لآخر. وقد انتقلت معظم هذه الأمراض وانتشرت جغرافيًا بواسطة الدرنات المصابة التى تستخدم كتقاو ؛ حيث تؤدى زراعتها إلى ظهور المرض على النباتات التى تنمو منها ، ثم انتشاره فى المنطقة بعد ذلك .

وقد شهد العالم عدداً من أوبئة البطاطس التى كانت لها آثار سيئة؛ ففى منتصف القرن الثامن عشر أدى انتشار فيرس التفاف الأوراق فى ألمانيا وإنجلترا إلى نقص كبير فى المحصول. وفى منتصف القرن التاسع عشر قضى مرض الندوة المتأخرة على محصول البطاطس فى الولايات الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة . وبعد ذلك بفترة وجيزة انتشر نفس المرض بصورة وبائية فى أيرلندا ، وقضى على المحصول تمامًا فى عدة سنوات متعاقبة؛ وتسبب فى إحداث مجاعات وهجرة نسبة كبيرة من السكان. وقرب نهاية القرن التاسع عشر انتشر مرض التثآلل Wart فى بعض الدول الأوروبية بدرجة كادت أن تقضى على الأصناف التى كانت منتشرة فى الزراعة حينئذ .

وقد كتب الكثيرون عن أمراض البطاطس؛ منهم : Bokx (١٩٧٢) بخصوص الأمراض الفيروسية ، و Hide & Lapwood (١٩٧٨) بخصوص الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية، و Evan & Trudgill (١٩٧٨) بخصوص الأمراض النيماتودية، و Hooker (١٩٨١) الذى كتب عن الأمراض بوجه عام .

الندوة المتأخرة

يسبب الندوة المتأخرة Late blight الفطر *Phytophthora infestans* .

الأعراض

تلاحظ أعراض الإصابة فى البداية فى حواف وأطراف الأوراق على صورة مساحات مائية المظهر، غير منتظمة الشكل تزداد تدريجيًا فى الحجم ، وتتحول أثناء ذلك إلى اللون البنى أو الأسود، مع ظهور هالة أبهت لونًا حولها (شكل ١٢-١ ، يوجد آخر الكتاب)، ثم تجف الأوراق المصابة وتموت . وفى الجو الجاف تبقى الأعراض على هذه الصورة المحدودة ، ولا تتكون جراثيم الفطر .

أما فى الجو الرطب، فإن الإصابة تنتشر بشدة، ويظهر زغب أبيض اللون على السطح السفلى للأوراق مقابل المساحات المصابة - وخاصة عند حوافها - يتكون من الجراثيم

الأسبورانجية للفطر وحواملها . ومع تقدم الإصابة ينتشر الفطر بسرعةٍ على النموات الخضرية؛ بما فى ذلك السيقان التى تظهر عليها بقع مماثلة لتلك التى تظهر على الأوراق. ويؤدى استمرار الإصابة إلى موت جميع الأجزاء الهوائية للنبات. وقبل أن تظهر الأعراض الوبائية للفحة يمكن الإحساس برائحة حريفة خفيفة تنتشر فى الحقول المصابة ، تكون نذيرًا بقرب ظهور الوباء .

كذلك تصاب الدرنات أثناء نمو النباتات فى الحقل ، لكن الأغلب أنها تتلوث بالفطر أثناء الحصاد عندما تتلامس مع نموات خضريةٍ مصابةٍ بالفطر . وتظهر على الدرنات المصابة مناطق بنية أو قرمزية اللون غير منتظمة الشكل. وإذا قطعت الدرنة فى المكان المصاب يلاحظ تلون أنسجتها تحت الجلد ولمسافة ١-١,٥سم فى منطقة الإصابة بلون بنيّ ضارب إلى الحمرة (شكل ١٢-٢ ، يوجد فى آخر الكتاب) . يُحدث الفطر عفنًا جافًا فى الدرنات ، إلا أنه قد يتحول إلى عفن طريّ إذا أصيبت الدرنة بكائنات أخرى ثانوية. هذا .. وتشتد إصابات الدرنات عند تساقط الأمطار أو مياه الرى بالرش التى تعمل على نقل جراثيم الفطر وأكياسه الأسبورانجية إلى حيث توجد الدرنات فى التربة .

تتميز الإصابة بالندوة المتأخرة بأن البقع المرضية لاتظهر فيها حلقات متتابعة حول مركزٍ واحدٍ ، ولا تحدها العروق الرئيسية للورقة ، كما فى الندوة المبكرة .

وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

يعيش الفطر من موسمٍ لآخر فى الدرنات المصابة المعدة لاستخدامها كتقاوٍ ؛ وهى التى تشكل المصدر الأولى للإصابة فى الحقل. وقد وجد أن المرض يمكنه أن ينتشر من بؤرةٍ أوليةٍ إلى مساحة كيلومترٍ مربعٍ كاملٍ خلال موسم النمو؛ وبذا فإنه يكفى أن تكون ٠,٠١٪ من التقاوى مصابة بالفطر لكى ينتشر المرض فى كل أرجاء الحقل . وتعد التقاوى القليلة الإصابة أشد خطورةً من التقاوى الشديدة الإصابة ؛ لأن الأخيرة لا تنبت، بينما تنتج الأولى نباتًا مصابًا يكون هو البؤرة الأولية التى ينتشر منها المرض فى الحقل.

كما يمكن أن تبدأ الإصابة - كذلك - من درناتٍ مصابةٍ تركت فى الحقل من موسمٍ سابق ؛ حيث تعطى عند إنباتها نباتاتٍ مصابةً تشكل مصدرًا أوليًا للإصابة .

ينتشر المرض فى الحقل بواسطة الكونيديا أو الجراثيم الأسبورانجية للفطر التى تنتقل

بواسطة المطر والرياح . يحتوى كل كيس جرثومىّ على ٨-١٢ جرثومةً هدبيةً. تنتقل هذه الجراثيم بواسطة رذاذ المطر ومياه الرى بالرش ، وتسبح فى وجود غشاءٍ رقيق من الماء على السطح النباتى ، ثم تفقد الأهداب وتنبت محدثةً الإصابة ؛ وذلك فى حرارة ١٨°م أو أقل . أما فى حرارة ٢٢-٣٢°م ، فإن كل كيس جرثومىّ يُحمل بواسطة الهواء وينبت مباشرةً - فى وجود غشاءٍ من الماء - معطيًا أنبوبة إنبات واحدةً؛ أى إن الكيس الجرثومى يعمل فى الحرارة العاليةً كجرثومةٍ كونيديةٍ .

هذا .. وتتكون الأكياس الجرثومية فى رطوبةٍ نسبيةٍ تتراوح بين ٩١٪ و ١٠٠٪ ، وحرارة تتراوح بين ٣ و ٢٦°م ، ولكن المجال الحرارى الأنسب لتكوينها يتراوح بين ١٨ و ٢٢°م . وتتكون الجراثيم السابحة فى خلال ساعةٍ واحدةٍ إلى ساعتين فقط فى الأكياس الجرثومية التى تتكون فى حرارة ١٥°م . ويكون إنبات كلٍّ من الكونيديا والجراثيم السابحة سريعًا عند ارتفاع الحرارة عن ١٣°م ، وخاصةً بين ١٦°م و ٢٤°م.

تجف الأجزاء المصابة من الدرنات إذا وضعت فى مخازن باردة وجافة ، ولكنها تنتشر بسرعةٍ كبيرةٍ إذا كان تخزينها فى حرارةٍ ورطوبةٍ عاليتين (Dixon ١٩٨٤، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

ويناسب بدء الإصابة جو بارد رطب . أما تقدم المرض ، فيناسبه الجو الدافئ . وقد وجد بالتجربة أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٧٥٪ أو أكثر والجو بارداً ، لكن دون أن تنخفض درجة الحرارة عن ١٠°م ، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالندوة المتأخرة بعد ١٠ أيام . وتعرف هذه الفترة باسم Beaumont period ، وتُتخذ كأساسٍ للتنبؤ بالإصابة فى المملكة المتحدة، كذلك وجد أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٩١٪ أو أكثر لمدة ١١ ساعةً فى اليوم خلال يومين متتالين ، وكان الجو بارداً ، لكن دون أن تنخفض درجة الحرارة عن ١٠°م ، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالمرض بعد ١٠ أيام . وتعرف هذه الفترة باسم Smith period (عن Wheeler ١٩٦٩).

يتبين مما تقدم أن أنسب الظروف لحدوث الإصابة بالمرض بصورةٍ وبائيةٍ هى عندما تكون الحرارة ليلاً حوالى ١٢°م مع ندى غزيرٍ أو أمطارٍ، وحرارةٍ مرتفعةٍ نهاراً إلى ١٦-٢٤°م مع رطوبةٍ نسبيةٍ عاليةٍ ، وخاصةً فى وجود الأمطار ، أو الضباب الكثيف ، أو الندى .

هذا .. ولم ينتج الفطر جراثيمه الجنسية (الجراثيم البيضية oospores) تحت ظـــروف الحقل الطبيعية – قبل عام ١٩٥٨ – إلا فى وادى تولوكا Toluca Valley بوسط المكسيك، ولكن الجراثيم البيضية ظهرت فى مناطق أخرى من العالم بعد ذلك؛ نتيجة لانتشار الطراز التزاوجى A2 –الذى لم يكن موجوداً إلا فى المكسيك – والذى يلزم للتزاوج مع الطـــراز التزاوجى A1 الواسع الانتشار (عن Andrivon ١٩٩٥) .

المكافحة

تلزم لمكافحة الندوة المتأخرة مراعاة ما يلى :

١ – اتباع دورة زراعيةٍ ثلاثيةٍ أو رباعيةٍ .

٢ – استخدام تقاوٍ معتمدة وخاليةٍ من الإصابة فى الزراعة .

٣ – التخلص من جميع نباتات البطاطس التى تنبت فى الحقل من درنـــات محصـــول سابق تكون قد تركت فى الأرض ؛ وذلك قبل الزراعة بالدرنات المعتمدة .

٤ – التخلص من النباتات المصابة التى تشاهد فى الحقـــل – أولاً بـــأول – بمجـــرد اكتشافها .

٥ – التخلص من النموات الهوائية المصابة قبل الحصاد برشها بحامض الكبريتيك ، أو ببعض مبيدات الحشائش – مثل الدكوات diquat ، والداينوســـب dinoseb – بغرض القضاء على جراثيم الفطر التى تصيب الدرنات عند الحصاد .

٦ – فرز الدرنات المصابة عند الحصاد ، والتخلص منها خارج الحقل ، واتخاذ كـــل الاحتياطات الممكنة لمنع تزريعها – حتى وهى فى خارج الحقل – ذلـــك لأنـــها تشكل مصدراً رئيسيًا للإصابة بالمرض فى الزراعات التالية .

٧ – زراعة الأصناف المقاومة ، على أن تُؤخذ فى الحسبان احتمالات كسر المقاومة؛ نظرًا لتعدد السلالات الفسيولوجية للفطر المسبب للمرض . وقد وجـــد Stewart وآخرون (١٩٩٤) أن مقاومة النموات الخضرية ومقاومـــة الدرنـــات للمـــرض مرتبطتان ؛ مما يدل على توحد الجينات التى تتحكم فيهما أو ارتباطهما .

٨ – المكافحة الكيميائية : تستعمل فى المكافحة الكيميائية إما المبيـــدات الوقائيـــة ؛ وهى من مجموعة الداى ثيوكاربامات Dithiocarbamates ، وإمـــا المبيـــدات الجهازية التـــى تحتـــوى علـــى الأميـــدات الفينوليـــة Phenylamides ؛ مثـــل الميتالاكسيل metalaxyl .

يكون استعمال المبيدات الوقائية لأجل الحماية من الإصابة لأطول فترة ممكنة ؛ حيث تجرى أول رشة عندما تتلاقى النموات الخضرية فى الخطوط ، ثم تستمر كل ١٠-١٤ يومًا بعد ذلك .

أما المبيدات الجهازية، فإنها توفر مكافحةً أفضل للفطر؛ حيث لا تُغسل المبيدات بفعل الأمطار أو الرى بالرش ، كما توفر الحماية للنموات الجديدة ، إلا أن الفطر سريع جدًا فى تكوينه سلالات جديدة مقاومة لتلك المبيدات إلى درجة أنه لا يمكن الاعتماد عليها منفردة لأكثر من موسمين زراعيين متتاليين ؛ ولذا .. فإن بعض التحضيرات التجارية تحتوى على خليط منها مع مبيدات من مجموعة الداى ثيوكاربامات (Parry ١٩٩٠).

يفضل دائمًا الرش على التعفير؛ كما يفضل استعمال معدات الرش التى يمكنها توزيع الكمية اللازمة من المبيدات فى حجم قليل من محلول الرش. والأفضل هو الرش بالطائرات التى يمكن بواسطتها المعاملة بالكمية اللازمة من المبيد فى حوالى ١٢-٢٠ لترًا فقط من محلول الرش للفدان ؛ ففى هذه الطريقة لا توجد خطورة من انتقال الأمراض من نبات لآخر بالملامسة أو بواسطة معدات الرش والجرار المستعمل فى سحبها .

ومن المبيدات الموصى بها محليًا (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧) ما يلى :

جالبين نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

كوبرانتراكول ٥٥٪ مسحوق قابل للبلل (يحتوى على أكسى كلورور نحاس+ بروبينيب) بمعدل ٣٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

بريفيكيور(ن) ٧٢,٢٪ سائل بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء .

ريدوميل بلص ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠جم/١٠٠لتر ماء .

تستعمل المبيدات السابقة عند ظهور الإصابة ، وتكرر المعاملة بها كل ١٥ يومًا حسب شدة الإصابة والظروف الجوية .

كذلك يمكن استعمال المبيدات التالية :

كوبرين (يحتوى على ٢٥٪ نحاسًا معدنيًا منشطًا) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر .

ساندوكورم (يحتوى على ٨٪ أوكساديكسيل ، و ٥٦٪ مانكوزيب ، و ١٤,٢٪ سيموكسانيل) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء .

تراى ميلتوكس فورت (يحتوى على ٢٠٪ مانكوزيب ، و ٢١,٥٪ أملاح نحاس – أوكسيكلور ، وسلفات ، وكربونات – و ٦٪ مركبات حديد) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠لتر ماء .

ساندوفان إم٨ (يحتوى على ٨٪ أوكساديكسيل ، و ٥٦٪ مانكوزيب) ، بمعدل ٢٠٠جم/١٠٠ لتر ماء .

أنتراكول ٧٠ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠-٣٠٠جم/١٠٠ لتر ماء .

كوبراثيت Cupravit ، ودايرين Dyrene ، ويوبارين Euparen .

مانيب مسحوق قابل للبلل (مثل : ديايثين Dithane ، وإم٢٢ M22 ، ومانزيت Manzate) .

زينب مسحوق قابل للبلل ، ويمكن أن يستعمل بدلاً منه خليط من النابام nabam، وكبريتات الزنك، حيث يحل الزنك محل الصوديوم فى النابام. ومن التحضيرات التجارية للزينب دياثين ز ٧٨ Dithane Z 78. أما التحضير التجارى دياثين إم٤٥ Dithane M 45، فإنه يحتوى على كل من الزنك والمنجنيز .

بوليرام Polyram : مبيد آخر من مجموعة الدايثوكارباميت (يعرف باسم متيرام Metiram).

كابتافول Captofol : من المبيدات التى أثبتت جدواها فى مكافحة كلٍّ من الندوة المتأخرة والمبكرة ، وكذلك لفحة بوتريتس ، ومن تحضيراته التجارية دايفولاتان Difolatan .

كلوروثالونيل Chlorothalonil : من تحضيراته التجارية براڤو Bravo .

وقد أدى الرش بالميتالاكسيل/مانكوزب metalaxyl-mancozeb أثناء موسم النمو إلى تقليل أعفان الدرنات المتسببة عن الفطر *P. infestans* – وفطريات أخرى – أثناء التخزين (Platt ١٩٩٤) .

تعطى أول رشة من المبيدات الوقائية عندما لاتتعدى الإصابة ٠,١٪ ويؤدى تأخير أول رشة عن ذلك إلى ازدياد الضرر ، حتى مع استمرار الرش . ويحتاج محصول العروة الخريفية – عادة – إلى ٣ رشات، وتكون الرشة الأولى – عادة – بعد ٤٥-٥٠ يومًا من

الزراعة ، والرشة الثانية بعد ٢٥ يومًا من الأولى ، والثالثة بعد ١٥ يومًا أخرى . ويلزم نحو ٤٠٠ لترٍ من محلول الرش فى الرشة الأولى، ونحو ٦٠٠ لترٍ فى كل من الرشتين الثانية والثالثة . أما فى العروة الصيفية العادية ؛ حيث لا تلائم الظروف الجوية السائدة خلالها انتشار الإصابة؛ فإن النباتات ترش رشتين وقائيتين بأحد المركبات السابقة ، وبالنسب المنوه عنها، وتكون الرشة الأولى بعد نحو ٨٠ يومًا من الزراعة ، والثانية بعد ١٠ أيامٍ من الرشة الأولى فى الأصناف المبكرة، وبعد ١٥ يومًا فى الأصناف المتأخرة النضج .

وتجدر الإشارة إلى أن التركيزات التى ترش بها بعض المبيدات مثل المانكوزب يمكن أن تخفض إلى ٢٠-٨٠٪ من التركيزات الموصى بها ؛ وذلك عند زراعة الأصناف ذات المقاومة الأفقية العالية للفطر ؛ مثل كارا Cara ، وبرودك Brodick ، وتوريدون Torridon (Clayton & Shattock ١٩٩٥) .

الندوة المبكرة

يسبب مرض الندوة المبكرة الفطر *Alternaria solani* .

الأعراض

تتميز الإصابة بظهور بقعٍ كبيرةٍ مستديرةٍ إلى بيضاوية الشكل رماديةٍ إلى بنيةٍ أو سوداء اللون على الأوراق . تكون هذه البقع جلدية الملمس وغائرةً قليلاً ، تحدها العروق ، ومحاطة - غالبًا - بهالةٍ صفراء اللون ، وتشاهد فيها حلقات متتابعة داكنة وفاتحة اللون (شكل ١٢-٣ ، يوجد آخر الكتاب) . ومع ازدياد البقع فى المساحة، فإنها تندمج بعضها ببعض تدريجيًا إلى أن تشمل الورقة كلها . ولا تظهر جراثيم الفطر على السطح السفلى للأوراق مقابل المساحات المصابة كما فى الندوة المتأخرة . يُفرز الفطر المسبب للمرض مركبا سامًا للنسيج النباتى ينتشر فيه قبل تقدم الفطر ذاته من النسيج المصاب . ولذا تشاهد دائما هالة صفراء تحيط بالبقعة المرضية .

تبدأ الأعراض فى الظهور على الأوراق المسنة التى قاربت الوصول إلى مرحلة الشيخوخة ؛ وهى التى يكون الفطر أكثر ضراوةً عليها . ومع موت الأوراق السفلى، ينتشر المرض فى الأوراق العليا تدريجيًا . وبعد جفاف الأوراق المصابة ، فإنها تتدلى، ولكنها تبقى متصلةً بالنبات .