٧ – تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون :

تؤدى التركيزات العالية من الغاز (من ٥٪–١٥٪) مع التركيز العادى للأوكسجين (٢١٪) إلى منع تكوين البيريدرم ، وخفض ترسيب السيوبرين .

٨ – مانعات الإنبات Sprout inhibitors :

تؤدى المعاملات التى تمنع تنبيت الدرنات أثناء التخزين إلى تثبيط تكوين بيريدرم الجروح ، سواء أكانت هذه المعاملات فيزيائية مثل التعرض لأشعة جاما ، أم كيميائية مثل المعاملة بإستر الميثايل لنفثالين حامض الخليك methyl ester of napthalenacetic acid (Burton ١٩٧٨) .

التدرج

تدرج درنات البطاطس حسب الحجم بواسطة آلات خاصة ، ويجرى ذلك قبل التسويق؛ وهو الذى قد يكون بعد الحصاد مباشرة ، أو بعد التخزين . ويجب فى الحالة الأخيرة رفع درجة حرارة الدرنات إلى ١٠م قبل إجراء عملية التدريج ؛ لأن إجراءها وهى باردة يجعلها أكثر عرضة للتجريح وللإصابة بالتبقع الأسود الداخلى .

ويتم أثناء التدريج تقسيم البطاطس إلى رتب لا تتجاوز فيها العيوب الشكلية حدودا معينة. وقد بين المُشرّع المصرى تفاصيل هذه الرتب فى قانون تصدير البطاطس (يراجع لذلك الجزء الأخير من هذا الفصل) . أما الرتب الدولية للبطاطس بمواصفاتها المفصلة ، والمزودة بالصور الملونة، فيمكن الإطلاع عليها فى Org. Eco. Coop. & Dev. (١٩٧٧)، كما لخص Seelig (١٩٧٢) رتب البطاطس ومواصفاتها فى الولايات المتحدة الأمريكية .

المعاملة بمثبطات التبرعم

من أهم المركبات التى تستخدم على نطاق تجارى فى منع تزريع الدرنات (Sprout Inhibitors) أثناء التخزين ، بما يسمح بتخزين البطاطس فى حرارة مرتفعة نسبيًا توفر تراكم السكر فى الدرنات ، ما يلى :

١ – الماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide :

يكتب اختصارا MH؛ وهو ملح البوتاسيوم كمركب 1,2,dihydro-3,6-pyridazinedione .

ولا يستعمل الماليك هيدرازيد maleic hyrazide إلا فى الحقل ؛ حيث ترش به النباتات وهى مازالت خضراء بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون وبمعدل حوالى كيلو جرام واحد من المادة لكل فدان قبل الحصاد بنحو ٤-٧ أسابيع. وإذا أجريت المعاملة فى الموعد المناسب، فإنها تكون فعالة للغاية فى منع التزريع فى المخازن لمدة خمسة شهور على الأقل، لكن المعاملة المبكرة تؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الدرنات المشوهة، كما لا تكون المعاملة المتأخرة فعالةً فى منع التزريع .

وأفضل وقتٍ للمعاملة إما بعد سقوط البراعم الزهرية مباشرةً ، وإما حينما يبلغ قطر الدرنات حوالى ٢,٥-٥ سم حسب الصنف . وقد نجحت المعاملة بالماليك هيدرازيد فى تثبيط إنبات براعم جميع الأصناف ويُحدث الماليك هيدرازيد تأثيره من خلال منعة لتمثيل البروتين والأحماض النووية ؛ ومن ثم منع انقسام الخلايا .

وللمعاملة بالماليك هيدرازيد مميزات أخرى ؛ منها ما يلى :

أ - زيادة الكثافة النوعية للدرنات .

ب - خفض تراكم السكريات المختزلة فى الدرنات ، والفقد فى وزنها أثناء التخزين .

جـ - منع إنبات الدرنات الصغيرة التى تترك فى الحقل عند الحصاد ؛ ومن ثم تجنب انتشار الأمراض الفيروسية - التى قد تحملها - فى موسم الزراعة التالى .

ومن عيوب المعاملة بالماليك هيدرازيد أنها تؤدى إلى زيادة الجلوكوز فى الدرنات المخزنة على ٥°م بدرجة أعلى من تلك المخزنة فى نفس الحرارة ، ولكن بدون معاملة (Gichohi & Pritchard ١٩٩٥) .

٢ - مركب سى أى بى سى (كلوربروفام) :

يعرف هذا المركب تجاريًا باسم كلوربروفام Chlorpropham ؛ وهو أيزوبروبايل-٣-كلوروفينايل كاربامات isopropyl 3-chlorophenylcarbamate، ويكتب اختصاراً : CIPC .

تؤدى المعاملة إلى منع التزريع نهائيا فى المخازن (لمدة تزيد على ثلاثة شهور) عندما تكون ظروف التخزين جيدةً . وتجرى المعاملة بالمركب بإحدى الطرق التالية :

أ - تعفيرًا أثناء دخول الدرنات فى المخازن .

ب – تبخيرًا فى المخازن، مع ضرورة التحكم فى التهوية وسرعة الهواء ؛ لضمان توزيع المادة جيدًا .

جـ – بغمر الدرنات فى محلول مائىّ ، أو مستحلب شمعىّ من المادة بتركيز ٠,٥٪ قبل التخزين ، أو أثناء الغسيل والتدريج قبل التعبئة .

د – تعبئة الدرنات فى أكياس ورقية ذات أسطح داخلية معاملة بالمادة . ويكفى ٢٠–٣٠ جم من المادة لكل طنّ من الدرنات .

وتعتبر المعاملة بالتبخير أفضل الطرق ، وتجرى بتسخين المركب مع الاستعانة بمولّد ضباب aerosol generator لحقن المركب كغاز فى هواء المخزن . ويلزم تواجد المركب بتركيز لايقل عن ٢٠ جزءًا فى المليون فى قشرة الدرنة ؛ لوقف إنبات البراعم .

ويحدث المركّب تأثيره من خلال منعه لتمثيل البروتين .

ومن بين التأثيرات الأخرى المفيدة التى تحدثها المعاملة بالسى آى بى سى تقليل الفقد فى الوزن ، وتثبيط أيض السكروز ، ومنع فقد فيتامين ج أثناء التخزين .

ويعيب مادة الـ CIPC أنها تمنع تكوين بيريدرم الجروح ، وتمنع انقسام الخلايا تحت الأسطح المقطوعة مباشرةً ، وتقلل من ترسيب السيوبرين ؛ الأمر الذى يزيد من فرصة إصابة الدرنات المعاملة بالعفن ، إلا إذا أجريت المعاملة بعد بضعة أسابيع من الحصاد حينما يكتمل التئام الجروح .

كذلك قد تحفز التركيزات المنخفضة جدًا من المركب نمو البراعم داخليًّا Internal Sprouts ، وذلك عيب فسيولوجى ، وتظهر هذه الحالة أحيانًا عندما تؤدى المعاملة إلى موت البرعم الطرفى دون التأثير على البراعم الأخرى (عن Weaver ١٩٧٢).

٣ – مركب آى بى سى (بروفام) :

يعرف البروفام Propham بالاسم الكيمائى أيزو بروبايل–٣–فينايل كاربامات isopropyl 3-phenylcarbamate (يكتب اختصارًا : IPC)؛ وهو قد يستعمل منفردًا، أو مع الكلوربروفام (CIPC) بعد خلطهما معًا بنسب متساوية بمعدل ١ جم من المخلوط لكل طنّ من الدرنات . ويلزم إجراء عملية العلاج التجفيفى للدرنات ؛ للمساعدة على التئام الجروح فيها قبل معاملتها بهذين المركبين ؛ لأنهما يمنعان تكوين بيريدرم الجروح .

وتؤدى المعاملة بالبروفام إلى منع تزريع الدرنات لمدة لاتقل عن ثلاثة شهور. وعندما عوملت الدرنات بمخلوط المركبين معًا فى صورة مسحوق ، لم يتبق فيها - بعد شهر من المعاملة - سوى آثار من البروفام . ولكن عندما عوملت الدرنات بالكلوربروفام فقط - على صورة ضباب acrosol - وجدت آثار من كلا المركبين - بروفام وكلوروبروفام - بعد انتهاء فترة التخزين، وأدى تقشير البطاطس قبل تقدير متبقيات المركبين إلى نقص تركيزهما بدرجة كبيرة (Conte وآخرون ١٩٩٥).

٤ - مركب تى سى إن بى TCNP :

كان الهدف من استعمال مركب تتراكلورونيتروبنزين 2,3,5,6-tetrachloro-1-nitrobenzene فى بداية الأمر هو مكافحة فطر *Rhizoctonia solani* على نموات الدرنات التى تستخدم كتقاوٍ. وقد طورت المعاملة بعد ذلك؛ لمنع تزريع الدرنات فى المخازن التى لا يمكن خفض حرارتها عن ٧°م . ويستعمل المركب فى صورة التحضير التجارى فيوزاركس Fusarix، بمعاملة كلٍ من الدرنات المعدة للاستهلاك ، وتلك المعدة لاستعمالها كتقاوٍ عندما تكون فترة سكونها قصيرة؛ ذلك لأن المركب لا يوقف إنبات البراعم بصورة نهائية. يستعمل هذا المركب تعفيرًا بمعدل ١٠٠ جم من المادة الفعالة لكل طنٍ من الدرنات أثناء وضع المحصول فى المخازن ويحتوى التحضير التجارى تكنازين technazine على ٥٪ من المادة الفعالة . وتوقف المعاملة إنبات البراعم لفترة كبيرة . وتؤدى تهوية الدرنات لعدة أسابيع إلى تخليصها من المركب ، واستعادة مقدرتها على الإنبات؛ لذا .. يمكن استعماله فى معاملة تقاوى البطاطس عند الرغبة فى تخزينها بدون تزريع . ومن بين جميع المركبات المستعملة فى معاملة الدرنات بعد الحصاد لمنع تزريعها ، نجد أن 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) .

٥ - مركب إم إى إن أى MENA :

يعرف هذا المركب بالاسم الكيميائى مثيايل إستر نفثالين حامض الخليك methyl ester of napthaleneacetic acid (اختصارا : MENA) ، وهو يستعمل على صورة مسحوقٍ بمعدل ٢٥-٥٠جم منه لكل طنٍ من الدرنات حسب طريقة المعاملة ، وفترة التخزين المرغوبة ، فقد تجرى المعاملة بواسطة تعفير الدرنات مباشرةً بمعدل ٢٥ جم لكل طنٍ من الدرنات بعد خلط المادة ببودرة التلك ، أو بالتربة الناعمة ؛ لضمان تجانس توزيعها .

ويفضل استعمال التربة ؛ لأن اللون الأبيض الذى تتركه البودرة لا يكون مرغوبًا فيه . وقد تتم المعاملة بتشبيع نوعٍ خاصٍ من الورق بالمركب ، ثم يخلط بالدرنات بمعدل ٥٠ جم من المادة لكل طنٍ من الدرنات ؛ ذلك لأن المركب يتحول إلى الصورة الغازية فى حرارة الغرفة (عن Stalknect ١٩٨٣) .

كما يمكن إدخال المركب فى صورة غازيةٍ مع الهواء الخارجى المستعمل فى التهوية، مع وقف إدخال أى هواء خارجيٍ إضافيٍ لمدة ٢٤-٤٨ ساعة بعد المعاملة، ولكن مع تشغيل أجهزة التهوية لتحريك الهواء داخل المخزن ؛ وذلك لضمان وصول المركب إلى جميع الدرنات فيه (Talburt & Smith ١٩٥٩) .

هذا .. وليس للمعاملة بهذه المادة أى تأثيرٍ على طعم الدرنات، أو صلاحيتها للاستهلاك، لكن عيبها الرئيسى هو أنها تمنع تكوين بيريدرم الجروح ؛ مما يزيد من فرصة تعفن الدرنات إذا جرحت بعد إجراء عملية العلاج التجفيفى. ولاتعامل الدرنات المعدة لاستعمالها كتقاوى بهذه المادة ، لكن يمكن تنبيت الدرنات المعاملة بغسلها بالماء والصابون ، ثم معاملتها بالإيثيلين كلوروهيدرين (عن Avery وأخرين ١٩٤٧).

٦- مركب نونانول Nonanol :

يوجد مركب ٣-٥-٥ ترای ميثايل هكسان-١-أول 3-5-5-trimethylhexan-1-ol (نونانول) فى صورة سائلة؛ وهو يستعمل على صورة بخار بتركيز ٠,١ ملليجرام/لترٍ من الهواء الذى يدفع فى جو المخزن بمعدل ١٠م٣/طن من الدرنات/ساعة. ويظل تأثير المعاملة ساريًا لمدة ٢-٣ أسابيع بعد انتهائها، وبداية تهوية المخازن؛ وعليه فإنه يمكن الاقتصاد فى استعماله بإجراء المعاملة لمدة أسبوعين ، يعقبها أسبوعان بدون معاملةٍ ، وهكذا . ويلزم ٣٥ كجم من المركب لكل ١٠٠ طنٍ من الدرنات لكل أسبوعين من المعاملة (Burton ١٩٧٨) .

٧ - مركبات أخرى :

من المركبات الأخرى التى استعملت بنجاحٍ فى منع تزريع الدرنات فى المخازن ما يلى :

أ - مركبات تستعمل على صورة أبخرة ؛ مثل :

nonyl alchol	propargyl alchol	decyl alchol
dipropargyl ether	2, 5, 5-trimethyl-1-1-hexanol	

ب – مركبات تستعمل رشًا على الدرنات ؛ مثل :

2-ethyl butanol 2-ethyl hexanol

٨ – المستخلصات النباتية الطبيعية :

أحدثت المعاملة بالزيوت المستخلصة من كلٍ من الخزامى (اللافندر lavender) *Lavandula angustifolia* ، وحصى البان (الروزماري rosemary) *Rosmarinus officinalis* ، والمريمية أو القصعين (السيج Sage) *Salvia fruticosa* .. أحدثت جميعها تثبيطًا لإنبات براعم درنات البطاطس التى عوملت بها، كما أحدثت المعاملة بالأعشاب ذاتها تأثيرًا مماثلاً للمعاملة بالزيوت المستخلصة منها. وكان التأثير المثبط مؤقتًا؛ حيث أنبتت البراعم بصورةٍ طبيعيةٍ بعد زوال تأثير المعاملة (Vokou وآخرون ١٩٩٣) .

كذلك وجد أن مركب الكارفون carvone الذى يتوفر فى زيوت بذور الكراوية والشبت قادر على تثبيط إنبات براعم درنات البطاطس بنفس كفاءة المعاملة بالـ IPC ، أو بالـ CIPC . وقد امتد تأثير المعاملة لفترةٍ طويلةٍ دامت لمدة ٢٥٠ يومًا، انخفض بعدها تركيز المركب فى الدرنات المعاملة إلى جزءٍ واحدٍ فى المليون ، ولكن أمكن للبراعم أن تنبت بعد زوال أثر المعاملة التى يعتقد أنها ثبطت نشاط إنزيم hydroxymethylglutaryl-CoA reductase (Hartmans وآخرون ١٩٩٣) .

ويستعمل الكارفون حاليًا فى أوروبا تحت الاسم التجارى تالنت Talent ؛ لمعاملة البطاطس المعدة للاستهلاك الطازج، أو لأجل استعمالها كتقاوٍ؛ بهدف منع تزريعها أثناء التخزين ، كما تجرى محاولات لاستعمال المركب كمبيدٍ فطريٍ لمكافحة كلٍ من الجرب، وعفن فوما ، والعفن الجاف .

التخزين

تخزن البطاطس بطريقتين رئيسيتين ؛ هما التخزين فى النوالات وفى الثلاجات . ويجب ألا تخزن سوى الدرنات المكتملة النضج والمفروزة جيدًا .

التخزين فى النوالات

النوالة عبارة عن بناءٍ مظللٍ يسمح بمرور الهواء بُحريةٍ من جوانبه ، ومن السقف