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 .

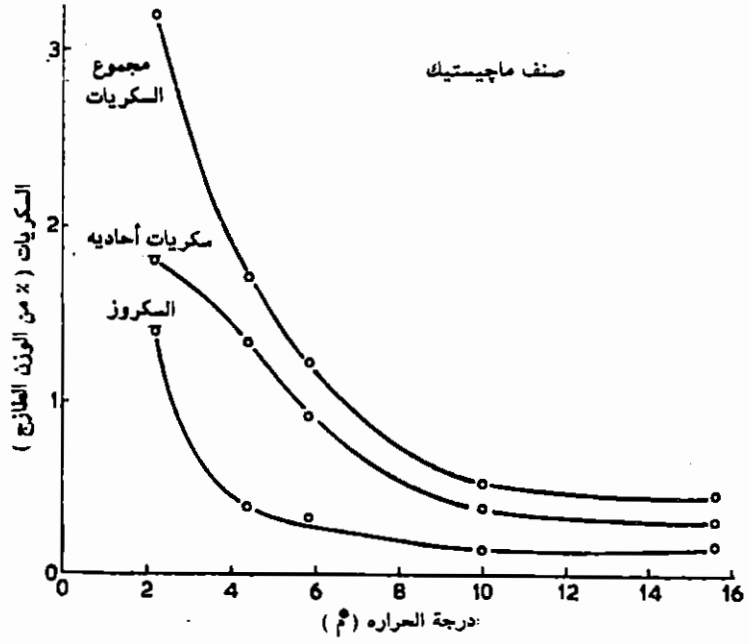
### التغيرات المصاحبة لتخزين الدرنات

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 |