الباب الثالث

أمراض النبات

المتسببة عن كائنات حية دقيقة غير محددة النواة

BLANT DISEASES CAUSED BY PROKARYOTES

مقدمة:

الكائنات الحية الدقيقة غير محددة النواة هي تلك الكائنات الدقيقة وحيدة الخلية والتى لها غشاء خلوي أو لها جدار خلوي وغشاء خلوي محيطة بالسيتوبلازم وهذا الاخير يحتوي على رايبوسومات صغيرة (70S) ومواد وراثية DNA غير مضمومة بغشاء يعني أنها غير منتظمة في نواه. بينما الخلايا في بقية الكائنات الحية محددة النواة (Eukaryotes) تحتوي على أغشية ضامة للانوية والعضيات (أنوية، ميتوكندريا – في النبات فقط – كلوروبلاست) وكذلك فان الكائنات الحية محددة الأنوية تحوي أيضاً نوعان من الرايبوسومات منها افراد كبيرة (80S) في السيتوبلازم وافراد صغيرة (70S) في الميتوكوندريا والكلوروبلاست. وفي الحقيقة فان العضيات الخلوية والكائنات الدقيقة غير محددة النواة بينهما تشابه كبير. فمثلاً إن المضادات الحيوية التي تؤثر على البكتيريا كثيراً ما تثبط الميتوكوندريا أو الكلوروبلاست ولكنها لا تتدخل في الوظائف الاخرى لخلايا النبات محددة النواة.

هناك نوعان من الكائنات غير محددة النواة تسبب امراضاً في النبات هما (١) البكتيريا والتي لها غشاء خلوي وجدار خلوي ثابت وكثيراً ما يكون لها واحداً أو أكثر من الاسواط. (٢) الكائنات الشبيهة بالميكوبلازما Mycoplasma like organisms (MLO) والتي ليس لها جدار خلوي بل لها وحدة غشائية نموذجية واحدة. عرفت البكتيريا المرضة للنبات منذ سنة ١٨٨٢ وهي لحد الان أكبر مجموعة من الكائنات الدقيقة غير محددة النواة المرضة للنبات تسبب أعراضاً مختلفة من أمراض النبات وهي أكثر الكائنات غير محددة النواة المرضة

للنبات فهماً ودراسة، مع أن بعض أنواع البكتيريا الممرضة للنبات مثلاً البكتيريا الحساسة الوعائية والتي لعدة سنوات مضت كانت تعتبر على أنها كائنات دقيقة شبيهة بالركتسيا قد اكتشفت سنة ١٩٧٢ وإن صفاتها وعلاقاتها مع البكتيريا الممرضة للنبات الاخرى درست بشكل قليل جداً.

وفيما يلى تصنيف عام للكائنات غير محددة النواة الممرضة للنبات

مملكة الكائنات الحية الدقيقة غير محددة النواة Kingdom : Prokaryotae

وهى كائنات حية دقيقة فيها مادة وراثية DNA غير موضوعة في نواه (يعني غير محاطة بغشاء)

البكتـــيـــريا : ..... Bacteria

البكتيريا : لها جدار خلوي وغشاء خلوي

القسم الأول : هوائية عصوية وكروية سالبة لصبغةجرام : Part I

عائلة بسيدوموناديسيه ..... A) Family : Pseudomonadaceae

جنس بسيدوموناس – ..... 1) *Genus : Pseudomonas*

جنس بسيدوموناس : عصوي الشكل له واحد او عديد من الاسواط في أقطاب الخلية المستعمرات بيضاء أو صفراء DNA (G + C) ، ٥٨ – ٧٠ مول ٪

جنس زانثـومـوناس ..... 2) *Genus : Xanthomonas*

جنس زانثوموناس : عصوي الشكل له سوط واحد قطبي. المستعمرات صفراء (*DNA (G + C)* يحوي ٦٣ – ٧١ مول٪.

جنس زايللا : عصوي الشكل تحت بعض الظروف المزرعية 3) *Genus : Xylella*

يكون خيطي غير متحرك ليس له أهداب لا يوجد به أصباغ : حساس في التغذية يتطلب بيئة معينة يسكن أنسجة النبات الخشبية DNA (G + C) يحتوى٥١ – ٥٣ مول ٪.

عائلة رايزوبياسيه ..... B) *Family :* Rhizobiaceae

١) جنس اجروباكتيريم ..... 1) *Genus : Agrobacterium*

عصوي الشكل ذو أسواط جانبية متفرقة المستعمرات بيضاء ونادراً ما تكون صفراء.

القسم الثاني : – عصوية سالبة جرام غير هوائية إختيارية ..... *Part II*

عائلة : إنتروبكتيريسيه..... *Family :* Enterobacteriaceae

الجنس إيروايناـ..... *Genus : Erwinia*

الجنس ايروايناـ : الاسواط شعرية محيطية المستعمرات بيضاء أو صفراء.

القسم الثالث :

عصوية غير منتظمة موجبة لصبغة غرام غير متجرثمة ..... *Part III*

جنس : كلافيبكتر..... *Genus : Clavibacter*

يحوي أكثر البكتيريا أهمية في أمراض وكان يوضع سابقاً تحت إسم *Corynebacterium*

وهو غير متحرك عصوي متعدد الاشكال غالباً ما تنتظم بشكل حرف (V) هوائية اجبارية معدل DNA من (G + C) 5 ± 70 مول ٪. بعض أنواعها حساس وهي محددة في الخشب تنمو ببطء وعلى بيئة خاصة.

هناك أنواعا قليلة عن الجنس كورن بكتيريم السابق لاتزال توضع تحت اسمه الى الان ولكن يجب ان تنقل وتوضع تحت أجناس أخرى.

القسم الرابع : الاكتينومايستيز ..... *Part IV :* Actinomycetes

وهي بكتيريا تكون خيوط متفرعة.

جنس ستبرتومايسز ..... *Genus : Streptomyces*

هذا الجنس موجب لصبغة جرام يكون ميسيليوم هوائي ذات سلسلة من الجراثيم غير المتحركة الكونيدية.

DNA (G + C) 72.2 mol %

القسم الخامس : مولكيوتات ..... *Part V :* Mollicutes

هي كائنات حية دقيقة غير محددة النواة لها غشاء خلوى وليس لها جدار خلوي

عائلة: مايكوبلازماتيسيه ..... *Family :* Mycoplasmataceae

عائلة : سبايروبلازماتيسيه..... *Family :* Spiroplasmataceae

جنس : سبايروبلازما : اهليجي متحرك بدون أسواط *Genus : Spiroplasma*

إن تقسيم البكتيريا الحساسة المحصورة في اللحاء لايزال غير معروف. وحتى تضيف (MLO) وتضيف سبايروبلازما لايزال غير نهائي.

أولاً : - أمراض النبات المتسببة عن بكتيريا

PLANT DISEASES CAUSED BY BACTERIA

البكتيريا كائنات صغيرة جداً ميكروسكوبية والمعروف منها حوالي ١٦٠٠ نوع بكتيري وتتكون من خلية مفردة غير محددة النواة. الغالبية العظمى من البكتيريا هي رميات كاملة الترمم، وهي في هذه الحالة مفيدة للانسان وذلك لأنها تساعد في تحليل الكميات الهائلة من المواد العضوية المنتجة سنوياً بواسطة الانسان ومصانعه على شكل نفايات أو على شكل نواتج الحيوانات والنباتات الميتة. هناك أنواع عديدة من البكتيريا تسبب أمراضاً للانسان مثل السل، ذات الرئة، حمى التيفوئيد وعدد مشابه يسبب أمراضاً في الحيوانات مثل الحمى المتموجة والانثراكس.

هناك حوالي ٨٠ نوع من البكتيريا تسبب امراضاً للنبات. هذه الأنواع مختلفة مرضياً يعني أنها تحتوي على العديد من السلالات التي تختلف فقط في نوع النبات الذي تصيبه. معظم البكتيريا الممرضة رميات اختيارية ويمكن أن تنمو صناعياً على بيئة غذائية، ولكن البكتيريا الحساسة الوعائية من الصعوبة بمكان تنميتها في مزرعة وبعضها لغاية الان لم يكن بالامكان تنميتها في مزرعة.

قد تكون البكتيريا ذات شكل عصوي أو كروي، اهليجي، لولبي، واوية الشكل أو خيطية. بعض البكتيريا تستطيع أن تتحرك وتنتقل خلال بيئة سائلة بواسطة أسواط، بينما الأخرى لا تمتلك اسواطاً ولا تستطيع أن تحرك نفسها. بعض البكتيريا تستطيع أن تحول نفسها إلى جراثيم. بعض الأشكال الخيطية من البكتيريا تستطيع أن تكون جراثيم (تسمى كونيدات) على نهاية الخيط. هناك بكتيريا أخرى لا تستطيع أن تكون أية جراثيم. تتكاثر الأطوار الخضرية في بعض طرز البكتيريا بواسطة الانقسام البسيط. تتكاثر البكتيريا بسرعة مدهشة، وأهميتها كمسببات أمراض تنشأ أساساً من حقيقة أنها تستطيع أن تنتج اعداداً هائلة من الخلايا في وقت قصير من الزمن. تحدث الأمراض البكتيرية في النبات في كل مكان ذو رطوبة أو حرارة معقولة. تؤثر وتهاجم البكتيريا على معظم أنواع النباتات، تقريباً، وتحت الظروف البيئية الملائمة قد تكون مهلكة إلى حد بعيد.

مميزات البكتيريا الممرضة للنبات

Properties of Plant Pathogenic Bacteria

الشكل الخارجي : - *Morphology*

جميع البكتيريا الممرضة للنبات تقريباً عصوية الشكل (شكل ١٥٧ ، ١٥٨) وإن الاستثناء الوحيد يبدو في نوعين من الجنس ستربتومايسز *Streptomyces* والتي هي خيطية. إن البكتيريا العصوية قصيرة تقريباً واسطوانية، وفي المزارع الحديثة تتراوح من ٠.٦ - ٣.٥ ميكرون طولاً ومن ٠.٥ - ١.٠ ميكرون في القطر. أما في المزارع القديمة أو في درجات الحرارة المرتفعة فإن عصيات بعض الأنواع تكون أكثر طولاً ويمكن أيضاً أن تظهر خيطية الشكل. أحياناً يحدث انحراف عن الشكل العصوي حيث يكون الشكل مشابه لمضرب الكرة أو مشابه الأحرف الانجليزية (V,Y) ويظهر أشكال متفرعة أخرى، وبعض البكتيريا يمكن أحياناً أن توجد في أزواج أو في سلاسل قصيرة.

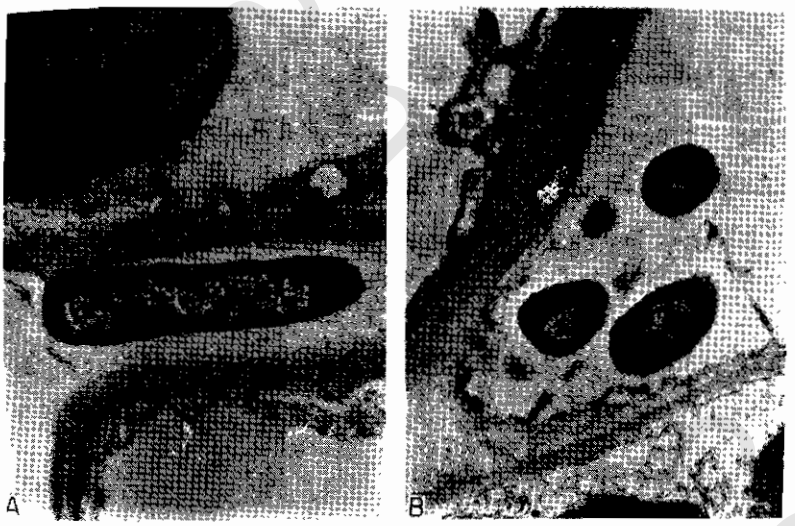
إن جدر الخلايا في معظم أنواع البكتيريا تكون مغلفة بمادة صمغية لزجة والتي تكون رقيقة وعندها تسمى طبقة لزجة، أو قد تكون سميكة مشكلة كتلة كبيرة نسبياً حول الخلية وعندها تسمى كبسولة. معظم البكتيريا الممرضة للنبات مزودة بأسواط شبه خيطية رهيفة والتى هي أطول من الخلايا التي تنتجها إلى حد بعيد.

فى بعض أنواع البكتيريا فإن كل بكتيرية لها سوط واحد فقط، والأنواع الأخرى لها خصلة من الاسواط على طرف واحد من الخلية، البعض الآخر لها سوط واحد أو خصلة من الاسواط على كلا طرفي الخلية، ولا يزال هناك أنواع أخرى لها اسواط موزعة على جميع سطح الخلية وتسمى Peritrichous.

في الأنواع الخيطية من الجنس ستربتومايسز، تتكون الخلايا من خيوط متفرعة غير مقسمة والتي عادة لها الشكل اللولبي وتكون كونيديات في سلاسل على هيفا هوائية (شكل ١٥٩).

شكل ١٥٧

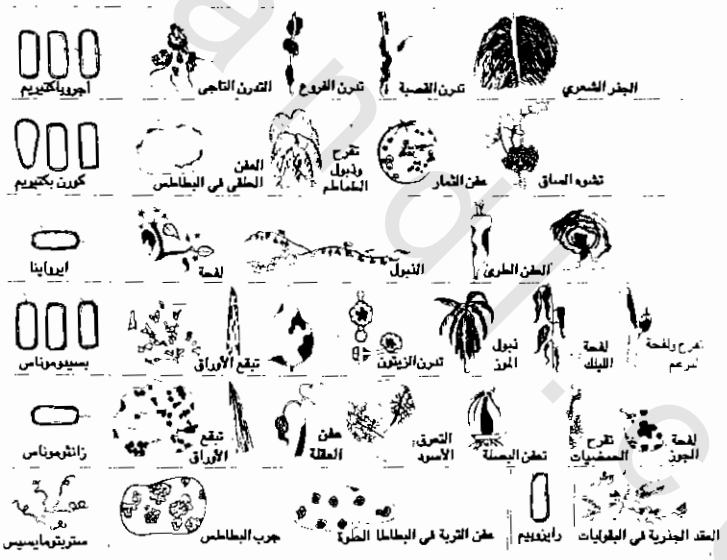
صورة بالميكروسكوب الالكتورني لبعض أهم البكتيريا المرضة للنبات (A) أجروباكتيريم، (B) ايروانيا، (C) بسيدوموناس، (D) زانثومونس



شكل – ١٥٨

صورة بالميكروسكوب الالكتروني لمقطع طولي (A) ومقطع عرضي (B) في بكتيريا بسيدوموناس تاباسي. في المسافات البينية في ميزوفيل خلايا ورقة الدخان.

تظهر الخلية البكتيرية المفردة شفافة أو بيضاء مصفرة تحت الميكروسكوب المركب ومن الصعب جداً أن تلاحظ بالتفصيل. عندما تترك خلية بكتيرية مفردة لتنمو (تتكاثر) على سطح أو خلال بيئة صلبة فإنها سرعان ما تكون ذرية على شكل كتلة يمكن رؤيتها بالعين المجردة تسمى مستعمرة. المستعمرات الناتجة من أنواع مختلفة من البكتيريا يمكن أن تختلف في كل من، الحجم، الشكل، أشكال الحواف، الارتفاع، واللون. وهذه الصفات قد تكون المميزات لجنس معين. قد تكون أقطار المستعمرات أجزاء من المليميتر وقد تصل إلى عدة سنتيمترات، وهي دائرية أو بيضاوية أو غير منتظمة، حوافها قد تكون ناعمة، مموجة، مزواة وقد تأخذ المستعمرة المظهر المسطح أو البارز أو على شكل قبة أو تأخذ مظهر مجعد. إن المستعمرات في معظم الأنواع تكون ذات لون مائل للون الأبيض أو مائلة للون الرمادي، ولكن بعض المستعمرات تكون صفراء، حمراء، أو ذات الوان أخرى. كما وأن بعض المستعمرات ينتج صبغات تنتشر في الاجار.



شكل – ١٥٩

أجناس من البكتيريا وأنواع من الأعراض التي تسببها.

يكون لخلايا البكتيريا جدر خلوية رقيقة، متينة نسبياً وقاسية إلى حد ما والتي تبدو على أنها مميزة تماماً عن الغشاء السيتوبلازمي الداخلي، ولكن هذه الجدر أحياناً تتدرج وتندمج مع الطبقة الخارجية اللزجة أو الكبسول. يحوي جدار الخلية مكونات الخلية ويسمح بمرور المواد الغذائية إلى الدخول ويسمح بخروج مواد الفضلات إلى الخارج، وكذلك الانزيمات الهاضمة ونواتج أخرى تطلق بواسطة الخلية البكتيرية.

كل المواد التي توجد داخل جدار الخلية تؤلف البروتوبلاست، يتألف البروتوبلاست من

١ - غشاء سيتوبلازمي أو غشاء البروتوبلاست الذي يحدد درجة النفانية الاختيارية لمختلف المواد للدخول في الخلية أو الخروج منها.

٢ - السيتوبلازم والذي هو مزيج معقد من البروتين، الدهون، الكربوهيدرات، مركبات عضوية أخرى كثيرة وأملاح وماء.

٣ - مادة النواة والتي تتكون من كروموزوم كبير دائرى يتركب من DNA والذى يكون الجسم الاساسي من المادة الوراثية في البكتيرية والذي يظهر على شكل جسم كروي أو قطع ناقص أو على شكل الدمبل (كرتين يصل بينهما قضيب) موجود في السيتوبلازم. كثيراً ما تحتوي البكتيريا أيضاً نسخ متكررة أو مفردة من كروموسومات أصغر دائرية تسمى بلازميدز والتى يمكنها أن تتحرك أو يمكن نقلها بين بكتيرتين أو بين البكتيريا والنبات، كما هو الحال في مرض التدرن التاجي.

التكاثر : *Reproduction*

تتكاثر البكتيريا العصوية المعرضة للنبات بطريقة لا جنسية تعرف باسم الانقسام الثنائي البسيط binary fission أو الانقسام. تحدث هذه الطريقة بالكيفية الآتية: - يحدث نمو داخلي للغشاء السيتوبلازمي باتجاه مركز الخلية مشكلاً غشاء عرضي جزئي في الخلية يقسم السيتوبلازم إلى قسمين متساويين تقريباً. يتكون طبقتين من مواد جدار الخلية تفرز وتبنى بين

طبقتي الغشاء وتتصل مع جدار الخلية الخارجي. عندما يكتمل بناء هذه الجدر الخلوية تنفصل الطبقتان وتنفصل الخليتان كل على حده.

أثناء كون جدار الخلية والسيتوبلازم تحت عملية الانقسام، فإن المادة النووية تصبح متعضية في تركيب دائري يشبه الكروموزوم والذي يضاعف نفسه ويصبح موزعاً بالتساوي بين كلا الخليتين الناتجتين من الخلية المنقسمة. كذلك البلازميدز تضاعف نفسها وتوزع نفسها بالتساوي بين الخليتين.

تتكاثر البكتيريا بمعدل سرعة مدهش. تحت الظروف البيئية الملائمة يمكن أن تنقسم البكتيريا كل ٢٠ دقيقة، بكتيريا واحدة تصبح اثنتان، الاثنتان تصبح أربعة، الأربعة تصبح ثمانية وهلم جرا. على هذا المعدل فإن بكتيرية واحدة تخيلا (فرضاً) يمكن أن تنتج مليون خلية بكتيرية في عشرة ساعات، ولكن بسبب نقصان تزويد الغذاء وتجمع فضلات التمثيل وعوامل محددة أخرى فإن التكاثر يبطىء ويمكن أخيراً أن يصل إلى حد الوقوف. يمكن للبكتيريا أن تصل إلى اعداد هائلة في وقت قصير وتسبب تغيرات كيماوية كبيرة في بيئتها. إن تلك التغيرات المتسببة عن تجمعات كبيرة من البكتيريا تجعل البكتيريا على هذه الأهمية الكبيرة في عالم الحياة بشكل عام، وفي ظهور الأمراض البكتيرية في النباتات بشكل خاص.

البيئة والانتشار : - *Distribution and Environment*

تقريباً إن كل البكتيريا الممرضة للنبات تتكشف غالباً في النبات العائل على شكل طفيليات، وتتكشف جزئياً في التربة وفي بقايا النبات على شكل رميات. هناك فروق كبيرة بين الأنواع في مدى ظهورها وانتشارها في بيئة معينة أو في بيئات أخرى.

إن بعض أنواع البكتيريا الممرضة للنبات مثل ايروابنا أميلوفورا *Erwinia amylovora* التي تسبب اللفحة النارية في الكمثرى والتفاح، تكون تجمعاتها في النبات العائل، بينما تقل اعدادها في التربة بسرعة، وعادة لا تشارك في نشر المرض من موسم إلى موسم آخر، إن مثل هذه الكائنات الممرضة قد تطورت لكي تحدث دورة الاصابة من نبات لآخر دون أن تمر

خلال التربة، وذلك للأسباب التالية : ١ – إما لأنها غالباً ما تنتقل خلال عوامل حشرية ٢ – بسبب طبيعة العائل المعمر ٣ – لمرافقة البكتيريا مع أعضاء التكاثر الخضرية أو البذور. لذا فإنها فقدت متطلبات البقاء حية في التربة.

بعض البكتيريا الممرضة الأخرى مثل أجروباكتيريم تيوميفاشنز *Agrobacterium tumefaciens* التي تسبب مرض التدرن التاجي، تبني تجمعاتها خلال العائل. وبسيدوموناس سولاناسيرم *Pseudomonas solanacearum* التي تسبب الذبول البكتيري في محاصيل العائلة الباذنجانية، وبشكل خاص ستربتومايسز سكبيز *Streptomyces scabies* التي تسبب الجرب العادي في البطاطس هي ساكنات تربة الى حد ما ونظراً لأنها تبني تجمعاتها ضمن النبات العائل، ولكن هذه التجمعات تقل بالتدريج عندما تتحرر في التربة فقط. إذا ما زرعت عوائل قابلة للاصابة في مثل هذه التربة في سنوات متتابعة فانه يتحرر في هذه التربة اعداداً كبيرة وكافية لتسبب زيادة المجموعات البكتيرية في التربة من موسم لآخر. وعلى أية حال فان معظم البكتيريا الممرضة للنبات يمكن إعتبارها غازيات تربة والتي تدخل التربة ضمن أنسجة العائل أو عند تحرر الخلايا من أنسجة العائل ولكن هذه البكتيريا قليلة القدرة على المنافسة كرميات وهي إما أن تبقى في التربة طالما أن أنسجة العائل مقاومة للتحلل بالرميات أو أن بقاؤها يتغير فيما بعد معتمداً في ذلك على نوع البكتيريا وحرارة التربة وظروف الرطوبة.

عندما تعيش البكتيريا في التربة فإنها تعيش غالباً على مواد نباتية، وغالباً، قليلاً ما تعيش حرة أو مترممة أو في افرازاتها البكتيرية الطبيعية (Ooze) الذي يحفظ البكتيريا من العوامل المختلفة المعاكسة. يمكن أن تعيش البكتيريا أيضاً في أو على البذور، أجزاء نباتية أخرى، الحشرات أو يمكن أن توجد في التربة. يمكن أن تبقى البكتيريا حية على سطح النبات في البراعم أو في الجروح أو في الافرازات النباتية، أو في داخل الأنسجة المختلفة أو الأعضاء المختلفة التي اصابتها (شكل ١٣).

إن انتشار البكتيريا الممرضة للنبات من نبات إلى آخر أو إلى أجزاء أخرى في نفس النبات يكون أساساً عن طريق الماء، الحشرات، الحيوانات الأخرى والانسان (شكل ١٢). حتى

البكتيريا التي تمتلك أسواطاً تستطيع أن تنتقل مسافات قصيرة اعتماداً على قوتها الذاتية. يساهم المطر في نقل البكتيريا وذلك عن طريق غسله للبكتيريا أو عن طريق تأثير (الطرطشة) الرذاذ الذى يحمل ويوزع البكتيريا من نبات إلى نبات آخر ومن جزء نباتي إلى جزء آخر في نفس النبات ومن التربة إلى الأجزاء السفلية في النبات. أيضاً فإن الماء يحمل ويوزع البكتيريا على أو في التربة إلى مناطق أخرى حيث قد توجد نباتات العائل. ليست الحشرات مقتصرة فقط على حمل البكتيريا إلى النباتات ولكنها تحقن النباتات بالبكتيريا عن طريق ادخال البكتيريا في مواقع معينة في النباتات بحيث تستطيع أن تنمو وتتكشف بأمان. في بعض الحالات فإن البكتيريا الممرضة للنبات توجد أيضا في الحشرة وتعتمد عليها في بقاءها حية وفي انتشارها. هناك حالات أخرى تكون فيها الحشرات مهمة ولكن ليست أساسية في انتشار بعض أنواع البكتيريا الممرضة للنبات. إن الطيور والأرانب التي تزور أو تتجول بين النباتات يمكن أيضاً أن تحمل البكتيريا على أجسامها. يساعد الانسان أيضاً في نشر البكتيريا محلياً عن طريق نقل النباتات وعن طريق عملياته الزراعية، وينقلها لمسافات بعيدة عن طريق شحن النباتات المصابة أو الأجزاء النباتية إلى مناطق جديدة أو عن طريق ادخال مثل هذه النباتات من مناطق أخرى. في الحالات التي فيها تصيب البكتيريا بذور عوائلها النباتية، عندها يمكن أن تحمل البكتيريا في أو على البذور لمسافة قصيرة أو طويلة عن طريق أى واسطة لنشر وتوزيع البذور.

تصنيف وتعريف البكتيريا

Identification and Classification of Bacteria

الصفات الرئيسية لأجناس البكتيريا الممرضة للنبات (شكل ١٥٩) هي : -

١ - الجنس : أجروباكتيريم *Agrobacterium*؛ البكتيريا عصوية الشكل ابعادها ٠,٨ X (٠,٥ - ١,٠) ميكرون وهي متحركة بواسطة ١ - ٤ أسواط متوزعة على سطح الجسم. عندما يوجد سوط واحد فقط يكون غالباً جانبي وليس في أحد الطرفين. عندما تنمو على بيئة محتوية كربوهيدرات فإن البكتيريا تنتج سكريات عديدة لزجة بكثرة. المستعمرات غير ملونة وناعمة عادة. تعيش هذه البكتيريا غالباً في منطقة الرايزوسفير في الجذر وهي من ساكنات التربة.

٢ – الجنس : كورن باكتيريم *Corynebacterium*؛ البكتيريا عصيات مستقيمة إلى منحنية قليلاً أبعادها (٠,٥ – ٠,٩) X (١,٥ – ٤) ميكرون تحتوي أحياناً على صبغات غير منتظمة في قطع دائرية أو حبيبات وهي منتفخة في شكل صولجاني (يشبه مضرب الكرة). البكتيريا بشكل عام غير متحركة ولكن بعض الأنواع متحركة بواسطة سوط واحد أو سوطين يوجدان في قطب الخلية. موجبة لصبغة جرام. هناك أنواع عديدة من هذا الجنس تسبب أمراضاً في الإنسان والحيوانات وهذا الجنس يسمى حالياً كلافيبكتر *Clavibacter*.

٣ – الجنس : إيروابنا *Erwinia*؛ البكتيريا عصيات مستقيمة أبعادها (٠,٥ – ١) X (١ – ٣) ميكرون، متحركة بواسطة عديداً أو كثيراً من الاسواط الموزعة على سطح الخلية. إن البكتيريا المسماة *Erwinias* هي البكتيريا الممرضة للنبات الوحيدة التي هي غير هوائية إختيارية. بعض المؤلفين يحتفظ بالاسم *Erwinia* ويعطيه الى *Erwinias* التى تسبب أمراض التحلل أو الذبول. هناك بعض أنواع هذه البكتيريا لا تنتج أنزيمات بكتينية وتسبب امراض التحلل او الذبول (مجموعة أميلوفر) بينما أنواع أخرى من البكتيريا لها أنزيمات بكتينية قوية ونشيطة وهي تسبب العفن الطري في النباتات (مجموعة كارتوفورا).

٤ – الجنس : بسيدومانوس *Pseudomonas*؛ البكتيريا عصيات مستقيمة إلى منحنية ذات أبعاد (٠,٥ – ١) X (١,٥ – ٤) ميكرون. متحركة بواسطة واحد أو عدة أسواط قطبية. يوجد أنواع كثيرة منها شائعة كمستوطنات تربة أو مستوطنات الماء النقي، أو مستوطنة مع الأحياء البحرية. معظم الأنواع الممرضة من هذا الجنس تصيب النباتات. قليل منها يصيب الحيوانات أو الإنسان.

بعض الأنواع الممرضة للنبات من هذا الجنس مثل *Ps. syringae* تسمى بسيدوموناس لامعة وذلك لأنه عند تنميتها على بيئةغذائية منخفضة المحتوى من الحديد تنتج صبغات لامعة منتشرة خضراء مصفرة، البعض الآخر مثل *Ps. solanacearum* لا ينتج صبغات لامعة وتشكل مجموعة بسيدوموناس عديمة الصبغات.

٥ – الجنس : زانثوموناس *Xanthomonas* ، البكتيريا عصيات مستقيمة أبعادها (٤ . ٠ – ١) X (٢ . ١ – ٣) ميكرون. البكتيريا متحركة بواسطة أسواط (أهداب) قطبية، نموها على بيئة الاجار يكون عادة بلون أصفر، معظمها بطيء النمو. كل الأنواع ممرضات نباتية وتوجد فقط بمزافقة النباتات أو المواد النباتية.

٦ – الجنس : ستربتومايسيز *Streptomyces*؛ البكتيريا لها هيفات متفرعة رفيعة بدون جدر عرضية، يتراوح قطرها ما بين ٥ . ٠ – ٢ ميكرون. عند اكتمال النمو يكون الميسيليوم الهوائي سلاسل جراثيم من ثلاثة إلى عدة جراثيم في كل سلسلة. تكون مستعمراتها على البيئة الغذائية صغيرة (١ – ١٠) ملم في القطر، تكون في البداية ذات سطح ناعم إلى حد ما، ولكن بعد ذلك فإن ما ينتج من الميسيليوم الهوائى يمكن أن يظهر بشكل حبيبي، مسحوقي أو مخملي. تكون الأنواع العديدة والسلالات العديدة من هذا الكائن الدقيق، صبغات مختلفة كثيراً والتي تلون الميسيليوم والمواد التي تنمو عليها، وكذلك فهي أيضاً تكون واحداً أو أكثر من المضادات الحيوية التي هي فعالة ضد البكتيريا، الفطريات، الطحالب، الفيروسات، البروتوزوا أو الأنسجة المتدرنة.. كل أنواع هذا الجنس ساكنات تربة وهي موجبة لصبغة جرام.

٧ – الجنس : زيللا *Xylella* ، معظم افراد هذا الجنس عصوية مستقيمة مفردة قياسها ٣ . ٠ X (١ – ٤) ميكرون، تكون جدائل خيطية طويلة تحت بعض الظروف المزرعية. تكون المستعمرات صغيرة ذات حواف ناعمة وتكون في النهاية متموجة، سالبة لصبغة جرام غير متحركة ليس لها (أهداب) أسواط، هوائية تماماً غير منتجة للصبغات حساسة للتغذية تتطلب بيئة غذائية خاصة تسكن أنسجة الخشب في النبات.

يحتوي كل جنس بكتيري، طبعاً، على عدد من الأنواع البكتيرية، مثلاً، أجروباكتيريم له ثلاثة أنواع والجنس كلافي باكتر له خمسة أنواع، الجنس ايروانيا له ٢١ – نوع ، الجنس بسيدوموناس له ١٧ نوع، الجنس زانثوموناس له ٥٧ نوع والجنس ستربتومايسز له ٢ نوع. إن أسماء هذه الأنواع حققت وذكرت سنة ١٩٨٠ في جمعية التصنيف البكتيرية. ولسوء الحظ ونظراً لأن جميع الصفات التصنيفية للبكتيريا الممرضة للنبات غير متوفرة الان، فان كثيراً من

البكتيريا الممرضة للنبات كانت توضع سابقاً على أنها أنواعاً منفصلة ولكنها الان تتبع او توضع تحت أنواع (Subspecies) او طرز (هذا بالنسبة لبعض الأنواع القليلة المعروفة جيداً) هذا يعني أنها شخصت على أنها تتبع نوع معين ولكنها تتميز عن بعضها البعض بكونها تصيب نباتات عائل مختلفة.

وحسب هذا النظام فان الاربعين نوع التي كانت سابقاً تعتبر أنواعاً مميزة من الجنس بسيدوموناس كلها وضعت الان على اساس أنها تحت أنواع للبكتيريا *Pseudomonas sy-ringae*، بينما أكثر من مائة نوع مميز كانت تتبع سابقاً للجنس *Xanthomonas* هي الان تحت أنواع للبكتيريا *X. campestris*. لقد تطورت بيئات غذائية مختلفة تستطيع أن تنمو عليها وتعزل منها الاجناس البكتيرية المذكورة سابقاً.

إن الجنس ستربتومايسز يمكن تمييزه بسهولة عن أجناس البكتيريا الأخرى وذلك بسبب تفرعاته الكثيرة والتكشف الجيد للميسيليوم وسلاسل الكونيديات الملتفة.

إن تعريف البكتيريا التابعة للجنس العصوي الشكل عملية أكثر صعوبة وأكثر تعقيداً منها في الأجناس الأخرى، ولكن يمكن تعريفه بالأخذ بعين الاعتبار ليس فقط الصفات المنظورة مثل الحجم والشكل، التركيب، واللون ولكن أيضاً الصفات المحجوبة (غير المنظورة) مثل التركيب الكيماوي، والتفاعل الانتيجني، والتغذية متعددة الاستعمالات، التأثير الأنزيمي، القدرة المرضية على النبات، قابليتها للإصابة ببعض الفيروسات (البكتيروفاج) والنمو على بيئات إختيارية. كل ذلك يساعد في تعريف البكتيريا للجنس العصوي.

إن حجم وشكل البكتيريا لأى نوع في المزرعة يمكن أن يختلف كثيراً وذلك حسب عمر المزرعة، تركيب البيئة الغذائية، حموضة البيئة، درجة الحرارة، وطريقة الصبغ. تحت ظروف معينة فإن الأشكال الثابتة والحجم، وإنتظام الخلايا في مزرعة نقية هي مميزات هامة ويعول عليها وذلك لأنها تكون ظاهرة تماماً. إن وجود الأهداب وعددها وطريقة إنتظامها على الخلية البكتيرية هي أيضاً صفة تحدد البكتيريا بعد أن تصبغ الأهداب بالصبغات الخاصة بها.

إن التركيب الكيماوي لبعض المواد في الخلايا البكتيرية يمكن كشفه باستعمال طريقة صبغ خاصة. إن المعلومات عن وجود أو عدم وجود مثل هذه المواد يستعمل لتعريف البكتيريا. إن تفاعل صبغة جرام يفرق البكتيريا إلى مجموعتين، مجموعة موجبة لصبغة جرام ومجموعة سالبة لصبغة جرام. في هذا التفاعل فإن البكتيريا تعامل بمحلول الكرستال البنفسجي لمدة نصف دقيقة ثم بعد ذلك تشطف بلطف، ثم بعد ذلك تعامل بمحلول أيودين iodine solution وتشطف ثانية بالماء ومن ثم بالكحول.

إن البكتيريا الموجبة لصبغة جرام تحتفظ باتحاد صبغة الايودين البنفسجي Violet-iodin ، لأن هذه الصبغة تشكل معقد مع بعض مكونات جدر خلاياها ومع السيتوبلازم. أما البكتيريا السالبة لصبغة جرام ليس لها إنجذاب أو صلة مع هذا الاتحاد من الصبغة والتي بالتالي تزال بواسطة الشطف بالكحول وتبقى البكتيريا تقريباً غير واضحة كما كانت من قبل. ولسوء الحظ فإن من البكتيريا العصوية الشكل الممرضة للنبات فقط الجنس كلافي باكتر Clavibacter هو موجب لصبغة جرام، أما الأجناس، أجروباكتيريم، ايروانيا، بسيدوموناس، زانثوموناس وزايللا سالبة لصبغة غرام.

يدرس المجال الغذائي للخلايا البكتيرية وذلك بتسجيل المواد التي تستطيع أو لا تستطيع أن تستعملها البكتيريا في تغذيتها. كما وأن عملية التحلل المائي خارج الخلايا، يعني الأنزيمات المنتجة عندما تكون البكتيريا نامية على بعض البيئات، وهي أدوات مهمة ومحددة للبكتيريا.

تختبر البكتيريا الممرضة للنبات أيضاً على أنواع وأصناف مختلفة من العوائل النباتية لمعرفة قدرتها المرضية على تلك العوائل، أحياناً هذا الاختبار يمكن أن يكون كاف للتعريف التجريبي أو المؤقت للبكتيريا الواحدة ، وكاف أيضا للأغراض العملية.

استعملت الطرق السيرولوجية وخاصة التي تستعمل أجسام مضادة معلمة بمركبات مشعة (مصبوغة) للتعريف السريع والواضح والصحيح للبكتيرياوحصلت على شعبية كبيرة في السنوات القريبة، وعلى أية حال فإن الطرق السيرولوجية أصبحت واسعة الانتشار في أمراض

النبات وذلك بسبب توفر المصل المضاد (antisera) بشكل كاف. في حالات قليلة فإن الأنواع البكتيرية والسلالات يمكن تعريفها بالفيروسات (البكتيروفاج) وهي الفيروسات التي تصيب البكتيريا.

استعملت حديثاً مجموعة من المركبات تسمى بكتيروساينز bacteriocins، في تفريق أو تمييز العزلات البكتيرية وذلك عن طريق مقدرة وكيفية حساسية البكتيريا لهذه المركبات، أو عن طريق إنتاجها لهذه المركبات. إن البكتيروساينز هي مواد مضادة للبكتيريا تنتج بواسطة بعض السلالات في كثير من الأنواع البكتيرية. تسمى السلالات التي تنتج البكتيروساينز باسم بكتيروساينوجنك bacteriocinogenic. توجد هذه المواد المضادة في مزارع تلك السلالات بكميات قليلة ومن المحتمل أن تكون نتيجة للتحلل الذاتي في الخلايا. إن البكتيروساينز هي مواد بروتينية عالية التخصص والتي تثبط وتحلل بعض السلالات الكاشفة indicator فقط من البكتيريا. إن البكتيروساينز تشابه البكتيروفاج في كثير من الاعتبارات، ولكن تختلف عنها أساساً من حيث أنها لا تتكاثر في خلايا العائل البكتيرى. إن إنتاج هذه المواد منظم وراثياً بواسطة Extrachromosomal DNA وهذا ما يسمى بلازمدز Plasmids يعنى أنه يتكاثر منفصل لوحده وليس له ارتباط أو علاقة في تكاثره مع كروموزوم البكتيريا. وإن تلك المواد تتضاعف مع الكروموزوم البكتيري وهي باقية مادامت السلالة البكتيروساينوجنك موجودة.

هناك طريقة ممتازة لعزل وتعريف البكتيريا المتحصل عليها من أنسجة النبات (شكل ١٦٠). أو من التربة. تكون هذه الطريقة عبارة عن إستعمال بيئات غذائية إختيارية، تحتوي البيئات الاختيارية على مغذيات تشجع النمو في طراز خاص من البكتيريا الواحدة بينما في نفس الوقت تحتوي على مواد تثبط النمو في طرز أخرى من البكتيريا. لقد حدث تقدم كبير باتجاه إستكمال هذه البيئات الاختيارية وقد أدى الى زيادة توفر البيئات الاختيارية للبكتيريا الممرضة للنبات بشكل كاف ومرض تماما للاستعمال الروتيني في تعريف الاجناس البكتيرية وكثير من الانواع وحتى تحت الأنواع.

الأعراض المنسبة عن البكتيريا

Symptoms of Bacterial Plant Diseases

تسبب البكتيريا الممرضة للنبات تكشف وإظهار أعراض مرضية على النباتات التي تصيبها مشابهة تقريباً للأعراض التي تسببها الفطريات. تسبب البكتيريا، تبقعات ولفحات الأوراق، الأعفان الطرية في الثمار والجذور وأعضاء التخزين، الذبول، التضخمات، الجرب، التقرحات... الخ (شكل (١٥٩).

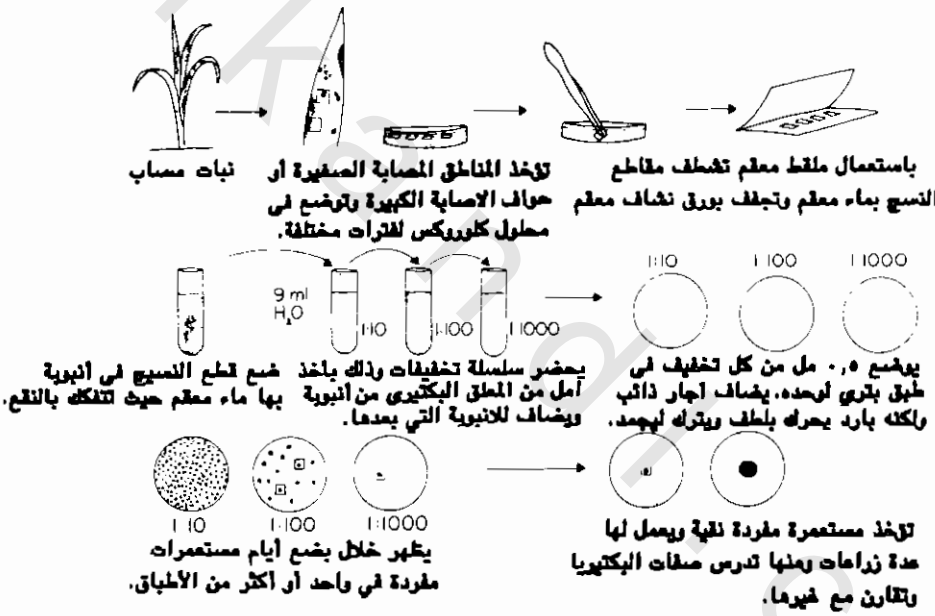
إن أى عرض من تلك الأعراض يمكن أن يتسبب عن كائنات ممرضة بكتيرية من أجناس عديدة وكل جنس يحتوي على بعض الكائنات الممرضة القادرة على احداث أنواع مختلفة من الأعراض . إن أنواعاً من الجنس اجروباكتيريم *Agrobacterium* تستطيع أن تسبب التضخمات فقط أو تسبب زيادة تكاثر الأعضاء، ومن ناحية أخرى، فإن التضخمات يمكن أن تتسبب بواسطة بعض أنواع كل من، كورن باكتيريم *Corynebacterium* وبسيدوموناس *Pseudomonas*. أيضاً فإن النوعين الممرضين من الجنس ستربتومايسز *Streptomyces* تسبب الجرب فقط أو البقع المتحللة في أجزاء المحاصيل الموجودة تحت سطح التربة. أما أنواع الجنس رايزوبيم *Rhizobium* فإنها تشجع تكوين العقد الجذرية على جذور النباتات البقولية

مقاومة الأمراض البكتيرية في النباتات

Control of Bacterial Plant Diseases

إن مقاومة الأمراض البكتيرية في النباتات تكون عادة من الصعوبة بمكان، كثيراً ما تتطلب المقاومة دمج كثيراً من طرق المقاومة للتغلب على مرض بكتيري معين. ومن الاحتياطات الضرورية والواجب إتخاذها هي منع تلوث الحقول أو المحاصيل بالكائنات الممرضة البكتيرية وذلك عن طريق إدخال وزراعة البذور السليمة فقط أو النباتات السليمة، وكذلك يجب إتباع كثيراً من العمليات الصحية وذلك لأن العمليات الصحية تهدف إلى تقليل اللقاح في الحقل وذلك عن طريق إزالة وحرق النباتات المصابة أو الفروع المصابة وتهدف أيضاً إلى تقليل

إنتشار البكتيريا من نبات إلى نبات آخر وذلك بإزالة التلوث عن الأدوات الزراعية وعن الأيدى التي تلوثت بعد نقل النباتات المريضة. إن عمليات النظافة التى ذكرت هي عمليات هامة جداً في المقاومة، كذلك فإن تنظيم وضبط بعض العمليات الزراعية مثل التسميد والري يؤدي إلى جعل النباتات غير عصارية كثيراً أثناء فترة الإصابة وأيضاً يمكن أن تؤدي إلى تقليل حدوث المرض. كما وأن الدورة الزراعية يمكن أن تكون فعالة جداً في مقاومة الأمراض البكتيرية المتسببة عن بكتيريا ذات مدى عوائلي محدود، ولكنها (الدورة الزراعية) غير فعالة وغير عملية مع البكتيريا التي تستطيع أن تهاجم عدة أنواع من المحاصيل النباتية (مدى عوائلي واسع).



شكل – ١٦٠

عزل الكائنات الممرضة البكتيرية من نسيج النبات المصاب.

إن استعمال الأصناف المقاومة من المحصول ضد بعض الأمراض البكتيرية، هي طريقة من أفضل الطرق لمقاومة الأمراض البكتيرية ولمنع حدوث الخسائر الكبيرة. يمكن أن يوجد درجات مختلفة من المقاومة ضمن أصناف النوع النباتي الواحد. ولقد عملت محاولات كبيرة في محطات تربية المحاصيل لزيادة المقاومة في، أو إدخال طرز جديدة من المقاومة في، مجموعات كثيرة من الأصناف النباتية المتوفرة. إن الأصناف المقاومة مكملة بالعمليات الزراعية المناسبة واستعمال المواد الكيماوية هي أكثر الطرق فعالية في مقاومة الأمراض البكتيرية خاصة عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لتكشف المرض.

إن استعمال الكيماويات لمقاومة الأمراض البكتيرية تبين على أنها بشكل عام أقل نجاحاً من المقاومة الكيماوية في الأمراض الفطرية. يمكن تعقيم التربة الملوثة بالبكتيريا الممرضة للنبات، بالبخار أو الحرارة الكهربائية أو بالكيماويات مثل الفورمالدهايد، الكلوروبكرين، ولكن هذا يكون عملياً فقط في الصوبات الزجاجية وفي المشاتل الصغيرة أو الاوعية الصغيرة. عندما تكون البذور مصابة وملوثة سطحياً، يمكن تطهيرها باستعمال صوديوم هايبوكلورايد أو محلول حامض الكلور أو عن طريق نقعها لعدة أيام في محلول ضعيف من حامض الخل. عندما يكون الكائن الممرض داخل غلاف البذرة وفي الجنين فإن مثل هذه المعاملات غير فعالة. إن معاملة البذور بالماء الساخن عادة لا تقاوم الأمراض البكتيرية وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة المميتة نسبيا للبكتيريا، ولكن المعاملة على درجة ٥٢° م لمدة ٢٠ دقيقة تقلل اعداد البذور المصابة الى حد كبير.

إن مركبات النحاس قد أعطت أفضل النتائج من بين الكيماويات المستعملة رشاً على المجموع الخضري، وعلى أية حال فإن مركبات النحاس نادراً ، أيضاً ، أن تعطي مقاومة كافية للأمراض عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لتكشف وإنتشار الكائن الممرض. إن مزيج بوردو، مركبات النحاس الثابتة والكوكساید هي الاكثر استعمالاً لمقاومة أمراض تبقع الأوراق البكتيري واللفحات البكتيرية. كذلك فإن الزينب أيضاً يستعمل لنفس الغرض خاصة على النباتات الحديثة التي من الممكن أن تتضرر باستعمال مركبات النحاس.

لقد استعملت المضادات الحيوية في السنوات الأخيرة ضد بعض الأمراض البكتيرية وكانت النتائج مشجعة. تمتص بعض المضادات الحيوية بواسطة النبات وتنتشر فيه جهازياً، لذا يمكن أن تستعمل رشاً أو تغمس فيها النباتات المنقولة. إن أكثر المضادات الحيوية أهمية ضد البكتيريا في الزراعة هي مركبات، Oxytetracycline ، Streptomycin . هناك مضادات أخرى عديدة متوفرة حالياً ولكن بعضاً منها لا يزال يستعمل أساساً لأغراض التجارب. نظراً لأن البكتيروفاج يقتل عوائله البكتيرية ونظراً لأنه وجد أن الفاجات (جمع بكتيروفاج) متخصصة ضد بعض البكتيريا الممرضة للنبات، لذلك كان من المتوقع أن الفاجات سوف تكون ذات قيمة عالية جداً في مقاومة أمراض النبات البكتيرية. في بعض الحالات وجد أن حدوث المرض وشدته (في بعض أمراض النبات البكتيرية) قد إنخفضت عن طريق رش النباتات بالبكتيريوفاج المتخصص أو بالبكتيريوساينز تحت الظروف التجريبية. أما الآن وعلى أية حال فإن هذه الطريقة في مقاومة الأمراض البكتيرية لم تتطور بشكل كاف ولا يمكن استعمالها ضد أى مرض بكتيري في الحقل، مع أن العمل في هذا المجال يمكن أن يثبت بأنه ذو قيمة عالية في المستقبل القريب.

لقد حصل على مقاومة حيوية ناجحة لأمراض النبات البكتيرية، وذلك عن طريق معاملة البذور أو أصول المشاتل بسلالات من نفس البكتيريا الممرضة، الا أن هذه السلالات مضادة ومنتجة للبكتريوسين، وكذلك عن طريق معاملة الدرنات، البذور وغيرها بالبكتيريا المضادة أو عن طريق رش أجزاء النبات الهوائية بالبكتيريا المضادة للكائن الممرض.

المراجع

Alvarez, A. M., Benedict, A. A., and Mizumoto, C. Y. (1985). Identification of xanthomonads and grouping of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* with monoclonal antibodies. *Phytopathology* **75,** 722–728.

Civerolo, E. L., Collmer, A., and Gillaspie, A. G., eds. (1987). "Plant Pathogenic Bacteria." *Proc. Sixth Int. Conf.,* Mertinus Nijhoff, Boston.

Cuppels, D. A. (1984). The use of pathovar-indicative bacteriophages for rapidly detecting *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in tomato leaf and fruit lesions. *Phytopathology* **74,** 891–894.

Davis, M. J., Gillaspie, A. G., Vidaver, A. K., and Harris, R. W. (1984). *Clavibacter:* A new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and Bermudagrass stunting disease. *Int. J. Syst. Bacteriol,* **34,** 107–117.

Dye, D. W. *et al.* (1980). International standards of naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. *Rev. Plant Pathol.* **59,** 153–168.

Fahy, D. C., and Persley, G. F., eds. (1983). "Plant Bacterial Diseases: A Diagnostic Guide." Academic Press, New York.

Hildebrand, D. C., Schroth, M. N. and Huisman, O. C. (1982). The DNA homology matrix and non-random variation concepts as the basis for the taxonomic treatment of plant pathogenic and other bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* **20,** 235–256.

Hirano, S. S., and Upper, C. D. (1983). Ecology and epidemiology of foliar bacterial plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* **21,** 243–269.

Kado, C. I., and Heskett, M. G. (1970). Selective media for isolation of *Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas,* and *Xanthomonas. Phytopathology* **60,** 969–976.

Kelman, A. (1979). How bacteria induce disease. *In* "Plant Disease" (J. G. Horsfal and E. B. Cowling, eds.), Vol. 4, pp. 181–199. Academic Press, New York.

Leben, C. (1981). How plant pathogenic bacteria survive. *Plant Dis.* **65,** 633–637.

Malin, E. M., Roth, D. A., and Belden, E. L. (1983). Indirect immunofluroescent staining for detection and identification of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in naturally infected bean seed. *Plant Dis.* **67,** 645–647.

Mount, M. S., and Lacey, G. H., eds. (1982). "Phytopathogenic Prokaryotes," 2 vols. Academic Press, New York.

Panopoulos, N. J., and Peet, R. C. (1985). The molecular genetics of plant pathogenic bacteria and their plasmids. *Annu. Rev. Phytopathol.* **23,** 381–419.

Schaad, N. W. (1979). Serological identification of plant pathogenic bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* **17,** 123–147.

Schaad, N. W., ed. (1980). "Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria." Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.

Schaad, N. W. (1982). Detection of seedborne bacterial plant pathogens. *Plant Dis.* **66,** 885–890.

Skerman, V. B. D., McGowan, V., and Sneath, P. H. A. (1980). Approved lists of bacterial names. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **30,** 255–420.

Starr, M. P., ed. (1983). "Phytopathogenic Bacteria," selections from "The Prokaryotes." Springer-Verlag, Berlin and New York.

Starr, M. P. (1984). Landmarks in the development of phytobacteriology. *Annu. Rev. Phytopathol.* **84,** 169–188.

Vidaver, A. K. (1976). Prospects for control of phytopathogenic bacteria by bacteriophages and

bacteriocins. *Annu. Rev. Phytopathol.* **14**, 451–465.
Vidaver, A. K. (1982). The plant pathogenic corynebacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* **36**, 495–517.
Vidaver, A. K. (1983). Bacteriocins: The lure and the reality. *Plant Dis.* **67**, 471–475.
Wells, J. M. *et al.* (1987). *Xylella fastidiosa*, gen. nov. sp. nov.: Gram-negative, xylem-limited, fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **37**, 136–143.

obeikandl.com

أمراض التبقعات واللفحات البكتيرية

Bacterial Spots and Blights Diseases

إن أكثر أنواع الأمراض البكتيرية شيوعاً في النباتات هي تلك التي تظهر على شكل تبقعات ذات مساحات مختلفة على الأوراق، السيقان، الأزهار والثمار. تظهر أعراض بعض الأمراض البكتيرية على شكل موت موضعي مستمر وسريع التقدم في مثل تلك الأعضاء وعندها تسمى اللفحات blights. من الممكن رغم أنه ليس شائعاً، أن في بعض اللفحات التي تصيب النباتات النامية، أن إصابة بكتيرية واحدة في نقطة واحدة يمكن أن تنتشر داخلياً خلال معظم أو كل النبات ويمكن أن تقتل جميع النبات. وبشكل عام فإن هناك إصابات بكتيرية عديدة تكون شاملة حتى في اللفحات النموذجية مثل اللفحة النارية وهي مسئولة عن موت جزء من النبات أو عن موت النبات كله. إن معظم ما يسمى باللفحات البكتيرية هو عادة المظهر الأخير لاصابات التبقع الشديدة على الأوراق، السيقان أو الأزهار. في الإصابات البكتيرية الشديدة، يمكن أن تكون البقع عديدة جداً، بحيث أنها تحطم معظم سطح النبات ويبدو النبات ملفوحاً، أو أن البقع قد تتسع وتتصل مع بعضها البعض وهذا ينتج مناطق واسعة من النسيج الميت في النبات وتظهر أيضاً نباتات ملفوحة. تكون البقع ذات الخلايا الميتة والمتحللة، عادة، دائرية أو تقريباً دائرية وفي بعض الأحيان تكون محاطة بهالة مصفرة. إن ظهور وتكشف بعض البقع البكتيرية في النباتات ثنائية الفلقة يكون محدداً بالعروق الوسطية أو العروق الكبيرة وتظهر البقع نموذجية زاوية (ذات زوايا)، ولنفس السبب فإن البقع البكتيرية على الأوراق والسيقان في النباتات أحادية الفلقة تظهر على شكل تخطيط أو شرائط وتعتمد التسمية على أطوالها. غالباً ما يفرز النسيج المصاب في الطقس الرطب كتلاً من البكتيريا والتي تنتشر إلى أنسجة جديدة أو نباتات جديدة وتبدأ إصابات جديدة، غالباً ما يتمزق نسيج الورقة الميت في مثل هذا الطقس الرطب ويسقط تاركاً ثقوباً، تلك الثقوب تكون دائرية أو شبيهة بإصابات الرصاصshot-holelike أو تكون غير منتظمة في شكلها وذات حواف ممزقة.

إن جميع البقع البكتيرية، تقريباً، في الأوراق، السيقان والثمار تتسبب عن البكتيريا التي هي قريبة الصلة بالأجناس بسيدوموناس *Pseudomonas*، زانثوموناس *Xanthomonas*، إن أكثر البقع البكتيرية واللفحات إنتشاراً المتسببة عن كل من هذه الكائنات الممرضة هي كما يلي: -

أولاً : *Pseudomonas syringae* ومنه تحت أنواع كثيرة منها:

١ - *P. syringae* pv. *tabaci* تسبب اللفحة النارية في الدخان.

٢ - *P. syringae* pv. *lacrymans* تسبب بقع الأوراق الزاوي في الخيار.

٣ - *P. syringae* pv. *phaseolicola* تسبب اللفحة الهالية في الفاصوليا.

٤ - *P. syringae* pv. *coronafaciens* تسبب اللفحة الهالية في الشوفان.

٥ - *P. syringae* pv. *pisi* تسبب اللفحة البكتيرية في البسلة.

٦ - *P. syringae* pv. *delphinii* تسبب البقعة السوداء في العايق.

٧ - *P. syringae* pv. *tomato* تسبب البثرات البكتيرية في الطماطم.

٨ - *P. syringae* pv. *glycinea* تسبب اللفحة البكتيرية في فول الصويا

٩ - *P. syringae* pv. *papulans* تسبب تبقع ثمار التفاح.

١٠ - *P. syringae* pv. *syringae* تسبب لفحة الحمضيات، لفحة التفاحيات تبقع الأوراق في الفاصوليا ولفحة الليلك.

ثانياً : *Xanthomonas campestris* ومنه تحت أنواع كثيرة تسبب أمراضاً منها:

١ - تحت نوع فاسيولي *phaseoli* يسبب اللفحة العادية في الفاصوليا.

٢ - زانثوموناس سوجنسيز *X.phaseoli var. sojensis* تسبب البثرات البكتيرية في فول الصويا.

٣ – تحت نوع مالفاسيرم *malvacearum* تسبب التبقع الزاوي في أوراق القطن.

٤ – تحت نوع أوريزا *oryzae* تسبب لفحة الأوراق البكتيرية في الرز.

٥ – تحت نوع ترانسلوسنس *translucens* تسبب اللفحة البكتيرية أو تخطيط الحبوب.

٦ – تحت نوع اوريزكولا *oryzicola* تسبب اللفحة والتخطيط البكتيري في أوراق الرز.

٧ – تحت نوع برونا *pruni* تسبب التبقع البكتيري في ثمار اللوزيات.

٨ – تحت نوع فيسيكاتوريا *vesicatoria* تسبب التبقع البكتيري في الطماطم والفلفل.

٩ – تحت نوع بيجونيا *begoniae* تسبب تبقع أوراق البيجونيا.

١٠ – تحت نوع جيومس يودانس *gummisudans* تسبب لفحة الأوراق في الجلاديولس.

١١ – تحت نوع بيلارجوناي *pelargonii* تسبب تبقع الأوراق في الجيرانيوم وعفن الساق.

١٢ – تحت نوع جوجلاندس *juglandis* تسبب لفحة الجوز.

إن التشخيص الروتيني لأمراض تبقع الأوراق واللفحات البكتيرية يعتمد على الشكل الظاهري للأعراض وعلى غياب الفطريات المرضة للنبات ووجود البكتيريا في النسيج المصاب حديثاً. إن التفريق بالميكروسكوب بين هذه الكائنات المرضة هو غير ممكن كما هو غير ممكن أيضاً بين كل البكتيريا المرضة للنبات. تقضي البكتيريا الشتاء في الأجزاء المصابة أو السليمة في النباتات المعمرة وكذلك يمكن أن تقضي الشتاء على أو في البذور، على بقايا النبات المصابة أو في الأوعية الملوثة أو الأدوات الزراعية الملوثة وعلى أو في التربة. إن انتشار البكتيريا من المكان الذي قضت فيه الشتاء وإنتقالها إلى عوائلها وإنتقالها من نبات إلى نبات يأخذ مجراه بواسطة المطر، طرطشة ماء المطر، الرياح التى تثير الأمطار، الاتصال المباشر مع العائل، بواسطة الحشرات مثل الذباب، النحل، النمل، بواسطة النباتات المنقولة وبالأدوات الزراعية. يحدث الاختراق عن طريق الفتحات الطبيعية والجروح. ويكون الدخول بشكل عام بين الخلايا خلال الأنسجة البارنشيمية. إن التبليل المائي للأنسجة النباتية أثناء الأمطار الغزيرة،

يناسب كثيراً عملية الاختراق والمهاجمة بواسطة البكتيريا. تصبح الخلية مخترقة بعد أن يتحطم جزءاً من الجدار الخلوي، ومن المحتمل أن يكون ذلك بواسطة أنزيم البكتينيز والسليوليز. إن مقاومة أمراض اللفحات والتبقعات البكتيرية بالاضافة إلى استعمال الأصناف المقاومة، الدورة الزراعية، والعمليات الصحية، يمكن أن يحصل عليها إلى حد ما عن طريق الرش عدة مرات أثناء الفترة التي يكون فيها النبات قابل للإصابة. ترش النباتات بالكيماويات مثل مزيج بوردو ومركبات النحاس الأخرى، الزينب وكذلك ترش بالمضادات الحيوية مثل ستربتومايسين، وتتراسيكلين. أما إذا كانت الإصابة في الأشجار فتستعمل المضادات الحيوية عن طريق الحقن في الجذوع.

اللفحة النارية في الدخان

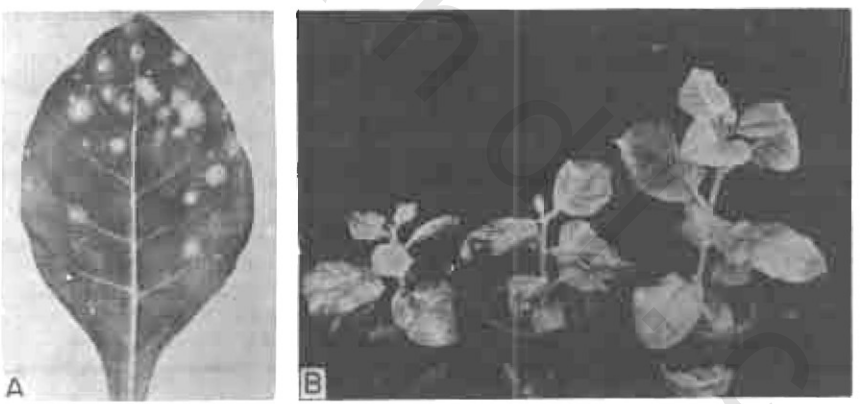
Fire Blight of Tobacco

توجد اللفحة النارية في الدخان في جميع أنحاء العالم حيث يزرع الدخان. يحدث المرض في بعض المناطق سنة بعد أخرى وهي مهلكة جداً، بينما في مناطق أخرى تظهر متقطعة، ويختلف مدى الضرر الذي تحدثه. ولقد ذكر أنها تهاجم نباتات أخرى، ولكن يبدو أنها مهمة إقتصادياً فقط على الدخان وفول الصويا.

تسبب اللفحة النارية خسائر في كل من المشاتل والحقل ويمكن أن تموت البادرات المصابة. أما في نباتات الدخان النامية في الحقل فإن اللفحة النارية تسبب مناطق ميتة كبيرة غير منتظمة على الأوراق، يمكن أن تسقط هذه الأوراق أو تصبح غير ذات قيمة إقتصادية.

الأعراض : تظهر الأعراض الأولية عادة على الأوراق في النباتات الحديثة في المشاتل، مع أن النباتات يمكن أن تصاب في أي عمر. يظهر على أوراق البادرات ضعيفة النمو عفن رطب متقدم على الحواف والقمم وتكون هناك مناطق ذات بقع مائية تفصل التعفن عن الأنسجة السليمة. يمكن أن تتعفن الورقة بأكملها أو أجزاء منها فقط، ويمكن أن تسقط الأوراق. تقتل بعض البادرات في المشتل بينما الأخرى يمكن أن تموت بعد أن تنتقل.

تظهر أكثر الأعراض شيوعاً على أوراق النباتات في الحقل وتتألف من بقع مستديرة خضراء مصفرة قطرها حوالي ٠.٥ - ١ سم، خلال يوم واحد أو أكثر تتحول مراكز البقع إلى اللون البني وتكون محاطة بهالات خضراء مصفرة (شكل ١٦١ ، A). كلما تقدم المرض فإن البقع البنية والهالات الشاحبة تتسع، يمكن أن تصبح البقع البنية في خلال بضعة أيام ذات قطر ٢ - ٣ سم مع أنها ليست دائماً دائرية. عادة تلتحم البقع المتجاورة مع بعضها البعض وتكون مناطق ميتة كبيرة غير منتظمة والتي يمكن أن تشمل مناطق كبيرة من الورقة (شكل ١٦١، B). تجف المناطق المريضة وتبقى سليمة في الطقس الجاف ولكن في الطقس الرطب فإنها تسقط وتعطى للأوراق مظهراً مشوهاً، ممزقاً، ومقطعاً، وبالتالي تصبح الأوراق عديمة الفائدة. تظهر البقع أقل كثيراً على الأزهار وعلى كبسولات البذور، الأعناق والسيقان.



شكل ١٦١

تبقعات اللفحة النارية ذات الهالة الشاحبة على ورقة دخان حديثة (A) وأعراض اللفحة النارية على نباتات الدخان الحديثة (B) النبات السليم على اليمين.

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن البكتيريا بسيدوموناس سيرنجي تحت نوع تباسي *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* تكون هذه البكتيريا توكسين قوي يسمى تاب توكسن Tabtoxin أو توكسين اللفحة النارية، تكون البكتيريا هذا التوكسين في النباتات

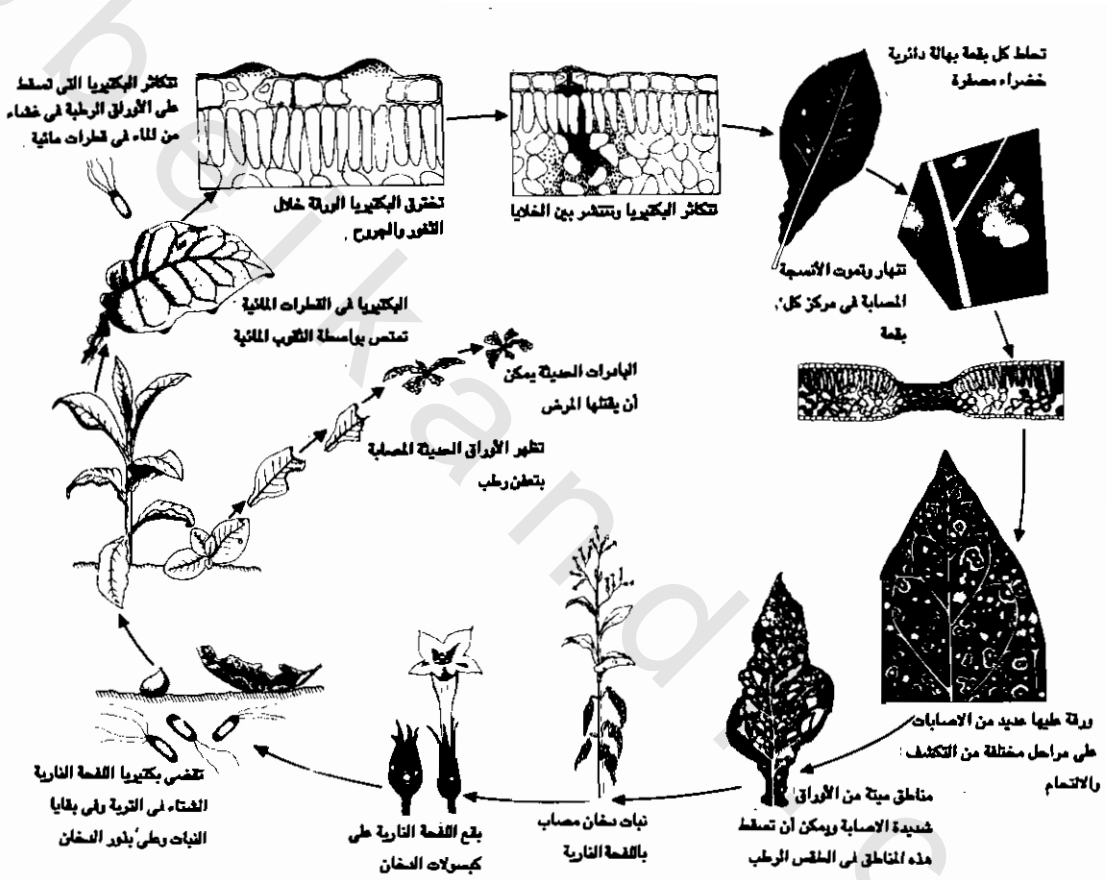
العائل وعلى كثير من البيئات الغذائية. إن كمية ٠.٠٠٥ ميكوغرام فقط من هذا التوكسين يمكن أن تنتج بقع ميتة صفراء على ورقة الدخان في حالة غياب البكتيريا.

تكشف المرض : تقضي بكتيريا اللفحة النارية الشتاء في بقايا النباتات في التربة، أو في أوراق الدخان الجافة أو المريضة التي عولجت، على البذور الناتجة من كبسولات البذور المصابة، وعلى أغطية المشاتل، وفي جذور كثير من الأعشاب ونباتات المحاصيل. تحمل البكتيريا من هذه المصادر إلى الأوراق بواسطة قطرات المطر أو بالرياح خلال الطقس الرطب (شكل ١٦٢) ويمكن أيضاً أن تنتشر بواسطة الأدوات الزراعية الملوثة والأيدي الملوثة أثناء نقل النباتات.

إن الرطوبة العالية جداً أو غشاء من الماء، يجب تواجدها على النباتات لكي تحدث الإصابة، وبالتالي لتكشف الأوبئة، توجد مناطق ذات بقع مائية في الأوراق أثناء الفترات الممطرة الطويلة أو خلال الأمطار المصحوبة برياح قوية، هذه المناطق تكون ساحات عدوى ممتازة للبكتيريا وتفضي إلى بقع متحللة شاملة خلال ٢ – ٣ أيام. تدخل البكتيريا الورقة خلال الثغور الكبيرة وخلال الغدد المائية hydathodes ومن خلال الجروح المتسببة عن الحشرات والعوامل الأخرى. إن بعض الحشرات مثل الخنافس البرغوثية، المن، والذباب الأبيض تعمل أيضاً كعوامل ناقلة لهذا الكائن الممرض.

إذا ما فرض وأن دخلت البكتيريا أنسجة الورقة فإنها تتكاثر بين الخلايا بمعدل سريع (شكل ١٥٨) وفي نفس الوقت فإنها تفرز توكسين اللفحة النارية الذي ينتشر شعاعياً من نقطة الإصابة ويؤدى إلى تكوين الهالة الشاحبة، هذه الهالة تتكون من منطقة عريضة إلى حد ما من الخلايا التي هي خالية من البكتيريا وتحيط البقعة المحتوية على بكتيريا. تنتج أنواعا من البكتيريا أعراضاً مشابهة لما ذكر ولكن بدون هالة لأنها لا تنتج توكسين وتسبب أمراض التبقع الزاوي أو الذراع الأسود.

تستمر البكتيريا في الإنتشار خلال الطقس الرطب بين الخلايا وعن طريق التوكسين والأنزيمات التي تفرزها تسبب تحطيم وإنهيار وموت الخلايا البرانشيمية في أنسجة الورقة



شكل - ١٦٢

دورة مرض اللفحة النارية في الدخان المتسببة عن بسيدوموناس سيرنجي تباسي

التي تخترقها. تهاجم الخلايا المنهارة بواسطة بكتيريا اللفحة النارية أيضاً بواسطة البكتيريا والفطريات الرمية والتي تزيد في تحليل الأنسجة، تكون المناطق الميتة المتحللة من الورقة مهلهلة وغير مرتبطة مع بعضها البعض وخلال الطقس الرطب فإنها تنفصل بسهولة عن الأنسجة السليمة وتسقط على الأرض أو تحمل بواسطة التيارات الهوائية إلي نباتات أخرى.

المقاومة: - يجب زراعة الأصناف المقاومة فقط كلما كان ذلك ممكناً. أما بالنسبة للأصناف القابلة للإصابة فمن المهم أن تبدأ عمليات المقاومة في المشاتل نظراً لأن المرض غالباً ما يبدأ هناك. يجب استعمال البذور السليمة فقط وإذا ما كان متوقعاً أن هذه البذور قد تلوثت بالبكتيريا يجب تطهيرها وذلك بنقعها في محلول الفورمالدهايد لمدة ١٠ دقائق. يجب تعقيم تربة المشتل ويفضل أن يتم ذلك بالبخار قبل الزراعة أو بالكيماويات مثل الفابام، مايلون أو ميثايل بروماید في الخريف. بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة وإذا ما كانت اللفحة النارية قد ظهرت في المنطقة خلال السنة السابقة، يجب أن ترش المشاتل بالمبيدات الفطرية النحاسية المتعادلة والستربتومايسين. يجب أن يستمر رش الستربتومايسين أسبوعياً حتى تنقل النباتات من المشتل. إذا ظهرت بقع متفرقة من اللفحة النارية فإن النباتات المصابة مع كل النباتات السليمة الموجودة في نطاق ٢٥ سم حول النباتات المصابة يجب إبادتها وذلك بغمرها بالفورمالدهايد. يجب نقل البادرات السليمة فقط إلى الحقل ويجب أن تزرع فقط في الحقول التي لم يحدث ولم يظهر فيها أمراض للمحصول خلال السنة السابقة. يجب منع استخدام الكميات الزائدة من التسميد وخاصة السماد النيتروجيني، نظراً لسرعة نمو النبات في هذه الحالة (حالة استعمال الأسمدة الزائدة) وتكون عصيرية وبالتالي تكون أكثر قابلية للإصابة بالمرض من تلك النباتات التي نمت ببطء أو نمت نمو عادي.

اللفحات البكتيرية في الفاصوليا

Bacterial Blights of Beans

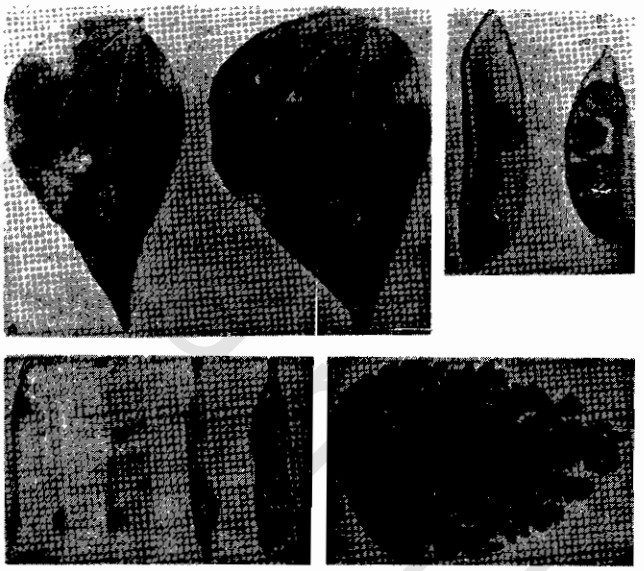
تتسبب اللفحة العادية في الفاصوليا عن البكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع فاسيولي *Xanthomonas campestris pv. phaseoli* أما اللفحة الهالية تتسبب عن البكتيريا

بسيدوموناس سيرنجي تحت نوع فاسيولكولا *Pseudomonas syringae pv. phaseolico-la* أما التبقع البني البكتيري فيتسبب عن بسيدوموناس سيرنجي تحت نوع سيرنجي *p.syringae pv. syringae* تظهر كل الأمراض هذه حيث تزرع الفاصوليا وتسبب أعراضا متشابهة جدا. إن التمييز بين الأمراض في الحقل من الصعوبة بمكان وغير ممكن وذلك لأن كلا المرضين يؤثر على الأوراق، القرون، السيقان والبذور بطرق متشابهة.

تظهر الأعراض أولاً على السطح السفلي للأوراق على شكل بقع مائية، تتسع هذه البقع وتلتحم مع بعضها البعض وتكون مناطق أوسع والتي بعد ذلك تصبح متحللة وميتة. يمكن للبكتيريا أن تدخل أيضاً في الأنسجة الوعائية في الورقة وتمتد إلى الساق. أما في اللفحة الهالية، تتكون منطقة تشبه الهالة من أنسجة صفراء مخضرة بعرض ١٠ ملم أو أكثر خارج المنطقة المائية معطية الأوراق المظهر المصفر (شكل ١٦٣، A). أما في اللفحة العادية وفي البقعة البنية البكتيرية فإن المنطقة المصابة والتي تكون محاطة بمنطقة ضيقة جداً من نسيج أصفر ليموني لامع يتحول إلى بني وتصبح سريعة التحلل، وعن طريق الالتحام بين البقع الصغيرة العديدة يمكن أن تتكون منطقة ميتة واسعة بأشكال مختلفة. يكون كلا المرضين أعراضاً متماثلة على الساق، القرون، والبذور، ولكن عندما تتكون الافرازات البكتيرية على هذه الأجزاء تكون صفراء في اللفحة العادية (زانثوموناس) وذات لون كريمي فاتح أو لون فضي في اللفحة الهالية (بسيدوموناس).

تظهر الأعراض على الساق على شكل بقع مائية وأحيانا علي شكل بقع غائرة والتي تتسع طولياً بالتدرج وتتحول إلى اللون البني وغالباً تكون متشققة على السطح ومفرزة افرازات بكتيرية، مثل هذه البقع تكون أكثر إنتشاراً في المنطقة القريبة من العقدة الأولى حيث تطوق الساق، وعادة يحدث هذا في الزمن الذي تكون فيه القرون نصف ناضجة تقريباً، وبالتالي فإن ثقل النباتات يكسر الساق عند هذه البقعة، يسمى هذا العرض الساق المطوق أو عفن المفصل. تظهر بقع مائية صغيرة أيضاً على القرون والتي يمكن أن تتسع وتلتحم مع بعضها البعض وتتحول إلى اللون المائل للبني أو المائل للاحمرار بتقدم العمر (شكل ١٦٣، B). غالباً فإن

الأجهزة الوعائية في الخطوط التي تربط مصراعي القرن تصبح مصابة، مما يؤدي إلى جعل الأنسجة المجاورة تصبح مائية وتؤدي إلى إصابة البذرة عن طريق إتصالها بالقرن (الحبل السري). يمكن أن تتعفن البذور أو تتجعد إذا أصيبت وهي حديثة فعلاً أو قد تظهر درجات مختلفة من التجعد وتغير اللون (تلون، أو شفافية) معتمدة في ذلك على وقت ودرجة الإصابة. تظهر أعراض مشابهة على البسلة وفول الصويا تتسبب عن نوعين مختلفين من بسيدوموناس (شكل ١٦٣، A، B، C، D).



شكل – ١٦٣

(A) أعراض مبكرة على الأوراق المصابة باللفحة الهالية في الفاصوليا المتسببة عن بسيدوموناس سيرنجي فاسيولكولا

(B) أعراض اللفحة البكتيرية على قرون فاصوليا الليما المصابة بالبكتيريا زانثوموناس كامبسترس فاسيولا

(C) أعراض على قرون البسلة متسببة عن بسيدوموناس بيزاي.

(D) أعراض متقدمة على الورقة المصابة باللفحة البكتيرية في فول الصويا المتسببة عن بسيدوموناس سيرنجي غلايسنز

إن كل من مسببات الأمراض البكتيرية الثلاثة يقضي الشتاء في البذور المصابة وفي سيقان الفاصوليا المصابة. تصيب البكتيريا الفلقات في البذرة ومن هذه الفلقات إما أن تنتشر إلى الأوراق فيما بعد أو أن تدخل الجهاز الوعائي وتسبب إصابة جهازية مكونة بقع متحللة على كل من الساق والأوراق. تتحرك البكتيريا داخلياً بين الخلايا ولكن الخلايا تنهار وتخترق وتُهضم ويتشكل فيها فجوات. عندما تصل البكتيريا إلى الخشب فإنها تتكاثر بسرعة وتنتقل إلى أعلى أو إلى أسفل في الخشب وخارجياً في البرانشيما. يمكن أن تخرج البكتيريا إلى الخارج خلال الثغور أو الشقوق التي في النسيج ويمكن أن تعود وتدخل ثانية السيقان أو الأوراق خلال الثغور أو الجروح.

إن مقاومة لفحات الفاصوليا البكتيرية تكون عن طريق استعمال بذور خالية من المرض، إتباع دورة زراعية ثلاثة سنوات، الرش بالمبيدات الفطرية النحاسية.

إن اللفحة البكتيرية في فول الصويا *Pseudomonas syringae pv.glycinea* المتسببة عن

ومرض البثرات البكتيرية في Xanthomonas *campestris pv. glycines* فول الصويا المتسبب عن

كلاهما مشابه تقريباً في معظم الاعتبارات للفحات البكتيرية في الفاصوليا.

مرض التبقع الزاوي في الخيار

Angular Leaf Spot of Cucumber.

يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *Pseudomonas syringae pv.lachrymans* بسيدوموناس سرنجي تحت نوع لاكريمنز. تهاجم البكتيريا الأوراق، السيقان والثمار في كل من، الخيار، الشمام، الكوسة وبعض القرعيات الأخرى في أمريكا الشمالية، أوروبا ومن المحتمل في أماكن أخرى. تظهر الأعراض في البداية على شكل بقع صغيرة دائرية لا تلبث أن تصبح كبيرة مزواة أو غير منتظمة، يظهر على الأوراق مناطق ذات بقع مائية. في الطقس

الرطب ترشح قطيرات من الافراز البكتيري وتخرج من البقع على السطح السفلي للورقة وأخيراً تجف وتتحول الى قشور مائلة للون الأبيض. بعدئذٍ تتحول المناطق المصابة إلى اللون الرمادي، تنكمش وتموت. غالباً ما تتمزق بعيداً عن النسيج السليم، تسقط وتترك ثقوباً كبيرة غير منتظمة في الأوراق. يظهر على الثمار المصابة بقعاً صغيرة دائرية تقريباً والتي غالباً ما تكون سطحية، ولكن عندما تموت الأنسجة المصابة تتحول إلى اللون الأبيض وتتشقق وتسمح لفطريات العفن الطري والبكتيريا الأخرى بالدخول إلى الثمرة حيث تتعفن جميع الثمرة.

تقضي البكتيريا الشتاء أساساً على البذور الملوثة وفي البقايا النباتية المصابة المهملة. تنتقل البكتيريا من البذور ومن البقايا النباتية إلى الفلقات والأوراق، وهذه البكتيريا تدخل عن طريق الثغور والجروح ويمكن أن تتحرك جهازياً الى أجزاء أخرى من النبات.

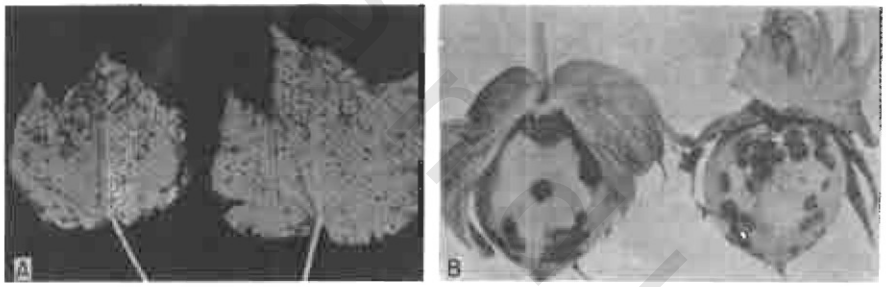
يمكن الحصول على مقاومة لمرض التبقع الزاوي في الخيار وذلك باستعمال بذور نظيفة أو معاملة، استعمال أصناف مقاومة، إتباع دورة زراعية وإلى حد ما عن طريق الرش بالكيماويات مثل المركبات النحاسية الثابتة المحتوية على مبيدات بكتيرية.

مرض التبقع الزاوي في القطن
Angular Leaf Spot of Cotton

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع مالفاسيرم *Xanthomonas campestris pv. malvacearum* يوجد المرض في أي مكان يزرع فيه القطن. تظهر الأعراض على شكل بقع صغيرة مستديرة مائية على السطح السفلي للفلقات والأوراق الحديثة وعلى سيقان البادرات بعد ظهورها فوق سطح التربة مباشرة. تقتل معظم هذه الأوراق والنباتات المصابة أيضاً. في الأطوار الأخيرة تظهر البقع التي على الأوراق على شكل بقع متحللة مزواة بنية إلى سوداء اللون ومختلفة الحجم (شكل ١٦٤ ، A). تتحول الأوراق المصابة في بعض الأصناف إلى اللون الأصفر، تتجعد وتسقط. تصبح البقع المتحللة التي على السيقان الحديثة طويلة وسوداء، وهذا المظهر يطلق عليه اسم الذراع الأسود. أحياناً فإن البقع المتحللة

قد تطوق وتقتل السيقان. تظهر أيضاً بقع سوداء مزواة أو غير منتظمة على لوزات القطن الحديثة (شكل ١٦٤ ، B)، على هذه اللوزات تصبح البقع غائرة وفي الطقس الحار الرطب يمكن للبكتيريا أن تخترق اللوزات وتسبب لها تعفن وأيضاً السقوط أو أن اللوزات تصبح مشوهة.

تقضى البكتيريا الشتاء في أو على البذور أو في الزغب الموجود على البذور، وفي بقايا النباتات غير المتحللة. تكون المقاومة عن طريق استعمال بذور خالية من المرض أو بذور معاملة وكذلك استعمال الأصناف المقاومة.



شكل -١٦٤

أعراض تبقع الورقة الزاوي على أوراق (A) وجوزات (B) القطن المتسبب عن زانثوموناس كامبسترس تحت نوع مالفاسيرم.

تبقعات الأوراق البكتيرية واللفحات في الحبوب والنجيليات

Bacterial Leaf Spots and Blights of Cereals and Grasses

هناك أنواعاً عديدة وتحت أنواع من الجنس بسيدوموناس *Pseudomonas* والجنس زانثوموناس *Xanthomonas* تهاجم كل الحبوب المزروعة والنجيليات البرية وبعضها يسبب

خسائر كبيرة لعوائلها الخاصة. إن أكثر الأمراض البكتيرية إنتشاراً في هذه المحاصيل هي ١- التخطيط البكتيري على السورجوم والذرة P. *andropogonis* ٢ – لفحة الاوراق على جميع الحبوب *P. avenae* ٣ – التخطيط الأحمر وعفن القمة في قصب السكر *P. rubrili-neans* ٤ – العفن القاعدي لمصيفات الحبوب *P. syringae pv. atrofaciens* ٥ – اللفحة الهالية في الشوفان والحبوب الاخرى *P.syringae pv. coronafaciens* ٦ – اللفحة البكتيرية أو التخطيط لعديد من الحبوب وتخطيط السورجوم والذرة الشامية *x. campestris* pv. *translucens* ٧ – جرب الورقة في قصب السكر *x. albilineans* وامراض أخرى أقل أهمية. من المحتمل أن تكون معظم تبقعات الأوراق ولفحات الحبوب عالمية الإنتشار وهي تسبب امراضاً متشابهة الى حد ما على واحد او اكثر من النجيليات والحبوب. معظم الامراض البكتيرية على الحبوب احياناً فقط تسبب إنخفاض في الانتاج ولكن بعضها قليل الأهمية. تظهر الأعراض على أنصال الاوراق وعلى الأغلفة على شكل مناطق خطية مائية والتي لا تلبث أن تتسع وتلتحم مع بعضها البعض في أشرطة غير منتظمة ضيقة مصفرة أو مائلة للون البني مصفرة لامعة ذات مراكز شفافة (شكل ١٦٥). يظهر هناك قطرات من افرازات بيضاء منتشرة على الخطوط. تؤدى الاصابة الشديدة الى جعل الاوراق تتحول الى اللون الأصفر وتموت إبتداءً من القمة وباتجاه الأسفل وبرفقة بقع متحللة على أغمدة الورقة وعلى القنابات الزهرية تعوق استطالة السنبلة وتسبب اللفحة، يتكون أيضاً بقعاً صغيرة متحللة على الفلقات. يلائم المرض ويتكشف جيداً في الطقس الرطب الممطر. تقضي البكتيريا الشتاء على البذور وفي بقايا المحصول وتنتشر بواسطة المطر، أو الاتصال المباشر أو بالحشرات. إن الطرق الرئيسية في المقاومة تكون باستعمال بذور خالية من المرض أو زراعة بذور معاملة، أو إتباع دورات زراعية.

التبقع البكتيري في الطماطم والفلفل

Bacterial spot of Tomato and Pepper

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع فاسيكاتوريا *Xan-thomonas camperstris pv. vesicatoria* وهو مرض واسع الانتشار يسبب ضرراً كبيراً

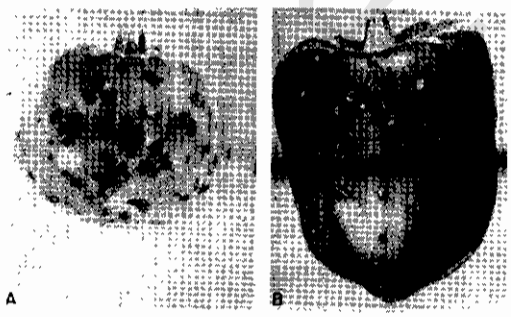
للأوراق وللسيقان خاصة في البادرات، ولكن المرض يكون لافتاً للنظر بصورة أكثر وذلك بتأثيره على الثمار. تظهر الأعراض على الأوراق على شكل بقع صغيرة حوالي ٣ ملم غير منتظمة رمادية اللون مائلة للأرجواني ذات مركز أسود وهالة ضيقة صفراء. يمكن أن تسبب البقع العديدة تساقط الأوراق أو تجعل الأوراق تظهر ممزقة. اصابة الأجزاء الزهرية تؤدي في كثير من الحالات إلى تساقط خطير في الأزهار. يظهر على الثمار الخضراء بقعاً صغيرة مائية وتكون تلك البقع مرتفعة قليلاً ولها هالات بيضاء مخضرة وتتسع لتصبح ذات قطر حوالي ٣ – ٦ ملم (شكل ١٦٦). لا تلبث بعدئذٍ أن تختفي الهالات وتصبح البقع بنية إلى داكنة غائرة قليلاً ذات سطح صلب أجرب وتلتف بشرة الثمرة إلى الخلف.

شكل ١٦٥

اللفحة البكتيرية لتخطيط الشعير المتسببة عن زانثوموناس كامبسترس تحت نوع ترانسلوسنس

تقضي البكتيريا الشتاء في البذور الملوثة أثناء الاستخراج (استخراج البذور من الثمار) أو في بقايا النبات المصابة في التربة وأحياناً على عوائل أخرى. تنتشر البكتيريا بالمطر، الرياح أو بالملامسة وتخترق الأوراق عن طريق الثغور والجروح وتخترق الثمار عن طريق الجروح. تعتمد مقاومة المرض على استعمال بذور وبادرات خالية من البكتيريا، والرش بالمبيدات الفطرية المحتوية على نحاس ثابت ومانيب ويمكن مقاومة المرض بعد أن يظهر في الحقل وذلك باستعمال المبيدات الفطرية النحاسية فقط تحت ظروف طقس معتدل الجفاف باستعمال مخلوط من النحاس والمانيب.

هناك مرضاً يسمى البثرات البكتيرية في الطماطم ويكون مشابهاً للتبقع البكتيري ولكنه يتسبب عن بسيدوموناس سيرنجي تحت نوع توماتو *Pseudomonas syringae pv. toma-to* أصبح هذا المرض مهماً إقتصادياً في معظم أنحاء العالم منذ بداية السبعينات. تكون البقع على الاوراق، السيقان والثمرة متشابهة ولكنها أصغر من تلك الّتي يسببها مرض التبقع البكتيري، وهي أيضاً كثيراً ما تلتحم وتظهر على شكل مناطق جرباء وتكون مغطية ربع سطح الثمرة او اكثر. يلائم مرض البثرات البكتيرية الطقس البارد الرطب. أما طرق المقاومة فهى نفس الطرق المذكورة في التبقع البكتيري.



شكل – ١٦٦
التبقع البكتيري في الطماطم (A) وفي الفلفل (B) المتسببة عن زانثوموناس كامبسترس تحت نوع فاسيكاتوريا

التبقع البكتيري في أشجار اللوزيات

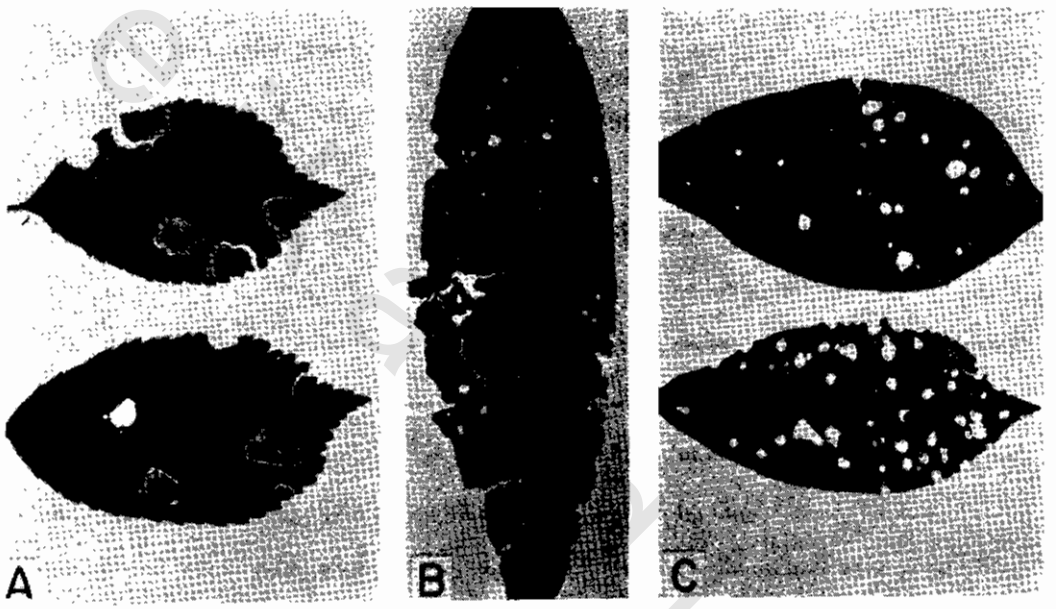
Bacterial Spot of Stone Fruit Trees

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع بروناي *Xantho-monas campestris pv. pruni* يوجد هذا المرض في معظم المناطق حيث تزرع اللوزيات، ويمكن أن يسبب خسائر كبيرة وخطيرة، وذلك عن طريق الخفض المباشر في القابلية التسويقية للثمار وعن طريق سلب الحيوية من الأشجار، وذلك بأحداث تبقع الأوراق وتساقطها، وعن طريق ظهور بقع ميتة متحللة على الأفرع الصغيرة. إن المرض أكثر شدة على الخوخ، البرقوق والمشمش ولكنه يهاجم كل أشجار اللوزيات.

تظهر الأعراض على الأوراق على شكل بقع صغيرة مائية دائرية أو غير منتظمة والتي سرعان ما تتسع إلى حد ما ويصبح قطرها حوالي ١ – ٥ ملم وتصبح مزواه أكثر وتتحول إلى اللون الأرجواني أو البني. يظهر في كثير من الحالات تشققات حول البقع وتتكسر المناطق المصابة وتنفصل عن النسيج السليم المحيط بها وتسقط معطية مظهر التثقب الخرقي للأوراق Shot-hole (شكل ١٦٧). قد تلتحم بقعاً عديدة صغيرة مع بعضها البعض ويمكن أن تشترك في تكوين بقع كبيرة على الورقة. تتحول الأوراق المصابة بشدة إلى اللون الأصفر وتسقط . يظهر على الثمار بقع صغيرة دائرية بنية منخفضة قليلاً في منطقة محددة على الثمرة. يحدث تنقر وتشقق بالقرب من البقع الموجودة على الثمرة يمكن أن تفرز المناطق المتضررة مادة صمغية بعد حدوث طقس ممطر. يتكون على الفروع الصغيرة بقع متحللة ميتة غامقة اللون ارجوانية إلى سوداء غائرة قليلاً دائرية إلى اهليجية، تتكون في معظم الحالات حول البراعم في الربيع أو على الفروع القصيرة الخضراء في أواخر الصيف.

تقضي البكتيريا الشتاء في البقع الميتة المتحللة على الفروع الصغيرة وفي البراعم. عند حلول الربيع تندفع البكتيريا خارج النسيج وتنتشر برذاذ المطر والحشرات إلى الأوراق الحديثة والثمار والأفرع الصغيرة والتي يمكن أن تصاب عن طريق الفتحات الطبيعية، أو عن طريق ندب الورقة أو الجروح. يكون المرض أكثر شدة على الأشجار الضعيفة منه على الأشجار

القوية وبالتالي فإن إبقاء الأشجار في حالة قوية جيدة يساعدها في مقاومة المرض. إن طريقة الرش بالكيماويات حتى الآن ليست فعالة في المقاومة ولكن استعمال المضادات الحيوية عن طريق الحقن في الأشجار بعد أن تكون الثمار قد جمعت أعطى نتائج مقاومة تبشر بالنجاح خلال المواسم التالية.



شكل - ١٦٧

التبقع البكتيري في الأوراق والتثقب في اللوزيات المتسبب عن زانثوموناس كامبسترس تحت نوع بروناى. (A) على أوراق الكرز المسمى *Prunus tomentosa* حيث تتميز بهالات عريضة خضراء فاتحة تتكون حول المنطقة المصابة قبل أن يسقط جميع النسيج المصاب. (B) على الخوخ، (C) على البرقوق. إن ظاهرة التثقيب واضحة على أوراق البرقوق.

المراجع

Brinkerhoff, L. A. (1970). Variation in *Xanthomonas malvacearum* and its relation to control. *Annu. Rev. Phytopathol.* **8**, 85–110.

Brinkerhoff, L. A., and Fink, G. B. (1964). Survival and infectivity of *Xanthomonas malvacearum* in cotton plant debris and soil. *Phytopathology* **54**, 1198–1201.

Brinkerhoff, L. A., Verhalen, L. M., Johnson, W. M., Essenberg, M., and Richardson, P. E. (1984). Development of immunity to bacterial blight of cotton and its implications for other diseases. *Plant Dis.* **68**, 168–173.

Burr, T. J., and Katz, B. H. (1984). Overwintering and distribution pattern of *Pseudomonas syringae* pv. *papulans* and pv. *syringae* in apple buds. *Plant Dis.* **68**, 383–385.

Clayton, E. E. (1936). Water soaking of leaves in relation to development of the wildfire disease of tobacco. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* **52**, 239–269.

Daft, G. C., and Leben, C. (1972). Bacterial blight of soybeans: Epidemiology of blight outbreaks. *Phytopathology* **63**, 57–62.

Daft, G. C., and Leben, C. (1972). Seedling infection after emergence. *Phytopathology* **63**, 1167–1170.

Davis, R. G., and Sandridge, T. L. (1977). Epidemiology of bacterial blight of cotton. *Miss., Agric. For. Exp. Stn., Tech. Bull.* **88**.

Dunegan, J. C. (1932). The bacterial spot disease of the peach and other stone fruits. *U.S., Dep. Agric., Tech. Bull.* **273**

Fahy, P. C., and Persley, G. J. (1983). "Plant Bacterial Diseases: A Diagnostic Guide." Academic Press, New York.

Feliciano, A., and Daines, R. H. (1970). Factors influencing ingress of *Xanthomonas pruni* through peach leaf scars and subsequent development of spring cankers. *Phytopathology* **60**, 1720–1726.

Getz, S., Stephens, C. T., and Fulbright, D. W. (1983). Influence of developmental stage on susceptibility of tomato fruit to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. *Phytopathology* **73**, 36–38, 39–43.

Goode, M. J., and Sasser, M. (1980). Prevention—the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato. *Plant Dis.* **64**, 831–834.

Higgins, B. B. (1922). The bacterial spot of pepper. *Phytopathology* **12**, 501–516.

Hirano, S. S., and Upper, C. D. (1983). Ecology and epidemiology of foliar bacterial plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* **21**, 243–269.

Kritzman, G., and Zutra, D. (1983). Systemic movement of *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* in the stem, leaves, fruits, and seeds of cucumber. *Can. J. Plant Pathol.* **5**, 273–279.

Leben, C. (1983). Chemicals plus heat as seed treatments for control of angular leaf spot of cucumber seedlings. *Plant Dis.* **67**, 991–993.

McCarter, S. M., Jones, J. B., Gitaitis, R. D., and Smitley, D. R. (1983). Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in association with tomato seed, soil, host tissue, and epiphytic weed hosts in Georgia. *Phytopathology* **73**, 1393–1398.

Park, E. W., and Lim, S. M. (1985). Overwintering of *Pseudomonas . ,ingae* pv. *glycinea* in the field. *Phytopathology* **75**, 520–524

Reddy, A. P. K., *et al.* (1979). Relationship of bacterial leaf blight severity to grain yield of rice. *Phytopathology* **69**, 967–969, 970–973.

Sands, D. C., and Walton, G. S. (1975). Tetracycline injections for control of eastern X-disease and bacterial spot of peach. *Plant Dis. Rep.* **59**, 573–576.

Webster, D. M., Atkin, J. D., and Cross, J. E. (1983). Bacterial blights of snap beans and their

control. *Plant Dis.* **67**, 935–940.
Wiles, A. B., and Walker, J. C. (1952). Epidemiology and control of angular leaf spot of cucumber. *Phytopathology* **42**, 105–108.
Williams, P. H., and Keen, N. T. (1967). Histology of infection by *Pseudomonas lacrymans*. *Phytopathology* **52**, 254–256.
Zapata, M., Freytag, G. F., and Wilkinson, R. E. (1985). Evaluation of bacterial blight resistance in beans. *Phytopathology* **75**, 1032–1039.

obeikandl.com

الذبول الوعائي البكتيري
Bacterial Vascular Wilt

تتسبب أمراض الذبول الوعائي عن البكتيريا التي تهاجم النباتات العشبية مثل عديد من الخضروات، محاصيل الحقل، نباتات الزينة والنباتات الاستوائية. إن الكائنات الممرضة البكتيرية التي تسبب الذبول الوعائي وأهم الأمراض التي تسببها مذكورة فيما يلي: -

أولاً : الجنس كورن بكتيريم *Corynebacterium* وإسمه الآن كلافي بكتر *Clavibacter*

١ - *C. michiganense* subsp *insidiosum* تسبب الذبول البكتيري في البرسيم الحجازي.

٢ - كلافي بكتر فلكيومفشنس *C. flacumfaciens* تسبب الذبول البكتيري في الفاصوليا.

٣ - *C. michiganense* subsp *sepedonicum* تسبب العفن الحلقي في البطاطس.

٤ - *C. michiganense* subsp *michiganense* تسبب التقرح والذبول البكتيري في الطماطم.

ثانياً : الجنس ايروانا *Erwinia* ؛ ومنه عدة أنواع.

١ - ايروانا تراشيفايلا *E. tracheiphila* تسبب الذبول البكتيري في القرعيات.

٢ - ايروانا اميلوفورا *E. amylovora* تسبب اللفحة النارية في التفاحيات.

٣ - ايروانا ستيوارتاي *E. stewartii* تسبب ذبول الستيوارتي في الذرة.

ثالثاً : الجنس بسيدوموناس *Pseudomonas* ؛ ومنه أنواع.

١ - بسيدوموناس سولاناسيرم *P. solanacearum* ، تسبب الذبول البكتيري الجنوبي في محاصيل العائلة الباذنجانية وتسبب مرض موكو في الموز.

٢ - بسيدوموناس كاريوفاي للآي *P. caryophylli* تسبب الذبول البكتيري في القرنفل.

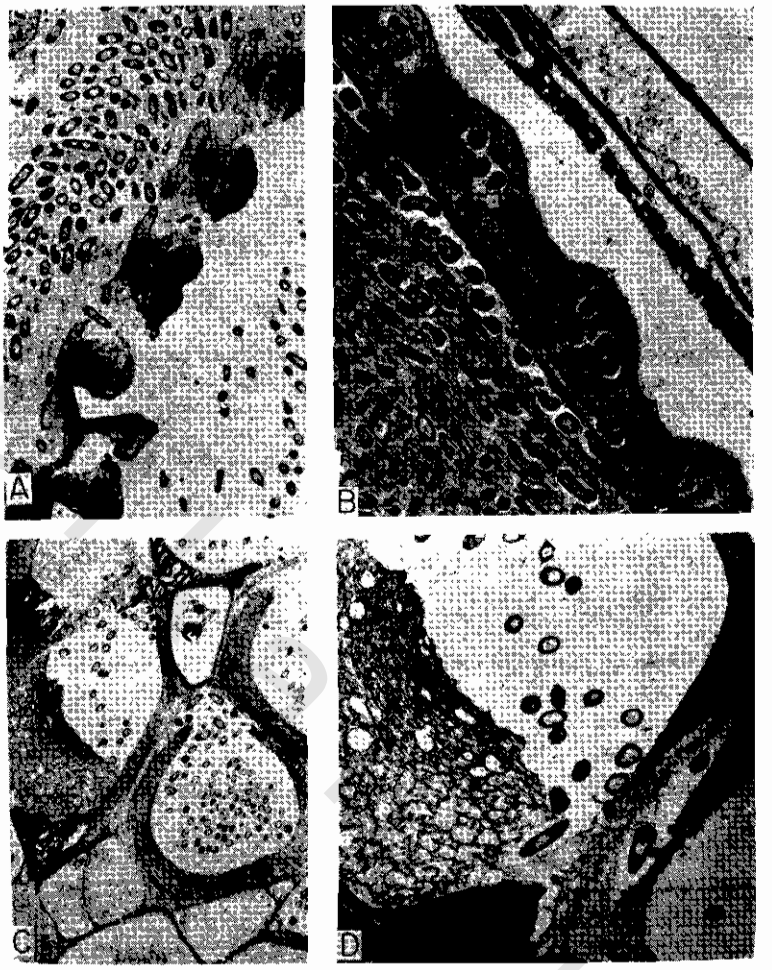
رابعاً : الجنس زانثوموناس *Xanthomonas* ؛ ومنه الأنواع.

١ - زانثوموناس كامبسترس كامبسترس *X. campestris pv. campestris* تسبب العفن الأسود أو العرق الأسود في الصليبيات.

٢ - زانثوموناس فاسكيولارم *X. vascularum* تسبب مرض التصمغ في قصب السكر.

في أمراض الذبول الوعائي البكتيري فإن البكتيريا تدخل وتتكاثر وتنتقل خلال أوعية الخشب في العوائل النباتية (شكل ١٦٨) في تلك الطريق فإنها تعارض في نقل الماء والمواد الغذائية، وهذا يؤدي إلى تدلي وذبول وموت الأجزاء التي فوق سطح التربة من النبات. من هذه الاعتبارات فإن أمراض الذبول الوعائي البكتيري مشابهة لأمراض الذبول الوعائي الفطري المتسببة عن الفطريات سيراتوسستس *Ceratocystis* والفطر فيوزاريوم *Fusarium*، والفطر فيرتسليم *Verticillium*، بينما في الذبول الفطري فإن الفطريات تبقى غالباً على وجه الحصر في الأنسجة الوعائية حتى موت النبات أما في الذبول البكتيري فإن البكتيريا غالباً ما تحطم (تذيب) أجزاء من جدر الخلايا في الأوعية الخشبية أو تجعلها تتمزق تماماً في بداية ظهور المرض، يتبع ذلك إنتشارها وتكاثرها في الأنسجة البرانشيمية المجاورة على نقاط مختلفة على طول الأوعية الخشبية، تقتل وتذيب الخلايا وتسبب تكوين الجيوب أو الفجوات المملوءة بالبكتيريا والصمغ وبقايا الخلايا. في بعض أمراض الذبول الوعائي البكتيري مثل تلك التي تحدث في الذرة وقصب السكر فإن البكتيريا إذا ما حصل وأن وصلت الأوراق فإنها تتحرك تاركة الحزم الوعائية وتنتشر خلال المسافات البينية في الورقة ويمكن أن تندفع إلى الخارج على سطح الورقة خلال الثغور أو الشقوق، وبالمثل فإنه في بعض الحالات-كما هو الحال في الذبول البكتيري في القرنفل، فإن البكتيريا تندفع إلى سطح الساق خلال الجروح المتكونة فوق الجيوب البكتيرية أو الفجوات، ولكن الأكثر شيوعاً أن بكتيريا الذبول مع أنها يمكن أن لا تكون محدودة بالكامل في العناصر الوعائية، إلا أنها لا تنتشر بشكل شامل خلال بقية أنسجة النبات ولا تصل سطح النبات حتى تتغلب على النبات وتنهكه ويقتل بواسطة المرض، عندها تخرج البكتيريا إلى السطح.

يمكن أحياناً تحديد الذبول الوعائي البكتيري وذلك بإجراء قطع في ساق مصاب باستعمال شفرة حلاقة حادة ثم بعد ذلك يسحب الجزئين بعيداً عن بعضهما البعض ببطىء، في هذه الحالة يمكن أن يرى جسر رقيق، موصل بين الجزئين، من مادة لزجة بين سطحى القطع أثناء ابعادهما عن بعضهما البعض. أو بطريقة أفضل من ذلك وهي عبارة عن أخذ قطعة صغيرة من الساق المصاب أو من عنق الورقة أو من الورقة ووضعها في قطرة ماء وملاحظتها تحت الميكروسكوب، في هذه الحالة سوف يلاحظ كتل من البكتيريا تندفق من نهايات القطع من الحزم الوعائية.



شكل ١٦٨

منظر تشريحي للأنسجة المريضة في عروق ورقة الكرنب المصابة بالعفن الأسود المتسبب عن بكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع كامبسترس. (A) توزيع متقطع للبكتيريا في أوعية الخشب ومرور البكتيريا بين الأوعية المتجاورة. (B) البكتيريا في أوعية الخشب وفي نتوءات في المناطق بين اللولبية باتجاه خلية برانشيما الخشب. (C) الحزم الوعائية مظهرة البكتيريا التي تحتويها وأوعية خالية من البكتيريا قد أغلقت جزئياً أو كلية بمواد سادة. (D) قليل من البكتيريا وكتل من المواد السادة في الوعاء المهاجم.

إن الميكانيكية التي بواسطتها تحدث البكتيريا، أعراض الذبول الوعائي في النباتات، يبدو أنها مشابهة تماماً لما يحدث في الذبول الوعائي الفطري. وبالتالي فإن الخلايا البكتيرية نفسها وبمرافقة السكريات المعقدة التي معها يبدو أنها تسبب إنسداد بعض الأوعية الخشبية. تفرز البكتيريا أيضاً أنزيمات مثل البكتينيز، سليولييزيز، تلك الأنزيمات تحطم مكونات جدار الخلية (بعض المكونات) والتي عندما تحمل في تيار النتح تتجمع في نهاية الأوعية وتشكل جلي وصموغ تساعد في غلق فتحة الوعاء وبالتالي تعوق حركة الماء. أيضاً تسبب هذه الأنزيمات طراوة وأضعاف جدر الخلية التي عندئذ تنهار وتتدلى الأنسجة وتذبل. تفرز البكتيريا أنزيم فينول اوكسيديز أو ينطلق بواسطة الخلايا النباتية المتمزقة، وهذا الأنزيم يسبب اكسدة الفينولات إلى كينونات والتي عندئذ يحدث لها بلمرة Polymeriza لتكون مواد ميلانية (مادة الميلانين) melanoid، هذه المواد الميلانية تعطي تلون بني لاي جدار خلوي أو مادة تمتصها (أو تصبح ممتلئة بها). إن منظمات النمو المفرزة من قبل الكائنات المرضة البكتيرية قد تسبب تضخم في الخلايا البرانشيمية في الخشب (زيادة في اعداد الخلايا) hyperplasia وما يتبع ذلك من سحق للأوعية الخشبية وتكوين التايلوزات. وسواء أتنتج بكتيريا الذبول توكسينات أم لا تنتج فإن ذلك غير معروف، ولكن كثيراً من افرازاتها، من غير ريب، لها تأثير ضار ومؤذ على نمو وتكشف النبات.

تقضي بكتيريا الذبول الشتاء إما في بقايا النبات في التربة أو في البذور أو في وسائل التكاثر الخضري، أو في بعض الحالات في العوامل الحشرية التي تنقلها. تدخل البكتيريا النبات عن طريق الجروح التي تكشف وتعرض فتحة العناصر الوعائية للجو وتتكاثر وتنتشر في العناصر الوعائية. تنتشر البكتيريا من نبات إلى نبات عن طريق التربة، عن طريق النقل، عن طريق الأدوات الزراعية، عن طريق الاتصال المباشر بالنباتات أو عن طريق العوامل الحشرية الناقلة. إن الاصابات النيماتودية التي تؤدي إلى احداث جروح واضرار للجذور يبدو أنها تسهل الاصابة ببكتيريا الذبول، على الأقل، في بعض أنواع الذبول الوعائي. إن مقاومة بكتيريا الذبول الوعائي من الصعوبة بمكان، وتعتمد بشكل اساسي على استعمال الدورة الزراعية، الأصناف المقاومة، استعمال بذور خالية من البكتيريا أو أي وسائل تكاثر اخرى خالية من البكتيريا، وكذلك مقاومة العوامل الحشرية الناقلة للبكتيريا عند وجودها وعن طريق ازالة بقايا النباتات المصابة وكذلك إتباع عمليات صحية مناسبة.

الذبول البكتيري في القرعيات :

Bacterial Wilt of Crucifers

يوجد مرض الذبول البكتيري في القرعيات في كل الولايات المتحدة، مع أنه أكثر شدة في النصف الشرقي من البلاد. ويوجد المرض أيضاً في وسط وشمال اوروبا وفي جنوب افريقيا واليابان. يهاجم المرض كثيراً من الأنواع النباتية المزروعة والبرية من العائلة القرعية. يبدو أن الخيار أكثر العوائل قابلية للاصابة بالمرض، يتبعه في القابلية للاصابة كل من الشمام، الكوسة، واليقطين. أما البطيخ فإنه مقاوم إلى حد بعيد أو منيع ضد بكتيريا الذبول.

يؤثر الذبول البكتيري على النباتات بأن يسبب الذبول المفاجيء في المجموع الخضري والعروش وأخيراً موت النباتات، وهو يسبب أيضاً عفن لزج في ثمار الكوسة في المخزن. تختلف شدة المرض كثيراً في الفصول المختلفة والمناطق المختلفة فيتراوح المرض من ظهور أعراض ذبول على نباتات متفرقة إلى إبادة ٧٥ – ٩٥٪ من المحصول.

الأعراض : تظهر أولى أعراض الذبول البكتيري في النباتات على شكل تدلي ورقة أو عدة اوراق في العرش، هذا لا يلبث أن يتبع بتدلي وذبول في جميع أوراق ذلك العرش، بعدئذ سريعاً ما يتبعه ذبول كل اوراق النبات وإنهيار في جميع العروش في النبات المصاب (شكل ١٦٩). تذوي الأوراق الذابلة وتجف، تصبح السيقان المصابة طرية وباهتة في البداية، ولكن بعد ذلك تضعف وتذوي أيضاً وتصبح صلبة وجافة. أما الأعراض في النباتات الأقل قابلية للاصابة أو في النباتات التي توجد تحت ظروف غير ملائمة للمرض فإنها (أى الأعراض) تتكشف ببطء ويمكن أن تكون متبوعة بانخفاض في النمو واحياناً بزيادة التزهير ويظهر في النباتات المصابة زيادة تفريع. عندما تقطع السيقان المصابة ويضغط عليها بين الأصابع يخرج منها قطرات من الافراز البكتيري الأبيض على السطح المقطوع. تلتصق العصارة اللزجة في الأصبع أو على اجزاء القطع وإذا ما سحبت بلطف بعيداً فإن الافراز البكتيري يكون خيوط رهيفة والتي يمكن أن تمتد لعدة سنتيمترات. إن المظهر اللزج واللبني إلى حد ما في عصارة النباتات المصابة كثيراً ما يستعمل كمميزات تشخيصية لهذا المرض، مع أنه ليس موثوق بها كلية.

شكل – ١٦٩

الذبول البكتيري في الخيار المتسبب عن *Erwinia tracheiphila*

تزداد اللزوجة في داخل الثمرة وذلك في ثمار الكوسة المخزنة ويمكن أن تسبب البكتيريا التلف في جميع اجزاء الثمرة، بينما السطح الخارجي في الثمرة يمكن أن يظهر سليماً تماماً. عادة كلما تقدم العفن الداخلي يظهر هناك على السطح بقع غامقة اللون أو بطش والتي تلتحم مع بعضها البعض وتتسع. يتكشف المرض خلال عدة شهور في المخزن. يهاجم ثمار الكوسة المصابة كثيراً من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للعفن الطري وتهلك الثمار كلية.

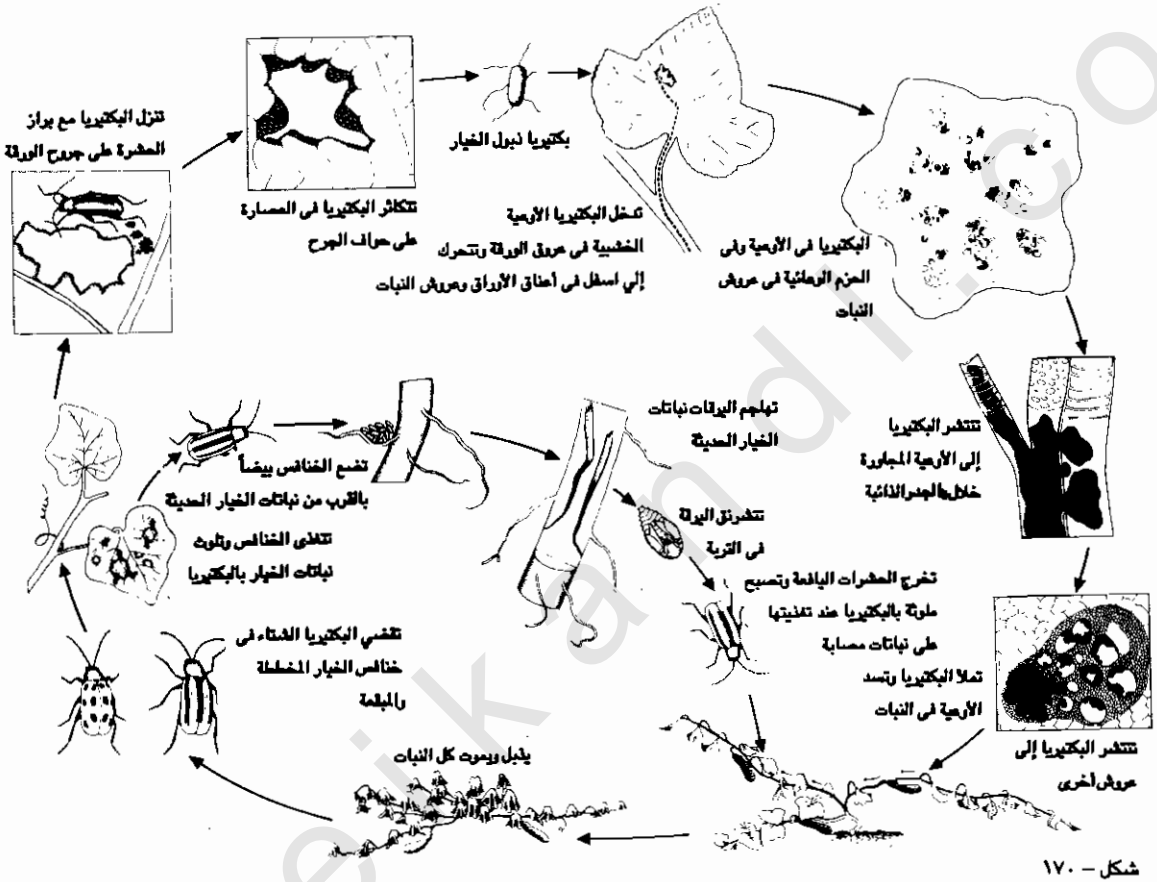
الكائن الممرض : – يتسبب هذا المرض عن البكتيريا ايروانا تراشيفايلا *Erwinia tracheiphila* إن هذه البكتيريا حساسة جداً للجفاف ولا تبقى حية في النسيج النباتي المصاب

الجاف لمدة تزيد عن بضع أسابيع، وبدلاً من ذلك فإنها تبقى حية في أمعاء خنافس الخيار المخططة المسماة اكاليما فتاتا *Acalymma vittata* وخنافس الخيار المنقطة ذات الاسم العلمي داي بروتسيا اندي سمبيون كتاتا *Diabrotica undecimpunctata* التي تعتمد عليها بكتيريا ذبول القرعيات كلية في إنتشارها، وحقنها في النبات، والتشتيه (شكل ١٧٠).

تكشف المرض : - تقضي بكتيريا ذبول القرعيات فترة سبات في الأجهزة الهضمية في عدد قليل نسبياً من خنافس الخيار المخططة وخنافس الخيار المنقطة، أثناء فترة التشتيه. تتغذى تلك الحشرات في الربيع على اوراق نباتات القرعيات التي تسبب لها جروحاً عميقة. تستقر البكتيريا في الجروح التي تحدثها الحشرات حيث تنزل مع براز الحشرات، تسبح خلال قطرات من العصارة موجودة في الجروح ومن ثم فإن البكتيريا تدخل في أوعية الخشب حيث تتكاثر هناك بسرعة وتنتشر إلى جميع أجزاء النبات (شكل ١٧٠)، لا يحدث إختراق خلال الثغور.

نظراً لأن البكتيريا تتكاثر في الخشب فإنها تسبب عائق ميكانيكي في الأوعية، وبالتالي تقلل من كفاءة جهاز توصيل الماء في النباتات المريضة. زيادة على ذلك فإن البكتيريا تكون الترسبات الصمغية التي تكون موجودة بكثرة في عناصر الخشب في النباتات المصابة، وفي بعض النباتات الذابلة توجد التايلوزات أيضاً. يبدو في بعض الأمراض أن وجود الصموغ و / أو التايلوزات وأهميتها في إنسداد واعاقة سيل النتح يشبه تماماً أهمية وجود السكريات العديدة والبكتيريا. عند بداية ظهور أعراض الذبول فإن معدل النتح في النباتات المصابة يكون أكثر إنخفاضاً عنه في النباتات السليمة ويستمر في النقصان كلما تقدم الذبول. تسمح سيقان النباتات الذابلة لأقل من خمس الماء الجارى العادي لأن يمر فيها، هذا يدل على الانسداد الكبير في الأوعية ويكون هو السبب الأساسي في الذبول.

يتم إنتشار البكتيريا من نبات إلى نبات آخر بشكل اساسي عن طريق خنافس الخيار المنقطة والخنافس المخططة وعلى نطاق ضيق عن طريق الحشرات الأخرى مثل نطاطات الأعشاب. عندما تتغذى تلك الحشرات على نباتات مصابة، تصبح أجزاء فمها ملوثة ببكتيريا الذبول، بعد ذلك تنتقل الخنافس من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة وتحمل معها البكتيريا التي تضعها في الجروح الجديدة التي تحدثها.



شكل – ١٧٠

دورة مرض الذبول البكتيري في الخيار المتسبب عن ايروانيا تراشيفايلا.

obeikandl.com

تستطيع كل خنفساء ملوثة أن تعدي على الأقل ثلاثة أو أربعة نباتات سليمة بعد أن تتغذى مرة واحدة على نبات مصاب ذابل، مع أن بعض الخنافس تكون قادرة على نشر الاصابة لمدة تزيد عن ثلاثة أسابيع بعد أن تتغذى مرة واحدة على النبات الذابل، إلا أن نسبة بسيطة إلى حد ما من الخنافس تصبح حاملة للبكتيريا Carriers. تحدث الاصابة فقط عندما يتوفر غشاء من الماء على الأنسجة ويسمح للكائن الممرض أن يصل الجرح وينتقل إلى أوعية الخشب. تظهر اولى أعراض الذبول بعد ٦ – ٧ أيام من الاصابة، يصبح النبات ذابل تماماً بعد اليوم الخامس عشر بشكل عام. تموت البكتيريا الموجودة في الأوعية الخشبية في النباتات المصابة خلال ١ – ٢ شهر بعد أن تجف النباتات الميتة. كذلك فإن البكتيريا أيضاً غير قادرة على البقاء حية في الشتاء في التربة، في / أو على البذور المأخوذة من النباتات المصابة.

تحدث اصابة ثمار الكوسة عادة خلال العروش المصابة، ولكن من الممكن أيضاً أن تتم الاصابة عن طريق الأزهار وعن طريق قشرة الثمرة وذلك بواسطة الخنافس التي تتغذى على الأزهار والثمار أثناء موسم النمو.

يتأثر المرض كثيراً ببعض العوامل الجوية، وبالتالي كلما زادت اعداد خنافس الخيار في المنطقة وكلما زادت النباتات الحديثة العصارية وزادت الرطوبة الجوية، كلما زادت اعداد النباتات التي سوف تصبح مريضة وكلما زادت شدة الأعراض.

المقاومة : – يمكن مقاومة مرض الذبول البكتيري في القرعيات والحصول على نتيجة جيدة وذلك عن طريق مقاومة خنافس الخيار بالمبيدات الحشرية مثل كاربارايل (السيفن)، ميثوكسي كلور، والروتينون. إن مقاومة الخنافس المبكرة مهمة كثيراً في تحديد أو استبعاد الاصابات الأولية في النباتات وتكاثر الكائن الممرض واستبعاد الإنتشار الثانوي له.

لكي نستبعد حدوث تعفن لثمار الكوسة في المخزن، يجب أن تقطف الثمار من النباتات السليمة فقط ويجب أن تخزن في مخازن نظيفة ومطهرة بالتدخين. هناك عديداً من الأصناف في كل نوع من القرعيات تكون مقاومة للاصابة بالذبول البكتيري، يجب تفضيل هذه الأصناف كثيراً عن غيرها من الأصناف القابلة للاصابة عند الزراعة.

اللفحة النارية في الكمثرى والتفاح

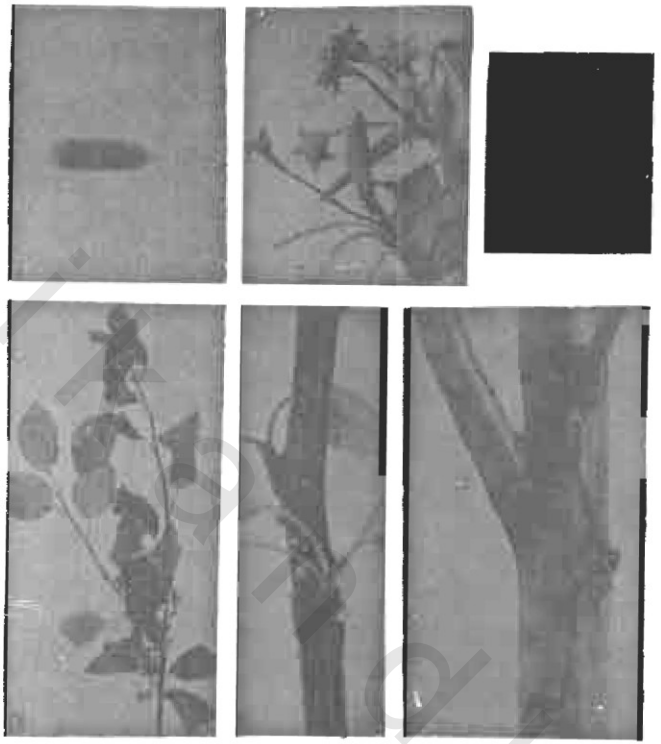
Fire Blight of Pear and Apple

إن مرض اللفحة النارية من أكثر الأمراض إتلافاً للكمثرى في النصف الشرقي من الولايات المتحدة، ويسبب أيضاً أضراراً في بساتين الكمثرى والتفاح في الأجزاء الأخرى من الولايات المتحدة، في كندا، نيوزيلندا، اليابان، ومنذ سنة ١٩٥٧ في اوروبا، ولقد ذكرت اصابات به في أجزاء أخرى كثيرة من العالم.

إن مرض اللفحة النارية أكثر اهلاكاً للكمثرى ويجعل نمو الكمثرى تحت ظروف معينة غير ممكن اقتصادياً. هناك بعض أنواع التفاح والسفرجل شديدة القابلية للاصابة ويمكن أن تتلف بشدة كما هو الحال تماماً بالنسبة لأشجار الكمثرى. تهاجم اللفحة النارية كثيراً من الأنواع النباتية الأخرى من الفصيلة الوردية، وتهاجم أيضاً بعض النباتات من غير الفصيلة الوردية متضمنة عديداً من أشجار اللوزيات وكثيراً من أنواع نباتات الزينة البرية والمزروعة، مع أن معظم الأنواع الأخرى هذه تستطيع أن تعمل كعوائل للبكتيريا لتقضي فيها الشتاء ويمكن أن تهاجمها البكتيريا بدرجات مختلفة، إلا أن تلك المجموعة ذات الثمار التفاحية فقط هي التي تهاجم بشدة.

تهلك اللفحة النارية العوائل القابلة للاصابة عن طريق قتل الأزهار والفروع الصغيرة (شكل ١٧١)، وعن طريق تطويق الفروع الكبيرة والجذوع مؤدية إلى موت الأشجار. يمكن أن تقتل الأشجار الحديثة في المشتل أو في بساتين الفاكهة إلى مستوى سطح الأرض وذلك عن طريق اصابة واحدة في الموسم (شكل ١٧٢).

الأعراض : تظهر أولى أعراض مرض اللفحة النارية غالباً على الأزهار حيث تصبح الأزهار المصابة مائية ثم تذوى بسرعة، تتحول إلى اللون المائل للبني ثم إلى الأسود ويمكن أن تسقط أو تبقى معلقة بالشجرة (شكل ١٧١). لا تلبث أن تنتشر الأعراض إلى الأوراق على نفس المهماز أو على الفروع الصغيرة المجاورة مبتدأة على شكل لطخ بنية سوداء على طول العرق الوسطي والعروق الرئيسية أو على طول الحواف وبين العروق. كلما تقدم الاسوداد فإن الأوراق تتجعد وتنكمش وتتعلق متجهة إلى أسفل (تتدلى) وعادة ما تبقى ملتصقة بالفروع الصغيرة الملفوحة الذاوية (الذابلة).



شكل – ١٧١

(A) بكتيريا اللفحة النارية *Erwinia amylovora*. تظهر أعراض اللفحة على أزهار الكمثري (B)، الثمار (C). الفروع الصغيرة (D). قطيرات من إفرازات البكتيريا تسيل تحت سطح منطقة إصابة فروع الكمثرى (E). تظهر تقرحات اللفحة النارية في شكل (F).

تصاب عادة الفروع الصغيرة الطرفية والنموات الحديثة الغضة (الفسائل) مباشرة وتذبل من القمة وباتجاه الأسفل، يتحول قلفها إلى الأسود المائل للبني وتكون طرية في البداية، ولكن في النهاية تتكمش وتتصلب. تكون قمة الفرع الصغير على شكل الكلاّب أو الخطاف وتتحول الأوراق إلى اللون الأسود وتلتصق بالفرع الصغير. تتقدم الأعراض إلى أسفل من المهاميز الثمرية ومن النموات الصغيرة الطرفية إلى الأغصان الكبيرة الداعمة للشجرة حيث تشكل

هناك تقرحات. يظهر قلف الغصن حول قاعدة الفرع الصغير المصاب مائي في البداية ثم يصبح بعد ذلك داكن أكثر وغائر وجاف. إذ اتسع التقرح والتف حول الفرع عندما يموت جزء الفرع الذي يعلو الاصابة، إذا لم تكمل الاصابة الالتفاف حول الفرع فإن التقرح يصبح ساكن أو تقرح غير فعال وغائر وأحياناً تكون له حواف متشققة (شكل ١٧١).

شكل – ١٧٢

شجرة كمثرى صغيرة قتلت بواسطة اللفحة النارية بعد شهرين من ظهور أولى أعراض الاصابة.

تأخذ اصابة الثمار مجراها عادة عن طريق الحامل، ولكن الاصابة المباشرة غير شائعة. تصبح الثمار الصغيرة غير الناضجة مائية وتتحول إلى اللون البني وتذوي، تأخذ شكل المومياء وأخيراً تتحول إلى اللون الأسود، أيضاً يمكن أن تلتصق الثمار الميتة بالشجرة لعدة شهور بعد الاصابة.

تحت الظروف الرطبة يمكن أن يظهر قطرات من افراز بكتيري لزج بني اللون على سطح أي من الأجزاء المصابة حديثاً (شكل ١٧١ ، E) . يتحول عادة الافراز البكتيري إلى اللون البني مباشرة بعد أن يتعرض للهواء. يمكن أن تلتصق القطرات مع بعضها البعض لتكون نقط كبيرة والتي يمكن ان تسيل وتكون طبقة على أجزاء من سطح النبات المصاب.

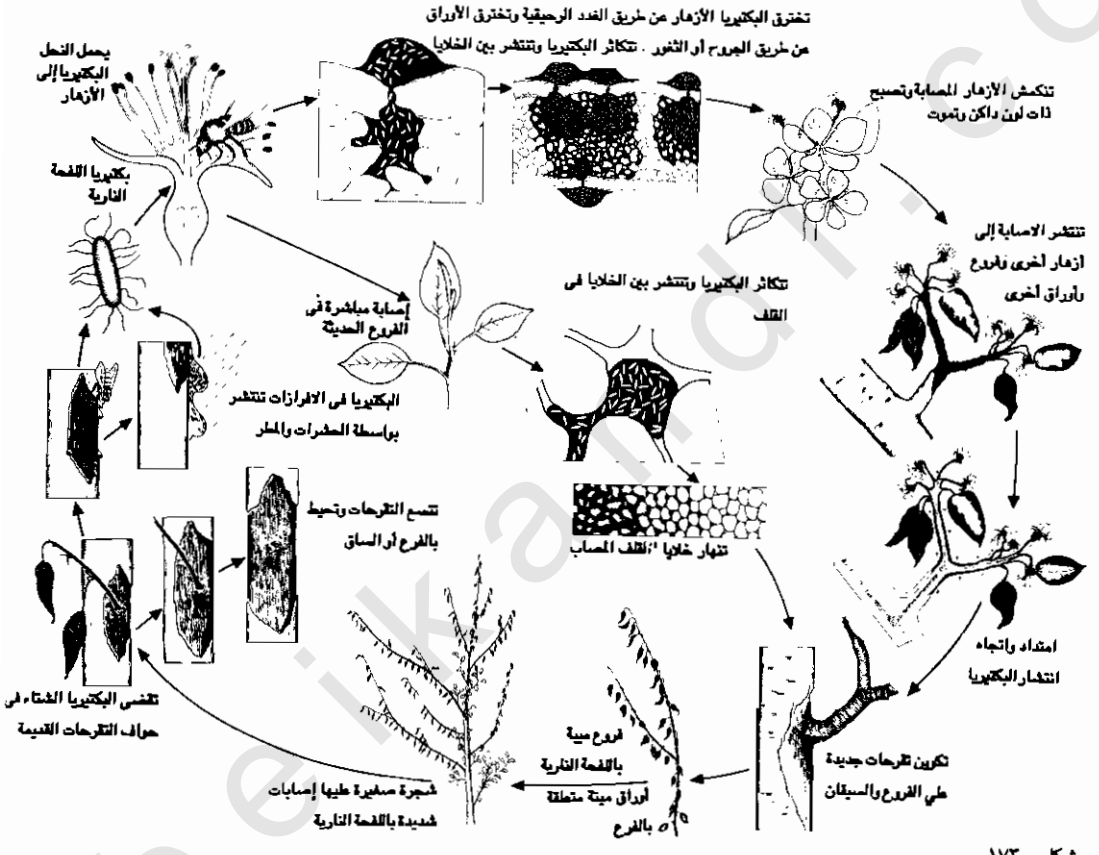
الكائن المرض : - يتسبب هذا المرض عن البكتيريا ايروانيا اميلوفورا *Erwinia amy-lovora* هذه البكتيريا عصوية الشكل ولها أهداب موزعة على جميع سطح الخلية (شكل ١٧١، A) لا تنتج البكتيريا أنزيمات محللة للبكتين ولا صبغات صفراء.

تكشف المرض : - تقضي البكتيريا الشتاء على حواف التقرحات المتكونة أثناء فصل النمو السابق وفي التقرحات على العوائل الأخرى، ومن المحتمل في البراعم وفي أنسجة الخشب التي تبدو أنها سليمة. تبقى البكتيريا حية في معظم الحالات في الأفرع الكبيرة ونادراً ما تكون في الأفرع الصغيرة ذات قطر أقل من ١ سم. تصبح البكتيريا المحفوظة في هذه الأماكن (التقرحات) نشيطة ثانية في الربيع، تتكاثر وتنتشر في القلف المجاور السليم. أثناء الطقس الرطب فإن الكتل البكتيرية تمتص الماء وعندئذ تزيد في الحجم فوق طاقة الأنسجة وبالتالي فإن أجزاء من تلك الكتلة تفرز خلال العديسات والتقرحات إلى سطح النسيج، هذه الافرازات الصمغية تسمى افرازات بكتيرية أو (Ooze) فهي تحتوي على عصارة نباتية وملايين من البكتيريا والمنتجات الثانوية البكتيرية. عادة يكون ابتداء ظهور الافراز البكتيري في الوقت الذي تتفتح فيه أزهار الكمثرى، حيث أن حشرات مختلفة مثل النحل، الذباب والنمل... الخ تجذب الى الافرازات اللزجة الحلوة وتصبح ملوثة بتلك الافرازات. بعدئذ عندما تزور تلك

الحشرات أزهاراً أخرى فإن بعضاً من البكتيريا التي كانت في الافرازات تتركها الحشرة في عضو التأنيث وفي الغدة الرحيقة في الزهرة. في بعض الحالات يمكن أن تحمل البكتيريا أيضاً من التقرحات ذات الافرازات البكتيرية إلى الأزهار بواسطة رذاذ الأمطار (شكل ١٧٣). عندما يجف الافراز البكتيري فإنه غالباً ما يكون خيوط هوائية (معلقة في الهواء) والتي يمكن أن تنتشر بواسطة الرياح وتعمل كلقاح.

تتكاثر البكتيريا بسرعة في الغدة الرحيقة وتصل إلى فتحات الغدد الرحيقة وتدخل إلى أنسجة الزهرة، كذلك فإن النحل الزائر للأزهار المصابة يحمل معه بكتيريا من الغدد الرحيقة في الزهرة إلى الأزهار التالية التي يزورها والتي تكون غير مصابة. إذا ما دخلت البكتيريا داخل الزهرة، فإنها تتكاثر بسرعة ومن خلال المواد التي تفرزها فانها تحدث بلزمة ثم موت للخلايا البرانشيمية المجاورة. في نفس الوقت تتحطم بعض مكونات الصفيحة الوسطى وجدر الخلية. تتحرك البكتيريا بسرعة أساساً خلال المسافات البينية (المسافات بين الخلايا) ولكن أيضاً فإنها تتحرك خلال الصفيحة المتوسطة المفككة. تتمزق أحياناً الجدر الرهيفة في خلايا الزهرة ويتبع ذلك اختراق البروتوبلاست. في بعض الحالات يمكن أن يتحطم عديداً من طبقات خلايا البرانشيما المتبلزمة وهذا يؤدي إلى حدوث فجوات ذات حجم كبير إلى حد ما، مملوءة بالبكتيريا. تتحرك البكتيريا من الزهرة إلى أسفل الحامل الزهري حيث تصل إلى قلف المهماز الثمري. تؤدي إصابة المهماز إلى موت جميع الأزهار والأوراق والثمار المتكونة على هذا المهماز (شكل ١٧٣).

عندما يحدث دخول واختراق للأوراق يكون ذلك مشابهاً لما يحدث في الأزهار. مع أن الثغور وفتحات الغدد الرحيقية يمكن أن تعمل كنقاط لدخول البكتيريا، إلا أنه يبدو أن معظم الاصابات الورقية تأخذ مجراها خلال الجروح التي تسببها الحشرات، أو العواصف البردية (البرد). يبدو أن البكتيريا تتكشف أفضل وأسرع في نسيج الميزوفيل الاسفنجي منه في البرانشيما العمادية. تمر البكتيريا من برانشيما العرق إلى عنق الورقة ويمكن أن تصل الساق عن طريق عنق الورقة.



شكل - ١٧٣

دورة مرض اللفحة النارية على الكمثرى والتفاح المتسببة عن ايروانيا أميلوفورا .

لقد تبين في السنوات الأخيرة علي أنه نظراً لأن بكتيريا اللفحة النارية تدخل الأنسجة عن طريق الجروح واحياناً عن طريق الاضرار التي تحدث للأزهار الرهيفة وأنسجة الورقة، فان البكتيريا تستعمر في البداية وتتحرك خلال الأوعية وأخيراً فقط تستعمر الأنسجة الاخرى. وعلى العكس من بكتيريا الذبول فان بكتيريا اللفحة النارية تتحرك خلال الأوعية وبعد ذلك سريعاً ما تغزو الأنسجة الأخرى قاتلة الخلايا مسببة أعراض لفحة وتقرح خلال هذه العملية.

يمكن أن تصاب النموات الصغيرة الحديثة الغضة بالبكتيريا عن طريق العديسات الموجودة فيها أو عن طريق الجروح الحادثة فيها بواسطة عوامل مختلفة وعن طريق الحشرات ويمكن أن تصاب أيضاً عن طريق اصابات الأزهار والاوراق. تسير البكتيريا في الفروع الصغيرة بين اللحاء، وإذا ما حدث وأن دخلت الأوعية الخشبية المتضررة فان البكتيريا تتحرك لمسافة قصيرة خلال الخشب ولا تلبث أن تسبب اضراراً وتحطيماً لخلايا القشرة وخلايا برانشيما الخشب المجاورة. يمكن أن تصل البكتيريا الى اللحاء في الفروع الحديثة، وعندئذ تحمل البكتيريا من اللحاء إلى أعلى حيث قمة الفرع وإلى الأوراق. يكون اختراق النموات الحديثة الكبيرة والفروع الكبيرة مقتصراً بشكل أساسي على القشرة، ويعتمد تقدم الاصابة على عصارية الأنسجة وعلى درجات الحرارة السائدة والرطوبة. تحت الظروف المعاكسة لتكشف الكائن الممرض، فإن العائل يمكن أن يكون طبقات فلين حول منطقة الاصابة ويمكن أن يحد من امتداد التقرح. في الأصناف القابلة للاصابة وأثناء الطقس الدافيء الرطب، يمكن أن تتقدم البكتيريا من المهاميز أو النموات الحديثة الطويلة إلى النموات ذات عمر سنتين أو ثلاثة أو أقدم من ذلك وتقتل القلف على طول طريق تقدمها.

المقاومة : هناك طرق عديدة يلزم أخذها بعين الاعتبار في برنامج المقاومة الناجح لمرض اللفحة النارية. يجب قطع جميع الأجزاء المصابة بالمرض (الملفوحة) سواء كانت نموات صغيرة أو فروع كبيرة، تقرحات وحتى الأشجار بكاملها عند الضرورة، ويجب أن يتم ذلك خلال الشتاء ويجب أن يتم القطع تحت آخر مناطق الاصابة المرئية بطول ١٠ سم وتجمع الأجزاء المقطوعة وتحرق. أما في الصيف يجب قطع الأفرع الحديثة الملفوحة، الفسائل والاشطاءات الجذرية

(السرطانات)، فإن ذلك يقلل اللقاح ويمنع انتاج التقرحات الكبيرة على الفروع التي تحملها. نظراً لأن البكتيريا تكون في حالة نشيطة جداً في الصيف، لذا يجب أخذ الحيطة والحذر لمنع انتشارها إلى فروع أو أشجار جديدة. يجب أن يكون القطع على مسافة ٣٠ سم أسفل مناطق الاصابة المرئية. يجب تطهير الأدوات بعد كل قطع وذلك بمسها بأسفنجة منقوعة في محلول ١٠٪ هايبوكلورايد الصوديوم التجاري، وهذا المحلول يمكن استعماله أيضاً لتطهير القطوع الكبيرة التي تحدث عند ازالة الأغصان والتقرحات.

نظراً لأن ظهور مرض اللفحة النارية يلائمه كثيراً وجود الأنسجة الحديثة العصارية، فإن بعض العمليات الزراعية التي تلائم النمو المعتدل للأشجار يوصى دائماً باتباعها. هذه التوصيات تتضمن نمو الأشجار في مروج ذات تسميد متوازن، منع تشجيع النمو الزائد خاصة عن طريق إضافة كميات كبيرة من النيتروجين والتقليم الجائر Limited Pruning. يجب إتباع برنامج مقاومة جيد للحشرات وذلك في الفترة التي تلي الأزهار، وذلك لتقليل أو استبعاد انتشار البكتيريا بواسطة الحشرات إلى النموات الصغيرة العصارية.

لا يوجد أصناف كمثرى أو تفاح منيعة لمرض اللفحة النارية عندما تكون الظروف ملائمة والكائن الممرض متوفر بكثرة، ولكن هناك فرق ملحوظ بين قابلية الأصناف المتوفرة للاصابة. في المناطق التي تكون فيها اللفحة النارية مهلكة، يجب اختيار أصناف للزراعات الجديدة من بين تلك الأصناف التي هي أكثر مقاومة للمرض.

يمكن الحصول على مقاومة مقبولة لمرض اللفحة النارية بالكيماويات عند ترافقها مع الطرق المذكورة اعلاه فقط (يعني أن المقاومة بالكيماويات تكون ناجحة فقط عند اتباع الطرق الصحية المذكورة سابقاً). إن رش الأجزاء الساكنة بكبريتات النحاس (٤ باوند / ١٠٠ جالون ماء) قبل تفتح البراعم، أو الرش بمزيج بوردو (١٢ : ١٢ : ١٠٠) محتوياً على ٢ ٪ زيت قابل للامتزاج في أواخر فترة السكون تعطي بعض، ولكن ليس كثيراً، من الوقاية من اللفحة النارية في أشجار التفاح. إن مزيج بوردو (٢ : ٦ : ١٠٠) أو ستربتومايسين بتركيز ١٠٠ جزء في المليون هما فقط المعاملات الفعالة رشاً على الأزهار. يجب أن يستعمل مزيج بوردو خلال

ظروف جافة سريعة، وذلك لمنع احتمال حدوث بقع فلينية صلبة وخشنة russeting على سطح الثمرة. يعمل الستربتومايسين جهازياً إلى حد ما ويجب إضافته عندما تكون أقصى درجة حرارة فوق ١٨° م أو أثناء الليل، حيث أن كلا الظرفين يلائم امتصاص الستربتومايسين بواسطة الأنسجة. والحصول على مقاومة مرضية للفحة الأزهار قد يلزم اجراء عمليات الرش بالستربتومايسين من ١ - ٤ مرات. يستعمل مزيج بوردو والستربتومايسين أحياناً لمقاومة لفحة النموات الصغيرة على الأشجار المثمرة أو غير المثمرة، ولكن لم يعط أي منهما مقاومة جيدة لهذا الطور من المرض، وعلى أية حال فإنه في كثير من المناطق فإن سلالات بكتيريا اللفحة النارية المقاومة للستربتومايسين قد ظهرت وإن المضادات الحيوية ليست فعالة لوقت طويل في مقاومة المرض في تلك المناطق.

استعمل اوكسي تتراسيكلين بكفاءة في بساتين الفاكهة حيث الستربتومايسين ليس نو فعالية طويلة.

لقد تبين أنه بعد وصول اللقاح الأولي من تقرحات اللفحة النارية الى الأزهار الجديدة، عندئذ يجب أن تتكاثر البكتيريا بمعدل سرعة عال لعدة أيام قبل أن تستطيع إختراق واصابة الشجرة. مثل هذا التكاثر السريع يحدث فقط عند توفر فترات ذات رطوبة عالية او سقوط أمطار غزيرة متبوعاً بدرجات حرارة دافئة. استعملت هذه الملاحظة لتطوير طرق تنبؤ حدوث اللفحة النارية في كل من كاليفورنيا وولايات الساحل الباسيفيكي. واعتماداً على هذا النوع من التنبوء فانه باستعمال ورقة الرسم البياني وتحديد محور Y يمثل درجة الحرارة وأن التاريخ من اول مارس الى أول مايو يشكل محور X ، يرسم خطاً من ١٦.٧م في أول مارس الى ١٤.٤° م في أول مايو. طالما أن الحرارة في بساتين الفاكهة تكون أسفل خط الحرارة على الرسم البياني فليس من المحتمل أن تتكشف اللفحة النارية وليس من الضروري اجراء الرش، ولكن اذا كان متوسط درجات الحرارة في بساتين الفاكهة أعلى من خط الحرارة في الرسم البياني عندها تزيد التجمعات البكتيرية للفحة النارية لاحداث وباء، وإذا ما كانت الحرارة متبوعة أو أنها تتبع فوراً بأمطار او ري فمن المحتمل أن يحدث إنتشاراً كبيراً للاصابة باللفحة

النارية وبالتالي يجب على المزارعين أن يبدأوا برش المبيدات البكتيرية طالما أن متوسط درجة الحرارة يتجاوز خط الحرارة في الرسم البياني.

العفن الحلقي في البطاطس

Ring Rot of Potato

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا كافي باكتر (كورن باكتيريم) مشجانز تحت نوع سبيدونكيم *Clavibacter (Corynebacterium) michiganense* subsp *sepedonicum* يحدث هذا المرض ويسبب خسائر كبيرة في شمال امريكا وقارة اوروبا، ونظراً للفحص الدقيق والحجر الزراعي الصارم على تقاوي البطاطس حدث تخلص من المرض في الأحواض التي تزرع فيها البطاطس للحصول على التقاوي، ولكن لا يزال ينتشر احياناً عن طريق تلوث الادوات الزراعية والنقل في مناطق إنتاج التقاوي او في الحقل. لا يظهر على النبات المصاب أية اعراض على الأجزاء الموجودة فوق سطح التربة، وذلك حتى تكون النباتات قد اكتملت النمو، أو أن الاعراض يمكن أن تظهر متأخرة في الموسم وبالتالي تكون غالباً غير مثيرة للانتباه أو تكون مستترة بآثار الشيخوخة أو مستترة بأعراض اللفحة المتأخرة أو بأعراض أمراض أخرى. في السنوات ذات الربيع البارد والصيف الدافيء فإن واحداً أو أكثر من السيقان في الجورة الواحدة (الكومة الواحدة والمقصود بها نباتات البطاطس التي يكوم حولها التراب) يمكن أن يظهر عليها تقزم تقريباً، بينما بقية النبات يبدو عادياً. تتحول المناطق الموجودة بين العروق في الوريقات النامية على السيقان المصابة إلى اللون المصفر وتلتف حوافها إلى أعلى وتصبح ذات بقع ميتة متحللة. يكون اصفرار الأوراق مصحوباً بتقدم الذبول الذي يستمر حتى تذبل جميع الأوراق التي على الساق وعندئذ تموت الساق. عادة لا تظهر السيقان الذابلة تلون داخلي كبير ولكن إذا قطع الساق عند القاعدة وضغط عليه فإنه يرشح افراز كريمي خارج الحزم الوعائية.

تظهر الأعراض المميزة لهذا المرض في الدرنات إما قبل أو بعد الجمع ويمكن أن توجد فقط في بعض الدرنات في النبات الواحد. تبدأ الاصابة والأعراض في التكشف عند طرف

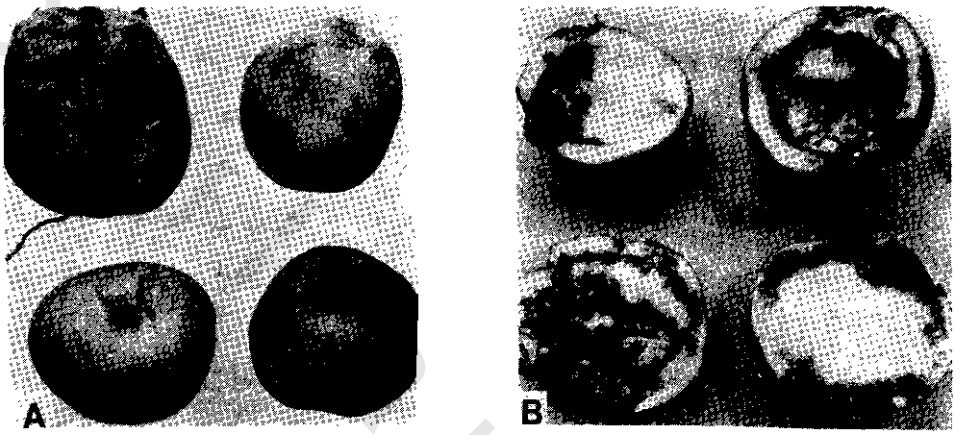
الساق في الدرنة وتتقدم خلال النسيج الوعائي. عند إجراء قطع في درنات مصابة فإنها تبدي أولاً تلون حلقي أصفر فاتح في الحزم الوعائية ويظهر بعض الافراز البكتيري ويزداد هذا الافراز بالضغط على الدرنة (شكل ١٧٤،) كلما تقدم المرض يتكشف عفن سهل التفتت ذو لون بني فاتح أو كريمي أصفر أو ذو لون جبني، في منطقة الحلقة الوعائية، وإذا ما ضغط على الدرنة فإنه يرشح افراز لبي طري من المناطق المريضة، بينما يتكون حلقات متصلة تقريباً من الفجوات بنتيجة تعفن الأنسجة في المنطقة الوعائية. غالباً ما تهاجم بكتيريا العفن الطري الثانوية الدرنات المصابة وبالتالي تسبب تعفن كامل للدرنة.

إن الصفات المورفولوجية لخلايا الكائن الممرض *Clavibacter* وتفاعله الموجب لصبغة جرام، والعائل الذي يصيبه والأعراض التي يكونها، تؤخذ هذه الأشياء وتكون هي الأدوات الرئيسية في تشخيص هذا المرض.

تقضي بكتيريا العفن الحلقي الشتاء غالباً في الدرنات المصابة وعلى شكل مخاط جاف على الأدوات، الصناديق، والأكياس، لا تقضي البكتيريا الشتاء في التربة. وعلى أية حال فإن البكتيريا سهلة الأنتشار بواسطة السكاكين المستعملة في تقطيع درنات البطاطس التقاوي إلى أجزاء صغيرة. إن السكينة التي تستعمل لقطع درنة واحدة مصابة يمكن أن تعدي عشرون قطعة تقاوي سليمة عندما تقطع بعد الدرنة المصابة. تدخل البكتيريا النبات فقط عن طريق الجروح وتخترق الأوعية الخشبية حيث تتكاثر فيها بغزارة ويمكن أن تسبب انسدادها. تنتقل البكتيريا أيضاً خارج الأوعية الخشبية إلى الأنسجة البرانشيمية المحيطة حيث تسبب فجوات ومن ثم تعود ثانية إلى أوعية جديدة. تهاجم البكتيريا أيضاً الجذور وتسبب اتلاف الجذور الحديثة المغذية التي تشترك مع الأعراض التي تظهر على أجزاء النبات فوق سطح التربة في أواخر الموسم.

تكون مقاومة مرض العفن الحلقي في البطاطس عن طريق استعمال تقاوي بطاطس سليمة حيثما توفرت. لم يذكر أن البكتيريا تقضي الشتاء في التربة. إذا ما وجد المزارع عفن حلقي في محصول البطاطس من السنة السابقة، فإنه نظراً لأن البكتيريا تستطيع أن تقضي

الشتاء أيضاً على شكل مادة مخاطية جافة على الأوعية أو الأدوات، لذا فإنه يجب أن يجري تطهير شامل للمخازن، أدوات النقل، الصناديق والأكياس، وذلك باستعمال ايثلين اوكسايد، كبريتات النحاس، أو الفورمالدهايد. يجب أن تكون السكاكين المستعملة في قطع درنات تقاوي البطاطس مطهرة باستمرار وذلك باستعمال مادة صوديوم هايبوكلورايد أو باستعمال ماء على درجة الغليان.



شكل – ١٧٤

(A + B) درنات بطاطس تظهر أعراض داخلية وخارجية لمرض العفن الحلقي المتسبب عن كلافي باكترميشجاننز سبيدونكيم.

التقرح البكتيري والذبول في الطماطم :

Bacterial Canker and Wilt of Tomato

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا *Clavibacter (Corynebacter)* *michiganense* subsp. *michiganense* لقد ذكر هذا المرض في مناطق عديدة من العالم ويسبب خسائر كثيرة خاصة في الطماطم النامية في الحقل. يظهر مرض مشابه (لهذا

المرض) على الفلفل. يظهر المرض على شكل بقع على الاوراق والساق والثمار وعلى شكل ذبول في الأوراق والنموات العصارية. تكون التقرحات عادة صغيرة جداً وغير متميزة ولكن يمكن حدوثها على السيقان وعروق الورقة. في المراحل المتقدمة من المرض يذبل النبات كله وينهار.

تكون أولى الأعراض المرئية على شكل تبقع أو ذبول في الوريقات في الأجزاء الخارجية والسفلى من النبات. تحدث تبقعات الأوراق أثناء الطقس الرطب وتظهر أولاً على شكل بقع بيضاء تشبه البثرات والتي تصبح بنية بتقدم العمر ويمكن أن تلتحم مع بعضها البعض. تلتف الأوراق الذابلة إلى أعلى وإلى الداخل وأخيراً تتحول إلى اللون البني وتنوي ولكنها لا تسقط. في حالات كثيرة فإن الوريقات التي على أحد جوانب الورقة فقط هي التي تهاجم أو أن جانباً واحداً فقط من النبات هو الذي يهاجم. يمكن أن يتكشف الذبول تدريجياً من احدى الوريقات إلى الأخرى أو أنه يمكن أن يصبح عاماً ويحطم كثيراً من المجموع الخضري. في نفس الوقت تظهر خطوط ذات لون فاتح على السيقان، الفروع العصارية الحديثة، وعلى سويقات الأوراق، عادة على المفاصل ومكان اتصال أعناق الأوراق مع السيقان. أخيراً يمكن أن يظهر تشققات في الخطوط وهذه تكون التقرحات (شكل ١٧٥ ، A). خلال تلك التقرحات وفي الطقس الرطب يندفع كتل لزجة من البكتيريا إلى سطح الساق التي منها تنتشر البكتيريا إلى الأوراق والثمار وتسبب اصابات ثانوية. تظهر الأعراض على الثمار على شكل بقع بيضاء صغيرة مائية سطحية، تصبح مراكزها بعد ذلك مرتفعة قليلاً، ذات لون أحوى (أسمر ضارب للصفرة)، صلبة وخشنة، أخيراً يصبح مظهر البقعة يشبه عين الطائر، يكون لها مركز مائل للبني بقطر ٣ ملم وهالات بيضاء تحيط بالمراكز وهذه الهالات صفة مميزة تماماً للمرض (شكل ١٧٥ ، B).

عند اجراء مقطع طولي في السيقان المصابة يمكن رؤية خط لون كريمي أبيض، أصفر أو بني محمر داخل النسيج الخشبي تماماً وبموازاة اللحاء، تبدي الأنسجة الوعائية تلون بني ويظهر فجوات كبيرة في النخاع وفي القشرة وتمتد إلى السطح الخارجي في الساق حيث تشكل التقرحات. يمتد تلون الأنسجة الوعائية في كل مكان في الأنسجة الوعائية حتى يصل إلى الثمار ومن ثم يسير في الاتجاه الخارجي نحو سطح الثمرة وفي الاتجاه الداخلي نحو البذور، وقد تتكشف فجوات صغيرة داكنة في مراكز مثل هذه الثمار.

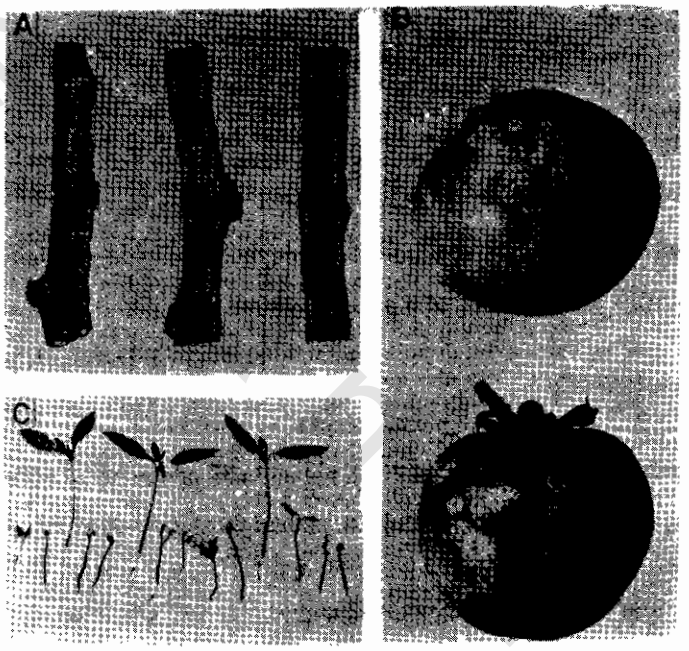
تقضي البكتيريا الشتاء في أو على البذور، وفي بعض المناطق في بقايا النباتات المهملة في التربة. يمكن أن تتسبب الاصابة الأولية عن انتشار البكتيريا من البذور الى الفلقات أو الأوراق (شكل ١٧٥ C)، ولكن غالبية الاصابات تنتج عن اختراق البكتيريا الجذور والسيقان خلال الجروح وكذلك الأوراق والثمار. تنتشر البكتيريا إلى هذه الجروح عن طريق نقل النباتات أثناء شحنها، عن طريق ماء التربة والعمليات الزراعية مثل ربط وخف الطماطم المعرشة، الرياح الممطرة. إذا ما دخلت البكتيريا النبات، فإن هذه البكتيريا تدخل الجهاز الوعائي وتنتقل وتتكاثر أساساً في أوعية الخشب الحلزونية وتتحرك داخلها وتنتقل خارجها إلى اللحاء، النخاع والقشرة حيث تكون فجوات كبيرة والتي تؤدي إلي حدوث التقرحات.

تكون مقاومة المرض عن طريق استعمال بذور خالية من البكتيريا، اجراء رشات وقائية من مركبات النحاس أو الستربتومايسين في مراقد البذور وتعقيم تربة المشاتل. إن معاملة البذور بالحمض تقلل ولكنها لا تستخلص البكتيريا الكامنة في البذرة. عملية زراعة بذور الطماطم مباشرة في الحقل تعطي محصول سليم لانها تمنع الانتشار الثانوي الذي يمكن أن يحدث أثناء نقل البادرات.

الذبول البكتيري الجنوبي في العائلة الباذنجانية ومرض موكو في الموز
Southern *Bacterial Wilt of Solanaceae and Banana Moko Disease*

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا بسيدوموناس سولاناسيرم -*Pseudomonas solanac-earum*. يوجد في المناطق الاستوائية وفي البلدان ذات المناخ الحار في كل مكان في العالم. يسبب هذا المرض أكثر الخسائر شدة في الموز في المناطق الاستوائية، وكثيراً ما يكون شديد الوطأة على نباتات الدخان، الطماطم، البطاطس والباذنجان في بعض المناطق الدافئة خارج المناطق الاستوائية. يهاجم المرض عوائل أخرى كثيرة تشمل الفول السوداني، فول الصويا، لسان الحمل وغيرها من النباتات العشبية المزروعة والبرية. يكون المرض أكثر خطورة في الولايات الجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة حيث يلائمه المناخ الدافيء الرطب ويعرف باسم

ذبول الجرانفايل في الدخان (Granville wilt of tobacco) أو يعرف باسم العفن البني في البطاطس. هناك على الأقل ثلاثة سلالات من الكائن المرض داخله في أحداث المرض على العوائل المختلفة، الأولى تهاجم جميع أفراد العائلة الباذنجانية وكثير من المحاصيل غير التابعة للعائلة الباذنجانية، بالاضافة إلى بعض نباتات العائلة الموزية، أما السلالة الثانية فهي تهاجم فقط نباتات في العائلة الموزية، أما السلالة الثالثة فهي تهاجم البطاطس وأحياناً الدخان.

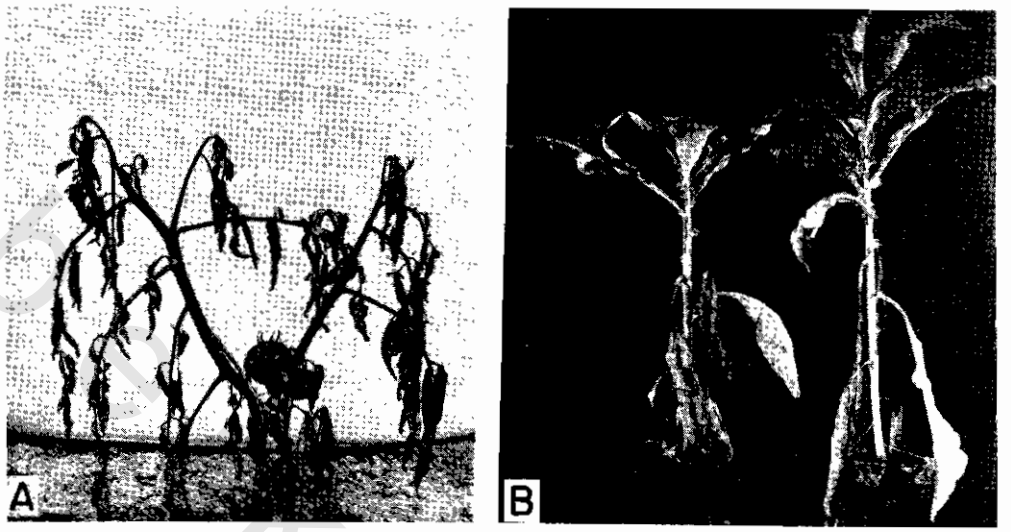


شكل - ١٧٥

سيقان طماطم، ثمرة طماطم وبادرات طماطم مصابة بالتقرح البكتيري المتسبب عن كلافي باكتر مشجاننز تحت نوع مشجاننز يلاحظ في (A) أغصان تبين فتحة التقرح على الشمال وشق طولي لاظهار التلون والتحلل في الأنسجة الوعائية والنخاع. (B) ثمار طماطم تظهر بقع عين الطائر ذات المركز الداكن الصلب وعليها هالات على الحواف. (C) ثلاثة بادرات طماطم سليمة وعدة بادرات مريضة مصابة عن طريق البذرة.

الأعراض : - تظهر أعراض الذبول البكتيري على محاصيل العائلة الباذنجانية على شكل ذبول مفاجيء إلى حد ما. تموت النباتات الحديثة المصابة بسرعة. يظهر على النباتات الكبيرة بالسن في البداية أعراض تدلي الأوراق وتلون، سقوط الأوراق، أو أن يكون أحد جوانب النبات ذابل ومتقزم قبل أن تذبل النباتات باستمرار وتموت (شكل ١٧٦). في بعض النباتات مثل الطماطم يمكن أن يحدث تكشف وظهور كميات كبيرة من الجنور العرضية. تتحول الأنسجة الوعائية في السيقان، الجنور والدرنان إلى اللون البني، وفي المقطع العرضي فإنها تنضح افراز بكتيري مائل للون الأبيض. تظهر الجيوب البكتيرية منتشرة حول الحزم الوعائية في النخاع وفي القشرة، وغالباً ما تتعفن الجنور وتتحلل في الوقت الذي يذبل فيه النبات بشكل دائم.

أما في مرض موكو في الموز، فإن النباتات الحديثة تذبل بسرعة وتموت وتتكسر أوراقها المركزية على زاوية حادة دون أن تتحول إلى اللون الأصفر. في النباتات المسنة تتحول الأوراق الداخلية في البداية إلى لون أصفر قذر بالقرب من العنق، ينكسر العنق وتذبل الورقة وتموت، وفي نفس الوقت فإن الأوراق المحيطة تتدلى وتموت باضطراد من المركز إلى الخارج، أيضاً جميع الأوراق تنحني إلى أسفل وتجف. يتوقف نمو الثمار في النباتات المصابة إذا كان قد ابتدأ. تكون اصابع الموز مشوهة، تتحول إلى اللون الأسود وتنوي. إذا كانت الثمار قد وصلت إلى طور النضج عندما أصيبت فمن الممكن أن لا تظهر أعراض خارجية، ولكن اللب في بعض الأصابع يمكن أن يتلون ويتعفن. إذا أجري مقطع عرضي في الساق الكاذبة للموز فإنه يظهر كثيراً من التغير اللوني في الحزم الوعائية فقد تكون صفراء مخضرة إلى بنية محمرة، أو تقريباً تظهر الحزم الوعائية سوداء خاصة في أغماد الأوراق الداخلية وفي سويقة الثمرة. قد يوجد جيوب من البكتيريا وتحلل في الساق الكاذبة وفي الرايزوم، ولكن الأكثر ظهوراً وجذباً للانتباه، هو أن ثمرة الموز الواحدة تصبح مليئة بمواد صمغية داكنة اللون، إن لب مثل هذه الثمار يجف أخيراً متحولاً إلى بقايا نشوية رمادية اللون سهلة التفتت والتي تتدفق إلى الخارج عندما تشقق القشرة وتتفتح.



شكل – ١٧٦

أعراض الذبول البكتيري الجنوبي في الطماطم (A) وفي الدخان (B) المتسبب عن بسيدوموناس سولاناسيرم

تكشف المرض: – تقضي البكتيريا بسيدوموناس سولاناسيرم الشتاء في النباتات المريضة أو في بقايا النباتات، في أعضاء التكاثر الخضري، في درنات البطاطس، في رايزومات الموز وعلى بذور بعض المحاصيل مثل الفول السوداني، فول الصويا، في العوائل النباتية البرية ومن المحتمل في التربة. تطلق الأنسجة المتأثرة بالاصابة أو الأنسجة المصابة المتحللة، البكتيريا في التربة. تنتشر البكتيريا عن طريق ماء التربة، عن طريق البذور المصابة أو الملوثة وعن طريق الرايزومات والنباتات المنقولة وكذلك عن طريق السكاكين الملوثة المستعملة لقطع الدرنات والرايزومات ولتقليم الفسائل. وفي بعض الحالات يمكن أن تنتشر البكتيريا بالحشرات. تدخل البكتيريا النباتات عن طريق الجروح الحادثة في الجذور بواسطة الآلات

الزراعية، النيماتودا، الحشرات... الخ. وعن طريق الشقوق الطبيعية حيث تخرج الجذور الثانوية. تصل البكتيريا الأوعية الخشبية الكبيرة ومن خلالها تنتشر في النبات على طول الأوعية، تتسرب البكتيريا إلى المسافات البينية التي حول الخلايا البرانشيمية في القشرة والنخاع. تذيب البكتيريا جدر الخلية وتنشيء فجوات مملوءة بكتل لزجة من البكتيريا ومن بقايا الخلايا.

المقاومة : تعتمد مقاومة الذبول البكتيري في نباتات العائلة الباذنجانية والموز، غالباً على استعمال الأصناف المقاومة عند توفرها، واتباع دورة زراعية مناسبة أو ترك الأرض بدون زراعة. يجب أن تزرع فقط الرايزومات الخالية من البكتيريا، وتنقل النباتات السليمة الخالية من البكتيريا وكذلك الدرنات. كما يجب تطهير الأدوات المستعملة مثل السكاكين وذلك بغمرها لمدة ١٠ ثوان أو أكثر في محلول ١٠٪ فورمالدهايد عندما تستعمل بعد كل عملية قطع في نبات موز وقبل أن تستعمل في نبات موز آخر. يجب قطع وحرق نباتات الموز المريضة والرايزومات المصابة وكذلك النباتات المحيطة بالنباتات المريضة يجب قطعها وحرقها وذلك لاحتمال كونها مصابة ولكن لم تظهر عليها اعراض بعد. يمكن اصلاح تربة مزارع الموز الملوثة وذلك بابقاءها بدون زراعة لمدة سنة، وباستمرار حراثتها بالدسك خلال الموسم الجاف وذلك لاسراع جفاف المواد النباتية والتأكد من موت بكتيريا الذبول . تجارب المقاومة الحيوية على هذا المرض عن طريق استعمال أعضاء تكاثر خضرية مع بكتيريا مضادة حصل منها على نتائج مبشرة بالنجاح.

العفن الأسود او اسوداد العرق في الصليبيات

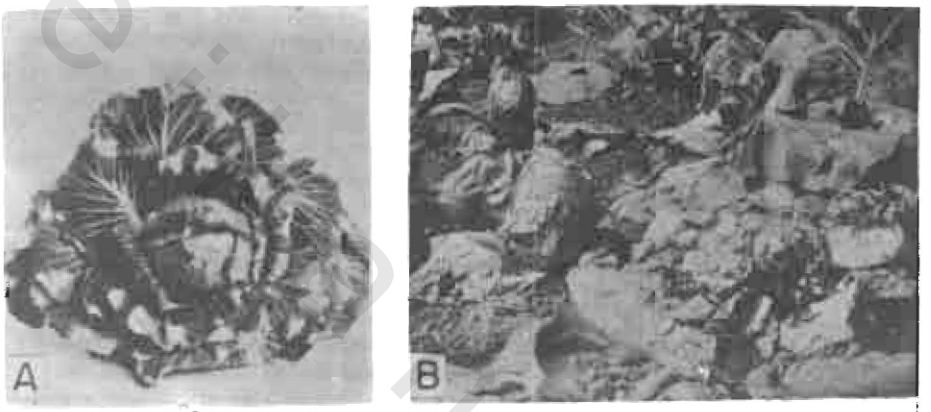
Black Rot or Blackened Midrib of Crucifers

يتسبب هذا المرض عن البكتيريا زانثوموناس كامبسرس تحت نوع كامبسترس *Xantho-monas campestris pv. campestris* ، يوجد المرض في كل مكان في العالم، يهاجم كل أفراد فصيلة الكرنب وأحياناً يسبب خسائر فادحة في هذه المحاصيل. يهاجم المرض النباتات في أى عمر ويهاجم أساساً أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة، ولكن في بعض العوائل

مثل اللفت والفجل التي لها جذور لحمية، هذه الأعضاء يمكن أيضاً أن تهاجم ويمكن أن يظهر عليها عفن جاف. تسبب اصابة البادرات الصغيرة تقزم، نمو جانب واحد، وسقوط الأوراق السفلية. تظهر الأعراض الأولى عادة في الحقل على شكل لطع كبيرة شاحبة تأخذ شكل حرف (V)، على حواف الأوراق (شكل ١٧٧ ، A)، تتقدم تلك اللطع باتجاه العرق الوسطي في الورقة، بينما بعض العروق والعروق الفرعية الموجودة في تلك المنطقة الشاحبة تتحول إلى اللون الأسود. أخيراً تتحول المنطقة المصابة إلى اللون البني وتجف. في نفس الوقت يمتد تلون العروق إلى الساق ومن هناك يمتد إلى أعلى وإلى أسفل إلى أوراق أخرى وجذور. عندما تصبح الأوراق مصابة جهازياً بالبكتريا المتقدمة إلى أعلى عن طريق العرق الوسطي، يمكن أن تظهر مناطق شاحبة في أي مكان على الأوراق. يمكن أن تسقط الأوراق المصابة الواحدة تلو الأخرى قبل اكتمال نموها (قبل الأوان)، (شكل ١٧٧ ، B) . يظهر الساق وسويقات الأوراق المصابة سليمة من الخارج، ولكن يُظهر المقطع العرضي تلون بني أو اسوداد في الأنسجة الوعائية، وغالباً يظهر قطرات صغيرة صفراء لزجة من البكتيريا. يتكون أحياناً فجوات مملوءة بالبكتيريا في النخاع والقشرة. تهاجم البكتيريا رؤوس الكرنب وأيضاً القرنبيط وتتلون كما هو الحال في الجذور اللحمية في اللفت والفجل، بعد ذلك فإن المناطق المصابة تهاجمها بكتيريا العفن الطري والتي تتلف النسيج وتنطلق رائحة كريهة.

تكشف المرض : تقضي بكتيريا العفن الأسود الشتاء في بقايا النباتات المصابة وفي أو على البذور. إذا ما أصبحت البكتيريا متصلة مع الفلقات أو أنها سقطت مع رذاذ المطر على الفلقات أو الأوراق الحديثة فإنها تغزو تلك الأوراق عن طريق الثغور، الثقوب المائية hyda-thodes على حواف الأوراق، أو عن طريق الجروح وتنتشر عن طريقها بين الخلايا حتى تصل الفتحات الطرفية في الاوعية الخارجية والتي تهاجمها. تتكاثر البكتيريا في الأوعية وتنتشر فيها في كل مكان في النبات (شكل ١٦٨) حتى أنها تصل البذور. في نفس الوقت يحدث تحلل في الخشب في بعض الأماكن وتنتشر البكتيريا في المسافات البينية لخلايا البرانشيما المحيطة، هذه الخلايا تقتل إما عاجلاً أو آجلاً وتتحلل ويتكون فيها فجوات. في اصابات الأوراق تصل البكتيريا سطوح الأوراق خلال الثقوب المائية أو الجروح ويتبع ذلك انتشارها

بواسطة رذاذ المطر والريح أو أنها تحمل بآلات إلى أوراق أخرى والتي تخترقها خلال الثقوب المائية، الجروح، أو الثقوب الناتجة عن الحشرات. تتكشف الاصابات سريعاً في الطقس الدافىء الرطب ويمكن أن تظهر الأعراض المرئية خلال ساعات.



شكل – ١٧٧

العفن الأسود في الكرنب المتسبب عن زانثومونس كامبسترس تحت نوع كامبسترس (A) أطوار مبكرة من الاصابة على حواف الأوراق. (B) أطوار متقدمة من الاصابة بالعفن الأسود مع ذبول كثير من الأوراق أو قد تكون سقطت مسبقاً.

المقاومة : مع أن مقاومة مرض العفن الأسود صعبة، إلا أنها تعتمد على استعمال بذور خالية من البكتيريا وزراعة النباتات المنقولة في تربة لم يكن موجوداً فيها مرض العفن الأسود في السنتين أو الثلاثة سنوات السابقة، وبالتالي فإن الدورة الزراعية ضرورية. كذلك فإن معاملة البذور بالماء الساخن (٥٠° م لمدة ٣٠ دقيقة) يساعد في ضمان خلو البذور من البكتيريا، والأكثر حداثة هو معاملة البذور بالمضادات الحيوية مثل تتراسيكلين او ستربتومايسين بعد ذلك تشطف بالماء وتغمر لمدة ٣٠ دقيقة في محلول ٠,٥ ٪ هايبوكلوريت الصوديوم. هذا يساعد في الحصول على بذور خالية من البكتيريا. الرش بمركبات المبيدات الفطرية النحاسية (كوسايد) كل ١٠ أيام يساعد في تقليل إنتشار المرض.

المراجع

Baribeau, B. (1948). Bacterial ring rot of potatoes. *Am. Potato J.* **15,** 71–82.

Bryan, M. K. (1930). Studies on bacterial canker of tomato. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* **41,** 825–851.

Buddenhagen, I., and Kelman, A. (1964). Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* **2,** 203–230.

Clayton, E. E. (1929). Studies on the black-rot or blight disease of cauliflower. *Bull.—N. Y., Agric. Exp. Stn. (Ithaca)* **576,** 1–44.

Cook, A. A., Walker, J. C., and Larson, R. H. (1952). Studies on the disease cycle of black rot of crucifers. *Phytopathology* **42,** 162–167.

DeBoer S. H., and Slack, S. A. (1984). Current status and prospects for detecting and controlling bacterial ring rot of potatoes in North America. *Plant Dis.* **68,** 841–844.

Easton, G. D., and Nagle, M. E. (1985). Copper 8-quinolinolate for control of *Corynebacterium michiganense* pv. *sepedonicum* on potato seed pieces and handling equipment. *Plant Dis.* **69,** 422–425.

Eden-Green, S. J., and Billing, E. (1974). Fireblight. *Rev. Plant Pathol.* **53,** 353–365.

Forster, R. L., and Echandi, E. (1973). Relation of age of plants, temperature, and inoculum concentration to bacterial canker development in resistant and susceptible *Lycopersicon* spp. *Phytopathology* **63,** 773–777.

Goodman, R. N., and White, J. A. (1981). Xylem parenchyma plasmolysis and vessel wall disorientation caused by *Erwinia amylovora*. *Phytopathology* **71,** 844–852.

Grogan, R. G., and Kendrick, J. B. (1953). Seed transmission, mode of overwintering and spread of bacterial canker of tomato caused by *Corynebacterium michiganense*. *Phytopathology* **43,** 473.

Humayden, H. S., Harman, G. E., Nedrow, B. L., and DiNitto, L. V. (1980). Eradication of *Xanthomonas campestris*, the causal agent of black rot, from *Brassica* seeds with antibiotics and sodium hypochlorite. *Phytopathology* **70,** 127–131.

Hunter, J. E., Abawi, G. S., and Backer, R. F. (1975). Observations on the source and spread of *Xanthomonas campestris* in an epidemic of black rot in New York. *Plant Dis. Rep.* 59, 384–387.

Kelman, A. (1953). The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *N. C., Agric. Exp. Stn., Tech. Bull.* **99,** 1–194.

Kempe, J., and Sequeira, L. (1983). Biological control of bacterial wilt of potatoes: Attempts to induce resistance by treating tubers with bacteria. *Plant Dis.* **67,** 499–503.

Lelliott, R. A. (1973). A survey in England and Wales for ring rot of potatoes caused by *Corynebacterium sepedonicum*. *Plant Pathol.* **22,** 126–128.

Lew, K. W., and Alvarez, A. M. (1981). Biological and morphological characterization of *Xanthomonas campestris* bacteriophages. *Phytopathology* **71,** 269–273, 274–276.

Martin, C., French, E. R., and Nydegger, U. (1982). Strains of *Pseudomonas solanacearum* in the Americas. *Plant Dis.* **66,** 458–460.

Moller, W. J., Schroth, M. N., and Thomson, S. V. (1981). The scenario of fire blight and streptomycin resistance. *Plant Dis.* **65,** 563–568.

Nelson, P. E., and Dickey, R. S. (1970). Histopathology of plants infected with vascular bacterial pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* **8,** 259–280.

Nuttal, V. W., and Jasmin, J. J. (1958). The inheritance of resistance to bacterial wilt (*Erwinia tracheiphila* E. F. Smith, Holland) in cucumber. *Can. J. Plant Sci.* **38,** 401–404.

Pepper, E. H. (1967). "Stewart's Bacterial Wilt of Corn," Monogr. No. 4. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.

Pine, T. S., Grogan, R. G., and Hewitt, W. B. (1955). Pathological anatomy of bacterial canker of young tomato plants. *Phytopathology* **45,** 268–271.

Randhawa, P. S., and Schaad, N. W. (1984). Selective isolation of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* from crucifer seeds. *Phytopathology* **74,** 268–272.

Schaad, N. W., and White, W. C. (1974). Survival of *Xanthomonas campestris* in soil. *Phytopathology* **64,** 1518–1520.

Schroth, M. N., Thomson, S. V., and Hildebrand, D. C. (1974). Epidemiology and control of fire blight. *Annu. Rev. Phytopathol.* **12,** 389–412.

Sequeira, L. (1958). Bacterial wilt of bananas: Dissemination of the pathogen and control of the disease. *Phytopathology* **48,** 64–69.

Strandberg, J. (1973). Spatial distribution of cabbage black rot and the estimation of diseased plant populations. *Phytopathology* **63,** 998–1003.

Strider, D. L. (1969). Bacterial canker of tomato caused by *Corynebacterium michiganense*. A literature review and bibliography. *N. C., Agric. Exp. Stn., Bull.* **193,** 1–110.

Suhayda, C. G., and Goodman, R. N. (1981). Early proliferation and migration and subsequent xylem occlusion by *Erwinia amylovora* and the fate of its extracellular polysaccharide (EPS) in apple shoots. *Phytopathology* **71,** 697–707.

Thomson, S. V., Schroth, M. N., Moller, W. J., and Reil, W. O. (1975). Occurrence of fire blight of pears in relation to weather and epiphytic populations of *Erwinia amylovora*. *Phytopathology* **65,** 353–358

Thomson, S. V., Schroth, M. N., Moller, W. J., and Reil, W. O. (1982). A forecasting model for fire blight of pear. *Plant Dis.* **66,** 576–579.

Van der Zwet, T., and Keil, H. L. (1979). Fire Blight: A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. *U. S., Dept. Agric., Agric. Handb.* **510,** 1–200.

Wallis, F. M. (1977). Ultrastructural histopathology of tomato plants infected with *Corynebacterium michiganense*. *Physiol. Plant Pathol.* **11,** 333–342.

Wallis, F. M. *et al.* (1973). Ultrastructural histopathology of cabbage leaves infected with *Xanthomonas campestris*. *Physiol. Plant Pathol.* **3,** 371–378.

Watterson, J. C. *et al.* (1972). Multiplication and movement of *Erwinia tracheiphila* in resistant and susceptible cucurbits. *Plant Dis. Rep.* **56,** 949–952.

Webster, D. M., Atkin, J. D., and Cross, J. E. (1983). Bacterial blights of snap beans and their control. *Plant Dis.* **67,** 935–940.

Williams, P. H. (1980). Black rot: A continuing threat to world crucifers. *Plant Dis.* **64,** 736–742.

الأعفان الطرية البكتيرية

Bacterial Soft Rots

توجد البكتيريا باستمرار متى وجدت أنسجة نباتية لحمية متعفنة في الحقل أو في المخزن. إن الرائحة الكريهة التي تنطلق بواسطة هذه الأنسجة المتعفنة، عادة تكون بسبب المواد المتطايرة المنطلقة أثناء تحلل أنسجة النبات بواسطة تلك البكتيريا. تصبح الأنسجة المتعفنة طرية ومائية وتنضح الشقوق الموجودة في الأنسجة باستمرار كتل لزجة بكتيرية وبقايا خلوية محطمة. في كثير من مثل هذه الأعفان الطرية فإن البكتيريا الداخلة فيها، هي ليست كائنات ممرضة نباتية، يعني أنها لا تهاجم الخلايا الحية ولكن هي كائنات رمية إلى حد ما أو طفيليات ثانوية، يعني أنها تنمو في الأنسجة التي قتلت مسبقاً بواسطة كائنات ممرضة أخرى أو مسببات بيئية، أو أنها تنمو في الأنسجة الضعيفة جداً أو المسنة التي قاربت على الوصول إلى توقف عملياتها الفسيولوجية وهي غير قادرة على مقاومة أي كائن حي يهاجمها.

بالإضافة إلى تلك المعفنات الثانوية الطرية، فإن هناك بعض البكتيريا التي تهاجم أنسجة النبات الحية في الحقل وفي المخزن ومنها: -

أولاً : الجنس ايروانيا *Erwinia* وهنه

١) ايروانيا كاروتوفورا تحت نوع كاروتوفورا *E.carotovora pv. carotovora* بسبب العفن الطري في عديد من الثمار اللحمية، الخضروات ونباتات الزينة.

٢) ايروانيا كاروتوفورا تحت نوع أتروسبتكا *E.carotovora pv. atroseptica* تسبب القدم السوداء في البطاطس.

٣) ايروانيا كاريسانثيما *E.chrysanthemi* تسبب العفن الطري الأقل شيوعاً في كثير من المحاصيل.

ثانياً : الجنس بسيدوموناس *Pseudomonas*

١) بسيدوموناس مارجنالز *P. marginalis* مرافق لمرض العين القرنفلية في البطاطس والاعفان الطرية في خضروات لحمية أخرى.

٢ – بسيدوموناس جلاديولا الاليكولا *P.gladioli pv. allicola* تسبب مرض الجلد الغروي (الزلق) في البصل.

٣ – بسيدوموناس سيباسيا *P. cepacia* تسبب مرض الجلد النتن (الحامض) في البصل ويسمى Sour Skin.

يمكن أن تقضي بكتيريا العفن الطري الشتاء في الأنسجة المصابة وفي التربة وفي الآلات والادوات والأوعية الملوثة، بعضاً من تلك البكتيريا يقضي الشتاء أيضاً في الحشرات. تنتشرهذه البكتيريا بالاتصال المباشر، بالايدي الملوثة أو الادوات الزرعية، التربة، الماء والحشرات. تدخل البكتيريا النباتات أو الأنسجة النباتية أساساً عن طريق الجروح، ولكن في المخزن فإن الأنسجة غير المجروحة أيضاً تصبح مصابة. تتكاثر البكتيريا في الأنسجة بغزارة في المسافات بين الخلايا حيث تفرز البكتيريا عدة أنواع من الأنزيمات التي عن طريق إذابتها للصفيحة المتوسطة وفصلها للخلايا بعضها عن بعض تسبب تفكك وطراوة الأنسجة المهاجمة. في البداية تكون الخلايا محاطة بالبكتيريا والانزيمات البكتيرية وفي بداية ظهور الأعراض تفقد الخلايا ماءها وتضعف محتوياتها، لكن أخيراً فإن أجزاء من جدرها تنوب وتهاجمها البكتيريا. إن مقاومة الأعفان الطرية البكتيرية صعبة وتعتمد على عمليات صحية مناسبة، تجنب احداث أضرار في الثمار، حفظ الأنسجة المخزنة جافة وباردة، وكذلك تعتمد المقاومة على إتباع دورة زراعية.

الأعفان الطرية البكتيرية في الخضروات

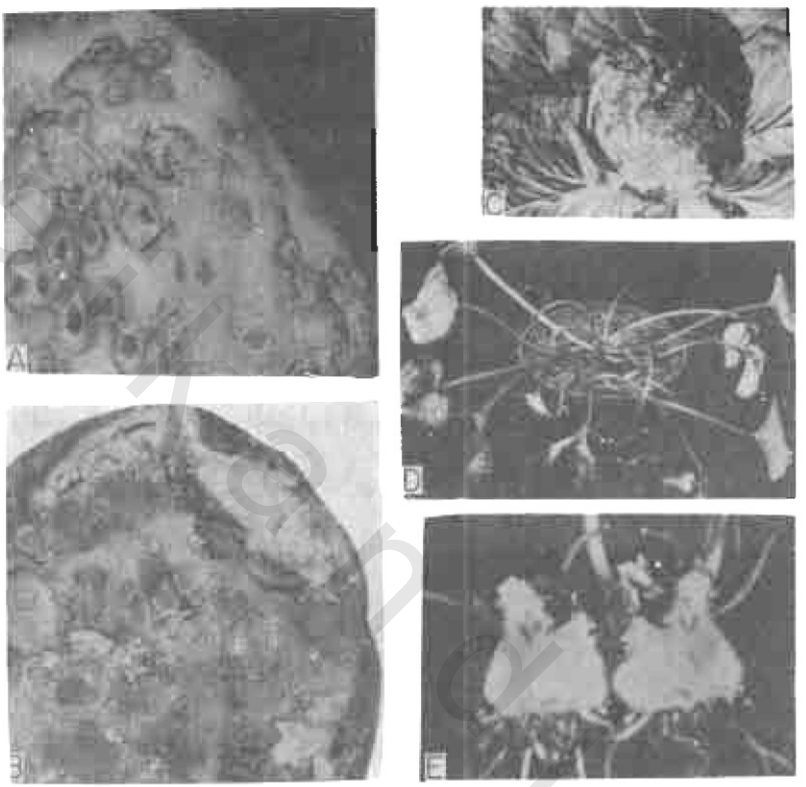
Bacterial Soft Rot of Vegetables

إن الأعفان الطرية البكتيرية أكثر إنتشاراً على الخضروات وبعض نباتات الزينة الحولية التي لها أنسجة تخزين لحمية مثل البطاطس، الجزر، الفجل، البصل، الياقوتية (من الزنبقيات) السوسن، أو الثمار اللحمية مثل الخيار، الكوسة، الباذنجان، الطماطم، أو الساق العصارية، أو السويقة والأوراق العصارية مثل الكرنب، الكرفس، الخس، والسبانخ. توجد البكتيريا في جميع أنحاء العالم وتسبب أمراضاً خطيرة في المحاصيل في الحقل، أثناء الشحن وخاصة في

المخزن، مؤدية إلى خسائر إجمالية كبيرة في الإنتاج أكثر من أي أمراض بكتيرية أخرى. تقريباً إن جميع الخضروات الطازجة معرضة للأعفان الطرية البكتيرية ويمكن أن يظهر تفسخ شديد خلال بضع ساعات في المخزن أو أثناء التسويق. تسبب الأعفان الطرية البكتيرية خسائر إقتصادية كبيرة عن طريق تقليل كميات الإنتاج الصالحة للبيع، وعن طريق خفض نوعية الإنتاج، وبالتالى خفض القيمة التسويقية للمحاصيل، وعن طريق الزيادة الكبيرة فى النفقات اللازمة للطرق الوقائية ضد الأعفان الطرية ولتجهيز الإنتاج المصاب جزئياً للإستهلاك.

الأعراض : – تظهر أعراض العفن الطري على الخضروات، الثمار وأعضاء لحمية أخرى في الحقل أو في المخزن وهي متشابهة جداً على جميع العوائل. يظهر في البداية على النسيج المصاب بقع مائية صغيرة والتي تتسع بسرعة ويزداد قطرها وعمقها. تصبح المناطق المصابة طرية ورقيقة (شكل ١٧٨) ، يمكن أن يصبح سطحها متلون ومنخفض إلى حد ما أو يمكن أن تظهر مجعدة أو ذات سطح متقرح نو بثرات. تكون حواف البقع في كثير من الحالات محددة تماماً في البداية ولكن بعد ذلك تصبح غير واضحة. تصبح الأنسجة الموجودة في المنطقة المصابة معتمة غير شفافة في وقت قصير أو تظهر بلون كريمي ولزج، تتحلل إلى كتلة طرية من الخلايا غير المتعضية. في بعض الثمار وفي الدرنات يمكن أن يبقى السطح الخارجى سليماً بينما كل المحتويات تكون قد تغيرت إلى سائل كثيف عكر، كثيراً ما تتكون شقوق تنضح الكتلة اللزجة إلى السطح، حيث، عند تعرضها للهواء تتحول إلى اللون الأحوى أو الرمادي أو البني الداكن. يمكن أن تنقلب كل الثمرة أو الدرنة إلى كتلة متحللة طرية مائية شفافة خلال مدة من ٣ – ٥ أيام. غالباً ما تكون الثمار والدرنات المصابة في كثير من النباتات بدون رائحة حتى تنهار الأنسجة المصابة عندئذ فإن البكتيريا الثانوية التي تعيش على حساب الأنسجة المتحللة تنتج رائحة كريهة. عندما تصاب نباتات العائلة الصليبية والأبصال ببكتيريا العفن الطري فإنها في معظم الحالات تطلق رائحة كبريتية كريهة.

عندما تصاب المحاصيل الجذرية في الحقل يمكن أن تتكشف الأعراض أيضاً على الجزء السفلي من الساق والذي يصبح مائياً ويتحول إلى اللون البني وينوي، وهذا أيضاً يؤدي إلى تقزم، ذبول وموت أجزاء النبات التي فوق سطح الأرض.



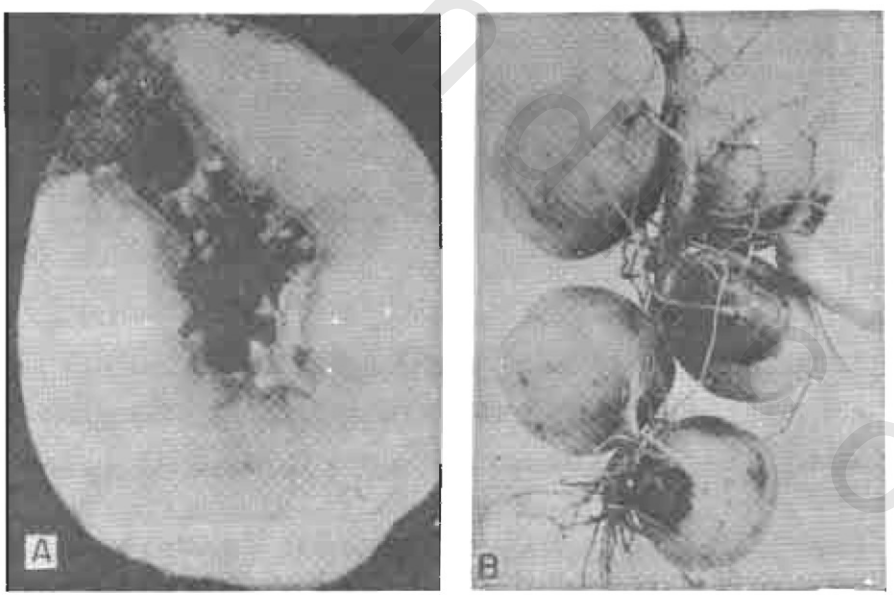
شكل – ١٧٨

العفن الطري المتسبب عن البكتيريا ايروانا كاروتوفورا تحت نوع كاروتوفورا (A) درنة بطاطس عليها عديد من الاصابات. (B) كل درنة البطاطس قد تعفنت. (C) العفن الطري البكتيري في الكرنب. (D.E) العفن الطري البكتيري في نبات بخور مريم. (D) الأورق والساق ذابلة ومعفنة (E) اجزاء من الكورمة تعفنت وكثير من الجذور والأوراق قد تعفنت وتحللت.

تكون الإصابات في الأوراق العصارية والسيقان العصارية نادرة الأهمية في الحقل. عندما تصاب هذه الأجزاء في المخزن أو في الصناديق خاصة في الأوعية البلاستيكية، عندها يظهر طراوة سريعة وتحلل في الأنسجة المريضة تتبع الإصابة بسرعة ويمكن أن تنتج كتلة لزجة خضراء رطبة خلال يوم أو يومين.

الكائن الممرض : – يتسبب هذا المرض عن البكتيريا ايروانيا كاروتوفورا تحت نوع كاروتوفورا *Erwinia carotovora pv. carotovora* مع أن هناك بكتيريا تتبع لأجناس أخرى تستطيع أن تسبب الأعفان الطرية مثل الجنس بسيدوموناس *Pseudomonas*، إلا أن الأعفان الطرية الأكثر شيوعاً والأكثر إهلاكاً للأجزاء النباتية تتسبب عن البكتيريا في الجنس ايروانيا.

يبدو أن أكثر الأنواع إنتشاراً من هذا الجنس *Erwinia carotovora pv. carotovora* هناك نوعان آخران هما *E. carotovora pv. atroseptica* مسبب القدم السوداء في البطاطس والذي يعتقد أنه في الحرارة الباردة يختلف عن *E. c. pv. carotovora* والنوع الآخر هو *E. chrysanthemi* الذي يؤثر في كثير من العوائل. (شكل ١٧٩).



شكل – ١٧٩

العفن الطري البكتيري والساق السوداء المتسببة عن ايروانيا كاروتوفورا أتروسبتيكا. (A) مقطع عرضي في درنة بطاطس. (B) الذبول الطري البكتيري في درنات البطاطس في الحقل. لاحظ ابتداء الاصابة خلال طرف الساق.

تستطيع أن تنمو بكتيريا العفن الطري وتكون نشيطة على مدى واسع من درجات الحرارة. إن درجات الحرارة الدنيا لتكشف المرض هي ٥° م والدرجة المثلى ٢٢° م والدرجة القصوى ٣٧° م وتقتل البكتيريا على درجة حرارة تقارب ٥٠° م.

تكشف المرض : - تقضي بكتيريا العفن الطري الشتاء في الأعضاء اللحمية المصابة في المخزن وفي الحقل، وفي البقايا التي تحتوي أجزاء من النباتات المصابة، مترافقة مع جذور أو أجزاء أخرى من نباتات العائل، وتبدو بوضوح في بعض المناطق بأعداد قليلة في التربة وفي عذارى ديدان بذور الذرة المسماه هاي ليميا سلي كاريورا *Hylemyia cilicrura* وفي عذارى عديد من الحشرات الأخرى (شكل ١٨٠). يمكن أن يظهر المرض أولاً في الحقل على نباتات نامية من تقاوي مصابة سابقاً، كما هو الحال دائماً بالنسبة للبطاطس. بعض الدرنات، رايزومات، أبصال، تصبح مصابة بالبكتيريا التي يمكن أن توجد في التربة، بعد أن تكون هذه الأجزاء النباتية قد نقلت أو نشأت في التربة الملوثة. تحدث هذه الإصابات عادة عن طريق الجروح. تحت بعض الظروف تستطيع البكتيريا أن تخترق الدرنات عن طريق العديسات. إن حقن البكتيريا في الأعضاء اللحمية وإنتشارها إلى مدى أبعد يكون سهلاً جداً بالحشرات التي تختلف في كفاءتها على نشر الإصابة في كل من المخزن وفي الحقل. تستطيع بكتيريا العفن الطري أن تعيش في كل أطوار الحشرة. زيادة على ذلك فإن أجسام يرقة الحشرة (الديدان) تصبح ملوثة بالبكتيريا عندما تزحف في إتجاهات مختلفة في التربة الملوثة أو على التقاوي المتعفنة، وبالتالي عندما تهاجم مثل هذه الحشرات النباتات السليمة أو الأعضاء المخزنة عن طريق احداث ثقوب فيها، وما تفعله ليس فقط حمل البكتيريا إلى النباتات ولكن هي تضع البكتيريا في جروح حيث تستطيع أن تسبب المرض. أيضاً عندما تكون النباتات أو الأعضاء المخزنة مقاومة للعفن الطري وتستطيع أن توقف تقدمه عن طريق تكون طبقات من الفلين الجرحي، فإذا وجدت الثاقبات فإنها تحطم الفلين الجرحي بنفس السرعة التي تكون فيها وعندها فإن الجروح لن تشفى ولن تلتئم أبداً ويستمر العفن الطري في الإنتشار.

شكل – ١٨٠

دورة مرض العفن الطري البكتيري في الخضروات المتسبب عن بكتيريا العفن الطري ايروواينا.

عندما تدخل بكتيريا العفن الطري الجروح فإنها تتغذى وتتكاثر في البداية على السوائل المنطلقة من الخلايا المحطمة على سطح الجرح. يكون الدخول متبوعاً بتكاثر سريع في البكتيريا التي تنتج كميات زائدة من الأنزيمات المحللة للبكتين والسليلوز. إن الأنزيمات المحللة للبكتين تحطم المواد البكتينية في الصفيحة المتوسطة والمواد البكتينية الموجودة في جدار الخلية

وتسبب تفكك الأنسجة. أما الأنزيمات المحللة للسليلوز فإنها تسبب تكسير جزئي وتطرية في سليلوز جدر الخلية. وكنتيجة لفعل هذه الأنزيمات وغيرها فإن الماء يتسرب من البروتوبلاست وينتشر إلى المسافات البينية عندئذ تتبلزم الخلايا وتنهار وتموت. تستمر البكتيريا في الانتقال والتكاثر بين الخلايا وفي المسافات البينية، بينما أنزيماتها تسبقها إلى الأمام وتجهز الأنسجة للغزو والمهاجمة. إن تمييه (جذب) المواد البكتينية والأسموزية الخارجية للماء من البروتوبلاست إلى المسافات بين الخلايا يؤدي إلى تطرية الأنسجة المهاجمة وتحولها إلى كتلة لزجة، تتكون هذه الكتلة من أعداد لا تحصى من البكتيريا تسبح في إتجاهات مختلفة في المواد المتميهة وبين الجدر غير المحطمة في الخلايا المنهارة أو الجدر غير المحطمة في الأنسجة اللجنينية غير المهاجمة. مع أن البشرة في معظم الأنسجة لا تهاجم بواسطة البكتيريا، إلا أن شقوقاً من مختلف الحجوم عادة تظهر فيها وتخرج الكتلة اللزجة من خلالها في التربة، أما في المخزن فإن تلك الكتلة اللزجة تصبح متلامسة مع أعضاء لحمية أخرى والتي تسبب لها إصابة فيما بعد.

المقاومة : - إن مقاومة الأعفان الطرية البكتيرية في الخضراوات، مبنية على وجه الحصر في العمليات الصحية والعمليات الزراعية. يجب إزالة جميع البقايا من المستودعات ويجب تطهير الجدران بمحاليل محتوية على فورمالدهايد أو كبريتات النحاس، يجب تجنب جرح النباتات وأعضاؤها المخزنة قدر الإمكان. يجب تخزين النباتات السليمة فقط (الدرنات والثمار). عندما تظهر إصابات جديدة في المخزن يجب استبعاد الأعضاء المصابة سريعاً وحرقها. يجب أن تكون المنتوجات المعدة للتخزين جافة. يجب إبقاء درجة الرطوبة في مستودعات التخزين منخفضة إذا أريد منع الإصابات، إن درجة الحرارة حوالي ٤° م في غرف المخزن تثبط تكشف إصابات جديدة بالعفن الطري. يجب أن تبرد الخضروات الورقية إلى درجة حرارة ٤ - ٦° م فوراً حال وصولها. يجب إبقاء سطوح النباتات المعرضة للإصابة بالعفن الطري في الحقل خالية من الرطوبة وذلك بزراعتها في مناطق جيدة الصرف، أو بترك مسافات كافية بين النباتات للتهوية الكافية وبمنع الري الرأسي (ري النباتات بالتنقيط أو الرذاذ). يجب أن تكون زراعة النباتات شديدة القابلية للإصابة بالعفن الطري متناوبة مع

زراعة الحبوب، الذرة، أو المحاصيل الأخرى غير القابلة للإصابة. مع أن بعض الأصناف أقل قابلية للإصابة بالمرض من غيرها، إلا أن قليلاً من الأصناف ذكرت على أنها مقاومة لمرض العفن الطري ولا يوجد أي صنف منيع.

لم يوصى باستعمال المقاومة الكيماوية بشكل عام لمقاومة الأعفان الطرية ماعدا العفن الطري في ثمار الطماطم الذي يمكن أن يقلل ويخفض تأثيره بتكرار استعمال مزيج بوردو. إن الرش أو التعفير بالمبيدات الحشرية لمقاومة الحشرات التي تنشر المرض، له دور فعال في تقليل الإصابات في كل من الحقل والمخزن.

في السنوات الحديثة حُصل على مقاومة حيوية للعفن الطري البكتيري في البطاطس وذلك عن طريق معاملة تقاوي البطاطس قبل زراعتها بالبكتيريا المضادة أو بمشجعات نمو البكتيريا الجذرية.

المراجع

Boyd, A. E. W. (1972). Potato storage diseases. *Rev. Plant Pathol.* **51**, 297–321.

Cuppels, D., and Kelman, A. (1974). Evaluation of selective media for isolation of soft-rot bacteria from soil and plant tissue. *Phytopathology* **64**, 468–475.

DeBoer, S. H., and Kelman, A. (1978). Influence of oxygen concentration and storage factors on susceptibility of potato tubers to bacterial soft rot *(Erwinia carotovora). Potato Res.* **21**, 65–80.

Dye, D. W. (1969). A taxonomic study of the genus *Erwinia.* II. The "carotovora" group. *N. Z. J. Sci.* **12**, 81–97.

Geels, F. P., and Schippers, B. (1983). Selection of antagonistic *Pseudomonas* spp. and their root colonization and persistence following treatment of seed potatoes. *Phytopathol. Z.* **108**, 193–206.

Kloepper, J. W. (1983). Effect of seed piece inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on populations of *Erwinia carotovora* on potato roots and in daughter tubers. *Phytopathology* **73**, 217–219.

Leach, J. G. (1931). Blackleg disease of potatoes in Minnesota. *Minn., Agric. Exp. Stn., Tech. Bull.* **76**, 1–36.

Perombelon, M. C. M., and Kelman, A. (1980). Ecology of the soft rot *Erwinias. Annu. Rev. Phytopathol.* **18**, 361–387.

Powelson, M. L., and Apple, J. D. (1984). Soil and seed tubers as sources of inoculm of *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* for stem soft rot of potatoes. *Phytopathology* **74**, 429–432.

Segall, R. H., and Dow, A. T. (1973). Effects of bacterial contamination and refrigerated storage on bacterial soft rot of carrots. *Plant Dis. Rep.* **57**, 896–899.

Smith, M. A. (1944). Bacterial soft-rot of spinach. *Phytopathology* **34**, 747–752.

Stack, J. P., Mount, M. S., Berman, P. M., and Hubbard, J. P. (1980). Pectic enzyme complex from *Erwinia carotovora:* A model for degradation and assimilation of host pectic fractions. *Phytopathology* **70**, 267–272.

التدرنات البكتيرية

Bacterial Galls

تتكون التدرنات على السيقان والجذور في النباتات المصابة أساساً بواسطة بكتيريا من الجنس أجروباكتريم *Agrobacterium* وبواسطة أنواع معينة من الجنس كورن بكتيريم *Co-rynebacterium* والجنس بسيدوموناس *Pseudomonas*. يمكن أن تكون التدرنات ذات شكل غير منتظم وتتكون من نموات زائدة من أنسجة نباتية متعضية أو غير متعضية تقريباً كما هو في معظم تدرنات أجروبكتيريم وبسيدوموناس، أو يمكن أن تكون منفصلة في الأنسجة التي تتكشف إلى أعضاء تقريباً، أعضاء ذات شكل غير طبيعي كما في بعض تدرنات الاجروبكتيريم والكورن بكتيريم.

إن الأنواع البكتيرية التي تسبب التدرنات والأمراض الرئيسية التي تسببها في الآتي : -

اولاً : الجنس اجروبكتيريم *Agrobacterium* ومنه :

١ - اجروبكتيريم تيوميفاشنس *A. tumefaciens*، تسبب التدرن التاجي في كثير من النباتات الخشبية وبشكل أساسي في أشجار اللوزيات وأشجار التفاحيات، الصفصاف، العليق، والعنب.

٢ - اجروبكتيريم ريوبا *A. rubi* تسبب تدرن القصبة في عنب الذيب والكشميش الأسود.

٣ - اجروبكتيريم رايزوجينس *A.rhizogenes* تسبب الجذر الشعري في التفاح.

ثانياً : الجنس كورن بكتيريم *Corynebacterium* ومنه النوع التالي:-

١ - كورن بكتيريم فاسكانس *C. fascians* تسبب تشوه الأوراق أو التدرن الورقي على كثير من نباتات الزينة العشبية الحولية والمعمرة.

ثالثاً : الجنس بسيدوموناس *Pseudomonas* ومنه الأنواع الآتية : -

بسيدوموناس سرنجي سافاستانوي *P. syringae pv. savastanoi* يسبب مرض تعقد أغصان الزيتون. والتدرن البكتيري أو تقرح الدفلة.

إن أنواع الأعراض المتسببة عن الجنس *Agrobacterium* تتحدد حقيقة ليس بواسطة النوع الذي يتبع هذا الجنس ولكن حسب نوع البلازمد الذي تحمله تلك البكتيريا. إن البكتيريا التي تحمل بلازمد مشجع التدرن (Ti) تسبب التدرن التاجي، بينما البكتيريا التي تحمل بلازمد مشجع التدرن (Ri) تشجع تكوين اعراض الجذر الشعري. وبالتالي فان اي من سلالات الثلاثة أنواع التي تحمل (Ti) تستطيع أن تسبب التدرن التاجي، ولكن لغاية الان هناك سلالة واحدة من *A.tumefaciens* وسلالة من *A.rhizogenes* وجد أنها تحوي (Ri) وبالتالي تسبب الجذر الشعري

تدخل البكتيريا الحاثة على التدرن، النباتات عن طريق الجروح وتستحث الخلايا على الانقسام والاتساع. إن بكتيريا الاجروبكتيريم والكورن بكتيريم، تبقى دائماً في المسافات البينية بين الخلايا ولا تحطم الخلايا إطلاقاً ولا تؤدي إلى تكوين فجوات، بينما البكتيريا الحاثة على التدرن بسيدوموناس تسبب تحطيم في الخلايا وتكوين فجوات في التدرنات. إن التدرن التاجي المتسبب عن اجروبكتيريم تيوميفاشنس *A. tumefaciens* هو فريد من بين جميع تدرنات النبات الأخرى في كونه ورم خبيث (سرطان)، يعني إذا ما حدث وإن استحثت خلايا النبات بواسطة البكتيريا على الانقسام والتوسع فإنها تستمر في الانقسام مادامت تستطيع أن تحصل على مواد غذائية، ولا تخضع للتنظيم الهرموني في النبات الأم الذي ينظم النمو والتمايز.

تقضي بكتيريا التدرن الشتاء في التدرنات في التربة، وتنتشر بواسطة الأدوات الزراعية الملوثة مثل سكاكين التطعيم والتقليم وتنتشر بواسطة ماء التربة ورذاذ المطر. تقاوم بكتيريا التدرن باستعمال بكتيريا مضادة وبتجنب احداث الجروح في النباتات القابلة للإصابة،

واستعمال الأصول والطعوم الخالية من المرض فقط، تعقيم التربة في الصوبات الزجاجية، الدورة الزراعية عندما يكون ذلك ممكنا، وفي مرض تعقد أغصان الزيتون ينصح بالرش بمزيج بوردو.

التدرن التاجي :

Crown Gall

مرض التدرن التاجي واسع الإنتشار في العالم ويهاجم كثيراً من النباتات الخشبية والعشبية تتبع إلى ١٤٠ جنس من أكثر من ٦٠ عائلة. يوجد المرض في الطبيعة غالباً على التفاحيات واللوزيات والعليقيات والعنب.

يتميز مرض التدرن التاجي بتكوين اورام خبيثة او تدرنات من أحجام وأشكال مختلفة، غالباً ما تكون تحت سطح التربة على تاج النبات والذي إشتق منه هذا الاسم. المرض شائع الانتشار على الجذور والنموات الخضرية الحديثة في كثير من نباتات المشاتل المختلفة التي بالتالي تكون غير قابلة للبيع نظراً لاصابتها، وذلك لأن التدرن التاجي من المحتمل أن يستمر على النباتات عندما تنقل إلى بساتين الفاكهة والحدائق. تكون النباتات التي عليها اورام في تيجانها أو على جذورها الرئيسية ضعيفة النمو وتكون ذات إنتاج منخفض. كما أنه من الممكن أن تموت النباتات والعروش المصابة بشدة.

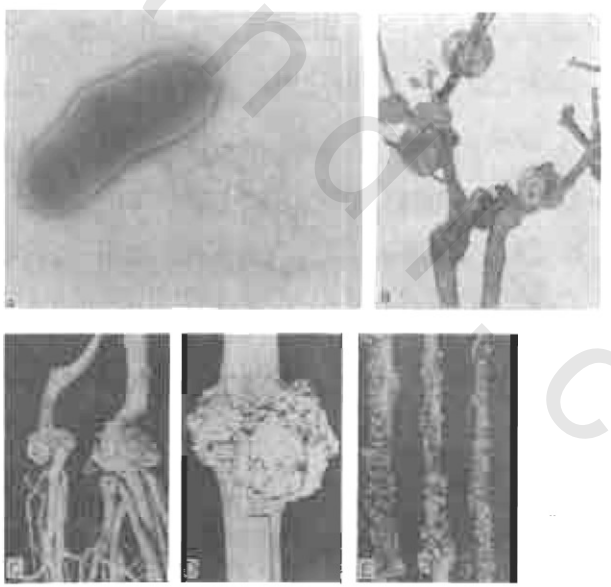
هناك بعض التشابه بين اورام التدرن التاجي وسرطان الانسان والحيوان وبالتالي فإن سبب وميكانيكية تكوينها قد درست باسهاب. بالرغم من التشابهات الواضحة مع السرطان إلا أن هناك فروقاً كثيرة وفروقاً أساسية بين التدرن التاجي في النباتات والأورام الخبيثة في الانسان والحيوان.

في السنوات الاخيرة ونظراً للدراسات المستفيضة على التدرن التاجي والبكتيريا المسببه له *Agrobacterium tumifaciens* ، فان هذه البكتيريا إنصبت عليها اهتمامات كبيرة بسبب اكتشاف أن البكتيريا تحور المادة الوراثية في خلايا العائل عن طريق ادخال جزء من (Ti)

بلازمد DNA المعروف باسم (T-DNA) وإنتقاله واندماجه مع DNA خلية العائل ويظهر تأثيره الوراثي مع DNA العائل العادي. وأصبح من الممكن حالياً استخراج بلازمد Ti وادخال جينات جديدة (اطالة سلسلة DNA) في نوع من النباتات (مثل الفاصوليا) على طول البلازمد ثم اعادة حقن البلازمد في البكتيريا *A.Tumefaciens* ثم السماح لها بأن تصيب نوع نباتي آخر مثل عباد الشمس، فهي في هذه الحالة تدخل البلازمد والجين الجديد من الفاصوليا في نبات عباد الشمس. هذا النوع من الاجراء يستعمل على نطاق واسع الآن. وبالفعل قد تم نقل العديد من أنواع الجينات من نوع نباتي الى نوع نباتي آخر بواسطة تكنولوجيا اعادة الارتباط مع DNA والتي تسمى الهندسة الوراثية باستعمال *A.tumefaciens* كأداة نقل. والأكثر حداثة هو إمكانية حقن بروتوبلاست النبات مباشرة ببلازمد Ti السليم الموجه في غياب البكتيريا. وأمكن الان أيضاً نزع بلازمد Ti وهذا يعني ازالة الجينات المسئولة عن تكوين التدرن بدون التأثير على مقدرة البلازمد على الجينات الى خلايا النبات وتسبب اعادة الارتباط واظهار التأثير الوراثي لمثل هذه الجينات بواسطة خلايا النبات التي تدوم طويل وقت بدون أن تتورم. إن بكتيريا *A. tumefaciens* لا تزال لحد الان هي المهندس الوراثي الطبيعي القادر على تطوير المادة الوراثية لعوائلها عن طريق ادخال بعض موادها الوراثية (مواد البكتيريا) في كرموسومات النباتات (العوائل). وهي تستعمل الآن بواسطة علماء الأحياء النباتيين كأداة أساسية (ناقل) لحمل جميع أنواع الجينات بين النباتات المتقاربة وغير المتقاربة وحتى بين كائنات أخرى مثلاً بين الحشرات أو الفيروسات والنباتات.

الأعراض : – يظهر المرض في البداية على شكل ورم صغير على الساق والجذور بشكل خاص بالقرب من سطح التربة. تكون الأورام في الأطوار الأولى من تكشفها تقريباً كروية بيضاء أو ذات لون لحمي وطرية تماماً. نظراً لأن الأورام تنشأ من جروح فإنه لا يستطاع في البداية تمييزها عن الكالوس Callus، على أية حال فإنها عادة تتكشف بسرعة أكثر من الكالوس. كلما إتسعت الأورام تصبح سطوحها ملتفة تقريبا. تصبح الأنسجة الخارجية فيما بعد ذات لون بني داكن أو أسود بسبب موت وتحلل الخلايا المحيطة (شكل ١٨١). احياناً لا

يوجد خط واضح بين الحدود المميزة بين نسيج الورم والنبات نفسه وذلك لأن ظهور المرض يكون على شكل إنتفاخ غير منتظم من الأنسجة ومحيطه بالساق أو الجذر. كما هو حادث غالباً فإن الورم يكون خارجي وليس داخلي ولكن ملتصق تماماً مع السطح الخارجي في العائل ومتصلاً به بعنق ضيقه من النسيج فقط. بعض الأورام تكون اسفنجية في كل تكوينها ويمكن أن تتفتت أو تصبح منفصلة عن النبات. بعض الأورم الأخرى تصبح أكثر تخشباً وصلابة ويشبه العقدة ويصل إلى حجم نو قطر ٣٠ سم. تتعفن بعض الأورام جزئياً أو كلياً إبتداءً من السطح وباتجاه المركز في الخريف، وتتكشف ثانية في نفس المكان خلال موسم النمو اللاحق أو يمكن أن يتعفن جزء من الورم بينما مراكز اورام جديدة تظهر في أجزاء اخرى من نفس التضخم.



شكل – ١٨١

يظهر الشكل (A) بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens*. أما في الشكل (B) التدرن التاجي على ساق الورد (C) جنور الخوخ. (D) أغصان الصفصاف. (E) يوضح تدرن القصبة على raspberry المتسبب عن *A. rubi*.

obeikan.com

إن الأورام اكثر شيوعاً على الجذور والساق قرب سطح التربة ولكنها يمكن أن تظهر ايضاً على العروش وتصل الى ارتفاع ١٥٠ سم عن الأرض، وتظهر على الفروع في الأشجار وعلى أعناق وعروق الأوراق. يمكن أن يحدث كثيراً من الأورام على نفس الجذر أو الساق متصلة مع بعضها أو في تجمعات.

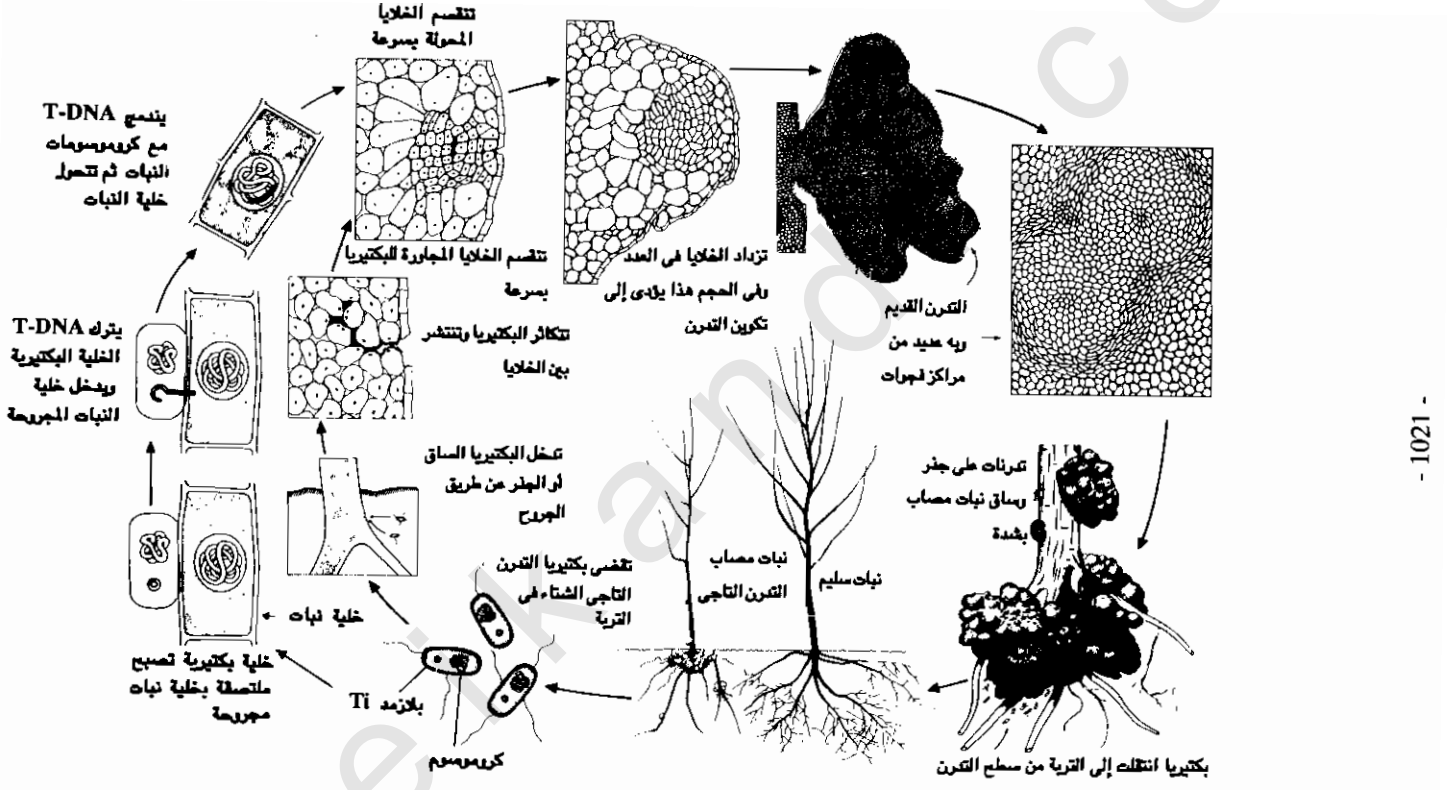
بالإضافة إلى تكوين تدرنات فإن النباتات المصابة يمكن أن تبقى متقزمة وتنتج أوراقاً صغيرة مصفرة وبشكل عام تكون أكثر حساسية للظروف البيئية المعاكسة خاصة أضرار الشتاء.

الكائن المرض: – يتسبب هذ المرض عن البكتيريا أجروبكتيريم تيوميفاشنس *Agrobacterium tumefaciens* (شكل ١٨١ ، A) . إن اكثر المميزات الخاصة لهذه البكتيريا أنها عصوية مع قليل من الاهداب (الاسواط) الموزعة. تحمل البكتيريا الشديدة الاصابة واحداً أو عديداً من البلازمد (البلازمد هو كروموسوم صغير يتكون من DNA ثنائي الخيط دائرى) ويتراوح وزنه الجزيئي من ١٠٠ – ١٤٠ مليون. يحمل واحداً من هذه البلازميدات الجينات الحاثة على تكوين الورم ويسمى بلازمد Ti (tumer- inducing). البكتيريا التي تفتقر الى بلازمد Ti أو فقدته عن طريق المعاملة بالحرارة تكون غير شديدة الاصابة. كذلك فان بلازمد Ti يحمل الجينات التي تحدد المدى العائلي للبكتيريا وأنواع الأعراض التي سوف تظهرها البكتيريا. إن أكثر المميزات الخاصة لهذه البكتيريا هو مقدرتها على ادخال جزء من بلازمد Ti (T-DNA) في خلايا النبات لتحويل خلايا النبات العادية إلى خلايا ورم في فترة قصيرة من الزمن. إذا ما اكتمل تحول الخلايا الى ورم تصبح هذه الخلايا مستقلة عن البكتيريا وتستمر في نموها وإنقسامها على نحو شاذ وحتى في غياب البكتيريا. تستطيع الخلايا المتحولة أن تنمو في المزرعة على بيئة غذائية غير محتوية على هرمونات مطلوبة للنمو من قبل الخلايا العادية (غير المحولة). كذلك فان الخلايا المحولة تصنع مواد كيماوية خاصة تسمى المعبرات (opines) التي يمكن استعمالها فقط بواسطة البكتيريا التي تحتوي على بلازمد Ti الملائم. هذه الخاصية تجعل البكتيريا متطفلة وراثياً نظراً لأن قطعة من

ال DNA تتطفل على الآلة الوراثية في خلية العائل وتعيد توجيه النشاطات التمثيلية في خلية العائل لانتاج مواد تستعمل كمغذيات بواسطة الطفيل فقط..

تكشف المرض : - تقضي البكتيريا الشتاء في التربة الملوثة حيث تستطيع أن تعيش كرميات لعدة سنوات. عندما تنمو نباتات العائل في مثل هذه التربة الملوثة. فإن البكتيريا تدخل الجذور أو السيقان بالقرب من سطح التربة وذلك خلال الجروح الحديثة جداً والناتجة عن العمليات الزراعية أو التطعيم أو الحشرات. إذا ما حدث وأن دخلت البكتيريا النسيج، فإنها تتواجد اساساً في المسافات البينية تحت الخلايا المجاورة على الانقسام (شكل ١٨٢). يظهر مجموعة أو أكثر أو محيطات من الخلايا المتضخمة (زيادة عدد الخلايا) في القشرة أو في الطبقة الكامبيومية معتمدة في ذلك على عمق الجرح. يمكن أن تحتوي تلك الخلايا على واحدة أو عديداً من الأنوية، تنقسم بمعدل سريع جداً منتجة خلايا هذه الخلايا لا تبدي تمايز أو تكييف للظروف والأوضاع، وبعد ١٠ - ١٤ يوم من العدوى يمكن أن يلاحظ بالعين المجردة إنتفاخ صغير، ونظراً لأن الانقسام غير المنتظم وتوسع الخلايا يستمر بدون ضبط فإن الانتفاخ يتسع، ويتكشف إلى ورم حديث. لا تكون البكتيريا موجودة في مراكز الأورام ولكن يمكن وجودها بين الخلايا في محيطات الأورام، في هذه الاثناء فإن بعض الخلايا تتميز إلى اوعية خشبية أو قصيبات والتي هي غير متعضية وقليلة الاتصال أو معدومة الاتصال مع الجهاز الوعائي في النبات العائل. ونظراً لأن خلايا الورم تزداد في العدد والحجم فإنها تولد ضغطاً على الأنسجة العادية المحيطة والواقعة إلى أسفل والتي يمكن أن تصبح مشوهة أو محطمة. إن تحطيم أوعية الخشب بواسطة الأورام، احياناً يقلل كمية الماء الواصلة إلى الأجزاء العليا في النبات إلى مقدار قليل حوالي ٢٠٪ منه في الحالة العادية.

إن الأورام الحديثة الناعمة والطرية هي غير محفوظة بخلايا البشرة وبالتالي فإنه من السهل احداث اضراراً لها وتهاجم بواسطة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة الرمية. هذه الكائنات الدقيقة الثانوية المهاجمة تسبب تحلل وتلون في طبقات الخلايا المحيطية في الأورام التي تتحول إلى اللون البني أو الأسود. إن تكسير أنسجة الورم المحيطية يحرر بكتيريا التدرن التاجي في التربة حيث يمكن حملها بواسطة الماء وتصيب نباتات جديدة.



شكل – ١٨٢

دورة مرض التدرن التاجي المتسبب عن بكتيريا اجروباكتيريم توميفاشنس.

obeikandl.com

كلما إتسعت وكبرت الأورام فإنها احياناً تصبح خشبية وصلبة. إن الحزم الوعائية غير المكتملة وغير المنتظمة التي يمكن أن توجد في الورم نفسه تكون غير فعالة. عندما تكون الأورام غير قادرة على الحصول على كمية كافية من الماء والتغذية كما هو مطلوب لتحملها على النمو إلى طور نمو معين، فإنه يتوقف توسعها، يبدأ فيها التحلل وتنسلخ الأنسجة المتحللة الميتة، وفي بعض الحالات يحدث للورم نكوص (ارتداد) ولا يظهر اورام جديدة. وفي معظم الحالات فإن بعض الأجزاء من الورم تبقى حية وتكون زيادة في نسيج الورم خلال نفس الموسم أو الموسم التالي.

عندما تصاب الأنسجة الحديثة جدا والمتفتحة فإنه بالاضافة إلى تكشف ورم أساسي على منطقة الاصابة، يظهر اورام ثانوية هذه عادة تتكون تحت، لكن في حالات كثيرة تتكون فوق، الورم الأساسي وعلى مسافات مختلفة منه. وفي بعض الأحيان تظهر الأورام الثانوية على ندب الأورام الساقطة أو على الجروح الناتجة من العوامل المختلفة. في أوقات أخرى تظهر الأورام الثانوية على أجزاء من الساق تبدو ظاهرياً أنها غير مجروحة، وكذلك على أعناق الأوراق وحتى على العرق الوسطي في الورقة أو على العروق الكبيرة، على مسافة عدة سلاميات فوق الورم الأساسي. يبدو أن نقطة إبتداء هذه الأورام تكون في الخشب في الحزم الوعائية. تكون هذه الأورام خالية من البكتيريا نظراً لأنه لا يستطاع عزل بكتيريا منها وذلك عندما توضع هذه الأورام على بيئة غذائية. عندما تطعم أجزاء من هذه الأورام الخالية من البكتيريا على نباتات سليمة فإنها تكون اورام كبيرة مشابهة في مظهرها وتركيبها للأورام الأولية، ولكن تبقى خالية تماماً من البكتيريا. هذا يدل علي أن البكتيريا تكون هامة في بداية المرض فقط، ويحتمل أن يفسر ذلك بأن البكتيريا لها تأثير مهيج على خلايا النبات، وإذا ما حدث وأن تنبهت الخلايا لتكوين اورام خبيثة فإنها بعد ذلك تنتج مهيجاتها الخاصة بها ويصبح نموها غير المنضبط ذاتي وتلقائي.

مع أن طبيعة المهيج وميكانيكية تحول خلايا النبات العادية إلى خلايا ورم، كانت ولا تزال مواضيع دراسات كثيفة إلا أن معرفتنا عن هذه النقاط لا تزال غير كاملة الى حد ما. ولكن

هناك معلومات امكن الحصول عليها في السنوات العشر الأخيرة. وكما ذكر سابقاً عندما تهاجم البكتيريا شديدة المرضية والحاملة بلازمد Ti خلايا النبات بالقرب من جرح حديث فانها تغرس جزء ال T- DNA من بلازمد Ti في مثل هذه الخلايا والذي يكون قد تكيف الى حد ما عن طريق استجابته للجرح المجاور ويصبح مستقبل ويعطي عدة نسخ من T- DNA. تصبح هذه النسخ مرتبطة في اماكن عديدة على طول الكروموسومات المختلفة من النبات. ومن المعروف أن هذه الخلايا تظهر التأثير الوراثي للجينات الموجودة على T- DNA وهذا يعني تصبح الخلية متحولة. تنتج الخلايا المحولة معبرات (opines) والتي يمكن استعمالها فقط بواسطة البكتيريا الحاملة T- DNA، تنشط كميات من أندول أستك أسد (هرمون نباتي) وكميات مختلفة من السيتوكاينينات وأنزيمات مختلفة. لايزال من غير الواضح كيف تحدث هذه التغيرات وكيف أنها ذات علاقة (اذا كان هناك علاقة مطلقاً) مع النمو غير المحكوم للخلايا المحولة.

المقاومة : - تبنى مقاومة التدرن التاجي اساساً على بعض العمليات الزراعية والاجراءات الصحية. يجب عدم استعمال أصول قابلة للاصابة بالمرض وكذلك عدم زراعة الأصول في حقول معروف بأنها ملوثة بالكائن المرض، بل بدلاً من ذلك يجب زراعة الحقول الملوثة بالذرة أو أى من محاصيل الحبوب لعدة سنوات قبل زراعتها كمشاتل للأصول. نظراً لأن البكتيريا تدخل عن طريق الجروح الحديثة نسبياً فقط، لذا يجب الإبتعاد عن احداث تجريح في تيجان وجذور الأشجار أثناء زراعتها. يجب مقاومة الحشرات ماضغات الجذور في المشاتل وذلك لتقليل احداث جروح وبالتالي تقليل حدوث التدرن التاجي. يجب أن تستعمل أصول المشتل وتطعم بالبرعم اكثر منه باستعمال اي من طرق التطعيم الأخري. وذلك بسبب كثرة حدوث التدرنات على طرق التطعيم المختلفة اكثر منه في حالة استعمال التطعيم بالبرعم، يجب أن يشتري المزارع الأشجار الخالية من التدرن فقط ويقوم بزراعتها. يمكن الحصول على بعض المقاومة للاورم الموجودة وذلك بدهنها بالمخلوط التجاري المتوفر من مركبات الهيدروكربون والتي تقتل إختيارياً أنسجة الورم. الا أن هذه الطريقة غير واسعة الانتشار وبالتالي فإن المقاومة الحيوية الممتازة للتدرن التاجي يحصل عليها بنقع البذور المنبتة أو غمر بادرات

المشاتل أو الأصول الجذرية في معلق من سلالة خاصة (رقم ٨٤) من البكتيريا اجروبكتيريم ريديوباكتر *Agrobacterium radiobactor* التي هي مضادة لمعظم سلالات الكائن الممرض اجروبكتيريم تيوميفاشنس *A. tumefaciens*. يمكن الحصول على بعض المقاومة أيضاً وذلك بمعاملة البذور غير النابتة بالسلالة المضادة أو باشباع التربة بمعلق من البكتيريا المضادة. يفترض أن البكتيريا المضادة تمنع إبتداء التدرن التاجي عن طريق توطيد نفسها على سطح أنسجة النبات حيث تنتج مواد البكتريوسين أجروسين ٨٤. تكون هذه المادة مثبطة لمعظم السلالات الشديدة من *A. tumefaciens*. الا أنه من سوء الحظ فان بعض السلالات من البكتيريا المسببة للمرض مقاومة للأجروسين ٨٤ وبالتالي فان هذه الطريقة فشلت في المقاومة في بعض المناطق.

obeikandl.com

المراجع

Alconero, R. (1980). Crown gall of peaches from Maryland, South Carolina, and Tennessee and problems with biological control. *Plant Dis.* **64,** 835–838.

Amasino, R. M., and Miller, C. O. (1982). Hormonal control of tobacco crown gall tumor morphology. *Plant Physiol.* **69,** 389–392.

Anderson, A. R., and Moore, L. (1979). Host specificity in the genus *Agrobacterium*. *Phytopathology* **69,** 320–323.

Banfield, W. M. (1934). Life history of the crown gall organism in relation to its pathogenesis on the red raspberry. *J. Agric. Res.* **48,** 761–787.

Barton, K. A., *et al.* (1983). Regeneration of intact tobacco plants containing full length copies of genetically engineered T-DNA, and transmission of T-DNA to R1 progeny. *Cell (Cambridge, Mass.)* **32,** 1033–1043.

Chilton, M. D. (1983). A vector for introducing new genes into plants. *Sci. Am.* **248.**

Davey, M. R. *et al.* (1980). Transformation of petunia protoplasts by isolated *Agrobacterium* plasmids. *Plant Sci. Lett.* **18,** 307–313.

DeCleene, M., and DeLey, J. (1976). The host range of crown gall. *Bot. Rev.* **42,** 389–466.

Hedgecock, G. G. (1910). Field studies of the crown gall of the grape. *U. S., Dep. Agric., Bull.* **183,** 1–40.

Herrera-Estella, M. *et al.* (1983). Expression of chimeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector. *Nature (London)* **303,** 209–213.

Horsch, R. B. *et al.* (1985). A simple and general method for transferring genes into plants. *Science* **227,** 1229–1231.

Kahl, G., and Schell, J. S., eds. (1982). "Molecular Biology of Plant Tumors." Academic Press, New York.

Kerr, A. (1980). Biological control of crown gall through production of agrocin 84. *Plant Dis.* **64,** 25–30.

Lelliott, R. A. (1971). A survey of crown gall in rootstock beds of apple, cherry, plum and quince in England. *Plant Pathol.* **20,** 59–63.

Miller, H. N. (1975). Leaf, stem, crown and root galls induced in chrysanthemum by *Agrobacterium tumefaciens*. *Phytopathology* **65,** 805–811.

Muncie, J. H. (1926). A study of crown gall caused by *Pseudomonas tumefaciens* on rosaceous hosts. *Iowa State Coll. J. Sci.* **1,** 67–117.

Murai, N. *et al.* (1983). Phaseolin gene from bean is expressed after transfer to sunflower via tumor-inducing plasmid vectors. *Science* **222,** 474–481.

Nester, E. W., and Kosuge, T. (1981). Plasmids specifying plant hyperplasias. *Annu. Rev. Microbiol.* **35,** 531–565.

Nester, E. W., Gordon, M. P., Amasino, R. M., and Yanofsky, M. F. (1984). Crown gall: A molecular and physiological analysis. *Annu. Rev. Plant Physiol.* **35,** 387–413.

Riker, A. J., and Keitt, G. W. (1926). Studies on crown gall and wound overgrowth on apple nursery stock. *Phytopathology* **16,** 765–808.

Riker, A. J., *et al.* (1946). Some comparisons of bacterial plant galls and of their causal agents. *Bot. Rev.* **12,** 57–82.

Smith, E. F., Brown, N. A., and Townsend, C. O. (1911). Crown gall of plants: Its cause and remedy. *U. S., Dep. Agric., Bull.* **213,** 1–215.

Thomashow, M. F. *et al.* (1980). Host range of *Agrobacterium tumefaciens* is determined by the Ti-plasmid. *Nature (London)* **283,** 794–796.

التقرحات البكتيرية

Bacterial Cankers

هناك اعداداً قليلة نسبياً من أمراض التقرح في النباتات تتسبب عن بكتيريا، وإن بعضها واسع الإنتشار ومدمر، وبالتالي فإن هناك خسائر كبيرة تتسبب عنها أو عن المحاولات الكبيرة المطلوبة لوقاية النباتات منها. إن أهم أنواع البكتيريا وأكثر التقرحات أهمية التى تسببها مذكورة فيما يلى : -

١ - بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع *Pseudomonas syringae pv. syringae* سايرنجي

٢ - بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع *P. syringae pv. marsprunorum* مورس برونوريم. هذان النوعان يسببان التقرح البكتيري في أشجار اللوزيات والتفاحيات.

٣ - زانثوموناس كامبسترس تحت نوع *Xanthomonas Campestris pv. Citri* ستراي. تسبب التقرح البكتيري في الحمضيات.

في جميع التقرحات البكتيرية فإن أعراض التقرح على السيقان، الأغصان أو الأفرع الصغيرة هي فقط جزء من الأوضاع المرضية، أما الأعراض المباشرة على الثمار، الأوراق، البراعم أو الأزهار يمكن أن تكون على الأقل مهمة في التأثير الكلي للمرض على النبات وكأنها تقرحات. أيضاً فإن التقرحات البكتيرية ليست دائماً غائرة وطرية كما هو الحال بالنسبة للتقرحات الفطرية، ولكن يمكن أن تظهر أيضاً على شكل بثرات في الساق، على شكل مناطق متحللة ميتة في الأسطوانة الخشبية أو على شكل زوائد جربية على سطح النسيج. في بعض التقرحات البكتيرية يمكن أن يوجد نسيج متحلل طري وفجوات بكتيرية ينضح منها إما إفرازات لزجة أو مواد صمغية داكنة، قد تكون في الساق، ولكن في معظم أجزاء السنة فإن التجمعات البكتيرية تكون قليلة في تقرحات الخشب وبالتالي يكون عزلها من هذه التقرحات من الصعوبة بمكان.

تقضي بكتيريا التقرح الشتاء في التقرحات المعمرة، في البراعم، في بقايا النبات المهملة، أما في الطماطم فتكون في أو على البذور. تنتشر بكتيريا التقرح بواسطة رذاذ (أو طرطشة) المطر أو جريان الماء، الرياح التي تحمل المطر، عن طريق نقل النباتات، الأدوات الزراعية الملوثة وعلى المواد النباتية المصابة. تدخل البكتيريا الأنسجة بشكل اساسي عن طريق الجروح، ولكن في النباتات الحديثة يمكن أن تدخل أيضاً عن طريق الفتحات الطبيعية. تكون مقاومة التقرحات البكتيرية عن طريق الاجراءات الصحية الملائمة، وعمليات الاستئصال، عن طريق استعمال بذور خالية من البكتيريا أو براعم خشبية خالية من البكتيريا، وإلى حد ما عن طريق الرش عدة مرات بمزيج بوردو أو المركبات النحاسية الأخرى أو المضادات الحيوية.

التقرح البكتيري والتصمغ في اشجار اللوزيات : -

Bacterial Canker and Gummosis of Stone Fruits

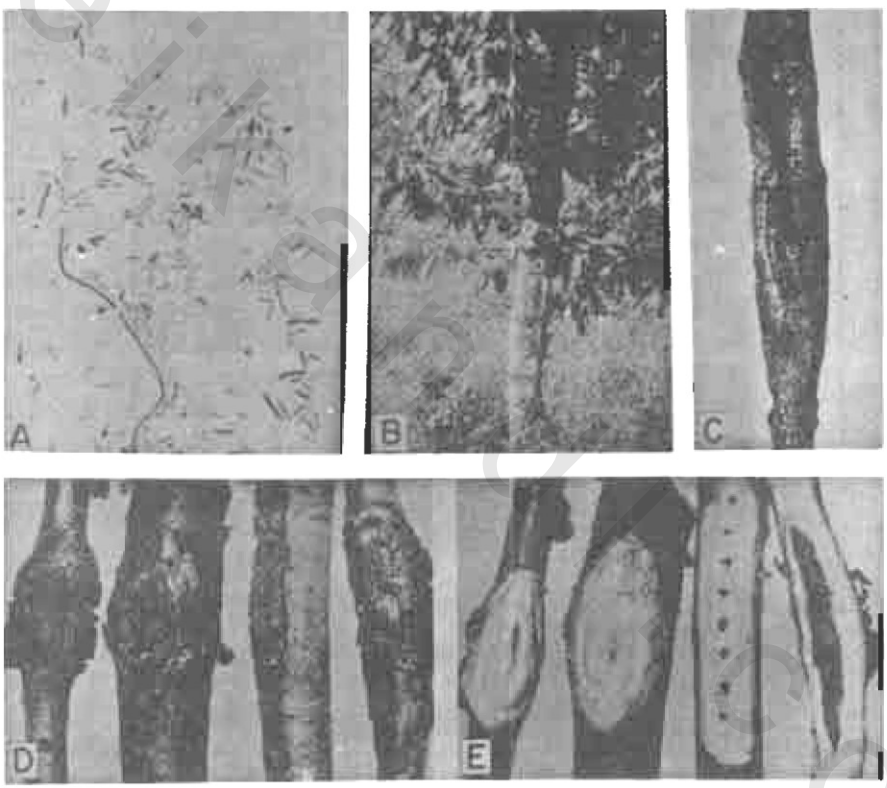
يظهر المرض بوضوح في كل المناطق الواسعة والتي تزرع فيها الأشجار المثمرة في العالم. يهاجم المرض بشكل اساسي أشجار اللوزيات، وإن نفس الكائن الممرض يهاجم الكمثرى، الحمضيات، الورد، الليك وكثيراً من نباتات الزينة الأخرى الحولية والمعمرة، وبعض الخضروات وبعض نباتات الحبوب الصغيرة يعرف المرض أيضاً باسم لفحة البراعم أو لفحة الأزهار، موت القمم (الموت الرجعي)، لفحة المهاميز، ولفحة النموات الحديثة.

إن مرض التقرح والتصمغ البكتيري، هو احدى اكثر الأمراض أهمية في أشجار اللوزيات في كثير من مناطق زراعة الأشجار. وإنه من الصعوبة بمكان تقييم الخسائر بدقة، وذلك بسبب الأضرار الخطيرة التي تحدث للأشجار بالاضافة إلى خفض الانتاج. يسبب المرض تقرحات على الفروع والجذوع الرئيسية، يقتل الأشجار الصغيرة الحديثة، ويقلل الانتاج في الأشجار الكبيرة أو يقتلها. لقد لوحظت خسائر في الأشجار في بعض بساتين الفاكهة الحديثة تصل من ١٠ - ٧٥٪. كذلك فإن مرض التقرح والتصمغ البكتيري يقتل أيضاً البراعم والأزهار في الأشجار، حيث في كثير من الحالات يؤدي إلى خسارة في الانتاج من ١٠ -

٢٠٪، ولكن في بعض الأحيان تصل إلى ٨٠٪. تهاجم البكتيريا الأوراق والثمار أيضاً مؤدية إلى أضعاف النباتات وإلى خفض نوعية الثمار أو تصبح الثمار غير قابلة للبيع.

الأعراض : - إن أكثر عرض مميز في المرض، مع أنه ليس دائماً الأكثر شيوعاً أو الأكثر اهلاكاً على جميع العوائل، هو ظهور التقرحات المتبوعة بافرازات صمغية (شكل ١٨٣ ، ١٨٤). تظهر التقرحات عادة على قاعدة المهماز المصاب، بعد ذلك فإنها تنتشر غالباً إلى أعلى وعلى مدى ضيق إلى أسفل وإلى الجوانب. تكون المناطق المصابة غائرة قليلاً وذات لون بني داكن اكثر منه في القلف السليم المحيط بها. يختلف لون أنسجة القشرة في المنطقة المتقرحة من برتقالي فاتح إلى بني. تمتد خطوط بنية ضيقة في النسيج السليم فوق وتحت التقرح. تلاحظ التقرحات أولاً في اواخر الشتاء أو اوائل الربيع. نظراً لأن الشجرة تكسر طور السكون في الربيع فإن الصمغ ينتج بواسطة الأنسجة المحيطة بمعظم التقرحات وتخترق القلف وتجري إلى أسفل على سطح الأغصان الكبيرة. إن التقرحات التي لا يتكون فيها صمغ تكون متشابهة ولكن في كثير من الحالات تكون اكثر طراوة، واكثر رطوبة، غائرة وقد تكون ذات رائحة كريهة. عندما يطوق الجذع أو فرع الشجرة بالتقرح فإن الأوراق التي تعلو التقرح تبدي تجعد إلى الداخل وتتدلى وبعدئذ تصبح ذات لون أخضر فاتح ومن ثم تصبح ذات لون أصفر. في خلال بضع أسابيع فإن الفرع أو الجزء من الشجرة بأكمله، الذى يعلو التقرح يموت (شكل ١٨٣، ١٨٤).

تكون لفحة البراعم الساكنة خطيرة خاصة علي أشجار الكرز، المشمش، والكمثرى. في بعض المناطق فإن المرض يقتل اعداداً كبيرة من البراعم، غالباً ما تموت البراعم المعزولة أو المستعملة في التطعيم أو أنها تفشل في التكشف على نموات صغيرة بعمر سنة. إذا ما عمل مقاطع في البراعم المصابة فإنها تبدي مناطق بنية على الأوراق الحرشوفية في البرعم ممتدة عبر قاعدة البرعم وأخيراً يموت كل البرعم (شكل ١٨٥)، تهاجم البكتيريا كل من البراعم الزهرية والبراعم الورقية بالتساوى. يصبح الضرر على البراعم أكثر وضوحاً في بساتين الفاكهة خلال فترة الازهار الكامل، حيث تكون نسبة الأزهار منخفضة جداً في الأشجار المصابة وهذا الانخفاض يكون واضح جداً (شكل ١٨٥ ، E).



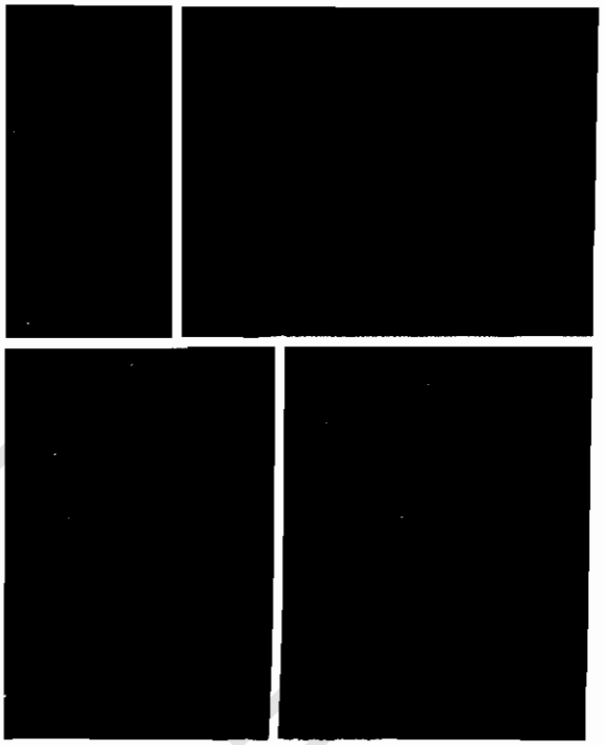
شكل – ١٨٣

يبين الشكل بكتيريا بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع سايرنجي (A). وتقرحات على جذع شجرة الكرز (B)، وعلى الأغصان (C). والفروع (D, E). يبين شكل (E) نفس الفروع الصغيرة التي في (D) ولكن لم يزال عنها القلف.

شكل – ١٨٤

شجرة كرز صغيرة مقتولة وذلك عن طريق تطويق جذعها بالتقرح الناتج من بكتيريا بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع سايرنجي (A). منظر جانبي للتقرح المكشوف (B)، يلاحظ خطوط بنية من البكتيريا ممتدة إلى الأنسجة السليمة فوق التقرح سريع التقدم (C).

كما يلاحظ في شكل (D) أعراض الاصابة البكتيرية على أوراق الكرز. من الشمال إلى اليمين بقع صغيرة مائية، بقع ميتة متحللة زاوية، منظر التثقب أو منظر النصل الممزق.



شكل – ١٨٥

(A) برعم سليم. (B) قاعدة وحراشف برعم مصاب. (C) قتل جميع البرعم بواسطة البكتيريا بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع سايرنجي (D) شجرة كرز سليمة. (E) شجرة كرز في نفس البستان قتلت معظم براعمها السفلية بالبكتيريا السابقة.

تحدث اصابة الأزهار تحت ظروف طقس ملائمة ويمكن أن تكون شديدة جداً، تظهر الأزهار المصابة مائية، تتحول إلى اللون البني، تذبل وتتعلق على الفرع. يمكن أن تنتشر الاصابات من الأزهار إلى الفروع الصغيرة وتسبب لفحة الفروع الصغيرة (twigs blight) أو يمكن أن تنتشر في المهماز وتسبب تكوين تقرح.

تظهر الاصابات الورقية على شكل بقع مائية ذات قطر حوالي ١ – ٣ ملم. كلما اكتمل نمو الأوراق فإن البقع تصبح بنية، تجف وتصبح هشة سريعة الانكسار، أخيراً تسقط المناطق المصابة وتصبح الأوراق ذات ثقوب (shot-hole) أو تكون ذات مظهر ممزق (شكل ١٨٤ ، D).

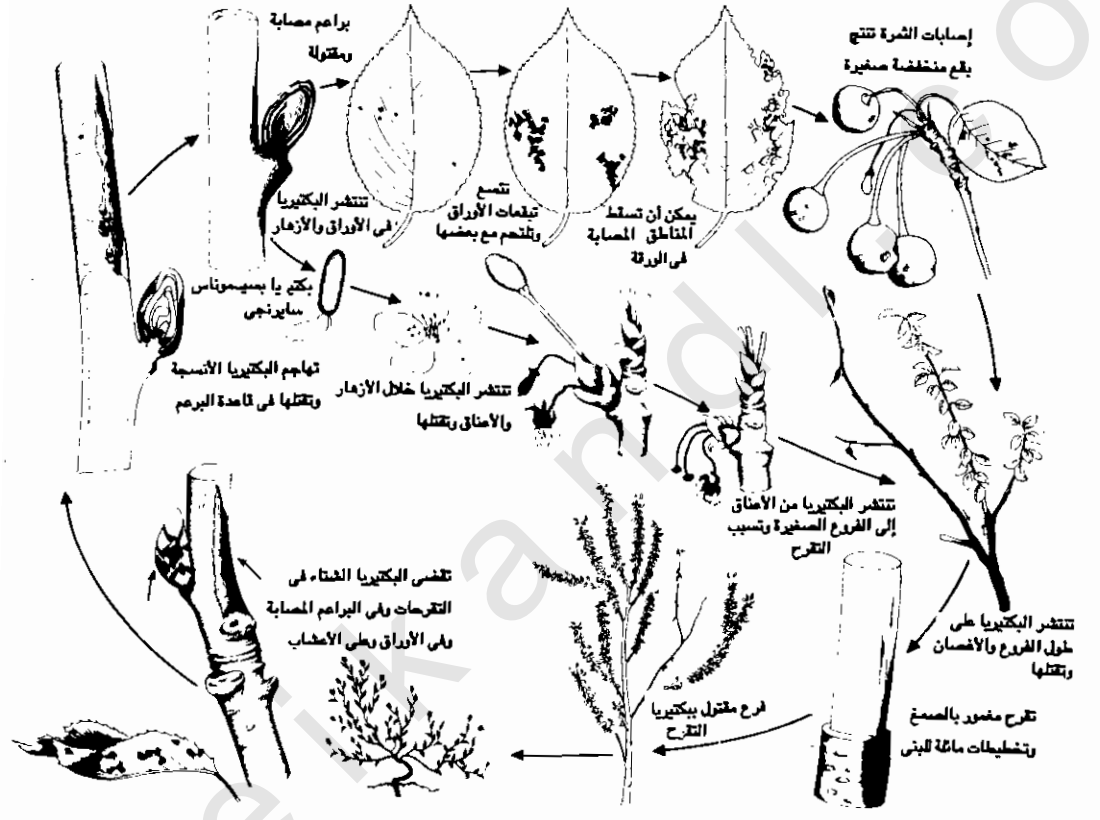
عندما تصاب الثمرة يظهر عليها بقع مسطحة بنية داكنة اللون على السطح، هذه البقع تكون على الكرز ذات عمق ٢ – ٣ ملم، منخفضة ويمكن أن تكون محتوية على جيوب صمغية، بينما في الخوخ يمكن أن تكون البقع ذات قطر وعمق حوالي ٢ – ١٠ ملم، تكون الأنسجة التحتية بنية إلى داكنة اللون إلى سوداء وأحياناً تكون اسفنجية.

الكائن المرض : – يتسبب هذا المرض عن البكتيريا بسيدوموناس سايرنجيا تحت نوع سايرنجيا *Pseudomonas syringae pv. syringae*. (شكل ١٨٣، A). والنوع القريب من هذه البكتيريا هو بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع مورسبرونورم *P.s pv. morsprunor-um* والتي تكون اعراضها مقصورة بشكل سائد على الكرز والبرقوق. تنتج معظم السلالات من البكتيريا *P.s. pv. syringae* سموم (فايتوتوكسن) سايرنجومايسين والذي يبدو أنه يلعب دوراً هاماً في الشدة المرضية للكائن المرض. إن كثيراً من السلالات المنتجة لهذا السم تحوي بلازميدز ولكن ليس من المعروف اذا كانت البكتيرتين الاولى والثانية بينهما قرابة. إن البكتيريا الواحدة من كثير من النوع *Pseudomonas syringae* تسلك كنواة نشيطة لتكوين الجليد وبالتالي تسبب للنبات اضرار الصقيع على درجات تجمد منخفضة نسبياً. نفس البكتريا تنتج توكسين بكتريوساينز ضد السلالات غير النشيطة لتكوين نواة الجليد وهذا يؤكد الفوائد التنافسية بين بعضهما البعض.

تكشف المرض : – تقضي البكتيريا الشتاء في التقرحات النشيطة، في البراعم والأوراق المصابة، وسطحياً على البراعم وجنوع الأشجار المصابة والسليمة ومن المحتمل على الأعشاب وعلى العوائل غير القابلة للاصابة (شكل ١٨٦). تحدث اصابة الأغصان الكبيرة في الشجرة في معظم الحالات خلال أشهر الخريف والشتاء. تدخل البكتيريا الأغصان الكبيرة عن طريق قواعد البراعم المصابة أو المهاميز وأيضاً عن طريق قطوع التقليم، ندبات الأوراق، والأضرار

المتسببة عن العوامل المختلفة. تتحرك البكتيريا وتنتقل بين الخلايا وتتقدم في القلف والأشعة النخاعية وفي اللحاء والخشب. في الأطوار المتقدمة من الاصابة تخترق البكتيريا وتحطم الخلايا البرانشيمية. تظهر فجوات لايسوجنك (نتيجة اذابة الجدار) مملوءة بالبكتيريا. أحياناً تهاجم البكتيريا الأوعية الخشبية، ولكن لا يبدو أن البكتيريا تتحرك بعيداً خلال الأوعية الخشبية.

تتكشف التقرحات سريعاً نوعاً ما في الخريف بعد أن تكون قد دخلت الأشجار في طور السكون ولكن قبل ابتداء الشتاء نو درجات الحرارة المنخفضة. يكون تكشف التقرحات بطيئاً أثناء فترات الشتاء البارد. يكون تكشف التقرحات أكثر سرعة في الفترة ما بين نهاية الطقس البارد وابتداء النمو السريع للشجرة في الربيع. تكون التقرحات عادة أكبر على الجانب الجنوبي للأشجار وذلك بسبب الدفيء المتحصلة عليه الأشجار من الشمس أثناء موسم السكون. تظهر التقرحات إما بنية بحواف محددة تماماً أو مائية ومغمورة بالصمغ وذات خطوط مائلة للون البني. يتوقف تقدم التقرح بحلول درجات الحرارة العالية وابتداء النمو النشيط في الربيع حيث يكوّن العائل عادة نسيج كالوسي حول التقرح ويصبح التقرح غير نشيط. تكون بعض التقرحات دائماً غير نشيطة ولكن الأخرى التي يكون فيها تطويق التقرح بالنسيج الكالوسي غير كامل تصبح نشيطة ثانية في السنة التالية وتستمر في الانتشار في السنوات المتلاحقة. تكون الاصابة أثناء موسم النمو النشيط نادرة وقليلة، كما يبدو أنها تعزل بسرعة جداً بواسطة النسيج الكالوسي. يبدو أن المقدرة على الوقاية من الاصابة متعلقة بمقاومة الصنف ولكن تتأثر أيضاً بعمر النبات وعصاريته، وبدرجة الحرارة وسقوط الأمطار أثناء الموسم، ونوع الأصل الجذري الذي تنمو عليه الشجرة. يبدو أن اصابة البرا عم تنشأ على قاعدة أوراق البرعم الحرشوفية الخارجية ومن ثم تنتشر في كل مكان في قاعدة البرعم قاتلة الأنسجة عبر القاعدة وفاصلة القمة النامية عن بقية النبات. تبدأ معظم اصابات البراعم بين نوفمبر وفبراير ولكن تلاحظ الأعراض أولاً في منتصف فبراير وتستمر في تكشفها على الأقل خلال مارس. تنتشر البكتيريا أحياناً إلى أسفل وتقتل أنسجة الساق حول قاعدة البرعم. يبدو أن اصابة البراعم، الأزهار والأوراق الحديثة يلائمها اضرار الصقيع التي تحدث لانسجة هذه الأعضاء (شكل ١٨٥ ، ١٨٦).



شكل - ١٨٦

دورة مرض التصمغ والتقرح البكتيري على اللوزيات المتسبب عن البكتيريا بسيدوموناس سايرنجي تحت نوع سايرنجي.

obeikandl.com

تكون اصابة الزهرة نادرة ولكن حيثما تحدث يبدو أنها تحدث خلال الفتحات الطبيعية وخلال الجروح الناتجة عن الحشرات أو الرياح الحاملة للأمطار. تحت الظروف الرطبة جداً تنتشر البكتيريا خلال أجزاء الزهرة بسرعة ويمكن أن تتقدم في المهماز والفروع الصغيرة حيث تبدأ بتكوين التقرح.

تظهر الاصابات الورقية على الأوراق الحديثة والأوراق العصارية، وتكون الاصابة أكثر تكراراً وحدوثاً في المناطق ذات الربيع الرطب البارد وخلال الفترات ذات الرياح القوية والرطوبة المستمرة. تأخذ الاصابة مجراها عن طريق الثغور. تنتشر البكتيريا بين الخلايا وتسبب انهيار وموت الخلايا مؤدية إلى بقع صغيرة زاوية على الأوراق.

خلال الطقس الرطب تندفع البكتيريا من البقع وتنتشر إلى أوراق أخرى بالاتصال المباشر أو بزيارة الحشرات أو المطر. كلما اكتمل نمو الأوراق ونضجت فإنها تصبح أقل قابلية للاصابة. تكون الاصابات الورقية في نهاية الموسم نادرة، بينما تكون معظم البكتيريا في داخل الأوراق المصابة أو على سطوحها وتموت في الخريف، إلا أن اعداداً كافية تبقى حية لبدء اصابات جديدة في البرعم والساق.

المقاومة : - رغم أنه لغاية الآن لم يمكن الحصول على مقاومة كاملة للتقرح والتصمغ البكتيري في أشجار الفاكهة باتباع طريقة واحدة، إلا أن بعض العمليات الزراعية وبعض طرق المقاومة تساعد في إبقاء عدد وشدة الاصابات منخفضة. يجب استعمال البرعم الخشبي (البرعم ومعه جزء مع الفرع) السليم فقط في التكاثر. هناك بعض الأصناف القابلة للاصابة يجب أن يجري إكثارها على أصول جذرية مقاومة للمرض ويجب أن تطعم على أعلى ارتفاع ممكن. يجب أخذ الأشجار السليمة فقط من المشاتل وزراعتها في بساتين الفاكهة.

إن المقاومة الكيماوية لطور التقرح من المرض في كل من المشاتل والبساتين مبنية على الرش بمركبات النحاس الثابتة أو مزيج بوردو (١٠ : ١٥ : ١٠٠) في الخريف، وفي الربيع (بقوة ٦ : ٩ : ١٠٠) قبل الازهار. إن استعمال الستربتومايسين في الربيع أكثر فعالية في تقليل تبقع الأوراق من مزيج بوردو، ولكن يبدو أنه لا يقاوم ابتداء التقرح وتكشفه.

يمكن مقاومة التقرحات على الجذوع وعلى الأفرع الكبيرة وذلك باستعمال النار (الكي بالنار) عن طريق استعمال محرق البروبان المحمول باليد، يسلط اللهب على التقرح خاصة على حوافه لمدة ٥ – ٢٠ ثانية حتى يبدأ النسيج السفلي في التفرقع والتفحم. تجرى العملية من بداية وإلى منتصف الربيع، وإذا كان ضرورياً يجب اعادتها بعد ٢ – ٣ أسابيع.

تقرح الحمضيات Citrus Canker

يعتبر مرض تقرح الحمضيات من الأمراض المخيفة، فهو يهاجم جميع أنواع محاصيل الحمضيات المهمة. يسبب بقعاً صغيرة ميتة ومتحللة على الثمرة والاوراق والاغصان الصغيرة. تحدث الخسائر بسبب خفض نوعية وكمية الثمار وسقوطها قبل النضج. المرض مستوطن في اليابان وجنوب شرقي آسيا حيث من هناك إنتشر الى جميع بلدان إنتاج الحمضيات ماعدا اوروبا. أدخل المرض لأول مرة فى الولايات المتحدة سنة ١٩١٠ حيث أدخل الى فلوريدا مع شتلات أشجار من اليابان وإنتشر في كل ولايات الخليج وما يجاورها في مدة عشر سنوات. إن ماحصل من تحطيم للأشجار وذلك بحرق ربع مليون شجرة مثمرة وأكثر من ثلاثة مليون غرسة مشتل وتكاليف تقدر بعدة ملايين من الدولارات بالاضافة الى الازعاج والاحزان التي حدثت قبل استئصال المرض فعلياً من فلوريدا. استمر المرض لغاية ١٩٤٩ حتى أمكن استئصاله نهائياً من الولايات المتحدة . ولسوء الحظ فان تقرح الحمضيات ظهر ثانية في فلوريدا سنة ١٩٨٤، وعلى الفور توجهت إجراءات جديدة لعمل ما يلزم لاستئصال المرض ادت الى تحطيم ١٧ مليون مشتل وشجرة فاكهة صغيرة (على الأقل) بنهاية سنة ١٩٨٥ مع احتمال حدوث استئصالات أخرى في السنوات القادمة. ولقد حدث وأن أُستئصل المرض من جنوب افريقيا، استراليا ونيوزيلندا. أما في امريكا الجنوبية فلقد وجد أن المرض في البرازيل سنة ١٩٥٧ ثم بعد ذلك إنتشر الى أقطارعديدة. وبالرغم من الجهود التي بذلت لإستئصال تقرح الحمضيات، الا أنه يبدو أن المرض أصبح متوطداً هناك بشكل دائم. إن جميع الاقطار المنتجة للحمضيات والتي لا يوجد فيها المرض تضع قوانين صارمة لتحافظ على سلامة أشجارها عند استيراد أشجار أو ثمار حمضيات من بلاد ليست خالية من المرض.

الأعراض : تظهر بقع متقرحة متشابهة تماماً على التفرعات والأوراق الحديثة والثمار (شكل ١٨٧). تظهر التقرحات في البداية على شكل بقع مائية صغيرة دائرية مرتفعة قليلاً لونها نو خضرة أغمق مما يجاورها من الأنسجة، وأخيراً تصبح البقع رمادية بيضاء تتمزق وتظهر إسفنجية وذات مركز يشبه فوهة البركان. تكون حواف البقع محددة تماماً وكثيراً ما تكون محاطة بهالة صفراء. يختلف حجم البقع حسب نوع نباتات الحمضيات المصابة ويمكن أن يكون قطرها من ١ – ٦ ملم على الأوراق، كما يصل طولها وقطرها من ١ – ٢ سم على الثمار والنموات الحديثة. الاصابات الشديدة على الأوراق والنموات الحديثة والأغصان تضعف الشجرة، بينما اصابة الثمار بشدة تظهر الثمرة جرباء (كثيراً) واحياناً مشوهة.

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن البكتيريا زانثوموناس كامبسترس تحت نوع ستراي *Xanthomonas campestris pv. citri*. هناك على الأقل ثلاثة سلالات من هذه البكتيريا يمكن تمييزها بواسطة مقدرتها المرضية على أنواع مختلفة من الحمضيات.

سلالة (A) موطنها آسيا وهي أشد قوة وتأثيراً بشكل اساسي على الجريب فروت، الليمون المكسيكي، البرتقال السكري، والليمون.

سلالة (B) موجودة في جنوب امريكا وتهاجم بشكل اساسي الليمون والليمون المكسيكي

سلالة (C) وجدت في البرازيل وتهاجم الليمون المكسيكي.

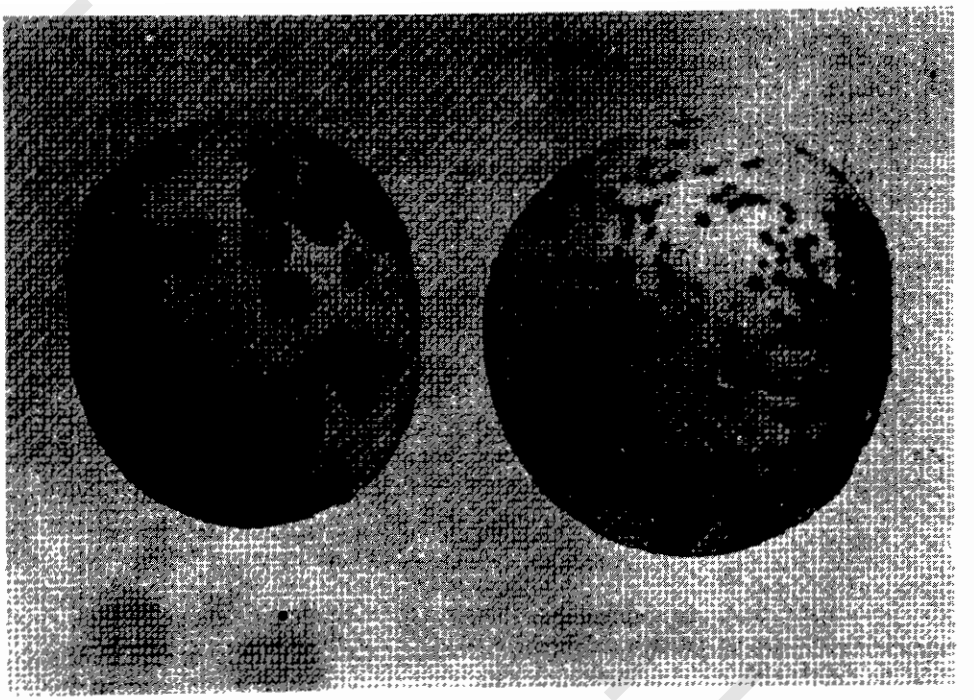
من المحتمل أن يكون هناك سلالة رابعة موجودة في المكسيك حيث تسبب أعراض تقرح بسيطة على الأوراق والنموات الفرعية الصغيرة على الليمون المكسيكي ويشار الى هذا المرض باسم بكتريوزز الحمضيات (Citrus bacteriosis) لتميزه عن تقرح الحمضيات.

تكشف المرض : – تقضي البكتيريا الشتاء في تبقعات القروح المتكشفة خلال الطقس الدافيء الممطر، تندفع البكتيريا خارج بقع التقرح واذا ما سقطت على أنسجة حديثة فانها تخترق تلك الأنسجة عن طريق الثغور، واذا سقطت على أنسجة أكبر سناً فان البكتيريا

تستطيع أن تخترق وتسبب اصابة فقط عن طريق الاضرار الحادثة على هذه الأنسجة. يمكن أن يحدث دورات عديدة من الاصابة على الثمرة وبالتالي فان الثمار كثيراً ما يظهر عليها بقعاً ذات أحجام مختلفة. الرطوبة الحرة مطلوبة لإنتشار البكتيريا على درجات الحرارة ما بين ٢٠ – ٣٥° م ، ويبدو أن الرياح القوية مناسبة كثيراً لإنتشار البكتيريا.

يبدو أن تقرح الحمضيات أكثر شدة في المناطق التي فيها تكون فترات سقوط لأمطار الغزيرة متزامنة مع فترات مرتفعة متوسط الحرارة (مثل فلوريدا، ولايات ساحل الخليج)، بينما لا يكون مهماً في المناطق حيث درجات الحرارة العالية تكون متبوعة بسقوط كميات قليلة من الامطار كما في الولايات المتحدة الجنوبية الغربية.

المقاومة : يجب وضع قوانين حجر زراعي صارمة في المناطق المنتجة للحمضيات والخالية من المرض وذلك لمنع دخول الكائن المرض. اذا ما أدخلت بكتيريا التقرح في مثل هذه المناطق (كما حدث في فلوريدا سنة ١٩٨٤) يجب إتباع جميع الاجراءات لاستئصال البكتيريا. يتم الاستئصال بمحاولة حرق جميع الأشجار المصابة والقابلة للاصابة بقاذفات اللهب وكذلك بتطهير ادوات العمال وملابسهم لمنع إنتشار الكائن المرض. أما في المناطق التي تكون فيها بكتيريا التقرح مستوطنة فان اجراء الرش ٦ أو ٧ مرات بالنحاس مطلوب حتى كمقاومة جزئية للمرض على الأشجار القابلة للاصابة مثل برتقال أبو سرة. وبشكل عام فان مقاومة المرض على الأشجار المصابة او القابلة للاصابة يبدو أنها غير ملائمة للانتاج التجاري. بسبب وجود هذه البكتيريا فان ٨٥٪ من إنتاج الحمضيات في اليابان هو من برتقال متوسط المقاومة (برتقال أنشو)، فانه في مثل هذه الحالة يمكن الحصول على مقاومة مقنعة لتقرح الحمضيات باستعمال مصدات الرياح تقليم الأفرع المريضة في الصيف والخريف والتنبؤ بالأوبئة المتوقعة واستعمال الرش بالنحاس.



شكل : ١٨٧ = أعراض مرض تقرح الحمضيات كما تظهر على ثمار الجريب فروت.

المراجع

Agrios, G. N. (1972). A severe new canker disease of peach in Greece. *Phytopathol. Mediterr.* **11**, 91–96.

Cameron, H. R. (1962). Diseases of deciduous fruit trees incited by *Pseudomonas syringae* van Hall. *Oreg., Agric. Ext. Stn., Tech. Bull.* **66**, 1–64.

Crosse, J. E. (1954). Bacterial canker, leaf spot, and shoot wilt of cherry and plum. *Annu. Rep. East Malling Res. Stn., Kent* Sect. IV, pp. 202–207.

Crosse, J. E. (1966). Epidemiological relations of the Pseudomonad pathogens of deciduous fruit trees. *Annu. Rev. Phytopathol.* **4**, 291–310.

Danos, E., Berger, R. D., and Stall, R. E. (1984). Temporal and spacial spread of citrus canker within groves. *Phytopathology* **74**, 904–908.

Endert, E., and Ritchie, D. F. (1984). Overwintering and survival of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and symptom development in peach trees. *Plant Dis.* **68**, 468–470.

Gross, D. C., Cody, Y. S., Proebsting, E. L., Radamaker, G. K., and Spotts, R. A. (1984). Ecotypes and pathogenicity of ice-nucleation-active *Pseudomonas syringae* isolates from deciduous fruit tree orchards. *Phytopathology* **74**, 241–248.

Hawkins, J. E. (1976). A cauterization method for the control of cankers caused by *Pseudomonas syringae* in stone fruit trees. *Plant Dis. Rep.* **60**, 60–61.

Jones, A. L. (1971). Bacterial canker of sweet cherry in Michigan. *Plant Dis. Rep.* **55**, 961–965.

Kuhara, S. (1978). Present epidemic status and control of the citrus canker disease. *Xanthomonas citri*, in Japan. *Rev. Plant Prot. Res.* **11**, 132–142.

Latorre, B. A. *et al.* (1985). Isolation of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* from cankers and effect of free moisture on its epiphytic populations on sweet cherry trees. *Plant Dis.* **69**, 409–412.

Olson, B. D., and Jones, A. L. (1983). Reductions of *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* on Montmorency sour cherry with copper and dynamics of the copper residues. *Phytopathology* **73**, 1520–1525.

Peltier, G. L. (1920). Influence of temperature and humidity on the growth of *Pseudomonas citri* and its host plants and on infection and development of the disease. *J. Agric. Res. (Washington, D. C.)* **20**, 447–506.

Rodriguez, G. S., Garzal, J. G., Sarh, I. C., Stapleton, J. J., and Civerolo, E. L. (1985). Citrus bacteriosis in Mexico. *Plant Dis.* **69**, 808–810.

Stall, R. E., and Seymour, C. P. (1983). Canker, a threat to citrus in the Gulf-Coast states. *Plant Dis.* **67**, 581–585.

Wilson, E. E. (1933). Bacterial canker of stone fruit trees in California. *Hilgardia* **8**, 83–123.

Wormald, H. (1931). Bacterial diseases of stone fruit trees in Britain, III. The symptoms of bacterial canker in plum trees. *J. Pomol.* **9**, 239–256.

الجرب البكتيري
Bacterial Scab

تتضمن هذه المجموعة من الأمراض، اساساً الأمراض التي تهاجم أجزاء النبات الموجودة تحت سطح التربة والتي أعراضها تتكون من بقع جربية موضعية تقريباً.

تهاجم هذه الأمراض بشكل أساسي الأنسجة الخارجية من تلك الأجزاء النباتية الموجودة تحت سطح التربة. إن بكتيريا الجرب والأمراض التي تسببها هي: -

١ - ستربتومايسز سكبير *Streptomyces scabies* تسبب الجرب العادي في البطاطس والمحاصيل الأخرى التي توجد تحت سطح الأرض.

٢ - ستربتومايسز أيبوميا *S.ipomoeae* تسبب العفن الأرضي أو الجدري في البطاطا الحلوة.

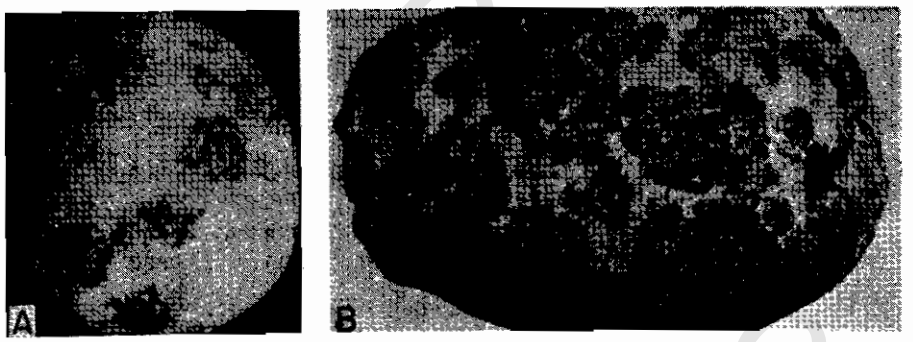
تبقي بكتيريا الجرب حية في بقايا النبات المصابة وفي التربة وتخترق الأنسجة عن طريق الفتحات الطبيعية أو الجروح. إذا دخلت البكتيريا الأنسجة فإنها تنمو غالباً في المسافات البينية بين الخلايا البرانشيمية، ولكن هذه الخلايا عاجلاً أو آجلاً تخترقها البكتيريا وتحطمها. في حالة الجرب النموذجي فإن الخلايا السليمة الموجودة تحت البقعة والخلايا المحيطة بها تنقسم وتكون طبقات من الخلايا الفلينية، هذه الطبقات تدفع الأنسجة المصابة إلى الخارج وتعطيها المظهر الجربي. تعمل بقع الجرب في حالات كثيرة كنقط تدخل منها الكائنات الحية الدقيقة الثانوية سواء كانت طفيليات ثانوية أو رميات ثانوية والتي يمكن أن تسبب تعفن الأنسجة.

الجرب العادي في البطاطس
Common Scab of Potato

يتسبب هذا المرض عن ستربتومايسز سكيبز *Streptomyces scabies* ويحدث في كل مكان في العالم وهو أكثر انتشاراً وأهمية في الأراضي المتعادلة أو القلوية قليلاً أو الأراضي

الرملية الخفيفة خاصة أثناء السنوات الجافة نسبياً. إن نفس الكائن المرض يهاجم أيضاً بنجر المائدة، وبنجر السكر والفجل ومحاصيل أخرى. نظراً لأن المرض عادة ما يشوه السطح الخارجي للدرنات، الجذور، وبالتالي فإنه يخفض قيمة المحصول إذا ما قورنت بانتاج المحصول السليم. كذلك فان الاصابة الشديدة للجذر يمكن أن تقلل الانتاج وأن الجرب العميق يزيد الفاقد في التقشير.

تلاحظ أعراض مرض الجرب العادي في البطاطس غالباً على الدرنات وفي البداية فإن الأعراض تتكون من بقع صغيرة مائلة للون البني ومرتفعة قليلاً، ولكن بعد ذلك يمكن أن تتسع وتلتحم مع بعضها البعض وتصبح فلينية جداً. كثيراً ما تمتد البقع تحت سطح الدرنة وعندما يزال النسيج الفليني على عمق ٣ – ٤ ملم فإنه يظهر نقر عميقة في الدرنة. أحياناً تظهر البقع الميتة المتحللة على شكل مناطق صغيرة صلبة وخشنة وذات تركيب فليني على السطح وتكون عديدة جداً والتي تقريباً ما تغطي سطح الدرنة أو أنها يمكن أن تظهر على شكل نتوءات مرتفعة قليلاً ذات مراكز منخفضة مغطاة بكمية قليلة من النسيج الفليني (شكل ١٨٨).



شكل – ١٨٨

(A) أعراض مبكرة من الجرب العادي في البطاطس المتسبب عن ستريتومايسس سكيبز و (B) أعراض متقدمة من المرض.

الكائن المرض: يتسبب هذا المرض عن البكتيريا ستربتومايسز سكيبز *S. scabies*، وهو رمي شديد القدرة على احتمال الترمم حيث يستطيع أن يبقى حياً بدون تحديد زمن، إما في أشكاله الخضرية الميسيليومية أو على شكل جراثيم في معظم الأراضي ماعدا الأراضي عالية الحموضة. يتكون الشكل الخضري من ميسيليوم ضئيل (سمكه حوالي ١ ميكرون) متفرع بدون أو بقليل من الحواجز العرضية. الجراثيم اسطوانية أو بيضاوية (٠.٦ x ١.٥ ميكرون) وتتكون على هيفات متخصصة حلزونية والتي يتكون فيها حواجز عرضية من القمة وباتجاه قواعدها وكلما انقبضت أو تقلصت الجدر العرضية كلما انفصلت الجراثيم بالتدريج عن قمة الهيفا وأخيراً تنفصل بعيداً عن الهيفا. تنبت الجراثيم عن طريق اعطاء واحداً أو اثنين من أنابيب الانبات التي تتكشف إلى أشكال ميسيليومية (شكل ١٨٩).

شكل – ١٨٩

دورة مرض الجرب العادي في البطاطس المتسبب عن ستربتومايسس سكيبز

تكشف المرض : ينتشر الكائن الممرض خلال ماء التربة، الرياح المثيرة للأتربة، وعلى تقاوي البطاطس المصابة. يخترق الكائن الممرض الأنسجة عن طريق العديسات، الجروح، الثغور ويخترق الدرنات الحديثة مباشرة. الدرنات الحديثة أكثر قابلية للاصابة بالمرض من الدرنات المسنة. بعد الاختراق فإن الكائن الممرض ينمو بوضوح بين أو خلال طبقات قليلة من الخلايا، تموت الخلايا، عندئذ يعيش الكائن الممرض عليها رمياً. في نفس الوقت يبدو أن الكائن الممرض يفرز مواد تشجع الخلايا الحية المحيطة بالبقعة على الانقسام بسرعة لتكوين طبقات عديدة من خلايا الفلين التي تعزل الكائن الممرض مع عديداً من خلايا النبات. نظراً لأن الخلايا التي انفصلت بواسطة طبقة الفلين تموت فإن الكائن الممرض يستمر عائشاً عليها رمياً. عادة فإن عديداً من مثل مجموعات طبقات الفلين هذه تنتج، وكلما دفعت إلى الخارج وانسلخت فإن الكائن الممرض ينمو ويتكاثر في الخلايا الاضافية الميتة وبالتالي يتكشف بقع جرب كبيرة. يبدو أن عمق البقعة يعتمد على الصنف، ظروف التربة وعلى مدى مهاجمة بقع الجرب بكائنات حية دقيقة أخرى من ضمنها الحشرات. إن الحشرات تحطم وبوضوح طبقات الفلين وتسمح للكائن الممرض أن يخترق الدرنة على عمق أكبر.

تزداد شدة مرض الجرب العادى في البطاطس كلما زاد رقم الـ pH في التربة من (٢ . ٥ – ٨) وتقل وراء هذين الحدين. يتكشف المرض بسرعة أكبر على درجة حرارة التربة حوالي ٢٠ – ٢٢° م ولكن يمكن أن يحدث على درجة حرارة بين ١١ – ٣٠° م.. إن حدوث جرب البطاطس ينخفض كثيراً بارتفاع رطوبة التربة أثناء ابتداء تكوين الدرنات ولعدة أسابيع بعد ذلك. كذلك فإن جرب البطاطس يكون أيضاً بطيء في الحقول عند زراعتها بعد بعض الدورات الزراعية وبعد الحراثة العميقة لبعضٌ محاصيل الأسمدة الخضراء، من المحتمل أن يكون ذلك كنتيجة لتثبيط الكائن الممرض من قبل الكائنات الحية الدقيقة المضادة.

المقاومة : يمكن مقاومة مرض الجرب العادي في البطاطس وذلك عن طريق استعمال تقاوي بطاطس خالية من الكائن الممرض ومرفقه بشهادة تثبت ذلك أو عن طريق معاملة البذور بمادة بنتاكلوروبنتروبنزين (PCNB) أو بالتعفير بمركب مانيب – زنك. إذا كان الحقل ملوث

بشكل مسبق بالكائن الممرض يمكن الحصول على درجة جيدة من مقاومة المرض وذلك باستعمال بعض الدورات الزراعية، العمل على خفض pH التربة الى رقم ٣ . ٥ وذلك باضافة الكبريت، الري كل ٦ أسابيع أثناء الأطوار المبكرة من تكشف الدرنة واستعمال أصناف البطاطس المقاومة أو المتحملة للمرض.

obeikandl.com

المراجع

Jones, A. P. 1931. The histogeny of potato scab. *Ann. Appl. Biol.* **18**:313–333.

KenKnight, G. 1941. Studies on soil *Actinomyces* in relation to potato scab and its control. *Mich. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* **178**:48 p.

Labruyere, R. E. 1971. Common scab and irs control in seed-potato crops. *Versl. Landbouwk. Agr. Res. Rept.* **767**:71 p.

Lapwood, D. H. 1973. Irrigation as a practical means to control potato common scab (*Streptomyces scabies*): Final experiment and conclusions. *Plant Pathol.* **22**:35–41.

Lapwood, D. H., and M. J. Adams. 1975. Mechanisms of control of common scab by irrigation, *in* "Biology and Control of Soil-Borne Plant Pathogens," G. W. Bruehl (Ed.). The Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minn., pp. 123–129.

Nelson, R. 1948. Diseases of gladiolus. *Mich. Agr. Exp. Sta. Special Bull.* **350**:63 p.

Person, L. H. 1946. The soil rot of sweet potatoes and its control with sulfur *Phytopathology* **36**:869–875.

obeikandl.com

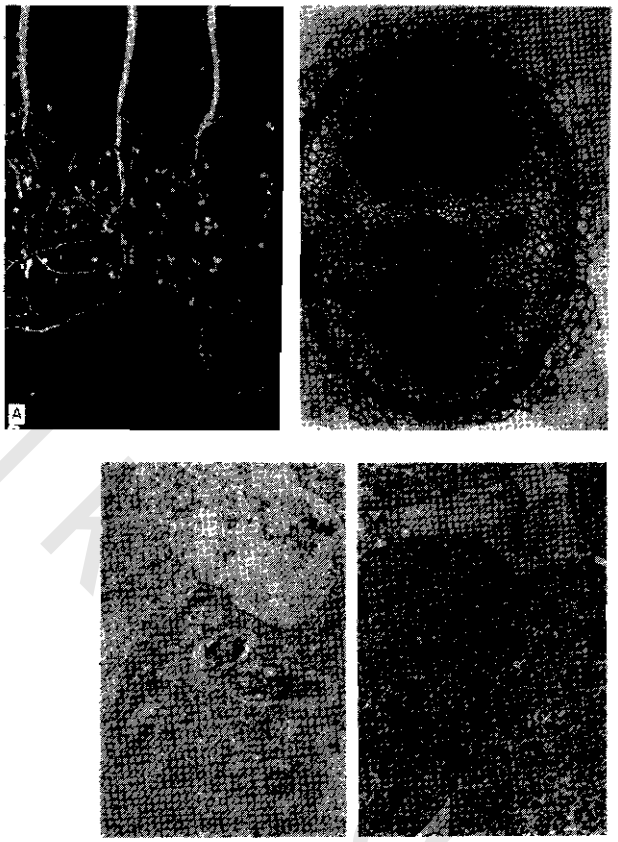
العقد الجذرية في البقوليات

Root Nodules of Legumes

إن العقد الجذرية هي تركيبات متعضية جيداً تتكون على جذور معظم النباتات البقولية بعد حقنها بأنواع معينة من البكتيريا من الجنس رايزوبيوم *Rhizobium*. مع أن العقد الجذرية هي نتيجة اصابة البقوليات بالبكتيريا، إلا أنها تعتبر شكلاً من التكافل إذا ما قورنت بالمرض. تثبت البكتيريا التي تصيب البقوليات النيتروجين الجوي وتجعله متوفراً للنبات في شكل عضوي قابل للاستعمال، وإن النبات يستفيد من هذا النيتروجين أكثر من فقده للمواد السكرية والمواد الغذائية الأخرى التي تأخذها البكتيريا. ومن سوء الحظ فإنه ليس كل بكتيريا العقد الجذرية مفيدة للعوائل البقولية. بعض البكتيريا العقدية متطفلة تماماً وبوضوح مع أنها تكون عقد على الجذور ولكنها تفشل في تثبيت النيتروجين، وبالتالي فإن عدد العقد الجذرية لا يدل دائماً على قيمتها وأهميتها للنبات ما لم تعرف سلالة البكتيريا الفعالة في تثبيت النيتروجين. وكنتيجة لذلك فإن بذور البقوليات تحقن تجارياً وروتينياً بسلالات ملائمة من بكتيريا العقد الجذرية وذلك لتحسين نمو وانتاج النبات.

تتكون العقد الجذرية على الجذور الوتدية بالاضافة إلى الجذور الجانبية في البقوليات ويمكن أن تختلف في حجمها من ١ ملم إلى ٢ أو ٣ سم٣ (شكل ١٩٠ ، A). يمكن أن تكون العقد الجذرية مستديرة أو اسطوانية وتكون باتساع أو أكبر من إتساع قطر الجذر الذي تتكون عليه ويختلف حجمها وعددها باختلاف النبات، سلالة البكتيريا، عمر البكتيريا عند الحقن. تكون العقد الجذرية على النباتات العشبية ضعيفة وهشة وسريعة الزوال وتعيش قليلاً، بينما على النباتات الخشبية يمكن أن تبقى لعدة سنوات.

تتكون كل عقدة جذرية من طبقة بشرية وطبقة قشرية والنسيج المركزي يحتوي البكتيريا. كل واحدة من طبقات البشرة أو القشرة تتكون من عديد من الطبقات من الخلايا (شكل ١٩٠ ، B). توجد الحزم الوعائية في الطبقة القشرية مباشرة خارج النسيج المركزي. في العقد الجذرية المتطاولة فإن قمة العقدة تكون الأبعد عن الجذر، وتتكون من منطقة من الخلايا المرستيمية التي من خلالها تنمو العقدة. أما في العقد المستديرة فإن المنطقة المرستيمية تكون واقعة حول العقدة ماعدا منطقة الرقبة.



شكل – ١٩٠

(A) جذور نبات فول الصويا سليمة تحمل العديد من العقد الجذرية البكتيرية.(B) مقطع عرضي في عقدة في جذور فول الصويا بعد ١٢ يوم من الحقن. هناك على الأقل ثلاثة مناطق مركزية تحتوي بكتيرويدز يبدو أنها نتيجة لعديد من الاصابات المتجاورة جداً. (C, D) صورة بالميكروسكوب الالكتروني لمقاطع في العقدة الجذرية لفول الصويا. (C) منطقة خيط الاصابة حيث يبدو أن البكتيريا تنطلق منها. (D) خلايا مصابة وخلايا غير مصابة في عقدة تثبيت النيتروجين الحديثة. يتكشف غشاء واقي واضح حول بعض البكتيريا. تتألف الحبيبات الشفافة في البكتيريا من بولي – بيتاهيدروكسي بيوتريت.

الكائن الحي : - إن بكتيريا العقد الجذرية هي رايزوبيوم *Rhizobium sp.* تختلف في الحجم والشكل باختلاف العمر، وإن البكتيريا النموذجية تكون عصوية الشكل (١.٢ - ٣) x (٠.٥ - ٠.٩) ميكرون أو تكون غير منتظمة تأخذ أشكال الهراوة (صولجانية) أو مضرب الكرة، وليس لها أسواط وهي سالبة لصبغة جرام. تبقى البكتيريا حية في جذور البقوليات القابلة للاصابة بها، وتبقى كذلك حية في التربة لمدد مختلفة من الزمن. إن استمرار زراعة ونمو نفس المحصول البقولي في التربة يميل لبناء تجمعات من البكتيريا العقدية التي تهاجم ذلك المحصول. ليس كل البكتيريا العقدية تهاجم كل البقوليات، ومثال على ذلك فإن البكتيريا التي تنمو على جذور البرسيم الحجازي وعلى البرسيم السكري sweet clover لا تنمو على البرسيم العادي أو الفاصوليا، البسلة، فول الصويا والعكس بالعكس. إن سلالات من البكتيريا العقدية في كثير من الحالات تبدي تفضيل محدد للأصناف، فمثلاً بعض البكتيريا التي تصيب فول الصويا تعمل أحسن على صنف أو اثنين من فول الصويا من عملها على الأصناف الأخرى.

تكشف العقد : - تخترق البكتيريا الشعيرات الجذرية أو الخلايا البشرية الحديثة مباشرة. تصبح البكتيريا داخل الخلية مغمورة في غمد مخاطي أنبوبي ذو جدارين يسمى خيط العدوى. يدخل خيط العدوى الذي يحتوي البكتيريا في خلايا البرانشيما القشرية ويتفرع أثناء سيره ويكون حويصلات جانبية وطرفية على الخيوط، سرعان ما تتكسر هذه الحويصلات وتحرر البكتيريا غالباً داخل الخلايا (شكل ١٩٠، C) بعد ذلك تكبر الخلية البكتيرية المنطلقة وتصبح محصورة في غلاف غشائي (شكل ١٩٠، D)، تسمى البكتيريا التي يطوقها الغشاء بكتيرويدز Bacteriods. في نفس الوقت فإن خلايا البرانشيما القشرية على طول ممر الدخول البكتيري تبدأ في الانقسام وتزداد الخلايا المهاجمة في الحجم حال ظهور البكتيرويدز. إن ازدياد النشاط المرستيمي واتساع الخلية في الخلايا القشرية يؤدي إلى تكوين العقدة التي تنمو إلى الخارج من قشرة الجذر. في نفس الوقت يجري تمايز الأنسجة الوعائية في كل من الخشب واللحاء في العقدة. إن الأنسجة الوعائية في العقدة ليست مرتبطة مباشرة مع الأنسجة الوعائية في الجذر.

بينما القمة الخارجية البعيدة أو الطبقة الخارجية من العقدة تبقى مرستيمية وتستمر في النمو وبالتالي تزيد حجم العقدة إلى حد معين، فإن كثيراً من الخلايا القشرية التي تقع خلف المنطقة المرستيمية وفي كل النسيج المركزي في العقدة تتسع بانتظام وتصاب بعديد من البكتيرويدز. في أحدث الخلايا اصابة فإن كل بكتيرويدز يتغلف في غلاف غشائي، بينما في الخلايا المصابة مبكراً يمكن أن يكون عديداً من البكتيرويدز مغلفة في غلاف غشائي واحد. أما في الخلايا التي اصيبت قبل مدة طويلة من الخلايا الأخيرة فإن البكتيرويدز يفقد الغلاف الغشائي وإن أجهزة الأغشية الخلوية في العائل تكون قد أتلفت أيضاً. يبدو أن البكتيرويدز الذي ليس له غشاء هو الذي يوجد في الأطوار المتقدمة من الاصابة والذي يزيد في العدد، بينما العقدة التي لا تزال تنمو فإنها تفقد المقدرة على تثبيت النيتروجين. وبالتالي فإن كفاءة العقد الجذرية في تثبيت النيتروجين تكون متناسبة مع عدد البكتيرويدز المغلفة التي تحتويها وليس بالضرورة أن تتناسب مع حجم العقد الجذرية. كلما تقدمت العقد الجذرية في العمر يبدأ تحلل الخلايا القشرية في أولى المناطق اصابة ومن ثم في كل المنطقة المركزية في العقدة ويتبع التحلل الانهيار. إن البكتيرويدات التي في هذا السن قد فقدت غلافها الغشائي وهي إما أن تتحلل أو تصبح بكتيريا بين الخلايا (بين خلوية) وأخيراً تنطلق في التربة عند تحلل بشرة وقشرة العقدة الجذرية.

المراجع

Bieberdorf, F. W. 1938. The cytology and histology of the root nodules of some Leguminosae. *J. Agron.* **30**:375–389.

Erdman, L. W. 1967. Legume inoculation: What it is—what it does. *USDA Farmers' Bull.* **2003**:10 p.

Jordan, D. C., I. Cinyer, and W. H. Coulter. 1963. Electron microscopy of infection threads and bacteria in young root nodules of *Medicago sativa*. *J. Bacteriol.* **86**:125–137.

Mosse, B. 1964. Electron microscope studies of nodule development in some clover species. *J. Gen. Microbiol.* **36**:49–66.

Tu, J. C. 1975. Rhizobial root nodules of soybeans as revealed by scanning and transmission electron microscopy. *Phytopathology* **65**:447–454.

obeikandl.com

أمراض النبات المتسببة عن بكتيريا وعائية حساسة

Plant Diseases Caused by Fastidious Vascular Bacteria

مقدمة

إن البكتيريا الوعائية الحساسة كانت تسمى The Rickettsia like (RLO) Organisms والتى تسبب أمراض نباتية قد بدأ الان تسميتها وتصنيفها. كان يعتقد الكثير سابقاً أن هذه الكائنات طفيليات إجبارية قريبة الصلة الى حد ما مع الركتسيا وبالتالي أسموها كائنات شبيهة بالركتسيا، ولكن تبين الآن أن هذه الكائنات ليست ذات علاقة مع الركتسيا وإنما تعتبر بكتيريا متطفلة والتي ببساطة لا تستطيع أن تنمو في مزارع بيئية بسيطة في غياب خلايا العائل.

لوحظت البكتيريا الحساسة المحدودة في اللحاء لأول مرة في النبات سنة ١٩٧٢ في لحاء البرسيم ونبات الونكة المصابة بمرض الورقة الصولجانية. وفي السنة التالية لوحظت بكتيريا حساسة محددة في أوعية الخشبة في نباتات العنب المصاب بمرض بيرس في العنب وفي البرسيم الحجازي المصاب بمرض تقزم البرسيم الحجازي وفي نبات الخوخ المصاب بمرض الخوخ المزيف وفي قصب السكر المصاب بمرض تقزم الخلفة (شكل ١٩١). تبع ذلك ملاحظة كائنات مشابهة في لحاء أشجار الحمضيات المصابة بمرض الأخضرار، بينما لوحظت هذه الكائنات بكثرة في خشب النباتات المصابة بواحد او اكثر من عشرين من الأمراض الاخرى مثل جرب ورقة البرقوق واحتراق ورقة اللوز واحتراق ورق الدردار.

تكون البكتيريا الحساسة الوعائية عادة عصوية الشكل قطرها ٠.٢ – ٠.٥ ميكرون وطولها ١ – ٤ ميكرون وهي محاطة بغشاء خلوي وجدار خلوي. مع أنه في البكتيريا الساكنة في اللحاء فان جدار الخلية يظهر وكأنه غشاء ثانوي اكثر منه جدار خلوي. ليس لها اهداب (اسواط)، تكون الطبقة الخارجية من جدار الخلية عادة متموجة او ذات أخاديد (شكل ١٩٢). تقريباً فان جميع البكتيريا الحساسة الوعائية سالبة لصبغة جرام، وإن كثيراً من هذه البكتيريا

المحددة في الخشب قد وضعت حديثاً في الجنس المخلق زايللا *Xylella*. هناك نوعان فقط موجبة لصبغة جرام هما ١ - البكتيريا ساكنة الخشب المسببة تقزم خلفة قصب السكر ٢ - البكتيريا المسببة تقزم عشبة براموداوهما يصنفان الان كأعضاء من جنس كلافي باكتر *Clavibacter* والذي يضم معظم الانواع التي كانت تتبع الجنس *Corynebacterium*. ولغاية الان لم يمكن تنمية البكتيريا الحساسة ساكنة اللحاء (المسببة لمرض الورقة الصولجانية في البرسيم ومسببة إخضرار الحمضيات) في مزرعة، ولكن جميع البكتيريا الحساسة ساكنة الخشب يمكن تنميتها في مزرعة ذات بيئة غذائية معقدة الى حد ما والتي تنمو عليها ببطء وتكون مستعمرات دقيقة (١ - ٢ ملم). جميع البكتيريا الوعائية الحساسة غير قادرة على أن تنمو على البيئات البكتيرية التقليدية.

تنتقل جميع البكتيريا الحساسة ساكنة الخشب سالبة جرام بواسطة الحشرات المتغذية على الخشب مثل نطاطات الأوراق Sharpshooter التابعة للحشرات Cicadellinae والبق البزاق Spittlebugs من حشرات Cercopidae. يستطيع العامل الناقل أن يكتسب البكتيريا وينقلها في أقل من ساعتين. تستطيع الحشرات اليافعة الحاملة للبكتيريا أن تنقلها طيلة حياتها ولكن لا تستطيع أن تعطيها لنسلها. ولغاية الان لم يعرف عامل ناقل حشري للبكتيريا الحساسة ساكنة الخشب موجبة جرام ولكن واحدة على الأقل منهن (البكتيريا) مسببة تقزم خلفة قصب السكر يمكن أن تنقل ميكانيكياً بواسطة ادوات القطع أثناء الحصاد.

هناك معلومات دقيقة قليلة موجودة عن عوامل نقل البكتيريا الحساسة ساكنة اللحاء. ولكن يبدو ان حشرات نطاطات الاوراق وبراغيث النبات هي عوامل النقل الحشرية لبكتيريا الورقة الصولجانية في البرسيم وبكتيريا إخضرار الحمضيات. لقد عرف أن بكتيريا الورقة الصولجانية في البرسيم تتكاثر في نطاط الأوراق الناقل لها وتنتقل من الأم الى أبنائها عن طريق البيض (نقل مبيضي).

تظهر أعراض الأمراض المتسببة عن البكتيريا الحساسة ساكنة الخشب على شكل بقع متحللة على حواف الأوراق، تقزم، إنحطاط بشكل عام وإنخفاض في الانتاج. تتسبب مثل هذه

الاعراض عن إنسداد الخشب بالخلايا البكتيرية ومواد نسيجية جزء منها من البكتيريا والجزء الآخر منشأه من النبات.

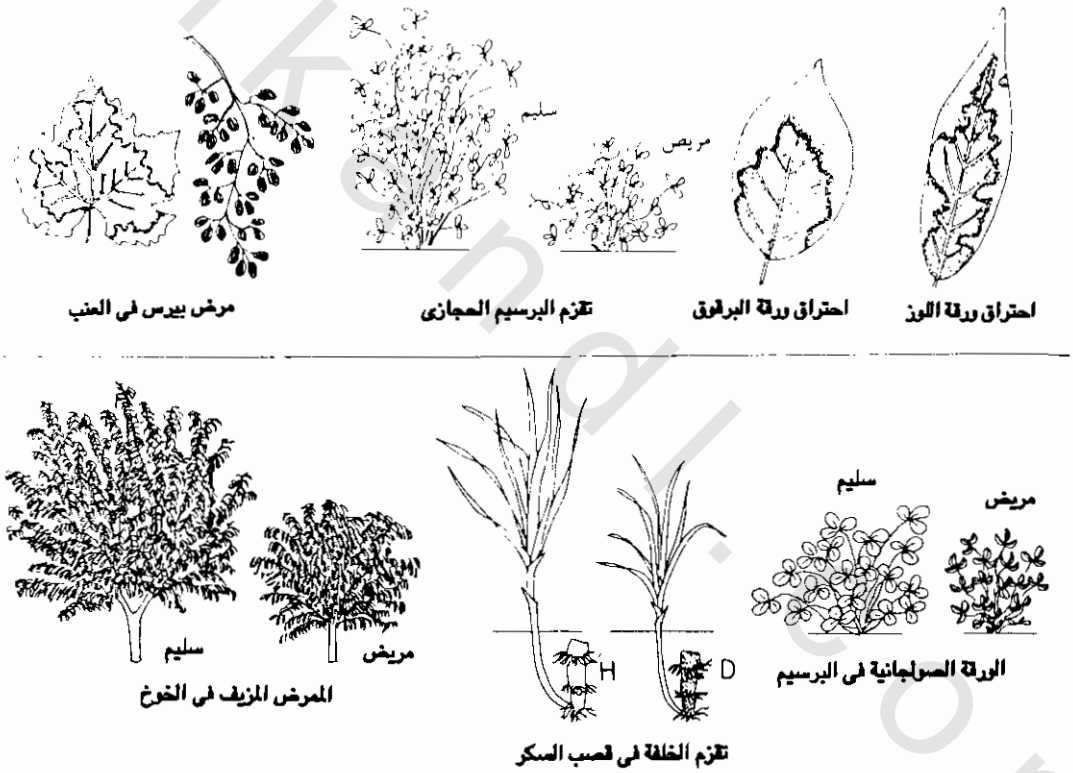
في بعض الأمراض مثل مرض الخوخ المزيف لا يظهر خطوط متحللة على حواف الأوراق، وفي لأمراض الاخرى مثل تقزم خلفة قصب السكر فان العرض المشخص الوحيد هو التلون الداخلي في الساق. ومن ناحية أخرى فان أعراض الأمراض المتسببة عن البكتيريا الحساسة ساكنة اللحاء كثيراً ما تكون على شكل تقزم الأوراق وتأخذ شكل الصولجان، وفي بعض الحالات يمكن أن يظهر سيقان عرضية كثيرة واعراض مكنسة الساحرة واخضرار الاجزاء الزهرية. في هذه الأمراض كثيراً ما تكون الاعراض معتدلة واحياناً تكون متبوعة بشفاء ذاتي.

إن البكتيريا الحساسة ساكنة الخشب من ناحية سيرولوجية ذات علاقة مع بعضها البعض ولكنها لا تظهر علاقة سيرولوجية مع أي من البكتيريا الممرضة للنبات النموذجية (مثل أجروباكتيريم، إيروانيا). لا يوجد معلومات عن العلاقات السيرولوجية للبكتيريا الحساسة ساكنة اللحاء.

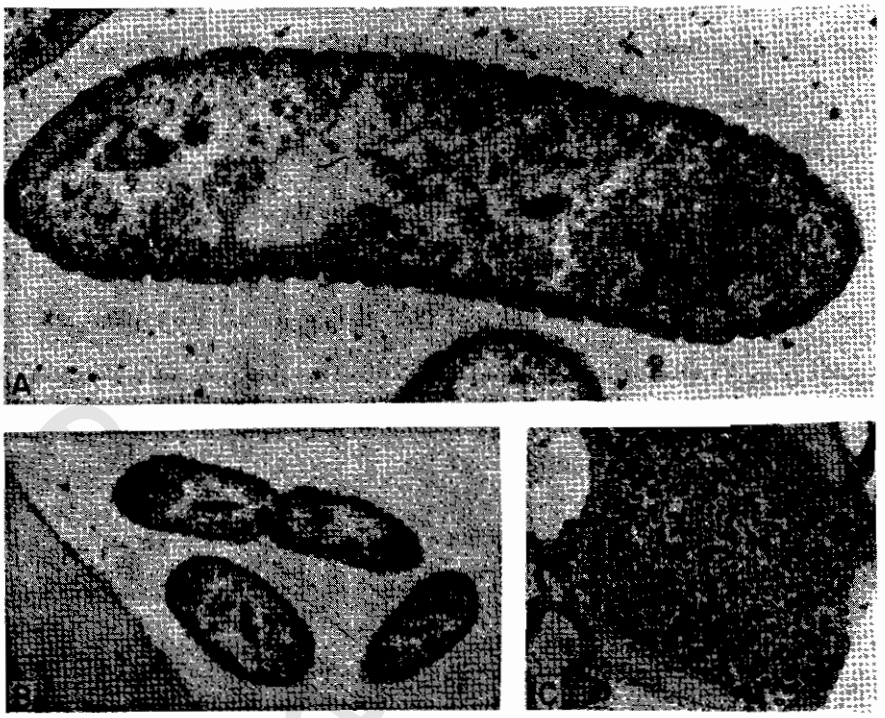
كذلك فان البكتيريا الحساسة الوعائية، فانها حساسة لكثير من المضادات الحيوية مثل تتراسيكلين، والبنسلين، الا أن المعالجة الكيماوية للنباتات المصابة في الحقل تبين أنها صعبة فمثلاً أعراض مرض بيرس في العنب خفضت عن طريق تبليل النبات كل أسبوع او أسبوعين بمادة التتراسيكلين والتي يمكن أن تكون غير عملية. لا يوجد لغاية الان اي من الأمراض الأخرى حصلت له مقاومة عن طريق المضادات الحيوية. أما حقن المضادات الحيوية في جذوع الأشجار المصابة يكون اكثر فعالية ولكن يجب أن يكرر سنوياً.

إن البكتيريا الحساسة الوعائية، حساسة للحرارة المرتفعة. إن المعاملة بالحرارة لكل النبات او لأعضاء التكاثر الخضرية عن طريق غمرها في ماء محفوظ على درجة حرارة ٤٥ – ٥٠° م لمدة ٢ – ٣ ساعة او حفظها في بخار متحرك حرارته ٥٠ – ٥٣° م لمدة ٤ ساعات او في هواء ساخن حرارته ٥٠ – ٥٨° م لعدة ساعات (٤ – ٨) قد سبب شفاء لعروش العنب من مرض بيرس وقصب السكر من مرض تقزم الخلفة.

من بين أهم الأمراض المتسببة عن البكتيريا المحصورة في الخشب وسالبة جرام هي مرض بيرس في العنب، تقزم البرسيم الحجازي، مرض الخوخ المزيف، احترق اوراق اللوز، جرب ورقة البرقوق فهي تتسبب عن البكتيريا زايللا فاستديوزا *Xylella fastidiosa* والتي تسبب أيضاً احتراق اوراق الدردار، القيقب، البلوط والتوت. وكذلك فان أكثر الأمراض أهمية هو مرض تقزم خلفة قصب السكر المتسبب عن بكتيريا محدودة في الخشب موجبة جرام إسمها كلافي بكتير زايلا تحت نوع زايلا *Clavibacter xyli* subsp *xyli* وهناك تحت أنواع أخرى تسبب تقزم عشبة براموديا. أما البكتيريا المحددة باللحاء، لغاية الان فان المعروف من الأمراض التي تسببها هو أهم أمراض الحمضيات وهو إخضرار الحمضيات وبعض أمراض البرسيم والونكة.



شكل – ١٩١
الأعراض المتسببة عن البكتيريا الحساسة الوعائية



شكل – ١٩٢

الشكل الخارجي وتكاثر وانتشار البكتيريا الحساسة الوعائية الممرضة للنبات، مسببة مرضة بيرس في العنب (A) خلية نموذجية تبين جدار الخلية المتموج. (B) البكتيريا الحساسة الوعائية في وعاء خشبي إحدى هذه الكائنات تمر في انقسام ثنائي. (C) البكتيريا الحساسة الوعائية في عناصر القصيبات في عرق الورقة.

مرض بيرس في العنب:

Pierce's Disease of Vine

يوجد المرض في جنوب الولايات المتحدة من كاليفورنيا إلى فلوريدا حيث يقتل نباتات العنب ويجعل مناطق واسعة غير مناسبة لزراعة العنب. يكون المرض في بعض المناطق كوباء مستوطن ولا يمكن زراعة عنب في تلك المنطقة، بينما في مناطق اخري فإنه يظهر على شكل أوبئة نادرة أو قليلة. هناك أنواع نباتية اخرى حولية ومعمرة من حوالي ٢٨ فصيلة (عائلة) متضمنة النجيليات، الأعشاب، الشجيرات والأشجار، تهاجم بهذا المرض.

يمكن أن تموت نباتات العنب المصابة خلال بضع شهور أو يمكن أن تبقى حية لعدة سنوات بعد إبتداء الاصابة. بعض الأصناف تبقى حية مع الاصابة لمدة أطول من غيرها. وكذلك فان النباتات المسنة تبقى حية مع وجود الإصابة لمدة أطول من النباتات الحديثة القوية. الأعناب في المناطق الباردة تبقى حية مع الاصابة لمدة أطول من الأعناب في المناطق الحارة.

تظهر الأعراض في العنب، أولاً على شكل جفاف مفاجيء، يظهر سمطة (تشبه ضربة الشمس) في جزء أو في معظم منطقة الحواف في الورقة، بينما لا تزال الورقة خضراء (شكل ١٩٣). تتقدم المناطق المسموطة باتجاه المنطقة المركزية في الورقة وأخيراً تتحول الى اللون البني. عادة تسقط الأوراق المصابة في آخر الموسم تاركة الاعناق ملتصقة بالقصيبات (أفرع شجيرة العنب). تتوقف عناقيد العنب الموجودة على العروش التي تحمل اوراقاً عليها اعراض المرض، عن النمو، ثم تذبل العناقيد وتجف. عروش العنب المصابة تصل إلى مرحلة النضج والنمو الكامل بشكل غير منتظم مكونة ظهور بطش على القلف ذات لون بني تتخللها مناطق من القشرة تبقى غير ناضجة وخضراء. خلال الموسم أو المواسم اللاحقة تبدي النباتات المصابة تأخر في النمو الربيعي، تقزم في العروش ويظهر شريطاً محيطاً بالعروق ذو لون مائل للأخضر في قليل من الأوراق الأولية، ولكن في آخر الموسم تبدي الأوراق والثمار نفس الأعراض كما هو الحال في أثناء بداية الموسم. يتبع موت القمة، موت في قمم الجذور. أما في الأعراض الداخلية فإن خشب الموسم الجاري في كل أجزاء العروش المصابة يظهر تخطيط أصفر إلى بني والذي يرى بسهولة في المقطع الطولي والمقطع العرضي في العرش. يتكون في نفس الخشب صمغ في الأوعية، وفي أنواع أخرى من الخلايا وكذلك يتكشف تايلوزات في الأوعية من جميع الأحجام. إن الصمغ والتايلوزات كلاهما يسبب إنسداد في الأوعية، هذا الانسداد كاف لتفسير عديد من الأعراض الخارجية في النباتات المريضة.

لقد وصف الكائن المرض على أنه بكتيريا حساسة ساكنة الخشب *Xylella fastidiosa* (٠,٣ – ٠,٤) x (٠,١ – ٣,٢) ميكرون، وتمتلك جدار خلوي متموج نموذجي (شكل ١٩٢). يوجد هذا الكائن المرض في الأوعية الخشبية في عروش العنب باعداد كبيرة، ولقد زرع على بيئة غذائية خاصة.

شكل – ١٩٣

أعراض احتراق الأوراق في مرض بيرس في العنب.

يبدو أن الكائن الممرض ينتج واحداً أو أكثر من الفايتوالكسنز والذي يبدو أنها تلعب دوراً في إظهار تقرحات حواف الأوراق في النباتات المصابة.

ينتقل الكائن الممرض بالتطعيم وبأنواع كثيرة من نطاطات الأوراق. وهذه النطاطات الناقلة للكائن الممرض تكتسب الكائن الممرض بعد تغذية على العوائل المصابة لمدة ٢ ساعة، ويمكن أن تستمر في نقله إلى عوائل سليمة لمدة بقية حياتها. يُحدَّد وجود الكائن الممرض في النبات بأعراض المرض إذا وجدت أو بنقله إلى نباتات كاشفة إما بواسطة التطعيم أو بواسطة العوامل الحشرية الناقلة. إن اصناف العنب التى غالباً ما تستعمل كواشف هي، Carignane ، Emperor ، Palomino. والأكثر حداثة هو استعمال الاختبارات السيرولوجية مثل ELISA وصبغة فلورسنت immuno استعملت بنجاح في اكتشاف وتعريف الكائن الممرض.

لا يوجد مقاومة عملية لمرض بيرس في العنب ومرض تقزم البرسيم الحجازي في الحقل. إن مقاومة الناقلات الحشرية واستئصال النباتات المصابة لم تثبت فعاليتها. إن جميع أصناف العنب التجارية قابلة للاصابة بهذا المرض، ولكن بعض أصناف العنب والبرسيم الحجازي تحمل بعض المقاومة. إن إشباع التربة في المنطقة التي حول قواعد النباتات المصابة بحوالي ٤ لتر من (٥٠ – ١٠٠) جزء في المليون من محلول تتراسيكلين، مرتين في الأسبوع أو اسبوعياً أو كل اسبوعين، يثبط تكشف الأعراض على معظم النباتات لمدة ١ – ٢ سنة ، ولكن مثل هذه المعاملة ليست سهلة الإجراء تجارياً. يمكن تخليص النباتات الفردية من الكائن الممرض وذلك بغمر النبات كله في ماء على درجة حرارة ٤٥° م لمدة ٣ ساعات، ٥٠° م لمدة ٢٠ دقيقة أو ٥٥° م لمدة ١٠ دقائق، مثل هذه المعاملات أيضاً تعطي مساعدة قليلة للمزارعين. وأفضل دفاع هو زراعة النباتات في المناطق البعيدة عن المصادر الطبيعية للكائن الممرض.

المراجـع

Anonymous (1983). Discussion of fastidious prokaryotes as plant pathogens. (Several papers.) *Phytopathology* 73, 341-360.

Brlansky, R. H., Lee, R. F., Timmer, L. W., Purcifull, D. E., and Raju, B. C. (1982). Immunofluorescent detection of xylem-limited bacteria *in situ*. *Phytopathology* 72, 1444-1448.

Davis, J. M., Purcell, A. H. and Thomson, S. V. (1978). Pierce's disease of grapevines: Isolation of the bacterium. *Scienc*. 199:75-77.

Davis, M. J., Whitcomb, R. F., and Gillaspie, A.G. (1983). Fastidious bacteria of plant vascular tissue and invertebrates (including the so-called rickettsia-like bacteria). In "Phytopathogenic Bacteria" (M. P. Starr, ed.), pp. 2172-2188. Springer-Verlag, Berlin and New York.

Davis, M. J., Gillaspie, A. G., Vidaver, A. K., and Harris, R. W. (1984). *Clavibacter*: A new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugar cane and Bermudagrass stunting disease. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 34, 107-117.

Esau, K. (1948). Anatomic effects of the viruses of Pierce's disease and phony peach. *Hilgardia* 18, 423-482.

Garnier, M., and Bove, J. M. (1983). Transmission of an organism associated with citrus greening disease from sweet orange to periwinkle by dodder. *Phytopathology* 73, 1358-1363.

Goheen, A. C., Nyland, G., and Lowe, S. K. (1973). Association of a rickettsialike organism with Pierce's disease of grapevines and alfalfa dwarf and heat therapy of the diseases in grapevines. *Phytopathology* 63, 341-345.

Hopkins, D. L. (1981). Seasonal concentration of the Pierce's disease bacterium in grapevine stems, petioles, and leaf veins, *Phytopathology* 71, 415-418.

Hopkins, D. L. (1984). Variability of virulence in grapevine among isolates of the Pierce's disease bacterium. *Phytopathology* 74, 1395-1398.

Hopkins, D. L. (1985). Physiological and pathological characteristics of virulent and avirulent strains of the bacterium that causes Pierce's disease of grapevines. *Phytopathology* 75, 713-717.

Hopkins, D. L., and Mollenhauer, H. H. (1973). Rickettsia-like bacterium associated with Pierce's disease of grapes. *Science* 179, 298-300.

Hopkins, D. L., Mortensen, J. A., and Adlerz, W. C. (1973). Protection of grapevines from Pierce's disease with tetracycline antibiotics. *Phytopathology* 63, 443.

Hopkins, D. L., Mollenhauer, H. H., and French, W. J. (1973). Occurrence of a rickettsia-like bacterium in the xylem of peach trees with phony disease. *Phytopathology* 63, 1422-1423.

Lafleche, D., and Bove, J. M. (1970). Structures de type mycoplasme dans les feuilles d'orangers atteints de la maladie du "greening." *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci., Ser. D* 270, 1915-1917.

Lee, R. F., Raju, B. C., Nyland, G., and Goheen, A. C. (1982). Phytotoxin(s) produced in culture by the Pierce's disease bacterium. *Phytopathology* 72, 886-888.

McCoy, R. E. (1982). Chronic and insidious disease: The fastidious vascular pathogens. In "Phytopathogenic Prokaryotes" (M. S. Mount and G. H. Lacy, eds.), Vol. 1, pp. 475-489. Academic Press, New York.

Mircetich, S. M., Lowe, S. K., Moller, W. J., and Nyland, G. (1976). Etiology of almond leaf

scorch disease and transmission of the causal agent. *Phytopathology* **66,** 17–24.

Nyland, G., Goheen, A. C., Lowe, S. K., and Kirkpatrick, H. (1973). The ultrastructure of a rickettsialike organism from a peach tree affected with phony disease. *Phytopathology* **63,** 1275–1278.

Pierce, N. B. (1892). The California vine disease. *USDA Div. Veg. Pathol. Bull.* **2,** 1–222.

Purcell, A. H. (1982). Insect vector relationships with procaryotic plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* **20,** 397–417.

Raju, B. C., Wells, J. M., Nyland, G., Brlansky, R. H., and Lowe, S. K. (1982). Plum leaf scald: Isolation, culture and pathogenicity of the causal agent. *Phytopathology* **72,** 1460–1466.

Raju, B. C., Goheen, A. C., and Frazier, N. W. (1983). Occurrence of Pierce's disease bacteria in plants and vectors in California. *Phytopathology* 73, 1309–1313.

Raju, B. C., and Wells, J. M. (1986). Diseases caused by fastidious xylem-limited bacteria and strategies for management. *Plant Dis.* 70, 182–186.

Teakle, D. S., Smith, P. M., and Steindl, D. R. L. (1973). Association of a small coryneform bacterium with the ratoon stunting disease of sugarcane. *Aust. J. Agric. Res.* **24,** 869–874.

Wells, J. M., Raju, B. C., Thompson, J. M., and Lowe, S. K. (1981). Etiology of phony peach and plum leaf scald diseases. *Phytopathology* **71,** 1156–1161.

Wells, J. M., Hung, H. -Y., Weisberg, W. G., Mandelco-Paul, L., and Brenner, D. J. (1987). *Xylella fastidiosa*, gen. nov., sp. nov: Gram-negative, xylem-limited, fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas*, spp. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 37, 136–143.

Wells, J. M., Raju, B. C., and Nyland, G. (1983). Isolation, culture, and pathogenicity of the bacterium causing phony disease of peach. *Phytopathology* **73, 859–862.**

Windsor, I. M., and Black, L. M. (1972). Clover club leaf: A possible rickettsial disease of plants. *Phytopathology* **62,** 1112.

Windsor, I. M., and Black, L. M. (1973). Evidence that clover club leaf is caused by a rickettia-like organism. *Phytopathology* **63,** 1139–1148.

Worley, J. F., and Gillaspie, A. G., Jr. (1975). Electron microscopy in situ of the bacterium associated with ratoon stunting disease in sudangrass. *Phytopathology* **65,** 287–295.

ثانياً : أمراض النبات المتسببة عن كائنات حية شبيهة بالميكوبلازما

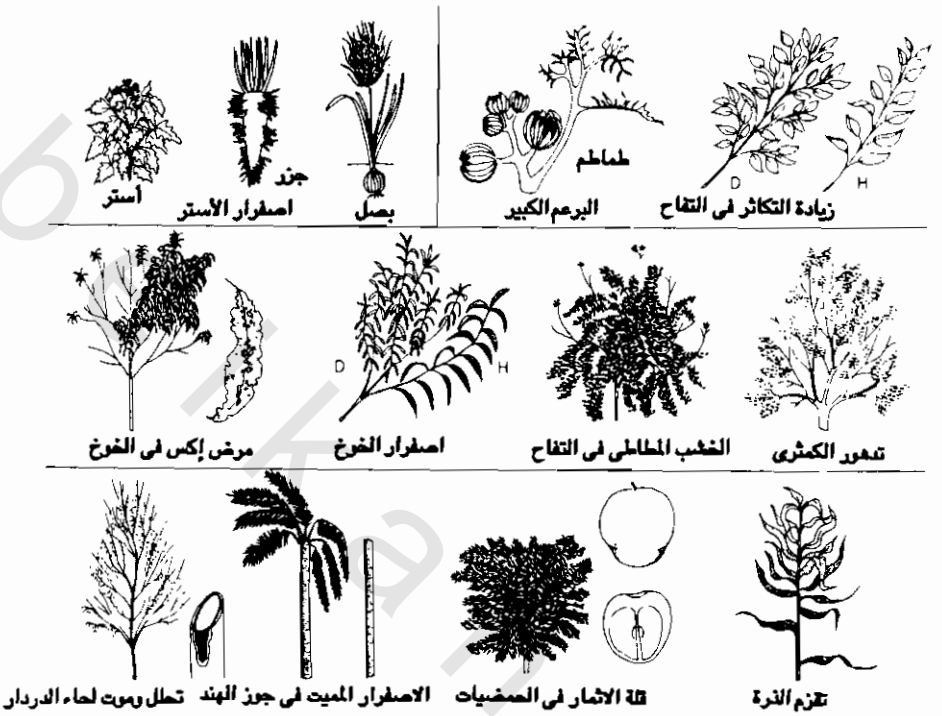
plant Diseases Caused by mycoplasmalike organisms

مقدمة

شوهد في سنة ١٩٦٧ كائنات حية دقيقة بدون جدار تشابه الميكوبلازما، بواسطة الميكروسكوب الالكتروني، في لحاء نباتات مصابة بواحد أو عديد من أمراض الاصفرار. مثل تلك الأمراض (لغاية تلك اللحظة) كان يعتقد أنها تتسبب عن فيروسات. في نفس تلك السنة شوهدت كائنات حية مشابهة، في العوامل الناقلة الحشرية لتلك الأمراض. وزيادة على ذلك فلقد تبين أن هذه الكائنات الحية كانت حساسة للمضادات الحيوية مثل التتراسيكلين ولم تكن حساسة للبنسلين. وأن الأعراض المتكونة على النباتات المصابة يمكن وقفها (على الأقل مؤقتاً) بالمعاملة بالمضادات الحيوية.

منذ ذلك الوقت تبين أن أكثر من ٢٠٠ مرض نباتي مميز تصيب عدة مئات من الأجناس النباتية تتسبب عن كائنات حية تشبه الميكوبلازما. هناك بعض من بين تلك الأمراض مهلك جداً للنباتات وخاصة الأشجار، مثل مرض تدهور الكمثرى، مرض الاصفرار المميت في جوز الهند، مرض إكس في الخوخ، تكاثر وتبرعم التفاح... الخ، ولكن أيضاً تسبب امراض مهلكة في النباتات العشبية الحولية، والنباتات المعمرة مثل إصفرار الاستر في الخضراوات ونباتات الزينة Stolbur. زيادة على ذلك فإن عديداً من الأمراض مثل مرض قلة الأثمار في الحمضيات Citrus stubborn، وتقزم الذرة، تبين أنهما يتسببان عن بلازما لولبية. إن المميزات الرئيسية لمجموعة أمراض الاصفرار التي يعتقد أنها تتسبب عن كائنات حية شبيهة بالميكوبلازما، هي :

- يكون الاصفرار تدريجياً تقريباً، اصفرار متماثل أو احمرار في الأوراق، الأوراق تكون أصغر من الأوراق الطبيعية، قصر في السلاميات وتقزم في النبات، الفروع تُكَوِّن براعم كثيرة جداً ويتكون منها فروع وبالتالي يظهر الفرع مثل مكنسة العفريت Witche's-brooms، الأزهار تكون خضراء أو عقيمة ويقل الانتاج وأخيراً يحدث موت القمم (موت رجعي) سريعاً تقريباً، يتدهور النبات ثم يموت (شكل ١٩٤).



شكل - ١٩٤

أعراض مرضية متسببة عن كائنات حية شبيهة بالميكوبلازما

مع أن الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما قد لوحظت في لحاء النباتات المريضة، وفي العصارة المستخلصة من تلك النباتات وفي الحشرة الناقلة لبعض تلك الأمراض، إلا أن الطبيعة الحقيقية للكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما وموقعها التصنيفي بين الكائنات الحية الدنيئة لا يزال غير مؤكد. أما من ناحية مورفولوجية فإن الكائنات التي لوحظت في النباتات المريضة فإنها تشابه الميكوبلازما النموذجية التى وجدت في الحيوانات والإنسان وتلك التي

تعيش رمية، ولكن الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما في النباتات لا يمكن تنميتها على بيئة غذائية صناعية. وأيضاً حتى الآن فإنه لم يستطع أن يُحدَث مرض نباتي على نبات سليم محقون مباشرة بكائنات حية تشبه الميكوبلازما مأخوذة من نباتات مريضة. إن الكائنات الممرضة والمسببة لمرضين على الأقل، مرض قلة الأثمار في الحمضيات، ومرض تقزم الذرة ، قد تم تنميتها على بيئات غذائية صناعية، ولقد أعيد أيضاً احداث المرض في النباتات عندما حقنت بالحشرات المحقونة بالكائن الحي المأخوذ من المزرعة، وعلى أية حال فإن هذين الكائنين الممرضين يختلفان عن كل الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما التي تصيب النباتات، وكذلك يختلفان عن الميكوبلازما الحقيقية وذلك في كونهما يمتلكان تركيب حلزوني أو لولبي، وأنهما متحركان وكذلك يختلفان في بعض المميزات الأخرى. وفي الوقت الحاضر يعتقد أن معظم الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما التي تصيب النباتات سوف يبرهن على أنها شبيهة بالميكوبلازما الحقيقية، تابعة إلى تصنيف جديد إذا قورنت بأحد جنسي الميكوبلازما، الجنس الأول مايكوبلازما *Mycoplasma*، والجنس الثاني *Acholeplasma* بينما الكائنات المسببة لمرض قلة الأثمار في الحمضيات، ومرض تقزم الذرة وأي مسببات أخرى شبيهة بها توضع في جنس سوف يخلق جديد من الميكوبلازما يسمى سبايروبلازما *Spiroplasma*.

صفات الميكوبلازما :

Properties of Mycoplasma

نظراً لأنه لغاية الآن قد عرفت فقط الميكوبلازما المتطفلة التي تصيب الانسان والحيوان وكذلك الميكوبلازما الرمية، فإن جميع المعلومات التي تتعلق بالميكوبلازما قد يتحصل عليها من دراسة هذه الأنواع فقط.

الميكوبلازما الحقيقية :

True Mycoplasma

إن الميكوبلازما هي من الكائنات الحية ذات النواة غير المحددة (نواة أولية) وهي كائنات حية بدون نواة متعضية أو محددة.

تشكل الميكوبلازما الطائفة (الصف) موليكيوتس Mollicutes والذى فيه رتبة واحدة هي ميكوبلازماتالس Mycoplasmatales، وإن هذه الرتبة لها ثلاثة عائلات.

١ – ميكوبلازماتيسية Mycoplasmataceae التى تتكون من جنس واحد هو ميكوبلازما *Mycoplasma*.

٢ – عائلة أكواييلازماتيسيه Acholeplasmataceae وهي أيضاً تتكون من جنس واحد هو اكواييلازما *Acholeplasma*.

٣ – سبايروبلازماتيسيه Spiroplasmataceae وهي أيضاً تتكون من جنس واحد هو سبايروبلازما *Spiroplasma*.

يختلف جنس الميكوبلازما عن جنس اكواييلازما في أن أنواعه تتطلب ستيرول (Sterol) لكي تنمو، وهي حساسة للدجيتونين Digitonin، بينما أنواع اكواييلازما لا تتطلب ستيرول لنموها وهي مقاومة للدجيتونين، أيضاً فإن أنواع الميكوبلازما تحتوي على نصف ال DNA (٥ x 10^{8} دالتون) الذي تحتويه أنواع اكواييلازما (10^{9} دالتون). كمية ال DNA في اكواييلازما يبدو أنها حوالي النصف أو على الأغلب مساوية لما تحتويه أصغر البكتيريا (١,٥ x 10^{9} دالتون). إن الجينوم (مجموعة واحدة من الكروموزومات مع الجينات التي عليها) genome الموجودةفيسبايروبلازما هو 10^{9}دالتون.

تفتقر الميكوبلازما إلى جدار خلوي حقيقي وتفتقر إلى المقدرة على بناء المواد التي تحتاجها لتكون جدار الخلية وبالتالي فإن الميكوبلازما محددة فقط بواسطة غشاء مفرد ثلاثي الطبقات متحدة مع بعضها البعض. كما وأن الميكوبلازما صغيرة الحجم واحياناً خلايا شديدة الصغر Ultramicroscopic تحتوي على السيتوبلازم، وفيها رايبوزومات موزعة عشوائياً، وخيوط من المادة النووية. مقاس قطر الميكوبلازما من ١٧٥ – ٢٥٠ نانوميتر خلال التكاثر ولكنها تنمو في أحجام وأشكال مختلفة فيما بعد. يتراوح شكل الميكوبلازما من كروية أو بيضاوية قليلاً إلى خيطية. احياناً تنتج تركيبات شبه ميسيليومية متفرعة. إن حجم الميكوبلازما الكروية المكتملة التكشف يمكن أن يختلف من واحد إلى عدة ميكرونات، بينما الأشكال الخيطية المتفرعة الضئيلة يمكن أن تتراوح في طولها من بعضة ميكرونات إلى ١٥٠ ميكرون.

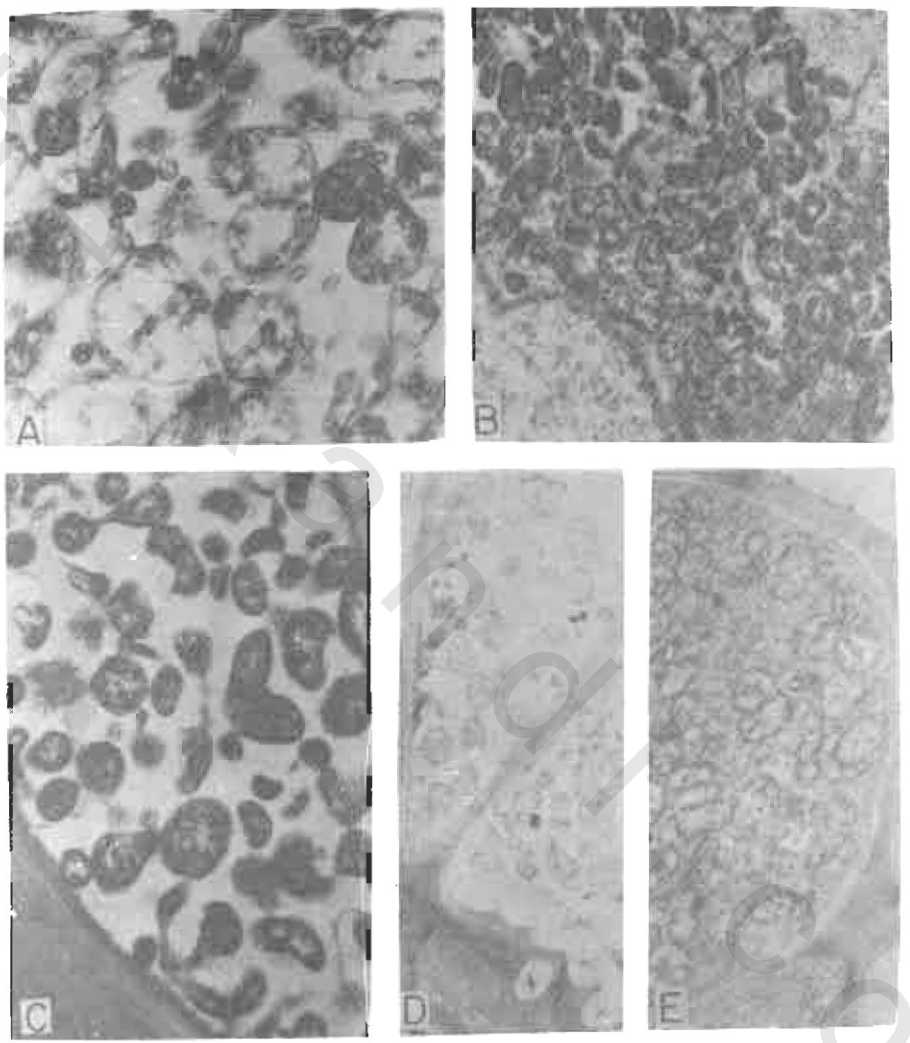
يبدو أن الميكوبلازما قادرة على التكاثر بالتبرعم وبالانقسام الثنائي المستعرض في الخلايا الكروية والخيطية. لا تمتلك الميكوبلازما أسوط، لا تكون جراثيم وهي سالبة لصبغة جرام. تقريباً إن جميع الميكوبلازما المتطفلة على الإنسان والحيوانات وجميع الأفراد الرمية، يمكن تنميتها على بيئة مغذية صناعية معقدة تقريباً والتي فيها تنتج مستعمرات دقيقة التي لها عادة صفات مظهر البيضة المقلية (Fired egg) يعني ذات مركز أصفر محاطة بهالة بيضاء. لقد عزلت الميكوبلازما غالباً من إنسان، حيوانات سليمة و / أو مريضة تعاني من أمراض في الجهاز التنفسي والجهاز التناسلي البولي، وقد تبين أنها مرافقة مع بعض التهابات المفاصل والاضطرابات العصبية في الحيوانات، وبعضها وجد على أنه يتواجد على شكل رمي. معظم الميكوبلازما مقاومة تماماً للبنسلين ولكنها حساسة للتتراسيكلين، كلورامفينيكول وبعضها حساس للمركب إيريثرومايسين ولبعض المضادات الحيوية الأخرى.

الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما في النباتات

Mycoplasma-like Organisms In Plants

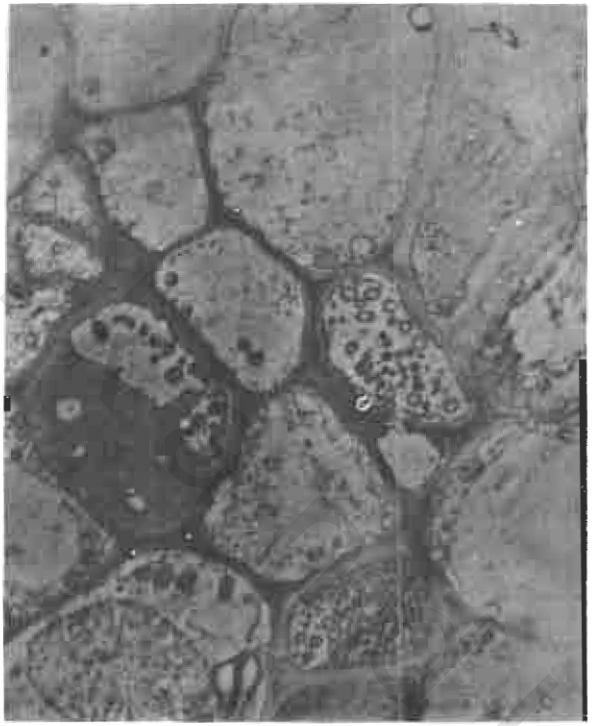
إن الكائنات الحية التي لوحظت في النباتات وفي الناقلات الحشرية، وباستثناء الميكوبلازما اللولبية، فانها مشابهة للميكوبلازما في الأجناس، مايكوبلازما أو اكوليبلازما في جميع الاعتبارات المورفولوجية. إنها تفتقر إلى جدار الخلية، إنها محددة بغشاء نو ثلاثة طبقات متحدة، لها سيتوبلازم ولها أيضاً رايبوزومات وخيوط من المادة النووية، شكلها يكون عادة كروي إلى بيضاوي أو غير منتظم اسطواني إلى خيطي وحجومها مشابهة لحجوم تلك الأنواع النموذجية من الميكوبلازما (شكل ١٩٥).

توجد الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما في عصارة عدد قليل من الانابيب الغربالية في (شكل ١٩٦) اللحاء وتنتقل من نبات إلى نبات آخر بواسطة نطاطات الأوراق (شكل ١٩٧)، ولكن بعضاً منها ينتقل بواسطة البراغيث النباتية Psyllids ، نطاطات الأشجار ونطاطات النبات(أنظر شكل ٢٣٠) أيضاً فإن الاجسام الشبيهة بالميكوبلازما النباتية تنمو في القناة الهضمية والهيمولمف، الغدد اللعابية وداخل أعضاء مختلفة من الجسم في العوامل الحشرية الناقلة لها



شكل – ١٩٥

ميكوبلازما اصفرار الأستر. (A) أجسام شبيهة بالميكوبلازما نموذجية كبيرة مرتبطة بغشاء متحد ومكونة أشرطة تشبه DNA . تحتوي الأجزاء الصغيرة على رايبوسومات. (B) اجسام شبيهة بالميكوبلازما في سيتوبلازم خلية برنشيمية في اللحاء المصاب. (C. D) عديد من الميكوبلازما بولي مورفك (C)، بعض منها يمر في مرحلة تبرعم أو انقسام ثنائي. (E) انغماد بعض الأجسام الشبيهة بالميكوبلازما مع الأخرى دالاً على قابلية التكيف الكبيرة لهذه الكائنات.



شكل – ١٩٦

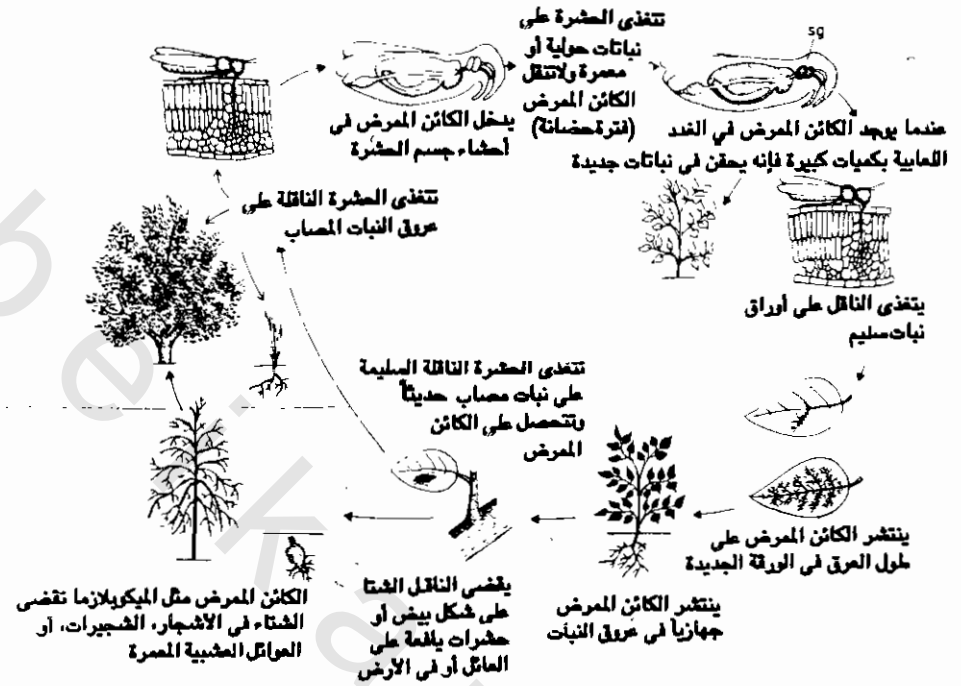
توزيع ميكوبلازما اصفرار الخوخ في الأنسجة الوعائية للكرز المريض مبينة الأعراض.

تستطيع الحشرة الناقلة أن تكتسب الكائن الممرض بعد تغذيتها على النباتات المصابة لعدة ساعات أو عدة أيام. يمكن أيضاً أن تصبح الحشرة عامل معدي إذا ما حقنت بمستخلص من نباتات مصابة أو ناقلات حشرية حاملة للكائن الممرض. كثيراً من الحشرات تصبح عوامل معدية عندما تتغذى على أوراق وسيقان حديثة من نباتات مصابة أكثر منها في الأوراق والسيقان المسنة. لا يستطيع الناقل الحشري أن ينقل الميكوبلازما مباشرة بعد التغذية على نبات مصاب ولكن يبدأ في نقلها بعد فترة حضانة من ١٠ – ٤٥ يوم معتمدة في ذلك

على درجة الحرارة، أقصر فترة حضانة تكون على درجة حوالي ٣٠ م، وأطول فترة حضانة تكون على درجة ١٠ م. وعلى أية حال فإنه يمكن تقصير فترة الحضانة في الحشرات الناقلة وذلك بحقنها بجرعان عالية من مستخلصات الحشرات المعدية. تكون فترة الحضانة مطلوبة لتكاثر وتوزيع الميكوبلازما خلال الحشرة (شكل ١٩٧). إذ حصل على ميكوبلازما من النبات فإنها تتكاثر أولاً في خلايا الأمعاء في الحشرة الناقلة، بعد ذلك فإنها تمر في اللمف الدموي hemolymph وتصاب الأعضاء الداخلية. أخيراً فإن الدماغ والغدد اللعابية تهاجم وعندما يصل تركيز الميكوبلازما في الغدد اللعابية مستوى معين، تبدأ الحشرة في نقل الكائن الممرض إلى نباتات جديدة وتستمر في عملها هذا بكفاءة، تقريباً لبقية حياتها. عادة فإن الناقلات الحشرية لا تصاب بضرر من الميكوبلازما، ولكن في بعض الحالات يظهر عليها بعض التأثيرات المرضية الشديدة. يمكن الحصول على الميكوبلازما عادة بسهولة وسرعة أو بطريقة أفضل بواسطة الحورية كما هو بواسطة الحشرة الكاملة لنطاطات الأوراق وتبقى حية خلال الانسلاخات المتلاحقة، ولكنها لا تمر من الحشرة الكاملة إلى البيض أو إلى الأجيال التالية التي بالتالي، يجب أن تتغذى على نباتات مصابة لأجل أن تصبح عامل معدي.

بالرغم من المحاولات العديدة التي أجريت من قبل عديد من الباحثين لزراعة الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما التي تصيب النبات على بيئة غذائية صناعية متضمنة البيئات التي تنمو عليها كل الميكوبلازما النموذجية، هذا لغاية الآن لم يكن ممكناً.

لقد إستخلصت الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما من عوائلها النباتية ومن عوائلها الناقلة الحشرية بشكل نقي الى حد ما. ولقد حضر لها سيرم مضاد متضمناً اجساماً مضادة monoclonal. إن الاجسام المضادة الخاصة أصبحت ذات فائدة كبيرة جداً في اكتشاف وتعريف الكائن الممرض في عوائلها المشتبه فيها وفي مقاومة هذه الأمراض عن طريق إنتاج أصول خضرية خالية من الكائن الممرض. إن الطرق السيرولوجية في الوقت الحاضر حلت محل الطرق الاخرى المستعملة لاكتشاف اصابات الكائنات الشبيهة بالميكوبلازما، ومثل هذا يعمل له فهرسة للعوائل الحساسة والصبغ الفلوروسنتي إما بالصبغة الخاصة بالحمض (DAPI) 4,6 - diamidino-2- phenylindole (DNA) أو صبغة Callose- specific stain او بالصبغة المسماة صبغة Dienes



شكل – ١٩٧

علاقة نطاطات الأوراق مع الفيروسات، الميكوبلازما، البكتيريا الحساسة من حيث الانتقال وتقضية الشتاء والحصول على الكائن لممرض.

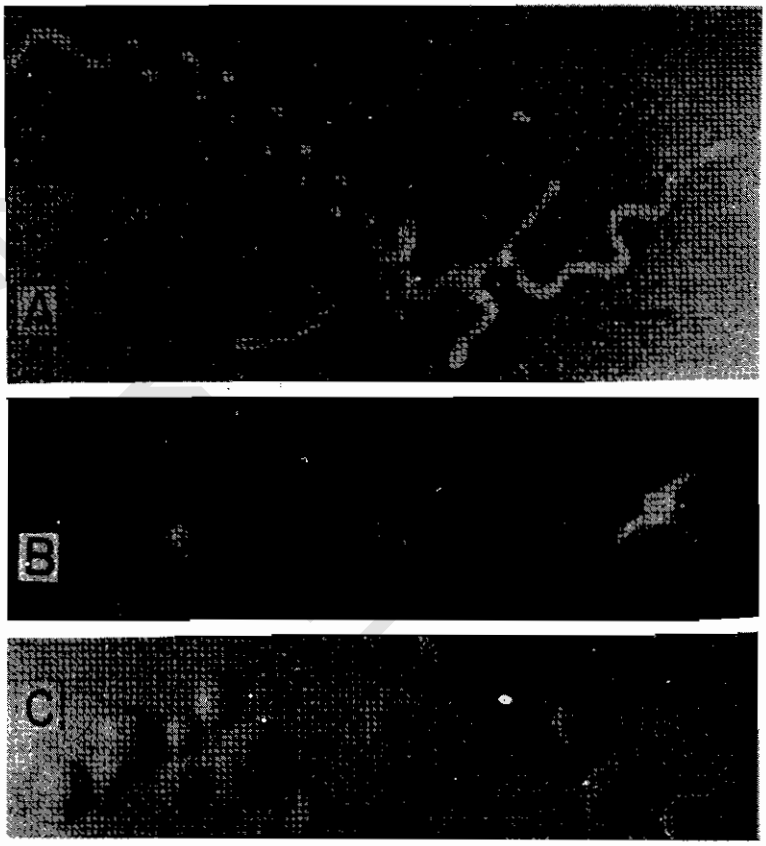
الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما حساسة للمضادات الحيوية وخاصة تلك التي من مجموعة التتراسيكلين. عندما تغمر النباتات المصابة دورياً في محاليل التتراسيكلين فإن الأعراض إذا كانت موجودة مسبقاً تتقهقر أو تختفي وإذا لم تكن قد تكونت حتى وقت المعاملة فإن ظهورها يتأخر. إن استعمال التتراسيكلين رشاً على المجموع الخضري على النباتات المصابة هو غير فعال كما هو الحال عند استعماله على شكل إشباع للتربة. إن استعمال المضادات الحيوية على الأشجار يكون أكثر نجاحاً عند حقنها مباشرة في الجذع عن طريق الضغط أو الجريان بالثقل النوعي ويؤدي إلى تخفيف الأعراض أو عدم ظهورها لعدة شهور.

إن أي من هذه المعاملات لغاية الآن لم تشف أي نبات من المرض، حيث أن الأعراض لا تلبث أن تعود ثانية حال توقف المعاملات. وبشكل عام فإن معاملة النباتات أثناء الأطوار الأولى من المرض هي أكثر فعالية من معاملة النباتات وهو في الأطوار المتقدمة من المرض. إن النباتات النامية المصابة أو الأعضاء التكاثرية الساكنة يمكن إخلاؤها تماماً من الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما وذلك بالمعاملة بالحرارة، هذا يمكن اجراؤه باستعمال هواء ساخن في مراقد الانبات على درجة ٣٠ – ٣٧° م لعدة أيام، عدة أسابيع أو عدة شهور أو يمكن استعمال ماء ساخن على درجة حرارة ٣٠ – ٥٠° م حيث تغمر فيه الأعضاء الساكنة لمدة ١٠ دقائق لدرجة الحرارة العالية (٥٠°م) ولمدة ٧٢ ساعة على درجة الحرارة المنخفضة (٣٠° م).

البلازما اللولبية Spiroplasmas

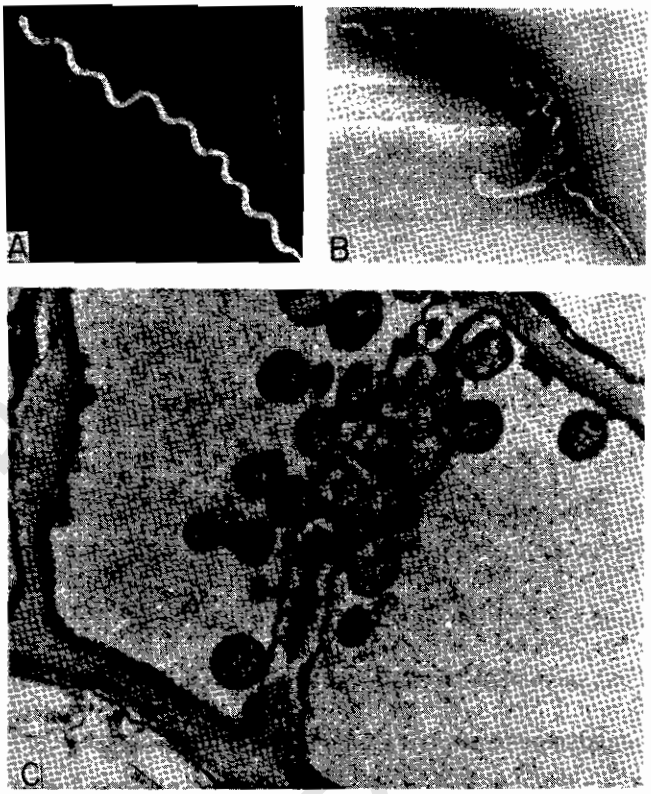
حتى الان وجد أن البلازما اللولبية تسبب مرض قلة الاثمار في الحمضيات Stubborn ومرض الجذر الهش في فجل الحصان وأن المسبب *Spiroplasma citri* وتسبب أيضاً مرض تقزم نباتات الذرة ومرضاً في أعشاب براموديا. إن المسبب المرضي *S. citri* وجد أيضاً في كثير من نباتات ثنائية الفلقة الاخرى مثل الصليبيات والخس والخوخ. إن كلا من *S.citri* والبلازما اللولبية لتقزم الذرة وجد أيضاً انهما يصيبان الناقل الحشري الخاص بهما (نطاط الاوراق). وزيادة على ذلك وجد أن أنواعاً عديدة من البلازما اللولبية تصيب نحل العسل وحشرات أخرى عديدة ووجد أن عديداً منها تعيش مترممة على الازهار وعلى سطوح اخرى للنباتات ومن المحتمل أن تكون داخلية في النبات. إن البلازما اللولبية هي خلايا ذات أشكال متعددة، حيث تختلف في الشكل من كروي أو مائل للبيضاوي ذات قطر يتراوح بين ١٠٠ – ٢٥٠ نانوميتر أو يزيد إلى شكل حلزوني وخيوط متفرعة غير حلزونية ذات قطر حوالي ١٢٠ نانوميتر وتصل إلى ٢ – ٤ ميكرون أثناء النمو النشيط وتكون أطول من ذلك إلى حد بعيد في الأطوار الأخيرة من نموها، وهي غير مشابهة للميكوبلازما الشبيهة بالكائنات الحية الموصوفة أعلاه، حيث أن البلازما اللولبية يمكن الحصول عليها من عوائلها النباتية أو من ناقلاتها الحشرية وتزرع على بيئات غذائية (شكل ١٩٨ ، ١٩٩)، وهي غالباً تكون أشكال حلزونية في

البيئة السائلة، وتتكاثر بالانشطار الثنائي، إنها تفتقر إلى جدار خلوي حقيقي وهي محددة بغشاء مفرد مكون من ثلاثة طبقات متحدة.



شكل – ١٩٨

A. البلازما اللولبية المسببة لتقزم الذرة معزولة من نباتات ذرة مصابة ونميت في بيئة غذائية. صورة بالميكروسكوب الالكترونى للبلازما اللولبية مبينة الشكل الحلزوني لمظهرها (المقاس ٠.٥ ميكرون). (B) بلازما لولبية حية من سائل مزرعة ملاحظة بواسطة الميكروسكوب ذو الحقل المظلم. (C) مستعمرات من البلازما اللولبية المسببة تقزم الذرة على أطباق أجار ١٤ يوم بعد الحقن (المقياس ٠.٠٥ ملم).



شكل – ١٩٩

(A) شكل متضاعف من *Spiroplasma citri* معزولة من حمضيات مصابة بمرض قلة الاثمار. (B) نفس الكائن الممرض حصل عليه من الحشرة الناقلة نطاط الورق *Circulifer tenellus* ونمي في مزرعة مزودة بالمرق. لاحظ وجود الفقاعة. (C) الكائن الممرض السابق في صفائح غربالية في العرق الوسطي في ورقة البرتقال السكري.

تكون الخيوط الحلزونية متحركة، تنتقل بواسطة تمويج بطيء في الخيط ومن المحتمل أن تتحرك بحركة دائرية سريعة أو حركة لولبية في الحلزون، لا يوجد عليها أسواط. مستعمرات البلازما اللولبية على الآجار تكون ذات قطر حوالي ٠,٢ ملم بعضها يكون له مظهر نموذجي يشبه البيضة المقلية (fried egg)، ولكن البعض الآخر يكون له مظهر حبيبي (شكل ١٩٨ ،

C). يتطلب نمو البلازما اللولبية مادة السيترول، وهي مقاومة للبنسلين ولكنها تتثبط بواسطة ايريثرومايسين erythromycin، تتراسيكلين، نيومايسين، أمفوتريسين amphotericin.

إن كمية الـ DNA الموجودة في البلازما اللولبية تساوي الكمية الموجودة في أكواييلازما وتساوي الكمية الموجودة في أصغر البكتيريا حجماً. إن البلازما اللولبية التي تصيب الحمضيات قد تبين أنها تهاجم من قبل ثلاثة أنواع مختلفة من الفيرس على الأقل.

إن أكثر أنواع البلازما اللولبية النباتية المعروفة هي : ١ – سبايروبلازما ستراي *Spiro-plasma citri*، ٢ – البلازما اللولبية التي تسبب تقزم الذرة. إن كلا الكائنين قد حصل عليهما من عوائلها الخاصة ومن العوائل الناقلة، ولقد نميت على مزارع نقية في بيئات غذائية، ولقد حقنت في ناقلاتها الحشرية، وكذلك غذيت الناقلات الحشرية عليها والتي عندئذ نقلت الكائن الحي إلى نباتات العائل بعد تغذيتها عليها، وبالتالي فإن العوائل المحقونة قد تكشف عليها أعراض نموذجية للمرض. يمكن أن تسترد الكائنات الحية المسببة للمرض، ثانية من مثل تلك النباتات وتنمى وتشاهد في المزرعة، وبالتالي فإن البلازما اللولبية هي بالتحديد المسببات الخاصة لتلك الأمراض. مع أن بعض هذه الكائنات ذات قرابة سيرولوجية، إلا أنها غير متماثلة بأي وسيلة، وأيضاً فإنها تبدو أنها متميزة عن بعضها البعض في العوائل التي تصيبها وفي بعض المتطلبات الغذائية لكل واحدة منها لكي تنمو في المزرعة.

كائنات حية أخرى تشابه الميكوبلازما :

Other organisms that resemble Mycoplasmas

الأشكال اللامية في البكتيريا

L - forms of Bacteria

بالإضافة إلى الثلاثة أنواع من الكائنات الحية المشروحة سابقاً، فإن البكتيريا في كثير من الحالات تنتج أشكال مختلفة تفشل في تكوين جدر خلوية، وإن نسل مثل هذه الأشكال المختلفة يشكل تجمعات من البكتيريا عديمة الجدار، تسمى بكتيريا ذات الشكل لام أو البكتيريا

ذات الطور اللام L - form أو L - phase، حيث أنها من ناحية مورفولوجية غير متميزة عن الميكوبلازما وغير متميزة عن الميكوبلازما الشبيهة بالكائنات الحية التي شوهدت في النباتات. إن البكتيريا شكل اللام (يعني البكتيريا عديمة الجدار) عادة تتكون وتنتج تحت الظروف المعملية عندما يضاف البنسلين أو المواد الأخرى التي تثبط تكوين جدار الخلية إلى بيئة المزرعة، إنها أيضاً تتكشف بوضوح في الكائنات الحية الدقيقة عندما تعامل ببعض المضادات الحيوية.

إن البكتيريا شكل اللام إما أن تكون غير ثابتة وتعود إلى الشكل البكتيري الأصيل عندما تستبعد المواد المثبطة لتكوين الجدر الخلوي البكتيري من البيئة أو أنها تبقى ثابتة، وهذا يعني أنها تكون غير قادرة على الرجوع إلى الأصل البكتيري. يمكن زراعة البكتيريا شكل اللام على نفس البيئة الغذائية كما هو الحال في البكتيريا الأصلية ولكنها عادة تفقد أية قدرة مرضية يمكن أن تكون تمتلكها البكتيريا الأصلية. ولا يزال من غير المؤكد فيما إذا كانت البكتيريا شكل اللام لا يمكنها أن تلعب دوراً في استمرار قوة المرض خلال المعاملة بالمضادات الحيوية أو في تكرار المرض أو في الكمون، عن طريق إظهار درجة عالية من المقاومة ضد المضادات الحيوية التي تؤثر في بناء الجدار الخلوي، وعن طريق عودتها إلى البكتيريا الأصلية الممرضة في نهاية المعاملة بالمضاد الحيوي. أيضاً ومن الممكن تصوره أنه في الحقل فإن البكتيريا شكل اللام يمكن بنفسها أن تحدث مرضاً بدون العودة إلى الآباء البكتيرية. عادة إن البكتيريا شكل اللام تصبح أكثر نفانية وبالتالي أكثر حساسية للمضادات الحيوية التي تؤثر على وظائف الخلية الأخرى بجانب بناء جدار الخلية.

مع أن المقدرة على تكوين الأشكال اللامية تعتبر الآن على أنها صفات عامة للبكتيريا، إلا أنه ذكر أن البكتيريا الممرضة للنبات التي تنتج الأشكال اللامية هي البكتيريا أجروباكتيريم تيوميفاشنس *Agrobacterium tumefaciens* التي تسبب مرض التدرن التاجي. زيادة على ذلك فإن الأشكال اللامية لهذه البكتيريا محتفظة بالمرضية الموجودة في الآباء البكتيرية وتنتج أوراماً مماثلة لتلك المنتجة بواسطة البكتيريا الأم ويمكن إعادة عزلها وزراعتها من مثل هذه

الأورام. وكذلك فان البكتيريا *Erwinia carotovora pv. atroseptica* من البكتيريا التي تنتج شكل لام.

نظراً لأن البكتيريا شكل اللام غير متميزة مورفولوجياً عن الميكوبلازما وعن الميكوبلازما الشبيهة بالكائنات الحية التي تصيب النبات، فإن تشخيص هذه الكائنات يعتمد على مقدرتها على النمو على بيئة غذائية بسيطة، ومقدرتها على العودة إلى البكتيريا الأصلية في المزرعة. في بعض الحالات فإن إختبارات معقدة جداً متضمنة مقارنة تركيب الـ DNA وتجانسه، يمكن أن تكون ضرورية للحصول على تشخيص محدد لهذا الشكل من البكتيريا.

أمثلة من الأمراض النباتية المتسببة عن ميكوبلازما كائنات حية تشبه الميكوبلازما

Examples From Plant Diseases Caused by Mycplasma-like Organisms

من بين أكثر أمراض النبات أهمية والمتسببة عن كائنات حية تشبه الميكوبلازما هي، اصفرار الاستر، البراعم النشيطة في التفاح، الاصفرار المميت في جوز الهند. تحلل لحاء الدردار، grapevine flavescence doree، القمة الشجرية في البطاطا، مرض اكس في الخوخ، اصفرار الخوخ، تدهور الكمثرى، أمراض ستولبر أو البرعم الكبير في النباتات الباذنجانية، وأمراض أخرى كثيرة. بالإضافة إلى ذلك فإن هناك مرضان يتسببان عن البلازما اللولبية، هما : مرض قلة الإثمار في الحمضيات، ومرض تقزم الذرة وهما أيضاً ذوي أهمية إقتصادية كبيرة.

اصفرار الأستر : -

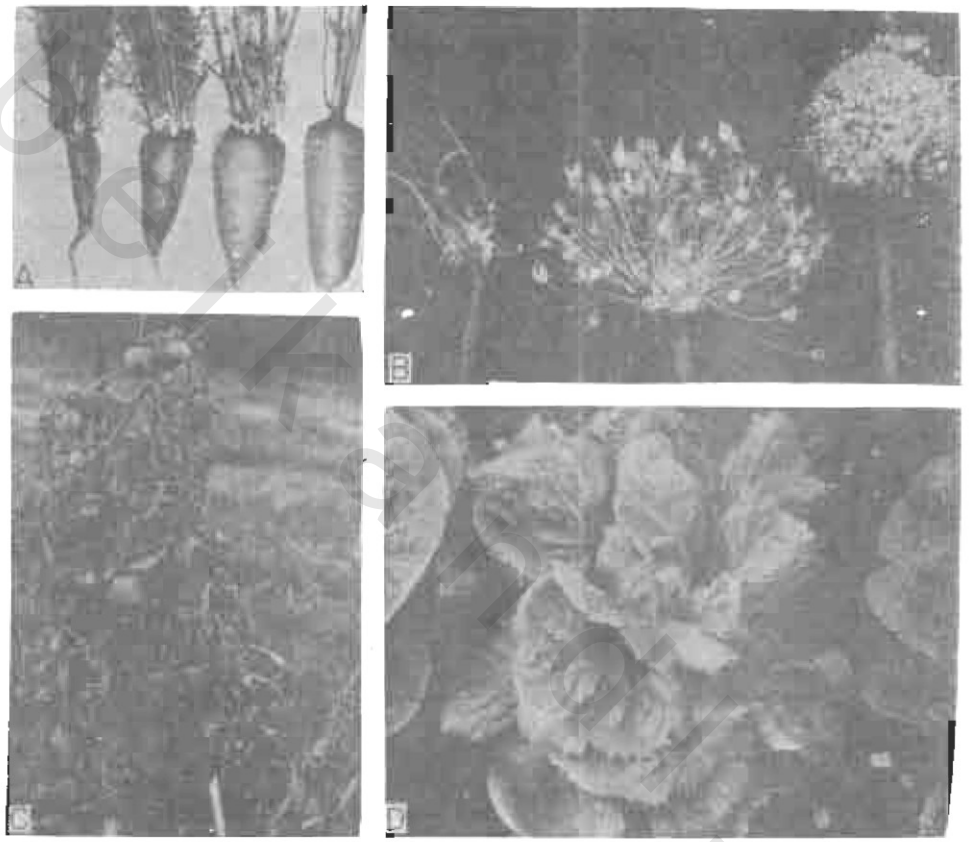
Aster Yellows

يوجد مرض اصفرار الأستر في أمريكا الشمالية، أوروبا واليابان. يهاجم الكائن الممرض عديداً من الخضروات، نباتات الزينة وأعشاب تابعة لأكثر من ٤٠ فصيلة. إن بعضاً من أهم العوائل النباتية التي تهاجم بشدة عالية هي، الجزر، الخس، البصل، السبانخ، البطاطس، الشعير، الكتان، الأستر، الجلاديولس، الطماطم، الكرفس، الفلوكس (القبس).

يهاجم اصفرار الأستر النباتات وذلك بإحداث اصفرار عام (شحوب) وتقزم في النبات، إنتاج نموات خضرية عصارية غير طبيعية، عقم الأزهار، تشوهات في الأغصان، وخفض عام في كمية ونوعية الإنتاج (شكل ٢٠٠). تختلف الخسائر المتسببة عن اصفرار الأستر إلى حد بعيد بين العوائل المختلفة من المحاصيل. يبدو أن أكبر الخسائر يعاني منها الجزر الذي تصل فيه الخسائر من ١٥ – ٢٥٪ وهي الخسائر الأكثر شيوعاً إلى حد ما، في حين تصل الخسائر أحياناً من ٨٠ – ٩٠٪. إن نواتج النباتات المصابة بالإضافة إلى كونها منخفضة في الحجم أو النوعية فإنها تكون ذات طعم ونكهة غير مقبولين.

الأعراض : – مع أن التأثيرات العامة لمرض اصفرار الأستر على معظم أنواع نباتات العائل هي متشابهة، إلا أن كل نوع من العوائل النباتية أيضاً ينتج أعراض مميزة والتي يمكن تقدير إختلافها عن تلك المنتجة على عوائل أخرى.

تظهر الأعراض على الجزر أولاً على شكل شفافية عروق وبعد ذلك اصفرار الأوراق الأحدث سناً في مركز التاج، لا تلبث بعد ذلك أن تنتج النباتات المصابة كثيراً من النموات الخضرية العرضية والتي تعطي القمم مظهر مكنسة عفريت (شكل ٢٠٠ ، A) ، تكون السلاميات في مثل هذه النموات قصيرة كما هو الحال في أعناق الأوراق. تكون الأوراق الحديثة بشكل عام أصفر وأكثر ضيقاً وغالباً ما تصبح جافة. تصبح أعناق الأوراق المسنة ملتوية وأخيراً تتكسر.. في الفترة الأخيرة من الموسم فإن الأوراق المسنة المتبقية عادة تصبح برنزية اللون ومحمرة. إذا ما أصيبت النباتات الحديثة وهي لا تزال صغيرة فمن الممكن أن تموت قبل أن تصل إلى طور النضج. في الإصابات المتأخرة وما ينتج عنها من القمم الشجيرية فإنها لا تجعل مظهر النبات غير مرغوباً ولكن تقلل قيمته التسويقية فقط، ولكنها أيضاً تجعل الجمع الميكانيكي للجزر صعباً أو غير ممكناً، وزيادة على ذلك تعرض الجذور للأعفان الطرية المختلفة في الحقل والمخزن. تتشوه الأجزاء الزهرية في النباتات المصابة.



شكل – ٢٠٠

أعراض مرض اصفرار الأستر على عوائل مختلفة. (A) على الجزر. لاحظ القمة الشجيرية والتقزم، الجذور الشعرية، المدببة في الجزر المصاب. النبات السليم على اليمين. (B) علي البصل. العنقود الزهري المريض يظهر عليه درجات مختلفة من التشوه والعقم. (C) تشوه واصفرار وتقزم نبات وثمار الطماطم. (D) اصفرار وتقزم الخس.

يهاجم اصفرار الأستر أيضاً جنور الجزر، وكلما أخذت الإصابة مجرارها مبكراً كلما زادت شدة الأضرار الناتجة. يكون الجزر المصاب بشكل عام صغيراً مستدق الطرف شكله

غير عادي وعليه أعداد مختلفة وكثيرة من الجنور الثانوية الصوفية التي تتماسك وتلتصق عليها حبيبات التربة عندما تسحب النباتات من الأرض. إن منطقة التاج في الجنور المصابة بدلاً من أن تكون مسطحة أو مجوفة كما هو الحال في النباتات السليمة، فإنها تصبح منتفخة وبارزة إلى أعلى مشكلة رقبة تشبه المخروط. إذا عمل قطاع طولي في الجزر المصاب فإن الخشب أو قلب الجزر يظهر متسعاً بينما منطقة القشرة تكون أضيق كثيراً منها في الجزر السليم. تظهر منطقة القلب في الجزر المصاب شفافة وذات لون فاتح أكثر إلى حد ما. يكون الجزر المصاب ذو نكهة غير مقبولة. وإن درجة رداءة الطعم هذه تتناسب مع شدة المرض. أما الجزر الذي يدخل في العمليات الصناعية (تعليب أو بوريز مجمد، البوريز هو حساء مركز) فإن وجود ١٥٪ من الجزر المصاب يعطي نكهة كريهة لجميع الناتج المصنع.

الكائن الممرض: ـ يتسبب هذا المرض عن (ميكوبلازما) كائن حي شبيه بالميكوبلازما أسمه: *Aster yellows mycoplasma like organism*. إن الكائن المسبب لاصفرار الأستر له شكل خارجي وحجم وصفات الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما التي تصيب النباتات والتي شرحت مسبقاً في هذا الفصل (شكل ١٩٥).

لقد نقل إصفرار الأستر بالبرعم أو التطعيم وبواسطة نطاط الأوراق ماكروستيلز فاسسفرونز *Macrosteles fascifrons* وبواسطة نطاطات أوراق أخرى عديدة.

تكشف المرض : – تقضي الميكوبلازما الشتاء في النباتات المعمرة أو ذات الحولين من نباتات الزينة، الخضروات والأعشاب النباتية. وإن بعضاً من أكثر الأعشاب أهمية والتي تعمل كمخزن للكائن الممرض هي، نبات thistle وهو نبات شوكي، الهندباء البرية، الجزر البري، الطرخشقون (نوع من الهندباء)، نبات الرغيتا الحقلي (زهرة الربيع من الفصيلة المركبة) Black-eyed susan, field daisy، لسان الحمل ذو الأوراق العريضة.

يكتسب نطاط الأوراق (الناقل الحشرى) الميكوبلازما أثناء التغذية وذلك عن طريق إدخال خرطومه في لحاء النباتات المصابة ويمتص الميكوبلازما مع عصارة النبات. في نهاية فترة الحضانة في الحشرة وأثناء تغذية الحشرة على نباتات سليمة فإن الميكوبلازما تحقن خلال

خرطوم الحشرة في لحاء النباتات السليمة حيث تتوطد الاصابة وتتكاثر الميكوبلازما. عندما يحدث الحقن في الورقة فإن الميكوبلازما تنتقل من الورقة إلى بقية النبات خلال ثمانية ساعات أحياناً، ولكن بشكل عام خلال ٢٤ ساعة بعد الحقن عادة لا تظهر النباتات المحقونة أعراضاً حتى مضي فترة حضانة على الأقل ٨ – ٩ أيام على درجة حرارة ٢٥° م ، ١٨ يوم على درجة ٢٠° م ، بينما لا تتكشف أعراض على درجة حرارة (١٠ م). إن طول فترة الحضانة في النباتات لا يعتمد على عدد العوامل الحشرية المتغذية على النبات ولا يعتمد على طول فترة تغذية تلك الحشرات.

يبدو أن ميكوبلازما إصفرار الأستر محدودة بشكل أساسي في لحاء النباتات المصابة. بعض الخلايا المجاورة إلى العناصر الغربالية الحديثة تصبح في البداية متغيرة فسيولوجياً، تصبح متضخمة وبعدئذ تموت. تصبح الخلايا الحية متضخمة في العدد ولكن هذه لا تلبث أن تموت سريعاً. بعدئذ تبدأ الخلايا المحيطة بالمناطق المتحللة والميتة في الانقسام وتتسع بإفراط منتجة عناصر غربالية غير عادية، بينما عناصر اللحاء التي خلال المناطق المتحللة الميتة تصبح متحللةوتنهار.

المقاومة:

هناك وسائل عديدة تساعد في تقليل الخسائر الناتجة من إصفرار الأستر، مع أن أي منها سوف لا يقاوم المرض كلية. إن استئصال العوائل العشبية المعمرة وثنائية الحول من الحقول ومن الممرات ومن الأسيجة، ومنع زراعة محصول قابل للإصابة بعد محصول يأوي إليه الكائن الممرض، كل ذلك يساعد في استبعاد مصدراً كبيراً من لقاح الميكوبلازما. كما وإن مقاومة نطاطات الأوراق (الناقلة للمرض) في المحصول وفي الأعشاب المجاورة، بالمبيدات الحشرية مبكراً قدر الإمكان في الموسم يساعد في تقليل نقل الميكوبلازما إلى نباتات المحصول، وبالتالي يخفض من حدوث المرض. هناك بعض الأصناف النباتية تكون أكثر مقاومة للمرض من غيرها، ولكن لا يوجد أصناف منيعة، حيث أنه أثناء الإنتشار السريع والخطير للمرض فإنها أيضاً تعاني من خسائرخطيرة.

ومن ناحية تجريبية يمكن مقاومة إصفرار الأستر وذلك بغمر جذور النباتات المصابة حديثاً في محلول من التتراسيكلين. إن الغمر الاسبوعي يوقف تكشف الأعراض في النباتات المصابة، ولكن الأعراض عادة تعود للظهور ثانية خلال ٢ – ٤ أسابيع بعد توقف المعاملة عن الاستمرار. إن رش المجموع الخضري أو غمر التربة في المنطقة حول النباتات بالتتراسيكلين له تأثير قليل أو ليس له تأثير في مقاومة المرض.

الإصفرار المميت في نخيل جوز الهند

Coconut Lethal Yellowing

يظهر الإصفرار المميت على شكل لفحة تقتل أشجار النخيل خلال ٣ – ٦ شهور بعد ظهور أولى الأعراض. يوجد المرض في فلوريدا ومعظم جزر الكاريبي، غرب أفريقيا، وفي أماكن أخرى. عرف المرض لأول مرة في Key West في سنة ١٩٥٥، وفي الخمسة سنوات التالية قتل حوالي ثلاثة أرباع أشجار جوز الهند في Key West. ظهر الإصفرار المميت في منطقة ميامي في فلوريدا في خريف سنة ١٩٧١، ولقد قتل ما يقدر بحوالي ١٥ ألف شجرة لغاية أكتوبر سنة ١٩٧٣ وحوالي ٤٠ ألف شجرة جوز هند لغاية أغسطس سنة ١٩٧٤، ولغاية أغسطس سنة ١٩٧٥ فإن حوالي ٧٥٪ من أشجار جوز الهند في Dade Country (منطقة ميامي) قد ذكر على أنها قتلت أو في طريقها إلى الموت بمرض الإصفرار المميت. بالإضافة إلى أشجار جوز الهند (كوكس نيوسيفيرا *Cocos nucifera*) يتضح أن المرض يهاجم أنواعاً أخرى عديدة من النخيل النامي في جنوب فلوريدا، متضمناً، فيتيشا *Veitchia*، بريتاكارديا *Pritchardia*، فونكس *Phoenix*، كوريفا *Corypha*. يبدو أن جميع النخيل المريض مصاباً وينهار ويموت بأعراض تشبه الإصفرار المميت.

تظهر أعراض الإصفرار المميت في البداية على شكل سقوط جوزات غير ناضجة في أي حجم، بعدئذ فإن النورة التي تظهر بعد سقوط الثمرة تكون ذات قمم مسودة اللون ومعظم الأزهار المذكرة تموت وتسود (شكل ٢٠١ ، B) ولا تعقد الثمار. لا تلبث أن تتحول الأوراق

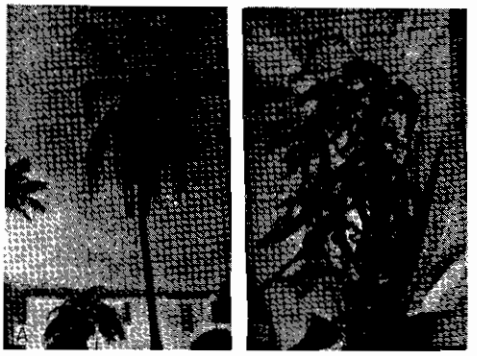
السفلية إلى اللون الأصفر ويتقدم الإصفرار إلى أعلى من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة، عندئذ تموت الأوراق المسنة قبل الأوان وتتحول إلى اللون البني وتلتصق بالشجرة بينما الأوراق الأكثر حداثة تتحول إلى اللون الأصفر (شكل ٢٠١ ، A) وقبل إنقضاء مدة طويلة تموت كل الأوراق كما يموت أيضاً البرعم الخضري. أخيراً فإن أوراق قمة شجرة النخيل تسقط كلها ولا يبقى عليها أي ورقة، وبالتالي يصبح الجذع الطويل لشجرة النخيل، في هذه الحالة، يشبه عمود التليفون.

الكائن المسبب هو ميكوبلازما كائن حي شبيه بالميكوبلازما، هو يشبه من ناحية مورفولوجية جميع الكائنات الحية الأخرى الشبيهة به التي وجدت في النباتات. يوجد الكائن المرض أساساً في لحاء الخلايا الحديثة (شكل ٢٠٢). مع أن المرض ينتشر بوضوح سريعاً في الطبيعة، إلا أن العامل الناقل له لغاية الآن غير معروف بالتأكيد.

إن نطاط الأوراق *Myndus crudus* يعتبر احدى العوامل الناقلة.

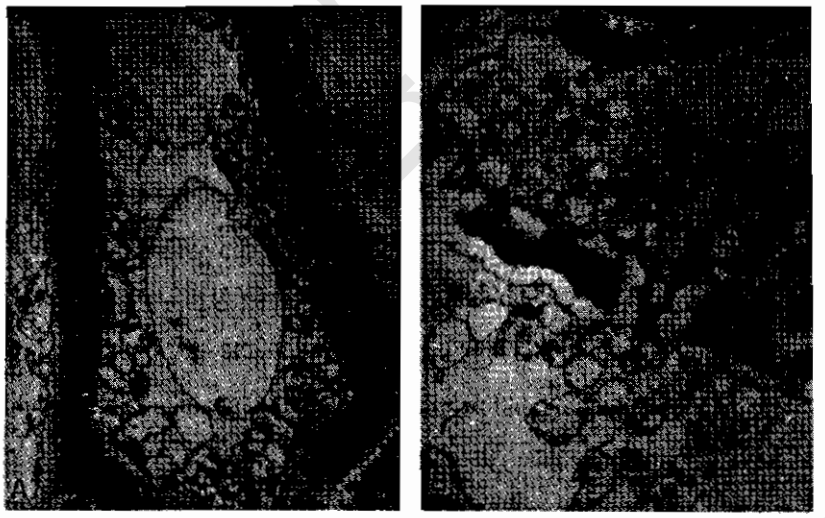
إن مقاومة مرض الإصفرار المميت لغاية الآن عبارة عن محاولات، وهي بشكل أساسي تكون عن طريق إتباع التدابير الصحية مثل إزالة وحرق أشجار النخيل المريضة كلما ظهرت الأعراض وذلك لتقليل مصدر اللقاح الذي منه يستطيع الناقل أو الناقلات أن تنقل الكائن المرض إلى الأشجار السليمة. من بين أشجار جوز الهند المختلفة هناك فقط بعض أصناف Malayan المتقزمة يظهر أنها مقاومة أو منيعة لمرض الإصفرار المميت وإن آلافاً من مثل هذه الأشجار وهجن من هذه الأصناف مع النخيل القابل للاصابة، تزرع الآن لتحل محل أشجار جوز الهند الاخرى حيثما وجد الاصفرار المميت.

لقد حصل على نتائج مشجعة جداً لمقاومة الإصفرار المميت وذلك بمعاملة الأشجار المصابة بمحاليل من المضادات الحيوية مثل التتراسيكلين. عندما يحقن ٠,٥ – ٢٠ غم من أوكسي تتراسيكلين هيدروكلورايد Oxytetracycline hydrochloride في جذوع النخيل المريض، إما عن طريق الانسياب بالجاذبية أو عن طريق الحقن بالضغط في الجذع، فإن



شكل ٢٠١

(A) أشجار جوز الهند في المراحل الأخيرة من التدهور نتيجة للإصابة بمرض الاصفرار المميت. (B) موت وتحلل النورة في أشجار جوز الهند هي الأعراض التشخيصية للمرض (تشخيص مبكر).



شكل ٢٠٢

(A) الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما في العناصر الغربالية في نورة حديثة لأشجار جوز الهند مصابة بمرض الاصفرار المميت. (B) الكائن المسبب للمرض يمر خلال ثقوب الصفيحة الغربالية المبطنة بالكالوس.

التعبيرات المريضة (أعراض المرض) تكبح أو تنخفض كثيراً لعدة شهور وتنمو نورات جديدة سليمة وأوراق جديدة سليمة في أشجار النخيل المعاملة بعد ٣ – ٤ شهور من إبتداء المعاملة. يستجيب النخيل أفضل كثيراً عندما يعامل بالتتراسيكلين في إبتداء تكشف المرض أو في الطور الأولي من الإصفرار أكثر منه عند المعاملة في الأطوار المتقدمة من المرض. إن الجرعات العالية من المضادات الحيوية (٦ – ٢٠ غرام / شجرة) أكثر فعالية في الحث على تسكين متوسط للأطوار المتقدمة من المرض ويدوم تاثيرها أطول من الجرعات المنخفضة تلك. يستمر هذا التسكين من ٤ – ٧ شهور وتعاد ثانية المعاملة على فترات كل أربع شهور.

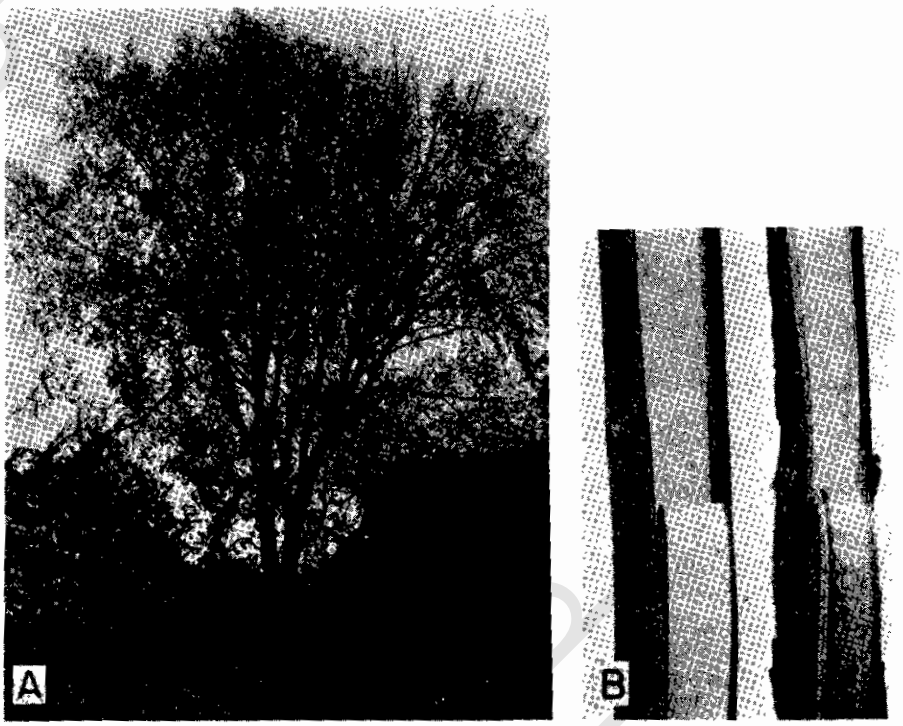
نكروزز (موت ونحلل) لحاء الدردار

Phloem Necrosis of Elm

يوجد المرض في حوالي ١٥ ولاية من الولايات الوسطى والجنوبية ولقد وجد حديثا في ولايات Massachusetts بنسلفانيا ونيويورك. إن أوبئة نكروزز لحاء الدردار قد قتلت آلافاً من الأشجار في أقطار عديدة.

تظهر الأعراض على شكل تدهور عام في الشجرة التي تتدلى أوراقها وتتجعد، تتحول إلى اللون الأصفر الفاتح، ثم إلى اللون البني وأخيراً تسقط (شكل ٢٠٣، B,A). تقتل بعض الأشجار خلال بضع أسابيع وإن معظم الأشجار التي تبدي أعراضاً في يونيو أو شهر يوليو تموت في موسم نمو واحد. إذا ما أصيبت الشجرة متأخرة فإنها يمكن أن تعيش خلال الشتاء ولكن بعدئذ في الربيع فإنها تنتج محصول قليل من الأوراق الصغيرة ولا تلبث أن تموت بعد ذلك. في الأطوار المتأخرة من المرض فإن الطبقات الداخلية من القلف المقشور (اللحاء) في قاعدة الساق تبدي لون بني يشبه لون حلوى سكوتش butterscotch (أبيض مائل للبني) وذات رائحة ضعيفة مثل رائحة الشاي الكندي. إن المميزات الأخيرة هذه تستعمل غالباً في التشخيص السريع للمرض. يظهر تلون اللحاء واضحاً وذلك نتيجة الترسب السريع للكالوس خلال الأنابيب الغربالية ومن ثم انهيار العناصر الغربالية والخلايا المرافقة، ينتج الكامبيوم بديل اللحاء ولكن تصبح خلاياه متحللة بسرعة أيضاً. الكائن المرض هو ميكوبلازما كائن حي شبيه

بالميكوبلازما يوجد في لحاء الخلايا المصابة وينتقل من الأشجار المريضة إلى الأشجار السليمة بواسطة نطاط الورق سكافودس ليوتولص *Scaphoideus luteolus*. إن حقن الأشجار المصابة حديثاً بالتتراسيكلين يسبب تأجيل ظهور الأعراض لعدة شهور وقد تصل إلى ثلاثة سنوات. يجب إزالة وحرق الأشجار الميتة أو الأشجار المريضة بشدة.



شكل - ٢٠٣ (A,B)

موت وتحلل لحاء الدردار. (A) شجرة مريضة. (B) تلون القلف الداخلي في شجرة مريضة.

مرض إكس في الخوخ

Peach X-Disease

إن مرض إكس يتضمن مرض إكس الغربي، يحدث في الأجزاء الشمالية الغربية والشمالية الشرقية من الولايات المتحدة والأجزاء المجاورة من كندا، ويوجد أيضاً في متشغان

وفي ولايات أخرى عديدة. حيث يوجد مرض إكس فإنه إحدى أكثر أمراض الخوخ أهمية. تصبح الأشجار المصابة غير ذات فائدة إقتصادية في خلال ٢ - ٤ سنوات. تصبح أشجار الخوخ الحديثة غير ذات قيمة خلال سنة واحدة من الاصابة أو الحقن بالكائن المرض. يهاجم المرض الكرز الحلو والكرز الحامض، النكترين و Chokecherries (كرز أمريكي نو ثمار قابضة).

تظهر أعراض مرض إكس في الخوخ على شكل تبرقش خفيف وبقع ذات لون أرجواني محمر على الأوراق في بعض الأغصان أو على كل الأغصان. تموت البقع وتسقط، تعطي مظهر التثقب للورقة، تتخذ الأوراق تلون محمر وتلتف إلى أعلى. أخيراً تسقط معظم الأوراق الموجودة على الأفرع المصابة ماعدا الأوراق التي في القمم (شكل ٢٠٤) عادة تنوي الثمار الموجودة على الأفرع المهاجمة ولا تلبث أن تسقط بعد ظهور الأعراض على الأوراق، إن أي ثمار تبقى على الأشجار تنضج قبل إكتمال نموها وتكون ذات طعم غير مقبول وغير صالحة للبيع. لا يتكشف بنور في تجاويف الثمار المهاجمة. أما الثمار التي على الأجزاء التي تبدو سليمة من الأشجار فإنه لا يظهر عليها أية علامات للمرض.

الكائن المرض هو ميكوبلازما كائن حي شبيه بالميكوبلازما، وجد في عناصر الأنابيب الغربالية في لحاء الأشجار المريضة، ينتقل الكائن المرض بواسطة أنواعاً عديدة من نطاطات الأوراق من الأجناس كولادوناس *Colladonus*، سكافاي توبس *Scaphytopius* وطبعاً بالتطعيم بالبرعم والأنواع الأخرى من التطعيم.

تتكشف الأعراض على أشجار الخوخ المحقونة مبكراً في الموسم في مدة لا تزيد عن شهرين، بينما الأشجار المحقونة متأخراً قد لا يظهر عليها أعراض حتى الموسم التالي. تستطيع الحشرة الناقلة أن تنقل الكائن المرض خلال أشجار من نفس النوع وبين أشجار من أنواع مختلفة، مثال ذلك، ينقل المرض من الكرز الأمريكي القابض (Chokecherry) إلى الخوخ. يبدو أنه في الشمال الشرقي من الولايات المتحدة، إما أن سلالة الحشرة الناقلة أو سلالة الكائن المرض مختلفة في طريقة إنتقالها، حيث أن الكائن المرض ينتقل من الكرز

الأمريكي القابض إلى الخوخ أو إلى الكرز الأمريكي القابض ولكن ليس من الخوخ إلى الخوخ. هذه الخاصية سمحت بالمقاومة الناجحة لمرض إكس على الخوخ وذلك بإستئصال الكرز الأمريكي القابض من المناطق المجاورة لبساتين الخوخ في منطقة قطرها حوالي ٢٠٠ م عن البستان. هناك طرق مقاومة أخرى تتضمن استعمال طعم خشبي خال من المرض وكذلك استعمال الأصول الجذرية الخالية من المرض، وإزالة الأشجار المريضة. إن حقن الأشجار المريضة بالتتراسيكلين يؤدي إلى تأجيل مؤقت لأعراض مرض إكس ويؤدي إلى خفض نقل المرض بنطاطات الأوراق التي تحصل وتكتسب على اللقاح من الأشجار المعاملة.

شكل - ٢٠٤
شجرة خوخ يظهر عليها أعراض مرض إكس.

Open Library

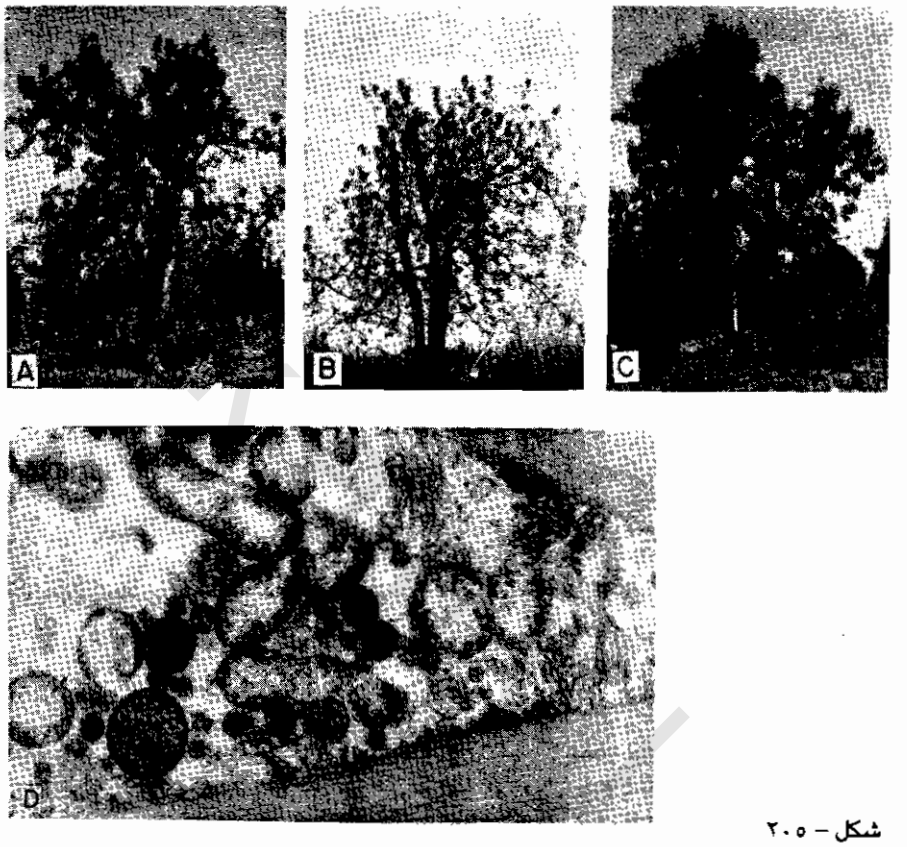
تدهور الكمثرى

Pear Decline

يوجد مرض تدهور الكمثرى في الساحل الباسيفيكي وفي بعض ولايات الساحل الشرقي، في أوروبا، ومن المحتمل أن يكون موجوداً في أقطار أخرى حيث لوحظت اضطرابات في الكمثرى مشابهة لأعراض التدهور، ولكن ما مدى علاقتها مع تدهور الكمثرى لم تؤكد بعد. يسبب تدهور الكمثرى إما تقدم بطيء في إضعاف الأشجار وأخيراً موت الأشجار أو يحدث لها ذبول سريع مفاجيء وموت. يمكن أن يكون المرض فاجع جدا حيث قتل أكثر من مليون ومائة ألف شجرة في كاليفورنيا ما بين عامي ١٩٥٩ ، ١٩٦٢. يهاجم مرض تدهور الكمثرى جميع أصناف الكمثرى عندما تطعم على بعض الأصول. مع أن الأصول الشرقية مثل بايرس سيروتينيا *Pyrus serotina*، بايرس يوسسيورنيسز *P. ussuriensis* تهاجم على الأغلب. لقد لوحظ تدهور الكمثرى أيضاً على أصناف الكمثرى المطعمة على بايرس كوميونس *P. communis*، بايرس بتيوليفوليا *P. betulaefolia*، وعلى السفرجل.

إن أعراض مرض تدهور الكمثرى في الوضع المرضي، تدهور بطيء، تظهر على شكل ضعف متوالي في الأشجار التي يمكن أن تستمر حية لعدة سنوات ولكن أخيراً، وبالرغم من التحسن الملحوظ في بعض الأحيان، إلا أن الأشجار تقتل بواسطة المرض. خلال تلك الفترة يكون هناك قليل من النموات الصغيرة قد نمت، الأوراق تكون قليلة صغيرة خضراء باهتة وجلدية وتلتف قليلاً إلى أعلى (شكل ٢٠٥) مثل هذه الأوراق غالباً ما تتحول إلى اللون المحمر في أواخر الصيف وتسقط قبل إكتمال النمو في الخريف. تنتج الأشجار أزهاراً بوفرة في الأطوار الأولى من المرض ولكن كلما تقدم المرض فإن الأشجار تنتج أزهاراً أقل، ويكون عقد الثمار أقل، وتكون الثمار صغيرة. في هذه الفترة من الاصابة مع أن النشا يتجمع فوق منطقة إتحاد الطعم بالأصل، إلا أنه تقريباً يكون مفقوداً تحت منطقة إتحاد الطعم بالأصل وتموت معظم الجذور المغذية في الشجرة.

أما في الحالة المرضية، التدهور السريع، فإن الأشجار تذبل فجأة وتموت خلال بضع أسابيع. إن التدهور السريع أكثر إنتشاراً في الأشجار المطعمة على أصول شرقية، بينما الأشجار المطعمة على أصول أخرى، عادة يتكشف عليها الشكل المرضي، التدهور البطيء.



شكل – ٢٠٥

(C,A) تدهور الكمثرى. (A) شجرة كمثرى بارتليت مطعومة على أصل بايرس سيروتينيا مبينة أعراض تدهور الكمثرى المزمنة. (B) كما هو في (A) ولكن التدهور المزمن أكثر تقدماً – الشجرة نامية بضعف شديد جداً، وتعطي ثمار قليلة وصغيرة. شجرة كمثرى بارتليت (C) عادت إلى وضعها الطبيعي بعد حقنها بغرام واحد من أوكسي تتراسيكلين هيدروكلورايد في سبتمبر الماضي لاحظ النموات الحديثة وكثافة النمو الورقي. (D) الميكوبلازما الشبيهة بالكائنات الحية في أنبوب غربالي في لحاء ورقة شجرة كمثرى مصابة بتدهور الكمثرى. الأسهم تشير إلى الغشاء المتحد.

إن كلا نوعي التدهور في الكمثرى يمكن إكتشافهما والتأكد منهما بالملاحظات الميكروسكوبية في اللحاء تحت منطقة إتحاد الطعم مع الأصل. حيث أن حلقة لحاء الموسم الحالي في الأشجار المريضة التي تكون مباشرة تحت منطقة التطعيم، تتحلل ويصبح التحلل أكثر وضوحاً كلما تقدم الموسم، أيضاً في منطقة إتحاد الطعم بالأصل في الأشجار المريضة يتكون عناصر أنابيب غربالية صغيرة وضيقة (محل اللحاء) إذا ما قورنت بالعناصر العادية السليمة. يمكن أن ينتقل مرض تدهور الكمثري بواسطة التطعيم بالبرعم أو بالأنواع الأخرى من التطعيم، مع أنه حوالي ثلث البراعم فقط يبدو أنها تنقل المرض. أيضاً ينتقل مرض تدهور الكمثرى طبيعياً بواسطة براغيث الكمثري بسايلا بايريكولا *Psylla pyricola* حيث أن أعداداً كبيرة منها مسئولة عن إنتشار المرض.

الكائن الممرض هو ميكوبلازما كائن حي شبيه بالميكوبلازما يوجد في عناصر اللحاء الغربالية، هذه الكائنات ذات أجسام غالباً كروية وبعضها مستطيلة من حوالي ٥٠ – ٨٠٠ نانوميتر، قليل منها تكون متطاولة (شكل ٢٠٥، D). يوجد الكائن الممرض المحمول ببرغوث الكمثرى في أعضاء مختلفة من الحشرة، ولكن يبدو أنه موجود في الجزء الرأسي من البلعوم الأمامي، بمقدار تقريباً خمسة أضعاف وجوده في الغدد اللعابية.

لقد حصل على درجة معينة من المقاومة لمرض تدهور الكمثرى، وذلك بزراعة أصناف كمثري مطعمة على أصول مقاومة مثل بايرس كوميونس *Pyrus communis*، وباستبعاد الأصول الشرقية عالية الحساسية. إن مقاومة براغيث الكمثرى، الناقل الحشرى للمرض، لم يكن ناجحاً في مقاومة المرض. إن حقن جذوع الأشجار المصابة بحوالي ٦ – ٨ لترات من محلول التتراسيكلين (١٠٠ غم / لتر) حالاً بعد جمع المحصول يمنع ظهور أعراض تجعد الورقة في الخريف في الموسم الجاري ويشجع بكثرة إعطاء نموات جديدة ومهاميز في الأشجار المعاملة في الموسم التالي. عندما تجرى معاملتان أو ثلاثة معاملات في الخريف فإن الأشجار المصابة بشدة، سابقاً، ترجع إلى الوضع العادي أو قريباً من الوضع العادي (شكل ٢٠٥، C).

إن المعاملة بالمضادات الحيوية يجب أن تستمر سنوياً أو كل سنتين والا فان المرض يظهر ثانية.

مرض قلة الأثمار في الحمضيات

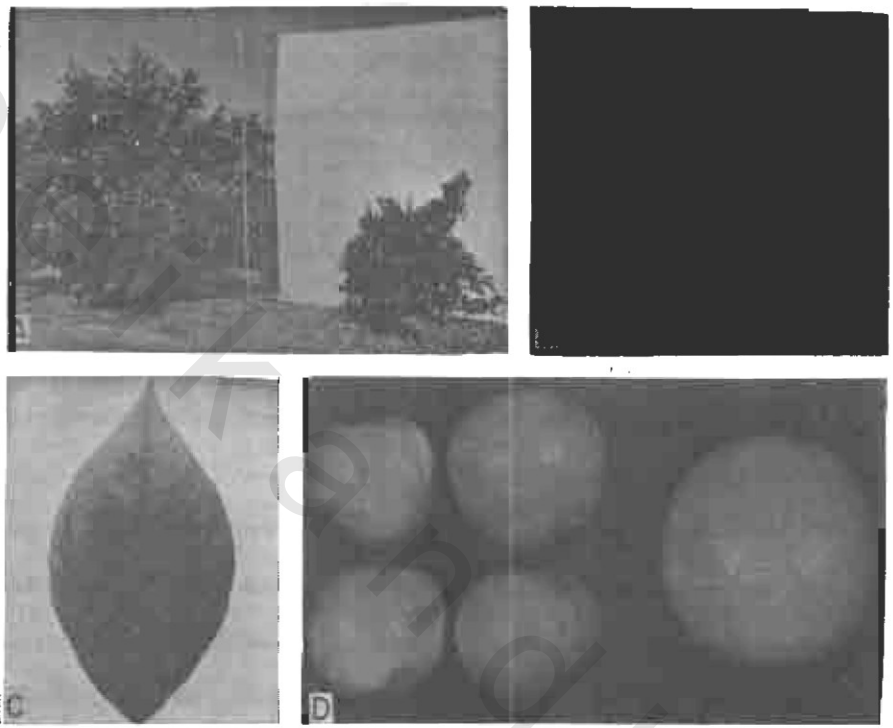
Citrus Stubborn Disease

يوجد مرض قلة الأثمار في الحمضيات في جميع أقطار البحر الأبيض المتوسط، جنوب غرب الولايات المتحدة، البرازيل، استراليا ومن المحتمل أن يكون في جنوب أفريقيا. أما في بعض أقطار البحر الأبيض المتوسط وفي كاليفورنيا فإن مرض قلة الأثمار يعتبر أكبر مهدد لانتاج البرتقال الحلو والكريب فروت، يصعب اكتشاف هذا المرض بسبب التكشف البطيء للأعراض ولطول مدة حياة الأشجار المصابة وكذلك فإن إنتشاره يكون على نحو تدريجي. يقل إنتاج الأشجار المصابة بشكل كبير جداً، تنتج الشجرة قليلاً من الثمار ويمكن أن تكون هذه الثمار صغيرة جداً بحيث لا يستطاع تسويقها. لقد أصيب في كاليفورنيا حوالي ٢ مليون شجرة من البرتقال (تقريباً)، ومن الكريب فروت، والطنجال (tangelo) وهو شجر مهجن من اليوسفي والكريب فروت) وأصبحت بدون فائدة، وأصيبت أشجار أخرى كثيرة في فرع واحد أو عدة فروع ولكن لغاية الآن لم تتضرر بشدة.

تظهر أعراض مرض قلة الأثمار على كل من، الأوراق، الثمار، والسيقان في كل الأصناف التجارية بغض النظر عن الأصل (شكل ٢٠٦). تختلف الأعراض بمقادير غير محددة وكثيراً ما يكون القليل منها فقط واضح في وقت واحد على الشجرة بأكملها أو على أجزاء من الشجرة، وبشكل عام فإن الأشجار المصابة تظهر نمو شجيري عمودي في الأفرع الصغيرة والأغصان، وتكون ذات سلاميات قصيرة وتظهر زيادة كبيرة في اعداد النموات الحديثة، تكون البراعم المركبة والاشطاءات كثيرة ومنتشرة. تموت بعض النموات الحديثة المصابة موتاً رجعياً (موت قمم)، يكون القلف سميكاً واحياناً مثقب. تبدي الشجرة قليلاً من التقزم أو احياناً يكون التقزم شديداً، وفي حالات كثيرة تظهر قمة الشجرة مستوية وافقية، تكون الأوراق صغيرة أو مشوهة أو كلاهما، وفي حالات كثيرة تكون الأوراق مبرقشة أو شاحبة. يكون تساقط الأوراق كثيراً وشائعاً في الشتاء في الأشجار المصابة. تزهر الأشجار المصابة في كل المواسم وخاصة في الشتاء ولكنها تنتج قليلاً من الثمار. تكون بعض الثمار صغيرة جداً وغير منتظمة (مائلة

إلى احدى الجوانب) أو مشوهة بطريقة أخرى، وكثيراً ما تكون مشابهة لثمار البلوط. مثل تلك الثمار تكون ذات قشرة سمكها عادى في ناحية الطرف المتصل بالساق إلى خط المنتصف وتكون القشرة رقيقة غير عادية من خط المنتصف إلى النهاية القلمية (نهاية القلم الذي يحمل الميسم)، في كثير من الأحيان تكون القشرة كثيفة أو جبنية. تظهر بعض الثمار إخضرار في منطقة القلم أو تكشف معكوس في لون النضج الذي فيه عادة يظهر اللون في البداية في منطقة القلم. تميل الثمار المصابة إلى السقوط قبل النضج وتصبح أعداداً كثيرة منها مومياء. تكون الثمار عادة حامضة أو مرة ولها رائحة وطعم غير مقبولين. وكذلك فإن الثمار المأخوذة من الأشجار المصابة أو من أجزاء مصابة من الشجرة تلك الثمار تميل لأن تكون ذات بذور كثيرة ضعيفة التكوين متلونة وغير مكتملة النمو.

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن سبايرويلازما ستراي *Spiroplasma citri* (شكل ١٩٩). لقد وجد هذا الكائن في الأنابيب الغربالية في لحاء أشجار الحمضيات المصابة بمرض قلة الأثمار، حيث أمكن الحصول عليه من تلك المنطقة، وتزرع مباشرة على بيئة صناعية. إن الكائن المسبب المذكور كان أول كائن حي شبيه بالميكوبلازما الممرضة في أمراض النبات ينمي في بيئة صناعية. يوجد الكائن الممرض خلال الأنابيب الغربالية في اللحاء، ويكون ذو شكل غالباً مشابهاً للأشكال الكروية أو البيضاوية أو متطاول واحياناً على شكل خيوط حلزونية. يظهر الكائن الممرض في المزارع السائلة اساساً على شكل خيوط حلزونية متحركة والتي احياناً تكون مرتبطة مع أجسام رئيسية غير منتظمة الشكل. يمكن أن يفقد الكائن الممرض تركيبه الحلزوني ومقدرته على الحركة في المزارع القديمة أو على بيئة الاجار الصلبة وعندها يظهر على شكل خيوط غير منتظمة وفقاعات. إن الكائن الممرض موجب لصبغة جرام وله طبقة من الزوائد السطحية على الغشاء السيتوبلازمي، ولقد وجد بأنه يصاب النوع الواحد بثلاثة أنواع فيروسية مميزة. إن الكائن الممرض له درجة حرارة مثلى عالية للنمو حوالي ٣٠ – ٣٢° م ، بينما يكون هناك نمو قليل على درجة ٢٠° م ولا يظهر نمو على درجة ٣٧° م. إن الكائن الممرض غير حساس للبنسلين ولكنه عالي الحساسية للتتراسيكلين وأقل من ذلك للأمفوتيرسن amphotericin، والنيومايسين neomycin، والدجيتونين Digitonin.



شكل – ٢٠٦

(A) أشجار برتقال حلو ذات عمر ستة سنوات. السليمة على الشمال، والمصابة بمرض قلة الاثمار على اليمين حيث يلاحظ التقزم الشديد. (B) ثمار المندلين (اليوسفي) يظهر عليها المنطقة الخضراء في الطرف القلمي والشكل المخروطي على الشمال والسليمة على اليمين. (C) أعراض مرض قلة الاثمار على ورقة برتقال حلو. (D) أربعة ثمار مصابة بمسبب مرض قلة الاثمار وثمرة سليمة من البرتقال الحلو.

ينتقل مرض قلة الأثمار في الحمضيات بشكل متوسط بواسطة التطعيم بالبرعم أو التطعيم بالقلم، ومن المعروف أنه ينتشر طبيعياً في بساتين الحمضيات بواسطة نطاط الأوراق *Circulifer (Neoaliturus) tenellus*، وكذلك *Scaphytopius nitridus*، *S.acutus*، *delongi* بينما *Macrosteles fascifrons* قد يكون هو العامل الناقل الشائع لـ *S. citri* في فجل الحصان وبعض العوائل العشبية الاخرى.

لقد وجد *Spiroplasma citri* في أكثر من عشرين عائلة نباتية من نباتات ثنائية الفلقة أو أنه يمكن أن ينقل إليها وكذلك في بعض احادية الفلقة، وأهم هذه النباتات الصليبيات، عديد من اللوزيات مثل الخوخ والكرز ويوجد في البصل. تذبل بعض العوائل المصابة وتموت مثل البازيلاء، الفاصوليا والونكة، بينما معظم العوائل الاخرى تبقى دون إظهار اعراض.

يمكن اكتشاف مرض قلة الأثمار وتشخيصه بالأعراض التي يسببها على الأشجار في الحقل وذلك بفهرسة (indexing ؛ تفهم وتعرف وتسجيل ملاحظات) بادرات العديد من الأصناف من البرتقال الحلو، التانجيلو، الكريب فروت والحمضيات الأخرى التي عادة تتكشف عليها الأعراض خلال ٢ – ٨ شهور في الصوبات الزجاجية وخلال ١٥ – ٢٤ شهراً في الحقل، وعن طريق تأخير ظهور أعراض مرض قلة الأثمار في الأشجار المريضة بعد حقنها بالايرثرومايسين erythromycin، تايلوزين tylosin، أو تتراسيكلين tetracycline في جذوع الأشجار المصابة. الأكثر حداثة هو استعمال الطرق السيرولوجية خاصة ELISA حيث تستعمل دائماً على وجه الحصر لاكتشاف *S.citri* في الأشجار إما للتخلص من الأشجار بالاستئصال أو للمعاملة بالمضادات الحيوية.

تعتمد مقاومة مرض قلة الاثمار في الحمضيات على استعمال طعوم خشبية واصول خالية من البلازما اللولبية والكشف بواسطة ELISA او عن طريق الفهرسة وازالة الأشجار المصابة. يجب وقاية أشجار الحمضيات أو يجب تأخير إظهار الأعراض وذلك عن طريق غمر جذورها لمدد طويلة في المضادات الحيوية مثل تتراسيكلين. ولكن الحقن او رش الاشجار المصابة بالمضادات الحيوية فشل في مقاومة المرض.

مرض تقزم الذرة

Corn Stunt Disease

يظهر هذا المرض في جنوب الولايات المتحدة، وسط أمريكا، وشمال أمريكا الجنوبية. يسبب المرض خسائر شديدة في معظم المناطق التي يحدث فيها، مع أن شدة المرض تختلف باختلاف الصنف، وطور نمو العائل أثناء حدوث الاصابة.

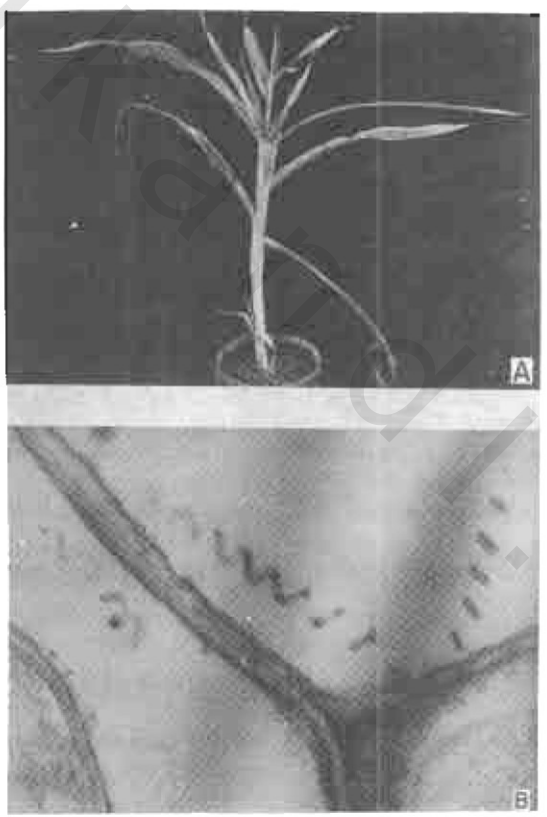
تتكون الأعراض في البداية من تخطيطات باهتة مصفرة في الأوراق الأحدث سناً، وكلما تقدم النبات في النضج يصبح الاصفرار أكثر وضوحاً وأكثر إنتشاراً على الأوراق، لا تلبث معظم مناطق الورقة أن تتحول إلى اللون الأحمر الأرجواني خاصة على الأوراق العليا. تبقى النباتات المصابة متقزمة وذلك لقصر سلاميات الساق خاصة في الجزء من النبات الذي تكون بعد الاصابة والذي يعطي النباتات مظهر شجيري إلى حد ما عند القمة (شكل ٢٠٧). في كثير من الحالات فإن النباتات المصابة تكون ذات كيزان أكثر من النباتات السليمة، ولكن تكون الكيزان صغيرة وتحمل قليلاً من البنور أو لا تحمل بنور إطلاقاً. تكون النورات المذكرة في النباتات المصابة عادة عقيمة، ويكون هناك أيضاً توالد فسائل سرطانية كثيرة، وفي الاصابات الشديدة يكون هناك توالد كثيراً من الجنور أيضاً.

إن الكائن المسبب لمرض تقزم الذرة هو أول بلازما لولبية اكتشفت. إن الصفات المورفولوجية للكائن الممرض مشابهة جداً للصفات المورفولوجية لمسبب مرض قلة الأثمار في الحمضيات (شكل ٢٠٧ ، B و ١٩٨). لقد نميت البلازما اللولبية المسببة لتقزم الذرة على بيئات غذائية صناعية، ولقد أثبتت قدرتها المرضية إما عن طريق الحقن في نطاطات الأوراق (ناقل حشري) بمزرعة نقية، أو بالسماح للنطاطات بالتغذية على بيئة نقية من الكائن الممرض ومن ثم السماح لتلك النطاطات بالتغذية على بادرات ذرة سليمة. يتكشف على النباتات المحقونة اعراضاً نموذجية لتقزم الذرة، ولقد عزلت ثانية البلازما اللولبية من هذه النباتات وزرعت في بيئة غذائية.

ينتقل مرض تقزم الذرة في الطبيعة بواسطة نطاطات الأوراق دالبيوس ايليماتس Dal-*bulus elimatus*، دالبيولس مايدز *D. maidis* ، وغيرها. يجب أن تتغذى نطاطات الأوراق على نباتات مريضة لعدة أيام قبل أن تستطيع أن تتحصل وتكتسب البلازما اللولبية، يجب أن تنقضي كذلك فترة حضانة حوالي ٢ – ٣ أسابيع من إبتداء التغذية قبل أن تستطيع الحشرات نقل البلازما اللولبية إلى النباتات السليمة. إن فترة التغذية من بضع دقائق إلى بضع أيام يمكن أن تتطلبها الحشرات لتستطيع أن تنقل المرض أو تحقن النباتات السليمة بالبلازما اللولبية. تظهر النباتات أعراض تقزم الذرة بعد ٤ – ٦ أسابيع من الحقن. لا يعرف أين تقضي

البلازما اللوابية المسببة لمرض تقزم الذرة، الشتاء بالتأكيد، مع أنه كان يعتقد سابقاً أنها تقضي الشتاء في حشائش جوهانسون ويمكن أن تكون تقضي الشتاء في نباتات معمرة أخرى. أما في المناطق الاستوائية فإن البلازما اللوابية هذه تديم نفسها في زراعات الذرة المتتابعة.

تعتمد مقاومة مرض تقزم الذرة على زراعة هجن ذرة مقاومة لمرض التقزم المذكور.



شكل – ٢٠٧

(A) نبات ذرة مصاب بمسبب مرض تقزم الذرة. تظهر الأوراق ذات خطوط شاحبة، النبات متقزم، يبدأ التوالد على العقد، النورة المذكرة عقيمة. (B) جزء من نسيج لحاء الذرة المصابة بالتقزم، تظهر البلازمة اللوابية في المقطع من أنسجة اللحاء من نبات ذرة مصاب بالتقزم

المراجـع

Bove, J. M. (1984). Wall-less prokaryotes of plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 22, 361-396.

Chen, T. A., and Liao, C. H. (1975). Corn stunt spiroplasma: Isolation, cultivation, and proof of pathogenicity. *Science* 188, 1015-1017.

Chen, T. A., Wells, J. M., and Liao, C. H. (1982). Cultivation in vitro: Spiroplasmas, plant mycoplasmas, and other fastidious walled prokaryotes. In "Phytopathogenic Prokaryotes" (M. S. Mount and G. H. Lacey, eds.), Vol. 2, pp. 417-446. Academic Press, New York.

Daniels, M. J. (1983). Mechanisms of *Spiroplasma* pathogenicity. *Annu. Rev. Phytopathol.* 21, 29-43.

Daniels, M. J., and Markham, P. G., eds. (1982). "Plant and Insect Mycoplasma Techniques." Croom Helm, London.

Davis, R. E., and Worley, J. F. (1973). Spiroplasma: Motile, helical microorganism associated with corn stunt disease. *Phytopathology* 63, 403-408.

Davis R. E., Worley, J. F., Whitcomb, R. F., Ishijima T., and Steere, R. L. (1972). Helical filaments produced by a mycoplasma-like organism associated with corn stunt dsease. *Science* 176, 521-523.

Deeley, J., Stevens, W. A., and Fox, R, T.V. (1979). Use of Dienes stain to detect plant diseases induced by mycoplasmalike organisms. *Phytopathology* 69, 1169-1171.

Doi, Y. *et al.* (1967). Mycoplasma- or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches'-broom, aster yellows, or paulownia witches'-broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 33, 259-266.

Fudl-Allah, A. A., and Calavan, E. C. (1974). Cellular morphology and reproduction of the mycoplasma-like organism associated with citrus stubborn disease. *Phytopathology* 64, 1309-1313.

Hervey, G. E. R., and Schroeder, W. T. (1949). The yellows disease of carrot. *Bull. — N. Y., Agric. Exp. Stn. Ithaca* 737, 1 - 29.

Hibino, H., and Schneider, H. (1970). Mycoplasmalike bodies in sieve tubes of pear trees affected with pear decline. *Phytopathology* 60, 449-501.

Hibino, H., Kaloostian, g. H., and Schneider, H. (1971). Mycoplasma-like bodies in the pear psylla vector of pear decline. *Virology* 43, 34-40.

Ishiie, T. *et al.* (1967). Suppressive effects of antibiotics of tetracycline group on symptom development of mulberry dwarf disease. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 33, 267-275.

Kloepper, J. W., Garrott, D. G., and Oldfield, G. N. (1982). Quantification of plant pathogenic spiroplasmas from infected plants. *Phytopathology* 72, 577-581.

Klotz, L. J., Calavan, E. C., and Weathers, L. G. (1972). Virus and viruslike diseases of citrus. *Calif., Agric. Exp. Stn., Ext. Serv. Circ.* 559, 1 - 42.

Kunkel, L. O. (1926). Studies on aster yellows. *Am. J. Bot.* 13, 646-705.

Lin, C. P., and Chen, T. A. (1985). Monoclonal antibodies against the aster yellows agent. Science 227, 1233-1235.

Lin, C. P., and Chen. T. A. (1985). Production of monoclonal antibodies against *Spiroplasma citri*. *Phytopathology* 75, 848-851.

Liu, H. Y. *et al.* (1983). Transmission of *Spiroplasma citri by Citrulifer tenellus*. *Phytopathology* 73, 582-585, 585-590.

McCoy, R. E. (1982). Use of tetracycline antibiotics to control yellows diseases. *Plant Dis.* 66, 539 - 542.

McCoy, R. E. (1983). Wall-free prokaryotes of plants and invertebrates. In "Phytopathogenic Bacteria" (M. P. Starr, ed.), pp. 2238-2246. Springer-Verlag, Berlin and New York.

Maramorosch, K., el. (1973). Mycoplasma and mycoplasma-like agents of human, animal, and plant diseases. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 225, 1-532.

Maramorosch, K. (1981). Control of vector-borne mycoplasmas. In "Pathogens, Vectors, and Plant Diseases: Approaches to Control" (K. F. harris and K. Maramorosch, eds.), pp. 265 - 295. Academic Press, New York.

Maramorosch, K., and Raychaudhuri, S. P. (1981). "Mycoplasma Diseases of Trees and Shrubs." Academic Press, New York.

Matteoni, J. A., and Sinclair, W. A. (1985). Role of the mycoplasmal disease, ash yellows, in decline of white ash in New York State. *Phytopathology* 75, 355-360.

Mullin, R. S., and Roberts, D. A. (1972). Lethal yellowing of coconut palms. *Fla., Coop. Ext. Serv., Inst. Food Agric. Sci., Circ.* 358, 1-4.

Nasu, S., Jensen, D. D., and Richardson, J. (1970). Electronmicroscopy of mycoplasmalike bodies associated with insect and plant hosts of peach western X-disease. *Virology* 41, 186-192.

Nichols, C. W. et al. (1960). Pear decline in California. *Calif., Dep. Agric., Bull.* 49, 186-192.

Nienhaus, F., and Sikora, R. A. (1979). Mycoplasmas, spiroplasmas, and rickettsia-like organisms as plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17, 37-58.

Ploaie, P. G. (1981). Mycoplasmalike organisms and plant diseases in Europe. In "Plant Diseases and Vectors: Ecology and Epidemiology" (K. Maramorosch and K. F. Harris, eds.), pp. 61-104. Academic Press, New York.

Posnette, A. F., ed. (1969). Virus Diseases of Apples and Pears. *Commonw. Bur. hortic. Plant. Crops (G. B.) Tech. Commun.*, Suppl.

Purcell, A. H. (1982). Insect vector relationships with prokaryotic plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 20, 397-417.

Raju, B. C. (1981). Association of a spiroplasma with brittle root of horseradish. *Phytopathology* 71, 1067-1072.

Raju, B. C., Purcell, A. H., and Nyland, G. (1984). Spiroplasmas from plants with aster yellows disease and X-disease: Isolation and transmission by leafhoppers. *Phytopathology* 74, 925-931.

Saglio, P. *et al.* (1971). Isolement et culture *in vitro* des mycoplasmes associés au "stubborn" des agrumes et leur observations au microscope électronique. *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci., Ser. D* 272, 1387-1390.

Schaper, U., and Converse, R. H. (1985). Detection of mycoplasmalike organisms in infected blueberry cultivars by the DAPI technique. *Plant Dis.* 69, 193-196.

Sinha, R. C. (1983). Relative concentration of mycoplasma-like organisms in plant at various times after infection with aster yellows. *Can. J. Plant Pathol.* 5, 7-10.

Sinha, R. C., and Benhamou, N. (1983). Detection of mycoplasmalike organism antigens from aster yellows diseased plants by two serological procedures. *Phytopathology* 73, 1199-1202.

Sinha, R. C., and Chiykowski, L. N. (1967). Initial and subsequent sites of aster yellows virus infection in a leafhopper vector. *Virology* 33, 702-708.

Sinha, R. C., and Chiykowski, L. N. (1984). Purification and serological detection of mycoplasmalike organisms from plants affected by peach eastern X-disease. *Can. J. Plant Pathol.* 6, 200-205.

Sinha, R. F. (1979). Purification and serology of mycoplasmalike organisms from aster yellows-infected plants. *Can. J. Plant Pathol.* 1, 65-70.

Thomas, D. L. (1974). Mycoplasmalike bodies associated with declining palms in south Florida. *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* 1, 97.

Tully, J. G., and Whitcomb, R. F. (1983). The genus *Spiroplasma*. In "Phytopathogenic Bacteria" (M. P. Starr, ed.), pp. 2271-2284. Springer-Verlag, Berlin and New York.

Whitcomb, R. F., and Tully, J. G., eds. (1979). "The Mycoplasmas," Vol. 3. Academic Press, New York.

Williamson, D. L., and Whitcomb, R. F. (1975). Plant mycoplasmas: A cultivable spiroplasma causes corn stunt disease. *Science* **188**, 1018–1020.

obeikandl.com