الفصل الثانى

البطاطا

اكتمال تكوين الجذور

تكمل جذور البطاطا تكوينها بعد نحو ٥-٦ شهور من الزراعة، ويكون ذلك حوالى شهرى أكتوبر، ونوفمبر فى مصر ويفضل الحصاد قبل حلول موسم الأمطار فى الخريف. ويلاحظ أن تأخير الحصاد تصاحبه زيادة فى المحصول، وتحسن فى لون الجذور، ولكن التبكير قد يكون أمرًا مرغوبًا فيه عند ارتفاع الأسعار فى بداية الموسم؛ حيث تحصد الجذور بمجرد بلوغها حجمًا صالحًا للتسويق. تسوق هذه الجذور مباشرة دونما معالجة أو تخزين؛ وذلك لأنها – أساسًا – لا تصلح للتخزين. أما إذا رغب فى تخزين البطاطا لحين تحسن الأسعار، فإنه يتعين تأخير الحصاد لحين اكتمال تكوين الجذور

ومن علامات وصول المحصول إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد، ما يلى:

١- توقف النمو الخضرى النشط، مع اصفراره قليلاً، لكن الاصفرار قد لا يحدث أحيانًا.

٢- وصول الجذور الدرنية إلى الحجم المناسب للتسويق.

٣- قلة ظهور السائل اللبنى عند قطع الجذور، وسرعة جفافها لدى تعرض الجزء المقطوع للهواء وعلى العكس من ذلك لا يجف الجزء المقطوع من الجذور غير التامة النضج سريعًا، ويتحول بعد فترة قصيرة إلى اللون الأسود.

٤- ارتفاع نسبة السكر فى الجذور؛ نظرًا لأن النشا المخزن فى الجذور لا يبدأ فى التحول إلى سكر إلا بعد موت المجموع الخضرى أو توقف نشاطه

٥- يرى المنتجون من ذوى الخبرة أن خطوط البطاطا تتضخم عند اكتمال تكوين الجذور من جراء الزيادة التى تحدث فى حجم الجذور.

ويكون الحصاد – عادة – بعد ١٢٠–١٣٠ يومًا من الزراعة فى الصنفين أبيس وبيوريجارد، ويتأخر إلى ١٥٠–١٦٥ يومًا فى الأصناف الأخرى

أما إذا كان الغرض من زراعة المحصول هو إنتاج النشا فإن الحصاد يؤخر لأطول فترة ممكنة، ولكن بحد أقصى ١٦٥ يومًا من الزراعة.

ويتعين إجراء الحصاد قبل حلول الصقيع بغض النظر عن مرحلة النضج التى وصلت إليها الجذور؛ لأن الصقيع يوقف النمو ويؤدى إلى موت النموات الخضرية، وقد يمتد العفن منها إلى الجذور أما فى المناطق التى لا تتعرض لأخطار الصقيع فإنه يمكن ترك البطاطا فى الأرض لمدة ١–٣ شهور بعد تمام نضجها، على أن يمنع عنها الرى، وأن تكون المنطقة غير ممطرة. ويساعد ذلك على حصاد المحصول تدريجيًا حسب احتياجات الأسواق

هذا إلاّ أن تأخير الحصاد عما ينبغى يؤدى إلى تليف الجذور، وضعف صفاتها الأكلية، وتعرضها للإصابة بالأعفان والحشرات

وتجدر الإشارة إلى أنه – غالبًا – ما لا تكمل جذور النبات تكوينها فى وقت واحد، ولذا يكون بعضها عند الحصاد غير مكتمل التكوين، بينما يكون بعضها الآخر قد بدأ فى التليف ويتطلب الحصاد فى الوقت المناسب – وهو الذى تكون فيه أكبر نسبة من الجذور فى مرحلة النمو المناسبة للحصاد – تقليع عينات من النباتات على فترات للحكم على مدى صلاحية الحقل للحصاد

الظروف السابقة للحصاد المؤثرة فى جودة الجذور وصلاحيتها للتخزين

درجة الحرارة

لدرجة الحرارة التى تسود أثناء نمو نباتات البطاطا تأثيرات كبيرة على صفات جودة الجذور المؤثرة فى قدرتها على تحمل التخزين، فقد وجد أن الحرارة العالية (٣١/٣٤°م نهارًا/ليلاً) أدت إلى جعل الجذور أصغر حجمًا وأكثر مقاومة للتسلخ عند لحصاد، حيث احتوت تلك الجذور على بيريدرم يتكون من عدد أكبر من طبقات الخلايا وبمحتوى أقل

من المادة الجافة عما فى الجذور التى أنتجت فى حرارة معتدلة (٢٤/٢٧°م) أو منخفضة (١٧/٢٠°م) (Villavicencio وآخرون ٢٠٠٧)

الغدق

يؤدى غمر التربة بالماء (غدق التربة) – ولو لعدة ساعات – إلى تعرض الجذور لظروف لاهوائية ينعدم فيها الأكسجين وهو أمر قد يحدث فى أى وقت ولكنه يزداد فى الجو الحار، وخاصة إذا ما كانت النموات الخضرية قد أزيلت استعدادًا للحصاد. تبدو الجذور المصابة سليمة مظهريًا لعدة أسابيع إلى أن تتحلل فى المخازن وأول أعراض الظاهرة عدم خروج إفرازات لبنية من الحلقة الوعائية للجذور المقطوعة، كذلك تنطلق من الجذور المصابة رائحة كحولية ورائحة الخمائر، وتكثر حولها ذبابة الفاكهة وتزداد إصابتها بالأمراض الفطرية والبكتيرية (Edmunds وآخرون ٢٠٠٨)

تقليم النموات الخضرية قبل الحصاد

أدى تقليم النموات الخضرية قبل الحصاد بأسبوعين إلى خفض مستوى تسلخ الجذور أثناء الحصاد وأثناء تعبئتها فى أجولة بعد ذلك (Tomlins وآخرون ٢٠٠٢)

الحصاد

يمنع الرى قبل الحصاد بفترة تتراوح بين ١٥ يومًا فى الأراضى الرملية، و ٣٠ يومًا فى الأراضى الثقيلة يفيد ذلك الإجراء فى تسهيل عملية الحصاد، وتجنب التصاق التربة بالجذور، وتقليل احتمالات تعفن الجذور وتصلب قشرتها.

تُزال النموات الخضرية قبل الحصاد بنحو ٣–٧ أيام إما يدويًا، وإما آليًا يفيد ذلك الإجراء فى تكشف الخطوط، وتهويتها، وفى زيادة سمك طبقة البيريدرم، وتصلب قشرة الجذور، وزيادة قدرتها على تحمل التداول.

يبدأ الحصاد فى الصباح الباكر ويتوقف عند اشتداد درجة الحرارة حتى لا تتلف الجذور من جراء تعرضها لأشعة الشمس القوية بعد تقليعها مباشرة. وفى كل الحالات

يجب عدم تعريض الجذور لأشعة الشمس القوية لأكثر من ساعة أو ساعتين بعد حصادها

وتحصد حقول البطاطا فى مصر إما يدويًا باستعمال الفأس، ويلزم لذلك ٥٠ رجلاً لكل فدان، وإما بمساعدة من العنصر الحيوانى عند استعمال المحراث البلدى، ويراعى فى الحالة الأخيرة أن يكون سلاح المحراث عميقًا فى التربة تحت مستوى الجذور وفى كلتا الطريقتين يكون حصاد البطاطا بمشقة بالغة.

هذا .. إلا أنه يمكن إجراء الحصاد آليًا باستعمال أى من الوسائل التالية:

١- محراث قرصى بقطر ٢٤-٣٠ بوصة:

يقوم المحراث بتقطيع النموات الخضرية قبل تقليع الجذور، وتناسب هذه الطريقة الأراضى الخفيفة والمتوسطة القوام، ولكنها لا تناسب الأراضى الثقيلة

٢- محراث قلاب مطرحى بعرض ١٢-١٦ بوصة:

يقوم بعملية الحصاد بكفاءة عالية وبنسبة محدودة من التلف

٣- آلة تقليع البطاطس (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٣)

ويتعين تقليل حركة الحصيرة الهزازة لتجنب خدش الجذور وتجريحها يجب أن يكون جريد الحصيرة بقطر ١.٢٥سم ومغطى بالمطاط، وأن تكون المساحة بين كل جريدتين ٣,٧٥سم

التداول

تعتبر جذور البطاطا من أكثر الخضر حساسية لعمليات التداول الخشنة التى تؤدى إلى تجريحها وتعد الجروح منفذًا مهمًا للفطريات والبكتيريا المسببة للأعفان كما أن الجروح التى تلتئم تصبح صلبة، وقاتمة اللون، وذات مظهر سيئ وتعتبر البطاطا أكثر حساسية للتجريح من البطاطس، وتجب معاملتها كما تعامل ثمار التفاح، والبرتقال ويفضل دائمًا أن يستعمل العمال القائمون بتداول البطاطا قفازات، حتى لا يخدشون الجذور بأظافرهم

وعلى الرغم من أن البطاطا محصول جذرى، فإن الفاقد فى المحصول بعد الحصاد كبير جدًّا، ففى المتوسط يُفقد فى الولايات المتحدة حوالى ٢٠٪-٢٥٪ من البطاطا أثناء المعالجة والتخزين، و نحو ٥٪-١٥٪ أثناء الشحن وفى أسواق التجزئة، ونحو ١٠٪-١٥٪ بعد أن تصل للمستهلك. ويعنى ذلك أن الفاقد فى جذور البطاطا يصل فى الولايات المتحدة لأكثر من ٥٠٪ من المحصول (عن Edmunds وآخرين ٢٠٠٨).

تترك الجذور فى مكانها بعد تقليعها لمدة ٢-٣ ساعات حتى تجف، ثم تفرز لإزالة الجذور المصابة بالأمراض والآفات، وتنقل من الحقل بعد ذلك مباشرة. ولا يجوز أبدًا قذف جذور البطاطا أو تركها فى أكوام فى الحقل نظرًا لكونها شديدة القابلية للإصابة بالخدوش ولفحة الشمس. ويلاحظ أن الجروح تقل معدلات حدوثها بزيادة نضج الجذور.

العلاج أو المعالجة

يعتبر العلاج أو المعالجة curing أولى عمليات التداول التى تجرى على جذور البطاطا بعد عملية الفرز الأولى فى الحقل

ويعد العلاج السريع بعد الحصاد مباشرة – فى نفس يوم الحصاد، وفى خلال ١٢ ساعة على أقصى تقدير – أمرًا حتميًّا. وخاصة عندما تكون الحرارة منخفضة وقت الحصاد، وعند الرغبة فى تخزين الجذور لفترة طويلة؛ إذا إنه يساعد على سرعة تكوين طبقة من البيريدريم تحت الأماكن المجروحة أو المقطوعة، يتبعها تكوين طبقة فلينية على السطح. وبغير هذه السرعة فى إجراء عملية المعالجة فإنها لا تكون ناجحة.

طرق إجراء عملية العلاج

إن أفضل طريقة للعلاج التجفيفى هى بإجرائها فى غرف خاصة يمكن التحكم فى حرارتها عند ٢٩ ± ٢°م، ورطوبتها النسبية بين ٩٠٪، و ٩٥٪، حيث تستغرق عملية العلاج تحت هذه الظروف خمسة أيام فقط.

هذا إلاّ أنه فى أغلب الحالات تجرى عملية العلاج التجفيفى فى الحقل بوضع المحصول فى أقفاص بلاستيكية أو فى "مراود" (أكوام طولية) بارتفاع لا يزيد عن ٧٥سم، مع تغطية الجذور بقش الأرز النظيف أو بالنموات الخضرية للبطاطا بسمك كاف، بهدف رفع نسبة الرطوبة حول الجذور، ولكى تحتفظ الجذور بالحرارة التى تنتج عند تنفسها ويستغرق العلاج بهذه الطريقة حوالى ٧–١٠ أيام، ويصل الفقد فى الوزن خلالها إلى ٥٪

كذلك قد تجرى عملية العلاج التجفيفى فى مصر بوضع الجذور بعد حصادها مباشرة فى أى مكان مظلل تتراوح درجة حرارته بين ٢٥، و ٣٠°م وتبلغ رطوبته النسبية ٨٥٪، حيث تبقى فيه لمدة ٧–١٠ أيام حسب درجة الحرارة. يكون وضع الجذور فى أقفاص بلاستيكية كبيرة، أو تترك سائبة على أرفف فى طبقات لا يزيد سمكها عن ٥٠–٧٥سم.

ويفيد العلاج لمدة أسبوع على ٣٠°م و ٨٥٪ رطوبة نسبية فى زيادة التصاق طبقة البشرة وتقليل احتمالات تسلخ الجذور ويحافظ تخزين الجذور بعد ذلك على ١٥°م مع ٨٥٪ رطوبة نسبية على استمرار التصاق البشرة بصورة جيدة (Blankenship & Boyette ٢٠٠٢)

وإذا كانت حرارة الجذور منخفضة نسبيًا وقت حصادها فإنه يفضل البدء بعلاج الجذور على حرارة ٢١°م لكى لا تتكثف عليها رطوبة حرة، على أن ترفع الحرارة إلى ٢٩°م بمجرد ارتفاع حرارة الجذور

ويلاحظ أن فترة العلاج تطول بدرجة كبيرة مع انخفاض درجة الحرارة، فبينما لا تستغرق أكثر من ٤–٧ أيام على حرارة ٢٩°م . فإنها قد تستغرق ٤ أسابيع إذا أجريت فى حرارة ٢٤°م، ويزداد معها الفقد فى الوزن، وقد تظهر نموات جديدة بالجذور ولا تحدث أية معالجة فى حرارة ٢٣°م أو أقل. وتعمل درجات الحرارة المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح

تعمل الرطوبة النسبية المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح، وتؤدى محاولة علاج البطاطا فى رطوبة نسبية منخفضة إلى فقدها لجزء كبير من رطوبتها مع عدم التئام الجروح بصورة جيدة. لذا .. يجب أن تكون الرطوبة النسبية عالية قدر الإمكان، ويفضل أن تتراوح بين ٩٠٪، و ٩٥٪، وعلى ألاّ ترتفع إلى الحد الذى يؤدى إلى تكثف الرطوبة على الجدران، والأرضيات، والعبوات، أو على الجذور ذاتها، لأن ذلك يزيد من احتمالات إصابتها بالأعفان.

وتعد التهوية ضرورية أثناء العلاج للتخلص من ثانى أكسيد الكربون المتراكم بالتنفس وتجديد الأكسجين المستهلك، ومنع تكثف الرطوبة، علمًا بأن كل طن من الجذور يستهلك يوميًا حوالى ٦٣ لترًا من الأكسجين، كما تطلق الجذور كمية مماثلة من ثانى أكسيد الكربون (عن Kays ٢٠٠٤).

يؤدى عدم إجراء عملية المعالجة بشكل جيد أو إجراؤها لفترة أطول عما ينبغى إلى تقصير فترة صلاحية الجذور للتخزين، وزيادة التزريع أثناء التخزين، وكثرة الفقد فى الوزن، علمًا بأن الفقد الطبيعى فى الوزن أثناء المعالجة يكون فى حدود ٥٪-٨٪

ويؤدى عدم إجراء التهوية بشكل مناسب أثناء المعالجة إلى نقص الأكسجين بشدة، مما يقلل من فاعلية عملية المعالجة ذاتها، وتقصير فترة صلاحية الجذور للتخزين، وتغير طعمها

وتؤدى زيادة فترة المعالجة إلى تزريع الجذور بكثافة، الأمر الذى يتطلب عدم زيادة مدتها عن ٣-٥ أيام، مع سرعة تبريد الجذور إلى ١٣°م بأسرع ما يمكن (Edmunds وآخرون ٢٠٠٨)

ويساعد علاج جذور البطاطا فى أقفاص الحصاد البلاستيكية الكبيرة فى سهولة نقلها باستعمال الرافعات الشوكية على باليتات من حجرات المعالجة إلى المخازن

وللتأكد من أن عملية العلاج قد اكتملت بالفعل .. يجرى اختبار حك جذرين ببعضهما، فإذا انسلخ الجلد بسهولة .. كان ذلك دليلاً على أن العلاج لم يستكمل بعد

التغيرات المصاحبة للعلاج

تفقد جذور البطاطا حوالى ٢٪-٥٪ من وزنها خلال عملية العلاج. ويرجع معظم الفقد فى الوزن إلى فقدان الرطوبة، بينما ترجع نسبة قليلة من الفقد إلى تنفس الجذور وليس من المستبعد مشاهدة نموات يقل طولها عن السنتيمتر تخرج من بعض الجذور قرب نهاية عملية العلاج، ولكن يجب إيقاف العلاج قبل استفحال تلك الظاهرة

وتؤدى زيادة فترة العلاج أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحدود الموصى بها إلى ذبول الجذور وخفض قدرتها التخزينية وميلها إلى تكوين نموات جديدة بكثرة ويفقد أثناء التخزين جزءًا من المادة الجافة بينما تحدث زيادة فى السكريات

ومن أهم التغيرات التى تحدث فى الجذور أثناء العلاج . هى تحول جزء من النشا إلى سكر بصورة تدريجية

أهمية العلاج

تفتقر جذور البطاطا غير المعالجة للمظهر الجذاب والطعم الجيد، والقدرة على التخزين

ويعد العلاج ضروريًا لسرعة التئام الجروح التى تحدث بالجذور أثناء الحصاد والتداول، ولزيادة صلابة القشرة. وتقليل فرصة التعرض للإصابة بالكائنات المرضة، وزيادة المقاومة للتجريح أثناء عمليات التداول التالية

وأول ما يشاهد خلال عملية التئام الجروح هو جفاف عدة طبقات من الخلايا البرانشيمية الخارجية المعرضة للهواء، ثم سوبرة الخلايا البرانشيمية التى تقع تحتها، ويلى ذلك تكوين بيريدوم الجروح تحت الخلايا البرانشيمية التى ترسب فى جدرها السيوبرين ويعتبر التئام الجروح تامًا حينما يصبح بيريدرم الجروح بسمك ٣-٧ طبقات من الخلايا

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على مكونات طبقة البيريدرم فى جذور البطاطا

أنها تثبط نمو عديد من الفطريات، مثل *Fusarium oxysporum* f. *batatas*، و *F solani*، و *Rhizopus stolonifer*، وبذا فإنها قد توفر حماية للجذور من الإصابة بفطريات التربة (Harrison وآخرون ٢٠٠١).

التفريغ والغسيل والفرز والتدريج والتحجيم

يتضمن تداول البطاطا بعد الحصاد الخطوات التالية:

١- التخلص من التربة العالقة بالجذور بإسقاط الجذور بحرص فى حوض مملوء بالماء dump tank، حيث تنقل الجذور منه — فوق سلسلة من أنابيب الـ PVC — إلى مكان التدريج حيث يقف القائمون بالتدريج على الجانبين أثناء تحرك الجذور، ويقومون بفصل الجذور حسب الحجم، والشكل، والعيوب .. إلخ وتتعرض الجذور — عادة — إلى رش قوى بالماء المضاف إليه الكلور قبل تدريجها

يتعين تغيير الماء فى حوض الغسيل على فترات متقاربة نظرًا لسرعة تجمع التراب وبقايا النباتات فيه يجب أن يحتوى الماء على الكلور بتركيز ١٥٠ جزء فى المليون وعلى المبيد بوتران Botran (وهو 2,6-dinitroaniline) بمعدل ٠,٦٥ كجم من المبيد (٥٠٪ مسحوق قابل للبلل) لكل ٣٨٠ لترًا من الماء وللحصول على أفضل معاملة يكون الرش تحت ضغط ٤٠–٥٠ رطلاً/بوصة مربعة (٢,٨–٣,٥ كجم/سم^2)

ونظرًا لأن كلا من خزانات التفريغ والغسيل يمكن أن يستهلكا عدة أمتار مكعبة من الماء كل ساعة، لذا يجب التفكير فى كل من مصدر الماء الذى يتعين توفرة، وكيفية التخلص منه، وإمكانيات ترشيحه وإعادة استخدامه.

هذا . ولتوقيت عملية الغسيل أهمية قصوى؛ فيوصى بغسيل جذور البطاطا المعدة للتصدير أو للتسويق فى محلات السوبر ماركت، ولكن يتعين إجراء الغسيل قبل التصدير أو التسويق مباشرة؛ فيكون إما بعد العلاج مباشرة فى حالة عدم الرغبة فى تخزين المحصول، وإما بعد انتهاء فترة التخزين. ولا يوصى أبدًا بغسيل الجذور قبل تخزينها حيث يؤدى ذلك إلى انتشار الإصابة بالأعفان فى المخازن

وتنطبق القاعدة ذاتها على التفريغ فى الماء، فلا يجب إجراء تلك الخطوة إلا فى حالة الرغبة فى عدم تخزين المحصول.

٢- استبعاد النفايات من الأجزاء النباتية والجذور الصغيرة جدًا بمرور الجذور على ما يعرف بالـ eliminator الذى يتكون من دحروجات أسطوانية rollers يفصل بينها مسافة ٨ ٣ سم

٣- الفرز والتدريج

يجرى الفرز – لاستبعاد الجذور التالفة وغير الصالحة للتسويق – يدويًا أثناء عملية التدريج التى قد تجرى – هى الأخرى – يدويًا أو قد تجرى آليًا، وقد تؤجل خطوة التدريج إلى أحجام إلى ما بعد خطوة المعاملة بالمبيدات يجب على العاملين ارتداء قفازات لحماية الجذور من التجريح بفعل أظافرهم، وكذلك للحد من تلوثها بمسببات أمراض الإنسان، كما أن القفازات تحمى العاملين من ملامسة المبيدات الفطرية وغيرها من المركبات الكيميائية التى قد تستعمل فى خط التعبئة

يكون فرز المحصول؛ لاستبعاد الجذور الضخمة، والصغيرة جدًا، والمشوهة، والمجروحة، والمصابة بالعفن. وهى التى يمكن استعمالها كعلف للماشية

يجرى الفرز الأولى فى الحقل بعد الحصاد كما أسلفنا، ويجرى فرز آخر إما بعد العلاج مباشرة إذا اتجهت النية إلى تسويق المحصول مباشرة دونما تخزين، وإما بعد التخزين وقبل التسويق، ويجرى الفرز الثانى فى محطة التعبئة

وتدرج الجذور حسب الحجم بصورة ميكانيكية أو إليكترونية، ويكون ذلك فى محطة التعبئة وفى ذات الوقت الذى تجرى فيه عملية الفرز وللتفاصيل المتعلقة برتب وأحجام الجذور الموصى بها للسوق الأوروبية المشتركة . يراجع الموضوع تحت التصدير فى نهاية هذا الفصل

٤- التنظيف

فى مصر تنظف جذور البطاطا المعدة للتصدير من الطين العالق بها – قبل تعبئتها

مباشرة – بحكها باليد أو باستعمال فوطة جافة لهذا الغرض، إلا أن هذا الإجراء لا يخلص الجذور من كل الأتربة العالقة بها، ويوصى – بدلاً من ذلك – بغسيل الجذور بالماء المضاف إليه المطهرات كما سيأتى بيانه

المعاملة بالمطهرات والمبيدات الفطرية

على الرغم من اتخاذ كافة الاحتياطات لمنع تجريح الجذور بعد معالجتها فإنها غالبًا ما تتعرض للخدش والتجريح البسيط الذى تنفذ منه – بسهولة – مسببات الأعفان، مثل الفطر *Rhizopus stolonifer*، لذا فإن من الضرورى معاملة الجذور بالمطهرات الفطرية المسموح بها

وكما أسلفنا فإن عملية التطهير تجرى مع الغسيل، أى إن المطهرات تضاف إلى ماء الغسيل. ولكن نظرًا لأن ماء الغسيل الأولى سريعًا ما يصبح محملاً بالتربة والمواد التى كانت ملتصقة أو مختلطة بالجذور، مما يتطلب تغييره على فترات متقاربة، لذا يتعين تأجيل استعمال المطهرات إلى المرحلة النهائية من الغسيل التى لا يلزم تجديد الماء المستعمل فيها على فترات متقاربة.

وتجرى المعاملة بالمبيدات الفطرية إما عن طريق غمر الجذور فى محلول المبيد، وإما برشها بمحلول المبيد منفردًا أو فى محلول شمعى.

ومن أهم المركبات التى استخدمت فى مكافحة الأعفان الفطرية فى البطاطا ما يلى:

١- البوراكس بتركيز ١٠-١٪

٢- مركب SOPP (وهو: sodium-o-phenylphenate) بتركيز ٠,٦٪ (Kushman وآخرون ١٩٦٤)

٣- حامض باراستيك paracetic acid.

٤- داى كلوران dicloran.

٥- مركب TBZ (وهو: thiabendazole) بتركيز ٠,٤٪ (Salunkhe & Desai ١٩٨٤)

٦- يوصى لأجل التصدير باستعمال البوتران Botran (وهو 2.6-dicloro-4-nitroaniline)

كما يضاف الكلور إلى ماء الغسيل بتركيز ١٥٠ جزءًا فى المليون لأجل الحماية من الإصابة بالأعفان التى تسببها البكتيريا

وإلى جانب استعمال المطهرات مع ماء الغسيل (الأمر الذى يجرى قبل التسويق مباشرة وبعد التخزين إن كان هناك تخزين)، فإن معاملات مكافحة الأعفان يمكن أن تجرى — بوسائل أخرى — أثناء العلاج أو التخزين، كما يتبين مما يلى

أمكن تخزين البطاطا من صنف جورجيا جت Georgia Jet لمدة خمسة شهور بتطهيرها سطحيًا بالإبروديون iprodione مع العلاج وفى نهاية فترة التخزين كانت نسبة الجذور الكلية المتعفنة ١٤٪، كانت ٩٪ منها عفنًا طريًا، و ٥٪ عفنًا جافًا هذا بينما بلغت نسبة الإصابة بالأعفان ٦١٪ عند إجراء العلاج فقط، و ٦٠٪ عند المعامله بالإبروديون فقط، و ١٠٠ فى الكنترول وكانت أفضل طريقة للمعاملة هى بإضافة المبيد على صورة ضباب يقل فيه قطر الجزئيات عن ١٠ ميكرونات (Afek وآخرون ١٩٩٨)

أدت معاملة جذور البطاطا المجروحة بالأشعة فوق البنفسجية C (أو UV-C) — بجرعة مقدارها ٣٦ كيلو جول/م^2 (kJ.m^2) — إلى الحد بشدة من الإصابة بعفن الجذو الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solam*، حيث انخفضت فيها نسبة لجذو المصابة، وانخفض بها معدل تقدم الإصابة فى مواقع الإصابة. وذلك مقارنة بالإصابة فى الجذور التى لم تُعرض للأشعة وقد توافقت تلك المقاومة المكتسبة للفطر من جراء المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية بزيادة كبيرة فى نشاط الإنزيم Phenylalanine ammonia lyase (Stevens وآخرون ١٩٩٩)

التعبئة والعبوات

يراعى عند التعبئة ملء العبوات جيدًا، لأن حركة الجذور فى العبوة أثناء النقل تؤدى إلى تجريحها، كما تبدو العبوة ناقصة عند وصولها إلى الأسواق

يفضل بالنسبة للمنتج الكبير تعبئة وتداول البطاطا – من الحصد حتى انتهاء التخزين – فى صناديق خشبية كبيرة تتسع لطن من الجذور مع تداول تلك الصناديق وتحريكها آليًا على باليتات وباستعمال الرافعات الشوكية

وتستعمل فى مصر صناديق بلاستيكية كبيرة لنقل، وعلاج، وتداول، وتخزين البطاطا، تبلغ أبعاد الصناديق ٤٠ سم × ٦٠ سم بعمق ١٨ سم، وتبلغ سعتها ١٨–٢٠ كجم وتلك هى أفضل العبوات للأغراض التى ذكرناها، وذلك لسهولة تنظيفها وإمكان وضعها فى عدة طبقات دون تعريض الجذور لثقل زائد

وعند إعادة استخدام الأقفاص البلاستيكية يتعين معاملتها بالبخار على حرارة ٥٠°م لمدة ٦ ساعات لتقليل تلوثها بالفطريات المسببة للعفن الأسود والقشف وغيرها من الكائنات المسببة للأعفان.

كذلك تستعمل فى مصر عبوات من أجولة الجوت أو أجولة شبكية سعة ٢٠–٢٥ كجم. ولكنها تكون أقل كفاءة من الصناديق البلاستيكية التى يمكن تثبيتها فوق بعضها البعض لارتفاع ٣ أمتار دونما توقع حدوث أى أضرار بالجذور مثلما يحدث عند وضع الأجولة فوق بعضها البعض أو تحريكها من مكانها أما عبوات التسويق فإنها تكون شبكية صغيرة سعة ٢–١٠ كجم

وتعد التعبئة فى الكراتين ضرورية لأجل التصدير وقد تجرى هذه العملية يدويًا أو آليًا

وتفيد تعبئة جذور البطاطا فى عبوات المستهلك التى تصنع من مختلف أنواع الأغشية البلاستيكية فى تسهيل عملية التسويق، ولكن الجذور لا تعبأ أبدًا فى الأغشية إلا بعد فترة التخزين، وقبل التسويق مباشرة، هذا مع العلم بأن فترة احتفاظ الجذور المغسولة والمعاملة بالمبيد الفطرى بجودتها – قبل تعرضها للتلف – لا تزيد عن ٢–٣ أسابيع عند تعبئتها فى الأغشية ويقل كثيرًا الفقد فى وزن الجذور أثناء التخزين عند تعبئتها فى أكياس بلاستيكية مثقبة عما يكون عليه الحال عند تعبئتها فى أوعية

شبكية ويعد تثقيب الأغشية (مالا يقل عن ٣٢ ثقب بقطر ٣ ملليمترات بكل عبوة سعة ١٥–٢٥ كجم من الجذور) ضروريًا لخفض الرطوبة النسبية وتجنب التنبيت الكثيف ونمو الجذور الشعرية

معاملات منع التزريع

من بين المعاملات التى تجرى لتقليل تبرعم الجذور بعد الحصاد، ما يلى

١– رش النموات الخضرية قبل الحصاد بالماليك هيدرازيد

٢– معاملة الجذور ثلاث مرات أثناء التخزين بأيروسول لمنظم النمو CIPC، بمعدل حوالى ١٢ جم من المادة لكل ١٠٠ كجم من الجذور فى كل مرة وقد أعطت هذه المعاملة نتائج جيدة حتى مع التخزين فى حرارة ٢١–٢٧°م (Kushman ١٩٦٩)

٣– معاملة الجذور بعد الحصاد بالميثيل إسترلنفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene-acetic acid (اختصارًا MENA) فى الأسيتون

٤– معاملة الجذور بالثيوريا بتركيز ٠,٥–٤,٠٪ لمدة ٢–١٢ ساعة، إلا أن تلك المعاملة تؤدى – كذلك – إلى زيادة معدل تنفس الجذور (عن Onwueme ١٩٧٨)

٥– المعاملة بالماء الساخن.

أدت معاملة جذور البطاطا بالماء الساخن على ٥٠°م قبل تخزينها لمدة عام إلى تثبيط تزريعها وتعفنها جوهريًا خلال فترة التخزين، ولم تكن للمعاملة أى تأثيرات على صفات الجودة الداخلية للجذور، بينما لم تُستبعد سوى ٤٪ من الجذور خلال مدة التخزين بسبب الأعفان وقد وفرت المعاملة الحرارية جرعة قاتلة لمسببات الأمراض السطحية، كما أتلفت البراعم دون التأثير على خصائص جودة الجذور (Hu & Tanaka ٢٠٠٦)

التخزين

يتطلب تخزين الجذور لأطول فترة ممكنة أن تكون تامة النضج، وخالية من الجروح والخدوش، وخالية من الإصابة بالأعفان، ومعالجة جيدًا، وأن تبقى – بصفة دائمة – فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية التى يوصى بها

طرق التخزين

طرق التخزين التقليدية

تخزن البطاطا فى مصر بإحدى طريقتين:

١- ترك الجذور بدون حصاد:

يمكن تخزين الجذور بهذه الطريقة لمدة ١-٣ شهور ويشترط لنجاحها أن تكون المنطقة جافة وخالية من الأمطار، وألا تروى الأرض خلال فترة التخزين ويعاب عليها شغل الأرض لمدة ثلاثة شهور، واحتمال إصابة الجذور بالحشرات وهى فى الأرض.

٢- التخزين تحت وقايات خاصة لحمايتها من الشمس:

يمكن تخزين الجذور بهذه الطريقة لمدة تتراوح من شهر إلى شهر ونصف. توضع الجذور تحت مظلات فى أكوام لا يزيد ارتفاعها عن متر ويفضل لنجاحها أن تجرى فى مناطق لا تنخفض فيها درجة الحرارة عن ١٠°م، وتكون رطوبتها النسبية مرتفعة نوعًا (مرسى وآخرون ١٩٦٠).

ونظرًا لأن الطرق التقليدية لا تناسب تخزين البطاطا لفترات طويلة، لذا يوصى بقصر اتباعها على الحالات التى يسوق فيها المحصول محليًا فى خلال أسابيع قليلة من الحصاد. أما استمرار تصدير البطاطا وتسويقها بأسعار مجزية فى غير موسمها، فإنه يتطلب تخزينها تحت ظروف جيدة لفترات يمكن أن تصل إلى تسعة شهور.

طرق التخزين الحديثة والظروف المثلى للتخزين

يتطلب تخزين البطاطا لفترات طويلة – مع استمرار المحافظة على جودتها – أن يجرى فى مخازن خاصة يمكن التحكم فى حرارتها ورطوبتها، وأن تتوفر فيها مجموعة من الشروط، كما يلى

١- جودة التهوية

يجب أن تكون تهوية مخازن البطاطا بمعدل ١١٢٥ لترًا/دقيقة لكل طن من الدرنات المخزنة فى الظروف الحرارية المثلى للتخزين (Kays ٢٠٠٤).

٢- النظافة

٣- إحكام الغلق.

٤- سهولة تطهيرها من آن لآخر.

٥- أن تكون مزودة بأرفف.

٦- أن تكون قريبة من مناطق الإنتاج والتسويق.

تجب إزالة البطاطا القديمة من المخازن بصورة دائمة لأنها تكون أكثر عرضة للإصابة بالأعفان ومصدرًا متجددًا لها، وكذلك التخلص من أى قمامة قد توجد بالمخازن ويتم تطهير أرضية المخزن وجدرانه وعبوات البطاطا ... إلخ بإحدى طريقتين، كما يلى

١- الرش بكبريتات النحاس بتركيز ٠,٥٪

٢- التدخين بغاز الفورمالدهايد أو بالكلوروبكرن مع إحكام غلق المخزن مدة المعاملة

وفى هذه المخازن تخزن جذور البطاطا المعالجة جيدًا – ودون غسيل أو تطهير – فى حرارة ١٤ ± ١°م مع رطوبة نسبية ٩٠٪-٩٥٪، حيث تتحمل معظم أصناف البطاطا التخزين لمدة تتراوح بين أربعة، وسبعة شهور وفى إحدى الدراسات أمكن تخزين جذور البطاطا المعالجة لمدة عام كامل على حرارة ١٥٦°م ورطوبة نسبية ٩٠٪ دون أن تتعرض للتنبيت كان معدل التنفس أعلى ما يمكن يوم الحصاد، وانخفض أثناء العلاج، واستمر فى الانخفاض بمعدل أقل خلال الشهور العديدة من التخزين، ثم ظل ثابتًا بعد ذلك وقد ساهم التنفس بقدر أكبر فى الفقد فى الوزن خلال الفترة الأخيرة من التخزين عما كان عليه الحال خلال فترة العلاج أو خلال الشهور الأولى من التخزين هذا .. إلا أن معظم الفقد فى الوزن كان مردة إلى الفقد الرطوبى. وحدث أكبر فقد فى الوزن خلال فترة العلاج واستمر بمعدل أقل خلال التخزين وتراوح الفقد الكلى فى وزن الجذور المعالجة بعد ٥٠ أسبوعًا من التخزين بين ٦,٧٪ فى الصنف Rojo Blanco و ١٦,١٪ فى الصنف Travis (Picha ١٩٨٦)

ويؤدى تخزين الجذور فى حرارة تزيد عن ١٦°م إلى ظهور الأضرار التالية،

١- تبرعم الجذور خاصة فى الرطوبة العالية، وتزداد سرعة التبرعم – الذى يكون

مصاحبًا بزيادة فى معدل التنفس وفى الفقد فى الوزن — بزيادة الارتفاع فى درجة الحرارة

٢- تجوف الجذور، فتصبح لبية pithy نتيجة زيادة اتساع المسافات بين الخلايا فى المركز، وهى ظاهرة تحدث — كذلك — عند زيادة فترة العلاج عما ينبغى لها.

٣- تظهر مناطق فلينية داخلية على صورة بقع كثيرة متشابكة، يحدثها فيرس يكمن فى الجذور المصابة، ولا تظهر أعراضه إلا عند تخزين الجذور فى حرارة مرتفعة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

هذا . ولا تجب زيادة الرطوبة النسبية عن ٩٥٪ لتجنب تغيرات اللون السطحية التى قد تطرأ على الجذور فى هذه الظروف التى يزداد فيها كذلك احتمالات إصابتها بالفطريات السطحية. وفى ٩٠٪-٩٥٪ رطوبة نسبية تفقد الجذور حوالى ٠,٥-١,٥٪ من وزنها شهريًا، ويزداد هذا الفقد إلى الضعف عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٥٠٪-٦٠٪.

هذا ولا غنى عن تهوية جيدة فى مخازن البطاطا، وبمعدلات تسمح بتجديد هواء المخزن كاملاً كل حوالى ساعتين وذلك لمنع تراكم ثانى أكسيد الكربون ولتجديد الأكسجين كما يجب — لأجل زيادة كفاءة التهوية — وضع العبوات بحيث تبعد عن أرضية المخزن وجدرانه بحوالى ١٠-١٥ سم.

وقد أظهرت الدراسات أن تخزين جذور البطاطا فى ٣٪ ثانى أكسيد كربون، و ٧٪ أكسجين كان أفضل من التخزين فى الهواء العادى من حيث تقليل تلك الظروف للفقد فى وزن الجذور وإصابتها بالأعفان وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٥٠٪ أو نقص الأكسجين عن ٧٪ إلى تكون طعم كحولى غير مرغوب فيه بالجذور وعمومًا .. فإنه لا يوصى حاليًا بتخزين البطاطا فى جو معدل أو متحكم فى مكوناته.

ولا يمكن لجذور البطاطا تحمل التخزين لفترات طويلة فى أى من الحالات التالية:

١- عند سبق تعرضها لرطوبة أرضية عالية جدًا قبل حصادها مباشرة.

٢- عند تعرضها لحرارة ١٠°م أو أقل من ذلك لمدة أسبوع أو أكثر قبل الحصاد أو بعده.

٣- إذا تأخر علاجها لمدة يومين أو أكثر بعد الحصاد.

الظواهر والتغيرات المصاحبة للتخزين

نتناول بالشرح – فيما يلى – الظواهر والتغيرات التى تطرأ على بعض الخصائص الفيزيائية والفسيولوجية للجذور أثناء التخزين، ولمزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع . يمكن الرجوع إلى Uritani (١٩٨٢).

التنفس

يزداد معدل التنفس بشدة بعد الحصاد مباشرة، ثم ينخفض أثناء العلاج وخلال الشهور الأولى من التخزين. وقد أوضحت دراسات Ravi (١٩٩٧) أن معدل التنفس يكون أعلى فى الجذور المخدوشة عما فى المقطوعة حتى عمق ٢-٣ سم.

ويبلغ معدل تنفس جذور البطاطا المعالجة ١٠-١٢ ملليلتر ثانى أكسيد كربون/كجم فى الساعة على ١٥°م

إنتاج الإثيلين وأضراره

يقل إنتاج جذور البطاطا من الإثيلين عن ٠,١ ميكروليتر/كجم فى الساعة على ٢٠°م

ويستدل من دراسات Amand & Randle (١٩٨٩) أن الإثيلين يلعب دورًا فى عملية اللجننة وتكوين البيريدرم فى جذور البطاطا المجروحة

ويزداد معدل إنتاج الإثيلين بشدة فى جذور البطاطا المصابة بالفطر *Ceratosystis fimbriata* مسبب مرض العفن الأسود (Okumura وآخرون ١٩٩٩)، ولدى تعرضها لأضرار البرودة أو التجريح.

ويجب عدم تعريض جذور البطاطا للإثيلين أثناء تخزينها وتداولها بتركيز يزيد عن

جزء واحد فى المليون. ذلك لأنه يحفز نشاط إنزيم الألفا أميليز وتمثيل المركبات الفينولية، والإنزيمات المؤكسدة للفينولات التى تزيد من التغيرات اللونية بالجذور، كما يتأثر طعم ولون البطاطا سلبيًا بعد طهيها ولذا يراعى عدم تخزين البطاطا مع الخضر والفاكهة المنتجة للإثيلين، مثل الموز، والمانجو، والكنتالوب (عن Cantwell & Suslow ٢٠٠٧). هذا .. إلاّ أن التهوية العادية التى ينبغى أن تتوفر فى مخازن البطاطا لا تسمح بتراكم الإثيلين إلى المستويات التى يمكن أن تحدث معها تلك الأضرار (Afek & Kays ٢٠٠٤)

النقص فى الوزن

يرجع معظم النقص فى وزن الجذور أثناء التخزين (جدول ٢-١) إلى الفقد الرطوبى، ويبلغ النقص فى الوزن نحو ٢٪-٦٪ أثناء فترة العلاج، ثم حوالى ٢٪ شهريًا بعد ذلك أثناء التخزين ويزيد الفقد الرطوبى بارتفاع درجة حرارة التخزين. وعند نقص الرطوبة النسبية فى المخزن، وفى حالة عدم اكتمال عملية العلاج قبل التخزين. هذا .. ويمكن أن تفقد الجذور ١٠٪ من وزنها الطازج قبل أن تظهر عليها أعراض الذبول

جدول (٢-١): النسبة المئوية للفقد فى وزن جذور أربعة أصناف من البطاطا خلال العلاج والتخزين لفترات مختلفة.

الفترة	الفقد الكلى فى الوزن (٪) فى أصناف			
	Travis	Centennial	Jaspar	Jewel
العلاج[١]	٣,٣	٢,٥	٢,٤	٢,١
التخزين[٢]				
٤ أسابيع	٥,١	٣,٨	٣,٩	٣,٤
١٠ أسابيع	٨,٠	٦,٠	٦,١	٥,٤
٣٠ أسبوع	١١,٥	٩,٤	٨,٨	٧,٧
٤٦ أسبوع	١٥,٢	١٢,١	١١,٣	٩,٤

[١] أجرى العلاج لمدة ١٠ أيام على حرارة ٣٢°م ورطوبة نسبة ٩٠٪

[٢] أجرى التخزين على ١٥,٦°م ورطوبة نسبية ٩٠٪

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

١– فقدان المادة الجافة، نتيجة للتنفس الذى يزداد معدله بارتفاع درجة الحرارة

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

٣– الإصابة بالأعفان، وتكون الإصابة أقل ما يمكن فى حرارة ١٣°م، وهى الدرجة المناسبة للتخزين.

المحتوى الكيميائى

النشا والسكريات

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 حرارة ١٥°م، ولكن تختلف الأصناف كثيرًا فى تلك الخاصية وتقل سرعة التحول من النشا إلى سكر، مع ارتفاع درجة الحرارة ما بين ٤، و ٣٠°م

يشكل السكروز – وحده – حوالى ٦٥٪ من السكريات الكلية، على الرغم من استمرار زيادة تركيز الجلوكوز والفراكتوز بعد العلاج وأثناء التخزين

وتؤدى تلك الزيادة فى تركيز السكريات إلى زيادة حلاوة الجذور، وزيادة طراوتها عند الأكل.

ويقابل ذلك انخفاض تركيز النشا فى جذور البطاطا – تدريجيًا – أثناء العلاج، ويستمر ذلك لمدة حوالى خمسة شهور أثناء التخزين

وبينما يتكون حوالى ٧٥٪ من النشا من الأميلوبكتين عند الحصاد، فإن تلك النسبة تزداد إلى ٨٠٪ – مع ٢٠٪ أميلوز – بعد العلاج.

ولا توجد سوى نسبة بسيطة من الدكسترينات dextrins بالجذور عند الحصاد، ولكن نسبتها تزداد أثناء المعالجة

وقد درس Picha (١٩٨٦) التغيرات التى تحدث – فى محتوى جذور ستة أصناف من البطاطا – فى المواد الكربوهيدراتية بعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م و ٩٠٪ رطوبة نسبية وأثناء التخزين لمدة ٤٦ أسبوعًا على ١٥,٦°م و ٩٠٪ رطوبة نسبية. ووجد ما يلى:

١- ازداد السكروز – وهو السكر الرئيسى فى البطاطا الطازجة – ازداد بشدة أثناء العلاج واستمر فى الزيادة فى أربعة أصناف ذات جذور برتقالية اللون داخليًا على امتداد فترة التخزين، بينما انخفض تركيز السكروز بعد العلاج فى صنفين من ذوات الجذور البيضاء داخليًا، ثم ازداد فيهما بعد ١٤ أسبوعًا من التخزين.

٢- كان تركيز الجلوكوز أعلى قليلاً عن تركيز الفراكتوز فى جميع الأصناف فيما عدا الصنف سنتينيال Centennial الذى تساوى فيه تركيز الجلوكوز والفراكتوز.

وأوضحت دراسات Huang وآخرون (١٩٩٩) حدوث زيادة كبيرة فى نشاط الإنزيم انفرتيز invertase (وهو <beta>-fructofuranosidase) وفى تركيز السكريات المختزلة فى الجذور التى خزنت لمدة ٧ أسابيع على ٤,٥°م، وذلك مقارنة بالحالة فى تلك التى خزنت على ١٥,٦، أو ٢٤°م وكان الإنزيم acid invertase أكثر الإنزيمات أهمية فى التأثير على مستوى السكريات المختزلة فى جذور البطاطا المخزنة

وبينما كانت السكريات الرئيسية فى جذور البطاطا الطازجة هى السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز، فإن السكريات الرئيسية فى الجذور المشوية فى الفرن كانت المالتوز، والسكروز، والجلوكوز، والفراكتوز (Picha ١٩٨٥)

هذا .. وتنخفض نسبة المادة الجافة فى الجذور خلال فترات التخزين الطويلة، حيث يفقد النشا فى التنفس.

وقد أظهرت معظم أصناف البطاطا نقصًا بسيطًا فى محتوى النشا خلال ١٨٠ يومًا من التخزين باستثناء الصنف Hi-dry الذى كان النقص فى النشا فيه كبيرًا. وقد ازداد نشاط الألفا أميليز alpha-amylase خلال الشهرين الأول والثانى من التخزين، ثم نقص فى

النشاط إلى أن وصل إلى المستوى الذى كان عليه عند الحصاد، وكان الانخفاض فى محتوى النشا مرتبطًا بنشاط الألفا أميليز خلال الستين يومًا الأولى من التخزين أما الجلوكوز والسكروز فقد ازداد تركيزهما خلال الفترة الأولى من التخزين، ثم بقيا ثابتين بعد ذلك (Zhang وآخرون ٢٠٠٢).

المواد البكتينية والصلابة

ينخفض محتوى الجذور من المواد البكتينية، كما تنخفض صلابتها بنسبة قد تصل إلى ٤٠٪ خلال الستة شهور الأولى من التخزين وبينما ينخفض تركيز البروتوبكتين ويزداد تركيز البكتينات الذائبة أثناء العلاج، فإن العكس يحدث أثناء التخزين

اللون والصبغات الكاروتينية

يزداد تركيز اللون والصبغات الكاروتينية أثناء العلاج وخلال الفترة القصيرة الأولى من التخزين

حامض الأسكوربيك

ينخفض تركيز حامض الأسكوربيك فى جذور البطاطا خلال العلاج والتخزين (عن Afek & Kays ٢٠٠٤)

المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة إجمالاً

أدى تخزين جذور البطاطا على ٥°م إلى زيادة محتواها معنويًا من كل من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة خلال الأسبوعين الأول والثانى من التخزين فى كل من الجذور التى كانت قد عولجت بعد الحصاد وتلك التى لم تعالج، واستمرت تلك الزيادة بعد ذلك فى الجذور التى لم تعالج فقط، وأحدث تعريض الجذور التى لم تعالج لحرارة ٢٢°م لمدة ٣ أيام بعد ٤ أسابيع من التخزين على ٥°م زيادة معنوية أخرى فى النشاط المضاد للأكسدة، علمًا بأن أضرار البرودة ظهرت على الجذور بعد ٣ أسابيع من التخزين البارد، وخاصة فى تلك التى لم تعالج (Padda & Picha ٢٠٠٧)

أضرار البرودة

تصاب جذور البطاطا بأضرار البرودة chilling injury إذا تعرضت لحرارة تقل عن ١٢°م، وهى الدرجة التى يمكن أن تتعرض لها شتاءً وهى مازالت فى التربة قبل الحصاد، أو أثناء الحصاد والتداول والتخزين فى المخازن العادية غير المتحكم فى حرارتها

وتظهر أعراض أضرار البرودة على الجذور فى غضون أسبوع واحد فى ٤°م، وتزيد المدة فى درجات الحرارة الأعلى حتى ١٢°م، وتقصر فى درجات الحرارة الأقل حتى درجة التجمد (حوالى -١,٩°م). وتقل الأضرار فى الجذور التى سبق علاجها جيدًا.

ومن أهم أعراض أضرار البرودة، ما يلى:

١- ذبول وتغضن الجذور.

٢- ظهور النقر السطحية.

٣- تكوين بيريدرم الجروح بصورة غير طبيعية.

٤- الإصابة بالأعفان الفطرية

٥- حدوث تحلل وتلون بنى بالأنسجة الداخلية التى تصبح - كذلك - لبية (مخوخة) pithy ويرتبط ذلك بتمثيل حامض الكلوروجنك chlorogenic acid والمركبات الفينولية

٦- فقدان خصائص الجودة الأكلية للبطاطا المشوية بظهور طعم غير مقبول بها، مع صلابة قلبها.

تتوقف شدة الإصابة بأضرار البرودة على شدة الانخفاض فى درجة الحرارة عن ١٢°م ومدة التعرض للحرارة المنخفضة ولا تظهر أضرار البرودة - عادة - إلا بعد إعادة الجذور للحرارة العالية

وتتباين أصناف البطاطا قليلاً فى شدة حساسيتها لأضرار البرودة، كما تزداد الحساسية فى الجذور غير المعالجة عما فى الجذور المعالجة (جدول (٢-٢).

ولقد ظهرت أعراض البرودة الخارجية - المتمثلة فى النقر السطحية ثم الإصابة الفطرية - فى جذور ستة أصناف من البطاطا بعد تعرضها لحرارة ٧°م لمدة أسبوعين أو

أكثر من ذلك ثم تخزينها على ١٥,٦°م وظهرت أعراض أضرار البرودة داخليًا – وخاصة زيادة دكنة لون الحزم الوعائية – فى جذور البطاطا غير المعاملة من الصنفين هوايت ستار Whitestar، وروجو بلانكو Rojo Blanco بعد تعرضها لحرارة ٧°م لمدة ثلاثة أسابيع وفى الصنف سنتينيال Centennial بعد تعرضها لتلك الدرجة لمدة ٤ أسابيع قبل تخزينها على ١٥,٦°م. وكان جول Jewel أكثر الأصناف تحملاً للحرارة المنخفضة وقد ازدادت أضرار البرودة ومعدل التنفس بزيادة فترة التعرض لحرارة ٧°م، وفى الجذور غير المعالجة عما فى الجذور المعالجة (Picha ١٩٨٧)

جدول (٢–٢): نسبة الجذور التى ظهرت عليها أعراض أضرار البرودة فى أربعة أصناف من البطاطا بعد فترات مختلفة من التعرض لحرارة ٧,٢°م ثم التخزين لفترات مختلفة على ١٥,٦°م.

المعاملة	الجذور المصابة بأضرار البرودة (٪) فى أصناف[1]			
	Travis	Centennial	Jaspar	Jewel
علاج + أسبوع على ٧,٢°م + ٤ أسابيع على ١٥,٦°م	صفر	صفر	صفر	صفر
علاج + ٢ أسبوع على ٧,٢°م + ٣ أسابيع على ١٥,٦°م	صفر	١١	١١	٦
علاج + ٣ أسابيع على ٧,٢°م + ٢ أسبوع على ١٥,٦°م	٦	٢٥	٢٥	٢٣
علاج + ٤ أسابيع على ٧,٢°م + أسبوع على ١٥,٦°م	٧	٣٦	٣٧	٣٨

[1] ظهرت أضرار البرودة على مالا يقل عن ١٠٪ من السطح الخارجى للجذر – فى صورة نقر سطحية أو عفن فطرى – فى جميع الجذور التى صنفت على أنها مصابة بأضرار البرودة.

العيوب الفسيولوجية

من أهم هذه العيوب ما يلى:

١– القلب الصلب:

يظهر العيب الفسيولوجى القلب الصلب hardcore بفشل أجزاء من الجذر فى أن تصبح طرية أثناء الطهى ويعتقد بأن تلك الظاهرة تحدث بفعل التعرض للحرارة

المنخفضة على الأغشية الخلوية وعلى الرغم من قابلية جميع الأصناف للإصابة بالقلب الصلب، فإنها تختلف فى مدى تلك القابلية. وتعد الجذور غير المعالجة أكثر قابلية للإصابة عن الجذور المعالجة

٢- الفساد والتحلل:

يطلق لفظ الفساد والتحلل souring على الجذور التى تتلف أثناء المعالجة أو التخزين عقب تعرضها - قبل الحصاد - لظروف لاهوائية، تسببها حالة من الرطوبة الأرضية الزائدة قد تبدو الجذور فى بداية الأمر طبيعية المظهر، ولكنها تتحلل سريعًا أثناء التخزين، وتنطلق منها رائحة حامضية متخمرة واضحة وإذا لم يُكتمل تحلل الجذور فإنها تنكمش بشدة خلال ما يتبقى من فترة التخزين، وتكون صفاتها الأكلية رديئة

٣- التحلل الداخلى أو الإسفنجية:

تحدث حالة الإسفنجية pithiness فى جذور تبدو طبيعية المظهر الخارجى، ولكن تقل فيها الكثافة النوعية عن الجذور العادية، وتزداد فيها المسافات الداخلية بين الخلايا إلى أكثر من ١٢٪ وقد أرجعت تلك الحالة إلى حدوث زيادة فى معدل التنفس والفقد الرطوبى، وتتباين الأصناف فى قابليتها للإصابة وعندما تكون ظروف المعالجة والتخزين محفزة للأيض السريع فإنها تزيد من التحلل الداخلى internal breakdown والإسفنجية، حيث تُستهلك المواد الكربوهيدراتية سريعًا كذلك تزداد الظاهرة عند حدوث التبرعم فى المخازن، وعند تعرض الجذور فى التربة - قبل الحصاد - لحرارة منخفضة، مثل ٥-١٠°م وتختلف الأصناف فى شدة حساسيتها للإصابة بتلك الظاهرة

٤- التشقق:

قد تظهر التشققات على جذور البطاطا أثناء النمو أو التخزين. وتكون الشقوق التى تظهر أثناء التخزين طولية وقريبة من نهاية الجذر، كما تكون - بصورة عامة - أقل عمقًا من تشققات النمو (Afek & Kays ٢٠٠٤، و Kays ٢٠٠٤)

التصدير

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكثر الدول المصدرة للبطاطا، ويأتى بعدها فى المرتبة إسرائيل وجنوب أفريقيا، ثم مصر.

ويبلغ إجمالى كميات البطاطا المصدرة من مصر سنويًا حوالى ٤٠٠٠ طن، وهو ما يعادل حوالى ٢٪ من الإنتاج الكلى.

تطلب الأسواق الأوروبية البطاطا على امتداد العام، ويزداد الطلب عليها خلال فصل الشتاء

وبينما يزداد الطلب على استهلاك البطاطا فى الدول الأوروبية فإنها – وعلى خلاف عديد من الحاصلات الأخرى – لا تخضع لأى قيود تتعلق باستيرادها فى دول السوق الأوروبية وتعد الملكة المتحدة سوقًا واعدة، وخاصة بالنسبة للصنف بيوريجارد Beauregard.

ينص القانون المصرى على أنه يجب أن تكون جذور البطاطا المعدة للتصدير من الأصناف المحلية (مبروكة وأبيس) متجانسة، ومنتظمة الشكل، وملساء ونظيفة، وألا يقل قطر الجذر الواحد فى الجزء الأوسط عن ٥سم، وألا يزيد طول الجذر على ١٥ سم، وأن يتراوح وزنه من ١٨٥–٢٢٥ جرام، وأن تكون خالية من العفن الأسود أو العفن الطرى ويسمح بنسبة لا تزيد على ٥٪ بالوزن فى كل عبوة من البطاطا المحتوية على الجذور الجانبية، والنموات الخضراء، وكذا القطوع، والجروح الملتئمة

وعالميًا .. تصرح جذور البطاطا حسب الحجم إلى الفئات التالية:

الفئة ورمزها		مدى الوزن (جم)
صغيرة	S	١٠٠–١٥٠
متوسطة	M	١٥٠–٣٠٠
كبيرة (١)	L1	٣٠٠–٤٥٠
كبيرة (٢)	L2	٤٥٠–٦٠٠
كبيرة جدًا	EL	٦٠٠–٨٠٠
ضخمة	G	٨٠٠–٩٥٠

وأنسب فئة للتصدير هى المتوسطة تليها فئة كبيرة (١).

يتوقف الوزن الصافى المناسب للكراتين التى تعبأ فيها البطاطا على سوق التصدير، ويكون – عادة – ٧ كجم لفرنسا، و ٨ أو ١٠ كجم للمملكة المتحدة، و ٥ كجم للأسواق الخليجية. ويجب أن تكون الكراتين قوية لكى تتحمل الشحن البحرى دون أن تنهار.

ولكى يكون التصدير اقتصاديًا، فإنه يتعين أن يكون الشحن بطريق البحر.

البطاطا المجهزة للمستهلك

لم يظهر أى تلون بنى بالبطاطا المجهزة للمستهلك fresh-cut (مبشورة أو أصابع أو شرائح). كما لم يظهر أى طعم غير مرغوب فيه بعد ٨ أيام من التخزين على ٥°م (Padda & Picha ٢٠٠٨).