والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم . وقد أمكن الحد من هذه الحالة الفسيولوجية بإدخال البورون فى برنامج التسميد (Miller & Nielsen ١٩٧٠) .

النضج . والحصاد . والتداول . والتخزين

النضج

تنضج جنور البطاطا بعد نحو ٥ – ٦ شهور من الزراعة ، ويكون ذلك فى شهرى أكتوبر ونوفمبر – تقريباً – فى مصر . وأهم علامات النضج فى البطاطا ما يلى :

١ – توقف النمو الخضرى النشط .

٢ – قلة محتوى الجنور من المادة اللبنية .

٣ – تبدو الأسطح المقطوعة للجنور جافة ، ولايتغير لونها عند تعرضها للهواء .

٤ – ارتفاع نسبة السكر فى الجنور ؛ نظرا لأن النشا المخزن فى الجنور لايبدأ فى التحول إلى سكر إلا بعد موت المجموع الخضرى أو توقف نشاطه .

ويلاحظ أن تأخير الحصاد تصاحبه زيادة فى المحصول ، وتَحَسُّن فى لون الجنور ، ولكن التبكير قد يكون أمرا مرغوبا فيه عند ارتفاع الأسعار فى بداية الموسم ؛ حيث تحصد الجنور بمجرد بلوغها حجما صالحا للتسويق . ويراعى فى هذه الحالة عدم حصادها قبل اكتمال نضجها .

الحصاد

يُفضَّل الحصاد قبل حلول موسم الأمطار فى الخريف . كما يجب إجراء الحصاد قبل الصقيع بغض النظر عن مرحلة النضج التى وصلت إليها الجنور ؛ لأن الصقيع يؤدى إلى موت النموات الخضرية ، وقد يمتد العفن منها إلى الجنور .

يراعى أن تكون التربة جافة عند الحصاد ؛ حتى لا تلتصق بالجنور . وتزال النموات الخضرية قبل الحصاد ، أو ترعى فيها الأغنام . يراعى عند إجراء الحصاد – آليا – أن يكون سلاح المحراث عميقا فى التربة تحت مستوى الجنور .

تترك الجنور فى مكانها بعد تقليعها لمدة ٢ – ٣ ساعات حتى تجف ثم تفرز ، للتخلص

من الجنور المصابة ، وتجمع بعد ذلك مباشرة ، مع تداولها بعناية كبيرة ؛ حتى لا تزداد فيها الجروح التى تعد منفذا خطيرا لإصابتها بالكائنات المسببة للعفن . ويلاحظ أن الجروح تقل معدلاتها بزيادة نضج الجنور .

العلاج أو المعالجة

تعد جنور البطاطا من أكثر الخضر حساسية لعمليات التداول الخشنة التى تؤدى إلى تجريحها . تعد الجروح منفذا مهما للفطريات والبكتيريا المسببة للأعفان . كما أن الجروح التى تلتئم تصبح صلبة ، وقاتمة اللون ، ذات مظهر سيىء .

ويعد علاج أو معالجة Curing جنور البطاطا أمرا ضروريا حتى يمكن تخزينها بحالة جيدة لفترة طويلة ؛ نظرا لأن العلاج يساعد على سرعة تكوين طبقة البيريدرم تحت الأماكن المجروحة أو المقطوعة ، يتبعها تكوين طبقة فلينية على السطح .

يجب أن يبدأ العلاج فى نفس يوم الحصاد ، ويكون ذلك بوضع الجنور عند درجة حرارة ٢٧ – ٢٩°م ، ورطوبة نسبية من ٨٠ – ٨٥ ٪ لمدة حوالى ٤ – ٧ أيام ، مع التهوية الجيدة؛ لمنع تكثف الرطوبة على الجنور .

وتعالج جنور البطاطا فى مصر بتركها فى كومات صغيرة لا يزيد ارتفاعها على ٦٠ – ٩٠ سم فى مكان ظليل رطب لمدة ٧ – ١٠ أيام ، تغطى أثناءها (بعروش) البطاطا . تعمل العروش – وهى النموات الخضرية – على رفع الرطوبة النسبية داخل الكومة ، بينما يؤدى تنفس الجنور إلى رفع درجة الحرارة .

ويلاحظ أن فترة العلاج تطول بدرجة كبيرة مع انخفاض درجة الحرارة . فبينما لاتستغرق أكثر من ٤ – ٧ أيام عند درجة حرارة ٢٩°م .. فإنها قد تستغرق ٤ أسابيع إذا أجريت فى درجة حرارة ٢٤°م ، ويزداد معها الفقد فى الوزن ، وقد تظهر نموات جديدة بالجنور . ولاتحدث أية معالجة فى درجة حرارة ١٦°م أو أقل . وتعمل درجات الحرارة المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح ، كما تعمل الرطوبة النسبية المرتفعة على سرعة التئام الجروح بتشجيع تكوين فلين الجروح ، وتقليل انكماش الجنور بتقليل فقد الرطوبة منها .

تفقد الجنور أثناء علاجها نحو ٥ - ١٠ ٪ من وزنها ، ويرجع معظم الفقد فى الوزن إلى فقدان الرطوبة ، بينما ترجع نسبة قليلة من الفقد إلى تنفس الجنور . وللتأكد من أن عملية العلاج قد تمت بالفعل .. يجرى اختبار حك جذرين كل منهما بالآخر ، فإذا انسلخ الجلد بسهولة .. كان ذلك دليلا على أن العلاج لم يستكمل بعد . وتخفض درجة الحرارة بعد إنهاء فترة العلاج مباشرة . ومن أهم التغيرات التى تحدث فى الجنور أثناء العلاج .. تحول جزء من النشا إلى سكر بصورة تدريجية (Greig ١٩٦٧) .

التخزين

الظروف المناسبة للتخزين

يتطلب تخزين الجنور لأطول فترة ممكنة أن تكون تامة النضج ، خالية من الجروح والخدوش ، وخالية من الإصابة بالأعفان ، ومعالجة جيدا ، وأن تبقى - بصفة دائمة - فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية التى يوصى بها . ويمكن حفظ الجور بحالة جيدة لمدة ٤ - ٦ شهور إذا وضعت بعد علاجها فى درجة حرارة ١٣ - ١٦°م نسبية ٨٥ - ٩٠ ٪ .

أضرار البرودة

تصاب الجنور بأضرار البرودة عند تعرضها لدرجة حرارة منخفضة ، وتظهر الأعراض فى غضون أسبوع واحد فى ٤°م ، وتزيد المدة فى درجات الحرارة الأعلى حتى ١٠°م ، وتقصر فى درجات الحرارة الأقل حتى درجة التجمد (حوالى -١ ر ١°) . وتقل الأضرار فى الجنور التى سبق علاجها جيدا .

ومن أهم الأضرار ما يلى :

١ - حدوث تحلل داخلى ، وظهور مناطق متغيرة اللون ، ومجوّفة Pithy داخل الجنور بعد ثمانية أسابيع من تعرض الجنور لدرجات حرارة منخفضة تقل عن درجة التجمد . وتزيد هذه الأعراض بزيادة فترة التعرض للحرارة المنخفضة حتى ١٠ - ١٢ أسبوعا .

٢ - ظهور نقر سطحية .

٣ - زيادة قابلية إصابة الجنور بالعفن .

٤ - ظهور طعم غير مقبول عند تجهيز الجنور للأكل .

هذا .. وتزداد أعراض البرودة بزيادة فترة التعرض للحرارة المنخفضة (Picha ١٩٨٧).

التغيرات المصاحبة للتخزين

من أهم التغيرات التى تطرأ على جذور البطاطا أثناء التخزين ما يلى :

١- النقص فى الوزن .

يرجع معظم النقص فى وزن الجذور أثناء التخزين إلى الفقد الرطوبى ، ويبلغ النقص فى الوزن نحو ٢ - ٦ ٪ أثناء فترة العلاج ، ثم حوالى ٢ ٪ شهريا أثناء التخزين . ويزيد الفقد الرطوبى بارتفاع درجة حرارة التخزين ، وعند نقص الرطوبة النسبية فى المخزن ، وفى حالة عدم اكتمال عملية العلاج قبل التخزين .

وإلى جانب الفقد الرطوبى .. فإن نسبة من الفقد فى الوزن تحدث نتيجة ما يلى :

أ - فقدان المادة الجافة ؛ نتيجة للتنفس الذى يزداد معدله بارتفاع درجة الحرارة .

ب - تنبيت (تزريع) الجذور ، وهو يزداد عند ارتفاع درجة الحرارة عن ١٨° م .

جـ - الإصابة ، بالأعفان ، وتكون الإصابة أقل ما يمكن فى درجة ١٣°م ، وهى الدرجة المناسبة للتخزين .

٢ - زيادة نسبة السكريات :

يزداد محتوى الجذور من السكروز ، والسكريات الكلية أثناء فترتى العلاج والتخزين ؛ فبينما تكون نسبة السكريات حوالى ٣ ٪ عند الحصاد .. فإنها تزيد بسرعة كبيرة أثناء فترة العلاج ، ثم تستمر زيادتها ببطء أثناء التخزين ، إلى أن تصل إلى حوالى ٦ ٪ بعد ثلاثة شهور من التخزين فى درجة ١٥°م . وتقل سرعة التحول من النشا إلى سكر ، مع ارتفاع درجة الحرارة ما بين ٤ ، و ٣٠°م . يمثل السكروز نحو ثلثى السكريات الكلية . تؤدى هذه التغيرات إلى زيادة حلاوة الجذور ، وزيادة طراوتها عند إعدادها للأكل .

٣ - زيادة محتوى الجذور من الكاروتين ، ونقص محتواها من حامض الأسكوربيك (Uritani ١٩٨٢) .