزلة فى المراحل الأخيرة من النمو . كذلك يقل محتوى البذور من السكريات الكلية تدريجيا بزيادة القرون فى العمر . ومن وجهة النظر الإحصائية فقد اتخذت منحنيات البذور منحنى على شكل قطع مكافىء للسكريات غير المختزلة ، ومنحنى مستقيم للسكريات الكلية .

ومن ناحية أخرى فإن السكريات غير المختزلة والكلية فى القشر تسلكان سلوكا واحداً موضحة بذلك منحنيين متناظرين على شكل قطع مكافىء ، فتزداد نسبتها تدريجيا حتى تصل أقصاها عند عمر ٤٠ يوما ، ثم تتناقص بعد ذلك بزيادة العمر .

ومما هو جدير بالذكر أن نسبة السكريات الكلية فى البذور الصغيرة قبل ٤٠ يوما تتكون أساسا من سكريات مختزلة . أما السكريات غير المختزلة فتكون



شكل "٢" يبين التغيرات الزمنية فى نسب المادة الجافة ، المواد العضوية الذائبة الكلية ، الحموضة والسكريات المختلفة لعصير القصب الروى

النشر ---- Δ البذور —— ○

نسبة ضئيلة نوعا . وبعد عمر ٤٠ يوما يحدث العكس حيث تسود السكريات غير المختزلة على السكريات المختزلة . أما السكريات الكلية فى القشر فتتكون أساساً من سكريات غير مختزلة خلال جميع مراحل النمو .

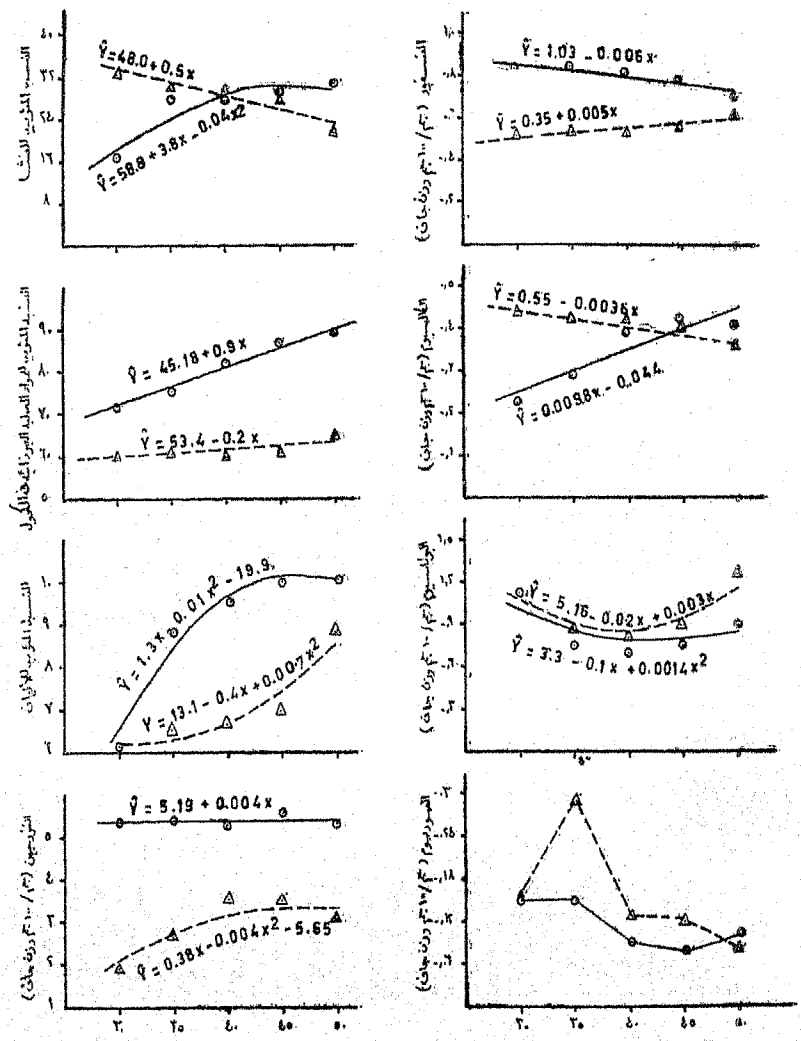
وعموما فإن نسبة السكريات المختزلة وغير المختزلة والكلية الموجودة بالقشر تفوق مثيلتها الموجودة فى البذور ، والعكس صحيح فيما يتعلق بنسبة المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول (جدولا ٢ ، ٣) و (شكل ٣) .

(٥) التغيرات فى نسبة النشا : يظهر من (جدولى ٢ ، ٣) و (شكل ٣) أن نسبة النشا فى البذور تزايد تدريجيا خلال الفترات التى تمت دراستها من عمر القرون ، بينما نجد أن المحتوى النشوى للقشر يقل بزيادة العمر . وقد تفسر التغيرات التى تحدث فى المحتوى النشوى فى كل من البذور والقشر بانتقالها (بعد تحللها) من الأخيرة إلى الأولى . وقد أوضحت نتائج التحليل الإحصائى أن زيادة النشا فى البذور تكون على شكل منحنى من الدرجة الثانية ، بينما يتخذ النقص فى القشر شكل منحنى مستقيم .

(٦) التغيرات فى نسبة المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول : يتضح من (جدولى ٢ ، ٣) و (شكل ٣) أن هناك زيادة فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية الموجودة فى البذور بزيادة عمر القرون . وترجع هذه الزيادة إلى زيادة النشا والسكريات العديدة الأخرى . وتتمشى هـــذه النتائج مع ما سبق أن وجده Hoover & Dennison (١٩٥٣)، و Malcom وآخرون(١٩٥٦) عند دراستهم لثمار اللوبيا، و Yamaguchi وآخرون(١٩٥٤) عند دراستهم على فاصوليا الليما .

ومن ناحية أخرى فلم يتغير محتوى القشر من المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول تغيرا ملموساً بتقدم القرون فى النضج فيما عدا زيادة طفيفة عند عمر ٥٠ يوما . وقد ظهرت المنحنيات التى تعبر عن سلوك المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول على شكل منحنى مستقيم ، سواء للبذور أو للقشر .

(٧) التغيرات فى نسبة الألياف : يتبين من (جدولى ٢ ، ٣) و (شكل ٣) أن محتوى البذور من الألياف يزداد تدريجياً بتقدم القرون فى النمو . وتتفق هذه



شكل ٣٠ : يبين التغيرات الموسمية فى نسبة النشا ، المواد المولبة الغير ذائبة الكحول ، الالبيات والعناصر لقشرة الشوك الوردى

النشا ——— ▲ السكروز ——— ○

النتائج مع ما وجده Abdel-Salam (١٩٦٦) فى دراسته على الخرشوف . أما عن نسبة الألياف فى القشر فإنها تظل ثابتة تقريبا حتى عمر ٤٠ يوماً ثم تزداد بعد ذلك حتى عمر ٥٠ يوما . وقد تبين من نتائج التحليل الإحصائى أن المنحنيات التى تعبر عن التغيرات فى نسبة الألياف ، سواء فى البذور أو القشر ، كانت على شكل منحنيات من الدرجة الثانية .

(٨) التغيرات فى نسبة العناصر المعدنية : يوضح جدولا (٢ ، ٣) وشكل (٣) كمية النيتروجين والفوسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم فى كل من البذور والقشر خلال مراحل النمو المختلفة .

لم تتغير نسبة النيتروجين فى البذور تغيراً كبيراً خلال مراحل النمو المختلفة متخذة بذلك شكل منحنى مستقيم . وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التى حصل عليها Belikov and Nedel'ko (١٩٥٦) عند دراستهما لبذور فول الصويا ، بينما يزداد محتوى القشر من النيتروجين تدريجياً بتقدم العمر ، وتصل النسبة أقصاها عند عمر ٤٠ يوما ، ثم تنقص بعد ذلك متخذة شكل منحنى من الدرجة الثانية . هذا وقد لوحظ أن كمية النيتروجين الكلى فى البذور أعلى من مثيلتها فى القشر .

وتبقى نسبة الفوسفور الموجودة فى كل من البذور أو القشر بدون تغير ملموس حتى عمر ٤٠ يوما ، وبعد ذلك العمر تنقص النسبة فى البذور وتزداد فى القشر كنتيجة لانتقالها من الأولى للثانية . ويزداد الكالسيوم فى البذور زيادة تدريجية بتقدم الموسم ، بينما تبقى نسبته فى القشر ثابتة لا تتغير خلال مراحل النمو المختلفة فيما عدا النقص البسيط فى العينة الأخيرة . هذا وقد تبين من نتائج التحليل الإحصائى أن منحنيات الفوسفور والكالسيوم لكل من البذور أو القشر كانت من النوع المستقيم .

وتنقص نسبة البوتاسيوم فى كل من البذور والقشر بتقدم العمر حتى تصل إلى أقل نسبة عند عمر ٣٠ يوما ، وتزداد بعد ذلك حتى عمر ٥٠ يوما موضحة بذلك منحنيين متشابهين من نوع القطع مكافىء .

وتنقص نسبة الصوديوم فى كل من البذور والقشر بزيادة عمر الثمرة فيما عدا

بعض التذبذبات غير المنتظمة التي تحدث خلال مراحل النمو المختلفة، وعموما فيرجع النقص فى نسبة الصوديوم إلى هجرتها من القرون إلى أجزاء النبات الأخرى .

تأثير عمر القطف على صلاحية قرون الفول للحفظ :

تعتبر قمة النجاح — من وجهة النظر البستانية — هى توافق درجة اكتمال النمو مع درجة الصلاحية للأكل ، ويعتبر هذا هدف بعض المشتغلين بتربية وفسيولوجيا الحاصلات البستانية . ويعتقد بعض العلماء أن هناك علاقة بين ميعاد قطف الثمار (أى عمر الثمرة) وحالتها أثناء التخزين ، أو بمعنى آخر أن طور اكتمال النمو له تأثير على صفة القابلية للحفظ . لذلك فقد جمعت خمسة أعمار من قرون الفول لدراسة التغيرات الطبيعية والكيميائية التى تحدث أثناء التخزين فى الغرفة العادية . ومثل هذه الدراسات قد تفيد فى تحديد درجة اكتمال النمو، وبالتالى أنسب درجة للقطف .

التغيرات الطبيعية :

يمثل شكل (٤) التغيرات الطبيعية التى تحدث بقرون الفول أثناء التخزين. وهى: مدة التخزين ، ونسبة النقص فى الوزن ، ونسبة التلف .

(١) مدة التخزين : تبقى القرون التى جمعت بعمر ٤٠ يوما مخزنة بالمخزن تحت ظروف الغرفة العادية لمدة ١٥ يوما . وتتناقص مدة التخزين للأعمار الأخرى من القرون كنتيجة لزيادة نسبة القرون التالفة وزيادة نسبة النقص فى الوزن .

(٢) نسبة النقص فى الوزن: تفقد الثمار المخزنة عادة جزءا من وزنها كنتيجة لعمليتى التنفس والنتح . ويعتبر الوزن عاملا محددا لدرجة اكتمال نمو محاصيل الخضر واستهلاكها . وكما يتضح من شكل (٤) فإن هناك نقصا كبيرا فى أوزان القرون التى عمرها ٣٠ و ٤٥ يوما والمخزنة لمدة ١٢ يوما ، بينما تفقد القرون التى قطفت بأعمار ٤٠ و ٥٠ يوما أقل نسبة من وزنها أثناء التخزين . هذا وكانت نسبة النقص فى الوزن ٧٢ و ٦٨ و ٥٢ و ٦٠ و ٨٠ ٪ للقرون ذات الأعمار ٣٠ و ٣٥ و ٤٠ و ٤٥ و ٥٠ يوما على التوالى .

وعموما فتزداد نسبة النقص فى الوزن بزيادة فترة التخزين، وغالبا ما يكون

ذلك راجعا لتأثير كل من عمليتى التنح والتنفس، وتتفق هذه النتائج مع ما سبق أن تحصل عليه Kiszel (١٩٥٦) على البسلة و Shanan (١٩٦٧) على الفاصوليا والبسلة والفول الرومى .

(٣) نسبة القرون التالفة : أمكن تخزين القرون التى قطفت وعمرها ٤٠ و ٤٥ و ٥٠ يوما بصورة مرضية وبدون أى تلف لمدة ثلاثة أيام ، بينما تظهر أعلى نسبة من التلف فى القرون التى جمعت بعمر ٣٠ و ٣٥ يوما . ولوحظ عند نهاية فترة التخزين أن أقل نسبة تلف كانت فى القرون التى جمعت بعمر ٤٠ يوما ، وكانت أعلى نسبة تلف فى القرون التى قطفت وعمرها ٣٠ و ٥٠ يوما .

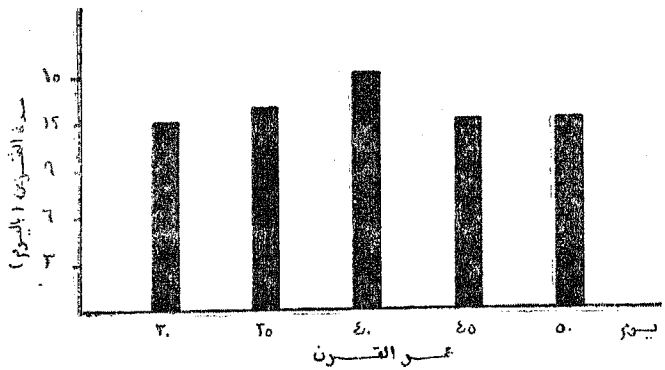
هذا وتزداد نسبة القرون التالفة بزيادة الفترة التخزينية، ولو أن هذه الزيادة كانت إلى حد ما ضئيلة فى القرون التى جمعت بعمر ٤٠ يوما . وقد يرجع التلف إلى تكثف الرطوبة المصحوب بزيادة درجة الحرارة داخل أكياس البولى أثيلين المعبأ بها قرون الفول حيث تلائم هذه الظروف ظهور وانتشار الأمراض الفسيولوجية والباثولوجية .

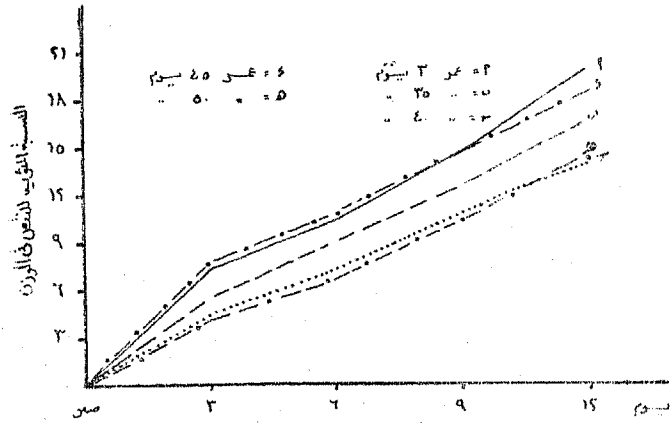
التغيرات الكيميائية :

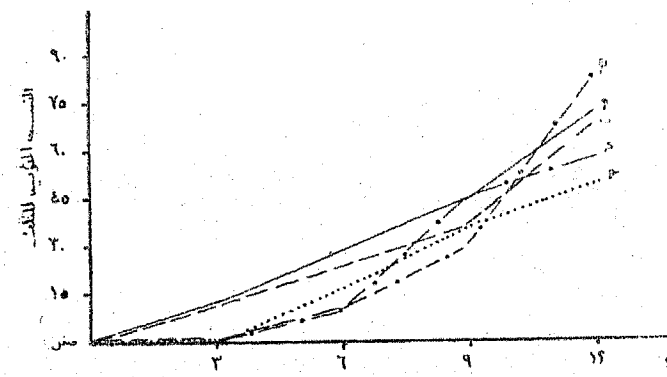
(١) التغيرات فى نسبة المادة الجافة : أثناء التخزين تزداد نسبة المادة الجافة فى البذور زيادة تدريجية بتقدم العمر حتى ٤٠ يوما (شكل ٥) ، ثم تنقص بعد ذلك حتى عمر ٤٥ يوما ، حيث تزداد بعدها مرة أخرى ، كذلك يزداد محتوى البذور من المادة الجافة بزيادة مدة التخزين حتى اليوم الثالث ثم تتناقص نسبتها بعد ذلك حتى اليوم السادس حيث تبقى ثابتة حتى نهاية الفترة التخزينية .

وفيما يتعلق بمحتوى المادة الجافة فى الجزء غير الصالح للأكل (القشر) فنجد أن نسبتها تتناقص تدريجيا بتقدم كل من العمر والتخزين ، حيث تبين النتائج تميز أكبر عمر (٥٠ يوما) بأقل نسبة من المادة الجافة عند نهاية مدة التخزين (١٢ يوما) .

هذا وقد يرجع النقص فى المادة الجافة أساسا إلى نقص المركبات الكربوهيدراتية خلال عملية التنفس بمعدل أعلى من نقص الماء خلال عملية التنح . كذلك يتبين أن البذور أكثر احتواء على المادة الجافة من القشر .







مدة التخزين

شكل ٣ يبين مدة التخزين والنسبة المئوية للنقص في الوزن والتلف للأعمار المختلفة من القرون المخزنة في درجة الحرارة (٢٤°م)

(٢) التغيرات فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية : نقصت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بزيادة فترة التخزين ، سواء فى البذور أو القشر لكل الأعمار المختبرة (شكل ٥) . ويلاحظ أيضا احتواء البذور على نسبة من المواد الصلبة الذائبة الكلية أكبر من التى يحتويها القشر عقب الحصاد مباشرة ، ثم تتساوى النسبة فى كلا الجزءين بعد ذلك خلال التخزين .

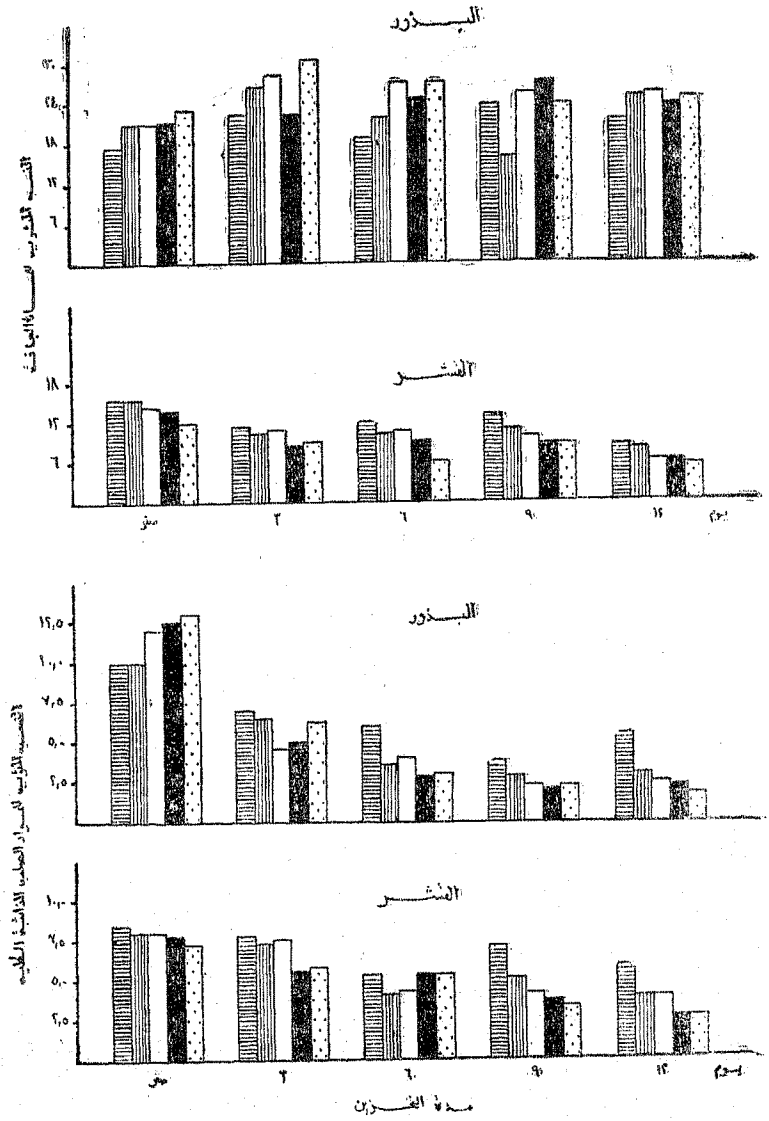
(٣) التغيرات فى نسبة الحموضة الكلية : يتبين من النتائج الموضحة فى شكل (٦) احتواء كل من البذور والقشر على كميات عالية من الحموضة عقب الجمع مباشرة . وتتناقص نسبة الحموضة بعد ذلك فى كلا الجزءين فى جميع الأعمار المختبرة بزيادة مدة التخزين حتى اليوم السادس ، ثم تعود للزيادة بعد ذلك بدرجة بسيطة فى نهاية مدة التخزين (١٢ يوما) . وعموما فتحتوى البذور والقشر على كميات متساوية تقريبا من الحموضة خلال فترات التخزين المختلفة .

(٤) التغيرات فى نسبة النشا : يزداد المحتوى النشوى للبذور المأخوذة من قرون عمرها ٣٠ و ٥٠ يوما (شكل ٦) بزيادة فترة التخزين حتى اليوم السادس ثم ينقص بعد ذلك حتى نهاية فترة التخزين . ويسلك المحتوى النشوى لبذور القرون المجموعة بعمر ٤٠ و ٥٠ يوما اتجاها واحداً خلال الستة أيام الأولى من التخزين ، ثم تقل بعد ذلك . أما بذور القرون التى عمرها ٣٥ يوما فتزداد نسبة النشا بها حتى اليوم الثالث من التخزين ، ثم تقل بعد ذلك بتقدم التخزين .

ومن ناحية أخرى تنقص نسبة النشا فى القشر لجميع الأعمار خلال التسعة أيام الأولى من التخزين ، ثم تزيد بعد ذلك . هذا ويلاحظ احتواء البذور على نسبة من النشا أعلى مما يحتويه الجزء غير الصالح للأكل (القشر) .

تحديد درجة اكتمال النمو :

تعرف ظاهرة اكتمال نمو الثمار — من وجهة النظر البستانية — بأنها الحالة التى يجب أن تصل إليها الثمار حتى يمكن لها أن تنضج بحالة طبيعية بعد جمعها وفصلها عن النباتات بدون نقص ظاهر فى جودتها النهائية ، ويعرف النضج



شكل ٥٠ بين التغيرات في المادة الجافة والسكر الكلي الذائبة الطلبة للأعمار المختلفة من الفرون المخزونة في مخزون الفرنة (٢٤°م)

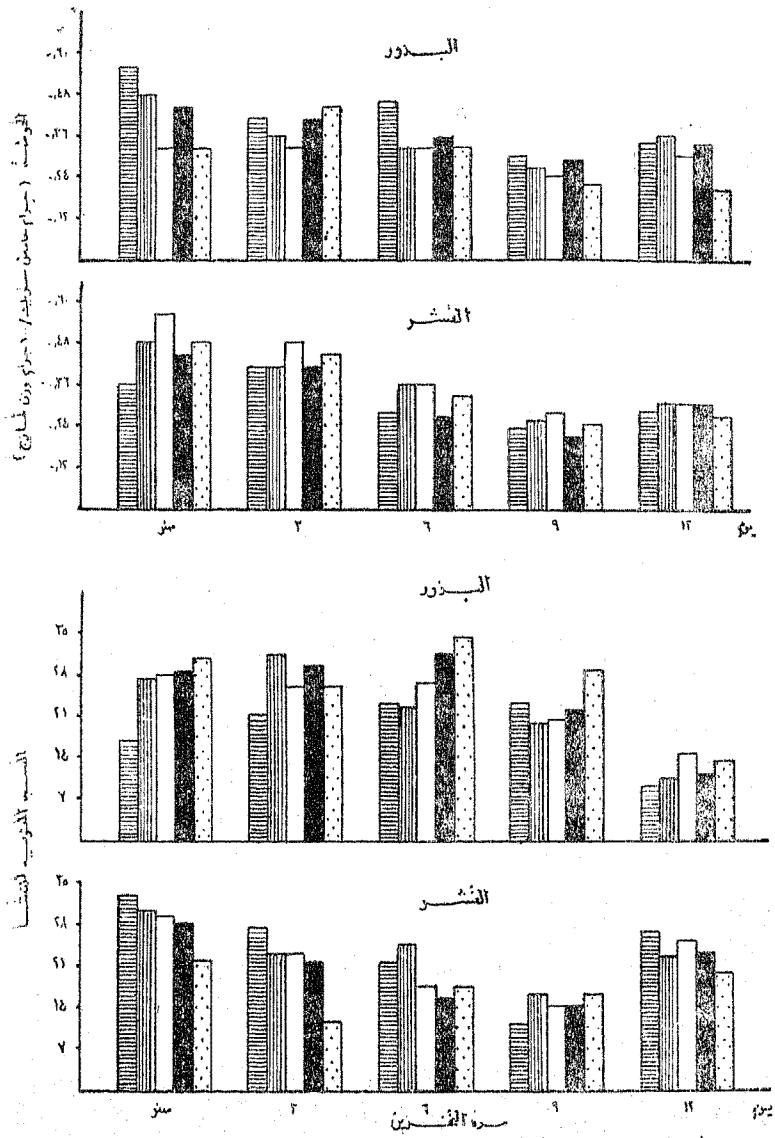
بأنه عبارة عن وصول الثمار إلى حالة صالحة للأكل . ومن المسلم به أن تقدير اكتمال نمو الثمار له أهميته القصوى عند حفظ الثمار وشحنها أو تخزينها ، فالثمار التي تجمع وهي في حالة ناضجة ، فإنه بالرغم مما لها من صفات أكلية مرغوبة إلا أنها تكون قليلة القابلية للتخزين أو الصلاحية للحفظ . وعلى عكس ذلك تنقص الثمار غير المكتملة النمو القدرة على الوصول إلى الصفات الأكلية المرغوبة ، حيث يعاب عليها في النهاية عدم إمكان وصولها إلى درجة النضج بحالة مقبولة ، وعلى ذلك فتقدير حالة الثمار المكتملة النمو أو تحديد العوامل التي قد يعتد بها أو يعتمد عليها في تقدير هذه الحالة من الأهمية بمكان كبير ، بل وتعتبر من المعلومات الهامة التي تفيد في عمليات التداول والشحن والتخزين .

وكما يتبين من شكل (٤) فإن القرون التي عمرها ٤٠ يوما كانت أكثر الأعمار بقاء في المخزن لمدة طويلة بحالة صالحة (أي أكثرها احتفاظا بالصفات المرغوبة للسوق) وأقلها في نسبة كل من النقص في الوزن والتلف . كذلك يتميز هذا العمر بأعلى نسبة تصافي واحتوائه على أقل نسبة حموضة وأعلى نسبة سكريات مختزلة ، وتلتي ظاهرة أقل نسبة حموضة وأعلى نسبة سكر ضوء أعلى علاقتهما بدرجة اكتمال النمو (عند عمر ٤٠ يوما) .

وباختصار فإنه يتبين من نتائج هذه الدراسة أن عمر ٤٠ يوما هو أنسب عمر لقطف ثمار الفول الأكوادولس ، ولو أن دليل العمر لا يمكن الاعتماد عليه كعامل محدد لاكتمال النمو نظراً لاختلاف العوامل الجوية من موسم لآخر . وتعتبر نسبة التصافي والحموضة الكلية والسكر من العوامل الهامة التي يمكن الاعتماد عليها في تقدير درجة اكتمال نمو الفول الأكوادولس .

الملخص

إن لتحديد درجة اكتمال النمو للثمار أهمية قصوى في عمليات التصدير والتخزين بالإضافة إلى أنه الحد الأدنى للحالة التي يمكن جمع الثمار عليها ، إذ أنه لو خزنت أو صدرت ثمار ناضجة فإن مدة حفظها تكون قصيرة جدا إذا ما قورنت بالثمار التي خزنت أو صدرت عند وصولها إلى طور اكتمال النمو فقط . لذلك فإنه



شكل ٦٢ : يبين التغيران في الحموضة والنشا للأصناف المختلفة من الشعير المخزن تحت ظروف الغرفة (٢٤°م)

يجب الاهتمام بتقدير اكتمال النمو للتمكن بقدر الإمكان من إطالة عمر الثمار أثناء التسويق قبل وصولها إلى طور الانحلال Senscence ، أى أن عمليات التخزين والتصدير تنجح إذا أمكن إطالة المدة بين اكتمال النمو والانحلال مع حمايتها من التعرض لعوامل التلف الثانوية كالبكتريا والفطر . وحيث إنه لا توجد للآن اشتراطات دقيقة شاملة عن حالة اكتمال النمو أو درجة القطف فى قرون الفول الأكوادولس فقد درست التغيرات المورفولوجية والكيميائية للقرون خلال فترات نموها المختلفة فى محاولة لتحديد العلاقة بين عمر القطف ودرجة اكتمال النمو أو الصلاحية للقطف . وتتلخص النتائج فيما يلى :

(١) يزداد وزن القرن وأبعاده ووزن بذوره وعدد البذور به ومتوسط وزن البذرة زيادة مطردة بزيادة العمر ، بينما تزداد نسبة التصافى حتى تصل إلى أقصى زيادة ثم تقل بعد ذلك .

(٢) تزداد نسبة المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة الكلية فى البذور ، بينما تنقص نسبتها فى القشر تدريجيا بتقدم العمر .

(٣) تتناقص نسبة الحموضة الكلية فى البذور حتى عمر ٤٠ يوما ، ثم تزيد فى اليوم الخامس والأربعين وتنقص بعد ذلك ، بينما تسلك الحموضة فى القشر سلوكا عكسيا لما هو فى البذور .

(٤) تصل نسبة السكريات المختزلة أقصاها — سواء فى البذور أو القشر — فى القرون التى عمرها ٤٠ يوما .

(٥) تتناقص نسبة السكريات غير المختزلة فى البذور بتقدم عمر القرون وتصل النسبة إلى أدنى حد عند عمر ٤٠ يوما، ثم يزداد بعد ذلك قليلا، بينما العكس تماما فى القشر .

(٦) تزداد نسبة السكريات الكلية فى البذور بزيادة عمر القرون، بينما تزداد فى القشر تدريجيا حيث تصل النسبة أقصاها عند عمر ٤٠ يوما ، ثم تقل بعد ذلك بتقدم نمو القرون .

(٧) يزداد المحتوى النشوى للبذور ، بينما تقل نسبته فى القشره بتقدم العمر .

(٨) يزداد محتوى البذور من المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول والألياف بتقدم العمر ، بينما تبقى محتويات القشر منها ثابتة لا تتغير فيما عدا الزيادة الطفيفة فى العينة الأخيرة .

(٩) تبقى نسبة النيتروجين الكلى فى البذور ثابتة تقريبا خلال مراحل النمو المختلفة ، بينما تزداد نسبته فى القشر حتى عمر ٤٠ يوما ، ثم تنقص قليلا بعد ذلك .

(١٠) لا يحدث تغير ملموس فى محتوى البذور أو القشر من الفوسفور حتى عمر ٤٠ يوما ، ثم تنقص نسبته بعد ذلك فى البذور وتتزايد فى القشر .

(١١) يزداد محتوى البذور من الكالسيوم، بينما تبقى نسبته بدون تغير ملموس فى القشر خلال مراحل النمو المختلفة .

(١٢) تقل نسبة البوتاسيوم ، سواء فى البذور أو القشر ، بتقدم العمر حتى تصل إلى أقل كمية، ثم تزداد بعد ذلك حتى العمر الأخير .

(١٣) تنقص نسبة الصوديوم ، سواء فى البذور أو القشر ، بتقدم القرون فى العمر .

(١٤) وجد أن أنسب عمر للقطف ٤٠ يوما من إخصاب الأزهار ، تبعا للنتائج المتحصل عليها من أعلى فترة تخزين وصلاحية للتسويق والاستهلاك ، كذلك فإنه يمكن الاعتداد بنسبة التصافى والحموضة الكلية والسكريات المختزلة كعوامل محددة لاكتمال نمو الفول الأكوادولس .

المراجع

(1) Abdel-Salam, A. S. (1966). Physiological studies on maturity, ripening, handling and storage of artichoke. Ph.D. Dissertation, Faculty of Agric., Ain Shams Univ., Cairo.

(2) Association of Official Agriculture Chemists (1955). Official methods of analysis, 8th. ed., Washington : A.O.A.C.

(3) Belikov, I. F., and E. Y. Nedel'Ko (1956). Biokhim Zerna, Sbornik, No. 3, 162-170. (Chem. Abstr., 51 : 8914 b, 1957).

(4) Brown, J. D., and O. Lilleland (1946). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 48: 341-346.

(5) Guyer, R. B., and A. Kramer (1952). Maryland Agric. Exper. Sta. Bull. 68.

(6) Holland, A. H., J. B. Kendrick Jr., W. H. Lang Jr., and J. H. MacGillivray (1951). Cal. Agric. Exper. Sta. Circ. 430.

(7) Hoover, M. W., and R. A. Dennison (1953). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 62: 391-396.

(8) Kawamura, S. (1958). Nippon Nogei Kagaku Kaishi, 32 : 749-751. (Chem. Abstr. 53 : 7328 a, 1959).

(9) Kawamura, S., H. Suzuki, and T. Matsumato (1955). Kagawa Agric. Coll., Tech. Bull. 7 : 81-86. (Hort. Abstr. 27 : 1493, 1957).

(10) Kiszel, J. (1956). Elemezesi Ipar., 10 : 243-246. (Chem. Abstr. 53 : 12520 d, 1959).

(11) Malcom, H. R., J. J. Powers, A. Lopez, and D. E. Pratt (1956). Food Tech., 10 : 463-69.

(12) Nada, I. A. A., and A. Raafat (1955). Ind. Jour. Agric. Sci., 25 : 281-292.

(13) Peach, K. and M. V. Tracey (1955). **Modern Methods of Plant Analysis,** Vols. 1, IV. Berlin : Springler Verlag.

(14) Shanan, S. A. (1967). Physiological studies on maturity, ripening, handling and storage of some leguminous crops. Ph.D. Dissertation, Faculty of Agric., Ain Shams Univ., Cairo.

(15) Sistrunk, W. A., W. A. Frazier, V. A. Clarkson, and R. F. Cain (1960). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 76 : 389-396.

(16) Snedecor, G. W. (1956). Statistical methods, 5th ed. Ames, Iowa : Iowa State Univ. Press.

(17) Suzuki, H., T. Matsumoto, and S. Kawamura (1955). Nosan Kako Gijustu Kenkyu Kaishi, 2 : 95-98. (Chem. Abstr., 51 : 15710a, 1957).

(18) Troug, E., and A. H. Mayers (1939). Ind. Eng. Chem. Ann. Ed. 1 : 136-139.

(19) United States Salinity Laboratory Staff (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook 60, 160 pp.

(20) Wittwer, S. H., and R. R. Dedolph (1962). Amer. Veg. Grow., 15 : 54-55. (Hort. Abstr. 32 : 4763, 1962).

(21) Yamaguchi, M., J. H. MacGillivray, F. D. Howard, M. Simone, and C. Sterling (1954). Food Res. 19 : 617-26.

* * *