المعاملة بمثبطات التزريع

المعاملة بالمركبات الكيميائية

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

١– الماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide:

يكتب اختصارً 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 كيلوجرام واحد من المادة لكل فدان قبل الحصاد بنحو ٤–٧ أسابيع. وإذا أجريت المعاملة فى الموعد المناسب، فإنها تكون فعّالة 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 فعّالة فى منع التزريع. ولم تكن لتلك المعاملة أية تأثيرات على محصول البطاطس أو جودة الدرنات، كما ترتب عليها عدم انكماش الدرنات أو التدهور فى الجودة أثناء التخزين. وقد تميزت الدرنات التى حُصِلَ عليها من حقول تمت معاملتها بالمركب انخفاض محتواها من كل من السكريات المختزلة وغير المختزلة عندما خزنت على ٧°م (Peterson وآخرون ١٩٥١).

وأفضل وقت للمعاملة إما بعد سقوط البراعم الزهرية مباشرة، 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 منعه 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).

تجرى المعاملة فى الحقل على النباتات السليمة النامية التى لم تتعرض لظروف غير مناسبة، وذلك قبل ما لا يقل عن أسبوعين من معاملة قتل النموات الخضرية. وإذا هطلت الأمطار فى خلال الأربع وعشرين ساعة التالية للمعاملة فإنها تصبح أقل كفاءة، كما لا تجوز المعاملة بالماليك هيدرازيد عند ارتفاع الحرارة عن ٢٩°م.

ومن أمثلة المنتجات التجارية للماليك هيدرازيد ما يلى:

Royal MH-30XTRA	Royal MH-30SG
Super Sprout Stop	Super Stop 80WS
Maleic Hydrazide 1.5K	Sprout Stop

٢- مركب سى أى بى سى (كلوربروفام):

يعرف هذا المركب تجاريًّا باسم كلوربروفام Chlorpropham؛ وهو أيزوبروبايل –إن– ٣–كلوروفينايل كاربامات isopropyl-N-(3-chlorophenyl)carbamate، ويكتب اختصارًا: CIPC.

تؤدى المعاملة إلى منع التزريع نهائيًّا فى المخازن (لمدة تزيد على ثلاثة شهور) عندما تكون ظروف التخزين جيدة.

وتجرى المعاملة بالمركب بإحدى الطرق التالية:

أ- تعفيرًا أثناء دخول الدرنات فى المخازن.

ب- تبخيرًا فى المخازن (كإيروسول) مع ضرورة التحكم فى التهوية وسرعة الهواء.

لضمان توزيع المادة جيدًا. ومن المنتجات التجارية المستخدمة Sprout Nip 7A، و CIPC 98A.

جـ- رشًا على الدرنات بمحلول مائى أو مستحلب مركز على الدرنات بعد خروجها من المخزن لأجل تعبئتها.

يستخدم لذلك ١٪ مستحلب بمعدل لتر واحد من المستحلب لكل طن من الدرنات أثناء تواجدها على مناضد التجفيف. ومن المنتجات التجارية Sprout Nip EC.

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

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

ويحدث المركُب 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 جـ أثناء التخزين.

ويعيب مادة الـ CIPC أنها تمنع تكوين 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 بضعة أسابيع من الحصاد حينما يكتمل التئام الجروح.

كذلك قد تحفز التركيزات المنخفضة جدًّا من المركب نمو البراعم داخليًّا Internal Sprouts، وذلك عيب فسيولوجى، وتظهر هذه الحالة أحيانًا عندما تؤدى المعاملة إلى موت البراعم 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 طن 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 لا تقل 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 aerosol — 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 كتقاو. وقد طورت المعاملة بعد ذلك؛ لمنع تزريع الدرنات فى المخازن إن لم يرغب فى خفض حرارتها عن ٧°م. ويستعمل المركب فى صورة التحضير التجارى فيوزاركس Fusarix. بمعاملة كل من الدرنات المعدة للاستهلاك، وتلك المعدة لاستعمالها كتقاو عندما تكون فترة سكونها قصيرة؛ ذلك لأن المركب لا يوقف إنبات البراعم بصورة نهائية. يستعمل هذا المركب تعفيرًا بمعدل ١٠٠ جم من المادة الفعّالة لكل طن من الدرنات أثناء وضع المحصول فى المخازن. ويحتوى التحضير التجارى تكنازين technazine على ٥٪ من المادة الفعّالة. 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 (اختصارًا: MENA)، وهو يستعمل على صورة مسحوق بمعدل ٢٥-٥٠جم منه لكل طن من الدرنات حسب طريقة المعاملة، وفترة التخزين المرغوبة، فقد تجرى المعاملة بواسطة تعفير الدرنات مباشرة بمعدل ٢٥ جم لكل طن 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 نوع خاص من الورق بالمركب، ثم يخلط بالدرنات بمعدل ٥٠ جم من المادة لكل طن من الدرنات؛ ذلك لأن المركب يتحول إلى الصورة الغازية فى حرارة الغرفة (Stalknect ١٩٨٣).

كما يمكن إدخال المركب فى صورة غازية مع الهواء الخارجى المستعمل فى التهوية، مع وقف إدخال أى هواء خارجى إضافى 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 تأثير 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. ولا تعامل الدرنات المعدة لاستعمالها كتقاو بهذه المادة، لكن يمكن تنبيت الدرنات المعاملة بغسلها بالماء والصابون، ثم معاملتها بالإثيلين كلوروهيدرين (عن Avery وآخرين ١٩٤٧).

٦- مركب دى أى بى إن DIPN:

كانت المعاملة مرتين بالـ diisopropylnaphthalene (اختصارًا: DIPN) – كما فى المنتج التجارى Amplify بمعدل ٣٠٠ مجم/كجم من الدرنات الطازجة بنفس فاعلية الـ

CIPC بتركيز ٢٢ مجم/كجم فى منع تزريع الدرنات خلال ١٠ شهور من التخزين. أما الـ 1,4-dimethylnaphthalene (اختصارًا: DMN) – كما فى المنتج التجارى 1.4 Sight – فكان مؤثرًا أيضًا فى منع التزريع، ولكن ليس بنفس قوة الـ DIPN أو الـ CIPC. وقد كانت معاملة واحدة بأى من الـ DIPN أو الـ DMN بمعدل ٣٠٠ مجم/كجم كافية لمنع التزريع على المدى القريب. وقد أوضح التحليل أن متبقيات كلاً من الـ DIPN و الـ DMN كانت بعد ١٠ شهور من التخزين مماثلة لمتبقيات الـ CIPC أو أقل منها (Lewis وآخرون ١٩٩٧، و Afex & Kays ٢٠٠٤).

٧- مركب ١، ٨ سنيول:

على الرغم من أن المعاملة بالـ 1,8-cineole كانت أكثر فاعلية عن معاملة الـ CIPC فى منع تزريع البطاطس خلال ٢٥ أسبوعًا من التخزين، إلا أن الدرنات المعاملة بالـ cineole كانت أعلى محتوى من كل من السكروز والسكريات المختزلة، وكان لون البطاطس المقلية المجهزة منها أكثر دكنة عما كان عليه الحال فى المعاملة بالـ CIPC ومعاملة الكنترول (Daniels-Lake وآخرون ١٩٩٦).

٨- الإثيلين

يؤدى خفض تركيز الإثيلين فى هواء مخازن البطاطس إلى تقليل تزريعها، إلاّ أن تقليل بزوغ النبت ونموه يتطلب خفض تركيز الإثيلين إلى أقل من ٠,٠١ جزء فى المليون (Wills وآخرون ٢٠٠٣).

وقد أدى استمرار تعريض درنات البطاطس للإثيلين بمعدل ١٦٦ ميكرومول لكل م^{٣} من المخزن إلى الحد من تزريع الدرنات والحد من نمو النبت فى الدرنات التى حدث فيها تزريع، إلا أن البطاطس المحمرة المجهزة منها كانت أكثر دكنة عن تلك التى جهزت من درنات عوملت بالـ CIPC (Prange وآخرون ١٩٩٨).

وفى دراسة خزنت فيها الدرنات لمدة ٢٥ أسبوعًا على ٩°م وعوملت – بصورة منتظمة – بتركيزات ٠,٤، و ٤، و ٤٠، و ٤٠٠ جزء فى المليون من الإثيلين، مقارنة بعدم المعاملة أو بالمعاملة بالـ CIPC بدون إثيلين مع التخزين فى نفس الظروف، كانت لمعاملة الإثيلين

تأثيرًا واضحًا فى منع التزريع تناسب طرديًا مع التركيز المستخدم منه. وبينما كانت تركيزات ٤، و ٤٠، و ٤٠٠ جزء فى المليون من الإثيلين مماثلة فى فاعليتها لمعاملة الـ CIPC، فإن تركيز ٠,٤ جزء فى المليون كان وسطًا فى تأثيره على التزريع بين معاملة الـ CIPC والكنترول غير المعامل. وقد حدثت زيادة فى دكنة الشبس المجهز من الدرنات التى عوملت بالإثيلين فى خلال خمسة أسابيع من التخزين، ولكن تلك الزيادة تناقصت بعد ذلك، وإن بقيت دكنة لون الشبس بعد ٢٥ يومًا من التخزين أعلى فى معاملة الإثيلين بتركيز ٤، و ٤٠ جزءًا فى المليون عما كان عليه الحال فى معاملة الـ CIPC. كذلك لم يختلف الفقد فى الوزن بين معاملات الإثيلين ومعاملة الـ CIPC، بينما بلغ الفقد ٥٠٪ بعد ٢٥ أسبوعًا من التخزين فى معاملة الكنترول (Daniels-Lake وآخرون ٢٠٠٥).

هذا .. إلاّ أن الإثيلين لم يستخدم تجاريًا – بعد – لمنع التزريع فى درنات البطاطس.

٩- فوق أكسيد الأيدروجين

كان معدل التزريع (وجود نموات برعمية يزيد طولها عن ملليمترين) فى درنات البطاطس، التى عوملت مرة واحدة أو أربع مرات (مرة كل خمسة أسابيع) بأى من فوق أكسيد الأيدروجين بلص hydrogen peroxide plus (اختصارًا: HPP)، أو بالـ chlorpropham (اختصارًا: CIPC) كضباب قبل وأثناء تخزينها لمدة ٦ شهور على ١٠ ± ١°م كما يلى (Afek وآخرون):

المعاملة	معدل التزريع (٪)
HPP ٤ مرات	صفر
CIPC ٤ مرات	صفر
الكنترول	٨٤
HPP مرة واحدة	٦١
CIPC مرة واحدة	٥٨
الكنترول	٨٧

١٠- مركب نونانول Nonanol:

يوجد مركب ٣-٥-٥ ترای میثایل هکسان-١-أول 3-5-5trimethylhexan-1-ol (نونانول) فی صورة سائلة؛ وهو یستعمل علی صورة بخار بترکیز ٠,١ ملليجرام/لتر من الهواء الذی یدفع فی جو المخزن بمعدل ١٠م٣/طن من الدرنات/ساعة. ویظل تأثیر المعاملة ساریًا لمدة ٢-٣ أسابیع بعد انتهائها، وبداية تهوية المخازن؛ وعلیه فإنه یمکن الاقتصاد فی استعماله بإجراء المعاملة لمدة أسبوعین، یعقبها أسبوعان بدون معاملة، وهکذا. ویلزم ٣٥ کجم من المرکب لکل ١٠٠ طن من الدرنات لکل أسبوعین من المعاملة (Burton ١٩٧٨).

١١- مرکبات أخری

من المرکبات الأخری التی استعملت بنجاح فی منع تزریع الدرنات فی المخازن ما یلی:

nonyl alchol	propargyl alchol
decyl alchol	dipropargyl ether
2,5,5-trimethyl-1-1-hexanol	2-ethyl butanol
2-ethyl hexanol	salicylaldehyde
1,4-dimethylnaphthalene (DMN)	

وفی دراسة عوملت فیها درنات بطاطس من الصنف رصت بربانك قبل تخزینها بمثبطات التبرعم:

Isopropyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate (CIPC)
1,4-dimethylnaphthalene (DMN)
salicyladehyde
cineole

وجد بعد ١٦ أسبوعًا من التخزین علی ٧°م أن نسبة السکریات المختزلة تراوحت فی کل المعاملات بین ١٠,٥، و ١١,٨ مجم/جم وزن جاف، وهو ما یعد مقبولاً لصناعة الشبس (Yang وآخرون ١٩٩٩).

المعاملة بالمستخلصات النباتية الطبيعية والزيوت الأساسية

أحدثت المعاملة بالزيوت المستخلصة من كل من الخزامى (اللافندر lavender) *Lavandula angustifolia*، وحصى البان (الروزمارى 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 تأثيراً مماثلاً للمعاملة بالزيوت المستخلصة منها. وكان التأثير المثبط مؤقتًا؛ حيث أنبتت البراعم بصورة طبيعية 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 لفترة طويلة دامت لمدة ٢٥٠ يومًا، انخفض بعدها تركيز المركب فى الدرنات المعاملة إلى جزء واحد 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 كتقاو؛ بهدف منع تزريعها أثناء التخزين، كما تجرى محاولات لاستعمال المركب كمبيد فطرى لمكافحة كل من الجرب، وعفن فوما، والعفن الجاف.

وقد كانت المعاملة الكارفون بنفس فاعلية المعاملة بمخلوط الكلوربروفام chlorpropham مع البروفام propham فى تثبيط تزريع الدرنات، إلاّ إنه يتعين تكرار المعاملة به بمعدل ٠,١ مل لكل كيلوجرام من الدرنات كل ٤-٦ أسابيع أثناء التخزين، ليظل الـ S-carvone متواجدًا دائمًا حول الدرنات؛ علمًا بأنه يمكن استهلاك الدرنات بعد ١٥ يومًا من المعاملة (Reust ٢٠٠٠).

وتؤثر عديد من الزيوت الأساسية فى منع تبرعم درنات البطاطس. ومن بين أكثرها

تأثيرًا زيت الخُزامى (اللانفندر) lavender، وبدرجة أقل زيوت المريمية sage، وحصى البان rosemary (Afek & Kays ٢٠٠٤).

ويستخدم – كذلك – فى منع تزريع البطاطس معاملتها بالأحماض الأروماتية – والتى منها حامض الجاسمونك jasmonates – وقت الحصاد (Since Update-USDA – الإنترنت – ٢٠٠٧).

ويستخدم – حاليًا – الـ S-(+)-carvone (وهو monoterpene يستخلص من بذور الكراوية) تجاريًا لأجل تثبيط تزريع البطاطس فى المخازن، حتى أصبح منافسًا للـ CIPC الذى يستخدم لهذا الغرض منذ أمد بعيد.

وتُعد مستخلصات الـ spearmint والـ peppermint من البدائل التى يمكن استخدامها لمنع تزريع درنات البطاطس فى المخازن. أدت المعاملة بأى منهما مرتين إلى خفض التزريع لمدة ٣٠ يومًا. وقد كان مستخلص الـ peppermint أكثر كفاءة من مستخلص الـ spearmint. وقد أعطت المعاملة ثلاث مرات كفاءة عالية فى منع التزريع، ولكنها لم تدم سوى لمدة ٣٠ يومًا من المعاملة الأخيرة. هذا ولم يوجد أى تفاعل تداؤبى بين المعاملة بمستخلص الـ spearmint والمعاملة بالـ CIPC عندما تم الجمع بينهما (Kleinkopf وآخرون ٢٠٠٧).

وقد أمكن فصل مركبين من زيت النعناع، هما: menthone، و neomenthol كان استعمال مخلوط منها أكثر فاعلية فى منع تزريع البطاطس عن مركب الـ carvone المستخلص من الكراوية والمستعمل فى هولندا لهذا الغرض. ولقد أدت المعاملة بأبخرة المستخلصات إلى حماية البطاطس من التزريع لمدة ٢–٣ شهور من التخزين (Top Crop Manager – الإنترنت – ٢٠٠٧).

ولقد تبين لدى مقارنة تأثير أبخرة كل من الـ menthone والـ neomenthol بأبخرة الـ S-(+)-carvone أنهما كانا أكثر فاعلية فى منع تزريع البطاطس بمقدار ١٠ مرات عن الكارفون، وذلك عندما تمت المعاملة بهما – معًا – بتركيز ٠,٥ ميكروليتر لكل لتر (٥ حجم فى المليون) من كل منهما (Coleman وآخرون ٢٠٠١).

المعاملة ببعض الأنواع البكتيرية

أظهرت الدراسات أن معاملة درنات البطاطس فى المخازن بأى من السلالات البكتيرية VS11:P:12 من *Pseudomonas fluorescens*، أو S11:T:07 أو S11:P:08 من *Enterobacter* sp. (وجميعها مثبطة للإصابة بالعفن الجاف الفيوزارى) ثبطت تزريع الدرنات حتى بعد ٤–٥ شهور من التخزين بدرجة كانت مماثلة للمعاملة بتركيز ١٦,٦ جزءًا فى المليون من الـ CIPC الذى يعد المركب الكيميائى المصنع الوحيد المسجل – حاليًا – للاستخدام بعد الحصاد لأجل منع تزريع درنات البطاطس (Slininger وآخرون ٢٠٠٣).

المعاملة بأشعة جاما

من المعروف أن معاملة درنات البطاطس بأشعة جاما يؤدى إلى منع تزريعها أثناء التخزين، ولكن يجب أن يجرى ذلك بعد الانتهاء من معالجتها وتكوين بيريدرم الجروح.

فعلى الرغم من أن تعريض درنات البطاطس الحديثة الحصاد لأشعة جاما أدى إلى زيادة نشاط أول الإنزيمات فى سلسلة التفاعلات المؤدية إلى تمثيل اللجنين، وهو phenylalanine ammonia lyase بمقدار خمسة أضعاف عما كان عليه نشاطه فى درنات الكنترول التى لم تُعامل، فإن تمثيل اللجنين انخفض بمقدار ٤٠٪، وقد أرجع ذلك إلى أن نشاط إنزيم آخر أساسى فى عملية تمثيل اللجنين، وهو: cinnamyl alcohol dehydrogenese، الذى انخفض فى الدرنات التى عوملت بالإشعاع بنسبة ٣٠٪ (Ramamurthy وآخرون ٢٠٠٠).

مقارنات بين مختلف مثبطات التزريع، وعيوبها، والوضع الحالى لاستخداماتها

من الدراسات التى أجريت لأجل مقارنة فاعلية مختلف مانعات التبرعم، ما يلى:

- قورن تأثير المعاملة الكارفون carvone، والـ dimethylnaphthalene (اختصارًا:

DMN). والإثيلين بالمعاملة بالمركب القياسى التجارى CIPC (وهو isopropyl N-(3-chlorphenyl) carbamate) على تزريع البطاطس فى المخازن، ووجد بعد ٢٥ أسبوعًا من التخزين على ٩°م أن كل المعاملات كانت فعالة فى تقليل التبرعم إلا أنها تباينت فى أعداد النموات ووزنها الكلى حيث كان أشدها تأثيرًا معاملة الـ CIPC وتبعها – تنازليًا – معاملات الكارفون، فالإثيلين، فالـ DMN، فالكنترول بدون معاملة. وقد كانت معاملة الإثيلين هى أشد المعاملات وطأة فى التأثير السلبى على جودة الدرنات وصلاحيتها للتصنيع، حيث كانت الأكثر محتوى من كل من السكريات المختزلة والسكروز (Kalt وآخرون ١٩٩٩).

● وجد كذلك أن 1,8-cineole كان بنفس فاعلية الـ CIPC فى منع تبرعم درنات البطاطس، ولكن الأوزون لم يكن له تأثير يذكر (Afek & Kays ٢٠٠٤).

ومن أهم عيوب مانعات تبرعم البطاطس المستخدمة تجاريًا ما يلى:

١- يؤدى كل من الـ isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate (اختصارًا: CIPC)، والـ propham (يعطى الرمز IPC) إلى تثبيط عملية السوبرة وتكوين بيريدرم الجروح؛ بما يعنى ضرورة المعاملة بهما بعد المعالجة.

٢- يُعامل بالماليك هيدرازايد قبل الحصاد بنحو ٤-٦ أسابيع، وتؤدى المعاملة المبكرة عن ذلك إلى نقص المحصول، بينما لا تكون المعاملة المتأخرة عن ذلك مؤثرة فى منع التزريع.

٣- لا تكون المعاملة بالـ tencazene (يعطى الرمز TCNB) مؤثرة إذا كانت حالة السكون قد كُسِرَت بالفعل، أو كانت التهوية بحجرات التخزين زائدة، أو كان التخزين على أكثر من ١٠°م (Afek & Kays ٢٠٠٤).

هذا ومازال الـ CIPC مسموحًا باستخدامه فى منع تزريع درنات البطاطس، إلا أن المتبقيات المسموح بها منه فى الدرنات انخفضت – منذ عام ١٩٩٦ – من ٥٠ جزءًا فى المليون إلى ٣٠ جزءًا فى المليون فى الولايات المتحدة، مع احتمال حدوث تخفيضات مماثلة وقيود على استعماله فى دول أخرى.

ومن بين بدائل الـ CIPC التي درست واستخدم بعضها تجاريًا كمثبطات لتزريع البطاطس، ما يلي:

- الزيوت الأساسية، مثل زيوت الكراوية، والنعناع (الـ peppermint، والـ spearmint)، والقرنفل.
- مكونات الزيوت الأساسية، مثل الـ s-carvone، والـ eugenol.
- فوق أكسيد الأيدروجين.

هذا .. إلا أن المعاملة المستمرة بتلك المركبات أثناء التخزين تعد ضرورية لاستمرار فاعليتها كمثبطات للتزريع.

- مركبات النفثالين، مثل: dimethyl naphthalene، و diisopropyl naphthalene (Kleinkopf وآخرون ٢٠٠٣).

الإصابات المرضية ومعاملات الحد منها بعد الحصاد

نظرًا لأن أمراض المخازن الشائعة تتواجد طبيعيًا فى التربة، فإنها تنتقل إلى المخازن مع الدرنات. ولذا فإنه من الضرورى ليس فقط العمل على التئام الجروح للحد من اختراق مسببات الأمراض للأنسجة الداخلية للدرنة، وإنما كذلك خفض درجة الحرارة بأسرع ما يمكن بعد الفرز للحد من انتشار الأمراض بالدرنات المصابة، ومنها إلى السليمة.

ويستدل مما تقدم على أهمية الحرص فى الحصاد والتداول للحد من الخدوش والجروح والقطوع والتسلخات. وإذا ما ظهرت أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة أو الأمراض الأخرى على الدرنات يكون من الضرورى سرعة خفض درجة الحرارة حتى بدون معالجة، ولكن مع مراعاة سرعة التخلص من ذلك المحصول فلا يخزن لفترة طويلة.

هذا .. ويزداد نمو معظم مسببات الأمراض لوغاريتميًا مع ارتفاع الحرارة من ٤ إلى ٢٧°م. وبذا .. فإن الحرارة المنخفضة تقلل من فرصة الإصابات المرضية أثناء التخزين (Voss وآخرون ٢٠٠٧).