ويعد استعمال الكلور فى الماء الذى تشطف فيه الخضروات أنجح المعاملات الكيميائية حتى الآن . ويضاف الكلور إلى ماء الشطف إما فى صورة غازية ، وإما فى صورة أحد أملاح الهيبوكلوريت . ويعتبر تركيز ١٠ أجزاء فى المليون فى الماء – عند درجة التعادل(pH = ٧) لدقائق قليلة – كافيا لقتل الخلايا البكتيرية غير المتجرثمة ، ولكن – مع تواجد التربة وبقايا النموات النباتية مع المحصول – يلزم زيادة تركيز الكلور فى محلول الشطف إلى ٥٠ جزءاً – ١٠٠ جزء فى المليون لكى يكون فعالا . وتجدر الإشارة إلى أن معاملة الكلور هى للتطهير السطحى فقط للمنتج ، ولا يمكنها القضاء على ما قد يوجد بداخله من إصابات بكتيرية .

٦ – المعاملة بالمضادات الحيوية :

تعد المضادات الحيوية من أنجح المركبات التى تقضى على الإصابات البكتيرية . ومن أمثلة هذه المضادات الحيوية ما يلى :

Streptomycin	Oxytetracycline
Polymyxin	Neomycin

وبالرغم من الفاعلية الفائقة للمضادات الحيوية فى مكافحة أمراض المخازن البكتيرية فى محاصيل الخضر ، إلا أن معظم الدول تُحَرِّم استعمالها عندما يكون الجزء المأكول من النبات هو الجزء المعامل ؛ لكى لا يتناول الإنسان كميات كبيرة من المضادات الحيوية مع طعامه ، والتى يمكن أن تؤدى إلى مخاطر صحية كبيرة .

ولهذا السبب . . فإن المضادات الحيوية الهامة طبيا لا يجوز استخدامها فى معاملة الخضروات المعدة للاستهلاك (عن Lund ١٩٨٣) .

الأمراض البكتيرية الهامة وطرق مكافحتها

الذبول البكتيرى فى الباذنجانيات

تسبب البكتيريا Pseudomonas solanacearum مرض الذبول البكتيرى فى مختلف الخضر الباذنجانية ، وهو الذى يعرف فى البطاطس باسم العفن البنى .

تؤدى الإصابة إلى تهدل أوراق النباتات وفروعها فى الجو الحار . وقد تستعيد الأوراق حالتها الطبيعية فى المساء ، ولكن مع استمرار تقدم المرض تذبل النبتات ذبولا دائما . تكون بداية ظهور الأعراض على الأوراق العليا ، لكن سرعان ما يظهر الذبول على بقية أوراق النبات .

يلاحظ - عند عمل قطاع طولى بسيقان النباتات المصابة أو درنات البطاطس المصابة - تلوُّن النسيج الوعائى باللون البنى ، مثلما يحدث عند الإصابة بفطريات الذبول ، ولكن الإصابة البكتيرية تتميز عنها بظهور نزّ بكتيرى عند قطْع سيقان النباتات ، أو درنات البطاطس المصابة .

تعيش البكتيريا فى التربة ، وتدخل الجذور من خلال الجروح التى تُحدثها الحشرات ، أو بسبب العمليات الزراعية ، وكذلك الجروح الطبيعية التى تنشأ على الجذور الرئيسية عند خروج الجذور الفرعية من طبقة البيريسيكل .

يناسب انتشار المرض التربة الدافئة التى تتراوح حرارتها بين ٢٥م و٣٥م . ويزداد انتشاره فى الأراضى الموبوءة بالنيماتودا .

وتعد زراعة الأصناف المقاومة أفضل وسيلة لمكافحة المرض ، ولكن يفيد كذلك - فى مكافحة المرض - تعقيم تربة المشاتل ، وزراعة تقاوٍ (شتلات أو درنات) خالية من الإصابة .

الذبول البكتيرى فى القرعيات

تسبب البكتيريا Erwinia tracheiphila مرض الذبول البكتيرى Bacterial Wilt فى القرعيات ، خاصة : الخيار والقاوون ، ونادرا ما يكون المرض خطيرا على الكوسة أو البطيخ

فى بادية الإصابة . . تذبل ورقة واحدة من أوراق النبات ، ويمكن أن تستعيد الأوراق الذابلة وضعها الطبيعى أثناء الليل . ولكن مع تقدم الإصابة . . تذبل جميع أوراق النبات بصفة دائمة ، وتجفّ .

وتخرج إفرازات بكتيرية لزجة من الثمار التى تتكون على النباتات المصابة . وإذا قُطعت ساق النبات المصاب عرضيا يلاحظ خروج إفرازات مماثلة من الحزم الوعائية ، يمكن سحبها على شكل خيوط رفيعة يصل طولها إلى سنتيمترين أو أكثر .

تنتقل البكتيريا عن طريق خنافس الخيار المخططة Acalymma vittata ، والمبقعة A. decimpunctata .

وتعتبر مكافحة خنافس الخيار هى أهم الوسائل وأكثرها فاعلية فى الحد من الإصابة بالبكتيريا .

العفن الطرى البكتيرى

يسبب مرض العفن الطرى البكتيرى Bacterial Soft Rot البكتيريا Erwinia carotovora ، وهو من الأمراض الواسعة الانتشار ، ويعد من أهم أمراض الخضر أثناء النقل والتخزين ، كما يصيب أعضاء التخزين (مثل الثمار ، والجذور ، والدرنات . . . إلخ) فى النباتات النامية .

تصبح الأنسجة المصابة مائية المظهر ، وتتحول إلى اللون البنى ، وتنبعث منها - غالبا - رائحة كريهة . ويلاحظ وجود حد فاصل بين الأنسجة المصابة والأنسجة السليمة . وبالضغط على الأعضاء المصابة يلاحظ خروج كتل من الخلايا البكتيرية المختلطة بعصارة النبات من الفتحات أو الجروح التى قد تكون موجودة بأسطح الأجزاء المصابة .

تحدث الإصابة عن طريق الجروح التى تسببها الحشرات غالبا ، والفتحات الطبيعية - سواء فى الحقل ، أم عند الحصاد - تنتج البكتيريا إنزيمات تعمل على تحلل الصفيحة الوسطى لجدر الخلايا ؛ حيث تنفصل الخلايا بعضها عن بعض ، ثم تموت ؛ ومن ثم تتشكل مظاهر المرض ، وهى السيولة ، والعفن أو التحلل ، ثم الموت .

يتطلب حدوث الإصابة وجود رطوبة حرة لنمو البكتيريا . وتعمل الرطوبة النسبية العالية على منع جفاف الأسطح النباتية ؛ الأمر الذى يزيد من احتمالات الإصابة . ويناسب تكاثر البكتيريا وسرعة انتشار المرض حرارة ٢٤°م - ٢٧°م .

ويكافح المرض بمكافحة الحشرات التى تسبب الجروح التى تحدث عن طريقها الإصابة ، والعناية بتداول المحصول أثناء الحصاد وبعده ، والتخزين فى مخازن مبردة جيدة التهوية . كما يتعين استئصال الأنسجة المصابة من الأعضاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris var. vesicatoria مرض التبقع البكتيرى bacterial spot (أو اللفحة البكتيرية bacterial blight) الذى يصيب الفلفل والطماطم .

تبدأ أعراض الإصابة على الأوراق فى شكل بقع صغيرة صفراء لا يزيد قطرها على ٣ مم . ومع تقدم المرض تصبح البقع ذات زوايا ، وتأخذ لونا بنيا داكنا أو أسود ، ثم يجف مركز البقع ويسقط ، وتظهر بقع مماثلة على السيقان وأعناق الأوراق ، إلا أنها تكون مطاولة ، وقد تتكون تقرحات فى الأجزاء المصابة من السيقان المسنة . وتعتبر إصابات الثمار أشد أطوار المرض ضررا.

لاتصيب البكتيريا الثمار إلا وهى صغيرة وخضراء ، لكن يستمر ظهور الأعراض فى مختلف مراحل نمو الثمرة . وقد تتشقق الثمار المصابة نتيجة لتهتك طبقتى الأديم والبشرة ؛ مما يجعلها عرضة للإصابة بالكائنات الأخرى المسببة للعفن .

ينتشر المرض فى الجو الحار عند كثرة الأمطار ، أو عند الرى بالرش . وتعيش البكتيريا فى بقايا النباتات فى التربة . وتحدث الإصابة من خلال الجروح .

ولمكافحة هذا المرض يوصى باتباع الأساليب التالية :

١ - اتباع دورة زراعية طويلة .

٢ - استخدام بذور وشتلات خالية من الإصابة .

٣ - التخلص من النباتات المصابة خارج الحقل .

٤ - الرش بالمركبات النحاسية .

٥ - زراعة الأصناف المقاومة .

العفن الأسود البكتيرى فى الصليبيات

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris p.v. campestris مرض العفن الأسود black rot فى مختلف الصليبيات . وهو مرض خطير فى الجو الرطب الكثير الأمطار ، ويساعد الرى بالرش على انتشاره . ويؤثر المرض على كل من : المحصول التجارى ومحصول البذور ، وخاصة فى الكرنب ، والقنبيط .

تظهر الأعراض فى البداية على صورة مساحات بنية فاتحة على حواف الأوراق ، يتبعها تلون العروق فى المنطقة المصابة باللون الأسود ، ثم تأخذ المساحات المصابة من الورقة لونا بنيا وتجفّ . كما ينتشر المرض من حافة الورقة إلى داخلها ، ويستمر انتشار البكتيريا فى النسيج الوعائى من الأوراق إلى الساق ، وتجعله يكتسب لونا بنيا . وقد تؤدى الإصابة الشديدة فى القنبيط إلى اكتساب القرص طعما غير مقبول . وإذا أصيبت البادرات فى المشتل فإنها تموت ، أو تبقى ضعيفة النمو .

تُحْمَل البكتيريا فى البذور المصابة ، وتعيش على بقايا النباتات فى التربة . تحدث الإصابة من خلال الثغور المائية فى نهايات العروق بالأوراق ، ومن خلال الجروح التى تحدثها الحشرات أثناء تغذيتها .

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى :

١ - اتباع دورة زراعية ثنائية ، مع مكافحة الأعشاب الضارة الصليبية .

٢ - حرث بقايا النباتات المصابة عميقا فى التربة .

٣ - تجنب الرى بالرش .

٤ - معاملة البذور بالماء الساخن على حرارة ٥٠°م لمدة ٣٠ دقيقة .

٥ - استخدام بذور سليمة خالية من الإصابة فى الزراعة .

٦ - زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة ، وهى تتوفر فى الكرنب .

تبقع الأوراق البكتيرى فى الصليبيات

تسبب البكتيريا Pseudomonas syringae p.v. maculicola مرض تبقع الأوراق

البكتيرى الذى يصيب الصليبيات وخاصة القنبيط . تظهر أعراض المرض أولا على صورة بقع مائية صغيرة على السطح السفلى للورقة ، تتحول خلال أيام قليلة إلى بقع متحللة غير منتظمة الشكل ، وذات لون بنى إلى أرجوانى . وقد تلتحم البقع - معا - لتكون بقعا أكبر غير منتظمة الشكل . ومع زيادة شدة الإصابة .. تتمزق أنسجة الورقة .

تعيش البكتيريا المسببة للمرض فى التربة ، وفى بقايا النباتات المصابة . وتزداد شدة الإصابة فى الجو البارد الرطب ، وفى المواسم الممطرة ، وعند الرى بطريقة الرش . ويعتقد أنها تنتقل عن طريق البذور .

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية ثنائية ، وحرث بقايا النباتات عميقا فى التربة ، وتجنب الرى بالرش (Univ. Calif. ١٩٨٧) .

لفحات الفاصوليا

تسبب البكتيريا Pseudomonas syringae pv. phaseolicola مرض اللفحة الهالية halo blight فى الفاصوليا ، وهى تنتقل عن طريق البذور . ويطلق على المرض أحيانا اسم البقع الشحمية greasy spots ؛ وذلك بسبب المظهر المائى الشحمى للبقع المرضية بالأعضاء النباتية المصابة .

تبدأ أعراض الإصابة باصفرار فى الأوراق ، ثم تظهر أعراض أخرى بعد أن تصبح الإصابة جهازية . تبدأ الإصابة غالبا فى العروق الصغيرة بالورقة ، ثم تتقدم منها إلى العرق الرئيسى ، ويتبع ذلك ظهور لون أحمر بين العروق . وإذا بدأت الإصابة فى عنق الورقة .. فإنه يتلون - وكذلك العرق الرئيسى - باللون الأحمر .

وتبدأ إصابة الساق فى النباتات الصغيرة على صورة بقع مائية تكبر تدريجيا ، وتأخذ شكل الخطوط الحمراء ، وتزداد اتساعا وطولا بامتداد الساق . وقد يعقب ذلك تفتح نسيجى البشرة والقشرة ، وتخرج منها إفرازات بكتيرية لزجة . وقد تبدأ الأعراض على الأوراق على صورة بقع مائية صغيرة منفصلة على السطح السفلى للوريقات ، يزداد اتساعها تدريجيا حتى تتصل بعضها ببعض . ويعقب ذلك ظهور هالة بلون أصفر

ضارب إلى الخضرة حول المنطقة المائية . وربما لا تظهر الهالة المميزة للمرض فى بعض الأحيان ؛ نظرا لاختلاف سلالات البكتيريا فى قدرتها على إفراز السموم المسئولة عن تكوين الهالة . وتكون إفرازات البكتيريا ذات لون كريمى فاتح إلى فضى .

وإذا بدأت الإصابة من البذور . . فإن أول أعراضها هو تكَوُّن بقع مائية عند العقدة الأولى على الساق فوق الفلقتين ، ومع تعمق واتساع هذه البقع . . فإنها تؤدى فى النهاية إلى تحليق الساق ، ويكتمل ذلك - عادة - عندما تكون الثمار فى منتصف نموها ؛ مما يساعد على كسر الساق عند هذه العقدة تحت ثقل الثمار .

وتظهر أعراض الإصابة على القرون على صورة بقع مائية تحيط بها منطقة صغيرة بنية إلى حمراء اللون . وتكثر البقع على طرزى القرن : البطنى والظهرى ، وتؤدى إلى انتقال الإصابة إلى النسيج الوعائى ، ثم إلى البذور التى ربما لا يظهر عليها أية أعراض . وإذا أصيبت القرون - وهى صغيرة - فإن البذور قد تتعفن ولا تنضج . وغالبا ما تظهر أعراض الذبول على البادرات التى تنتج من زراعة بذور مصابة .

يناسب ظهور الهالة المميزة للمرض مدى حرارى يتراوح بين ١٦°م - ٢٠°م . أما فى درجات الحرارة العالية (٢٨°م - ٣٢°م) . . فربما لا تظهر الهالة المميزة للإصابة برغم ازدياد تكاثر البكتيريا ، وكثرة البقع المرضية فى هذه الظروف . وتحدث الإصابة بالبكتيريا من خلال الجروح والفتحات الطبيعية كالثغور ، ثم تمر فى المسافات بين الخلايا فى النسيج البارانشيمى حتى تصل إلى النسيج الوعائى ، وتُذيب أثناء مرورها الصفائح الوسطية اللاصقة للخلايا .

وتنتشر البكتيريا فى الحقل بواسطة ماء الرى بالرش ورذاذ الأمطار المتساقطة ، وعلى أجسام الحشرات ، وميكانيكيا باللمس . وتناسبها كثرة الأمطار ، وتعيش بين المواسم المحصولية فى البذور ، وعلى بقايا النباتات المصابة فى التربة .

ويكافح المرض باتباع ما يلى :

١ - استخدام بذور خالية من البكتيريا فى الزراعة ؛ أى تكون قد أنتجت فى مناطق جافة تعتمد على الرى السطحى .

٢ - زراعة الأصناف المقاومة وهى متوفرة .

٣ - عدم إجراء عمليات الخدمة الزراعية عندما تكون النباتات مبتلة ؛ وذلك لتقليل انتشار الإصابة .

٤ - اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية .

اللفحة العادية ولفحة فسكيوس

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. phaseoli مرض اللفحة العادية common blight فى الفاصوليا وفاصوليا الليما . وتتشابه أعراض الإصابة كثيرا مع أعراض الإصابة باللفحة الهالية إلى درجة استحالة التمييز بينهما تحت ظروف الحقل . كما يتشابه المرضان فى طريقة الانتشار ، والظروف البيئية المناسبة ، وطرق المكافحة ، ويختلفان فى أن مرض اللفحة العادية يزداد انتشاره فى درجات الحرارة الأعلى من ٢٥°م ، وأن الإفرازات البكتيرية فيه تكون صفراء اللون .

هذا . . ويعرف نوع ثالث من اللفحات البكتيرية يسمى بـ « لفحة فسكيوس Fuscous blight » ، وهو يتشابه مع اللفحتين الهالية ، والعادية فى كل شىء ، ويسببه نفس نوع البكتيريا المسبب لمرض اللفحة العادية (Walker ١٩٦٩ ، و Dixon ١٩٨١ ، و McNab وآخرون ١٩٨٣ ، و Gubler وآخرون ١٩٨٦) .

مصادر إضافية خاصة بالبكتيريا والأمراض البكتيرية ومكافحتها

لمزيد من التفاصيل عن البكتيريا وطرق التعرف عليها وعلى مختلف الأمراض البكتيرية . . يراجع Bisset (١٩٦٢) ، وأبو الذهب والجعرانى (١٩٦٩) ، و Schaad (١٩٨٠) ، و Lelliott & Stead (١٩٨٧) .

ولمزيد من الدراسة لأمراض بكتيرية معينة . . يراجع Kelman (١٩٥٣) بخصوص جميع الدراسات التى أجريت على البكتيريا Pseudomonas solanacearum قبل عام ١٩٥٣ ، و Strider (١٩٦٩) بخصوص جميع الدراسات التى أجريت على بكتيريا التقرح البكتيرى فى الطماطم (Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis) قبل عام ١٩٦٩ .