الفصل الخامس

أمراض الطماطم البكتيرية Tomato Bacterial Diseases

عندما اكتشف فان ليفنهوك Van Leeuwenhoek الميكروسكوب الضوئى البدائى سنة ١٦٨٣ تمكن من رؤية بعض الكائنات الدقيقة. ثم عرفت الميكروبات وتركزت الأبحاث فى الفترة من عام ١٦٨٥ إلى عام ١٨٦٥ فى معرفة تركيبها وأشكالها المختلفة بعد عزلها وتنقيتها. ويعتبر فارونين Varonin أول من ذكر فى عام ١٨٦٦ وجود بكتيريا معرضة فى أنسجة النبات. وثبت لأول مرة أن مرض اللفحة النارية الذى يصيب الكمثرى مسببه طفيل بكتيرى عام ١٨٨٢.

البكتيريا Bacteria– مفردها Bacterium– كائن حى وحيدة الخلية ميكروسكوبية متوسط طولها حوالى ١ ميكرون تحتوى على كروموزوم واحد حلقى الشكل ولا يوجد بها غشاء نووى Nuclear membrane أو ميتوكوندريا Mitochonidri أو كلوروبلاست Chloroplasts مثل الخلية النباتية. وهى أصغر كثيرًا من أى خلية فطرية ولكن تفوق الفطريات فى سرعة تكاثرها.

أغلب البكتيريا المرضة للنبات تأخذ شكلا عصويا منحنى قليلا ومغطاة بمادة صمغية Gummy ومادة الفيسكوز Viscous (من المركبات عديدة التسكر Polysaccharides) لوقايتها من الوسط المحيط بها. ويوجد منها ما هو متحرك وغير المتحرك. تتم الحركة بواسطة أسواط Flagella– مفردها Flagellum– يختلف عددها وتوزيعها باختلاف جنس البكتيريا. أهم الأجناس المتحركة والتى تسبب أمراضًا للنبات جنسى– *Pseudomonas* وجنس *Xanthomonas* وكلاهما يتحرك بسوط طرفى واحد. أما جنس *Erwinia* وجنس *Agrobacterium* فيتحركان بواسطة أسواط منتشرة على سطح الخلية البكتيرية.

تتكاثر البكتيريا خضريا عن طريق الانقسام الثنائى البسيط ويتم ذلك بسرعة هائلة. وبعض البكتيريا لها القدرة على تكوين جراثيم. هذه الجراثيم إما داخلية كما فى البكتيريا الكروية والبيضاوية والعصوية، أو طرفية كما فى البكتيريا خيطية الشكل.

ليس فى مقدرة البكتيريا اختراق النبات اختراقا مباشرا لكن تصيب النبات عن طريق الفتحات الطبيعية مثل الثغور Stomata والثغور المائية Hydathodes والعديسات Lenticels والأجزاء الزهرية وعن طريق الشعيرات الجذرية المعراه ومياسم الأزهار وأيضا عن طريق الجروح التى يحدثها الإنسان بالاحتكاك أو عن طريق الآلات الزراعية أو الحيوان. كذلك بواسطة الرياح المحملة بجزيئات الرمل والتربة وأيضا الثقوب التى تحدثها الحشرات أثناء تغذيتها. لذلك تسمى الإصابة بالبكتيريا إصابة ثانوية Secondary infection لأنها لا تستطيع غزو النبات إلا بعد إصابته بالفطريات أو جرحه بواسطة الحشرات. وبمجرد دخول البكتيريا الممرضة للنبات تتكاثر بسرعة فائقة وتفرز

عدد من المركبات التى تساعدها على الحصول على غذائها من النبات وتساعدها أيضا على التأثير فى وسائل الدفاعية ومن هذه المركبات: الأنزيمات المحللة Degrading enzymes وتشمل أنزيمات Pectinases التى تهضم البكتين وAmylases التى تقوم بتحليل النشا وLipases وتعمل على تحليل الدهون والزيوت فى الخلية. وفى الوقت ذاته تنتج منظمات نمو تؤثر فى عملية التمثيل الغذائى فى النبات وتدفعه إلى الدخول فى عملية إنتاج لمنظمات النمو أو إرباك إنتاجها مما يؤثر فى النمو الطبيعى للنبات.

البكتيريا الممرضة للنبات لها بعض الخواص التى يمكن أن تميز بها وهى :

١ – خواص مورفولوجية مثل الشكل– الحجم– الحركة– توزيع الأسواط فى حالة وجودها– الاستجابة للصبغات– العلبة أو الكبسولة.

٢ – خواص مزرعية بعد نموها على البيئات المختلفة سواء بيئة صلبة أم سائلة وذلك بوصف المجاميع البكتيرية من حيث الشكل– اللون– التركيب– الحافة– الارتفاع– القوام– السطح– الانتشار– الحجم.

٣ – خواص فسيولوجية من حيث مقدرتها على تحليل البروتينات– الكربوايدرات– الدهون– إنتاج مركبات Acetyl methyl carbenil ومركبات الـ Indole وكبريتيد الأيدروجين واختزال الأزوتات وتحليل الكيزين. وأيضا علاقة البكتيريا بالأكسيجين وتأثير pH فى نموها ودرجات الحرارة التى تنمو عليها سواء كانت درجات حرارة صغرى أم مثلى أم كبرى وأيضا درجة الحرارة المميتة للميكروب.

٤ – خواص البكتيريا السيرولوجية.

٥ – المدى العوائلى للميكروب host range والأعراض على كل عائل.

تختلف أعراض الإصابة بالمرض البكتيرى باختلاف الطفيل البكتيرى والعائل النباتى. معظم الإصابات البكتيرية تؤدى إلى موت خلايا وانهيار أنسجة. وتظهر أعراض الإصابة إما على هيئة تبقع أوراق وثمار Leaf and fruit spots أو عفن طرى Soft rot أو اصفرار Yellowing أو ذبول Wilt أو تقزم Stunt أو أورام Tumours أو جرب Scab أو لفحة أزهار Blossom blight أو موت أنسجة Necrosis سواء كان ذلك للبراعم الزهرية أم الثمار أم جذور المحاصيل الغذائية وبالتالى يتأثر المحصول الناتج كثيرًا.

وعندما تصيب البكتيريا الأنسجة البارنشيمية فى العائل تسمى الأمراض الناشئة عن تلك الإصابة بالأمراض البارنشيمية Paranchyma diseases وذلك مثل مرض العفن الطرى البكتيرى فى الطماطم Bacterial soft rot المسبب عن بكتيريا *Pectobacterium caratovorum*، أما إذا أصيب الجهاز الوعائى والأنسجة البارنشيمية للنبات تسمى الأمراض فى هذه الحالة أمراضا جهازية Systemic diseases ومنها مرض الذبول فى الطماطم Bacterial wilt المسبب عن بكتيريا *Ralstonia solanacearum* والتى تنتشر فى الحزم الوعائية والقشرة. وتشير الأبحاث أن مسبب الذبول فى هذه الحالة له القدرة على إنتاج انزيمات Pectinases أثناء وجوده فى الأوعية الخشبية وتنتشر هذه الأنزيمات فى بارنشيما الخشب وتذيب جزئيا المواد البكتينية اللاحمة التى تتحول إلى مواد هلامية تتسرب إلى الأوعية الخشبية مسببة انسدادها. أما إذا كانت الإصابة فى الجهاز الوعائى فقط فإن المرض يسمى فى هذه الحالة مرضا وعائيا Vascular disease ويعزى الذبول الناتج عن هذه الإصابة إلى سببين: أولهما انسداد الأوعية الخشبية للعائل وإعاقة

سـ العصارة الغذائية نتيجة نمو وإفرازات الطفيل. والثانى إنتاج الميكروب بعض المواد السامة Toxins وانتقالها مع العصارة إلى الأوراق مسببة موت هذه الأوراق.

ـ توجد أعراض مرضية أخرى مثل التضخم Hyperplastic diseases أو Gall forming وتنتج أعراض هذه الأمراض عـ زيادة نشاط خلايا العائل بالانقسام السريع Hyperplasia أى زيادة فى عدد الخلايا. أو زيادة حجم الخلايا عن الـيعى Hypertrophy نتيجة لإفرازات البكتيريا أثناء تطفلها. وتختلف أشكال التضخم من تدرنات على السوق أو الـجذور إلى عقد أو جذور ثانوية ذات شكل شاذ أو تفرع خضرى زائد بدون نظام. وتتباين أسباب التضخم فقد يكون نتيجـة تنفـس غير طبيعى لخلايا النبات العائل ناتج عن تلامس هـذه الخلايا مع البكتيريا. أو إفراز خلايا النبات أوكـسينات مثل IAA الذى يدفع الخلايا النباتية للإنقسـام السـريع. وقد تحمل هذه الأكسـينات إلى القمة النامية للـات فتظهر تورمات ثانويـة بدون وجود الميكروب. وقد تقوم البكتيريا بإفراز مواد سـامة Toxins نتيجة لعملية الـتمثيل الغذائى تعمل حالة من التشوه والمسخ Deformation ومن امثلة هذه التدرنات أو التضخمات التدرن التاجى لـ Crown على سيقان الطماطم والمسبب عن بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens*.

مـع أن البكتيريا تسـبب أمراضا خطـيرة للنباتات إلا أن لها جوانب مفيدة للنبات أيضًا حيث يمكن اسـتعمالها كـعوامـل مقاومة حيوية. وقد وجد أن بكتيريا *Pseudomonas fluorescens* يمكن أن تقاوم بعض الأمراض مثل البياض الـدقيقى وسـقوط البادرات فى الخيار (Vegt and Buchenaur, 1997). ووضعت نظريات لفعل هذه البكتيريا فى مقاومة الأمـراض النباتيـة ذكـر منها أن هذه البكتيريا تدفع النبـات إلى إنتاج مقاومة جهازية تمكنـه من مقاومة المتطفلات الـناجمـة الحقيقيـة. وأيضـا التنافس بينها وبين ميكروبـات التربة الأخرى على المواد الغذائيـة وذكر أيضا أن هذه البكتيريا تقوم بإنتاج مركبات مضادة لميكروبات التربة الأخرى مثل مركبات Hydrogen cyanide و Phenazine - type antibiotـ.

وقد وجد أيضًا أن بعض أنواع جنس *Bacillus* ومنها *B. megaterium* له القدرة على مقاومة بعض الأمراض الفطرية مـثـل مرض العفن الرمادى فى الخيار والمسـبب عن فطـر *Botrytis cinerea* وأيضًا مرض البياض الدقيقى على نفس محصول والمسـبب عن فطر *Sphaerotheca fuliginea* (Abd Elhaleem Soad, 1998, 2001) وسجل Bertagnolli et al, 19 أن هذه البكتيريا تفرز أنزيمات خارجية تحلل هيفات بعض الفطريات ومنها فطر *Rhizoctonia solani*.

ويمكن أن تتطفل بعض أنواع البكتيريا على بعض الحشـرات الضارة بالنباتات اقتصاديا مثل حشـرة Cabbage looper (*Trichoplusia n*) والتى تقاوم بالمبيد البيولوجى *Bacillus thuringiensis*.

أيضًا تقوم البكتيريا المؤكسدة للكبريت وتلك المؤكسدة للأمونيا بإنتاج حمض الكبريتيك والأزوتيك وكذلك البكتيريا المكونة للأحماض العضوية مثل حمض السـتريك والأوكسـاليك والفورميك وغيرها بخفض pH التربة وهذا لا يناسب كثير من الميكروبات الضارة بالنبات.

وتقـوم أنـواع جنـس *Rhizobium* بتكويـن العقـد الجذرية على جـذور النباتـات البقوليـة لتثبيت أزوت الهواء الجوى وإمـداد النباتات بما تحتاجه من أزوت وأيضًـا إمداد التربة بكمية كبيرة من النيتروجين اللازم لنمو النباتات الأخرى.

الوضع التقسيمى للبكتيريا الممرضة للنبات Bacteria or Monera Classification

كانت المملكة البكتيرية تقسم على عدة أسس:

١ – تركيب الخلية البكتيرية Cell structure.

٢ – التمثيل الغذائى فى الخلية Cellular metabolism.

٣ – الاختلافات فى محتويات الخلايا مثل DNA– الأحماض الدهنية Fatty acids– الصبغات Pigments– الأنتيجينات Antigens– الكينونات Quinones.

لكن هذه الأسس لا تستطيع التفريق بين الأنواع والسلالات Strains التابعة لنفس النوع لذلك تم التصنيف الحديث للبكتيريا على أساس Molecular systematics مستعملا تكنيكات جينية مثل Guanine cytosine ratio وGenome -genome hybridization وSequencing genes.

وقد وجد أن البكتيريا الممرضة للنباتات تتركز فى عدد محدود من الأجناس تتقارب معًا فى كثير من الصفات المورفولوجية والفسيولوجية مما يجعل التمييز بينها صعبا. وتقع هذه الأجناس فى ٥ رتب تتبع قسم Proteobacteria ورتبة واحدة تتبع قسم Actinobacteria.

Kingdom: Baceria or Monera
- Division 1: Proteobacteria
  - Class: Alphaproteobacteria
  - Class: Betaproteobacteria
  - Class: Gamaproteobacteria
  - Class: Deltaproteobacteria
  - Class: Epsilonproteobacteria:
- Division 2: Actinobacteria
  - Class: Actinobacteridae

(أ) قسم Proteobacteria:

سميت Proteo من اسم الإله اليونانى Proteus وقسمت إلى ٥ صفوف Classes تبعًا للحروف اليونانية وتشمل خمس رتب من البكتيريا الممرضة للنبات ثلاثة منها تتبع Class: Gamaproteobacteria وهى: رتبة Pseudomonadales– ورتبة Xanthomonadales– رتبة Enterobacteriales أما الرتبة الرابعة وهى رتبة Rhizabiales فتتبع Class: Alphaproteobacteria والرتبة الخامسة وهى رتبة Burkholderiales فتتبع Class: Betaproteobacteria.

هذه الرتب تشمل أجناسا عديدة من المتطفلات بعضها ذات فائدة للنباتات والتربة مثل البكتيريا المسئولة عن تثبيت النيتروجين الجوى. وهذه المجموعة تحدد مبدئيًا بـ Ribosomal RNA(rRNA) Sequences.

١ـ رتبة Pseudomonadales:

يتبع هذه الرتبة جنس *Pseudomonas* وأعضاء هذا الجنس لها صفات مميزة منها الشكل العصوى للخلايا Rod shaped– سالبة لجرام Gram negative– تتحرك بواسطة فلاجلا واحدة Flagellum طرفية أو أكثر– هوائية Aerobic

وقد يوجد بها أنواع لاهوائية اختياريا مثل *P. aeruginosa* لا تكون جراثيم موجبة لاختبار الكاتاليز Positive catalase test – توجد أيضًا أنواع من هذا الجنس تعطى نتيجة إيجابية لاختبار الأكسدة وغياب تكوين الغاز من الجلوكوز.

هذا الجنس يفرز أصباغًا قابلة للذوبان فى البيئة وتلونها باللون الأخضر المزرق ومن السهل تنميته فى المعمل. ونتيجة لسهولة تنميته فى المعمل والقدرة على زيادة جينوم السلالات الخاصة به أدى ذلك إلى جعل هذا الجنس وسيلة ممتازة للبحث العلمى. وقد وجد أن أفضل أنواع هذا الجنس والمستعملة فى البحث العلمى بالنسبة للتطفل على النبات نوع *P. syringae*.

٢ ـ رتبة Xanthomonadales:

يتبعها جنس *Xanthomonas*. سالب لجرام. يتحرك بفلاجلا واحدة طرفية. الخلايا عصوية الشكل وأيضا Oxidase ولكنه يختلف عن جنس *Pseudomonas* فى أن مجاميعه تفرز صبغة صفراء وهى Carotenoid pigment وهى قابلة للذوبان فى الماء وتلون المجاميع باللون الأصفر.

ـ رتبة Enterobacteriales:

يتبعها جنس *Pectobacterium*. سالب لجرام. عصوى. هوائى. وكان يسمى *Erwina* نسبة إلى العالم البكتيرى Erwin Smith ومن أنواع هذا الجنس نوع *P. caratovorum* المسبب لمرض العفن الطرى Soft rot فى الطماطم وعديد من المحاصيل الأخرى. وتقوم هذه البكتيريا بإفراز أنزيمات محللة للبكتين الموجودة بين خلايا الأنسجة النباتية هذا يؤدى إلى فصلها وموتها.

ـ رتبة Rhizobiales:

يتبعها جنس *Agrobacterium*. سالب لجرام ويتميز هذا الجنس بأهميته فى تحسين النباتات عن طريق الهندسة الوراثية لأن له القدرة على نقل DNA بين خلاياه وبين خلايا النباتات. ومن أنواعه *A. tumefaciens* الذى يسبب تدرنات تاجية فى الطماطم Crown gall وتوجد هذه التدرنات غالبًا فى مناطق اتصال الجذر بالساق.

رتبة Burkholderiales:

أهم الأجناس التابعة لهذه الرتبة جنس *Ralstonia*. عضوى. غير متجرثم. سالب لجرام. يتحرك بفلاجلا طرفية واحدة. هوائى. المجاميع على الآجار معتمة تميل إلى اللون البنى أحيانا. غير منتظمة. من أنواعه *R. solanacearum* المسبب لمرض الذبول فى الطماطم.

ب) قسم Actinobacteria:

يشمل هذا القسم رتبة واحدة هى Actinomycetales التى تتبع Class:Actinobacteridae أهم الأجناس التى تتبع هذه الرتبة جنس *Clavibacter*. موجب لجرام. غير متجرثم – عصوى أو غير منتظم الشكل. يسبب أحد الأنواع التابعة لهذا الجنس وهو *C. michiganensis* مرض الذبول والتقرح البكتيرى فى الطماطم.

أهم أمراض الطماطم البكتيرية Tomato Bacterial Diseases

١ ـ الذبول البكتيرى فى الطماطم Tomato Bacterial wilt

ينتشر مرض الذبول البكتيرى المسبب عن بكتيريا *Ralstonia solanacearum* فى جميع أنحاء العالم خاصة فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ذات الجو المطر ودرجات الحرارة الدافئة وهو من أمراض التربة المهمة التى تصيب عديدا من المحاصيل الاقتصادية مثل الطماطم– البطاطس– الفلفل– الباذنجان– الفول السودانى– الموز– الدخان– وبعض نباتات الزينة وتصيب أيضًا بعض الحشائش التابعة للعائلة الباذنجانية.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *R. solanacearum* (Smith) Smith وهو ميكروب عصوى قصير أبعاده ٠,٥ × ١,٥ ميكرون. غير متجرثم. غير محاط بعلبة – يتحرك بواسطة فلاجلا طرفية واحدة – سالب لجرام. هوائى المجاميع على الآجار صغيرة غير منتظمة. معتمة. لامعة ناعمة مبللة تميل إلى اللون البنى أحيانا. توجد لهذا النوع سلالات. كل سلالة تهاجم مجموعة نباتية معينة أخطرها race I biovar I وذلك لمداها العوائلى الواسع مما يمكنه من البقاء فى التربة فى حالة غياب المحصول الرئيسى القابل للإصابة.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Betaproteobacteria
Order: Burkholderiales
Family: Ralstoniaceae
Genus: *Ralstonia*
Species: *R. solanacearum*

أعراض المرض Disease symptoms

تحت الظروف الطبيعية فى النباتات الناضجة أول الأعراض ذبول الأوراق العليا للنبات خلال الفترة الحارة من اليوم ثم تعود إلى حالتها الطبيعية فى المساء وفى الساعات المبكرة من الصباح مع احتفاظ هذه الأوراق باللون الأخضر وعدم السقوط بتقدم المرض. وفى حالة توفر الظروف المناسبة للمرض من حرارة ورطوبة تذبل النباتات المصابة سريعًا وتموت فجأة. وعند فحص النباتات الذابلة تظهر الأنسجة الوعائية فى الجزء السفلى من الساق ملونة بلون بنى داكن. ومظهرها مشبع بالماء. وإذا قطع الساق عرضيا بالقرب من القاعدة تبرز من سطح القطع مادة لبنية لزجة بيضاء أو بيضاء مصفرة إلى رمادية. هذه المادة عبارة عن خلايا بكتيرية Oozes (هذه الـ Oozes هى التى تميز الذبول المسبب من بكتيريا عن ذلك الذبول المسبب من فطريات مثل ذبول الفيوزاريوم وذبول الفيرتسيليوم) وفى الطور الأخير من المرض يتحلل النخاع ويتجوف الساق (Fig 1) أما إذا كانت الظروف أقل مناسبة لانتشار المرض نتيجة انخفاض

درجة الحرارة أوقلة رطوبة التربة فإن المرض ينمو بطيئًا وتتقزم النباتات بوضوح قبل حدوث الذبول ويكثر تكوين الجذور العرضية على ساق النبات.

ظروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

التربة هى المصدر الأول للإصابة حيث تبقى البكتيريا فى بقايا المحصول المصاب السابق أو تنطلق من جذور النباتات المصابة إلى التربة لتصيب النباتات المجاورة. أيضا يمكن لعديد من الحشائش إيواء البكتيريا مع عدم ظهور أعراض الإصابة عليها. ومن هذه المصادر تدخل البكتيريا أنسجة النبات من خلال الجروح التى تحدث للجذور أثناء عملية الشتل أو من أماكن خروج الجذور الجانبية وعن طريق الجروح الناتجة من تغذية الحشرات والنيماتودا والمعاملات الزراعية. تستعمر البكتيريا قشرة الجذور وتتخذ طريقها إلى الأوعية الخشبية ومنها تنتشر سريعا إلى باقى أجزاء النبات. يحدث الذبول نتيجة لوجود الكتل البكتيرية فى الأوعية الخشبية والتى تؤدى إلى منع وصول الماء الممتص بواسطة الجذور إلى الأوراق.

أما الانتشار الأوسع للميكروب يكون عن طريق الرى السطحى أو الأخدودى ونقل التربة المصابة إلى حقل سليم جديد وأيضا عن طريق الشتلات الملوثة والأدوات الزراعية والعمال.

توجد عوامل كثيرة فى التربة تؤدى إلى حدوث المرض وشدته وانتشاره وأهم هذه العوامل:

١ – درجة حرارة التربة. الحرارة المناسبة لحدوث ونمو المرض ٢٩,٥ – ٣٥°م (٨٥ – ٩٥°ف).

٢ – الرطوبة المرتفعة فى التربة تؤدى إلى بقاء الطفيل وانتشاره.

٣ – طبيعة التربة: التربة الثقيلة تحتفظ برطوبة عالية وخاصة فى الأماكن المنخفضة من الحقل حيث تبقى الرطوبة مرتفعة فترات أطول وهذا يسبب مشكلة حقيقية للمحصول.

٤ – نقص العناصر الغذائية فى التربة وعدم التسميد الجيد.

٥ – وجود نيماتودا فى التربة.

٦ – بقايا النباتات المصابة التى لم يتم التخلص منها قبل زراعة المحصول الجديد.

٧ – الضرر الناتج من العمليات الزراعية والإصابات الحشرية.

المقاومة Control

من الصعب مقاومة مرض الذبول البكتيرى بعد حدوث الإصابة وأيضًا عند وجوده فى التربة لذلك تتبع عمليات زراعية قبل وأثناء زراعة المحصول لتقليل وجود البكتيريا وحدوث الإصابة بها ومن هذه العمليات:

١ – تجنب زراعة الطماطم فى أرض ملوثة بالبكتيريا.

٢ – قبل زراعة المشتل يتم بسترة أو تدخين تربة الزراعة ثم تفحص الشتلات جيدًا قبل زراعتها فى الحقل واختيار الشتلات السليمة القوية فقط مع تجنب حدوث ضرر لجذور الشتلات أثناء عملية الشتل.

٣ – عمل دورة زراعية بمحاصيل غير باذنجانية لعدة سنوات ومن هذه المحاصيل: القطن– الأذرة– فول الصويا– القمح– الفاصوليا– الكرنب– قصب السكر– هذه المحاصيل مقاومة للمسبب المرضى وتقلل من تجمعات البكتيريا فى التربة الملوثة.

٤ – التبكير فى الزراعة فى الفترة الباردة من السنة يمكن أن يؤدى إلى الهروب من المرض.

٥ – منع نقل تربة ملوثة بالمسبب المرضى إلى أراض خالية منه مع تطهير الأدوات المستعملة فى الحقل الملوث قبل استعمالها فى الحقل السليم وذلك بالغسل بالماء ثم التطهير بمادة كيماوية أو تعقيم باللهب. ويتم العمل أولا بالجزء السليم من الحقل ثم الانتقال إلى الجزء الملوث مع تطهير أيدى وملابس وأحذية العاملين فى الحقل الملوث بعد الانتهاء من العمل.

٦ – مقاومة نيماتودا تعقد الجذور Root-knot nematode وأيضًا الحشرات المتغذية على الجذور.

٧ – تجنب الرى الغزير وذلك لخفض رطوبة التربة.

٨ – زيادة pH التربة وعنصر الكالسيوم المتاح للنبات يؤديان إلى خفض الإصابة بالمرض.

٩ – تطعيم أصناف الطماطم القابلة للإصابة بالمرض على أصول جذور أصناف من الباذنجان المقاوم ويتم ذلك فى جنوب شرق آسيا بطريقة عملية.

١٠ – بعض cvs الطماطم مقاومة للمرض ومتاحة تجاريا ومنها Cariabe - Venus - Capitan - Saturn.

١١ – استعمال Actigard 50 WG (acibenzolar - S - methy) فى cvs متوسطة المقاومة مثل Fl 7514 و HN 466 أدى إلى زيادة مقاومتهم للمرض وأيضًا زيادة إنتاجية محصول الطماطم.

١٢ – فحص النباتات باستمرار وإزالة النباتات المصابة وحرقها كذلك الحشائش العائلة وبقايا جذور العوائل المتطوعة وحرقها فورا.

فى جامعة فلوريدا الأمريكية وجد أن مادة الثيمول Thymol (مادة تستخرج من نبات الزعتر) قللت من حدوث مرض الذبول البكتيرى عندما استعملت كمدخن للتربة وأدت إلى زيادة محصول الطماطم.

ومازالت الأبحاث متوالية لاستعمالها فى الحقل.

٢ـ العفن الطرى البكتيرى فى الطماطم Tomato Bacterial Soft Rot

ينتشر هذا المرض فى جميع أنحاء العالم ويصيب كثيرا من المحاصيل بجانب الطماطم منها البطاطس– الفلفل– الباذنجان– الخيار– الكرنب– القرنبيط– اللفت– الجزر– الأبصال والريزومات والكورمات.

تحدث الإصابة بالمرض فى الحقل وأثناء التخزين والمسبب الرئيسى له سلالات شرسة ومنتشرة من بكتريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* ومع ذلك توجد أجناس أخرى من البكتيريا تسبب عفنا طريا للثمار أثناء التخزين ولها نفس طريقة الفعل وتعطى نفس أعراض الإصابة تقريبا. ومن هذه البكتيريا أنواع من جنس *Pseudomonas* و*Bacillus* و*Xanthomonas* وأيضا طريقة المقاومة مشابهة لما يحدث فى مقاومة جنس *Pectobacterium*.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* وكانت تسمى *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* وهى ميكروب عصوى طوله ٣– ٦ ميكرونات وعرضه ٧– ٨ ميكرونات. الخلايا

سـقيمة. نشطة الحركة نتيجة لوجود أسواط موزعة على سطح الخلية. وقد يكون غير متحرك أحيانا. سالب لجرام. العـ رمادى أو أبيض قذر. هوائى ولا هوائى اختياريا. النمو على الآجار المغذى نصف شفاف وقشدى أما على بيئة الـساطس فيأخذ اللون الأصفر.

التصنيف التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Gammaproteobacteria
Order: Enterobacteriales
Family: Enterobacteriaceae
Genus: *Pectobacterium*
Species: *P. carotovorum subsp. carotovorum*

أعـراض المرض Disease symptoms

تصيب بكتيريا العفن الطرى ساق وسويقات وأعناق الأوراق وأعناق الأزهار مكونة تقرحات مشبعة بالماء ذات لون أخضر غامق إلى أسـود. وبنمو المرض داخل السـاق يتحول إلى اللون البنى اللزج ثم تتحلل أنسـجته ويصبح مجوفا. حـث مكان الإصابة يمتد الضرر عدة سنتيمترات سواء إلى أعلى أم إلى أسفل (Fig 2) وتنتهى النباتات المصابة بالذبول ثم الموت.

أما إصابة الثمار فهى الأكثر ضررا وتبدأ بنقطة صغيرة جدا أو أكثر من نقطة على أى مكان من الثمرة. تكبر هذه حقعة سريعا إلى أن تصبح الثمرة كتلة ناعمة مائية لزجة ذات جدار خارجى رقيق. عند شق هذا الجدار تنهار الثمرة تحول إلى كتلة جافة متعفنة ذات رائحة كريهة (Fig 3 and Fig4).

ظـروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

توجـد بكتيريـا العفن الطرى فى التربة سـواء كانت تربة باردة رطبة أم دافئة جافـة لكنها تبقى فترة أطول فى سـربـة الباردة الرطبـة. ويرتبط وجودها فى التربة بوجود الكائنات الحية الدقيقـة المضادة لها. تنتقل من مكان إلى حـر عن طريق المطر والحشـرات ومياه الرى وعمال الزراعة وحاويات الثمار. وتصيـب النباتات عن طريق الجروح ـى تحدث للنبات أثناء عملية التقليم أو جمع الثمار التى تتم بواسطة الآلات أو الأيدى الملوثة لأن هذه البكتريا لا ـكنها اختراق الجلد الشـمعى لثمرة الطماطم. قد تحدث الجروح أيضا عن طريق اليرقات الماضغة Chewing larvae ـيدان الثمار Fruit worms كذلك إصابة أنسجة الطماطم بفطرى *Pythium spp*. و*Phytophthora spp*. تهيأ ظروف ـاسبة لنمو مرض العفن الطرى البكتيرى.

يزداد انتشـار البكتيريا إذا تم الحصاد أثناء الفترات الممطرة وأيضا إذا تم غسـل الثمار الموثة قبل عملية الشحن حيـث تتكاثر البكتيريا وتنتشـر سـريعا فى وجود الماء حتى إذا كان هذا الماء عبارة عـن فيلم رقيق جدا على الثمار ـ الأوراق مع وجود درجات حرارة دافئة تتراوح من ٢٠- ٣٠°م (٦٨- ٨٦°ف).

أثنـاء تخزيـن الثمار فى غرف الإنضاج أو الكراتين إذا ارتفعت نسـبة الرطوبة إلى ٩٠- ٩٥٪ ودرجة الحرارة إلى أكثر من ٣٠- ٣٥°م (٨٦- ٩٥°ف) أدى ذلك إلى سرعة نمو البكتريا وتقليل الفترة ما بين حدوث الإصابة إلى ظهور أعراض المرض إلى أقل من ١٨ ساعة.

المقاومة Control

١ - تجنـب زراعـة الطماطم بعد بطاطس أو كرنب وعمل دورة زراعية مع محاصيل أخرى مثل الفاصوليا والأذرة وفول الصويا.

٢ - عنـد الزراعـة يجب أن تكون التربة جيدة الصرف وفى حالة تلوث الماء السـطحى يسـتخدم الرى العميق الجيد.

٣ - توجد أصناف طماطم تختلف درجة مقاومتها لبكتيريا العفن الطرى على الثمار ومن هذه الأصناف Forida MH-1 - Floramerica - Floradade - Sunny - Homestead 24.

٤ - عند التسميد يجب تقليل النيتروجين على أن تكون N: K Ratio بنسبة ١,٥ : ١ أو ٢ : ١ أى ١ نيتروجين إلى ١,٥ أو ٢ بوتاسيوم.

٥ - تجنب جرح النباتات أثناء العمليات الزراعية مع مقاومة الآفات التى تسبب الجروح.

٦ - استعمال الماء المضاف إليه مادة Chlorine لتطهير الأيدى والأدوات والملابس الملوثة قبل القيام بعملية تقليم النباتات.

٧ - فحص النباتات باسـتمرار لاكتشـاف الأعراض فـور وجودها مع نزع النباتات المصابـة وحرقها بعيدا عن الحقل.

٨ - يمكـن عمـل برنامج رش وقائى عنـد عقد الثمار وأثناء الطور الثمرى الأخضر باسـتعمال مبيد Eccide 101 (copper hydroxide) مع إحدى مركبات mancozeb مثل Dithane أو Penncozeb.

٩ - يتم الحصاد فى الجو الجاف مع تجنب حدوث أى ضرر للثمار أثناء الحصاد وعدم تعريض الثمار لأشـعة الشمس بعد الجمع.

١٠ - أثناء التخزين يقاوم العفن الطرى البكتيرى فى الثمار التى جرحت أثناء الجمع والنقل والتخزين بتعريض هـذه الثمار لغاز ClO_2 (chlorine dioxide gas) ويتم ذلك بخلط sodium chlorite + ferric chloride + water. مع مراعاة أن الثمار المجروحة المعرضة لجرعة زائدة من ClO_2 (٨٨ mg/ ٢٤ سـاعة أو ٩٩ mg/ ٢ سـاعة) يحدث بها تشقق وتصبح الجروح غائرة (Mahovic et al. 2007).

٢- موت نخاع الطماطم Tomato Pith Necrosis

يتسبب هذا المرض من بكتيريا التربة *Pseudomonas corrugata*- يذكر أيضا أنها من بكتيريا البذور- وقد يتداخل أعـراض هذا المرض مع أعراض مرض التقرح البكتـيرى Bacterial canker. هذه البكتريا ضعيفة التطفل على نباتات الطماطم نتيجة لنمو الطماطم السريع. وتوجد النباتات المصابة بالمرض متفرقة فى الحقل وفى أماكن متباعدة.

المسبب المرضى The causal organism

بكتيريا *P. corrugata* Roberts & Scarlett ميكروب عصوى الشكل. سالب لجرام. متحرك بواسطة فلاجلا طرفية. هو ي. موجب لاختبار الكاتاليز. يفرز مادة Pyoveadin (Fluorescein) وهى صبغة ذات لون أخضر مصفر فلوروسينتى (مشع) حاملة للحديد تحت ظروف محدودية الحديد يتبع هذا النوع مجموعة Pseudomonas fluorescens.

التصنيف التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Gammaproteobacteria
Order: Pseudomonadales:
Family: Pseudomonadaceae
Genus: *Pseudomonas*
Species: *P. corrugata*

أعراض المرض Disease symptoms

بعد الإصابة يظهر المرض بعد فترة قصيرة من تحول الثمار إلى طور النضج الأخضر، تميل النباتات المصابة إلى أن تكون سميكة السيقان وكبيرة المجموع الخضرى. عند فحص الأوراق العليا للنبات يلاحظ تلونها باللون الأخضر الفاتح (أنيميا خضراء) مع ذبول هذه الأوراق. وتوجد خطوط بنية إلى سوداء على طول الساق الرئيسى ويتشقق غالبا. عند قطع الساق طوليا يلاحظ تجوف مركز الساق نتيجة لموت النخاع. ويأخذ شكل الغرف الفارغة (يشبه السلم) يمتد هذا التجويف إلى أعلى الساق ويتلون باللون البنى الداكن (Fig 5). ومن الأعراض أيضا نمو الجذور العرضية بأعداد تتناسب مع مساحة النخاع المصاب.

ظروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

زيادة التسميد النيتروجينى فى التربة وانخفاض درجة حرارة الليل كذلك زيادة الرطوبة النسبية والتغطية بالبلاستيك كل هذه العوامل تساعد على نمو وانتشار المرض.

مقاومة Control

١ – فحص النباتات النامية وعند بدء ظهور أعراض المرض تنزع النباتات المصابة فورا وأيضا النباتات المجاورة لها ويتم التخلص منها مباشرة. يتم هذا بسهولة لتناثر وتباعد النباتات المصابة فى الحقل.

٢ – تجنب ظروف بلل الأوراق.

٣ – تقليل التسميد النيتروجينى وزيادة التسميد البوتاسى.

٤ – رش محلول مبيد Kocide 101 (copper hydroxide) على المجموع الخضرى لنباتات الطماطم وخاصة فى جوانب التقليم أو أماكن الجروح.

٥ – استعمال المركبات المنشطة للنبات Plant activators مثل Actigard وSyngenta (من مجموعة acbenzolar-S-methyl). هذه المركبات تساعد على خفض الإصابة بالمرض.

٤ـ التبقع البكتيرى فى الطماطم Bacterial Spot on Tomato

ينتشر هذا المرض فى جميع أنحاء العالم وتشتد خطورته فى المناطق الحارة وشبه الحارة. وقد اكتشف وجوده فى مصر يعقوب وبشاى سنة ١٩٦٧. ولكن أول ملاحظة عن وجوده كانت من جنوب إفريقيا سنة ١٩١٤ (Doidge, 1920). يصيب هذا المرض أيضا الفلفل والقمح وعنب الديب.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض من بكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Pammel) Dowson وهى بكتيريا عصوية أبعادها ٦ و–٠,٧ × ١– ١,٥ ميكرون. متحركة بواسطة فلاجلا طرفية واحدة طويلة. هوائية. سالبة لجرام. المجاميع على الآجار المغذى دائرية. لامعة. مبللة. كاملة. صفراء.

تشير الدراسات التقسيمية إلى أن هذه البكتيريا تتبع إحدى ٤ مجاميع تابعة لـ Xanthomonads ويرمز لهذه المجاميع الأربعة بالحروف A, B, C, D. بداخل كل مجموعة أنواع منفصلة وبداخل هذه الأنواع توجد سلالات بعضها يصيب الطماطم فقط وبعضها يصيب الفلفل فقط وتوجد سلالات أخرى تصيب الطماطم والفلفل معا. لذلك فى التباين الوراثى فى داخل Xanthomonads وفى داخل مسببات التبقع البكتيرى يجعل من الصعب لمربى النباتات إيجاد مقاومة ثابتة فى أصناف الطماطم وأيضا لعلماء الأمراض إيجاد معايير للمقاومة وبالتالى إذا وجدت مقاومة جينية أوكيماوية لإحدى السلالات فإن الطفيل بسهولة يمكن أن يكون سلالات أخرى أكثر قدرة على تحمل المقاومة الجينية أو الكيماوية.

وقد وجد فى الولايات المتحدة الأمريكية ٤ سلالات لهذا الميكروب تصيب الطماطم وهى:

Tomato Race 1 (T1), Tomato Race 2 (T2), Tomato Race 3 (T3), Tomato Race 4 (T4).

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Gammaproteobacteria
Order: Xanthomonadales
Family: Xanthomonadaceae
Genus: *Xanthomonas*
Species: *X. campestris*

أعراض المرض Disease symptoms

أعراض التبقع البكتيرى يمكن أن يوجد على جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة.

عند إصابة البادرات تظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة فى البادرة كنقط سوداء دقيقة وعند اشتداد الإصابة تصفر الأوراق وتسقط. أما الأعراض على الساق فتشبه تلك الموجودة على الأوراق لكن تأخذ الشكل الإهليجى أو البيضاوى.

على النباتات الكبيرة فالأعراض تظهر أولا على الأوراق السفلى (المسنة) خاصة على السطح السفلى للورقة على هيئة بقع صغيرة قطرها حوالى ١/٨ بوصة (mm٣) أو أقل (Fig 6). هذه البقع شحمية متشبعة بالماء نصف شفافة ثم تتحول إلى اللون البنى المسود ويمكن أن تحاط البقعة بهالة صفراء (Fig 7). عندما تكون الإصابة بالسلالة (Tomato Race 3 T3) توجد ثقوب فى مركز هذه البقع نتيجة لجفاف هذا المركز وسقوطه.

فى حالة بلل الأوراق يمكن أن تتجمع هذه البقع وتعطى أعراض الندوة على الأوراق وتبقى الأوراق المصابة غالبا عالقة بالنبات وتظهر بمظهر الأوراق المسفوعة أو المحروقة.

أما أعراض الإصابة على الساق والأفرع فتأخذ البقع الشكل البيضاوى أو شكل القرح المستطيلة المشبعة بالماء ويختلف لونها من الأخضر الداكن إلى الأسود ثم يتحول إلى اللون البنى أو الأسود وتصبح فلينية وقد تتشقق. وقد تسقط أزهار الأفرع المصابة وبالتالى يقل المحصول- هذه الأعراض قد تتشابه وتتداخل مع أعراض أمراض فطرية مثل اللفحة المبكرة أو عفن الأوراق الرمادى لكن المرض البكتيرى يتميز بوجود الـ Oozes بعكس المرض الفطرى.

أصاب ثمار الطماطم الخضراء فقط ببكتيريا التبقع لأن دخول البكتيريا يتم من خلال شعيرات الثمرة والتى لا توجد على الثمار الناضجة. أيضا ارتفاع حموضة الثمار الناضجة قد يكون مؤثرا فى عدم حدوث إصابة. تبدأ الأعراض كبقع صغيرة غير منتظمة الشكل مرتفعة قليلا أو قد تكون ذات حافة مرتفعة ووسط غائر. يمكن أن يحيط بهذه البقع هالات بيضاء تشبه هالة عين الطائر فى بكتيريا التقرح Bacterial canker لكن بتقدم الثمار فى العمر تختفى هذه الهالات بعكس هالات التقرح البكتيرى (Fig 8). وبزيادة نمو ونضج الثمرة يزداد قطر البقعة وقد يصل إلى ٤- ٦ cm وتصبح بنية اللون ذات مظهر شحمى وقد تأخذ شكل الجرب أحيانا. هذه البقع عادة سطحية على الثمار لا تتعمق كثيرا فى داخل الثمرة إلى التجاويف الخاصة بالبذور.

ظروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

بقايا النباتات المصابة من المحصول السابق هى مصدر الإصابة للمحصول الجديد ولا يستطيع الطفيل البقاء فترة طويلة فى التربة بدون هذه البقايا. أيضا بذور الطماطم عامل مهم فى بقاء وانتشار المسبب المرضى. بعض الحشائش يمكن أن تؤوى الطفيل وينتقل منها إلى النباتات السليمة. تنتشر البكتيريا عن طريق مياه الرى الملوثة بالميكروب سواء كان ريا رأسيا أو عاديا أو بواسطة الرياح الممطرة. يوجد أيضا نقل ميكانيكى عن طريق تناول الشتلات المصابة واستعمال الأدوات الملوثة أو العاملين بالحقل أو الصوبة.

تتم الإصابة عن طريق الفتحات الطبيعية مثل الثغور والثغور المائية وخلال الشعيرات المكسورة نتيجة احتكاك أجزاء النبات بالتربة وعن طريق الجروح الناتجة عن الرياح المحملة بالرمال أو عن العمليات الزراعية أو العاملين بالزراعة وكذلك ثقوب تغذية الحشرات.

أفضل الظروف لحدوث العدوى بلل الأوراق لمدة ٢٤ ساعة على الأقل- عن طريق الندى أو الضباب أو المطر أو الرى الرأسى- مع ارتفاع درجة حرارة النهار من ٢٤- ٣٠°م (٧٥- ٨٦°ف) ودرجة حرارة الليل من ٢٥ - ٢٨°م (٧٣- ٨٢,٥°ف). درجات الحرارة هذه هى المثلى لنمو البكتريا وحدوث الإصابة ونمو وانتشار المرض.

المقاومة Control

من الصعب مقاومة البكتيريا بعد إصابتها للنبات لذلك تتبع إجراءات وقائية أولا ثم المقاومة الكيماوية أو البيولوجية.

أولا: العمليات الزراعية Practical cultures

١ – اختيار أرض المشتل خالية من المسبب المرضى وبعيدة عن أى حقل أصيب بالمرض لمدة عامين على الأقل.

٢ – إنتاج الشتلات فى تربة معقمة أو مخلوط مجهز تجاريا وخاليا من المسبب المرضى.

٣ – زراعة بذور خالية من التلوث بالبكتريا للحصول على شتلات خالية من الإصابة.

٤ – إزالة الحشائش الباذنجانية فى داخل وحول الصوبة أو الحقل.

٥ – الوقاية من العدوى الميكانيكية بعدم جرح النباتات وتكرار غسل الأيدى وتطهير أدوات الزراعة.

٦ – اتباع دورة زراعية خالية من المحاصيل التى يمكن أن تصاب بالبكتريا مثل الفلفل والقمح لمدة ٢– ٣ سنوات.

٧ – التسميد المتوازن مهم جدا لتقليل شدة الإصابة بالمرض.

٨ – يتم العمل فى الجزء غير المصاب من الحقل أولا. ثم العمل فى الجزء المصاب بعد ذلك مع تطهير الأدوات المستعملة فى الجزء المصاب بعد الانتهاء من العمل به.

٩ – تجنب العمل فى الحقل المصاب أثناء بلل المجموع الخضرى.

١٠ – الرى الأخدودى أفضل من الرى الرأسى. أما إذا كان الرى الرأسى ضروريا يجب أن يبدأ مبكرا فى الصباح كى يتم جفاف المجموع الخضرى قبل المساء.

١١ – زراعة أصناف طماطم لها القدرة على تحمل الإصابة ببكتيريا التبقع وهذه متاحة تجاريا. لكن نتيجة تعدد سلالات المسبب المرضى لا توجد مقاومة كاملة لهذا المرض.

ثانيا: المقاومة الكيماوية Chemical control

١ ـ معاملة البذور Seed treatment

تغسل البذور فى محلول Clorex (sodium hypochlorite 5.2٪) بنسبة ٢ جزء كلوركس: ٨ أجزاء ماء مع التقليب لمدة ٤٠ دقيقة ويجهز المحلول قبل المعاملة مباشرة. ثم تنقل البذور من المحلول وتغمر مباشرة فى ماء نظيف ثم تجفف جيدا قبل معاملتها بأى كيماويات أخرى أو تخزينها. هذه المعاملة يمكن أن تقلل نسبة إنبات البذور لذلك يجب عمل اختبار انبات لعينة من ٥٠– ١٠٠ بذرة معاملة لمعرفة نسبة الإنبات.

٢ ـ المعاملات الحقلية Field treatments

(أ) أملاح النحاس قليلة الذوبان فى الماء Fixed copper هى المجموعة الكيماوية الرئيسية فى مقاومة الأمراض البكتيرية ولكن يوجد لها بعض السلبيات:

– أيون النحاس الحريقوم باختراق كيوتيكل النبات مسببا سمية شديدة للنبات.

– أيون النحاس لا يتحلل فى التربة وبالتالى يتراكم بها لمستوى مرتفع بتكرار استعماله.

• – توجد سلالات من المسبب المرضى لها قدرة على تحمل هذه المركبات.

: – المركبات النحاسية مبيدات وقائية تؤثر فى الطفيل عند وجوده على سطح النبات فقط لكن لا تؤثر فيه بعد حدث العدوى الفعلية ودخوله فى داخل النبات.

لهذه الأسباب تستعمل المركبات النحاسية كجزء من برنامج المقاومة المتكاملة.

ب) فى المشتل يستعمل المضاد الحيوى Streptomycin مع النحاس المثبت فى محلول الرش. يتم الرش عند ظهور البقع ويكرر كل ٧ – ١٠ أيام. مع مراعاة عدم استعمال المضاد الحيوى فى الحقل بعد عملية الشتل.

جـ) نظرا لنشوء سلالات من البكتيريا المسببة لمرض التبقع مقاومة للمضاد الحيوى Streptomycin يستعمل المانكوزيب والمبيدات البكتيرية النحاسية فى مشتل الطماطم ويتم الرش عندما تكون البادرات جافة ويبدأ الرش بعد أيام قليلة من ظهور البادرات فوق سطح التربة ويستمر كل ٥ أيام على التوالى مع تغطية كاملة للنبات. بعد شتل النباتات فى الحقل يتم خلط النحاس المثبت والمانكوزيب وبعد ٩٠ دقيقة من الخلط تبدأ عملية الرش إلى أن تصل أولى الثمار المتكونة إلى ١/٣ حجمها النهائى. تنظم مواعيد الرش تبعا للجو ووجود المرض:

١ – يبدأ الرش بعد أسبوع واحد من شتل النباتات.

٢ – فى الجو المطر يكرر الرش كل ٥– ٧ أيام. أما فى الجو الجاف فيكرر كل ١٠ أيام مع تغطية شاملة للنموات المرشوشة.

٣ – فى حالة التنبؤ بسقوط المطر يتم الرش قبل ٢٤ ساعة من حدوثه ويجب منع الرش فى الجو المطر وفى حالة بلل العروش.

٤ – لا يستعمل المانكوزيب على الطماطم فى خلال الخمسة أيام الأخيرة قبل الحصاد.

٥ – تتبع الإرشادات المسجلة على بطاقات المركبات المستعملة بدقة من حيث التركيز وكيفية الاستعمال وأيضا إرشادات الأمان الموجودة على بطاقات الحاويات.

ثالثا: المقاومة البيولوجية Biological control

تتم المقاومة البيولوجية لهذا المرض بواسطة البكتريوفاج Bacteriophages وهو عبارة عن فيروسات تصيب البكتريا ويجب استعمال Phages مكونة من خليط من الفيروسات المختلفة لتقليل نشوء سلالات من البكتيريا تقاوم فعل العامل الحيوى المقاوم (Jones et al, 2002).

يوجد الآن تكوينات Formulations وقائية تزيد فترة بقاء الـ Phages على سطح النبات فى الحقل. وتقوم بوقايته من الأشعة فوق البنفسجية UV والعوامل الجوية الأخرى. هذه التكوينات عبارة عن بودرة لبن Skim (٠,٧٥٪) وسكروز (٠,٠٥٪) ومن السهل تحضيرها واستخدامها فى الحقل.

عند استعمال هذا المبيد الحيوى يجب أن يتم فى المساء لأنه يعطى مقاومة أفضل عن استعماله فى الصباح. ويستعمل مرتين كل أسبوع عند الغروب وقبل توقع سقوط مطر أو بعد سقوط المطر مباشرة.

ويوجد منتج مسجل من Formulated phages تحت اسم Agriphage ويستعمل فى مقاومة المرض وأدى إلى تقليل شدة الإصابة ببكتيريا التبقع وزيادة المحصول أيضا.

وتوجه الأبحاث الآن لتحسين الـ Formulations لزيادة مدة بقاء Bacteriophage على سطح الأوراق تحت ظروف الحقل وتعديل وقت الاستعمال لزيادة كفاءة المبيد الحيوى.

رابعا: تنشيط دفاع النبات ضد المرض بواسطة (SAR products) **S stemic acquired resistance inducers**:

وهى عبارة عن مركبات كيماوية تنشط مقاومة النبات لبكتيريا التبقع. ومن هذه المركبات مركب -acibenzolar S- methyl (ASM) ويعرف تجاريا باسم Actigard أو Syngenta أو NC. ويستعمل كل ١٤ يوما ويبدأ استعماله مبكرا بعد الشتل بقدر الإمكان.

أى إن المقاومة المتكاملة تشمل:

استعمال Actigard لزيادة ميكانيكية المقاومة الطبيعية الموجودة فى الأصناف التجارية وتقليل قابليتها للإصابة لأقل درجة.

استعمال Agriphage متخصص للمسبب المرضى لتقليل نسبة اللقاح الموجود على سطح الأوراق والثمار. مع مراعاة أن العمليات الزراعية السليمة هى العمود الفقرى والأساس فى المقاومة المتكاملة.

ملحوظة:

عند استعمال Actigard- أو أى مركب تجارى آخر ينشط مقاومة النبات- يتم تقليل استعمال Copper-mancozeb. لكن هذا لا يلغى استعمال أحدهما أو كليهما وذلك للاحتياج لهما فى مقاومة الأمراض الفطرية.

٥ ـ مرض النقط البكتيرية على الطماطم Bacterial Speck on Tomato

عرف هذا المرض فى أوائل الثلاثينيات من القرن الماضى ولكن لا يسبب مشكلة فى الطماطم إلا بتوفر الظروف المناسبة من برودة ورطوبة. ولا تلاحظ أعراضه بكثرة مثل بعض التبقعات الأخرى على الطماطم وقد يرجع ذلك إلى تداخل أعراضه مع أعراض مرض التبقع البكتيرى Bacterial spot الأكثر انتشارا.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. (pathovar = pv) وهو تقسيم يرتكز على تسمية نوع البكتريا باسم النبات العائل الذى تهاجمه). الميكروب عصوى أبعاده من ١,٦ – ٣,٢ ميكرون طولا و٠,٢– ٠,٤ ميكرون عرضا. غير متجرثم. سالب لجرام. لاهوائى اختياريا. يتحرك بواسطة فلاجلا طرفية واحد توجد البكتيريا إما مفردة أو فى أزواج أو سلاسل قصيرة. وتقوم بإفراز صبغة Pyoveadin (الفلوروسين) التى تحيل لون البيئة إلى أخضر مزرق. وتفرز أيضا مركبا ساما متخصصا هو Coronatine. هذا المركب مسئول عن الهالة الصفراء التى تحيط بالضرر على الورقة المصابة وأيضا مسئول عن تقزم البادرات الصغيرة.

وقد عرف لهذه البكتيريا سلالتين Race O وRace I. وقد اكتشف فى الطماطم جين Pto يعطى مقاومة للسلالة O ولكنه لا يعطى مقاومة للسلالة I لذلك فإن Race I أكثر انتشارا من Race O وانتشارها مستمر.

الوضع التقسيمى للمسبب المرض Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Gammaproteobacteria
Order: Pseudomonadales
Family: Pseudomonadaceae
Genus: *Pseudomonas*
Species: *P syringae*

يوجد لهذا النوع سلالات أخرى هى: *P. syringae* pv. *syringae* و*P.syringae* pv *phaseolicola*.

قد عرف منذ السبعينات (1970's) أن *P. syringae* تدخل فى تكوين الثلج النووى فى الجو Atomospheric biological ice nucle-or. لكن الدراسات الحديثة تذكر أن هذا النوع من البكتيريا يلعب دورا أساسيا فى تكوين المطر والثلج فى الجو. وقد سميت syringae لأن أول عزل لها تم من شجرة الليلاك Lilac tree (*Syringa vulgaris*).

أعراض المرض Disease symptoms

تظهر الأعراض على أى جزء من المجموع الخضرى للنبات سواء أوراق أم سيقان أم ثمار لكن لا تصيب البكتيريا إلا الثمار الخضراء فقط ذات القطر أقل من ٣سم. يظهر العرض على الأوراق كنقط صغيرة سوداء مختلفة الشكل والحجم لكن لا يزيد قطر البقعة عن ١- ٢ملم وغالبا يحيط بهذه النقط هالة صفراء. تتركز النقط أو البقع فى الغالب بالقرب من حواف الوريقات مسببة موت الأنسجة المصابة وسقوط الحواف. وإذا اندمجت هذه البقع قد يؤدى ذلك إلى موت الورقة. وإذا أصيبت النباتات قبل الطور الورقى الخامس فإنها تتقزم وتعطى محصولا ضئيلا (Fig 9). وعلى السيقان المصابة يظهر العرض كبقع بنية غامقة أو سوداء ذات شكل بيضاوى مائل للاستدارة.

تظهر الأعراض على الثمار- الثمار الخضراء فقط هى التى تصاب- كنقط ذات قطر أقل من ١- ٣ملم. سوداء غائرة قليلا محاطة بهالة خضراء ضيقة أو صفراء. هذه النقط سطحية نادرا ما تتعمق لأكثر من خلايا بشرة الثمرة وتستمر حتى النقط السوداء على الثمار بعد النضج (Fig 10).

ظروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

مصادر العدوى الرئيسية لهذا المرض البذور- الشتلات المصابة- بقايا النباتات المصابة- الآلات الملوثة- أيضا الصمغى وتراكيب الصوبة المستخدمة فى الإنتاج.

تدخل البكتيريا النبات من خلال الفتحات الطبيعية سواء ثغور أم ثغور مائية أم من خلال الجروح الناتجة عن الحشرات أو العاملين بالحقل أو الرياح المحملة بالأتربة أو الأمطار وأيضا رذاذ الماء الناتج من رشاشات ذات ضغط عال. أما الثمار الخضراء الصغيرة فيتم اختراقها عن طريق فتحات الشعيرات Trichomas الموجودة عليها.

يناسب هذا المرض جو بارد مع ظروف وسط رطب. ينتشر المرض بصورة كبيرة عندما تتوفر درجة حرارة باردة تقل من ٢١°م (٧٠°ف) ورطوبة نسبية مرتفعة مع وجود فترة رطوبة حرة ممتدة. يبدأ المرض فى النمو عند درجة

١٨°م (٦٣°ف) ويقل نموه كثيرا عندما تصل درجة حرارة إلى ٣٢°م (٨٩°ف). لذلك الثمار التى تنمو مبكرا فى الموسم المبكر يمكن أن تصاب بشدة. بعد حدوث العدوى تنشأ علاقة داخلية مركبة بين النبات العائل والطفيل وظروف الوسط وتظهر أعراض المرض بعد ٥- ٧ أيام من الإصابة.

المقاومة Control

١ - عدم زراعة الطماطم فى مساحات سبق زراعتها بنفس المحصول إذا وجدت به أعراض إصابة. مع عمل نهرة مع محصول غير عائل للمسبب المرضى مثل الحبوب الصغيرة أو الأذرة.

٢ - تأخير الزراعة فى الربيع لتجنب تعرض النباتات للبرد وظروف البلل.

٣ - استعمال بذور خالية من المرض ومعاملتها بالماء الساخن قبل الزراعة.

٤ - مقاومة الحشائش حول وداخل الصوبة أو الحقل مع عمل برنامج صحى للنظافة بالنسبة للعاملين قبل بدء موسم المحصول الجارى.

٥ - اختيار شتلات خالية من الإصابة وفى حالة ملاءمة الجو لانتشار المرض تعامل الشتلات فى المشتل بميد مانكوزيب + النحاس المثبت + الاستربتومايسين كمبيد بكتيرى يحل محل النحاس فى الرشة الأخيرة مع مراعاة عدم استعمال الإستربتومايسين فى الحقل المستديم بعد الشتل.

٦ - عند ظهور أعراض المرض يمنع الرى الرأسى ويستعمل الرى الأخدودى.

٧ - تجنب العمل فى الحقل أثناء بلل النباتات.

٨ - عمل برنامج رش مانع من مركب copper hydroxide + أحد مركبات mancozeb (Dithane M45 أو Penncozeb) ابتداء من التزهير إلى أن تصل الثمار الأولى المتكونة إلى ١/٣ حجمها النهائى بعدها يزول خطر الإصابة ببكتيريا النقط. مع مراعاة إيقاف الرش عند وصول درجة الحرارة إلى ٣٣°م (٩٠°ف).

بعد زوال خطر المرض يرفع مركب النحاس من البرنامج مع استمرار المعاملة بالمانكوزيب لمقاومة ندوات المجمع الخضرى خاصة الندوة البدرية.

٩ - توجد أصناف مقاومة للسلالة O لكن لا توجد أصناف مقاومة للسلالة I.

ملاحظات:

١ - إضافة المانكوزيب تزيد من كفاءة النحاس فى المقاومة.

٢ - تتبع الارشادات المكتوبة على المبيد المستخدم بدقة وخاصة نسبة الاستعمال وعند عمل Tank mix يجب اتباع جميع التحذيرات وحدود استعمال هذه المبيدات.

٣ - معظم سلالات بكتيريا النقط التى عزلت من حقول الطماطم فى Ontario بكندا إما أنها مقاومة Bactericides copper-based أو عندها القدرة على تحمل هذه المركبات.

٦- التقرح البكتيرى فى الطماطم Tomato Bacterial Canker

تنتشر البكتيريا المسببة لهذا المرض فى معظم أنحاء العالم خاصة أوروبا وتوجد من وقت إلى آخر فى المملكة المتحدة وتسبب مشاكل كثيرة فى جزر شانيل Channel Islands.

يصيب هذه البكتيريا عدد قليل من العائلة الباذنجانية أهمها الطماطم ولم تحدث إصابة للفلفل والباذنجان تحت ظروف العدوى الطبيعية. يصاب بهذه البكتيريا عنب الديب Solanum nigrum وهو من حشائش العائلة الباذنجانية.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al. الميكروب عصوى غير متجرثم. غير متحرك. غير منتظم الشكل موجب لجرام هذا الميكروب من ميكروبات البذرة ويمكن أن يبقى فى التربة على بقايا المحصول السابق المصاب فى فترة الشتاء. الظروف المثلى لنموه الرطوبة النسبية المرتفعة ودرجات الحرارة الدافئة التى تتراوح ما بين ٢٧°م – ٣٢°م (٧٩°ف– ٩٠°ف).

الموقع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Actinobacteria
Class: Actinobacteridae
Order: Actinomycetales
Family: Microbacteriaceae
Genus: *Clavibacter*
Species: *C michiganensis*

أعراض المرض Disease symptoms

لا توجد أعراض لبكتيريا التقرح على البادرات عادة. لكن إصابة النباتات الصغيرة تؤدى إلى ضعف نمو وذبول يليه للأفرع واصفرار وتجعد للأوراق السفلى. يمكن ألا تظهر أعراض مرئية حتى تكوين الأزهار.

عند إصابة النباتات الناضجة يوجد نوعان من الأعراض تبعا لطريقة الإصابة. حيث توجد الإصابة الجهازية عن طريق دخول البكتيريا للجهاز الوعائى للنبات وتهاجم معظم أجزاء النبات ويتم ذلك عن طريق البذور. وأيضا توجد إصابة ثانوية حيث تسبب البكتيريا إصابات موضعية لكل من الأوراق والساق والثمار.

أعراض الإصابة الجهازية:

البذور المصابة هى المصدر الأساسى للإصابة الجهازية سواء كانت محمولة على سطح البذور أم بداخلها. تظهر الأعراض على الأوراق المسنة أولا حيث تتجعد وتصفر وتذبل وفى النهاية تتلون باللون البنى وتموت. يعرف هذا بالاحتراق Firing. أحيانا توجد هذه الأعراض على جانب واحد من الورقة أو جانب واحد من النبات. وعند شق الساق طوليا يلاحظ تلون الحزم الوعائية باللون الأصفر ثم يتحول إلى اللون البنى الخفيف المحمر خاصة عند العقد Node فى الإصابات المتقدمة. يلاحظ وجود خطوط ملونة خفيفا على السطح الخارجى للساق. هذه الخطوط يمكن أن تغمق وتتشقق وأخيرا يمكن أن يصبح النخاع مثقبا أو به كهوف Hollow. ويمكن أن تكسر الأفرع بسهولة وقد تؤدى الإصابة الشديدة إلى موت النبات. من السهل فصل البشرة وأنسجة القشرة الخارجية عن الجزء الداخلى من

الساق عند ضغط الساق بين الأصابع. أنسجة هذا الجزء لها ملمس صابونى يرجع إلى إنتاج الميكروب مادة غروية لزجة بكثافة. تتحرك البكتيريا داخليا حتى تصل إلى الثمار عن طريق الحزم الوعائية خاصة اللحاء وتتلون الأنسجة الوعائية باللون الغامق وتنمو بالحزم الوعائية إلى أن تصل إلى البذرة وينتج عن ذلك وجود شريط أو جديلة ذات لون أصفر يمتد من الساق إلى البذور. فإذا تم إصابة البذرة فى المرحلة الأولى من تكوينها لا يكتمل نموها وتندثر. أما إذا كانت الإصابة بعد بداية التكوين فإنها تستمر فى النمو وتصبح حاملة للبكتيريا داخليا.

إذا أصابت البكتيريا الثمار وهى صغيرة تتشوه ولا تنمو أما إذا أصيبت وهى كبيرة لا يظهر عليها أعراض خارجية.

أعراض الإصابة الثانوية:

تنتج هذه الإصابة عن رذاذ الماء الملوث والأدوات الملوثة المستعملة فى العمليات الزراعية، والعاملين فى الحقل أو الصوبة وأيضا بقايا النباتات المصابة والحشائش العائلة. هذه الإصابة موضعية على الساق والسويقات والأوراق والثمار.

تتميز الأعراض على الأوراق بوجود حافة بنية داكنة إلى سوداء للوريقة يحيط بها من الداخل منطقة صفراء تفصل بين الأنسجة الداخلية الخضراء السليمة للوريقة والخالية من أى بقع من الأنسجة الميتة وبين الحواف البنية للوريقة وقد تلتف هذه الحواف إلى أعلى (Fig 11).

ينمو على الثمار بقع صغيرة نسبيا قطرها ٣mm عادة شحمية مرتفعة قليلا ذات لون أصفر إلى بنى ومحاطة بهالة بيضاء دائمة لذلك تسمى عين الطائر Bird's eye (Fig 12). هذه البقع يمكن أن توجد على السيقان والسويقات أيضا.

الإصابة الثانوية لا تؤثر فى المحصول غالبا خاصة عندما تبدأ متأخرة فى الموسم.

المقاومة Control

أفضل الطرق لمقاومة الأمراض البكتيرية زراعة أصناف مقاومة للمرض. لكن مسببات الأمراض البكتيرية سريعة التطفر وتكوين سلالات جديدة يمكنها مهاجمة الأصناف المقاومة إن وجدت. لذلك من الصعب توفير هذه الأصناف لكن توجد cvs من الطماطم بها بعض المقاومة أو لها القدرة على تحمل بكتيريا التقرح ولم تنتج على المستوى التجارى للآن. وقد ثبت من الأبحاث الجارية وجود 2 genes فى الطماطم يمكن أن تؤدى إلى مقاومة بكتيريا التقرح. لذلك يجب عمل إجراءات صحية جيدة سواء فى الصوبة أم الحقل لتقليل مخاطر هذا المرض.

أولا: العمليات الزراعية Practical cultures

١ – التخلص من بقايا النباتات المصابة فى نهاية الموسم السابق.

٢ – مقاومة الحشائش حول وفى داخل الحقل أو الصوبة وخاصة الحشائش العائلة.

٣ – عمل دورة زراعية مع محصول آخر غير عائل للمسبب المرضى لسنة واحدة على الأقل.

٤ – الشتلات يجب أن تكون سليمة وخالية من المرض وفى حالة إنتاج الشتلات فى الصوبة يراعى الآتى:

(أ) إخلاء الصوبة من أى نباتات مع تطهير سطوح البنشات والأدوات والدعامات الخشبية وذلك بغسلها بمطهرات سطحية مثل محلول Calcium hypochlorite بتركيز من ٢/١ – ١٪ أو Physan أو أى من المطهرات الأخرى لأن بكتيريا التقرح يمكنها البقاء على الدعامات وجدران الصوبة لأكثر من ١٠ أشهر.

(ب) زراعة البذور فى صوان وقصارى جديدة أفضل لكن يجب تعقيمها أيضا. أما إذا كانت مستعملة فيجب تعقيمها بالغسيل فى محلول مطهر مثل Calcium hypochlorite أو بالتشميس.

(جـ) تعقيم مخلوط الزراعة بالبخار.

(د) فحص البذور قبل زراعتها لإنتاج الشتلات والتأكد من خلوها من التلوث ومن الأفضل غمر البذور قبل زراعتها فى محلول مخفف من حمض HCl بتركيز ١.١٪ على أن تكون pH المحلول ٠.٩ لمدة ٣٠ دقيقة أو غمر البذور فى ماء ساخن درجة حرارته ٥٤.٥°م (١٣٠°ف) لمدة ٢٥ دقيقة ثم إجراء اختبار الإنبات.

(هـ) التحكم فى الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة والتهوية داخل الصوبة لمنع بلل الأوراق.

(و) عند الرى يستعمل الضغط المنخفض لتقليل الجروح فى النباتات الصغيرة. وأيضا تقليل انتشار رذاذ الماء الذى يمكن أن يحتوى على البكتيريا.

(ز) عدم تناول الشتلات وهى مبللة والتأكد من جفاف المجموع الخضرى عند عملية نقل الشتلات.

٥ – قبل بدء الزراعة فى الحقل تطهر كل أدوات الزراعة وتستعمل المواد الزراعية الخالية من مسببات المرض.

٦ – إذا لم تنتج الشتلات بواسطة الزارع يجب أن تكون هذه الشتلات معروفة المصدر وموثقة وخالية من المرض تماما.

٧ – فى الحقل إذا كان الرى رأسيا يتبع نظام الضغط المنخفض كى لا تجرح النباتات ويقل انتشار رذاذ الماء.

٨ – إذا لوحظ وجود مرض التقرح فى الحقل يمنع العمل به أثناء بلل النباتات لمنع الانتشار السريع للمرض.

٩ – يجب العناية بالتسميد– الصرف الجيد– عدم الإفراط فى استخدام الماء– مقاومة الحشائش– مقاومة الأمراض الأخرى سواء فى الحقل أم الصوبة والتى تقلل من قوة نمو ومقاومة النباتات لمرض.

ثانيا: المقاومة الكيماوية Chemical control

من الصعب مقاومة البكتيريا بعد إصابتها للنبات. كذلك بدء برنامج المقاومة بعد ظهور الأعراض يعطى تأثيرا سلبيا لتأخره. لذلك يجب عمل برنامج منع للإصابة مبكرا أثناء نمو المحصول تبعا للظروف المحيطة المناسبة لانتشار المرض سواء كان ذلك فى المشتل أم فى الحقل.

المبيدات البكتيرية من النحاس المثبت هى المؤثرة فى مقاومة بكتيريا التقرح. وتستعمل هذه المبيدات رشاً على المجموع الخضرى ويتكرر الرش كل ٧ أيام أو أقل حسب البكتيريا الموجودة وحجم ومدى نمو النباتات. مع مراعاة تغطية محلول الرش كل أجزاء النبات واستعمال الجرعة الموصى بها.

يعتمد فعل النحاس المثبت على أيون النحاس الحر فى محلول الرش. وهذا يختلف تركيزه باختلاف pH المحلول. لذلك تقوم شركات إنتاج المبيدات الآفاتية بتكوين منظمات وناشرات وأيضا إضافات لزيادة كفاءة المبيدات تحت ظروف الاستعمال العادى ويشمل ذلك pH محلول الرش. لذلك يجب اتباع توصيات المصنع بالنسبة للإضافات والخلط والاستعمال لأن زيادة أيون النحاس يمكن أن يضر أنسجة النبات.

توجد أبحاث عديدة فى الولايات المتحدة الأمريكية تشـير إلى أن Tank mixing لمبيدات mancozeb + copper يسرع فى مقاومة هذا المرض.

٧ـ التدرن التاجى فى الطماطم Tomato Crown Gall

ينتشر مرض التدرن التاجى فى أنحاء متفرقة من العالم منها منطقة حوض البحر المتوسط. وتسبب بكتيريا التدرن التاجى *Agrobacterium tumefaciens* أوراما على جذور أو سـوق أو أوراق أكثر من ١٤٠ نوعا نباتيا تتبع نباتات ذات الفلقتين. وتصيب نباتات اقتصادية مهمة مثل التفاح- الكمثرى- الخوخ- العنب- بنجر السكر- الشمام وأيضا الطماطم ومن الزهور الداليا- الفلوكس- الكريزانثمم- الورد.

يكثر انتشار هذا المرض فى الأراضى الثقيلة أو فى التربة التى تحتفظ بالماء أكثر من يوم.

تتبـع هذه البكتيريا عائلة Rhizobiaceae التى يتبعها أيضا جنـس *Rhizobium* الذى يقوم بتثبيت النيتروجين الجوى فى البقوليات.

المسبب المرضى The causal organism

بكتيريـا *A. tumefaciens* عبـارة عن خلية عصوية. أبعادهـا ١,٥- ٣ *M*m طولا و٠,٦- ١ *M*m عرضا. متحركة بواسطة فلاجلات يترواح عددها من ١- ٦. سالبة لجرام. لا تكون جراثيم داخلية. تنمو هوائيا. توجد هذه الخلايا إمـا مفـردة أو فـى أزواج. وعندما تنمى فى مزارع علـى بيئات محتوية على الكربوأيـدرات تنتج كميات كبيرة من المركبات عديدة التسكر Polysaccharides مما يعطى لهذه المستعمرات المظهر اللزج المنتفخ.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria or Monera
Division: Proteobacteria
Class: Alphaproteobacteria
Order: Rhizobiales
Family: Rhizobiaceae
Genus: *Agrobacterium*
Species: *A. tumefaciens*

أعراض المرض Disease symptoms

يوجد هذا الميكروب فى التربة وعند وجود نبات الطماطم يسـبح بواسـطة الفلاجلا منجذبا إلى الجذر عن طريق مشابهات ضوئية Photoassimilates توجد فى الوسط البيئى حول جذور النبات- أيضا تتحرك بعض السلالات منجذبة إلى النبات نتيجة للتأثير الكيماوى لبعض المركبات الناتجة عن جروح خلايا النبات مثل مركب Acetosyringone وهو مركب كيماوى ينتج من النبات بتأثير الجروح ويؤدى إلى إصابته بالبكتيريا- ثم تتم الإصابة بعد ذلك.

لكى تكون البكتيريا لديها القدرة على التطفل يجب أن يوجد بها البلازميد المشجع على تكوين الأورام Tumour Inducing Plasmid ويطلـق عليـه Ti plasmid أو P Ti حيـث يقوم Ti plasmid بإقحـام جزء من DNA البكتيريا

ويسمى T-DNA فى Chromosomal DNA الخاص بخلايا العائل ثم يتم الربط بين الميكروب والعائل عن طريق تكوين Cellulose fibrils بواسطة البكتيريا لتثبيتها فى خلايا النبات المجروحة وتقوم هذه الألياف السليلوزية أيضا بربط خلايا البكتيريا ببعضها لتساعدها على تكوين مستعمرات صغيرة. كذلك تقوم هذه البكتيريا بإنتاج بروتين Rhicadlesin وهو بروتين يقوم بلصق البكتيريا فى جدار الخلية.

وأيضا لكى تتكون الأورام يقوم T-DNA الخاص بالبكتيريا بتشفير الجينات لإنتاج أوكسين Indole-3-acetic a-k عن طريق ممر تخليق حيوى لهذا الأوكسين. هذا الممر لا يستعمل فى عديد من النباتات لإنتاج الأوكسين. وأيضا تقوم الجينات بإنتاج مركبات Cytokinins لتشجيع خلايا النبات على التكاثر وتكوين العقد Gall formation. كذلك تحتوى T-DNA على جينات تقوم بتشفير الأنزيمات التى تحث النبات على تخليق أحماض أمينية خاصة بالبكتيريا تستطيع هضمها. هذه الأحماض الأمينية تسمى Opines وهى مركبات تستعملها *A. tumefaciens* مصدر للنيتروجين ولا تستطيع معظم الكائنات الحية الأخرى استعمالها.

هذه الأورام توجد عادة عند منطقة التاج للنبات أو أسفل خط التربة على الجذر الرئيسى ويمكن أن توجد على الجذور الجانبية أو على الساق فوق سطح التربة (Fig 13). هذه الأورام مستديرة وناعمة وفى البداية تكون شبيهة بالكالوس Callus البارز قليلا ولكن تزداد فى الحجم والعدد سريعا. لذلك تحتاج العقد الصغيرة إلى تركيز عند التشخيص لأنها يمكن ان تتداخل مع أعراض الكالوس الناتج بكثرة من الجروح أو العقد المتكونة بواسطة النيماتودا أو عقد ناتجة عن إصابة فطرية أو حشرية. لذلك يجب أن تعزل هذه البكتيريا وتعرف جيدا.

تترك البكتريا المتطفلة الورم إلى التربة المحيطة أو إلى الماء عندما تصيب أنسجة نباتية جديدة.

ظروف نمو وانتشار المرض Disease development and spread

يوجد جنس *Agrobacterium* فى معظم الأراضى الزراعية وينتشر من التربة أو من النباتات المصابة عن طريق ماء الرى- رذاذ المطر- أدوات التقليم والأدوات المستخدمة فى العمليات الزراعية- الحشرات- وعن طريق أجزاء النباتات المستخدمة فى التكاثر. وعن طريق الجروح التى تحدثها العمليات الزراعية المختلفة وتغذية النيماتودا والحشرات. ضغة وتكوين الجذور الجانبية وأضرار التجمد تستعمر البكتيريا هذه الجروح وتثبت نفسها جيدا فى خلية النبات المصاب. تظهر التدرنات بعد ٢- ٤أسابيع من الإصابة عند توفر درجة حرارة أعلى من ٢٧°م (٧٠°ف). وعند انخفاض درجة الحرارة إلى ١٤,٥°م (٥٨°ف) يقل نمو العرض كثيرا إلى أن يقف نموه عند أقل من ١٠°م (٥٠°ف). وأيضا تثبط الإصابة إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٣٣,٥- ٣٥°م (٩٢- ٩٥°ف).

أحيانا لا تظهر أعراض للإصابة بهذه البكتيريا وتسمى إصابة مستترة Latent infection ويحدث ذلك فى التربة الباردة لكن تنمو إلى عقد واضحة فى آخر موسم النمو.

المقاومة Control

أولا: العمليات الزراعية Practical cultures

١ - التخلص من النباتات المصابة عند الحصاد لتجنب إصابة النباتات فى الموسم التالى.

٢ – تجنب الزراعة فى تربة لها تاريخ فى الإصابة المرتفعة بالتدرن التاجى.

٣ – تجنب الزراعة فى حقول مصابة بالنيماتودا أو الحشرات التى تهاجم الجذور.

٤ – تشميس التربة مع تغطية التربة الرطبة بشرائح من البلاستيك الرفيع أدى إلى تقليل تجمعات المسبب المرضى كثيرا فى التربة الخفيفة الغنية بالمادة العضوية.

٥ – اختيار الشتلات السليمة فقط أو زراعة الأصناف المقاومة إن أمكن مع تناول الشتلات بطريقة سليمة لتقلى حدوث جروح بها.

٦ – عمل دورة زراعية مع الحبوب الصغيرة.

٧ – تفضل الزراعة عند انخفاض درجة الحرارة لأقل من ١٠°م (٥٠°ف).

٨ – تجنب ضرر النباتات عند إجراء عمليات الحرث أو العزيق.

٩ – تجنب زيادة التسميد النيتروجينى والرى المتأخر فى موسم النمو.

ثانيا: المقاومة البيولوجية Biological control

استعمال عامل المقاومة الحيوى *Agrobacterium radiobacter* K84 أعطى تأثيرا كبيرا فى المقاومة على عدد من العوائل لكنه عامل مانع للإصابة وليس معالجا. لذلك من الأهمية معرفة وقت استعماله لوقاية الجروح المسببة عن الحصاد أو التقليم. مع العلم أنه توجد سلالات من هذه البكتيريا المتطفلة غير حساسة لعامل المقاومة *radiobacter* K 84.

توجد سلالة من K84 مهندسة وراثيا تسمى K1026 تعطى نفس التاثير المقاوم لعامل المقاومة الحيوى 84- وتستعمل تجاريا فى استراليا وأسبانيا.

استعمل المضاد الحيوى Terramycin مع Copac E (discontinued copper product) فى مقاومة حدوث الأورام فى شتلات التفاح وأعطى نتائج جيدة فى المقاومة.

□□□

Tomato Bacterial Wilt

Sudden & permanent wilt occur

Brown discoloration of the vascular system

An ooze will flow from a cut infected stem (right tube)

Fig (1)

Tomato Bacterial Soft Rot

Fig (2)

Vines wilt and diet; the inner stem becomes brown and slimy

Fig (3)

Bacterial soft rot on tomato fruit

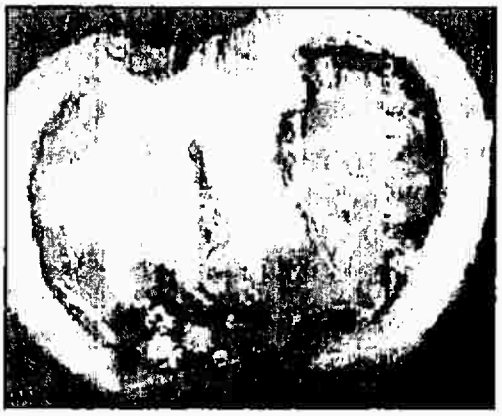

Fig (4)

Sliced tomato showed infected tissue with bacterial soft rot through the blossom end

Tomato Pith Necrosis

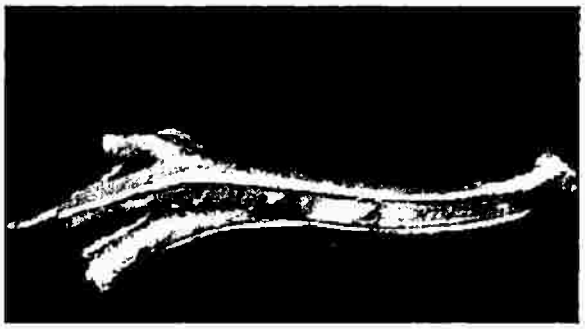

Fig (5)

The stem pith of tomato plant affected with pith necrosis turns dark brown and develops hollow cavities

Fig (6)

Initial symptoms

Fig (7)

Lesions may coalesce. causing blighted areas on leaves

Fig (8)

Immature fruit show brown, slightly sunken, scabby spots. Lesions on stems are elliptical in shape

Tomato Bacterial Speck

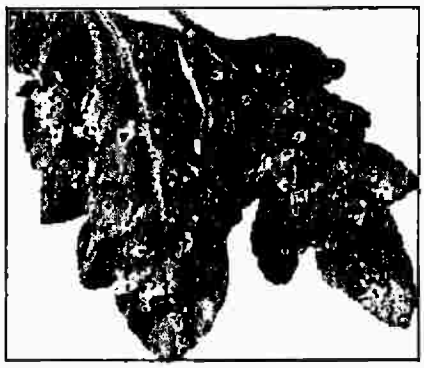

Fig (9)

Leaves from a greenhouse- grown tomato seedling infected with bacterial speck

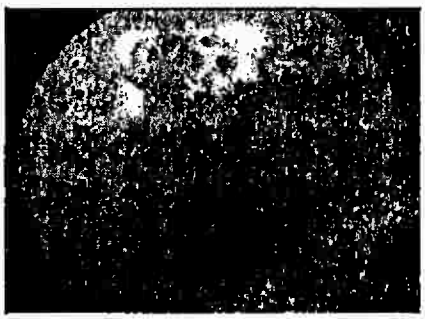

Fig (10)

Fruit infected with bacterial speck

Bacterial Canker

Fig (11)

Bacterial canker symptoms on tomato leaflet, showing yellow border between live and dead tissue

Fig (12)

Bacterial canker symptoms on tomato fruit showing birds eye. On leaflet. showing distinctive upward curling of leaf edges

Tomato Crown Goal

Fig (13)

Tomato infected with crown goal