والفسيولوجية ، ومن ثم زيادة سرعة ظهور الأعراض فى الدرنات التى تكـــون قد تهيأت لظهور الأعراض فيها قبل الحصاد .

٥ – كذلك تزداد حدة الأعراض أثناء التخزين فى الدرنات التى لا تكون مكتملة التكوين عند الحصاد (عن Hiller وآخرين ١٩٨٥) .

التبقع الأسود الداخلى

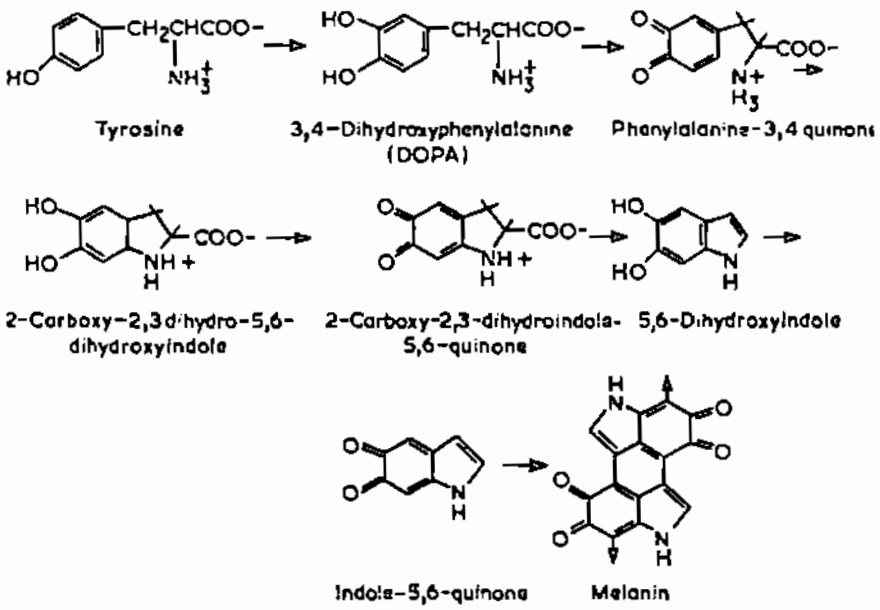
أعراض الإصابة

لاتظهر أعراض التبقع الأسود الداخلى Internal Black Spot – عادةً – إلا عند تداول الدرنات بعد إخراجها من المخازن. وهى تبدأ بانهيار الخلايا فى منطقة النسيج الوعـــائى التى تقع تحت جلد الدرنة بمسافة قصيرة ، يتراوح عمقها بين ١,٥ مم و ٨ مم ، وتظهر مناطق دائرية ذات لونٍ رماديٍ ضاربٍ إلى الزرقة، أو قد تكون أحيانًا بنية اللون. ويزداد ظهور هذه الأعراض فى طرف الدرنة القاعدى، وتقل بالاتجاه نحو الطرف القمى (شكـــل ٩–١١ ، يوجد آخر الكتاب) .

ويبدأ ظهور الأعراض بعد يوم واحد إلى ثلاثة أيام من تعرض الدرنات للضغوط التـــى تُحدث بها جروحًا داخلية ؛ لذا تسمى هذه الحالة أيضًا باسم التجريح الداخلـــى Internal Brusing . هذا .. ولا تصاحب هذه الأعراض الداخلية أية أعراضٍ خارجيةٍ .

وتتكون الصبغات التى توجد فى البقع السوداء نتيجة لتأكسد مواد فينوليـــة ؛ مثـــل : التيروزين tyrosine ، وربما حامض الكلوروجينك chlorogenic acid بفعل إنزيم الفينوليز phenolase. وتتكون صبغات مختلفة أثناء سلسلة التفاعلات؛ منها اللونان البنى والأحمر. وتنتهى التفاعلات بتكوين صبغة الميلانين melanin السوداء (شكل ٩–١٢). وتحـــدث التفاعلات المؤدية إلى إنتاج هذه الصبغات فى الخلايا التى بـــدأت فـــى التحلـــل بـــالفعل (Stevens & Davelaar ١٩٩٦) .

وتعتبر معظم أصناف البطاطس التى ترتفع فيها نسبة المادة الجافة – وهى الأصناف التى تصلح لصناعة الشبس – شديدة الحساسية لهذه الظاهرة. كذلك تزداد فرصة حـــدوث الإصابة فى الدرنات التى تتعرض للإصابات الميكانيكية وهى باردة ؛ مقارنةً بتلـــك التـــى تتعرض للإصابات وهى دافئة .



شكل (٩-١٢) : تكوّن صبغة الميلانين من التيروزين .

العوامل التى تهيئ الدرنات للإصابة

إن من أهم العوامل التى تهيئ الدرنات للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى ما يلى :

١ – الجروح والضغوط التى تتعرض لها الدرنات :

فلا تظهر هذه الحالة فى الدرنات التى تعرضت لضغوط تكفى لإحداث جروح داخلية فيها دون التأثير على جلد الدرنة ، وخاصة عند تداول الدرنات وهى مازالت باردة . وقد يحدث ذلك أثناء التخزين أو بعده .

٢ – حساسية الصنف :

تختلف الأصناف فى مدى حساسيتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى (Horneburg & Wirsing ١٩٩٥أ) ؛ فبينما يعد الصنف بونتياك – مثلاً – مقاومًا ، يعد الصنفان تيتون Teton ، وأونتاريو Ontario شديدى القابلية للإصابة .

٣ – فقدان الدرنات لجزءٍ من رطوبتها أثناء النمو أو التخزين :

تشتد الإصابة فى الدرنات الذابلة جزئيًا؛ الأمر الذى يحدث أحيانًا فى المناطق الحارة عند تعرض الحقل لظروف الجفاف ، كما قد يحدث أثناء التخزين بسبب فقد الدرنات لجزءٍ من رطوبتها . وتصبح الأنسجة الداخلية لهذه الدرنات الذابلة جزئيًا أكثر حساسيةً لأية ضغوطٍ خارجيةٍ ؛ ويعنى هذا العامل أن تعرض الدرنات المخزنة لأية ظروفٍ تؤدى إلى فقد الرطوبة يؤدى إلى تهيئتها للإصابة، ومن أهم هذه الظروف : درجة الحرارة العالية ، والرطوبة النسبية المنخفضة ، والتخزين لفتراتٍ طويلةٍ .

هذا .. إلا أن الدرنات الشديدة الذبول تكون أقل عرضةً للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى .

٤ – درجة حرارة الدرنات أثناء تعرضها للضغوط :

تزداد حساسية درنات البطاطس للإصابة بالجروح الداخلية – أثناء تعرضها للضغوط – كلما انخفضت درجة حرارتها .

٥ – مستويات الأسمدة الآزوتية والبوتاسية :

يؤدى التسميد الآزوتى الغزير ، أو نقص البوتاسيوم إلى تهيئة الدرنات للإصابة . ومما تجد الإشارة إليه أن نقص البوتاسيوم يرتبط بزيادة محتوى الدرنات من المركبات الفينولية ذات العلاقة بالتغيرات فى اللون . أما الفوسفور والكالسيوم فليست لهما علاقة بالإصابة .

وقد وجد Hornebury & Wirsing (١٩٩٥ب) أن الحد من الإصابة يتطلب تسميدًا عضويًا وبوتاسيًا جيدين ، وتسميدًا آزوتيًا محدودًا. كما وجد Joshi وآخرون (١٩٩٢) أن زيادة التسميد البوتاسى أدت إلى نقص محتوى الدرنات من التيروزين والفينولات الكلية ، مع نقصٍ فى إصابتها بالتبقع الأسود الداخلى .

٦ – الرطوبة الأرضية :

يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تهيئة الدرنات للإصابة ؛ بسبب تعرضها للذبول الجزئى فى هذه الظروف التى يمكن فيها للنموات الخضرية أن تسحب بعض احتياجاتها من الرطوبة من الدرنات ذاتها .

٧ – نضج الدرنات :

تعتبر الدرنات الناضجة أكثر قابلية للإصابة من الدرنات غير الناضجة . وأفضل وسيلة لخفض نسبة الإصابة بهذه الحالة الفسيولوجية هى برفع درجة حرارة الدرنات المخزنة إلى ٢٠°م قبل تدريجها أو تداولها لأى سبب كان ، كما أن تداول الدرنات وهى كاملة المحتوى الرطوبى يقلل من الإصابات بالتبقع الأسود الداخلى، إلا أنه يزيد الإصابة بالتشققات الخارجية (Gray & Hughes ١٩٧٨) .

التغيرات الداخلية المؤثرة فى الإصابة

يوجد ارتباط عال (r = ٠,٩٠) بين محتوى الدرنات من التيروزين الحر وقابليتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى ، وهذا المحتوى صفة وراثية يختلف باختلاف الأصناف ويتأثر بالعوامل البيئية، ولكن جميع الأصناف تحتوى درناتها على تيروزين حر ، ولاتظهر المقاومة إلا إذا انخفض محتوى الدرنات من التيروزين الحر عن ٤ ميكرومولات/جم من الوزن الجاف ؛ ولهذا السبب فإن جميع أصناف البطاطس تعد عرضة للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى ، ولكن معدلات الإصابة تتباين فيما بينها ، كما تتأثر بمختلف الظروف البيئية .

وقد تبين أن الطرف القمى للدرنة – وهو الأقل تعرضًا للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى – أقل محتوى من التيروزين الحر عن الطرف القاعدى .

كذلك وجد ارتباط معنوى سالب وعال (R تراوحت بين -٠,٨٥ و -٠,٩٧) بين محتوى الدرنات من التيروزين الحر ومحتواها من التيروزين المرتبط فى البروتين . وقد ترتب على ذلك عدم وجود اختلافات معنوية بين الأصناف فى محتوى درناتها من التيروزين الكلى ، والذى بلغ فى المتوسط حوالى ٢٦ ميكرومولاً بكل جرام من الوزن الجاف؛ ومن ثم عدم ارتباط محتوى الدرنات الكلى من التيروزين بقابليتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى .

كما لم توجد أية علاقة بين محتوى الدرنات من الفينولات الأخرى غير التيروزين وإصابتها بالتبقع الأسود الداخلى (Corsini وآخرون ١٩٩٢) ؛ بما فى ذلك حامض الكلوروجنك Chlorogenic Acid (عن Sabba & Dean ١٩٩٤) .

كذلك ارتبطت القابلية للإصابة بالتبقع الأسود الداخلي بنشاط إنزيم البروتينيز Proteinase فى خمسة أصناف من البطاطس ؛ الأمر الذى يفيد احتمال اعتماد القابلية للإصابة على مستويات البروتينيز - الذى يعمل على تمثيل البروتينات - وليس على تمثيل التيروزين ذاته (Sabba & Dean ١٩٩٤).

وقد وجد أن بعض أصناف البطاطس تزداد قابلية درناتها للإصابة بالتبقع الأسود الداخلى أثناء تخزينها على ٣°م لمدة ثمانية أشهر ، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط إنزيمات معينة فى هذه الأصناف ؛ هى إنزيمات : إندوبتديز endopeptidase ، وأمينو ببتديز aminopeptidase ، وكوريزميت ميوتيز chorismate mutase ؛ مما يفيد احتمال مسئولية هذه الإنزيمات عن زيادة مستويات بادئ الميلانين التيروزين الذى يرتبط بالتخزين البارد للدرنات (Sabba & Dean ١٩٩٦) .

وسائل الوقاية من الإصابة

للوقاية من الإصابة بالتبقع الأسود الداخلى فى درنات البطاطس تجب مراعاة ما يلى :

١ - تجنب كافة العوامل التى تتعرض لها الدرنات - قبل الحصاد وبعده - والتى تجعلها أكثر قابلية للإصابة ، وخاصة العوامل التى تؤدى إلى فقد الدرنات جزءًا من رطوبتها .

٢ - تداول الدرنات بحرص تام أثناء الحصاد وبعده ؛ لكى لا تحدث بها الكدمات التى تؤدى إلى ظهور أعراض الإصابة .

ولتحقيق ذلك .. تتعين مراعاة ما يلى :

١ - زراعة الأصناف الأقل قابلية للإصابة .

٢ - الاهتمام بعمليات الخدمة الزراعية ، وخاصة التسميد ، والرى ، ومكافحة الأمراض والآفات ؛ لأجل استمرار النمو الخضرى بحالة جيدة حتى الحصاد، مع إعطاء عناية خاصة للتسميد البوتاسى .

٣ - تراعى عند الحصاد الأمور التالية :

أ - توفير رطوبة أرضية بالقدر المناسب؛ فالتربة يجب أن تكون رطبة

جزئيًا ، ولكن سهلة التفتت friable عند الحصاد ، علمًا بأن جفاف التربة عند الحصاد يزيد كثيرًا من إصابة الدرنات ومن قابليتها للإصابة.

ب - قتل النموات إما ميكانيكيًا ، وإما كيميائيًا قبل الحصاد ، مع التأكد من أن جلد الدرنات لا تسهل إزالته .

جـ - عدم إجراء الحصاد إلا بعد ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للدرنات عن ٨°م ، ويتطلب ذلك أحيانًا إما تأجيل الحصاد إلى يوم اخر، وإما تأخيره إلى أن ترتفع الحرارة ظهرًا .

د - تبطين كافة الأسطح التى تتلامس معها البطاطس فى معدات الحصاد والتداول ، وضبط سرعة التشغيل فى جميع الأجهزة ، وخفض الارتفاعات التى تسقط منها الدرنات أثناء تداولها إلى ١٥ سم كحد أقصى ؛ وذلك لأجل منع حدوث الكدمات بالدرنات أو تقليل هذه الكدمات.

هـ - عدم تداول الدرنات إلا بعد ارتفاع حرارتها عن ٨°م (عن Hiller وآخرين ١٩٨٥) .

التلون البنى غير الإنزيمى

طبيعة الظاهرة

ترتبط ظاهرة التلون البنى غير الإنزيمى - بصورة مباشرة - بتركيز السكريات المختزلة فى الدرنات. وعلى الرغم من أن السكريات لا تشكل أكثر من ٣٪ من المادة الجافة بالدرنات، إلا أنها ذات أهمية كبيرة ؛ نظرًا لتسببها (حتى وهى بهذا التركيز المنخفض) فى تلون الشبس والبطاطس المحمرة أثناء قليهما باللون البنى .

وهذا التلون غير الإنزيمى non-enzymic browning يوجد منه نوعان : التكرمل caramelization ، وما يسمى بتفاعل ميلارد Maillard reaction .

ويرجع معظم التلون البنى غير الإنزيمى إلى تفاعل ميلارد الذى يحدث بسرعة فى درجة حرارة القلى (١٦٥-١٧٠°م) فى وجود الأحماض الأمينية . وعلى الرغم من أن هذا التفاعل لا يتم إلا فى وجود هذه الأحماض الأمينية ، فإن تركيزها غير مؤثر ؛ لأنها