الفصل الثانى

البطاطس : الفسيولوجى ، والحصاد ، والتخزين

تأثير العوامل البيئية فى النمو الخضرى والورقى لنبات البطاطس

تأثير درجة الحرارة

يتأثر نمو وتطور البطاطس بدرجة الحرارة على النحو التالى :

١ – تزيد سرعة الإنبات كثيراً بارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٤ °م ؛ حيث يتطلب استكمال الإنبات ٣٦ يوماً على درجة ١٠ – ٥ر١٢ °م ، بينما يكتمل الإنبات فى ١٣ يوما فقط على درجة حرارة ٢١ – ٢٤ °م . وتكون بداية الإنبات (٥٠ ٪ إنباتاً) بعد ٢٨ يوماً ، و٨ أيام فى المجالين الحراريين ، على التوالى (Yamaguchi وآخرون ١٩٦٤) .

٢ – تبدأ السيقان الأرضية فى النمو والاستطالة وقت ظهور النبات فوق سطح التربة عندما تكون درجة الحرارة فى المجال الملائم لنبات البطاطس . أما عند ارتفاع درجة الحرارة .. فإن نمو السيقان الأرضية يتأخر لحين تكوّن عدة أوراق ؛ لأن تكوين السيقان الأرضية يرتبط بتراكم المواد الكربوهيدراتية فى ساق النبات أسفل سطح التربة ، وهو أمر لا يحدث بسرعة عند ارتفاع درجة الحرارة ؛ بسبب استهلاك نسبة عالية من الغذاء المجهز فى التنفس . ومع ذلك .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية اللازم لتكوين المدادات أقل بكثير من المستوى اللازم لتكوين الدرنات (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

٣ – تؤثر درجة الحرارة فى تكوين الدرنات ؛ ومن ثم .. فإنها تؤثر فى كمية المحصول .

ولقد كان Bushnell (١٩٢٥) أول من درس هذا الموضوع ، ووجد أن ارتفاع درجة الحرارة من ٢٠ – ٢٩ °م صاحبه نقص فى إنتاج الدرنات ، ولم تتكون درنات عندما تعرضت النباتات لدرجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٩ °م . وقد علل ذلك بازدياد معدل تنفس الأجزاء الهوائية فى درجات الحرارة العالية ؛ ومن ثم .. زيادة استهلاك الغذاء المجهز فى التنفس ، وهو الأمر الذى أدى إلى نقص المحصول الذى يتوقف على كمية المواد الكربوهيدراتية المنتجة التى تفيض عما يلزم للنمو والتنفس فى جميع أجزاء النبات الأخرى .

وكلما ازدادت شدة الإضاءة ازداد الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن تنتج فيها الدرنات ؛ لذا .. يلاحظ أن البطاطس تعطى محصولا جيداً فى المناطق ذات الجو القارى برغم ارتفاع درجة الحرارة كثيراً أثناء النهار ؛ ويرجع ذلك إلى أن الارتفاع فى درجة الحرارة نهاراً تصاحبه زيادة فى شدة الإضاءة ، كما أن درجة الحرارة تنخفض ليلاً ؛ مما يقلل الفقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس . كما وجد Bodlaender (١٩٦٣) أن درجة الحرارة المناسبة لنمو سيقان النبات تزداد ارتفاعاً مع ازدياد شدة الإضاءة .

وكما تعمل درجة حرارة الليل المنخفضة على تقليل الفاقد فى المواد الكربوهيدراتية بالتنفس .. فإنها تعمل – أيضاً – على زيادة نمو الأوراق .

وبرغم أن أنسب درجة حرارة لتكوين الدرنات هى ١٥ °م .. ، إلا أن المحصول المرتفع يناسبه مجال حرارى يتراوح من ١٨ – ٢١°م ، وهو وسط ما بين الدرجة المثلى لتكوين الدرنات والدرجة المثلى لنمو السيقان ، والتى تبلغ ٢٥ °م (Borah & Milthorpe ١٩٦٢) . ويؤدى انخفاض درجة الحرارة عن ١٥ °م إلى تأخير تكوين الدرنات ، كما يؤدى ارتفاعها عن ٢٥°م إلى جعل الدرنات المتكونة غير منتظمة الشكل وقريبة من سطح التربة .

٤ – تؤثر درجة الحرارة فى شكل الدرنات المتكونة ؛ فيكون شكل الدرنات أكثر انتظاماً فى درجات حرارة تتراوح من ١٥ – ٢١ °م . ويؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى ١٠ – ١٣ °م إلى أن تميل درنات الأصناف المستطيلة إلى الكروية ، كما يؤدى ارتفاعها إلى ٢٧ – ٢٩ °م إلى جعل الدرنات مغزلية ، أو إلى ظهور نموات جانبية بها .

ويتكون الجلد الشبكى بشكل جيد فى الأصناف الشبكية russeted فى درجة حرارة ٢٤ °م ، بالمقارنة بدرجات الحرارة الأقل من ذلك والأعلى من ذلك . ومع انخفاض درجة الحرارة يقل تكوين الشبك السطحى على درنات هذه الأصناف ، إلى أن تصبح الدرانات ملساء فى درجة حرارة ٧ - ١٠ °م ، وهو ما يعد عيباً تجارياً فى هذه الأصناف .

تأثير الفترة الضوئية

يؤدى النهار الطويل إلى زيادة النمو الخضرى فى البطاطس ، واستمراره لفترة أطول مما فى النهار القصير فى كل من الأصناف المبكرة والمتأخرة على حد سواء . ويزيد النهار القصير من كفاءة تكوين الدرنات ؛ فتكون نسبة وزن الدرنات إلى المجموع الخضرى أكبر فى النهار القصير . وفى الوقت نفسه نجد أن النهار القصير يؤثر سلبياً فى المحصول الكلى ؛ لأنه يشجع على تكوين الدرنات مبكراً ؛ فيتوقف النمو الخضرى مبكراً ، ويقل المحصول تبعاً لذلك (Burton ١٩٤٨) . ولا يعنى ذلك أن البطاطس لا تكون درنات فى النهار الطويل ، ولكنها تنمو أثناءه خضرياً لفترة أطول قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات .

ويلاحظ أن الحد الأقصى لطول النهار المناسب لتكوين الدرنات يكون أكبر فى الأصناف المبكرة مما فى الأصناف المتأخرة ؛ حيث يعمل النهار الطويل على إطالة فترة النمو الخضرى فى الأصناف المبكرة قبل أن تبدأ فى وضع الدرنات ، ويعمل ذلك على زيادة محصولها .

وجدير بالذكر أن القمة النامية للساق والأوراق التى يقل طولها عن ٥ سم هى الجزء النباتى الذى يتأثر بالفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ، وهى الجزء الذى تتكون فيه المادة التى تُحفز تكوين الدرنات . وتنتقل هذه المادة عبر نسيج منطقة الالتحام بين الأصل والطعم . وقد وجد أن تطعيم الطماطم على بطاطس لا يتبعه تكوين درنات فى الأصل ، إلا إذا كانت الدرنات قد تهيأت للتكوين قبل إجراء التطعيم . وبمعنى آخر .. فإن النمو الخضرى للطماطم يمكنه تمثيل الغذاء اللازم لنمو درنة البطاطس ، ولكنه لايصلح كمستقبل لتأثير الفترة الضوئية المهيئة لتكوين الدرنات ، ولا تتكون به المادة التى تحفز تكوين الدرنات (Cutter ١٩٧٨) .

كذلك تؤدى الفترة الضوئية الطويلة إلى زيادة عدد وطول ودرجة تفريع السيقان الأرضية

سكون الدرنات

تدخل درنات البطاطس بعد حصادها فى فترة سكون Dormancy Period لا تنبت خلالها الدرنات ، حتى لو تهيأت لها الظروف المناسبة للإنبات .

ويتأثر طول فترة السكون بالعوامل التالية :

١ – الصنف :

تكون فترة السكون قصيرة غالباً فى الأصناف المبكرة ، وفى الأصناف التى يكثر فيها النمو الثانوى ، وأيضاً فى الأصناف المقاومة للجفاف ، ولكن توجد شواذ لذلك .

٢ – درجة الحرارة السائدة :

يؤدى الارتفاع فى درجة الحرارة – قبل الحصاد أو بعده – إلى سرعة انتهاء حالة سكون الدرنات .

٣ – حجم الدرنات ودرجة نضجها عند الحصاد :

تزيد فترة السكون – بعد الحصاد – فى الدرنات الصغيرة الحجم ، وكذلك فى الدرنات التى تحصد قبل تمام نضجها .

٤ – المعاملة بالجبريللين :

تؤدى معاملة نباتات البطاطس أثناء نموها بالحقل بحامض الجبريلليك GA_3 إلى إنهاء سكون الدرنات التى فى طور التكوين ، وتبرعمها وهى مازالت فى التربة . وتزداد نسبة الدرنات النابتة بزيادة التركيز المستخدم ، ومع التبكير فى توقيت المعاملة .

وتؤدى معاملة الدرنات الحديثة الحصاد بالجبريللين إلى تقصير فترة السكون ، وإسراع التنبيت . وعند زراعة هذه الدرنات نجد أنها تنبت بسرعة أكبر ، ويزداد المحصول أحياناً . ويكفى لإحداث هذه التأثيرات مجرد غمس الدرنات فى محلول جبريللين بتركيز جزء واحد فى المليون . وتؤدى زيادة التركيز عن خمسة أجزاء فى المليون إلى إحداث زيادة كبيرة فى

طول السلاميات ، والسيقان الأرضية ، وتأخير نمو الدرنات والأوراق ، واحتمال نقص المحصول .

هذا .. ولا يوجد حد يمكن اعتباره فاصلاً بين الدرنات الساكنة والدرنات التى على وشك الانتهاء من فترة السكون ؛ لأن التغيرات التى تحدث فى الدرنات ، وتؤدى إلى إنهاء حالة السكون تكون بصورة تدريجية تماماً . وبرغم وجود علاقة بين انتهاء حالة السكون وبين المستوى المرتفع لحامض الجبريلليك ، والمستوى المنخفض لحامض الأبسيسك abscisic acid فإن الارتباط التام معهما يعوزه الدليل الكمى (Burton ١٩٧٨).

السيادة القمية

السيادة القمية Apical Dominance هى ظاهرة سيادة البرعم الطرفى للدرنة على بقية براعم الدرنة ، وتثبيطة لنموها . وأقصى درجات السيادة القمية هى التى لا ينمو عندها سوى البرعم الوسطى بالعين الطرفية للدرنة . ومع ضعف السيادة القمية ينمو البرعم الوسطى بالعيون الأخرى بالدرنة ، إلا أن تركيز التبرعم يكون فى العيون القريبة من قمة الدرنة .. وعند اختفائها ينمو أكثر من برعم بكل عين .

وتؤدى إزالة العين الطرفية إلى نمو البراعم فى العيون الجانبية ، كما أن إزالة النمو الناتج من البرعم الوسطى فى كل عين تؤدى إلى نمو بقية براعم العين . ويؤدى تقطيع الدرنة إلى أجزاء إلى نمو البراعم فى مختلف العيون .

ولا تختلف السيادة القمية فى الدرنة عن السيادة القمية المعروفة فى سيقان النباتات .

تتناسب شدة السيادة القمية – عكسياً – مع طول فترة السكون ؛ فإذا خزنت الدرنات فى ظروف تساعد على زيادة فترة السكون تصبح السيادة القمية ضعيفة ؛ وبذا .. فإن كافة العوامل التى تؤدى إلى إطالة فترة السكون تعمل على إضعاف حالة السيادة القمية ، كما تضعف السيادة بزيادة نمو الدرنات ، ويمكن التخلص منها نهائياً بغمر الدرنات الحديثة الحصاد فى محلول مائى من الثيوريا Thiourea بتركيز ٢ ٪ لمدة ساعة ، ثم تغسل بالماء قبل زراعتها .

صفات الجودة

إن أهم صفات الجودة فى البطاطس هى : الشكل ، والحجم ، واللونان الخارجى والداخلى ، وصفات جلد الدرنة ، والتجانس فى الشكل ، والخلو من العيوب الفسيولوجية ، والنموات غير الطبيعية ، والصفات المؤثرة فى الطعم والنكهة ، والكثافة النوعية . وقد تناولنا بعض هذه الصفات والعوامل المؤثرة فيها بالشرح فى الفصل الأول . وفيما يلى .. نلقى مزيداً من الضوء على بعضها .

١ – لون الدرنات :

يتوقف اللون الخارجى على وجود صبغات الأنثوسيانين فى العصير الخلوى لخلايا البيريدرم ، أو الخلايا الخارجية لطبقة القشرة .

أما اللون الداخلى .. فيكون غالباً أبيض أو أصفر . وقد أمكن تعرّف أكثر من ١٢ مادة كاروتينية فى درنة البطاطس ، وهى على علاقة أكيدة باللون الداخلى .

٢ – نسبة السكر فى الدرنات :

يعد محتوى البطاطس من السكر قليلاً ، إلا أنها قد تصبح حلوة المذاق فى ظروف خاصة تصل فيها نسبة السكر إلى ١٠ ٪ من الوزن الجاف . وترتفع نسبة السكر فى الدرنات فى الحالات التالية :

أ – فى الأصناف ذات الكثافة النوعية المنخفضة عما فى الأصناف ذات الكثافة النوعية المرتفعة .

ب – عند حصاد الدرنات قبل تمام نضجها .

جـ – عند تخزين الدرنات فى درجة حرارة أقل من ١٠ °م ، ويزداد تراكم السكريات مع انخفاض درجة حرارة التخزين حتى درجة التجمد . وتكون معظم الزيادة فى السكريات المختزلة .

٣ – النكهة :

تتحدد النكهة المميزة للبطاطس بواسطة المركبات المتطايرة التى توجد فيها . وقد أمكن تعرّف أكثر من ٤٤ مركباً منها ، كان لبعضها دور واضح فى إعطاء البطاطس نكهتها المميزة ، مثل : مركب مثيونال Methional فى البطاطس الطازجة ، والمركبات ٢ ، و ٤ ديكاداى إينال decadienal - 2,4 ، و٢، وه داى ميثيل بيرازين dimethyl – 2,5 pyrazine فى البطاطس المقلية (Burr ١٩٦٦) .

٤ – الكثافة النوعية :

تتحكم الكثافة النوعية فى جودة منتجات البطاطس . وقد تكون الكثافة النوعية العالية صفة مرغوبة أو غير مرغوبة ، ويتوقف ذلك على طريقة تجهيز المنتجات ؛ فعند ارتفاع الكثافةالنوعية تكون البطاطس نشوية أو دقيقية mealy ، وتلك صفة مرغوبة فى البطاطس المعدة فى الفرن baked ، والمهروسة mashed ؛ لأنها تحسّن الطعم . كما أن الكثافة النوعية العالية أمر مرغوب فيه عند صناعة الشبس ؛ لأنها تؤدى إلى زيادة المنتج النهائى من وحدة الوزن من الدرنات الطازجة .

وعلى الجانب الآخر .. فالنشوية صفة غير مرغوب فيها فى البطاطس المقلية ، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى تفتت البطاطس عند الغلى فى الماء ؛ مما يجعلها صفة غير مرغوبة عند الطهى ، والتعليب ، وفى السلطات ؛ ففى جميع هذه الحالات تفضل الدرنات ذات الكثافة النوعية المنخفضة (Kunkel ١٩٦٦) .

وللكثافة النوعية العالية أهمية كبيرة فى صناعة الشبس ؛ فكل زيادة مقدارها ٠,٠٠٥ فى الكثافة النوعية تعنى زيادة مقدارها ١٠ كجم من الشبس المصنعة من كل طن من الدرنات المقشرة ، كما تؤدى زيادة الكثافة النوعية إلى خفض استهلاك الزيت فى تحضير الشبس، ولذلك فائدتان ؛ هما : التوفير فى النفقات ، وزيادة مدة صلاحية الشبس للتخزين ؛ نظراً لانخفاض محتواها من الزيت (Maclean وآخرون ١٩٦٦ ، و Smith ١٩٦٨) .

ويفضل دائماً فصل الدرنات إلى درجات حسب كثافتها النوعية لاستعمالها فى الأغراض المختلفة . ويؤدى ذلك إلى تجانس قوام المنتجات المصنعة وزيادة التحكم فى نوعيتها .

ترتبط الكثافة النوعية سلبياً بكل من نسبتى السكريات الكلية ، والسكريات المتعددة ، بينما ترتبط الكثافة النوعية ارتباطاً وثيقاً بنسبة النشا فى الدرنات . ونظراً لأن النشا هو المكون الرئيسى للمادة الجافة .. فإن المادة الجافة ترتبط هى الأخرى بالكثافة النوعية . وتزداد الكثافة النوعية للدرنات بزيادة نسبة النشا ، أو المادة الجافة فيها .

ويتشابه توزيع النشا مع توزيع المادة الجافة فى الدرنات ؛ فتزيد نسبة كل منهما من الجلد حتى منطقة الحزم الوعائية ، ومن مركز الدرنة حتى الحزم الوعائية ؛ ويعنى ذلك أن نسبتى النشا والمادة الجافة يكونان أعلى ما يمكن فى الخلايا البرانشيمية المحيطة باللحاء . كذلك تزداد نسبة النشا والمادة الجافة – تدريجياً – بالاتجاه من الطرف القمى نحو الطرف القاعدى للدرنة .

وبرغم أن الكثافة النوعية صفة وراثية تختلف من صنف لآخر .. إلاّ أنها تتأثر بعديد من العوامل ؛ منها ما يلى :

أ – موعد الحصاد : تقل الكثافة فى حالة الحصاد المبكر ، كما هى الحال فى البطاطس البلية .

ب – طريقة التخلص من النموات الخضرية قبل الحصاد : تقل الكثافة النوعية عند اتباع وسائل القتل السريع للنموات الخضرية ، سواء أكان ذلك بالطرق الكيميائية ، أم بالطرق الميكانية .

جـ – مدى خلو النموات الخضرية من الإصابات المرضية والحشرية ؛ حيث يؤدى خلوها من الإصابات إلى بقائها بحالة جيدة لأطول فترة ممكنة ؛ فتزيد بذلك الكثافة النوعية .

د – الرطوبة الأرضية : تقل الكثافة النوعية مع زيادة الرطوبة الأرضية .

هـ – التسميد : يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى أو البوتاسى إلى نقص الكثافة النوعية للدرنات . ويتفوق تأثير البوتاسيوم على تأثير الآزوت فى هذا الشأن ، كما يزداد النقص فى الكثافة النوعية عند التسميد بكلوريد البوتاسيوم ، عما فى حالة التسميد بكبريتات البوتاسيوم (White وآخرون ١٩٧٤) .

وتقدر الكثافة النوعية بالطرق التالية :

أ – توزن كمية معينة من الدرنات فى الهواء ، ثم توزن وهى مغمورة فى الماء ، ثم تحسب الكثافة النوعية بالمعادلة التالية :

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{\text{الوزن فى الهواء}}{\text{الوزن فى الهواء} - \text{الوزن فى الماء}}$$

ب – بالاستدلال على الكثافة النوعية للدرنات من الكثافة النوعية للمحلول الملحى الذى تظل فيه الدرنات معلقة ، دون أن تطفو أو تسقط فى القاع ، وهو المحلول الذى تتساوى كثافته النوعية مع الكثافة النوعية للدرنات .

جـ – بالحساب عند معرفة نسبة النشا ، أو نسبة المادة الجافة فى الدرنات كما يلى :

نسبة المادة الجافة = ١٨٢ر٢٤ + ٤٠ر ٢١١ × (الكثافة النوعية – ٩٨٨ . ر١)

نسبة النشا = ٥٤٦ ر١٧ + ٧٠ . ر١٩٩ × (الكثافة النوعية – ٩٨٨ . ر١) (Burton ١٩٤٨) .

العيوب الفسيولوجية

تتعرض درنات البطاطس للإصابة بعديد من العيوب الفسيولوجية التى تحط من قيمتها التسويقية ؛ ومن أهمها ما يلى :

اخضرار الدرنات

يؤدى تعرض الدرنات للضوء إلى اخضرارها ؛ نتيجة لتمثيل الكلوروفيل فيها ، وهو عيب فسيولوجى يعرف باسم الاخضرار greening وتصاحب ذلك دائماً زيادة فى محتوى الدرنات من مادة السولانين Solanine السامة للإنسان . ويظهر الاخضرار فى أى وقت تتعرض فيه الدرنات للضوء ، سواء أكان ذلك قبل الحصاد أم أثناءه ، أم أثناء تداول الدرنات ، أم أثناء تخزينها ، أم أثناء عرضها للبيع فى الأسواق ، أم لدى المستهلك .

هذا .. ولا يرتبط تكّون الكلورفيل بتكوّن السولانين إلاّ فى أن كلاً منهما يتكون عند تعرض الدرنات للضوء ، لكن ذلك يتم فى عمليتين منفصلتين ؛ فالكلوروفيل يتكون عند تعرض الدرنات للضوء الأصفر أو الأحمر ، بينما يتكون السولانين عند التعرض للضوء الأزرق . ومن الطبيعى أن الضوء العادى الذى تتعرض له الدرنات يتضمن كل ألوان الطيف.

يزداد تكون كلتا المادتين بزيادة المدة التى تتعرض لها الدرنات للضوء ، وعند زيادة شدة هذا الضوء . وتكون الزيادة أكبر فى الدرنات غير المكتملة النضج ، وعند ارتفاع درجة الحرارة . ويقل كثيراً تكوين السولانين عند تخزين الدرنات فى الظلام على درجة ٥°م (Shabana وآخرون ١٩٨٧) .

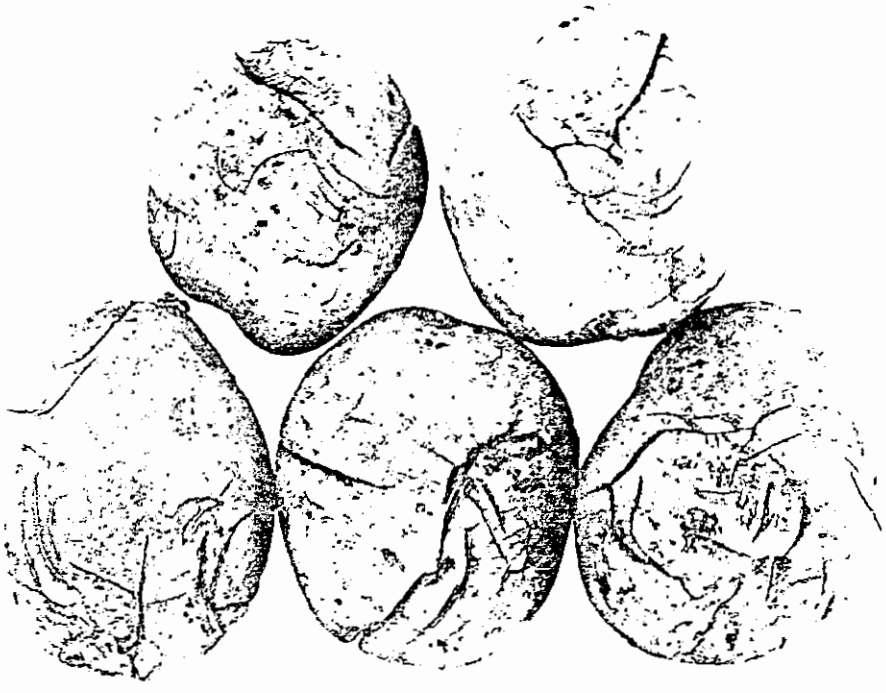
وجدير بالذكر أن السولانين (وهو اسم يطلق على مجموعة من الجلوكوسيدات gluco-sides السامة للإنسان) يوجد بصورة طبيعية فى مختلف أجزاء نبات البطاطس ، ولكنه يتركز بصفة خاصة فى السيقان والأنسجة الخضراء ، بينما يقل تركيزه كثيراً فى الجنور . وفى الدرنات .. يتركز السولانين فى الجلد ، وحول العيون ، وتتراوح نسبته فى الدرنات العادية من ٠ر١ - ٠ر١ ٪ من الوزن الجاف ، لكن تعرض الدرنات للأشعة فوق البنفسجية يرفع محتواها من السولانين عدة مرات ، وقد يصل التركيز إلى ٧ر١ ٪ فى النبت الجديد (Burr ١٩٦٦) . ويؤدى تقشير الـ ٣ - ٤ ملليمترات السطحية من الدرنة إلى التخلص من كل السولانين الذى يتركز فى الملليمتر السطحى (Kozukue & Kozukue ١٩٨٧) .

تشققات النمو

تؤدى زيادة النمو فى أنسجة الدرنة الداخلية إلى إحداث ضغوط تعمل على ظهور تشققات النمو growth cracks ، وهى تكون عادة باتجاه طول الدرنة ، وتظهر نتيجة لعدم قدرة الأنسجة الخارجية للدرنة على النمو بالقدر الذى يكفى لاستيعاب النمو الداخلى . يحدث ذلك عند كثرة التسميد ، أو عند وفرة الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف . وتلتئم تشققات النمو التى تتكون قبل الحصاد بفترة كافية ، وتصبح مجرد شقوق سطحية ليست لها أهمية ، ونادراً ما تصاب بالكائنات التى تسبب العفن . وتختلف أصناف البطاطس فى قابليتها للإصابة بهذا النوع من التشققات .

الخدوش والشقوق السطحية

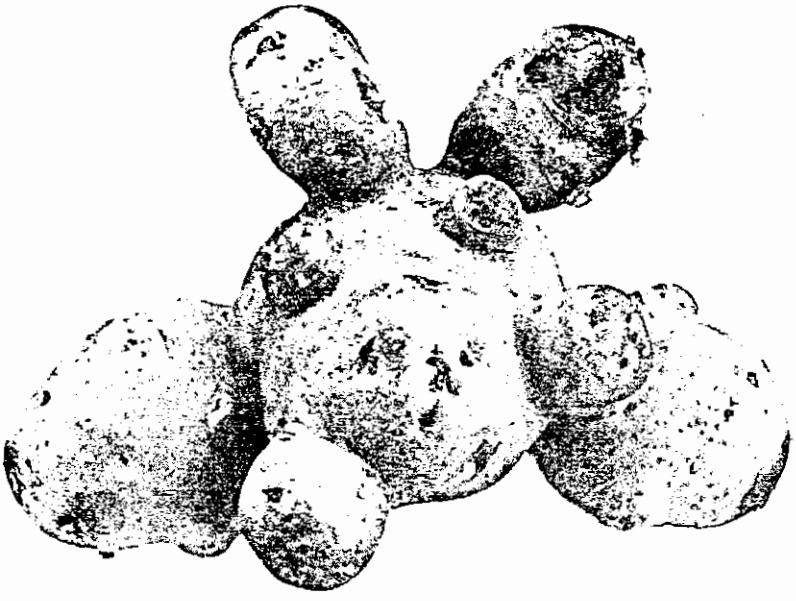
تظهر الخدوش Bruises ، والشقوق Cracks السطحية (شكل ٢ – ١) عند معاملة الدرنات بخشونة ، سواء أكان ذلك أثناء الحصاد ، أم التداول ، أم التدريج ، أم الشحن . يؤدى سوء المعاملة إلى قطع طبقة جلد الدرنة ، وتكتسب الأنسجة المتأثرة لونا ورديًا فى البداية ، ثم تتحول إلى اللون الرمادى أو البنى (Rich ١٩٨٣) .



شكل (٢ – ١) : أعراض الخدوش والشقوق السطحية فى درنات البطاطس .

النمو الثانوى

تظهر النموات الثانوية كبروز من الدرنة الأصلية ؛ مما يشوه شكلها (شكل ٢ – ٢) . ويتوقف نمو الدرنة الأصلية بمجرد ظهور النمو الثانوى الذى يسود فى نموه على الدرنة الأصلية . وتحدث النموات الثانوية فى مواقع العيون .



شكل (٢ – ٢) : أعراض النمو الثانوى فى درنات البطاطس .

ومن أهم العوامل التى تؤثر فى ظهور النموات الثانوية ما يلى :

١ – الصنف : حيث تختلف الأصناف فى معدلات ظهور النموات الثانوية فيها .

٢ – ارتفاع درجة الحرارة :

تمكن Lught (١٩٦٤) من دفع درنات البطاطس إلى تكوين نموات ثانوية بتعريض النبات كله – أو أجزائه الهوائية فقط ، أو أجزائه الأرضية فقط – لدرجة حرارة مرتفعة مقدارها ٣٢ °م لمدة سبعة أيام . كما تمكن Bodlaender (١٩٦٤) من دفع درنات البطاطس إلى تكوين نموات ثانوية بتعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة مقدارها ٣٢ °م لمدة أسبوعين . ويعتقد أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدى إلى كسر سكون الدرنات .

٣ – عدم انتظام الرطوبة الأرضية :

يؤدى نقص الرطوبة الأرضية لفترة إلى وقف نمو الدرنات ، فإذا توفرت الرطوبة فجأة بعد ذلك ، فإن الدرنات تستعيد نموها . وقد يتم ذلك بصورة غير متجانسة ؛ فيحدث نمو

أكبر فى مواقع بعض العيون ؛ فتتكون بذلك النموات الثانوية . وتجدر الإشارة إلى أن ذلك هو ما يحدث عند الزراعة فى المواعيد المتأخرة من العروة الصيفية ؛ حيث تعمل الحرارة المرتفعة فى نهاية موسم النمو على كسر سكون الدرنات ، وفى الوقت ذاته تحتاج الحقول إلى الرى لتجنب الجفاف ، و لخفض درجة حرارة التربة .. وتلك كلها عوامل تحفز ظهور النموات الثانوية .

العفن القمى الجيلاتينى

تظهر حالة العفن القمى الجيلاتينى jelly end rot أو القمة الجيلاتينية فى الدرنات غير العادية الشكل ، وخاصة تلك التى بها نموات ثانوية . وتكون قمة الدرنة زجاجية المظهر . تظهر هذه الحالة عند الحصاد أو أثناء التخزين . وتكثر السكريات المختزلة بالأجزاء المتأثرة؛ مما يؤدى إلى تلون الشبس بلون داكن . وتتطور هذه الأمراض أثناء التخزين لتصبح قمة الدرنة جيلاتينية المظهر . ولاتلبث هذه القمة الجيلاتينية أن تجف إلى طبقة جلدية ، مع وجود حد فاصل بين النسيج المصاب والنسيج السليم .

تكثر حالة القمة الجيلاتينية فى نفس الظروف التى تظهر فيها حالات النمو الثانوى ، كما أنها تظهر كذلك عند حصاد الدرنات وهى غير تامة النضج ، ثم تخزينها مباشرة فى درجة حرارة ٢٥ °م . ويمكن الإقلال من ظهور هذا العيب الفسيولوجى ؛ بتجنب تعريض النباتات للظروف التى تشجع على تكوين نموات ثانوية ، وبتخزين الدرنات التى لم يكتمل نضجها فى درجة حرارة ٩ °م (Rastovski & Van Es ١٩٨١) .

التريبش

تظهر حالة التريبش feathering ، أو التسلخ skinning ، أو سمطه الشمس sun scald عند تعرض الدرنات الحديثة الحصاد – وخاصة وهى لاتزال غير ناضجة – لأشعة الشمس القوية مع درجات حرارة مرتفعة . وتزداد الحالة سوءاً عند تداول الدرنات بخشونة أثناء الحصاد وتجريحها بكثرة ، مع تعرض الدرنات للرياح .

يؤدى سوء التداول والتجريح إلى تسلخ جلد الدرنة قبل أن تتكون عليه طبقة البيريدرم ،

وتبقى أجزاء الجلد المنسلخة عالقة بالدرنة ، وتلك هى الظاهرة التى تعرف باسم التسلخ أو الترييش .

ويمكن لهذه الجروح أن تلتئم فى الظروف المثالية عند الإسراع بإجراء عملية المعالجة curing ، لكن تعرض الدرنات المنسلخة هذه لأشعة الشمس القوية ودرجات الحرارة المرتفعة يؤدى إلى فقد رطوبتها بسرعة من المناطق المنسلخة التى تصبح غائرة قليلاً ، ويتحول لونها إلى اللون البنى الداكن أو الأسود ، وقد تصبح لزجة عند تكون نموات بكتيرية بها . ولاتصلح هذه الدرنات للتخزين ، وتتعفن بسرعة .

ويمكن تقليل تعرض الدرنات للإصابة بهذه الحالة ؛ وذلك بتداولها بحرص أثناء الحصاد ، مع تجنب تعريضها لأشعة الشمس القوية ، أو لدرجات الحرارة المرتفعة أثناء الحصاد أو بعده مباشرة .

القلب الأسود

تظهر حالة القلب الأسود Black Heart على شكل تغير فى لون الأنسجة الداخلية للدرنة ، وانهيار هذه الأنسجة نتيجة لنقص الأكسجين اللازم لتنفسها . ويتغير لون الأنسجة المصابة فى البداية إلى اللون الوردى ، ثم يتحول إلى اللون الرصاصى ، فالبنى ، فالأسود . ويوجد عادة حد فاصل بين الأنسجة المصابة والسليمة . ويكون النسيج المصاب صلباً .

وتزيد حالة القلب الأسود فى الحالات التالية :

١ – عند ارتفاع درجة حرارة التخزين ؛ حيث يزيد معدل استهلاك الأكسجين بالتنفس .

٢ – عند التخزين فى مخازن رديئة التهوية ، أو تكديس الدرنات فى طبقات سميكة تعيق التهوية الجيدة .

٣ – فى الدرنات الكبيرة الحجم التى تقل فيها نسبة سطح الدرنة (الذى ينفذ منه الأكسجين إلى الأنسجة الداخلية) إلى وزنها ، مع زيادة المسافة التى يتعين على الأكسجين أن ينفذ منها للوصول إلى الأنسجة الداخلية .

التحلل الداخلى

يعد التحلل الداخلى Internal Necrosis حالة خاصة من القلب الأسود تظهر قبل الحصاد عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة قرب نهاية موسم النمو . وتختلف الأعراض من مجرد أجزاء صغيرة إلى مساحات أكبر ذات حواف محددة يكون لونها رصاصياً فاتحاً ، أو بنياً داكناً ضارباً إلى الإصفرار أو إلى الاحمرار . تكون الأنسجة المصابة صلبة ، ولاتنهار ولا تتعفن ، وتبقى صلبة بعد الطهى .

تكثر الإصابة بهذه الحالة فى المواسم الشديدة الحرارة ، وخاصة فى الأراضى الرملية والخفيفة . ويساعد نقص الرطوبة الأرضية على زيادة شدة الأعراض ، كما تزداد حدة الإصابة فى الدرنات القريبة من سطح التربة . وتبقى الإصابة كما هى دون زيادة بعد الحصاد .

ولتجنب هذه الحالة ينصح بتشجيع النمو الخضرى القوى الذى يظلل التربة بشكل جيد ، مع تجنب ترك الدرنات لفترة طويلة دون حصاد بعد جفاف أوراق النبات .

القلب الأجوف

تبدأ أعراض القلب الأجوف hollow heart بموت جزء صغير من خلايا نخاع الدرنة بعد أن تختفى محتوياتها ، ثم تصبح هذه الأماكن فارغة ، وتأخذ شكل شقوق داخلية عدسية الشكل ، أو نجمية ذات زوايا عند الأركان ، ويزداد اتساعها – تدريجيا – مع نمو الدرنة .. ولا تظهر أية أعراض داخلية أخرى ، باستثناء ظهور لون رصاصى باهت فى الأنسجة المحيطة بالفجوة . أما من الخارج .. فإن الدرنات تبدو طبيعية تماماً .

تكثر الإصابة بالقلب الأجوف فى الدرنات الكبيرة الحجم . وتزداد حدة الإصابة فى الحالات التى يكون فيها النمو الخضرى سريعاً ؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، أو زيادة الرطوبة الأرضية عند بداية تكوين الدرنات ، كما تزداد الحالة سوءاً بزيادة التسميد الآزوتى (McCann & Stark ١٩٨٩) ، وخاصة عندما تأتى هذه الظروف بعد فترة من الظروف القاسية التى يتوقف خلالها النمو .

ولتقليل الإصابة بالقلب الأجوف يوصى بزراعة الأصناف ذات الدرنات الصغيرة

الحجم ، مع تضيق مسافة الزراعة ، وزيادة التسميد البوتاسى ، وتجنب التسميد الآزوتى الغزير .

ولمزيد من التفاصيل عن حالة القلب الأجوف .. يراجع Rex & Mazza (١٩٨٩) .

كذلك يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل عن فسيولوجيا البطاطس من كافة الوجوه فى Li (١٩٨٥) .

الحصاد . والتداول . والتخزين

الحصاد

يتوقف الموعد المناسب للحصاد على الغرض من الزراعة ، والجانب الاقتصادى الخاص بالأسعار ، فكما أسلفنا .. تقلع البطاطس البلية قبل تمام نضجها للتصدير . وقد يلجأ بعض المنتجين إلى إجراء الحصاد فى مرحلة أكثر تقدماً من النضج ، إلا أن الدرنات لا تكون مكتملة النضج أيضا . ويحدث ذلك عند ارتفاع الأسعار ونقص المعروض من المحصول فى الأسواق ، إلاّ أن ذلك يكون على حساب المحصول الكلى ؛ لأن المحصول يزداد زيادة كبيرة مع استمرار تقدم الدرنات فى النضج ، وتستمر الزيادة فى المحصول حتى بعد بداية موت أوراق النبات . وعلى المنتج أن يوازن بين فرق الأسعار ، والفرق فى كمية المحصول .

وأهم ما يعيب الحصاد المبكر ما يلى :

١ – نقص المحصول .

٢ – زيادة نسبة الدرنات المتسلخة ، وزيادة فرصة تعرضها للإصابات الميكانيكية ؛ ومن ثم .. زيادة فرصة إصابتها بالعطب ، وضعف قدرتها على التخزين .

٣ – زيادة نسبة السكريات فى الدرنات ؛ فلا تصلح لعمل الشبس .

ويكتمل نضج درنات معظم أصناف البطاطس خلال فترة تتراوح من ١٠٠ يوم – ١٢٠ يوماً من الزراعة . ويعرف النضج بوصول الدرنات إلى أقصى حجم لها ، واكتمال تكون قشرة الدرنة ، والتصاقها بها ؛ حيث يصعب خدش الدرنة أو سلخ الجلد عند الضغط عليها بالإبهام ، كما يبدأ المجموع الخضرى فى الاصفرار .

ويعيب تأخير الحصاد ما يلى :

١ – تتعرض الدرنات فى العروة الصيفية للإصابة بلفحة الشمس ، وبفراش درنات البطاطس .

٢ – تتعرض الدرنات فى الجو البارد فى نهاية العروة الخريفية لزيادة نسبة السكر فيها؛ فلا تصلح لعمل الشبس .

ويتم قبل الحصاد التخلص من النموات الخضرية يدوياً أو آلياً ، أو كيميائياً . وأفضل وسيلة لذلك هى التخلص منها آلياً قبل الحصاد بيوم أو يومين .

وتقلع البطاطس إما بالمحراث البلدى ، وإما بآلات الحصاد كما فى المساحات الكبيرة . ويراعى فى كلتا الحالتين عدم إحداث جروح أو كدمات بالدرنات قدر المستطاع ؛ لأن هذه الجروح تؤدى إلى حدوث الأضرار التالية :

١ – تجعل نسبة كبيرة من المحصول غير صالحة للتسويق .
٢ – تسمح بدخول المسببات المرضية إلى الدرنات .
٣ – تؤدى إلى زيادة معدلات فقد الماء من الدرنات ، وسرعة تبولها .
٤ – تنتهى فترة السكون بسرعة أكبر ؛ وبذا .. تنبت الدرنات المجروحة فى المخازن أسرع من الدرنات السليمة .

ويلى الحصاد مباشرة ترك الدرنات معرضة للهواء لمدة تتراوح من ساعة إلى ساعتين ؛ حتى تجف البشرة قليلاً ، ثم تجمع ، وتفرز ؛ لاستبعاد المصابة ، والمجروحة ، وغير المنتظمة الشكل .

العلاج التجفيفى أو المعالجة

الغرض من إجراء عملية العلاج التجفيفى curing هو تكوين طبقة فلينية جيدة على جلد الدرنة ، وعلى الأسطح المخدوشة ؛ لكى تحميها من الخدش والتجريح ، ومن الإصابة بالكائنات المسببة للعفن ، ومن فقد الرطوبة والانكماش .

وتجرى عملية العلاج التجفيفى فى مصر بفرش الدرنات فى مكان مستوٍ لارتفاع

٣٠ سم ، وتغطيته بقش الأرز النظيف لارتفاع ٧٠ – ١٠٠ سم مع رش الأرضية ، ورش طبقات القش بالمبيدات لطرد الفئران وفراش درنات البطاطس . تترك الدرنات على هذا الوضع لمدة ١٠ أيام – ١٥ يوماً . ويعرف انتهاء العلاج بصعوبة إزالة قشرة الدرنة بالإبهام. ويعيب هذه الطريقة تلوث الدرنات بالمبيدات .

أما فى حالة التخزين فى الثلاجات .. فإن عملية العلاج التجفيفى تجرى فى الثلاجات قبل بداية التخزين بالطريقة التالية :

يتم أولاً تجفيف الدرنات من أية رطوبة حرة قد توجد عليها بإمرار تيار من الهواء الدافىء نسبياً حولها ، ويستمر ذلك عدة ساعات لحين اكتمال عملية التجفيف السطحى . تعد هذه الخطوة ضرورية ؛ لأن الدرنات التى يوجد عليها ماء لا تستجيب لعملية المعالجة ، وتكون أكثر تعرضاً للإصابة بالعفن . تبدأ بعد ذلك عملية العلاج التجفيفى التى تستمر لمدة أسبوع ، تبقى خلاله الدرنات فى درجة حرارة ١٠–١٥°م ، ورطوبة نسبية من ٨٥ – ٩٥ ٪ .

وتعد هذه الظروف اختياراً وسطاً بين الظروف التى تناسب درنات البطاطس ، وتلك التى تناسب سرعة اكتمال عملية المعالجة بتكوين بيريدرم الجروح وترسيب السيوبرين ؛ فكلاهما يكون أسرع فى درجة حرارة ٢١°م ، إلا أنه لا ينصح بذلك ، حتى لا تتعفن الدرنات فى هذه الحرارة المرتفعة قبل إتمام عملية العلاج . كذلك فإن درنات البطاطس تناسبها رطوبة نسبية أقل من ٨٥ ٪ ، إلا أنه لا ينصح بذلك قبل إنتهاء عملية المعالجة ؛ لتقليل فقد الماء من الدرنات إلى أدنى مستوى ممكن خلال الفترة التى تفقد فيها الدرنات رطوبتها بسهولة ، إلى أن يتكون بيريدرم الجروح ، وبترسب السيوبرين . وبرغم أن الرطوبة النسبية الأعلى من ٩٥ ٪ تقلل فقد الماء بدرجة أكبر ، إلا أنه لا ينصح بها ؛ حتى لا يتكثف الماء على الدرنات (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

التخزين

إذا كان الهدف هو تخزين البطاطس لفترات طويلة .. فإنه يحسن معاملتها أولا بأحد مثبطات التبرعم Sprout Inhibtors ؛ لمنع تزريع الدرنات فى المخازن . ومن أهم المركبات المستعملة فى هذا الشأن مايلى :

١ – تتراكلورو نيتروبنزين tetrachloronitrobenzene (اختصاراً : TCNB) : من تحضيراته التجارية تكنازين technazine الذى يحتوى على ٥ ٪ مادة فعالة . يستخدم هذا المركب تعفيراً بمعدل ١٠٠ جم من المادة الفعالة لكل طن من الدرنات أثناء وضع المحصول فى المخازن . توقف هذه المعاملة إنبات الدرنات لفترة طويلة . وتؤدى تهوية الدرنات لعدة أسابيع إلى تخليصها من المركب ، واستعادة قدرتها على الإنبات ؛ لذا .. فإنه يمكن استعماله فى معاملة تقاوى البطاطس عند الرغبة فى تخزينها لفترات طويلة بدون تزريع .

ومن بين جميع المركبات المستعملة فى معاملة الدرنات بعد الحصاد لمنع تزريعها ، نجد الـ TCNB يعد المركب الوحيد الذى لا يؤدى استعماله إلى زيادة نسبة الدرنات التى تصاب بالعفن إذا أجريت المعاملة قبل التئام الجروح (Ewing وآخرون ١٩٦٧) .

مركب CIPC (isopropyl – n – phenylcarbamate) :

تتم المعاملة بهذا المركب تعفيراً أثناء دخول الدرنات فى المخازن ، أو تبخيراً فى المخازن ، أو بغمر الدرنات فى محلول مائى من المركب بتركيز ٥ر. ٪ قبل التخزين . ويعيب مادة الـ CIPC أنها تمنع تكون بيريدرم الجروح ، وتمنع انقسام الخلايا تحت الأسطح المقطوعة مباشرة ، وتقلل من ترسيب السيوبرين ؛ الأمر الذى يزيد من فرصة إصابة الدرنات المعاملة بالعفن ، إلا إذا أجريت المعاملة بعد اكتمال إجراء عملية العلاج التجفيفى .

٣ – مركب مثيل إسترنفثالين حامض الخليك methyl ester of napthalene acetic acid (اختصاراً : MENA) :

تتم المعاملة بهذا المركب إما على صورة مسحوق بمعدل ٢٥ جم منه لكل طن من الدرنات بعد خلط المادة بالتربة الناعمة لضمان تجانس توزيعها ، أو بتشبيع نوع خاص من الورق بالمركب ، ثم يخلط بالدرنات بمعدل ٥٠ جم من المادة لكل طن من الدرنات . ويعيب هذه المعاملة أنها تمنع تكوين بيريدرم الجروح .

هذا .. وتخزن البطاطس بطريقتين رئيستين ؛ هما : التخزين فى النوالات ، والتخزين فى الثلاجات .

أولا : التخزين فى النوالات

النوالة عبارة عن بناء مظلل يسمح بمرور الهواء بحرية من جوانبه ، ومن السقف أيضاً ، دون أن تتعرض لضوء الشمس المباشر . تكوم الدرنات فى النوالة فى أكوام يبلغ عرضها من أسفل ٢ م ، وارتفاعها ٥ر١ م ، ويطول النوالة ، على أن يتم التكويم بطريقة تسمح بدخول الهواء بحرية من الجهة التى تهب منها الرياح ، ثم تغطى الأكوام بقش الأرز النظيف لارتفاع ٣٠ – ٥٠ سم ، مع رش أرضية النوالة وطبقات القش بالمبيدات لطرد الفئران وفراش درنات البطاطس ، ويعيب هذه الطريقة تلوث الدرنات بالمبيدات .

ثانياً : التخزين فى الثلاجات

تجرى فى البداية عملية العلاج التجفيفى التى تستمر لمدة أسبوع على درجة حرارة ١٠ – ١٥ °م ، ورطوبة نسبية تتراوح من ٨٥ – ٩٥ ٪ ، ثم تخفض الرطوبة النسبية بعد ذلك إلى ٨٥ ٪ ، وتخفض درجة الحرارة – تدريجياً – على مدى بضعة أسابيع إلى درجة الحرارة المناسبة للتخزين ، وهى ٣ – ٤ °م . تبقى درنات البطاطس فى هذه الظروف لمدة ٦ أشهر أو أكثر بحالة جيدة ، وبدون تزريع .

ويراعى عدم ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخزين عن ٤ °م أو انخفاضها عن ٣°م . فمن جهة .. يؤدى ارتفاعها عن ٤°م إلى زيادة الفقد الرطوبى وانكماش الدرنات ، بالإضافة إلى إسراع كسر حالة السكون وتزريع الدرنات ، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة انكماشها . ومن جهة أخرى .. فإن انخفاض درجة الحرارة عن ٣°م يؤدى إلى تعرض الدرنات لأضرار البرودة ، أو أضرار التجمد . وتحدث أضرار البرودة عندما تتعرض الدرنات لدرجة حرارة ٧ر١ °م لمدة طويلة، بينما تتجمد الدرنات فى درجة حرارة – ٧ر١ °م .

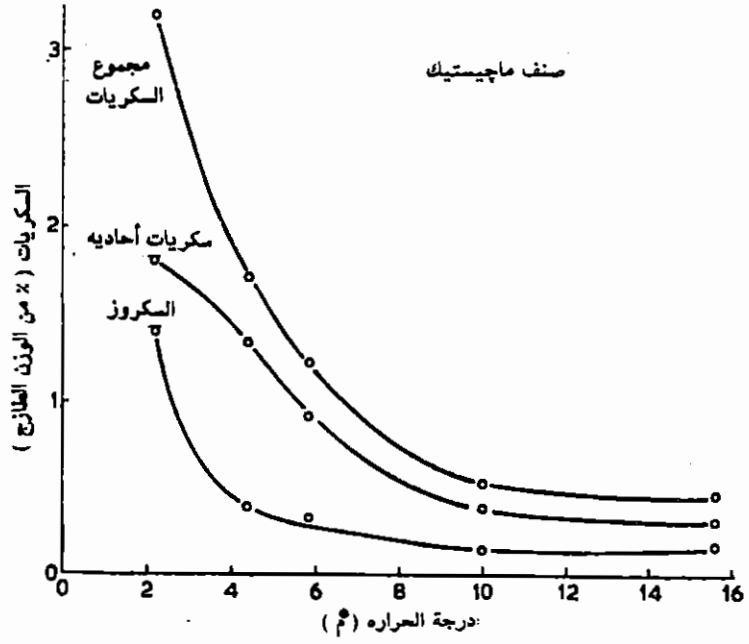
التغيرات المصاحبة لتخزين الدرنات

من أهم التغيرات التى تصاحب تخزين الدرنات لفترات طويلة ما يلى :

١ – تراكم السكر فى الدرنات :

يؤدى التخزين المستمر فى درجة حرارة ٤°م إلى تراكم السكر فيها ؛ نتيجة لتحول

النشا إلى سكر (شكل ٢ – ٣) ، مع انخفاض معدل التنفس فى هذه الظروف . ويقلل ذلك من جودة الدرنات فى صناعة الشبس ، أو البطاطس المقلية ؛ لأن السكر المتراكم يتفاعل مع المركبات النيتروجينية عند القلى ؛ وينتج من هذا التفاعل لون بنى غير مرغوب . أما فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك (١٥°م مثلاً) .. فإن النشا يتحول إلى سكر أيضاً ، لكن السكر المتكون يستهلك أولاً بأول فى التنفس .



شكل (٢ – ٣) : العلاقة بين درجة حرارة التخزين ، ونسبة كل من السكريات الأحادية والسكروز فى الدرنات .

ولهذا السبب .. يوصى – عند التخزين لفترات طويلة – أن يتم ذلك على درجات حرارة منخفضة لمعظم فترة التخزين ، ثم ترفع درجة الحرارة تدريجياً ، بحيث تصل إلى ١٣ – ١٥ °م لمدة ٤ – ٦ أسابيع قبل إخراج الدرنات من المخازن للاستعمال ، كما يمكن رفع درجة الحرارة إلى ٢١ °م لفترة قصيرة قبل استعمال الدرنات . وتعرف عملية رفع درجة حرارة الدرنات المخزنة قبل استعمالها فى صناعة الشبس باسم reconditioning

. (١٩٦٨ Smith) .

٢ – أضرار البرودة :

أضرار البرودة chilling injury هى تلك التى تصيب الدرنات عند تعرضها – فترة طويلة – لدرجة حرارة من صفر – ٢°م ؛ حيث تظهر على الدرنات حالة تسمى التلون البنى الماهوجانى mahogany browning ، وفيها تتحلل الأنسجة الداخلية بدرجات مختلفة ؛ فقد تقتصر الإصابة على الحزم الوعائية فقط ، وقد تكون الإصابة فى مناطق غير منتظمة ذات لونٍ بنى ضارب إلى الاحمرار ، وتنتشر فى القشرة والأسطوانة الوعائية ، والنخاع أيضاً . ومع ازدياد الانخفاض فى درجة الحرارة التى تتعرض لها الدرنات تنهار الأنسجة المصابة تماماً ، ويصبح لونها بنياً داكناً ، وتصبح الدرنات أكثر قابلية للإصابة بالعفن الطرى .

٣ – أضرار التجمد :

قد تتعرض الدرنات للتجمد وهى مازالت فى الحقل ، أو أثناء التخزين فى المخازن المبردة . ويطلق على حالة التجمد فى الحقل اسم frost injury ، وتظهر أعراضها على شكل تحلل شبكى للأنسجة ، مشابه لأعراض الإصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس . أما حالة التجمد فى المخازن .. فيطلق عليها اسم freezing injury .

وتتراوح درجة حرارة التجمد من – ٠ر١°م إلى – ٢ر٢°م . وتنخفض درجة الحرارة التى تتجمد عندها الدرنات إذا كان قد سبق تخزينها فى درجة حرارة منخفضة ؛ ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة السكر فى العصير الخلوى فى هذه الظروف .

تظهر أعراض التجمد خلال نصف دقيقة من بداية تكوين البللورات الثلجية . وتتوقف شدة الأضرار على مدة التعرض لدرجة التجمد كما يلى :

أ – عندما تكون مدة التعرض لدرجة حرارة التجمد قصيرة تظهر الأعراض على شكل حلقة متقطعة ، لونها أسود ضارب إلى الزرقة فى منطقة الحزم الوعائية ، ويطلق على هذه

الأعراض اسم التحلل الشبكى net necrosis .

ب – مع ازدياد فترة التعرض لدرجة حرارة التجمد تمتد الأعراض إلى النخاع .

جـ – مع استمرار التعرض لدرجة حرارة التجمد لمدة ساعة تظهر بالدرنات من الداخل مناطق متداخلة غير منتظمة الشكل ، سوداء اللون .

د– إذا استمرت فترة تعرض الدرنات لدرجة حرارة التجمد لمدة تتراوح من ٤ – ٥ ساعات .. فإنها تصبح مائية المظهر ، وسميكة ، وتخرج منها سوائل .

٤ – انكماش الدرنات ونبولها:

تنكمش الدرنات ويقل وزنها – تدريجياً – مع التخزين ؛ ويرجع ذلك إلى حدوث فقد فى كل من الرطوبة والمادة الجافة ، إلاّ أن الفقد فى الرطوبة يكون أكبر ، ويصل إلى ٩٠ ٪ من جملة الفقد فى الوزن ، بينما يكون الفقد فى المادة الجافة نتيجة التنفس فى حدود ١٠ ٪ من الفقد فى الوزن الجاف .

ويزيد الفقد فى الرطوبة فى بداية فترة التخزين ، بسبب الجروح والتسلخات والكدمات التى تحدث فى بعض الدرنات ، ويكون الفقد فى الرطوبة أكبر فى الدرنات غير الناضجة . ومع علاج الدرنات يترسب السيوبرين ، ويتكون بيريدرم الجروح ، ويقل فقد الدرنات للماء تدريجياً . ومع انتهاء فترة العلاج التجفيفى يقل فقد الدرنات للماء بدرجة كبيرة . ومع استمرار التخزين وبداية تزريع الدرنات يزداد الفقد مرة أخرى ؛ نتيجة سهولة فقد الماء من هذه النموات الجديدة . ويزيد فقد الرطوبة أثناء التخزين عند انخفاض الرطوبة النسبية ، أو ارتفاع درجة الحرارة ، أو زيادة التهوية .

ويتبع الفقد فى المادة الجافة بالتنفس نفس مسلك الفقد فى الرطوبة ؛ فيكون مرتفعًا فى بداية فترة التخزين ، ثم ينخفض لفترة تستمر حتى بداية التزريع ؛ حيث يرتفع معدل التنفس مرة أخرى ؛ فبعد الحصاد مباشرة يزيد معدل التنفس فى الدرنات غير الناضجة عنه فى الدرنات الناضجة ؛ بسبب ارتفاع نسبة سكر السكروز فيها ، ولوجود علاقة طردية

مباشرة بين نسبة السكروز وسرعة التنفس . وتزيد الأضرار الميكانيكية من سرعة التنفس ؛ ومن ثم .. فإن وسيلة الحصاد تؤثر فى سرعة التنفس ؛ لتأثيرها فى نسبة الدرنات المصابة بالأضرار الميكانيكية . وبعد انتهاء فترة العلاج تنخفض سرعة التنفس بدرجة كبيرة ، لكن العلاقة تبقى طردية بين سرعة التنفس ودرجة حرارة التخزين .

ونظراً لأن الفقد فى الرطوبة يكون بسرعة أكبر من الفقد فى المادة الجافة بالتنفس ؛ لذا .. تتحسن الكثافة النوعية للدرنات مع التخزين .

الأمراض والآفات

يصيب البطاطس أكثر من مئة مرض تختلف فى انتشارها وأهميتها من بلد لآخر . وقد انتقلت معظم هذه الأمراض وانتشرت جغرافياً بواسطة الدرنات التى تستخدم كتقاوٍ ؛ حيث تؤدى زراعتها إلى ظهور المرض على النباتات التى تنمو منها ، ثم انتشاره فى المنطقة بعد ذلك .

وفيما يلى قائمة بالأمراض التى تصيب البطاطس فى مصر :

١ - الأمراض الفطرية ومسبباتها

Blackscurf (Rhizoctonia solani)	القشرة السوداء
Early blight (Alternaria solani)	الندوة المبكرة
Fusarium wilt (Fusarium solani)	عفن فيوزاريم الجاف
Fusarium wilt (F.oysporum)	الذبول الفيوزارى
Grey mould (Botrytis cinerea)	العفن الرمادى
Lateblight (Phytophthora infestans)	الندوة المتأخرة
Leak (Pythium debaryanum)	الارتشاح
Seed picce decay (Fusarium tabacinum , F. oxy-sporum, Glioclidium roseum)	عفن قطعة التقاوى
Skinspot (Oospora pustulans)	البقع الجلدية
Verticillium wilt (Verticillium albo- atrum)	ذبول فيرتسيليم

٢ – الأمراض المتسببة عن بكتيريا أو أكتينوميسيتات Actinomycetes

العفن الطرى	Slimy soft rot (Erwinia carotovora)
الذبول البكتيرى أو العفن البنى	Bacterial wilt or brown rot (Pseudomonas solanacearum)
الجرب	Scab (Streptomyces scabies)

٣ – الأمراض النيماتودية ومسبباتها

نيماتودا التقرح	Lesion nematode (Pratylenchus spp.)
النيماتودا الكلوية	Reniform nematode (Rotylenchulus reniformis)
نيماتودا تعقد الجذور	Root knot nematode (Meloidogyne spp .)

٤ – الفيروسات

فيروس التفاف أوراق البطاطس	Potato leaf roll virus
فيرس × البطاطس	Polato virus X
فيرس S البطاطس	Potato virus S
فيرس A البطاطس	Potato virus A
فيرس Y البطاطس	Potato virus Y

ومن أهم الحشرات التى تصيب البطاطس فى مصر : فراشة درنات البطاطس ، ودودة ورق القطن ، والدودة القارضة ، والحفار ، والمن ، والذبابة البيضاء ، والتربس ، بالإضافة إلى العنكبوت الأحمر وهو حيوان .

ولمزيد من التفاصيل عن أمراض البطاطس وآفاتها ومكافحتها .. يراجع حسن (١٩٨٨).