التركيب التشريحى للخلية البكتيرية Bacterial Anatomy

تتركب الخلية البكتيرية من سطح خلوى وتركيبات داخلية

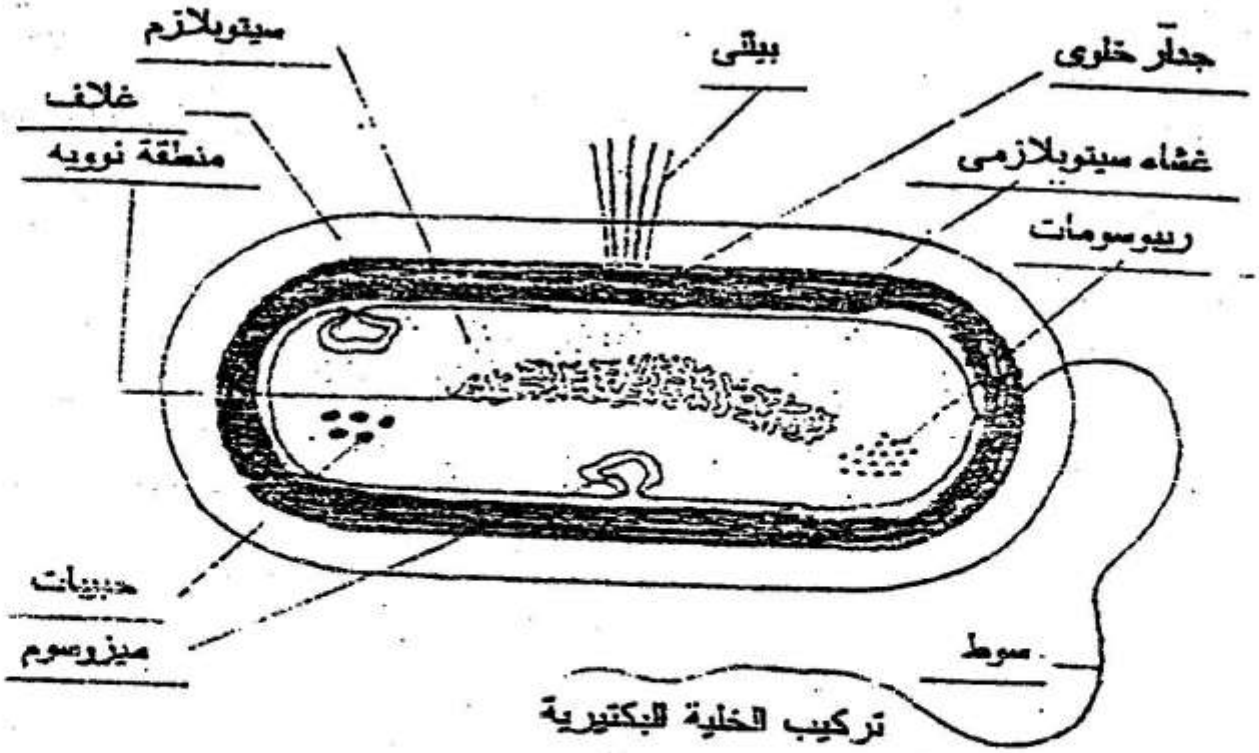
1-السطح الخلوى 0

يتركب من منطقة الغلاف والجدار الخلوى والغشاء الخلوى الذى يعتبر ضمن التركيبات الداخلية

2- التركيبات الداخلية 0

فتشمل (السيتوبلازم والأجسام الكروماتينية والميتوكندريا والحبيبات ومحتويات أخرى وكذلك الجراثيم الداخلية فى حاله البكتريا المتجرثمة).

تركيب الخلية البكتيرية



أولاً السطح الخلوى Bacterial surface

1- الغلاف-: Capsule

وهو يوجد على أسطح خلايا بعض الأنواع البكتيرية وهوعبارة عن طبقة هلامية slime layer وطبقة الغلاف هذه لا تقبل الصبغة فعقب التحضيرات البكتيرية تبدو الخلايا محاطة بمنطقة غير مصبوغة هى منطقة الغلاف 0

والبكتريا المفرزة للغلاف تبدو مستعمراتها ناعمة smooth type فى حين أن الغير مفرزة تبدو خشنة Rough type وقد لوحظ أن السلالات الناعمة للكائنات المتطفلة تكون دائماً ممرضة (ذات قدرة عالية على إحداث المرض) فى حين أن السلالات الخشنة من نفس البكتريا (الغير مغلفة) تكون دائماً غير ممرضة Nonpathogenic وقد لوحظ ذلك فى كثير من الأنواع البكتيرية مثل streptococci والبكتريا Pneumococcus والبكتريا Bacillus anthracis

تتركب مادة الغلاف

وتتركب مادة الغلاف فى أغلب الحالات من عديدات التسكر Polysaccharide ولكن فى بعض الحالات تتكون منطقة الغلاف كلية من مواد بروتينية هى الببتيدات العديدة أو Polypeptidesمثل البكتريا Bacillus subtilisالتى يتكون غلافها من وحدات من الحمض الأمينى D-glutamic مرتبطة مع بعضها فى شكل سلسلة طويلة (50-100جزىء).

والأغلفة المتكونة من polysaccharides تنتج بدرجة ملحوظة ومثالية عندما تنمى البكتريا على بيئات تحتوى على سكر السكروز عما أذا كانت محتوية على سكريات أحادية أو hexoses عموماً فإن الغلاف أو مادتة لا تتكون أثناء جميع أطوار نمو الخلايا البكتيرية بل أنها تتكون فقط فى بعض مراحل النمو تبعاً للنوع البكتيرى.

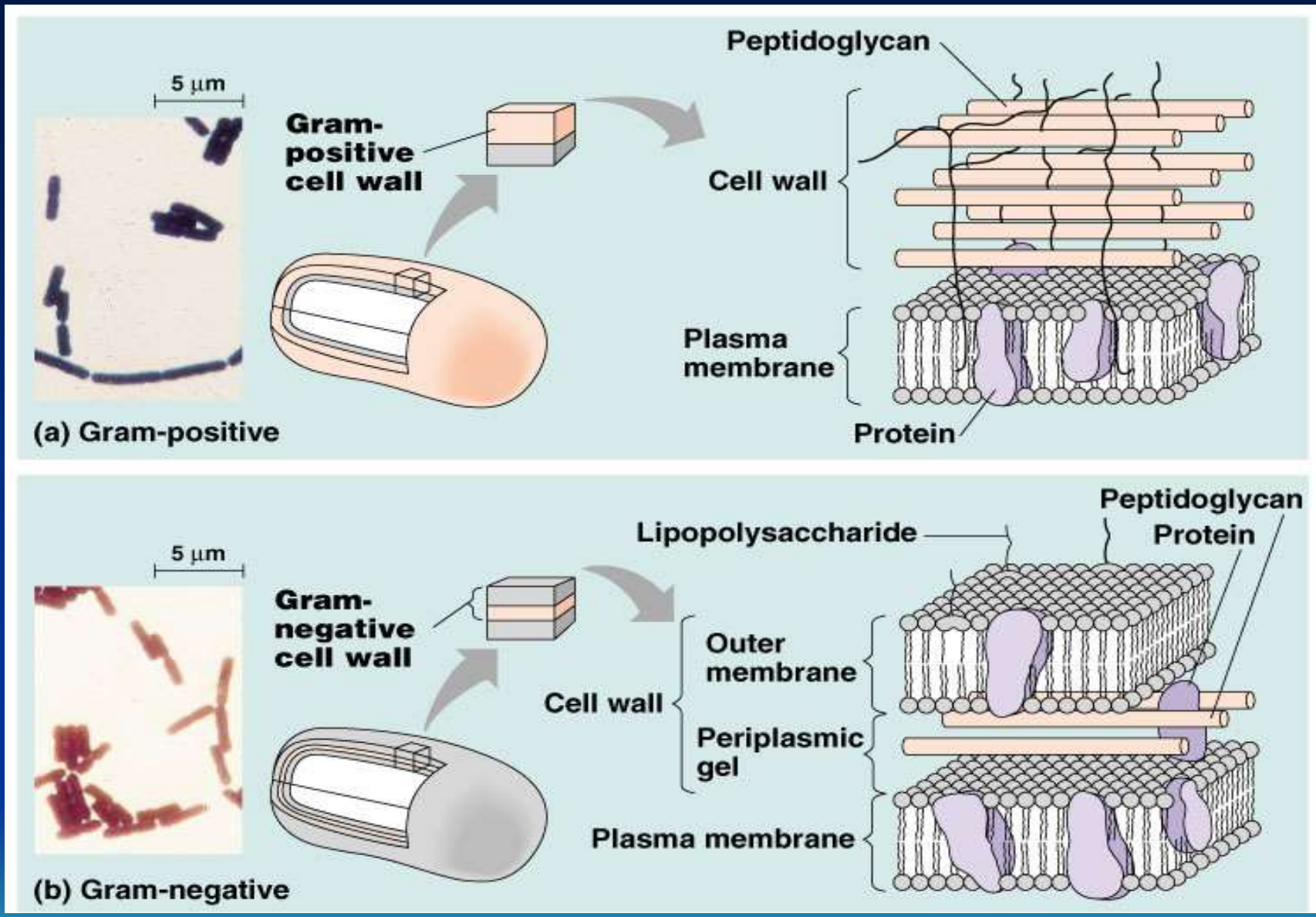
فأفرادالجنس Penumococcus تكون أغلفتها عندما يقل النمو والتكاثر فقط فى حين أن أفراد الجنس Streptococcus تكونها فى المراحل الأولى من النمو ثم تفقدها بتقدم السن

2- الجدار الخلوى Cell wall

من الناحية التقسيمية وضعت البكتريا ضمن المملكة النباتية وذلك لاحتواها على جدار خلوى صلب وهو يكون من 10-38% من الوزن الجاف للخلية وهذا يتوقف على عمر الخلية. والجدار الخلوى 0

وظائف الجدار الخلوى

1- يعمل على تحديد الخلايا وأعطائها الشكل المميز.
2- صلابته تجعله يتحمل الضغوط الأسموزية التى تتميز بها محاليل الأملاح الذائبة التى تصل قوتها فى بعض الحالات إلى ما يقرب من 20 ض.جـ
3- يتميز الجدار الخلوى بخاصية النفاذية الأختيارية.



شكل –3

تركيب الجدار الخلوى فى البكتيريا (A) الموجبة لجرام (B) السالبة لجرام

ثانياً:البروتوبلاســـت Protoplast :-

وهو يطلق على كل ما يقع داخل الجدار الخلوى
ويمكن عزل البروتوبلاست عن طريق التحلل
الأنزيمى للجدار الخلوى وذلك بأستعمال أنزيم
Lyzozymeأو بمعاملة الخلايا بالمضادات الحيوية
من مجموعة Penicillin bactracin group والتى تمنع
تخليق المكونات الرئيسية للجدر الخلوية أوبتنمية
السلالات البكتيرية المحتاجة فى نموها إلى مصدر
خارجى من Diaminopimelic acid فى بيئة خالية منه

ويشمل البروتوبلاست

1- الغشاء السيتوبلازمى Cytoplasmic membrane

وهو عبارة عن الغشاء الرقيق الذى يوجد أسفل الجدار الخلوى تماماً وهو أقل صلابة منه 0

وهو يعتبر مسئولاً عن كل عمليات الأنتشار الغشائى من الخلية واليها فهو غشاء شبه منفذ ذو نفاذية إختيارية

كما أنه يحتوى على معظم الأنزيمات الهامه والتى تقوم الخلية بتجهيز ها فهو بذلك يلعب دوراً ملحوظاً فى حياة الخلية

. ويمثل الغشاء السيتوبلازمى ما يقرب من 15%
من الوزن الجاف للخلية ويحتوى على 15-30%
مواد ليبيدية معظمها Phospholipeds
ويحتوى على 50-60% بروتين يماثل بروتين الخلية.
وحيث أن الغشاء السيتوبلازمى يحتوى على نسبة مرتفعة من الدهون فإن ذلك يوضح قابلية للاصطباغ بالصبغات التى تذوب فى الدهون مثل Sudan black

وترجع صعوبة دراسة الغشاء السيتوبلازمى إلى :-

1- عدم تحلل جدر الخلايا السالبة لجرام بواسطة الـLyzozyme
2- الأرتباط الوثيق بين الغشاء السيتوبلازمى والجدار الخلوى

البكتريا الموجبة لجرام يحتوى غشائها السيتوبلازمى على مركب Magnesium ribonucleate ولايوجد هذا المركب فى البكتريا السالبة. كما يحتوى الغشاء السيتوبلازمى أيضاً على مادة Mycolic acid المسئولة عن الصبغ المقاوم للأحماض وأن هذه المادة تكون مرتبطة ببعض المواد الأخرى بالقرب من سطح الخلية.

وتقاوم البكتريا الضغط الأسموزى وهذا يرجع إلى أمكان تركيز الأحماض الأمينية وبعض المواد الأخرى الذائبة ناحية السطح مما يؤدى إلى أرتفاع الضغط الأسموزى ويحدث التبادل بين الخلية والوسط الخارجى. الا أنه قد يحدث ما يلى

1- Plasmolysis عندما توضع الخلية فى وسط زائد التركيز عن الداخل Hypertonic يخرج الماء منها وينكمش البروتوبلازم مبتعداً عن الجدار وتسمى هذه الحاله بالبلزمة

2- Plasmophysis عندما توضع الخلية فى وسط ذو تركيز منخفض عن داخل الخلية Hypotonic يحدث أنتفاخ لمحتويات الخلية.

وتتلخص أهمية الغشاءالسيتوبلازمى فى:-

1- يعتبر مكان لأنزيمات التنفس 0
2- يعتبر مسئول عن كل عمليات الأنتشار الغشائى من الخلية واليها 0
3-- يقوم ببناء المكونات العديدة اللازمة لبناء الـ Capsule وبعض المكونات الأخرى خارج الخلية.

2- السيتوبـــلازمCytoplasm

وهو يحتوى على RNA بنسبة كبيرة ويحتوى السيتوبلازم على عديد من المحتويات وقد أعطيت أسماء عديدة لتميزها عن بعضها فمثلاً أطلق أسم الفجوات Vacuoles على محتويات السيتوبلازم القابلة للذوبان فى الماء وأسم Inclusions بالاشارة إلى قطرات الدهون أو جزيئات الفوليوتين التى تعرف بأسم Granules أو عديدات التسكر الأخرى التى قد تبدو فى حاله نقيه وغير قابلة للذوبان فى الماء

بعض المحتويات التى توجد فى السيتوبلازم

أ- الفجوات-: Vacuoles

معظم البكتريا الحية تحتوى على الفراغات وتعرف الخلايا حينئذ بأنها ذات فجوات Vacuolated وتستخدم صبغة الأحمر المتعادل Neutral redفى صبغ الفجوات وقد ثبت أن هذه الفجوات تحتوى على مادة الـ Volutin والتى تتركب من مادة Metachromation phosphateكما أمكن التعرف على بعض الدهون وكذا حبيبات الكبريت فى فجوات بكتريا الكبريت وهذه الفجوات غير دائمة بالخلية البكتيرية حيث أن وجودها يتكيف بالظروف البيئية والفسيولوجية للخلية.

ب- الجليكوجين والمحتويات عديدة التسكر الأخرى:Granules

قد تخزن بعض الأنواع البكتيرية الجليكوجين داخل السيتوبلازم وهذه الحبيبات تسمى Granules فعند تواجد هذه المحتويات بالخلية فأنها تحصر المحتويات النووية فى حيز صغير من الخلية ويحدث ذلك غالباً فى نهاية دورة النمو. بجانب الجليكوجين فقد تم التعرف على بعض المحتويات الأخرى من عديدات التسكر فى سيتوبلازم كثير من الكائنات 0

جـ- الميتوكندريا Chondroids or Mitochondria

وهى تعتبر مركز لتفاعلات الأكسدة والأختزال.

د- الأجسام الكروماتينيـــة-:Chromation bodies

وهى موزعة فى السيتوبلازم ويمكنها أن تنقسم وتتوزع أجزاء منها جديدة ويمكن صبغ هذه الأجسام بأستخدام Geimsa stain وذلك بعد معاملة الخلايا بحمض كلوريك ساخن 60م

* وحيث أن السيتوبلازم يحتوى على نسبة من الـ RNA وكذا الأجسام الكروماتينية فإنه يصعب صبغه

هـ- الأســـــــــواط Flagella :-

وهى عبارة عن زوائد سوطية رفيعة جداً Fine wips وهى تعتبر أعضاء الحركة فى البكتريا. وهذه الأسواط :-

1- تنشاء من داخل الخلية وتدفع طريقها خلال الجدار الخلوى أى أنها ذات منشأ بروتوبلازمى 0

2- تمر أيضاً خلال طبقة الغلاف Capsule فى حالة البكتريا المغلفة 0

3-تختلف فى السمك ولها ميل إلى التجمع مع بعضها

4- عددها وطريقة تموجها وانتظامها و أطوالها وطريقة تجمعها تعتبر من الصفات المميزة للأنواع البكتيرية.

5- الأسواط البكتيرية المفصولة عن الخلايا لوحظ أن لها قواعد خطافية الشكل شبيهة بالجذور التى تنغرس فى السيتوبلازم.

وتتكون الأسواط كيماوية من Fiber protein يحتوى على 99% مواد بروتينية محتوية على كل الأحماض الأمينية المعروفة فيما عدا الـ Tryptophane, pvoline, hydroxproline and histidine كما وجد أن التحضيرات النقية من الأسواط تحتوى على 15.7-16.7% نيتروجين. 0.05% فوسفور , 0.0001-0.2% كربوهيدرات , 0.8% دهون, 0.0006-0.1% أحماض نووية , 0.003-0.005% رماد.

طرق تكاثر البكتريا Reproduction

طرق تكاثر البكتريا

- اولا : التكاثر اللاجنسى ASexual reproduction

- ثانياً : التكاثر الجنسى Sexual reproduction

Asexual reproduction اولاً : التكاثر اللاجنسى

قبل أنقسام الخلية يزداد طولها مع زيادة كمية السيتوبلازم وتتم عملية الانقسام بأحد الطرق الآتية:

ا- الأنقسام الثنائى البسيط Binary fission :-

هى الطريقة الشائعة للتكاثر فى معظم الأنواع البكتيرية وخلال هذه العملية يحدث ما يلى :

1- بناء مركبات خلوية جديدة ويصاحب ذلك إستطالة الخلية وزيادة حجمها

2- بناء مواد نووية جديدة وإنقسامها لتتوزع على نصفى الخلية

3 - تكوين جدار وسطى Septum يقسم الخلية إلى خليتين

ب- التبرعم Budding

يحدث هذا النوع فى الرتبة Hyphomicrobiales وفيها يمتد من الخلية الأم بروز يتكون فى نهايتة برعم يستمر فى النموالزيادة فى الحجم إلى أن يصبح فى الحجم إلى أن يصبح فى حجم الخلية الأصلية ثم ينفصل عن الخلية الأم مكوناً خلية مستقلة

جـ- تجزئة الميسيليوم

ويحدث فى حالة البكتريا المتفرعة والتى يطلق عليها Actinomycetesحيث يتجزأ الميسليوم بواسطة جدر مستعرض إلى أجزاءصغيرة تشبه خلايا البكتريا العصوية ينمو كل منها ليكون ميسليوم.

د- تكوين جراثيم كونيدية :-

وتتميز بها الأنواع التابعة للجنس Streptomycesوهى تختلف عن الجراثيم الداخلية التى تتكون داخل الخلية البكتيرية فى أنها ليس لها جدار صلب انها لاتتحمل الظروف الغير ملائمة وتكون محمولة على حوامل خاصة تسمى حوامل جرثومية إما فى حالة مفردة أو فى سلاسل أو مرتبة حلزونياً

ثانياً : التكاثر الجنسى Sexual reproduction :-

يحدث هذا النوع من التكاثر الجنسى فى بعض الأجناس والأنواع البكتيرية مثل E. coli, Vibrio and Seratia وهو يتم بين خليتين من خلايا النوع الواحد مختلفين وراثياً حيث ينتقل جزء من العوامل الوراثية للخلية المذكرة إلى الخلية المؤنثة وبذلك يحدث مزج للعوامل الوراثية وينتج فرد جديد محتوى على صفات وراثية مغايرة لصفات كل من الأبوين ولكنه يشابه فى بعض الصفات أحد الأبوين وفى باقى الصفات الأب الآخر.

دورة النـــمو Growth cycle

عند تلقيح بيئة غذائية بخلية بكتيرية واحدة فأنها تبدأ فى الأنقسام إلى خليتين وتستمر الخلايا الناتجة فى الأنقسام المتكرر

ويعرف الوقت الذى ينقضى بين تكوين الخلية وأقدامها على الأنقسام يعرف بالوقت الجيلى Generation time

وهذه المدة تتوقف على عدة عوامل منها :.

1- السلالة البكتيرية

2 - تركيب البيئة الغذائية

3- درجة الحرارة

4-عمر المزرعة البكتيرية

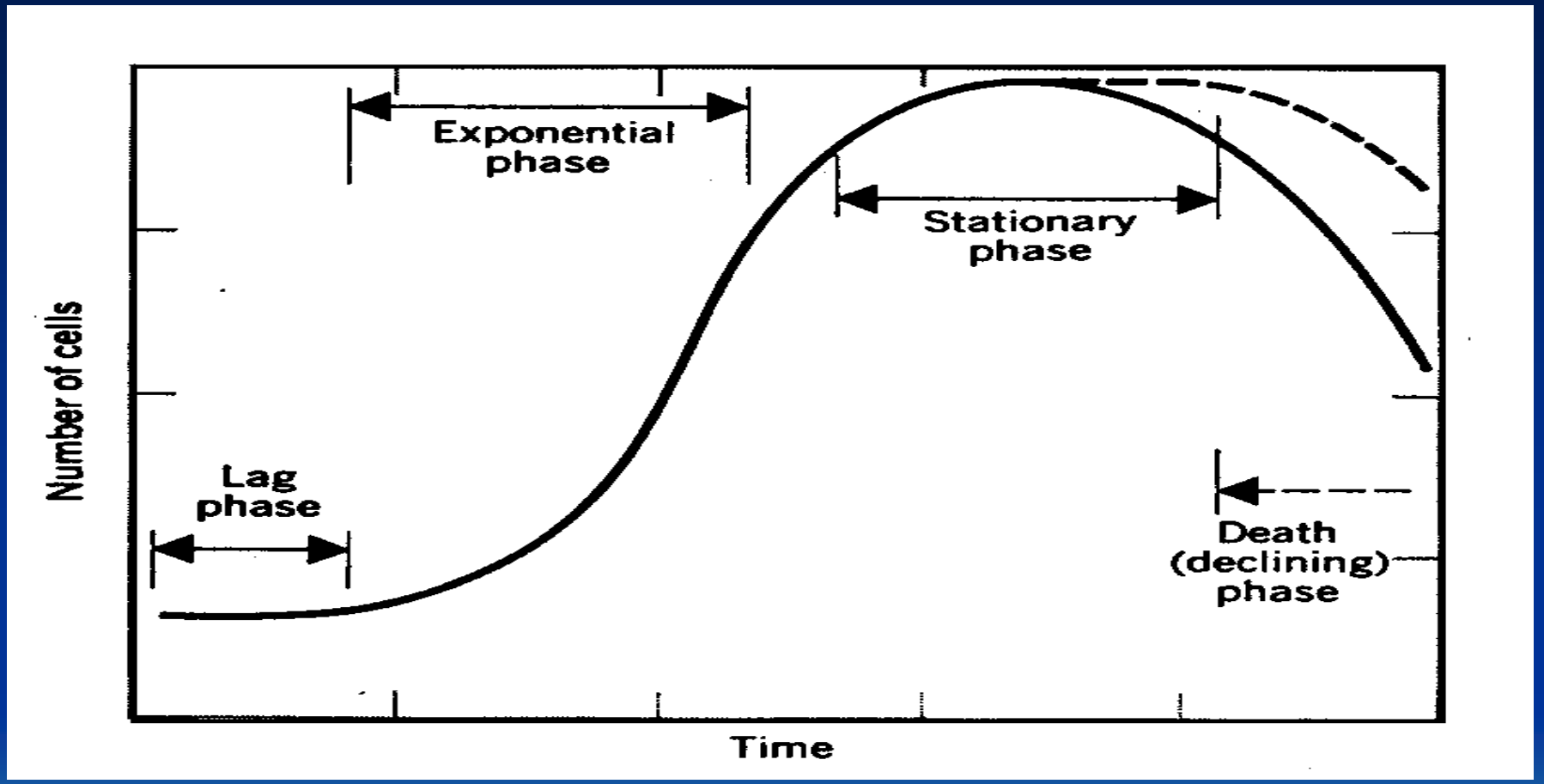
ويتراوح الوقت الجيلى عموماً للبكتريا بين 20 دقيقة إلى عدة ساعات

ومعدل النمو Growth rate

هو عبارة عن حاصل ضرب الوقت اللازم للقاح ليبدأ الأنقسام والتكاثر فى الوقت الجيلى تحت ظروف التجربة (إى الوقت ليبدأ الأنقسام x الوقت الجيلى تحت ظروف التجربة)

وعند تلقيح بيئة بالبكتريا فإن الأنقسام الخلوى لا يتم مباشرة ولا يظل الوقت الجيلى ثابت الا بعد إنقضاء عدة أجيال وأن المنحنى الحقيقى للبكتريا يبينة الشكل التالى.

ويتضح من الشكل أن النمو البكتيرى يمر بعدة أطوار أومراحل كما يلى-:



أولاً : طورالركـــــــود(التمهيدى) Lag phase :-

وهى المرحلة التى تمرعقب تلقيح الخلايا البكتيرية على بيئة غذائية جديدة وكما هو موضح بالرسم السابق عدم وجود أى زيادة فى عدد الخلايا خلال هذا الطور لآن الخلايا لا تبدأ فى الأنقسام مباشرة عقب إضافتها وأنما تمر بفترة تمهيدية أو فترة ركود يحدث خلالها بناء لمواد خلوية جديدة وتخليق لبعض الأنزيمات فيحدث زيادة فى كمية المكونات الأساسية للمحتويات النووية Purines and pyrimidin

وأيضاً المحتويات البروتينية بالخلية وايضاً قد أظهرت الدراسات البيوكيمائية الأخرى زيادة فى معدل التنفس خلال فترة الركود وفترة النمو المتزايد عن الأطوار التالية من النمو ويرجع ذلك إلى زيادة حجم البروتوبلازم الموجود بالخلية حينئذ. أى أن الخلايا لا تكون فى حالة سكون وأنما تكون فى حالة نشاط فسيولوجى لبناء هذه المكونات

ثانيـــاً : طور النمو اللوغاريتمـى Log phase :-

وفيه تبدأ الخلايا فى الأنقسام بسرعة واضحة وبفترة زمنية ثابتة تعرف بالوقت الجيلى أو Generation time لذايتخذ النمو خلال هذا الطور شكل خط مستقيم ذو أنحدار ثابت يتوقف على سرعة نمو الميكروب .

ويعزى أختلاف فترة الجيل من بكتريا إلى الأخرى إلى تفاوت قدرتها التخليقية للبروتوبلازم حيث لوحظ أن الزيادة فى محتويات الخلايا من النيتروجين تكون متلازمة مع الزيادة فى عدد خلايا الطور اللوغارتمى أيضاً كلما أرتفعت درجة الحرارة زاد معدل أنقسام الخلايا إلى الضعف وقدوجد أن هذا صحيح فى حدود حرارية بين 20-40م وأذا زادت الحرارة عن ذلك يحدث تثبيط للبروتين بالخلية مما يقلل معدل النمو .

ثالـــــثاً : الطور الثابـــــت Stationary phase :-

فى هذا الطور يبطىء معدل الأنقسام وتزداد فترة الجيل ويثبت تعداد الخلايا الحية بالمزرعة وفى خلال هذه الفترة يكون هناك عدة أسباب تفسر توقف المزرعة البكتيريةعن النمو عندما تصل إلى حد معين منها-:

1ـ نفاذ المواد الغذائية من البيئة

2- زيادة تركيز المواد الأيضية الناتجة عن النشاط الخلوى وهذه تؤدى إلى خفض PH البيئة إلى حد يمنع التكاثر وقد تكون هذه المواد سامه للخلايا. وتهوية المزرعة تعمل على أكسدة الأحماض العضوية أو المواد السامة وعدم تكونها الأمر الذى يطيل من فترة الطور اللوغارتمى أو يؤجل حلول الطور الثابت من النمو. وعموماً فإن الخلايا فى هذا الطور تكون فى حاله ركود فسيولوجى كما يحدث تراكم للمواد الغذائية المخزنة داخل الخلايا مثل حبيبات الدهن والنشا.

رابعاً : طور الموت Decline or death phase

وفيه يبدأ عدد الخلايا الحية فى التناقص تدريجياً بمعدل ثابت نتيجة لموت الخلايا ولذلك يتخذ المنحنى شكل خط مستقيم ذو أنحناء أو أنحدار سالب يتوقف على سرعة موت الخلايا وينتهى الأمر بموت جميع خلايا المزرعة .

ويرجع ذلك إلى عدة أسباب تختلف باختلاف النوع البكتيرى :-

1-أستهلاك العناصرالضرورية للنمو من البيئة.

2-تراكم نواتج عمليات التمثيل الحيوى بتركيزات سامة مثل تراكمالأحماض العضوية وأنخفاض رقم الـ PH فى البيئة وتراكم الكحولات ونواتج تحليل البروتينات السامة .ويلاحظ أن أنتقال خلايا المزرعة من طور لآخر لا يتم فجأة لجميع الخلايا فى وقت وأحد وأنما توجد فترات إنتقالية Transitional periods بين الأطوار وبعضها يحدث خلالها إنتقال تدريجى للخلايا من طور لآخر

Ecology of Bacteria " تواجد ومعيشة البكتريا "

أن دراسة طرق تواجد ومعيشة الكائنات الحية عموما في الطبيعةتعتبر من الدراسات المفيدة التى تجذب أليها كثير من العلماء من شتى الميادين العلمية وهى هامة لدراسة علم البيئة Ecology، وعلم الاجتماع Sociology وهامة أيضالعلماء الحفريات Paleontologisis وكذلك لعلماء الآثار Archaeologists

اما بالنسبة لعلماء البكتريولوجى بهذا النوع من الدراسات دراستها تعتبر اكثر تعقيدا وصعوبة نتيجة لصغر حجم الخلايا البكتيرية والذي يجعل من العسير التعرف على أنواعها على أساس أشكالها الظاهرية كغيرها من الكائنات.

فمثلا للتعرف على الأنواع البكتيرية المتواجدة في وسط ما

1-يشترط اخذ عينات إلى المعمل وزرع جزء منها بطرق معينة .

2-ثم عزل الكائنات البكتيرية كل بمفردة ثم تجرى عليها عدة اختبارات مورفولوجية وفسيولوجية وسيرولوجية

حتى يمكن التأكد من الأجناس أو الأنواع التى تنتمي أليها

- وحقيقة أن بعض الخلايا البكتيرية غير الحية يكون لها بعض النشاط الايضى ولكنها لا تقدر على التكاثر لفساد نظمها الخاصة بالانقسام

- ومقدرة الخلية على النمو والتكاثر تتوقف كثيرا على كفايتها في تجهيز مواد بروتوبلازمية جديدة من مصدر الغذاء المحيط بها وتحويل المواد الخام إلى نواتج تفاعل يتم بمساعدة جهاز الأنزيم الخلوي وهذا بدورة يكون محكوما بالنظام الوراثي بالخلية.

" طرق حدوث الإصابة بالبكتريا "

- البكتريا تختلف عن كل من المسببات المرضية فى طريقة احداث الاصابة , وعلى سبيل المثال ان الفطريات تكون جراثيم ثم تكون انبوبة انبات والتى تعطى بدورها في اتجاه طبقة البشرة نمو آخر مدبب يخترق طبقة البشرة عن طريق الضغط المباشر direct penetration أو باستخدام أنزيمات محللة للخلايا. عن طريقها تخترق النبات وتحد ث الاصابة , اما النيماتودا فهى تمتلك عضو خاص بالاختراق وهو الرمح الذى يعتبر الاداة التى تحدث الاصابة

أما البكتريا فهي وحيدة الخلية ولا تمتلك أعضاء خاصة للاختراق ولكنها تدخل النبات وتحدث الإصابة بإحدى الطرق الآتية

1- الثغور

ومنها نمو البكتريا وتتكاثر في الفم الرقيق من الماء خاصة أثناء الليل أو الصباح الباكر ثم تدخل اتجه الثغر إلى الغرفة الهوائية ثم إلى نسيج الميز وفيها فتهاجم هذه الخلايا وتحدث إصابة ومن الأمثلة على ذلك بكتريا *Pseudomonas marginalis* المسببة لمرض تبقع حواف أوراق الخس.

الجروح

قد تحدث الجروح في الأنسجة النباتية تحت تأثير فعل ميكانيكي سواء كانت حركة الإنسان أو الحيوان أو الرياح الشديدة أو أثناء النقل والتخزين فتخرج العصارة والمحتويات الداخلية للخلايا النباتية وهى تعتبر وسط غذائي مناسب لنمو البكتريا

ومن الأمثلة للبكتريا التى تدخل عن طريق الجروح.

-المسبب للعفن الطري البكتيري على البطاطس

- *Erwinia carotovora*
- المسبب للعفن البني في البطاطس وبكتريا *Pseudomonas solanacearum* لمسببة لمرض التدرن التاجي في أشجار الحلويات *Agrobacterium tumefaciens*

الغدد الرحيقية

ومن الأمثلة الشهيرة على ذلك الإصابة بمرض اللفحة النارية المتسبب *Erwinia amylovora*
وهى تعتبر أحد المراحل الأولى للإصابة وتعرف بإصابة الغدد الرحيقية حيث يكون المزاق الحلو وسط مناسب لنمو البكتريا

الفتحات المائية

من الأمثلة على ذلك العفن الأسود في الكرنب *Xanthomonas campestris*وفى هذه الحالة تنمو البكتريا في الجزء العلوي من الفتحات المائية ثم تنتشر داخليا "جهازيا" في الأوعية والعروق الجانبية مسببة اسوداد ويعرف بالعفن البكتيرى الأسود.

العديسات

احتمال دخول البكتريا للنبات عن طريق هذا المكان ضعيف جدا ألا أن هناك احتمال دخول البكتريا مثل *Streptomyces scabies* مسبب الجرب العادي على البطاطس *Erwinia carotovora* وأيضا مسبب العفن الطري على البطاطس.

بعض الأجزاء العراء والخالية من التغليف

مثل مباسم الأزهار والشعيرات الجذرية الدقيقة.

" مكان تواجد البكتريا في النبات بعد الإصابة

- قد توجد البكتريا الممرضة للنبات بين الأغلفة لبعض البراعم أو أنها توجد داخل النسيج النباتي وفى حالة وجودها داخل النسيج النباتي فهي توجد في أحد الأماكن الآتية :

1- في المسافات البيئية للخلايا Intracellular خاصة في النسيج البارانشيمى أو نسيج الميزوفيل.
2- قد توجد داخل الأوعية الناقلة في الخشب خاصة في أمراض الذبول.
3- في حالات نادرة قد توجد داخل الخلايا الحية نفسها ويمكن القول بان البكتريا في مبدأ الآمر تعيش في الأطوار الأولى من الإصابة بين الخلايا ثم تدخل بعد ذلك الأوعية بدرجة محدودة حسب النوع البكتيري. وفى حالة الخلايا وتفكك النسيج النباتي تدخل البكتريا الخلايا الميتة وفى حالات نادرة قد تدخل الخلايا الحية.

" تأثير البكتريا على عوائلها "

- قد تحدث البكتريا نتيجة لتكاثرها السريع في المسافات البيئية تشقق ميكانيكيا أو تحطيم ميكانيكي لأنسجة العائل أما فعل البكتريا الأساسي فهو كيماوي ويتضمن الآتي :
- 1- فصل الخلايا عن بعضها وأنزيمات سليلوزية قد تحلل جدر الخلايا نفسها فتكون منطقة مفككة في البعض بفعل الأنزيمات التى تحلل المواد البكتينية للغشاء الوسطى والصفيحة الوسطى النسيج النباتي.
- 2- إنتاج أنزيمات تحلل النشويات إلى السكر أو تحلل السكريات المركبة إلى بسيطة أو أنزيمات وتحلل البروتينيات داخل الخلية نفسها.
- 3- تكوين أحماض أو قلويات ضارة أو مواد سامة كنواتج عرضية أثناء نشاطها.
- 4- تكوين مواد منبه للخلايا النباتية تدفعها إلى نشاط شاذ غير طبيعي مثل التدرنات البكترية.

" انتشار الأمراض البكتيرية

تنتشر الأمراض البكتيرية بعدة طرق يمكن تلخيصها في الآتي

1- الرياح والأمطار

فهما معا يمكن عن طريقهما انتشار الأمراض من حقل إلى آخر أو من منطقة إلى أخرى وأيضا عن طريقها ينتقل المرض من الأجزاء العليا للنبات إلى السفلي ثم التربة.

2- الحشرات والحيوان :

وتشمل الطيور والحيوانات الرخوة والديدان الأرضية

3- السماد الملوث

4- التقاوي

وتضمن البذور والثمار والدرنات والأبصال وآي جزء تكاثري آخر.

"الأعراض التى تحدثها البكتيريا الممرضة على النبات

الأعراض

هى العلامات الدالة على وجود حاله مرضية وهى تشمل التغير فى الشكل المورفولوجى او الحاله الفسيولوجية للنبات أو تغير فى اللون أو تغير فى الحجم.

وتعتبر الأعراض النقطة الأولى لبداية التشخيص المرضى, فعن طريقها يمكن القول مبدئياً أن هذا النبات مصاب بمرض الذبول البكتيرى مثلاوذلك لوجود بعض العلامات الداله على ذلك ولكن القرار النهائى فو تحديد المسبب المرضى هو عزل المسبب .

من أهم الأعراض المرضية البكتيرية

1- التضخم:- Hyperplasias

فـى هـذه الحالـه يكـون النمـو غيـر طبيعـى علـى شـكل ورم او تضـخم gall امـا علـى السـيقان او الافـرع او الاوراق واحيانـاً علـى الجـذور ويكـون متبوعـاً بتغيـر فـى لـون المنطقـة المصـابة احياناً.

ومن اكثر الحالات دراسة مرض التضخم التاجى Crown gall المتسبب عن البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* والذى ينتج عن طريق اندماج أو تدخل incorporation جينات وراثية متولدة عن بلازميد البكتريا المسببة مع جينات النبات العائل فيحدث زيادة فى معدل انقسام الخلايا والذى يكون متبوعاً بزيادة فى حجم الخلايا ونتيجة لذلك يتكون الورم او التضخم وعادة ما يكون سطح الورم مشروخ او مشقق او على شكل نسيج صلب وهذه الاورام تتباين فى الحجم وقد يصل حجمها الى عده كيلوجرامات.

التضخم

2- تبقع ولفحة الأوراق والساق والثمار
Leaf, stem and fruit spots and blight

يعتبر هذا العرض اكثر الأعراض شيوعاً نتيجة عن الامراض البكتيرية, وفى هذه الحاله عندما تدخل البكتريا نسيج النبات القابل للاصابة سواء الساق أو الاوراق أو حتى الثمرة من خلال الثغور او العديسات او الجروح

وبعد ذلك البكتريا تتضاعف وتتكاثر وتنتشر فى المسافات البينية للخلايا ثم يموت النسيج المصاب بسرعة

وبعد ذلك تظهر الاصابة فى الحال مكوناًالتبقع spot أو يستمر ليكون منطقة كبيرة ميتة وتسمى اللفحة blightولو كانت البقعة محددة بتعريق الورقة تكون البقع ذات شكل زاوى وكثيرا من البكتريا التى تقع تحت الجنس *Pseudomonas* والتى تسبب البقع spots تنتج ايضاً مواد سامة والتى تنتشر الى النسيج السليم المحيط بالبقعة فتتكون هاله ذات لون اخضر شاحب أو اصفر حول البقعة الميتة.

وفى حاله اصابة الافرع الصغيرة أو قمم الافرع الزهرية وتحت الظروف المناسبة فان يحدث أستعمار و احتلال البكتريا بسرعة للنسيج البارنشيمى والنسيج الكولنشيمى وفى هذه الحالة يذبل النبات وتموت الافرع الطرفية وبتقدم الاصابة يستمر الموت لاسفل ويسمى هذا العرض باسم موت القمة

Dieback

التبقع

3- التعفن الطري soft rotting

وهو ينتج عن مهاجمة البكتيريا للأجزاء النباتية الغنية بالماء والمواد الغذائية مثل الدرنات والأبصال والكورومات وثمار الطماطم والكرنب والخص وغيرها وتسبب لها عفن طرى رخو وللبكتيريا المسببة للمرض القدرة على إفراز أنزيمات تحلل وتذيب المواد البكتينية بالصفائح الوسطى التى تربط الخلية ببعضها فتتفكك كما تفرز أنزيمات (أنزيمات بكتيرية) تحلل سليولوز الجدر (أنزيم السليولوز) بما يسمح للعصير الخلوي بالخروج من الخلايا.

التعفن

4- الذبول wilting

اسباب الذبول

* تصيب البكتريا المسببة للذبول الأوعية الخشبية وتتكاثر بداخلها بما يقلل من كمية الماء الصاعد لأعلى وبالتالي تقل كمية الماء الواصل إلى المجموع الخضري والذي يكون باللون البنى بعد ذلك

* كما قد يحدث الذبول نتيجة انتقال المواد السامة التى تفرزها البكتريا إلى المجموع الخضري فيزيد معدل النتج عن المعدل الطبيعي بينما لا يتأثر معدل امتصاص الماء عن طريق الجذور

وفـى الحـالات أخـرى تحلـل الأنزيمـات التـى تفرزهـا البكتيريـا مـادة البكتـين الموجـودة بـين الخلايـا إلـى مـواد هلامية تتسرب إلى الأوعية الخشبية وتسدها.

مثل

مرض الذبول البكتيري في الطماطم يبتج عن *Pseudomonas solanacearum* :

الذبول البكترى في البرسيم *Clavibacter insidiosum*

الذبول البكترى في القرعيات *Erwina tracheiphila*

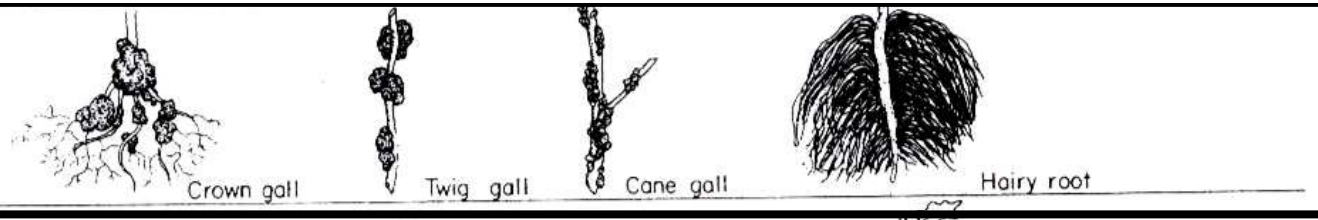
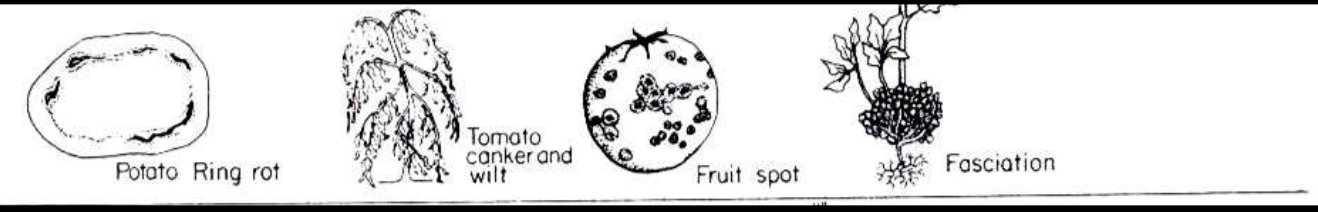
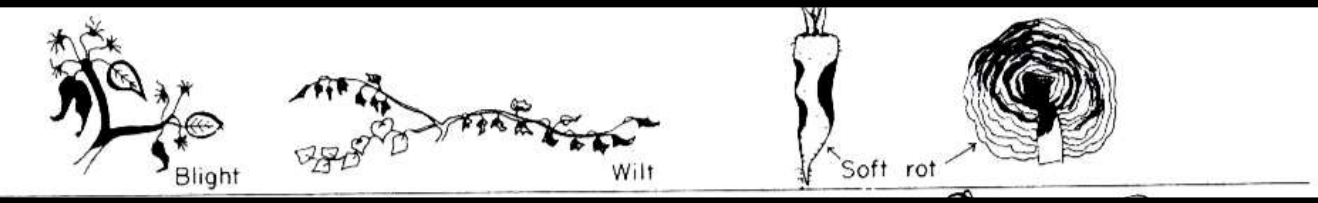
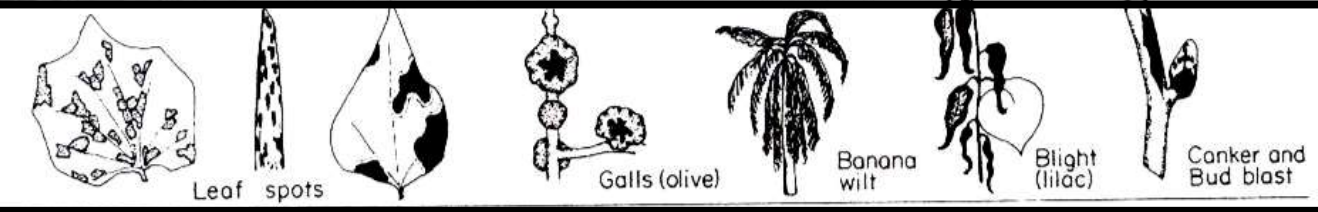
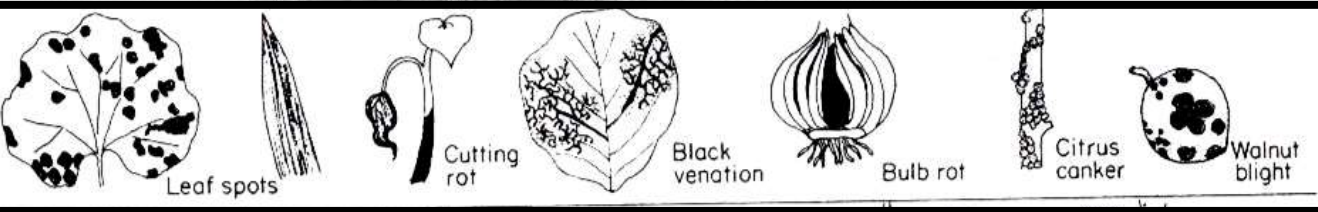
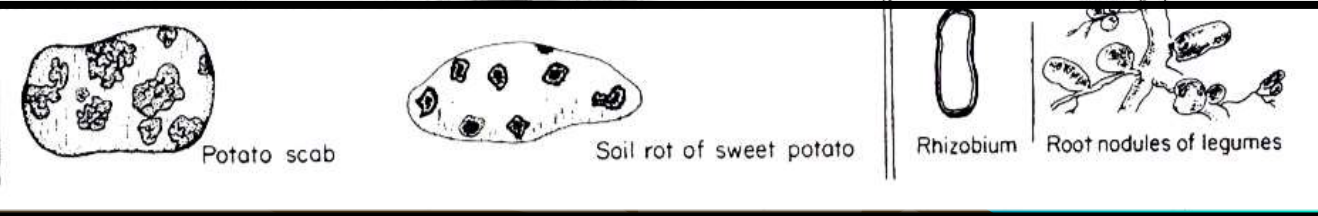
5- الجرب scab

تظهر أعراض الجرب على الاجزاء النباتية الموجوده تحت التربة مثل الدرنات والجذور الشحمية مثل البطاطا والبنجر والبطاطس وايضا قد تظهر على الثمار مثل الفلفل ومن أشهر *Sreptomyces scabies*

وتعيش بكتريا الجرب فى البقايا النباتية المصابة وفى التربة وتدخل الانسجة خلال الفتحات الطبيعية والجروح وفى الانسجة تنمو فى المسافات البينية للخلايا البارنشمية

وفى النهاية تهاجم هذ الانسجة ايضاً وتقضى عليها. ونتيجة لذلك تتحول خلايا العائل الموجودة تجاه منطقة الاصابة الى خلايا نشطة تنقسم عدة انقسامات مكونة سياج من الخلايا ثم تموت هذه الخلايا مكونة عده طبقات من الانسجة اللفلينية تحد الاصابة من الداخل وتوقف تقدم الطفيل وياخذ هذا النسيج مظهر الجرب, وتعمل مناطق الجرب غالباً كمدخل للمسببات المرضية الثانوية أو المترممات التى تسبب عفناً لهذه الانسجة.

الجرب scab

المسبب المرضى	العرض
Agrobacterium	
Clavibacter	
Erwinia	
Pseudomonas	
Xanthomonas	
Streptomyces	

"مقاومة الأمراض البكتيرية"
Control of Bacterial Plant Diseases

إن مقاومة الأمراض البكتيرية فى النباتات عادة تكون من الصعوبة بمكان ، فكثيرا ما تتطلب المقاومة دمج كثيرا من طرق المقاومة للتغلب على مرض بكتيري معين.
ومن الاحتياطات الضرورية والواجب اتخاذها هى:

1) منع تلوث الحقول أو المحاصيل بالكائنات الممرضة البكتيرية وذلك عن طريق إدخال وزراعة البذور أو تقاوى أوالنباتات السليمة.
2) كذلك يجب اتباع كثيرا من العمليات الصحية لأن العمليات الصحية تهدف إلى تقليل اللقاح فى الحقل وذلك عن طريق إزالة وحرق النباتات المصابة أو الفروع المصابة وتهدف أيضا إلى تقليل انتشار البكتيريا من نبات إلى آخر وذلك بإزالة التلوث بعد نقل النباتات المريضة.
3) إن عملية النظافة التى ذكرت هى عمليات هامة جدا فى المقاومة ، كذلك فى تنظيم وضبط بعض العمليات الزراعية مثل التسميد والرى يؤدى إلى تقليل حدوث المرض
4) أن الدورة الزراعية يمكن أن تكون فعالة جدا فى مقاومة الأمراض البكتيرية المتسببة عن بكتيريا ذات مدى عوائلى محدود ، ولكنها غير فعالة وغير عملية مع البكتيريا التى تستطيع أن تهاجم عدة أنواع من المحاصيل النباتية (مدى عوائلى واسع).

4) إن استعمال الأصناف المقاومة ضد بعض الأمراض البكتيرية هى الطريقة المثلى لمقاومة الأمراض البكتيرية ولمنع حدوث الخسائر الكبيرة ، يمكن أن توجد درجات مختلفة من المقاومة ضمن أصناف النوع النباتى الواحد ، ولقد عملت محاولات كبيرة فى محطات تربية المحاصيل لزيادة المقاومة أو إدخال طرز جديدة من المقاومة فى مجموعات كثيرة من الأصناف النباتية المتوفرة. إن الأصناف المقاومة مكملة بالعمليات الزراعية المناسبة واستعمال المواد الكيميائية هى أكثر الطرق فاعلية فى مقاومة الأمراض البكتيرية خاصة عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لتكشف المرض.

5) إن استعمال الكيماويات لمقاومة الأمراض البكتيرية تبين على أنها بشكل عام أقل نجاحا من المقاومة الكيميائية فى الأمراض الفطرية. يمكن تعقيم التربة الملوثة بالبكتريا الممرضة للنبات بالبخار أو الحرارة الكهربائية أو بالكيماويات مثل الفورمالدهيد ، الكلوربكرين ، ولكن يكون هذا عمليا فقط فى الصوبات الزجاجية وفى المشاتل الصغيرة.

6) البذور المصابة والملوثة سطحيا يمكن تطهيرها باستعمال صوديوم هيبوكلورايد أو محلول حامض الكلور أو عن طريق نقعها فى محلول ضعيف من حامض الخليك. وهذه المعاملات تكون غير فعالة عندما يكون الكائن الممرض داخل غلاف البذرة وفى الجنين. إن معاملة البذور بالماء الساخن عادة لا تقاوم الأمراض البكتيرية وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة المميتة نسبيا للبكتيريا، ولكن المعاملة على درجة 52 م لمدة 20 دقيقة تقلل أعداد البذور المصابة إلى حد كبير.

7) إن مركبات النحاس قد أعطت أفضل النتائج من بين الكمياويات المستعملة رشا على المجموع الخضرى ، وعلى أية حال فإن مركبات النحاس نادرا ما تعطى مقاومة كافية للأمراض البكتيرية عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لتكشف وانتشار الكائن الممرض. إن مزيج بوردو ، مركبات النحاس الثابتة هي الأكثر استعمالا لمقاومة أمراض تبقع الأوراق البكتيري واللفحات البكتيرية. كذلك فإن الزينب أيضا يستعمل لنفس الغرض خاصة على النباتات الحديثة التى من الممكن أن تضرر باستعمال مركبات النحاس.

8) لقد استعملت المضادات الحيوية في السنوات الأخيرة ضد بعض الأمراض البكتيرية وكانت النتائج مشجعة. تمتص بعض المضادات الحيوية بواسطة النبات وتنتشر فيه جهازيا ، لذلك يمكن أن تستعمل رشا أو تغمس فيها النباتات المنقولة. إن أكثر المضادات الحيوية أهمية ضد البكتيريا في الزراعة هي مركبات Streptomycin , Oxyteracycline هناك مضادات أخرى عديدة متوفرة حاليا ولكن بعضها منها لا يزال يستعمل أساسا لأغراض التجارب.

9) هناك بعض المحاولات لاستخدام البكيتروفاج في مقاومة بعض الأمراض البكتيرية لأنه وجد أن الفاجات متخصصة ضد بعض البكتيريا الممرضة للنبات لذلك كان من المتوقع أن استخدام البكتيروفاج سوف تكون ذات قيمة عالية جدا في مقاومة الأمراض البكتيرية مستقبلا حيث أن التطور في هذا المجال مازال في البداية ولا يمكن استعمالها ضد أي مرض بكتيري في الحقل.

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

أستخدام المقاومه الحيويه وذلك بعزل بعض الكائينات الحيه الدقيقه و التعرف على قدرتها مقاومه المسبب البكتيرى ومن أمثله هى استخدام عزلأت *Pseudomonas fluorescens*

Bacillus subtilis- Erwinia herbicola -

11) أستخدام المقاومه المستحثه

DL-3-aminobutyric acid
Prohexadione calcium (Regalis®)
Bion - Acibenzolar-S-methyl
Salicylic acid
Plant extracts (Hedera helix)

"العلاقة بين البكتيريا الممرضة وعوائلها"
Plant pathogenic bacteria and their hosts

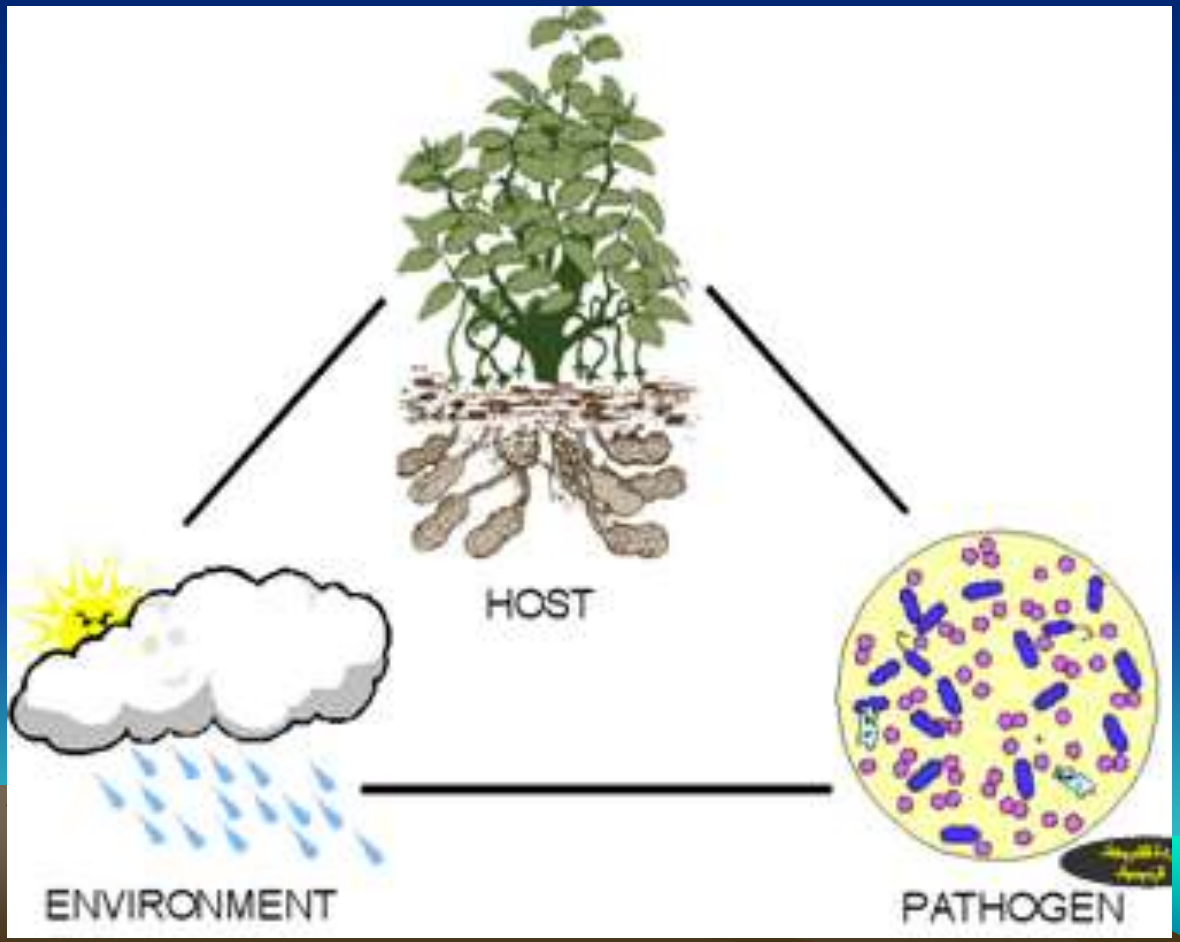
البكتيريا التي تصيب النبات لم يعرف منها ما هو متطفل إجباري obligate parasite ولكنها اختيارية التطفل Facultative parasite أي أنها يمكن عزلها على بيئات صناعية ولذلك يمر المرض البكتيري بثلاث مراحل هي :

1) مرحلة الإصابة Infection
2) مرحلة الاستيطان Colonization
3) مرحلة رد الفعل Host reaction

أولا : مرحلة الإصابة Infection

قد سبق التحدث عن طرق الإصابة بالبكتيريا ويتوقف نجاح الإصابة بالبكتريا على ثلاثة عوامل :

1) الظروف البيئية
2) صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية
3) صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية



أولا : مرحلة الإصابة Infection

قد سبق التحدث عن طرق الإصابة بالبكتيريا ويتوقف نجاح الإصابة بالبكتريا على ثلاثة عوامل :

1) الظروف البيئية
2) صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية
3) صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية

الظروف البيئية

الرطوبة :

كل مسببات البكتيريا الممرضة للنبات حساسة للرطوبة وتحتاج إلى درجة عالية منها وتشتد الإصابة بارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء وتنعدم أو تقل الإصابة عند تعرضها للجفاف وتشمل الرطوبة رطوبة التربة والرطوبة النسبية للجو فمثلا تشتد الإصابة بالذبول البكتيري في البطاطس المسبب عن ***Pseudomonas solanacearum*** بارتفاع نسبة رطوبة التربة وكذلك تشتد الإصابة بمرض التبقع الزاوي في القطن المتسبب عن بكتريا ***Xanthomonas malvacearum*** بارتفاع نسبة الرطوبة الجوية وكذلك درجة رطوبة التربة كما يمكن القول إن الرطوبة تؤثر في التوزيع الجغرافي للإصابة بالأمراض البكتيرية وكما ذكرنا سابقا فأنه بحدوث الإصابة يجب أن يكون هناك غشاء أو طبقة رقيقة من الماء تسبح فيها البكتيريا وتنمو قبل حدوث الإصابة.

الضوء :

الضوء المباشر له تأثير سيئ على البكتيريا باعتبارها غير متجرثمة وأفضل درجات الضوء بالنسبة للإصابة هو الضوء الغير مباشر فمثلا تشتد الإصابة ببكتيريا ***Pseudomonas solanacearum*** في الضوء الضعيف والنهار القصير.

الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على معدل تكاثر ونمو البكتيريا الممرضة للنبات وتقع درجات الحرارة المثلى لأغلب المسببات البكتيرية ما بين 25-30م وبالرغم من المدى الضيق في درجات الحرارة فإنها تؤثر في التوزيع الجغرافي لمسببات أمراض البكتيريا فالرطوبة كما قلنا تحدد إذا ما كانت الإصابة البكتيرية تحدث أم لا أما الحرارة قد تؤثر على العائل فقد تجعله أكثر قابلية للإصابة أو أكثر مقاومة فمثلا عند إصابة درنات البطاطس بالعفن البكتيري وجدنا أن درجات الحرارة ما بين 5-10 م تقلل من نشاط المسبب ***Erwinia carotovora*** في الوقت نفسه تزيد من نشاط الدرنة في تكوين الطبقات الفلينية.

درجة الحموضة pH:

بالنسبة للأمراض البكتيرية التي تصيب الأوراق فان قطرات الماء المتجمعة على سطح تكون ذات pH مائل للقلوية نتيجة لتكوين أملاح الكربونات من آثار النتح ودرجة pH للإصابة بمعظم أمراض اللفحات والتبقع تقع ما بين 7-8 وانخفاض pH إلى درجة (5) توقف الإصابة. ولكن هناك بعض الحالات التى تستطيع فيها البكتريا أحداث الإصابة على درجات الـ pH المنخفضة اقل من (5) بالنسبة للبكتيريا المسببة للإصابة عن طريق التربة تختلف في علاقاتها ودرجة الـ pH التربة فمثلا هناك سلالات لبكتريا الذبول تنشط في التربة القلوية بينما تشتد الإصابة بسلالات أخري عند pH مائل للحموضة ولكن يمكن أن يقال بصفة عامة أن التربة التي تميل إلى التعادل pH = 7 تناسب الإصابة بالبكتريا.

المواد الغذائية الخارجية:

تكون البكتيريا في الطبيعة خارج الجدار الخلوي طبقة هلامية (الغلاف) حيث إنها توجد داخل هذه الطبقة أو محمولة عليها فهذه الإفرازات الهلامية مكونة من سكريات عديدة فمثلا وجد أن البكتريا ***Pseudomonas syringae*** تفرز مواد هلامية تحتوى على سكريات مختزلة وكذلك سكريات معقدة وأحماض عضوية وتستطيع هذه البكتريا أن تستعمل هذه المواد كمصدر للكربون بصفة عامة ولقد وجد أن الإصابة بالبكتريا السابقة قد انخفضت عند وضعها في معلق مائي خالي من مكونات الطبقة الهلامية.

وجود التوكسينات Toxins:

يكون هذا التأثير واضح في كلا من نوعى البكتريا ***Pseudomonas tabaci,*** ***P. angulata*** فالأولى تفرز كمية كبيرة من ألا وكسينات داخل العائل تؤدى إلى حدوث تقرح خاصة على الأوراق وينتهي بما يسمى باللفحة أو احتراق الأوراق وتشمل هنا العرض المرضى مساحة كبيرة من سطح الورقة في حين أن البكتريا الثانية تفرز كمية ضئيلة من المواد السامة وبالتالي تكون الأعراض على شكل بقع صغيرة وسمى المرض بالبقع الزاوي.

تفاعل المسبب مع غيره من الكائنات الدقيقة :

هناك أمثلة كثيرة تشير إلى أن بعض المسببات المرضية تشتد الإصابة بها في وجود كائنات أخرى وهو ما يعرف بالتنشيط **Synergistic effect** كذلك وجد أن بعض الأنواع الأخرى تنخفض نسبة إصابتها في وجود كائنات أخرى وهو ما يعرف باسم **Antagonistic effect** فمثلا وجد في حالات كثيرة أن الإصابة بالعفن الطري لدرنات البطاطس ببكتريا ***Erwinia carotovora*** تزداد عند الإصابة بفطر ***Phytophthora infestans*** المسبب للفحة المتأخرة في البطاطس والطماطم وكذلك حالات التضاد مثل ***Bacillus subtilis*** غالبا ما تظهر تأثير مضاد لبعض الأنواع البكتيرية المسببة لذبول البرسيم ***Pseudomonas mechiganensis***

توفر الناقل :

هناك بعض الأمراض البكترية تنتقل بواسطة الحشرات فمثلا تنتقل البكتريا ***Erwinia amylovora*** المسبب للفحة النارية في التفاح من مياسم الأزهار المصابة إلى المياسم السليمة عن طريق الحشرات مثل النحل وكذلك خنفساء الخيار التي تنقل البكتريا ***Erwinia tracheiphila*** المسبب للذيول حيث تستطيع أن تعيش في أمعاء هذه الحشرة.

صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية :

1) التخصص

معظم الأنواع البكتيرية الممرضة للنبات متخصصة في إصابة عوائل معينة أو إنها تهاجم عدد قليل من الأنواع النباتية مثل الأجناس
Corynebacterium وكذلك الغير مفرزة للأنزيمات البكتينية والتي تتبع الجنس Erwinia معظمها تقريبا ذات مدى عوائلى ضيق أي أنها متخصصة في إصابتها للعائل في حين أن الأنواع الأخرى المحللة للمواد البكتينية والتابعة للجنس Erwinia والأنواع التابعة لجنس Agrobacterium والتابعة لجنس Pseudomonas والتابعة لجنس Rodococcus فإنها ذات مدى عوائلى واسع أي أنها غير متخصصة في إصابة عائل معين وهناك بعض الأنواع من البكتريا متخصصة في إصابة نباتات ذات قرابة أي أنها تتبع عائلة واحدة فمثلا *Erwinia amylovora* متخصصة في إصابة نباتات العائلة الوردية Rosaceae والبكتريا *Xanthomans compestris* pv. *gramini*.

2) الاستعداد الطفيلي

توجد درجات خاصة من قدرة البكتريا على إحداث الإصابة وهو ما يسمى بالقدرة المرضية فقد يحدث تغير في القدرة حيث تتغير بعض المزارع البكتيرية من شديد الإصابة إلى متوسط إلى ضعيفة فقد وجد أن البكتيريا ***Pseudomonas solanacearum*** عند تنميتها بالتوالي على بيئة محتوية على الجلسرول Glysrol فأنها تقل قدرتها المرضية أو تنعدم كذلك يحدث هذا عند إطالة فترة تجديد المزرعة عن 11-12 يوم.

وقد يكون التغير في القدرة المرضية مصحوبا في تغير طبيعة المزرعة نفسها من حيث اللون أو الملمس فمثلا المزارع ذات القدرة المرضية العالية من ***Erwina amylovora*** تكون ناعمة Smooth بينما منخفضة القدرة تكون خشنة Rough

3) الطاقة اللقاحية Inoculum potential

والمقصود بها هو عدد الخلايا البكتيرية في الملى الواحد من المعلق والذي يمكنه إحداث إصابة وإذا قل العدد عن العدد السابق تنعدم الإصابة وعلى ذلك فانه إذا كان لدينا معلق بكتيري وعمل منه مخففات مختلفة فانه يلاحظ أن هناك تخفيف معين يحدث إصابة والتخفيف التالي له لا يحدث إصابة يطلق على التخفيف الأدنى Minimum infection ويختلف هذا التخفيف من بكتريا إلى أخرى.

صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية :

1) وقت التعرض للإصابة

في بعض الأمراض يكون العائل في أوقات معينة اشد قابلة للإصابة من أوقات أخرى فمثلا عند إصابة القمح بمرض الهلام الأصفر تحدث الإصابة في طور البادرة وتقل بتقدم العمر وفى حالة إصابة فول الصويا بمرض اللفحة البكتيريه فان الإصابة في الأعمار الصغيرة تكون شديدة بالمقارنة بالنباتات المتقدمة في العمر وفى بعض الأمراض نجد إنها قد تتصف بظاهرة الإصابة الموسمية فمثلا تصاب الحلويات بمرض تبقع الأوراق المسبب عن بكتريا ***Pseudomonas syringae*** في الخريف ويصاب البرقوق بنفس البكتريا في الربيع كما أن هناك بعض الأنواع البكترية الممرضة لها القدرة على إصابة النباتات طوال العام.

2) تركيب البشرة والثغور

تكون درنات البطاطس اكثر عرضة للإصابة بمرض الجرب العادي ***Streptomyces scabies*** عند بداية تكوينها أي عندما تكون الطبقة الفلينية غير موجودة أو لم يكتمل تكوينها بينما تكون الدرنات كبيرة السن غير معرضة للإصابة بهذا المرض ولقد وجد أنه في بعض أصناف اليوسفي ترجع مقاومتها للبكتريا ***Xanthomonas citri*** إلى وجود نتوءات تمتد من الخلايا الحارثة فتغطيها وتمنع دخول البكتريا.

3) تركيب النسيج الداخلي

في العادة يكون وجود أنسجة فلينية أو اسكلرانشيمية أو ألياف عوامل تمنع امتداد الإصابة وبالتالي توقف الطفيل من الأمثلة على ذلك إصابة البكتريا ***Xanthomonas malvacerum*** تكون الإصابة محصورة في الأنسجة ما بين العروق والحزم الوعائية وذلك لان العروق والحزم الوعائية تحاط بطبقات من خلايا اسكلرانشيمية أما إذا أصيبت الورقة وهى صغيرة فن العروق تصاب أولا بالبكتريا وذلك لعدم تكوين كمية كافية من الخلايا الاسكلرانشيمية والتي تمنع الإصابة.

4) المحتوى الغذائي للأنسجة الداخلية

بصفة عامة الارتفاع المستوى النيتروجيني وانخفاض المستوى الكربوني في الأنسجة يزيد تعرض النبات للإصابة البكتيرية كذلك يؤثر نقص العنصر الفسفوري بنفس الطريقة كما أن انخفاض مستوى البوتاسيوم يزيد من الإصابة أما الكالسيوم فان ارتفاعه يؤدى إلى زيادة مقاومة النبات للإصابة بأمراض العفن والتبقع بصفة عامة.

5) كمية الماء والرطوبة في الأنسجة الداخلية

لقد وجد أن تشبع أنسجة النبات بالماء تزيد من فرصة الإصابة حتى ولو لم تكن البكتريا تصيبها تحت الظروف الطبيعية (عند ارتفاع مستوى سطح الأرض)

5) درجه حموضه العصارة الخلوية

عادة ما تناسب الإصابة البكتيرية درجة (pH 5-7) والزيادة الشديدة في الحموضة أو القلوية تقلل من الإصابة.

ثانيا : مرحلة الاستيطان Colonization :

الغالبية العظمى من البكتريا الممرضة للنبات عبارة عن طفيليات داخلية ونادرا ما تكون خارجية فهي تنمو داخليا آخذة طريق خاص إما داخل الخلايا أو في المسافات البينية وقد تكون متخصصة في إصابة نسيج معين مثل النسيج البارانشيمى أو الخشب أو الحاء ومن الأمثلة على ذلك البكتريا ***Corybacterium sepedonicum*** متخصصة إصابة الأوعية الخشبية والبكتريا ***Corybacterium michiganense*** تتخصص في إصابة اللحاء وقد تتخصص البكتريا في إصابة عضو معين من النبات مثل ***Agrobacterium tumefaciens*** تصيب السيقان وقد يختلف سلوك البكتريا في بداية الإصابة عن سلوكها في الأطوار المتقدمة حيث تمتد الإصابة إلي جميع الأنسجة بدون تحديد واضح ولا يمكن تحديد سلوك البكتريا وأسبابه ولكن دائما توجد علاقة بين التغذية ووجود البكتريا في النسيج.

ثالثا : رد فعل العائل :

رد فعل العائل يشمل طور المرض الذي يحاول فيها العائل أن يسترد حالته الطبيعية ويوقف تقدم وسير المرض ويشمل رد الفعل ثلاث مظاهر :

1) رد فعل مورفولوجى Morphological reaction
2) رد فعل تشريحي Histological reaction
3) رد فعل فسيولوجى Physiological reaction

أولا : رد الفعل المورفولوجى :

وهذا الشكل يشمل الأعراض الظاهرية للمرض حيث يتغير لون النسيج المصاب " اصفرارا – احمرار أو موزايك" أو يتغير الحجم مثل التضخم في جزء معين من النبات ... الخ. من المظاهر المورفولوجية.

ثانيا : رد الفعل التشريحي :

وهو يختلف حسب طبيعة المرض ومقاومة العائل ونوع الطفيل ومن مظاهر ذلك :

1) الانقسام الخلوي الشاذ

مثلما يحدث في مرض التدرن التاجي حيث تنقسم الخلايا بانقسام غير طبيعي سواء كان ذلك في الأنسجة الميرستيمية أو الأنسجة البالغة التي تتحول إلى أنسجة قابلة للانقسام. كذلك قد تنقسم خلايا النخاع وتكون خلايا مغزلية غير منتظمة تحتوى على أكثر من نواه والانوية تكون كثيرة متفرعة ولا يتكشف نسيج الأوراق بانتظام بل يحتوى على أنسجة هلامية غير منتظمة وحزم وعائية متناظرة لا تتصل بالوعاء المركزي وقد تكون كبيرة في بعض المواضع وأخرى متزاحمة في أماكن أخرى.

2) السوبرة المرضية

يتكون في درنات البطاطس عند إصابتها بمرض طفيلي أو جرحها ميكانيكيا طبقة رقيقة من نسيج فليني تمنع امتداد الطفيل الداخلي وتتأثر السوبرة بدرجة الحرارة التي تكون فيها الدرجات وانسب درجات الحرارة هي 10-15 م ولذلك فان إصابة الدرنات عند درجات الحرارة المرتفعة تمنع السوبرة وبالتالي تمنع الإصابة بالطفيل.

3) تكوين الكالوس

عند إصابة أنواع الأشجار بأمراض التقرح تتحول الخلايا البارانشيمية التي تحيط بمنطقة الإصابة إلى خلايا نشطة (كامبيوم جرحى) بحيث تتكون في الخارج في اتجاه الطفيل طبقة فلينية وفى الداخل طبقات بارتشيمية ويتكون الكالوس بفصل المناطق المصابة عن السليمة وفى بعض الأحيان تصيب البكتريا الكالوس نفسه وبذلك يتكون كالوس ثانوى مرة أخرى وبذلك تأخذ القرحة فى هذه الحالة شكل ورم أو تضخم على النبات.

4) تكوين خلايا اسكلرانشيمية

في بعض الأمراض البكتيرية مثل الهلام الأصفر في القمح تتحول الخلايا الكولشيمية الموجودة في حزم الساق إلى خلايا اسكلرانشيمية و تتكون خلايا خشبية كبيرة عن المعتاد وتحتوى على سموم أو توكسينات قريبة من نقطة الإصابة وذلك في أمراض التقرح والذبول.

ثالثا : رد الفعل الفسيولوجى :

1) التغير فى معدل التنفس

عند بدء إصابة النسيج النبات فان معدل تنفسه يزداد وترتفع درجة حرارة النسيج النباتي عندما تتقدم الإصابة نسبيا وينخفض معدل التنفس حتى ينتهي بموت النسيج.

2) التغيرمعدل النتح

يزداد معدل النتح في أمراض التقرح البكتيري بصفة عامة حيث تنتج عن الإصابة تهتك الغلاف الطبيعي للأنسجة وبالتالي يزداد خروج بخار الماء ويزداد معدل النتح نتيجة لزيادة نشاط الخلايا في المرحلة الأولى من الإصابة وبتقدم الإصابة يقل النتح.

3) التغير في التمثيل الكربوني

يزداد معدل التمثيل الكربوني أو ينخفض حسب طبيعة الإصابة ونوع العائل والطفيل ومن الطبيعي أن زيادة معدل تنفس في بداية الإصابة يصحبه نقص في المواد الكربونية المختزلة.

4) التغير فى التمثيل المعدنى :

لقد وجد في أمراض التضخم أن الأورام تحتوى على نسبة رماد أعلى من النسيج السليم وخاصة البوتاسيوم والفوسفور.

5) التغير في التمثيل البروتيني :

قد يصحب الإصابة ببعض الأمراض البكتيرية زيادة مركبات النيتروجين كما قد يحدث العكس وفى الغالب تتناقص محتويات العائل من المركبات النيتروجين نتيجة لتطفل البكتريا إلا انه في حالات أمراض التدرن يزداد تركيز المواد النيتروجينية وقد قدر أنها تصل في بعض الحالات إلى ثلاث أمثال ما تحتويه من الأنسجة السليمة.

5) التغير في النشاط الأنزيمي :

بخلاف ما يفرزه الطفيل من إنزيمات وعلاوة على ما يفرزه العائل من إنزيمات نتيجة للجروح فن النسيج المصاب يزداد نشاطه الإنزيمي كرد فعل مباشر للإصابة فقد وجد أن نشاط الإنزيم لعصارة الأورام الناتجة عن *Agrobacterium tumefaciens* يزداد بالنسب الآتية :

أنزيم الكتاليز 150% الاوكسيديز 130% البروكسيديز 120%

"العلاقة بين البكتيريا الممرضة وعوائلها"
Plant pathogenic bacteria and their hosts

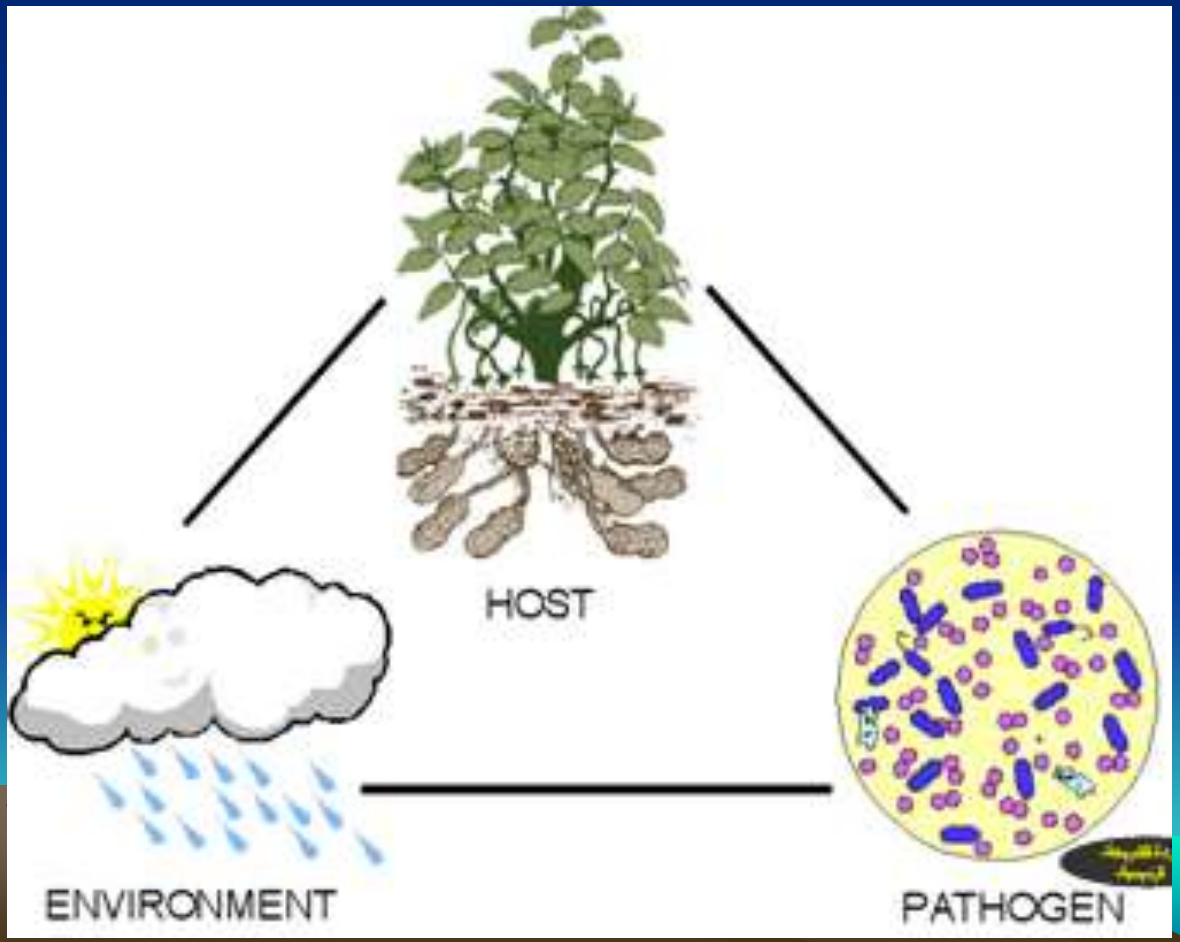
البكتيريا التي تصيب النبات لم يعرف منها ما هو متطفل إجباري obligate parasite ولكنها اختيارية التطفل Facultative parasite أي أنها يمكن عزلها على بيئات صناعية ولذلك يمر المرض البكتيري بثلاث مراحل هي :

1) مرحلة الإصابة Infection
2) مرحلة الاستيطان Colonization
3) مرحلة رد الفعل Host reaction

أولا : مرحلة الإصابة Infection

قد سبق التحدث عن طرق الإصابة بالبكتيريا ويتوقف نجاح الإصابة بالبكتريا على ثلاثة عوامل :

1) الظروف البيئية
2) صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية
3) صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية



أولا : مرحلة الإصابة Infection

قد سبق التحدث عن طرق الإصابة بالبكتيريا ويتوقف نجاح الإصابة بالبكتريا على ثلاثة عوامل :

1) الظروف البيئية
2) صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية
3) صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية

الظروف البيئية

الرطوبة :

كل مسببات البكتيريا الممرضة للنبات حساسة للرطوبة وتحتاج إلى درجة عالية منها وتشتد الإصابة بارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء وتنعدم أو تقل الإصابة عند تعرضها للجفاف وتشمل الرطوبة رطوبة التربة والرطوبة النسبية للجو فمثلا تشتد الإصابة بالذبول البكتيري في البطاطس المسبب عن ***Pseudomonas solanacearum*** بارتفاع نسبة رطوبة التربة وكذلك تشتد الإصابة بمرض التبقع الزاوي في القطن المتسبب عن بكتريا ***Xanthomonas malvacearum*** بارتفاع نسبة الرطوبة الجوية وكذلك درجة رطوبة التربة كما يمكن القول إن الرطوبة تؤثر في التوزيع الجغرافي للإصابة بالأمراض البكتيرية وكما ذكرنا سابقا فأنه بحدوث الإصابة يجب أن يكون هناك غشاء أو طبقة رقيقة من الماء تسبح فيها البكتيريا وتنمو قبل حدوث الإصابة.

الضوء :

الضوء المباشر له تأثير سيئ على البكتيريا باعتبارها غير متجرثمة وأفضل درجات الضوء بالنسبة للإصابة هو الضوء الغير مباشر فمثلا تشتد الإصابة ببكتيريا ***Pseudomonas solanacearum*** في الضوء الضعيف والنهار القصير.

الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على معدل تكاثر ونمو البكتيريا الممرضة للنبات وتقع درجات الحرارة المثلى لأغلب المسببات البكتيرية ما بين 25-30م وبالرغم من المدى الضيق في درجات الحرارة فإنها تؤثر في التوزيع الجغرافي لمسببات أمراض البكتيريا فالرطوبة كما قلنا تحدد إذا ما كانت الإصابة البكتيرية تحدث أم لا أما الحرارة قد تؤثر على العائل فقد تجعله أكثر قابلية للإصابة أو أكثر مقاومة فمثلا عند إصابة درنات البطاطس بالعفن البكتيري وجدنا أن درجات الحرارة ما بين 5-10 م تقلل من نشاط المسبب ***Erwinia carotovora*** في الوقت نفسه تزيد من نشاط الدرنة في تكوين الطبقات الفلينية.

درجة الحموضة pH:

بالنسبة للأمراض البكتيرية التي تصيب الأوراق فان قطرات الماء المتجمعة على سطح تكون ذات pH مائل للقلوية نتيجة لتكوين أملاح الكربونات من آثار النتح ودرجة pH للإصابة بمعظم أمراض اللفحات والتبقع تقع ما بين 7-8 وانخفاض pH إلى درجة (5) توقف الإصابة. ولكن هناك بعض الحالات التى تستطيع فيها البكتريا أحداث الإصابة على درجات الـ pH المنخفضة اقل من (5) بالنسبة للبكتيريا المسببة للإصابة عن طريق التربة تختلف في علاقاتها ودرجة الـ pH التربة فمثلا هناك سلالات لبكتريا الذبول تنشط في التربة القلوية بينما تشتد الإصابة بسلالات أخري عند pH مائل للحموضة ولكن يمكن أن يقال بصفة عامة أن التربة التي تميل إلى التعادل pH = 7 تناسب الإصابة بالبكتريا.

المواد الغذائية الخارجية:

تكون البكتيريا في الطبيعة خارج الجدار الخلوي طبقة هلامية (الغلاف) حيث إنها توجد داخل هذه الطبقة أو محمولة عليها فهذه الإفرازات الهلامية مكونة من سكريات عديدة فمثلا وجد أن البكتريا ***Pseudomonas syringae*** تفرز مواد هلامية تحتوى على سكريات مختزلة وكذلك سكريات معقدة وأحماض عضوية وتستطيع هذه البكتريا أن تستعمل هذه المواد كمصدر للكربون بصفة عامة ولقد وجد أن الإصابة بالبكتريا السابقة قد انخفضت عند وضعها في معلق مائي خالي من مكونات الطبقة الهلامية.

وجود التوكسينات Toxins:

يكون هذا التأثير واضح في كلا من نوعى البكتريا ***Pseudomonas tabaci,*** ***P. angulata*** فالأولى تفرز كمية كبيرة من ألا وكسينات داخل العائل تؤدى إلى حدوث تقرح خاصة على الأوراق وينتهي بما يسمى باللفحة أو احتراق الأوراق وتشمل هنا العرض المرضى مساحة كبيرة من سطح الورقة في حين أن البكتريا الثانية تفرز كمية ضئيلة من المواد السامة وبالتالي تكون الأعراض على شكل بقع صغيرة وسمى المرض بالبقع الزاوي.

تفاعل المسبب مع غيره من الكائنات الدقيقة :

هناك أمثلة كثيرة تشير إلى أن بعض المسببات المرضية تشتد الإصابة بها في وجود كائنات أخرى وهو ما يعرف بالتنشيط **Synergistic effect** كذلك وجد أن بعض الأنواع الأخرى تنخفض نسبة إصابتها في وجود كائنات أخرى وهو ما يعرف باسم **Antagonistic effect** فمثلا وجد في حالات كثيرة أن الإصابة بالعفن الطري لدرنات البطاطس ببكتريا ***Erwinia carotovora*** تزداد عند الإصابة بفطر ***Phytophthora infestans*** المسبب للفحة المتأخرة في البطاطس والطماطم وكذلك حالات التضاد مثل ***Bacillus subtilis*** غالبا ما تظهر تأثير مضاد لبعض الأنواع البكتيرية المسببة لذبول البرسيم ***Pseudomonas mechiganensis***

توفر الناقل :

هناك بعض الأمراض البكترية تنتقل بواسطة الحشرات فمثلا تنتقل البكتريا ***Erwinia amylovora*** المسبب للفحة النارية في التفاح من مياسم الأزهار المصابة إلى المياسم السليمة عن طريق الحشرات مثل النحل وكذلك خنفساء الخيار التي تنقل البكتريا ***Erwinia tracheiphila*** المسبب للذيول حيث تستطيع أن تعيش في أمعاء هذه الحشرة.

صفات الطفيل الطبيعية والفسيولوجية :

1) التخصص

معظم الأنواع البكتيرية الممرضة للنبات متخصصة في إصابة عوائل معينة أو إنها تهاجم عدد قليل من الأنواع النباتية مثل الأجناس
Corynebacterium وكذلك الغير مفرزة للأنزيمات البكتينية والتي تتبع الجنس Erwinia معظمها تقريبا ذات مدى عوائلى ضيق أي أنها متخصصة في إصابتها للعائل في حين أن الأنواع الأخرى المحللة للمواد البكتينية والتابعة للجنس Erwinia والأنواع التابعة لجنس Agrobacterium والتابعة لجنس Pseudomonas والتابعة لجنس Rodococcus فإنها ذات مدى عوائلى واسع أي أنها غير متخصصة في إصابة عائل معين وهناك بعض الأنواع من البكتريا متخصصة في إصابة نباتات ذات قرابة أي أنها تتبع عائلة واحدة فمثلا *Erwinia amylovora* متخصصة في إصابة نباتات العائلة الوردية Rosaceae والبكتريا *Xanthomans compestris* pv. *gramini*.

2) الاستعداد الطفيلي

توجد درجات خاصة من قدرة البكتريا على إحداث الإصابة وهو ما يسمى بالقدرة المرضية فقد يحدث تغير في القدرة حيث تتغير بعض المزارع البكتيرية من شديد الإصابة إلى متوسط إلى ضعيفة فقد وجد أن البكتيريا ***Pseudomonas solanacearum*** عند تنميتها بالتوالي على بيئة محتوية على الجلسرول **Glysrol** فأنها تقل قدرتها المرضية أو تنعدم كذلك يحدث هذا عند إطالة فترة تجديد المزرعة عن **11-12** يوم.

وقد يكون التغير في القدرة المرضية مصحوبا في تغير طبيعة المزرعة نفسها من حيث اللون أو الملمس فمثلا المزارع ذات القدرة المرضية العالية من ***Erwina amylovora*** تكون ناعمة **Smooth** بينما منخفضة القدرة تكون خشنة **Rough**

3) الطاقة اللقاحية Inoculum potential

والمقصود بها هو عدد الخلايا البكتيرية في الملى الواحد من المعلق والذي يمكنه إحداث إصابة وإذا قل العدد عن العدد السابق تنعدم الإصابة وعلى ذلك فانه إذا كان لدينا معلق بكتيري وعمل منه مخففات مختلفة فانه يلاحظ أن هناك تخفيف معين يحدث إصابة والتخفيف التالي له لا يحدث إصابة يطلق على التخفيف الأدنى Minimum infection ويختلف هذا التخفيف من بكتريا إلى أخرى.

صفات العائل الطبيعية والفسيولوجية :

1) وقت التعرض للإصابة

في بعض الأمراض يكون العائل في أوقات معينة اشد قابلة للإصابة من أوقات أخرى فمثلا عند إصابة القمح بمرض الهلام الأصفر تحدث الإصابة في طور البادرة وتقل بتقدم العمر وفى حالة إصابة فول الصويا بمرض اللفحة البكتيريه فان الإصابة في الأعمار الصغيرة تكون شديدة بالمقارنة بالنباتات المتقدمة في العمر وفى بعض الأمراض نجد إنها قد تتصف بظاهرة الإصابة الموسمية فمثلا تصاب الحلويات بمرض تبقع الأوراق المسبب عن بكتريا ***Pseudomonas syringae*** في الخريف ويصاب البرقوق بنفس البكتريا في الربيع كما أن هناك بعض الأنواع البكترية الممرضة لها القدرة على إصابة النباتات طوال العام.

2) تركيب البشرة والثغور

تكون درنات البطاطس اكثر عرضة للإصابة بمرض الجرب العادي *Streptomyces scabies* عند بداية تكوينها أي عندما تكون الطبقة الفلينية غير موجودة أو لم يكتمل تكوينها بينما تكون الدرنات كبيرة السن غير معرضة للإصابة بهذا المرض ولقد وجد أنه في بعض أصناف اليوسفي ترجع مقاومتها للبكتريا *Xanthomonas citri* إلى وجود نتوءات تمتد من الخلايا الحارثة فتغطيها وتمنع دخول البكتريا.

3) تركيب النسيج الداخلي

في العادة يكون وجود أنسجة فلينية أو اسكلراتشيمية أو ألياف عوامل تمنع امتداد الإصابة وبالتالي توقف الطفيل من الأمثلة على ذلك إصابة البكتريا *Xanthomonas malvacerum* تكون الإصابة محصورة في الأنسجة ما بين العروق والحزم الوعائية وذلك لان العروق والحزم الوعائية تحاط بطبقات من خلايا اسكلرانشيمية أما إذا أصيبت الورقة وهى صغيرة فن العروق تصاب أولا بالبكتريا وذلك لعدم تكوين كمية كافية من الخلايا الاسكلرانشيمية والتي تمنع الإصابة.

4) المحتوى الغذائي للأنسجة الداخلية

بصفة عامة الارتفاع المستوى النيتروجيني وانخفاض المستوى الكربوني في الأنسجة يزيد تعرض النبات للإصابة البكتيرية كذلك يؤثر نقص العنصر الفسفوري بنفس الطريقة كما أن انخفاض مستوى البوتاسيوم يزيد من الإصابة أما الكالسيوم فان ارتفاعه يؤدى إلى زيادة مقاومة النبات للإصابة بأمراض العفن والتبقع بصفة عامة.

5) كمية الماء والرطوبة في الأنسجة الداخلية

لقد وجد أن تشبع أنسجة النبات بالماء تزيد من فرصة الإصابة حتى ولو لم تكن البكتريا تصيبها تحت الظروف الطبيعية (عند ارتفاع مستوى سطح الأرض)

5) درجه حموضه العصارة الخلوية

عادة ما تناسب الإصابة البكتيرية درجة (pH 5-7) والزيادة الشديدة في الحموضة أو القلوية تقلل من الإصابة.

ثانيا : مرحلة الاستيطان Colonization :

الغالبية العظمى من البكتريا الممرضة للنبات عبارة عن طفيليات داخلية ونادرا ما تكون خارجية فهي تنمو داخليا آخذة طريق خاص إما داخل الخلايا أو في المسافات البينية وقد تكون متخصصة في إصابة نسيج معين مثل النسيج البارانشيمى أو الخشب أو الحاء ومن الأمثلة على ذلك البكتريا ***Corybacterium sepedonicum*** متخصصة إصابة الأوعية الخشبية والبكتريا ***Corybacterium michiganense*** تتخصص في إصابة اللحاء وقد تتخصص البكتريا في إصابة عضو معين من النبات مثل ***Agrobacterium tumefaciens*** تصيب السيقان وقد يختلف سلوك البكتريا في بداية الإصابة عن سلوكها في الأطوار المتقدمة حيث تمتد الإصابة إلي جميع الأنسجة بدون تحديد واضح ولا يمكن تحديد سلوك البكتريا وأسبابه ولكن دائما توجد علاقة بين التغذية ووجود البكتريا في النسيج.

ثالثا : رد فعل العائل :

رد فعل العائل يشمل طور المرض الذي يحاول فيها العائل أن يسترد حالته الطبيعية ويوقف تقدم وسير المرض ويشمل رد الفعل ثلاث مظاهر :

1) رد فعل مورفولوجى Morphological reaction
2) رد فعل تشريحي Histological reaction
3) رد فعل فسيولوجى Physiological reaction

أولا : رد الفعل المورفولوجى :

وهذا الشكل يشمل الأعراض الظاهرية للمرض حيث يتغير لون النسيج المصاب " اصفرارا – احمرار أو موزايك" أو يتغير الحجم مثل التضخم في جزء معين من النبات ... الخ. من المظاهر المورفولوجية.

ثانيا : رد الفعل التشريحي :

وهو يختلف حسب طبيعة المرض ومقاومة العائل ونوع الطفيل ومن مظاهر ذلك :

1) الانقسام الخلوي الشاذ

مثلما يحدث في مرض التدرن التاجي حيث تنقسم الخلايا بانقسام غير طبيعي سواء كان ذلك في الأنسجة الميرستيمية أو الأنسجة البالغة التي تتحول إلى أنسجة قابلة للانقسام. كذلك قد تنقسم خلايا النخاع وتكون خلايا مغزلية غير منتظمة تحتوى على أكثر من نواه والانوية تكون كثيرة متفرعة ولا يتكشف نسيج الأوراق بانتظام بل يحتوى على أنسجة هلامية غير منتظمة وحزم وعائية متناظرة لا تتصل بالوعاء المركزي وقد تكون كبيرة في بعض المواضع وأخرى متزاحمة في أماكن أخرى.

2) السوبرة المرضية

يتكون في درنات البطاطس عند إصابتها بمرض طفيلي أو جرحها ميكانيكيا طبقة رقيقة من نسيج فليني تمنع امتداد الطفيل الداخلي وتتأثر السوبرة بدرجة الحرارة التي تكون فيها الدرجات وانسب درجات الحرارة هي 10-15 م ولذلك فان إصابة الدرنات عند درجات الحرارة المرتفعة تمنع السوبرة وبالتالي تمنع الإصابة بالطفيل.

3) تكوين الكالوس

عند إصابة أنواع الأشجار بأمراض التقرح تتحول الخلايا البارانشيمية التي تحيط بمنطقة الإصابة إلى خلايا نشطة (كامبيوم جرحى) بحيث تتكون في الخارج في اتجاه الطفيل طبقة فلينية وفى الداخل طبقات بارتشيمية ويتكون الكالوس بفصل المناطق المصابة عن السليمة وفى بعض الأحيان تصيب البكتريا الكالوس نفسه وبذلك يتكون كالوس ثانوى مرة أخرى وبذلك تأخذ القرحة فى هذه الحالة شكل ورم أو تضخم على النبات.

4) تكوين خلايا اسكلرانشيمية

في بعض الأمراض البكتيرية مثل الهلام الأصفر في القمح تتحول الخلايا الكولشيمية الموجودة في حزم الساق إلى خلايا اسكلرانشيمية و تتكون خلايا خشبية كبيرة عن المعتاد وتحتوى على سموم أو توكسينات قريبة من نقطة الإصابة وذلك في أمراض التقرح والذبول.

ثالثا : رد الفعل الفسيولوجى :

1) التغير فى معدل التنفس

عند بدء إصابة النسيج النبات فان معدل تنفسه يزداد وترتفع درجة حرارة النسيج النباتي عندما تتقدم الإصابة نسبيا وينخفض معدل التنفس حتى ينتهي بموت النسيج.

2) التغيرمعدل النتح

يزداد معدل النتح في أمراض التقرح البكتيري بصفة عامة حيث تنتج عن الإصابة تهتك الغلاف الطبيعي للأنسجة وبالتالي يزداد خروج بخار الماء ويزداد معدل النتح نتيجة لزيادة نشاط الخلايا في المرحلة الأولى من الإصابة وبتقدم الإصابة يقل النتح.

3) التغير في التمثيل الكربوني

يزداد معدل التمثيل الكربوني أو ينخفض حسب طبيعة الإصابة ونوع العائل والطفيل ومن الطبيعي أن زيادة معدل تنفس في بداية الإصابة يصحبه نقص في المواد الكربونية المختزلة.

4) التغير فى التمثيل المعدنى :

لقد وجد في أمراض التضخم أن الأورام تحتوى على نسبة رماد أعلى من النسيج السليم وخاصة البوتاسيوم والفوسفور.

5) التغير في التمثيل البروتيني :

قد يصحب الإصابة ببعض الأمراض البكتيرية زيادة مركبات النيتروجين كما قد يحدث العكس وفى الغالب تتناقص محتويات العائل من المركبات النيتروجين نتيجة لتطفل البكتريا إلا انه في حالات أمراض التدرن يزداد تركيز المواد النيتروجينية وقد قدر أنها تصل في بعض الحالات إلى ثلاث أمثال ما تحتويه من الأنسجة السليمة.

5) التغير في النشاط الأنزيمي :

بخلاف ما يفرزه الطفيل من إنزيمات وعلاوة على ما يفرزه العائل من إنزيمات نتيجة للجروح فن النسيج المصاب يزداد نشاطه الإنزيمي كرد فعل مباشر للإصابة فقد وجد أن نشاط الإنزيم لعصارة الأورام الناتجة عن *Agrobacterium tumefaciens* يزداد بالنسب الآتية :

أنزيم الكتاليز 150% الاوكسيديز 130% البروكسيديز 120%

بسم الله الرحمن الرحيم
onlywallpapers.co.nr
by Salman "al-Farsi" Dhia-alDeen. 1999

محاضره عن الاعفان الطريه البكتيريه

- توجد البكتيريا متى وجدت انسجة نباتية لحمية متعفنة فى الحقل او فى المخزن وترجع الرائحة الكريهة لهذه الانسجة الى تطاير بعض المواد المنطلقة من تحلل انسجة النبات.
وتصبح الأنسجة المتعفنة طرية ومائية وتنضح الشقوق الموجودة فى الأنسجة باستمرار كتل لزجة بكتيرية وبقايا خلوية محطمة وفى كثير من هذه الاعفان الطرية فان البكتريا الداخلة فيها هى ليست البكتريا الممرضة و إنما كائنات مترممة أى تنمو فى الأنسجة التى قتلت مسبقا بواسطة كائنات ممرضة أخرى أو المسنة التى قاربت على الوصول إلى توقف عملياتها الفسيولوجية وهى غير قادرة على مقاومة أى كائن حى يهاجمها.

- يرجع الفساد الناشئ لهذه الأنسجة غالبا إلى البكتريا *Erwinia carotovora* وهى مسئولة أيضا عن إحداث عفن لعدد كبير من الخضراوات عقب حصادها بالإضافة إلى دورها الأساسى فى إحداث عفن طرى البطاطس مع ملاحظة أن هذه الدرنات تكون معرضة للإصابة ببعض الأمراض الفطرية أثناء التخزين , وبإلقاء نظرة على خطوات عملية التخزين قد تعطى فكرة عن المراحل التى قد يحدث فيها انتشار المرض. وهى كالتالى:-

1. فعقب عملية الحصاد ، تخزن البطاطس على درجة 13- 15° م مع تهوية جيدة ورطوبة نسبية عالية لمدة أسبوعين وتسمى بفترة المعالجة أو التضميد , وهذه تسمح باندمال الجروح التى تتكون أثناء الحصاد والنقل وكذلك لتقليل الفساد المتوقع نتيجة الإصابة ببعض الفطريات مثل Oospora ، Phoma وكذلك لتقليل الفقد فى الرطوبة وقد يكون من الضرورى إلغاء هذه المعاملة إذا كانت هذه الظروف ملائمة لانتشار العفن الطرى

2. وعقب عملية المعالجة السابقة تضبط درجة حرارة المخزن لتتراوح ما بين 5-1 °م.

تنشر هذه البكتيريا فى كل انحاء العالم وتسبب خسائر فادحة سواء فى الحقل او اثناء النقل واساسا اثناء التخزين ويعتبر الفقد الكلى الناشئ عن الاصابة بهذه البكتيريا اكبر من الفقد الناشئ عن اى مرض بكتيرى آخر , ويمكن ان ينتشر بسرعة فائقة فى عدة ساعات فى المخزن او اثناء التسويق ويسبب تحلل شديد للانسجة.

من الأجناس التى تسيب اعفان :

أولا : **Erwinia** ومنه السلالات

E. carotovora **pv.** ***carotovora***

E. carotovora **pv.** ***atroseptica***

يعتبر ***E. carotovora*** النوع المسبب لحدوث بعض الطرى البكتيرى فى معظم الأنسجة اللحمية من الخضراوات وخاصة البطاطس. بالإضافة إلى ذلك فان البكتريا الثانية تسبب مرض الساق الأسود فى البطاطس فى الحقل.

- **ثانيا : Pseudomonas ومنه السلالات**
- *P. gladioli pv. allicola* تسبب مرض الجلد الغروى (الزلق) فى البصل.

- ***P.cepacia*** **تسبب مرض الجلد النتن فى البصل ويسمى Sourskin**

- **ثالثا : Pectolytic Clostridia**

تساهم بعض أنواع البكتريا التابعة للجنس *Clostridium* فى إحداث أعراض عفن شديد لدرنات البطاطس عندما تشترك فى العدوى مع البكتيريا *E. carotovora* وذلك عند درجة حرارة ° 25 م. وفى الظروف اللاهوائية تعمل البكتريا *Clostridium* عفنا لهذه الدرنات.

- **رابعا : Other pectolytic bacteria**

توجد أنواع أخرى من البكتريا المحللة لدرنات البطاطس كأنواع من الجنس Bacillus حيث توجد على سطح الدرنات. هذا وقد سجلت بعض البكتيريات الأخرى على أنها مسببات مرضية ضعيفة لدرنات البطاطس مثل البكتريا *Pseudomonas syringea* والبكتريا *E.aroideae* وربما يرجع ذلك إلى قدرتهم المحدودة فى إنتاج الأنزيمات المحللة للأنسجة بالمقارنة بالبكتريا *E. carotovora* أما العفن الذى يسببه جنس Bacillus فهو هام عندما ترتفع درجة الحرارة.

- تقضى بكتريا العفن الطرى الشتاء فى الأنسجة المصابة وفى التربة وفى الآلات والأدوات والأوعية الملوثة. والبعض منها يقضى الشتاء فى الحشرات وتنتشر البكتريا بالاتصال المباشر بالأيدى الملوثة أو الأدوات الزراعية والتربة والماء والحشرات.
- تدخل البكتريا النباتات أو الأنسجة النباتية أساسا عن طريق الجروح وتتكاثر البكتريا بغزارة فى الأنسجة وتفرز عدة أنواع الأنزيمات التى عن طريق إذابتها للصفيحة الوسطى وفصلها للخلايا عن بعضها وبالتالى تسبب تفكك وطراوة الأنسجة المهاجمة وأيضا تفرز إنزيمات تذيب جدار الخلية وتخرج محتوياتها الداخلية.

"الاعفان الطرية البكتيرية فى الخضراوات والساق السوداء فى البطاطس"

Bacterial soft rot of vegetables and black–leg of Potato

إن الاعفان الطرية البكتيرية اكثر انتشار على الخضراوات وبعض نباتات الزينة الحولية التى لها أنسجة مثل البطاطس والجزر والفجل والبصل والسوسن أو الثمار اللحمية مثل الخيار والكوسة والباذنجان والطماطم أو الساق العصارية أو السويقة والأوراق العصارية مثل الكرنب والكرفس والخس والسبانخ وتوجد البكتريا فى جميع أنحاء العالم وتسبب أمراضا خطيرة لهذه المحصولات فى الحقل و أثناء الشحن والنقل وخاصة فى المخزن ، مؤدية إلى خسائر كبيرة فى المحصول اكثر من أى أمراض بكتيرية أخرى وترجع هذه الخسائر الاقتصادية إلى تقليل كميات الإنتاج الصالحة للبيع عن طريق خفض نوعية الإنتاج وبالتالى خفض القيمة التسويقية للمحاصيل عن طريق زيادة النفقات لمقاومة الاعفان الطرية.

- **الاعفان الطريه البكتيريه فى الخضروات**

الطماطم

البصل

الجزر

- **الأعراض :**
- تتشابه الأعراض على جميع العوائل حيث يظهر فى البداية على النسيج بقعة مائية صغيرة تتسع بسرعة ويزداد قطرها وعمقها وتصبح المناطق المصابة طرية ورقيقة ويمكن أن يحدث تلون كريمى لسطحها تلون وقد تنخفض إلى حد ما أو يمكن أن تظهر مجعدة أو ذات سطح متقرح ذو بثرات. تكون حواف هذه البقع محدودة فى البداية ثم تصبح غير واضحة. فى بعض الثمار والدرنات يمكن أن يبقى السطح الخارجى سليم بينما كل محتويات الداخلية تتحول إلى سائل كثيف عكر يمكن أن تتحول كل محتويات الثمرة أو الدرنة إلى كتلة متحللة طرية مائية خلال مدة 3-5 ايام. وغالبا ما تكون الثمار والدرنات المصابة بدون رائحة حتى تنهار الأنسجة المصابة عندئذ فان البكتريا الثانوية التى تعيش على الأنسجة المتحللة تنتج رائحة كريهة

- وعند إصابة نباتات العائلة الصليبية ببكتريا العفن الطرى و تنطلق منها رائحة كبريتية كريهة. وعند إصابة الجذر فان الإصابة تبدأ فى الجزء السفلى الذي يصبح مائى ويتحول إلى اللون البنى وهذا يؤدى إلى تقزم وذبول وموت الأجزاء فوق سطح التربة والإصابة للأوراق العصيرية والسيقان العصارية نادرة الأهمية فى الحقل وعندما تصاب هذه الأجزاء فى المخزن أو فى الصناديق أو فى الأوعية البلاستكية عندها يظهر طراوة سريعة وتحلل فى الأنسجة المريضة تتبع الإصابة بسرعة ويمكن أن تنتج كتلة لزجة خضراء رطبة خلال يوم أو يومين أما عند زراعة درنات البطاطس فى تربة مرتفعة الرطوبة فإنها لا تنبت وتتعفن أما اذا كانت رطوبة منخفضة فان العيون تنبت ثم تسود قاعدة سيقان النباتات الناتجة فيما بعد ويبطئ نموها وتصفر الاوراق وتذبل تدريجيا ويعرف هذا المرض باسم الساق السوداء واهم مميزات هذا المرض هو وجود افرازات هلامية صفراء فوق الحزم الوعائية.

المسبب : ***Erwinia carotovora pv.carotovora***

عصوى – سالب لجرام – متحرك بواسطة اسواط محيطية – والنمو ابيض ورمادى نصف شفافة على بيئة الاجار المغذى - لاهوائية اختيارا يمكنها النمو فى ظروف تهوية محدودة – تنتج حامض وغاز الجلوكوز – سالبة للـ MR احمر الميثيل– موجب الاختبار vp– تنتج حامض من كحول الايثيل.

E. carotovoro pv. atroseptica

فهى تنتج غاز فقط من الجلوكوز - موجبة للـ MR– سالبة لـ vp – لا تنتج حامض من كحول الايثيل.

- **العلاقة بين بكتريا العفن الطرى وانسجة البطاطس**

تختلف pv. *atroseptica* عن pv. *carotovora* في قدرتها المرضية لدرنات البطاطس فيسبب الاثنين عفن اسود عند درجة حرارة 24.5 مئوية بينما تسبب السلالة *atroseptica* هذه الأعراض عند درجة حرارة 19 درجة مئوية فاقل. أما الصفات الكيمياوية والفسيولوجية التى يمكن أن تفيد فى التمييز بينهما فهى اختزال السكروز – تكوين حامض من المالتوز ومن α-methylglucoside. كذلك القدرة على النمو عند درجة 36 درجة مئوية. درست الصفات السيرولوجية للتمييز بين أصناف هذا النوع فوجد أن هناك اختلافا فى التركيب الانتيجينى بينهما كما وجدت بعض المركبات الانتيجينية فى كل منهما , وتستخدم الطرق السيرولوجية الآن للمساعدة فى التعرف على البكتيريا E. *carotovora* فى الأنسجة النباتية حيث يستخدم اختبار التجلط بوضع قطرة من المضاد Antiserum الخاص pv. *atroseptica* إلى البكتيريا المعزولة من سيقان البطاطس ودرناتها المصابة للتعرف عليها إلا أن هذا الاختبار قد يحتاج إلى تأكيد حيث تتداخل بعض البكتيريات الأخرى فى إعطاء نفس نتيجة الاختبار. وتوجد الآن Antiserum متخصصة وصبغة فلوروسنتية يمكن عن طريقها التعرف بطريقة سريعة على وجود البكتيريا *E. carotovora pv. atroseptica*.

- دورة المرض:-
- تقضى بكتريا العفن الطرى الشتاء فى الأعضاء اللحمية المصابة فى المخزن وفى الحقل وفى البقايا التى تحتوى أجزاء من النباتات المصابة. مترافقة أو ملازمة لجذور أو أجزاء أخرى من نباتات العائل وقد توجد فى التربة بأعداد قليلة أو فى عذارى ديدان الذرة Hylemyia cilicura وفى عذارى عديد من الحشرات الأخرى. ويمكن أن يظهر المرض أولا فى الحقل على النباتات النامية من تقاوى مصابة سابقا كما هو الحال فى درنات البطاطس والإصابة التى تتحدث من التربة فى العادة تدخل البكتيريا عن طريق الجروح وقد تدخل عن طريق العديسات ولكن الانتشار الأوسع يكون عن طريق الحشرات التى تختلف فى كفاءتها على نشر الإصابة فى كل مكان فى المخزن وفى الحقل. وتستطيع بكتيريا العفن أن تعيش فى كل أطوار الحشرة

- وعندما تكون الأنسجة مقاومة للمرض فان دخول الحشرات إلى الأنسجة تعمل على تحطيم الفلين الجرحى بنفس السرعة التى يتكون فيها وعندها فان الجروح لن تشفى ولن تلتئم أبدا ويستمر العفن الطرى فى الانتشار. وعند دخول البكتيريا إلى الأنسجة فإنها تتغذى وتتكاثر فى البداية على السوائل المنطلقة من الخلايا المحطمة على سطح الجرح. وعند دخول البكتيريا إلى النسيج فإنها تتكاثر بسرعة وتنتج كميات زائدة من الإنزيمات المحللة للبكتين فى الصفيحة الوسطية والمواد البكتينية الموجودة فى جدار الخلية وتسبب تفكك للأنسجة أما الإنزيمات لمحللة للسليلوز فإنها تسبب تكسير جزئى وتطرية فى سليلوز جدر الخلية وكنتيجة لفعل هذه الأنزيمات وغيرها فان الماء يتسرب من البروتوبلاست وتنتشر إلى المسافات البينية عندئذ تتبلزم الخلايا وتنهار وتموت. وتستمر البكتريا فى التكاثر والزيادة بينما الأنزيمات التى تفرزها تعمل على تحطيم الأنسجة.

- **المقاومة :**

تبنى مقاومة الاعفان الطرية فى الخضراوات على العمليات الصحية والعمليات الزراعية حيث يجب :

1. إزالة جميع البقايا من المستودعات وتطهر الجدران بمحاليل محتوية على الفورمالدهيد أو كبريتات النحاس.
2. تجنب جرح النباتات وأعضاؤه المخزنة قدر الإمكان. وتخزين الثمار السليمة فقط.
3. عند ظهور إصابة جديدة فى المخزن يجب التخلص منها وحرقها بسرعة.
4. يجب أن تكون المنتجات المعدة للتخزين جافة ويجب أن تكون الرطوبة فى المخزن منخفضة إذا أريد منع الإصابة.
5. يجب تبريد المنتجات إلى درجة حرارة4-6 م فورا حال وصولها.
6. اتباع دورة وزراعية مناسبة يراعى أن تكون النباتات شديدة القابلية للإصابة بالعفن الطرى متناوبة مع زراعة الحبوب الذرة أو المحاصيل الأخرى غير القابلة للإصابة.
7. لا يوصى باستعمال المقاومة الكيميائى بشكل عام لمقاومة الاعفان الطرية ما عدا العفن الطرى فى ثمار الطماطم الذى يمكن أن يقلل ويخفض تاثيره بتكرار استعمال مزيج بوردو.
8. مقاومة الحشرات الناقلة بالرش بالمبيدات الحشرية.
9. المقاومة الحيوية للعفن الطرى وذلك عن طريق معاملة تقاوى البطاطس قبل زراعتها بالبكتريا المضادة او بمشجعات نمو البكتريا الجذرية.

thank
you!!
Handmade
Card Enclosed