المحاضرة الثالثة العوامل البيئية التي تؤثر على الاصابة البكتيرية

١- **توفر الرطوبة الجوية والماء الحر**

أشارت كل الأبحاث إلى أهمية الرطوبة الجوية المرتفعة وتوفر الماء الحر على سطح النبات لكي تستطيع البكتريا دخول أنسجة النبات وإحداث الإصابة .فقد وجد أن البكتريا المسببة لمرض التبقع البكتيري على البندورة (Pseudomonas syringae pv. tomato) تنمو وتتكاثر وتحدث الإصابة عند توفر الرطوبة العالية ودرجة الحرارة المناسبة

٢- **درجة الحرارة المناسبة**

تؤثر درجة الحرارة على تكاثر البكتريا وبالتالي على أعدادها المتواجدة على سطح النبات . لذلك تنمو البكتريا وتتكاثر عند توفر درجة الحرارة المناسبة في حين يخف تكاثر البكتريا عند انخفاض درجة الحرارة

٣- **التغذية**

إن النباتات التي تحصل على كمية كبيرة من الازوت تكون أكثر حساسية للإصابة بالبكتريا لان النمو الخضري يكون كبير . لذلك ينصح دائما بإجراء التسميد المتوازن للنبات من العناصر الأساسية (آزوت – فوسفور – بوتاس)

٤- **التهوية**

تعد البكتريا التي تسبب تماوت الأنسجة وذبول النباتات هوائية التنفس . أما البكتريا التابعة للجنس (Erwinia) فهي هوائية لا هوائية اختياريا وبعضها ينمو بشكل جيد في ظروف التهوية السيئة وتسبب أضرارا كبيرة على البطاطا في المخازن كالبكتريا (ظروف لاهوائية) (Erwinia carotovora subsp.carotovora)

٥- **الضوء**

لقد بينت التجارب التي أجريت على نبات فول الصويا عند تعريضه لمدة أربع ساعات ظلام قبل إجراء العدوى بالبكتريا وخمس ساعات بعد العدوى أن النبات أكثر مقاومة للإصابة بالبكتريا . وبشكل عام كلما زادت عملية التركيب الضوئي كلما ساعد ذلك على الإصابة بالبكتريا الممرضة للنبات

٦- **إحتقان الماء في النبات**

إن الفراغات بين خلايا النبات وما تحويه من الماء والمواد الغذائية السائلة يشجع على نمو وتكاثر البكتريا بعد دخولها إلى أنسجة النبات

مقاومة النبات للبكتريا الممرضة

أولا: مقاومة النبات قبل حدوث الإصابة

تعود مقاومة النبات للإصابة بالبكتريا إلى وجود صفات وراثية تتمثل بالظواهر الشكلية للنبات وخواصه الكيميائية

١- **الشكل الخارجي للنبات**

تؤثر المظاهر الشكلية للنبات في زيادة أو خفض مقاومته للأمراض البكتيرية . فمثلا تتميز بعض أصناف التفاح بأن الغدد الرحيقية في أزهارها صغيرة بالإضافة إلى وجود شعيرات تمنع وصول البكتريا إليها . كما أن سماكة القشرة على الساق والجذور عند نبات الفصة يجعلها اكثر مقاومة للإصابة بالبكتريا ، كما أن مناعة بعض أصناف الحمضيات لمرض التقرح البكتيري يعود الى اختلافات في تركيب فتحات المسام

٢- **عوامل المقاومة البيوكيميائية**

يوجد في أنسجة النبات بعض المركبات التي تحد من نمو وتكاثر العديد من الكائنات الحية الدقيقة . كالمركبات الفينولية التي توجد في أوراق وساق أشجار التفاح . كما أن تأثير المركبات الفينولية المثبط لنمو البكتريا ملازم لظاهرة فرط الحساسية عند النبات والمتمثلة بتماوت الانسجة حيث لا تستطيع البكتريا أن تنمو في الانسجة الميتة

ثانيا : مقاومة النبات الفيزيولوجية بعد حدوث الإصابة

وتشمل على عدة عوامل منها

١- **تفاعل فرط الحساسية :**

وهي عبارة عن رد فعل دفاعي يقوم به النبات تجاه بكتريا غير متوافقة معه وتتمثل هذه الظاهرة بتخريب سريع للأنسجة والذي يمر بالمراحل التالية :

أ- ارتشاح سريع لسوائل الخلايا النباتية الملامسة للبكتريا

ب- فقد إنتاج الخلايا

ج- جفاف الأنسجة وموتها

هـ- تراكم المواد المثبطة . حيث تحرض بعض أنواع البكتريا النبات على إنتاج كميات كبيرة من (فيتوألكسين) القاتلة للبكتريا

٢- **التمنيع**

يعتمد مبدأ هذا التفاعل على معاملة نباتات معينة ببكتريا مضعفة بالحرارة أو بكتريا فقدت قدرتها الامراضية حيث تؤدي هذه المعاملة إلى تنشيط خاصية المناعة عند النبات ويصبح أكثر مقاومة للإصابة بالبكتريا الممرضة عند إجراء العدوى في المنطقة المعاملة حيث تفسر هذه الظاهرة بنقطتين :

أ- تحتل البكتريا الضعيفة أو غير الممرضة المواقع التي يجب أن تحتلها البكتريا الممرضة في خلايا النبات

. وتكون مدة بقاء هذه المناعة نحو (١٢ ساعة)

ب- تحريض النبات على إنتاج مواد تساعد على إيقاف نمو البكتريا الممرضة . ويتوقف نجاح هذه المناعة على عدة عوامل:

١- نسبة عدد البكتريا التي تحرض النبات على المناعة إلى عدد البكتريا الممرضة

٢- درجة شراسة البكتريا الممرضة

٣- درجة المقاومة الأساسية للنبات

٤- الظروف الطبيعية التي يجري خلالها تفاعل المناعة

٣- **تغليف البكتريا**

يمكن لبعض أنواع البكتريا أن تتوقف عن الحركة بعد وصولها النسيج النباتي وذلك بسبب وجود شوائب وألياف دخلت معها حيث تشكل طبقة رقيقة تحيط بها بعد تبخر الماء من الفراغات بين الخلايا

مصادر العدوى وطرق انتشار الأمراض البكتيرية

أولا : مصادر العدوى

١- أجزاء النبات التكاثرية

تلعب البذور المصابة بالبكتريا الممرضة دورا هاما في نقل المرض إلى النبات . فيمكن للبكتريا أن تبقى حية داخل البذور لفترة من الزمن وعند زراعتها تنشط هذه البكتريا وتصيب البادرات كما هو الحال عند البكتريا التي تسبب التبقع الزاوي على الخيار واللفحة الهالية على الفاصولياء . ويمكن للبكتريا أن تلوث البذور خارجيا كما هو الحال عند البكتريا التي تسبب التبقع الزاوي عل القطن والتبقع البكتيري على البندورة . كما يمكن لبكتريا العفن الطري والساق السوداء على البطاطا أن تحتفظ بحيويتها داخل الدرنات حتى الربيع وعند زراعة هذه الدرنات تنشط البكتريا وتنتقل إلى أجزاء النبات فوق وتحت سطح التربة . وتساهم العقل والشتول المصابة أن تنقل المرض إلى اماكن بعيدة في العالم كانتقال مرض التقرح البكتيري على الحمضيات إلى أمريكا عن طريق الشتول (Xanthomonas campestris pv.citri) المستوردة من اليابان

٢- بقايا المحاصيل السابقة

تعد بقايا النباتات المريضة مصادر هامة لنقل المرض من عام إلى العام القادم . حيث تبقى البكتريا حية وتنشط وتعيد الإصابة من جديد في موسم الزراعة القادم . كما هو الحال عند البكتريا التي تسبب مرض التبقع الزاوي على القطن (Xanthomonas campestris pv. malvocearum) والتي تحتفظ بحيويتها في بقايا النبات ولفترة زمنية محددة وخاصة سوق النبات

٣- المضيفات الثانوية

هناك الكثير من البكتريا الممرضة لا تصيب فقط المحصول الأساسي وإنما تهاجم نباتات أخرى والتي تصبح مصدرا مهما من مصادر العدوى للمضيف الأساسي . كما هو الحال عند بكتريا اللفحة النارية (Erwinia amylovora) التي تصيب التفاح والاجاص وتصيب أيضا نبات الزعرور الذي ينتقل منه المرض ثانية إلى التفاحيات وكذلك بكتريا سل الزيتون (Psuedomonas syringae pv. savastanoi) التي تصيب الدفلة والياسمين والليغستروم والاس والدردار

٤- الإفرازات البكتيرية

إن معظم الأمراض البكتيرية تؤدي إلى ظهور إفرازات بكتيرية على السطح الخارجي لأعضاء النبات المصابة وذلك أثناء الجو الرطب . حيث تبدو على شكل قطيرات صغيرة بيضاء أو كريمية أو صفراء وذلك حسب نوع البكتريا . وهي تعتبر من أهم مصادر العدوى لأنها تحتوي على أعداد كبيرة من البكتريا وتنتشر على الأجزاء النباتية المجاورة عن طريق مياه المطر أو الحشرات أو الإنسان أو الأدوات . كما هو الحال عند بكتريا اللفحة النارية والتي تتميز بظهور الإفرازات البكتيرية على سطح التقرحات على الأفرع أو الثمار المصابة وتبقى عالقة على الأشجار من الموسم السابق . كما تلاحظ هذه الإفرازات على سطح ثآليل سل الزيتون وعلى سوق نباتات الفاصولياء المصابة باللفحة الهالية

٥- البكتريا المتواجدة على سطح النبات

تتواجد الكثير من البكتريا الممرضة للنبات على البراعم وأفرع النبات وعلى السطح السفلي والعلوي للأوراق بأعداد كبيرة تكون في حالة ساكنة أو نمو بطيء . حيث تعتبر هذه البكتريا مصدرا هاما للعدوى . وتنمو وتتكاثر عند توفر الظروف البيئية المناسبة وتنتقل هذه البكتريا من الأوراق إلى باقي أجزاء النبات أو النباتات المجاورة بواسطة المطر والرياح والاحتكاك والحشرات . كما تختلف أعداد هذه البكتريا حسب عمر الأوراق حيث يرتفع هذا العدد على سطح الأوراق الفتية ويقل عددها على سطح الأوراق المسنة

٦- التربة

تستطيع بعض أنواع البكتريا الممرضة للنبات أن تبقى حية في التربة لفترات زمنية طويلة كما هو الحال عند بكتريا التدرن التاجي (Agrobacterium tumefaciens) والبكتريا التي تسبب مرض الذبول البكتيري على عدد كبير من نباتات العائلة الباذنجانية . ولكن معظم أنواع البكتريا الممرضة للنبات لا تحتفظ بحيويتها في التربة لفترة زمنية طويلة وذلك بسبب وجود كائنات حية دقيقة أخرى (بكتريا – فطريات – بكتريوفاج – ....) تنافس البكتريا الممرضة وتفرز مضادات حيوية تمنعها من النمو

ثانيا – وسائل انتشار الأمراض البكتيرية

تنتقل البكتريا الممرضة للنبات من مصادرها الأولية إلى نباتات أو أجزاء نباتية سليمة بوسائل مختلفة منها :

١ - **الأمطار**

يؤدي سقوط الأمطار إلى خروج إفرازات بكتيرية من النباتات المصابة حيث تنتقل من جزء نباتي مصاب إلى آخر سليم . وان الأمطار المترافقة برياح قوية تؤدي إلى نقل البكتريا إلى مسافات بعيدة ضمن الحقل الواحد والى حقول مجاورة

٢ - **الأدوات والآلات الزراعية**

تساهم أدوات التقليم في نقل الكثير من الأمراض البكتيرية . كما هو الحال عند مرض بكتريوز الكرمة الذي تسببه البكتريا (Xanthomonas ampelina) كما أن مرض الساق السوداء على البطاطا ينتقل بواسطة السكاكين المستخدمة في تقطيع الدرنات للزراعة . كما أن آلات الجني للبطاطا تنقل مرض العفن الطري على البطاطا (Erwinia carotovora subsp. Carotovora)

٣ - **الإنسان**

يساهم الإنسان بشكل مباشر بنقل الأمراض البكتيرية إلى النباتات السليمة عن طريق الملامسة (أثناء تجواله في الحقل) كما هو الحال عند مرض تقرح البندورة (Clavibacter michiganens subsp. michiganens) **ويساهم بشكل غير مباشر بنقل المرض عن طريق نقل الغراس والشتول أو البذور المصابة من منطقة إلى أخرى أو من بلد إلى آخر أو عن طريق نقل تربة ملوثة من مكان إلى آخر**

٤ - **الحشرات**

تقوم الحشرات بنقل الكثير من الأمراض البكتيرية أثناء تغذيتها على أجزاء النبات المصابة بالبكتريا . كما هو الحال عند نحل العسل الذي ينقل البكتريا المسببة للفحة النارية (Erwinia amylovora) كما تقوم ذبابة ثمار الزيتون بنقل البكتريا المسببة لمرض سل الزيتون

٥ - **الرياح**

تلعب الرياح دورا هاما بنقل بعض الأمراض البكتيرية لمسافات بعيدة ضمن الحقل الواحد والى الحقول المجاورة وخاصة إذا كانت مترافقة مع الأمطار

٦ - **مياه الري**

تقوم بنقل أجزاء نباتية مصابة (أوراق نبات) وبعض أنواع البكتريا من مكان إلى آخر أثناء جريان مياه الري

٧ - **الطيور**

أيضا الطيور تقوم بنقل البكتريا إلى مسافات بعيدة أثناء تغذيتها على أجزاء نباتية مصابة ومن ثم تغذيتها على أجزاء نباتية سليمة (مثال ذلك اللفحة النارية)

٨- **النيماتودا**

تلعب النيماتودا دورا هاما بنقل الأمراض البكتيرية وذلك عن طريق الجروح التي تحدثها على جذور النباتات حيث تدخل البكتريا من خلالها إلى أنسجة النبات وتحدث الإصابة

٩- **احتكاك النباتات ببعضها البعض**

سواء كان الجذور أو الأفرع أو الأوراق

النشاط الحيوي للبكتريا وأثره على النبات

إن الأعراض التي تظهر على النبات المصاب بالبكتريا هي نتيجة خلل في العمليات الفيزيولوجية النباتية . ويحدث هذا الخلل من إفراز البكتريا للأنزيمات والهرمونات والسموم التي تؤثر على مختلف العمليات الحيوية للنبات

١- **تأثير البكتريا على عملية التركيب الضوئي**

أ- إن أنواع كثيرة من البكتريا التابعة للجنسين (Xanthomonas ; Pseudomonas) تسبب حالات اصفرار على النبات بسبب تخريبها لليخضور أو تمنع تشكيله

ب- تنخفض مساحة سطح الأوراق التي تقوم بعملية التركيب الضوئي بسبب موت الخلايا المصابة بالبكتريا

ج- انسداد الأوعية الناقلة بالبكتريا الممرضة ومفرزاتها والذي ينتج عنه ذبول ومن ثم نقص في امتصاص (CO_2) والذي يؤدي إلى انخفاض في عملية التمثيل الضوئي

٢- **تأثير البكتريا على عملية التنفس**

أ- لقد بينت التجارب أن البكتريا تؤثر على عملية التنفس حيث يزيد معدل استهلاك الأوكسجين عند النبات نتيجة الإصابة بالبكتريا

ب- تؤثر البكتريا على المؤكسدات النهائية التي تدخل في عملية التنفس حيث يتحول نظام الأكسدة النهائية من السيتوكروم اوكسيداز عند الأنسجة السليمة إلى الفينول اوكسيداز عند الأنسجة المصابة

ج- تؤدي إلى انخفاض نشاط الأنزيمات التي تحطم السكريات السداسية عبر دورة كريبس وزيادة نشاط أنزيمات دورة السكريات خماسية الفوسفات (بنتوز)

٣- **التغيرات التي تحدثها البكتريا على الجدر الخلوية للنبات**

أ- تحليل الكيتين والسوبرين

تتركب بشرة النبات من مادة الكيتين في الجزء الهوائي منه ومن السوبرين في الجزء الأرضي . والبكتريا غير قادرة على تحليل الكيتين في الجزء الهوائي للنبات ولكنها قادرة على تفكيك السوبرين بواسطة أنزيم (سوبرين استيراز) كما هو الحال عند مرض الذبول البكتيري على الباذنجانيات

ب- تحليل البكتين

إن العديد من الأنواع البكتيرية قادرة على إفراز أنزيم البكتيناز الذي يحلل البكتين الذي يدخل في تركيب الصفائح الوسطى للجدار الخلوي للنبات . كما تفرز العديد من الأنزيمات مثل (اندوبولي غالاكتوروناز– إندوبولي ميثيل غالاكتوروناز – بكتين لايز) وقد دلت الدراسات إن درجة الحرارة تؤثر على كمية الأنزيمات المفرزة من البكتريا لأنها تؤثر على انقسام البكتريا وتكاثرها

ج– الانزيمات المحللة للسيليلوز وشبه السيليلوز

إن السيليلوز هو الذي يعطي التركيب الليفي للنبات . ولا تزال عملية تحليل السيليلوز وشبه السيليلوز بالبكتريا الممرضة للنبات غير واضحة . ويعتمد تحلل الجدر الخلوية على أنزيم (Pectin layse) الذي يحلل بكتين الصفائح الوسطى فيعرض بذلك ألياف السيليلوز وشبه السيليلوز لتأثير أنزيمي السيلولاز وشبه السيلولاز

د– تحليل بروتينات وليبيدات الجدار الخلوي والغشاء البلاسمي لخلايا النبات

تستطيع بعض أنواع البكتريا إفراز أنزيمات قادرة على تحليل بروتينات الجدار الخلوي مثل (بروتيناز – بروتياز) . وبعضها قادر على إفراز أنزيمات قادرة على تحليل ليبيدات الجدار الخلوي مثل (ببتيداز – فوسفاتيداز) وتختلف البكتريا في قدرتها على إفراز مثل هذه الأنزيمات وهذا ما يفسر اختلاف قدرتها على تفكيك مكونات الجدار الخلوي .

٤–تأثير البكتريا في تفاعلات الاستقلاب عند النباتات المصابة

اثر السموم البكتيرية على النبات

إن الأحياء الدقيقة (البكتريا – الفطريات) تفرز السموم النباتية (الذيفانات) والتي تسبب أعراض مختلفة على النبات (اصفرار – لفحة – تماوت – ذبول – ....) ومن أهم السموم التي تفرزها البكتريا الممرضة للنبات :

١– تابتوكسين Tabtoxin

تفرزه البكتريا (Pseudomonas syringae pv.tabaci) التي تسبب مرض اللفحة على الدخان والتي من أعراضها اصفرار الأوراق على شكل هالة تحيط ببقع بنية ميتة . يعمل هذا السم على إيقاف عمل أنزيم غلوتامين سانتيتاز والذي يؤدي إلى تراكم (NH_3) الذي يسبب اصفرار نسيج النبات وتماوته .

٢– فاصيولوتوكسين PHaseolotoxine

تفرز هذا السم البكتريا المسببة لمرض اللفحة الهالية على الفاصولياء (Pseudomonas syringae pv.phaseolicola) ومن أعراضها تماوت نسيج الأوراق مع هالة كبرى صفراء تحيط بالأنسجة الميتة .

يعمل هذا السم على إيقاف عمل بعض أنزيمات النبات ويؤثر على بعض المواد التي تدخل في تركيب الأحماض الامينية والبروتينات التي تدخل في تركيب اليخضور عند النبات

٣- **سيرنغومايسين Syringomycine**

تم عزل هذا السم من البكتريا التي تسبب اصفرار أوراق الذرة (Pseudomonas syringae pv. syringae) يعمل هذا السم على تنشيط أنزيم (بولي ميراز DNA) ويثبط عمل أنزيم (بولي ميراز RNA)

٤- **كورونا ثين Coronathine**

تنتجه العديد من البكتريا مثل Pseudomonas syringae pv.tomato_التي تسبب التبقع البكتيري على أوراق البندورة حيث يؤدي هذا السم إلى اصفرار الأوراق وتماوتها ،كما تنتجه بكتريا فول الصويا

٥- **تاجيتوتوكسين Tagetotoxine**

تنتج هذا السم البكتريا (P.syringae pv.tagetis) التي تسبب تماوت أنسجة النبات واصفرار الأوراق الطرفية وتنتجه بكتريا اللفحة النارية والعفن الحلقي على البطاطا والتقرح البكتيري على البندورة

العوامل التي تؤثر على افراز السموم البكتيرية

١- إن إنتاج السموم يعود إلى صفات وراثية (مورثات موجودة على البلاسميد وبعضها الاخر موجود على الكروموزوم)كما هو الحال عند بكتريا اللفحة الهالية على الفاصولياء

٢- مخبريا – تؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية على كمية السموم التي تفرزها البكتريا (وجد أن تحريك المعلق البكتيري بشكل دائم يشجع على انتشار السموم وتحررها من البكتريا)

٣- يؤثر الوسط الذي تنمو فيه البكتريا على انتاج السموم (فقد لوحظ أن كمية سم تابتوتوكسين تزداد في الاوساط التي تحوي على الغليسيرول) كما أن سم السيرنغومايسين يرتبط بشكل مباشر بتوفر أيونات الحديد في الوسط

٤- تؤثر درجة الحرارة بشكل واضح على انتاج البكتريا للسموم (فقد لوحظ أن الانتاج الأعظمي لسم الفاصيولوتوكسين يتم عند درجة حرارة (١٨مْ) في حين أن درجة الحرارة المثلى لنمو البكتريا هي (٢٥ مْ)

٥- إن بعض أنواع السموم البكتيرية لها فعالية المضادات الحيوية (فقد لوحظ أن سم الفاصيولوتوكسين يمنع نمو البكتريا مخبريا وأن سم السيرنغومايسين والسيرنغوتوكسين وقفت نمو البكتريا والفطريات والاشنيات