الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة جيجل

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1051

كلية العلوم

قسم : البيولوجيا الجزيئية والخلوية

مذكرة تخرج لنيل شهادة الدراسات العليا (DES)

فرع : ميكروبيولوجيا

الموضوع

حدوث وتطور الإصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي

من إعداد الطالبات:

- نسمي كريمة
- عطوب رتيبة
- فريوي نجاة

أعضاء اللجنة

- المشرف : بن عبد القادر مسعودة
- الممتحن : بوالجدري محمد

السنة 2006-2007

** بسم الله الرحمن الرحيم **

والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله وصحبه

اللهم أهدنا في من هديت وعافنا في من عافيت وتولنا في

من توليت وبارك

لنا في ما أعطيت وقنا وأصرف عنا شر ما قضيت

اللهم إنا نسألك خير العلم وخير العمل وخير الدعاء

تشكر

بداية نتوجه بالشكر والحمد لله الذي وهبنا الصحة والعافية وأمدنا بالصبر والجلد حتى تمكننا بعونه تعالى من إنهاء هذا العمل المتواضع .

كما نود أن نتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى الأستاذة المشرفة السيدة * بن عبد القادر مسعودة* على مدى التضحية بالوقت الذي منحتنا إياه والنصائح القيمة التي تلقيناها منها .

نشكر كذلك الممتحن الذي سيتولى مراجعة بحثنا هذا السيد" بوالجدري محمد ".

ولا يفوتنا أن نتقدم بالشكر إلى عاملي المعهد الوطني للأبحاث الغابية بكسير خاصة السيد " كريس الطيب " وأيضا إلى كل موظفي وعاملي المكتبة لقسم البيولوجيا بجامعة قسنطينة على المساعدة القيمة التي قدموها لنا .

وفي الأخير نشكر كل من ساعدنا على إنجاز هذا العمل من قريب أو من بعيد ولو بكلمة طيبة .

المحتويـــات

مقدمة 01
I-الدراسة المرجعية.....

الباب الأول

1.الأمراض النباتية ومسبباتها..... 02
1-1. تعريف المرض النباتي 02
1-2. أنواع مسببات الأمراض النباتية. 02
1-2-1. المسببات غيرالطفيلية..... 03
1-2-2. المسببات الطفيلية..... 03

الباب الثاني

2 .دخول البكتيريا إلى أنسجة العائل النباتي..... 04
2-1. التلقيح..... 04
2-2. الاختراق..... 04
2-2-1.الاختراق عن طريق الفتحات الطبيعية 06
2-2-2. الاختراق عن طريق الجروح..... 06
3. نمو البكتيريا في أنسجة العائل النباتي وتفاعل فرط الحساسية..... 06
3-1. نمو البكتيريا في أنسجة العائل النباتي. 06
3-1-1. مكان البكتيريا في النسيج المصاب..... 06
3-2. تأثير البكتيريا على الأنسجة الخلوية ووظائفها. 07
3-3. تطور الاصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي و إحداثها للامراض..... 07
3-4. تفاعل فرط الحساسية. 08

الباب الثالث

4 . المواد الكيميائية المستخدمة المسببة في الأصابة..... 10
4-1. مواد الغلاف الخلوي البكتيري..... 11
4-2. الأنزيمات المفرزة من طرف البكتيريا..... 12
4-2-1. الأنزيمات البكتينية. 12
4-2-1-1. أنواع الأنزيمات البكتينية..... 12
4-2-1-2.الأنزيمات البكتينية ودورها في العملية الأمراضية. 13
4-2-2. الأنزيمات الحالة للسيليلوز والمواد الشبه سليلوزية..... 14
4-3.السموم النباتية التي تنتجها البكتيريا..... 16
4- 3-1.ثابتو كسين..... 16
4- 3-2.فازيو توكسين. 17
4- 3-3.سير نجو توكسين..... 17
4-4. منظمات النمو..... 18

الباب الرابع

5.تأثير البكتيريا على الوظائف الحيوية للنبات المصاب..... 20
5-1. التأثير على التنفس..... 20
5-2.التغيير في نفاديه الأغشية..... 20
5-3. التأثير على عملية البناء الضوئي..... 20
5-4. التأثير على حركة الماء والأغذية..... 21

5-5.التأثير على إنتاج البروتينات ومواد أخرى..... 22

6.تأثير البكتيريا على نسج النبات وظهور الأعراض..... 23

الباب الخامس

7· الظروف الملائمة لحدوث الإصابة. 27
7-1.تأثير درجة الحرارة..... 27
7-2. تأثير درجة الرطوبة..... 28
7-3. تأثير التغذية..... 28
7-4. تأثير الضوء. 29
7-5. تأثير الحموضة..... 29
8 .أهم الأمراض النباتية المتسببة عن البكتيريا..... 30
II-المناقشة..... 37
الخـــاتـــمة..... 39

المقدمـــة:

النبات كائن حي خاضع لقوانين الحياة كالحيوان والإنسان فهو يولد ثم يتغدى لينمو ويتكاثر ويهرم ويموت لذلك يجوز عليه ما يجوز على كافة الأحياء من الصحة والمرض.

الواقع أن صحتنا ورغد حياتنا ورفاهيتنا مرتبط بسلامة محاصيلنا وخلوها من الأمراض لذلك كان لزاما علينا أن نعمل على وقايتها مما يصيبها من الآفات وليس ذلك بالأمر الصعب إذا اتبعنا الأصول الصحية والوسائل التي أثبتتها التجارب والبحوث العلمية، خاصة تلك التي تعنى بدراسة المسببات من كائنات حية دقيقة: نيماثودا، فيروسات، بكتيريا، فطريات...الخ. إذ تعتبر البكتيريا من أهم المسببات الطفيلية التي أثبت العلم الدور الهام الذي تلعبه في إلحاق الضرر بالمحاصيل الزراعية وكذلك النباتات الأخرى. بقى الاعتقاد سائدا زمنا طويلا بأن البكتيريا لا تستطيع أن تسبب أمراض للنبات لكونها وحيدة الخلية وحساسة للأحماض والعصارة النباتية وضعيفة النمو على البيئات النباتية، بينما تنمو بصورة جيدة على البيئات المغذية الحيوانية، إلى أن أثبت العالم الأمريكي Burril عام 1878 أن البكتيريا تسبب أمراض للنبات وأن مرض اللّفحة النارية في الكمثري يتسبب عن الإصابة بالبكتيريا، ويعرف الآن أكثر من 300 نوع من البكتيريا تسبب أمراض مختلفة للنباتات معظمها من البكتيريا العصوية غير متجرثمة.

إن اختلاف حساسية وقابلية النباتات للإصابة ومقاومتها أو مناعتها لها تختلف من نبات إلى آخر. لذا فالنبات العائل يقاوم فعل البكتيريا المتطفلة عليه لولا ذلك لتكاثرت البكتيريا تكاثرا لانهائيا أدى إلى أخطار كبيرة وفادحة.

نظرا للأهمية البالغة وللدور الذي تلعبه البكتيريا الممرضة للنبات في إحداث الإصابة وتطورها وإتلاف المحاصيل الزراعية فقد ارتأينا في أن يكون موضوع بحثنا خاصا بكيفية حدوث وتطور الإصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي حتى يتسنّى لنا توضيح الصورة أو مفهوم الأمراض البكتيرية في النبات من أجل وضع سبل أو طرق تمكننا من القضاء على هذه الأمراض أو حتى تجنبها.

الدراسة المرجعية

الباب الأول

1. الأمراض النباتية و مسبباتها:

1-1. تعريف المرض النباتي:

المرض في النبات هو خلل وظيفي مستمر وهو عبارة عن سلسلة من العمليات الفيزيولوجية الضارة التي تتسبب في التهيج المستمر للنبات نتيجة الإصابة بمسبب مرضي طفيلي(البكتيريا، الفيروسات، الطحالب، النيماثوداو الفطريات) أو مسبب غير طفيلي وتظهر في اختلاف نشاط الخلايا وتنتقل إلى الأنسجة والأعضاءباستجابات مرضية مميزة و التي تظهر على شكل اعراض مرضية، كموت أو تحلل الأنسجة و الأعضاء و هناك أعراض مميزة تبعا للمسبب للمرض.

ولكي يتم حدوث المرض لابد أن يتوفر ثلاث أسس وهي:

1)- النبات قابل للإصابة (العائل).

2)- مسبب المرض وقد يكون كائن حي أو عامل بيئي.

3)- الظروف البيئية الملائمة (6).

1-2.أنواع مسببات الأمراض النباتية: تنشأ أمراض النبات عن مسببات مختلفة وهي كما يلي:

أولا: المسببات غير الطفيلية: تتسبب عن عامل بمفرده أو عدة عوامل متجمعة من عوامل البيئة غير الملائمة لنمو النبات سواء كان ذلك في البيئة المحيطة بالمجموع الجذري (التربة) أو بالمجموع الخضري

ثانيا: المسببات الطفيلية:

هي أمراض تتسبب عن كائنات حية دقيقة عادة الطفيليات قد تكون كائنات نباتية أو حيوانية، والطفيليات النباتية تشتمل: الفطريات، البكتيريا ،الطحالب ،الأشنات ،النباتات الزهرية المتطفلة ،الفيروسات ،الكائنات شبيهة الميكو بلازما والسبيرو بلازما. أما الطفيليات الحيوانية فتشتمل الديدان الثعبانية" النيماتودا" والحشرات الممرضة والبروتوزوا.

1- الفطريات: هي كائنات دقيقة تتكون من خيوط دقيقة تسمى هيفات (Hyphe) ومجموعة هذه الهيفات تسمى مسيليوم(Mycélium) ، ميسيليوم الفطر قد يكون غير مقسم عديد الانوية، وتعتبر الهيفا في هذه الحالة مكونة من خلية واحدة ،او قد تكون الهيفات مقسمة بجدران عرضية و يحتوي كل قسم من أقسام الهيفا على نواة أو أكثر وفي هذه الحالة تكون الهيفا عديدة الخلايا (1).

2- الطحالب:هي نباتات دنيئة مائية تمتاز عن الفطريات والبكتيريا باحتوائها على الكلوروفيل، والقليل من هذه المجموعة يسبب أمراضا نباتية مثل ريم الأرز.

3- الفيروسات: تعتبر الفيروسات كائنات ممرضة متطفلة تطفلا داخلياً إجباريا، ليس لها تركيب خلوي، غير قادرة على النمو والانقسام، لاتنشط ولا تتكاثر إلا في جسم كائن آخر،وهي صغيرة الحجم لا ترى الا بالمكروسكوب الإلكتروني، تحتوي على نوع واحد فقط من الأحماض النوويةARNأوADN (14).

4- البكتيريا: هي كائنات وحيدة الخلية، لا تنتمي غالبا للمملكة الحيوانية، ولا النباتية، ولكن لمملكة ثالثة وهي البروتيست (Protistes)وبالأخص البروتيست الدنيا او أوليات النوى (23)، وهي من بين الكائنات الدنيئة الخالية من الكلوروفيل تتكون أجسامها الخضرية من خلايا فردية تتجمع في كتل أو سلاسل وتكاثرها يكون بالانقسام الثنائي البسيط (6).

البكتيريا هي خلايا صغيرة الحجم، يكون قطرهالا يتعدى 1مكرون، الجهاز النووي ممثل بتجمع الحمض النووي المنقوص الأكسجين (ADN) يكون ما يسمى "بالكروموزوم"(23).

تكون الخلية البكتيرية محاطة بغلاف ذو تركيبة متغيرة حسب الأنواع، فالطبيعة الكيميائية لهذا الغلاف وبالأخص محتواه من الليبيدات تسمح بتصنيف البكتيريا إلى مجموعتين هما:(+Gram) و (-Gram)عن طريق التلوين البسيط(22) .

الخلايا البكتيرية تظهر على عدة أشكال و الأكثر انتشارا هي العصوية، الكروية أو الحلزونية أو البيضوية(20). وقد وجد الأشكال العصوية فقط هي التي تسبب المرض في النباتات (6).

<u>تقسيم البكتيريا الممرضة للنبات:</u>

تقع البكتيريا الممرضة للنبات تحت العائلات التالية:

1) **عائلة** *Pseudomonaceae* يتبعها جنس واحد هو: جنس *Pseudomonas*.

2) **عائلة** *Rhizobiaceae* تشمل ثلاثة أجناس هي:
Agrobacterium, Xanthomonas. Erwinia.

3) **عائلة** *Corynebacteriaceae* تشمل جنس واحد هو: *Corynebacterium*.

4) **عائلة** Streptomycetaceae تشمل جنس واحد هو *Streptomyces* (1).

اكتشفت حديثا بعض الأنواع الممرضة للنبات تعود إلى جنس*Bacillus* (10).

الباب الثاني

2. طرق دخول البكتيريا إلى أنسجة العائل النباتي:

تحدث الإصابة ويكتشف المرض وينتشر ويحدث ذلك فىخطوات عديدة متتالية كمايلي:

2-1. التلقيح(مرحلة ما قبل الإختراق)

قبل الحديث عن التلقيح نتكلم أولا عن المادة اللقاحية، إذ تعتمد أهمية المادة اللقاحية على مدى تحملها للظروف البيئة غير الملائمة، ومدى سرعة انتشارها ،وعلى مدى قدرتهاعلى إحداث المرض،حيث يتهيأ لها نبات قابل للإصابة بالمرض. وأن إمكانية المادة اللقاحية (Inoculum) للطفيليات من احداث الإصابة في العائل فيما بعد تعتمد على عدة عوامل أهمها:

1-كمية المادة اللقاحية ودرجة حيويتها.

2-قابلية انتشار المادة اللقاحية وسرعة تحررها من المادة العضوية ومن الأجسام الثمرية الموجودة فيها.

3-مقاومتها للظروف البيئة غير الملائمة.

4-كمية ومدى توقيت انتشار المادة اللقاحية (10).

تعني كلمة تلقيح(Inoculation) هو أن يصبح الطفيل ملامس للنبات ويسمى الجزء من الطفيل الملامس للنبات باللقاح(Inoculum) .

يختلف اللقاح باختلاف الطفيل فيكون في حالة البكتيريا عبارة عن خلية، يختلف عدد الوحدات في اللقاح فقد يكون اللقاح خلية،اوأكثر وقد يكون عدد الوحدات كبير جدا، ومن أمثلة ذلك قطرة الماء الواحدة يمكن أن تحتوي على الملايين من الخلايا البكتيرية والتي تعتبر كلقاح.

يختلف مصدر اللقاح باختلاف الطفيل، ففي حالة أمراض الجذور، فيكون مصدر اللقاح هو التربة، حيث يعيش الطفيل وينمو ويتكاثر.

أما عن وسائل انتقال اللقاح من مصدره إلى النبات يكون بواسطة الهواء، أو الحشرات، أو الحيوان، أو الإنسان أو الماء تبعا لنوع الطفيل،و يمكن أن يحدث في هذه المرحلة أيضا أن تفرز بعض النباتات مركبات تنتشر حول الجذور في التربة قد تساعد على جذب الجراثيم المتحركة في اتجاه الجذور (6).

2-2. الاختراق.

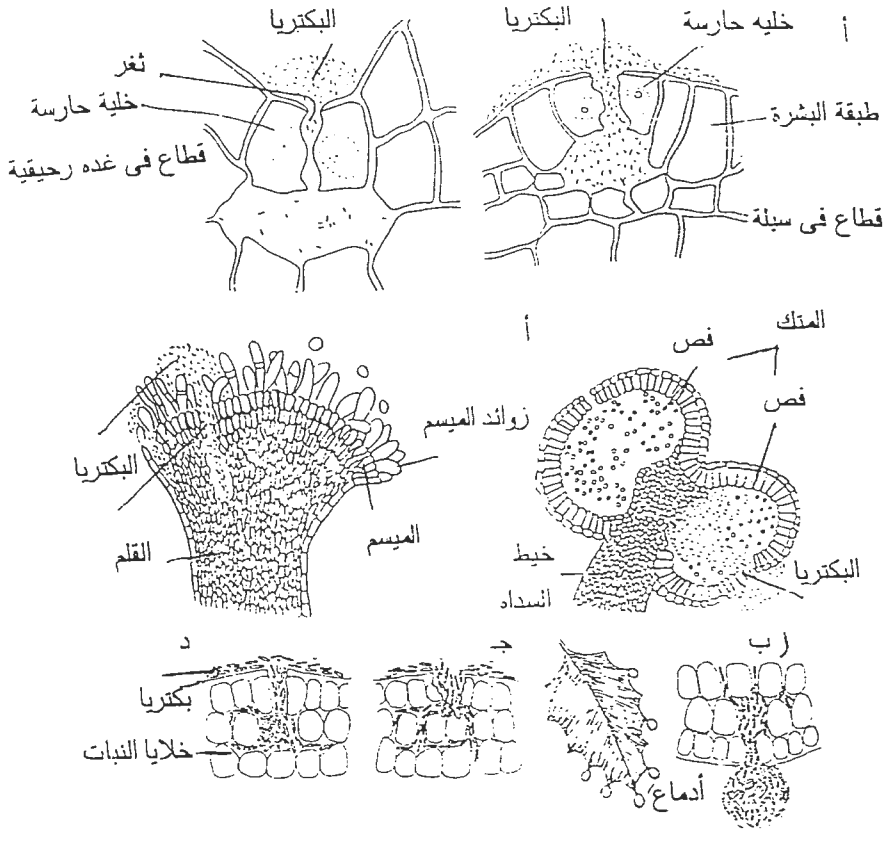
تختلف كيفية اختراق الطفيل للنبات باختلاف العائل والطفيل(14)،حيث آن بعض الطفيليات مثل انفيروسات والبكتريا غير قادرة على تسليط قوة ميكانيكية علىأنسجة العائل. إن عملية الاختراق هذه قد يسبقهاإفراز انزيمات معينة عند منطقة الإختراق فتسهل عملية الإختراق على الطفيل (10)، حيث تدخل البكتيريا إلى النبات تحتالظروف غيرالمناسبة (14)، وذلك من خلال الفتحات الطبيعية في النبات مثل: الثغور،العديسات ،الغدد الرحيقية، جروح الأوراق ،ونقير سرة البذرة(9).

2-2-1.الاختراق عن طريق الفتحات الطبيعية:

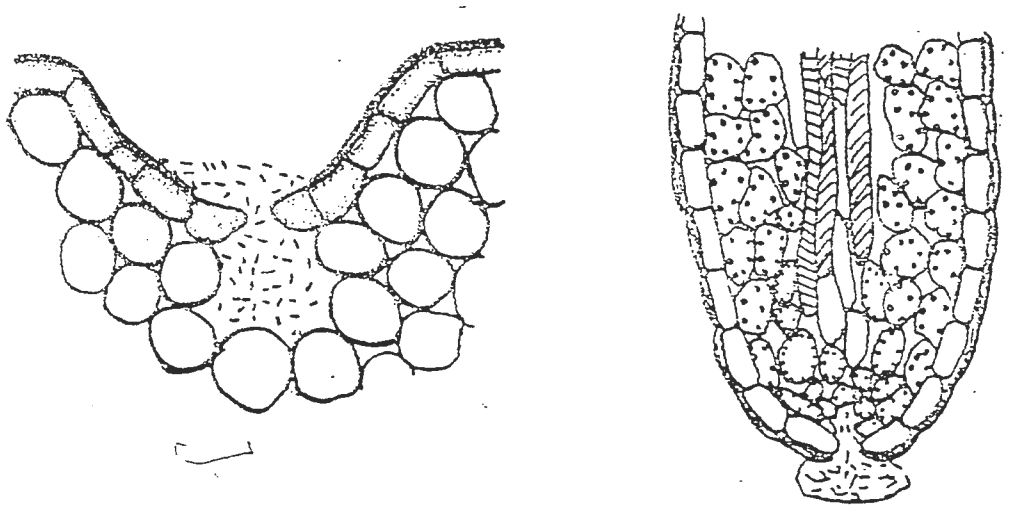
تعتبر الثغور والعديسات والغدد الرحيقية والثغور المائية فتحات طبيعية توجد في النبات، وهي منافذ قد تدخل عن طريقها الطفيليات، حيث يمكن للبكتيريا المسببة لمرض اللفحة النارية في الكمثري أن تخترق النبات عن طريق الثغور عند وجودها في قطرة مائية فوق فتحة الثغر،حيث انهاتسبح خلال فتحة الثغر وتصبح بداخل اللغرفة تحت الثغرية حيث تتكاثر وبذلك تبدأ في الإصابة وأيضا تخرق الأجزاء الزهرية والغدد الرحيقية (الشكل1أ،1ب)(14).

من أمثلة البكتيريا التي تشكل الثغور مداخلها الرئيسية هي: *Xanthomonas malvacearum* التي تسبب التبقع الزاوي لاوراق القطن، كما أن العديسات تشكل مدخلا طبيعيا لعدد من البكتيريا منها: البكتيريا *Erwinia carotovora* أما الفتحات والثغور المائية، فهي الأخرى تمهد الطريق لدخول بعض الطفيليات مثل بكتيريا *Xanthomonas campestris* المسببة للتعفن الأسود.

إن بعض الأجزاء الزهرية خاصة الغدد الرحيقية تشغل كمسالك بعض الطفيليات مثل: البكتيريا *Erwinia amylovora* التي تسبب مرض اللفحة النارية (Fire blight)، حيث تدخل خلال فتحات تشبه الثغور توجد على الغدد الرحيقية والتي يخرج من خلالها الرحيق(10).في حالة البكتيريا المسببة لمرض الجرب العادي في البطاطس فإنها تخترق الدرنة عن طريق العديسات(14).



شكل1أ : إختراق البكتريا المسببه لمرض اللفحه النارية فى الكمثرى للأجزاء المختلفة للزهره ـ ثغور السبلات والغدد الرحيقيه ـ الميسم ـ متك الأسديه (أ) .
اختراق البكتريا للثغور المائيه (ب) أو الجروح (جـ) أو الثغور (د)



شكل1ب : دخول البكتيريا خلال فتحات طبيعية
(أ) دخول خلال عديسة مائية
(ب) دخول خلال فتحة ثغر

2-2-2.الاختراق عن طريق الجروح:

جميع البكتيريا يمكن أن تخترق النبات عن طريق الجروح الحديثة أو المسنة.تحدث الجروح نتيجة العمليات الزراعية مثل التقليم أو عن طريق الحيوان أو الإنسان(14).

2-2-2-1. الجروح الناشئةعن عوامل ميكانيكية:

تنتقل الطفيليات النباتية ميكانيكيا خلال الجروح التي قد يحدثها الأشخاص الذين يتعاملون مع النباتات ،أو بواسطة احتكاك هذه النباتات مع بعضها بواسطة الرياح، وتشقق الجذور أو أنسجة منطقة التاج في البرسيم كنتيجة للضرر الناشئ عن البرودة الشديدة في الشتاء يهيئ مكان لدخول البكتيريا المسببة لمرض الذبول في البرسيم*Corynebacterium insidiosum*، يدخل هذا الميكروب أيضا خلال الســـــيقانالمقطوعة أثناء عمل الدريس ،ومن المحتمل أنها تنتشر على سكين التقطيع بماكنة الدراس. وفي بعض الأحيان تحدث الإصابة عن طريق خدوش للثمار أو جروح لها وللدرنات وغيرها من المنتجات النباتية المعدة للتسويق أثناء وبعد جمع المحصول(6).

2-2-2-2.الجروح التي تحدثها الحشرات:

تحدث الكثير من الحشرات الناقلة للعدوى بأمراض النباتات الجروح الضرورية لدخول مسببات هذه الأمراض داخل النبات، وهكذا تكون الحشرات هي المسؤولة مسؤولية كاملة عن بقاء الطفيل حيا في الفترات بين مواسم نمو المحاصيل لأنها تساعد على نشر هذه الأمراض ونقل العدوى بها وإحداث الجروح اللازمة لدخولها إلى داخل النبات، ومن أمثلة ذلك مرض الذبول البكتيري للذرة السكرية والذبول السكري للصليبيات.

إن الاختلافات التي تشاهد بين الطفيليات في الطرق التي تسلكها للدخول إلى عوائلها ترجع في الأساس الىعواملها الوراثية التي تحدد لها طبيعة سلوكها (10،6).

3.نمو البكتيريا في أنسجة العائل النباتي و تفاعلات فرط الحساسية:

إن مرحلة حدوث العدوى في تطور الإصابة بواسطة البكتيريا تعتبر مرحلة استعمار للأنسجة في النباتات القابلة للاصابة بواسطة البكتيريا، و قد تحدث زيادة كبيرة في نمو البكتيريا أو تضاعف في حجمها،إلا أنها لا تحدث أو تحدث ضررا بسيط جدا للأنسجة في بدء الإصابة(6). تعتبر إصابة البكتريا للنبات فعل و حيث ان لكل فعل رد فعل، فان رد فعل النبات قد يكون قوي و يحد و يمنع من انتشار البكتيريا في مكان الإصابة،ولذلك تصبح الإصابة محدودة و يعتبر النبات مقاوم(14).

3-1.نمو البكتيريا في أنسجة العائل النباتي:

النجاح في إحداث الإصابة يتوقف أساسا على قدرة البكتيريا على ان تتحول إلى طفيل لتؤسس علاقة غذائية مع النبات الحي العائل له(6) فالأنظمة الجذرية عند النباتات تكون مرتبطة بالبكتيريا*Rhizobacteries* مثل *Rhisobium* التي تعمل على تثبيت الازوت الجوي (28).

3-1-1.مكان البكتيريا في النسيج المصاب:

تختلف البكتيريا في مكان تواجدها بعد دخولها أنسجة العائل لدى يمكن تقسيمها إلى :

أ -**بكتيريا خلالية** :حيث توجد البكتيريا بين الخلايا، و تنمو نموا خلاليا كما هو الحال في مرض التدرن التاجي

ب- بكتيريا وعائية: في هده الحالة توجد البكتيريا في الأوعية الخشبية الناقلة للماء كما هو الحال في أمراض الذبول.

ج-بكتيريا خلوية: أي أن البكتيريا تنمو داخل أنسجة العائل.حيث ان البكتيريا الخلالية يمكنها دخول الخلايا بشكل محدد في الإصابة الأولية ،وفي حالة البكتيريا الوعائية تخترق البكتيريا النسج البرانشيمية المحيطة بمكان الإصابة في الأطوار النهائية، أما البكتيريا الخلوية فتخترق الخلايا الميتة و تساعد على انحلال النسيج و إتلافه و عدم التمكن من دخول الخلايا الحية في بادئ الأمر (3).

3-1-2.تأثيرا لبكتيريا على الأنسجة الخلوية ووظائفها :

إن تأثير البكتيريا على خلايا العائل هو في الأساس كيميائي يتضمن:

أ- تحلل الصفيحة البكتينية الوسطية ،و ذلك بفرزها لأنزيمات هاضمة تؤدي إلى تحلل البكتين، و فصل الخلايا عن بعضها البعض.

ب-تحول النشويات إلى سكريات، أو تحول السكريات المعقدة إلى صور أبسط ،و تهضم البروتينات و المركبات االازوتية الأخرى نتيجة لفرزها لإنزيمات متخصصة لهذه الغاية.

ج-فرز منبهات تنبه الخلايا و تدفعها إلى الانقسام و التكاثر غير الطبيعي، و بالتالي فالبكتيريا نتيجة تكاثرها السريع في المسافات البينية تسبب تشققا ميكانيكيا أو تمزقا أو سحقا و تحطيما (3).

3-2.تطور الإصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي و إحداثها لبعض الأمراض :

إن الأنسجة النباتية غالبا متخصصة في الاصابة بكائن ممرض معين، فمثلا نسيج الخشب و الخلايا البرانشيمية المجاورة له أو نسيج الخشب على حدى يكون معرضا للإصابة بميكروبات البكتيريا المسببة للذبول ،حيث بمجرد دخول البكتيريا للجذور القابلة للإصابة تنمو و تنتشر في خلايا أنسجة الخشب الحديثة، و تظل هناك و تحصل على غذائها من برانشيمية الخشب، و يحدث انسداد بالأوعية الخشبية الصغيرة ،و تسير هذه البكتيريا خلال العصارة و تصل إلى برانشيمية الخشب مركبات عديدة السكر(Polysaccharide)تنتجها البكتيريا مما يؤدي الى زيادةالتيلوزات(Tyloses) في الأوعية خصوصا عند اختلال الاتزان الأوكسيني في النبات (6)، أما بالنسبة لمرض التدرن التاجي و المتسببة عنه البكتيريا*Agrobacterium tumefaciens* التي تتميز بقدرتها على تغيير خلايا النبات الطبيعية إلى خلايا درنية في فترة قصيرة، ثم تستمر بعد ذلك الخلايا المصابة بالتكاثر و النمو و الانقسام في حال وجود البكتيريا أو غيابها ، حيث عند ذخول البكتيريا إلى العائل عن طريق الجروح الحديثة تفرز مادة مهيجة، فتتهيج الخلايا و تأخذ بالانقسام السريع الأمر الذي يؤدي إلى زيادة عدد الخلايا التالولية ،و تضغط على الخلايا العادية و الأنسجة العادية المحيطة بها و تشوهها و ينتج عن ضغط الخلايا التالولية على الأوعية الخشبية إلى إعاقة وصول الماء و المواد الغذائية إلى الأجزاء العلوية من النبات بما يقارب 20 % من الحالة الطبيعية، كما أنه عندما تتقدم التأليل بالعمر تتخشب أنسجتها و تصبح قاسية ،و عموما البكتيريا لا توجد في مركز هذه التأليل كونها بكتيريا هوائية إجباريا بل توجد في المسافات البينية لخلايا المحيط الخارجي للتأليل (3).كما أن البكتيريا التي تحدث أعفانا لأنسجة النباتات كالعفن الطري البكتيري الذي تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora*، فحين وصول هذه البكتيريا إلى مكان الإصابة فأنها تتغذى على المواد التي تفرزها الانسجة المجروحة .و تبدأ الاصابة بتكاثر البكتيريا ثم بعد ذلك تهاجم الخلايا السلمية القابلة للإصابة، و يساعد على نمو هذه البكتيريا التي تنمو بسرعة عند 24° إلى 27° م وهي درجة الحرارة المثلى لكشف المرض، و البكتيريا التي تهاجم أنسجةالنبات و تنمو بين صفوف الخلايا فأنها تنتقل خلال فتحات المرور التي تحدثها نتيجة هضم إنزيمي للصفائح الوسطية ،و يزداد عدد الخلايا البكتيرية، و نتيجة لهذا النمو و التكاثر فان الخلايا البكتيرية تشغل المسافات البينية بين الخلايا في الأنسجة المتحللة (6) كما ان البكتيريا تحافظ على حيويتها لمدة

طويلة عندما تكون في البذور ،نظرا لان البذور تحتفظ بحيوية الطفيل لمدة أطول من الأجزاء الخضرية، فالبكتيريا *Xanthomonas campestris-phaseoli* المسببة للفحة العادية في الفاصولياء تصل إلى البويضة خلال الحبل السري ،كماتدخل البكتيريا*Pseudomonas.pv.lachrymans* المسببة للتبقع الزاوي في الخيارعن طريق الحبل السري و النقير حتى تصيب قصرة البذرة و الأندوسبرم و الجنين (12).

3-4.تفاعل فرط الحساسية:

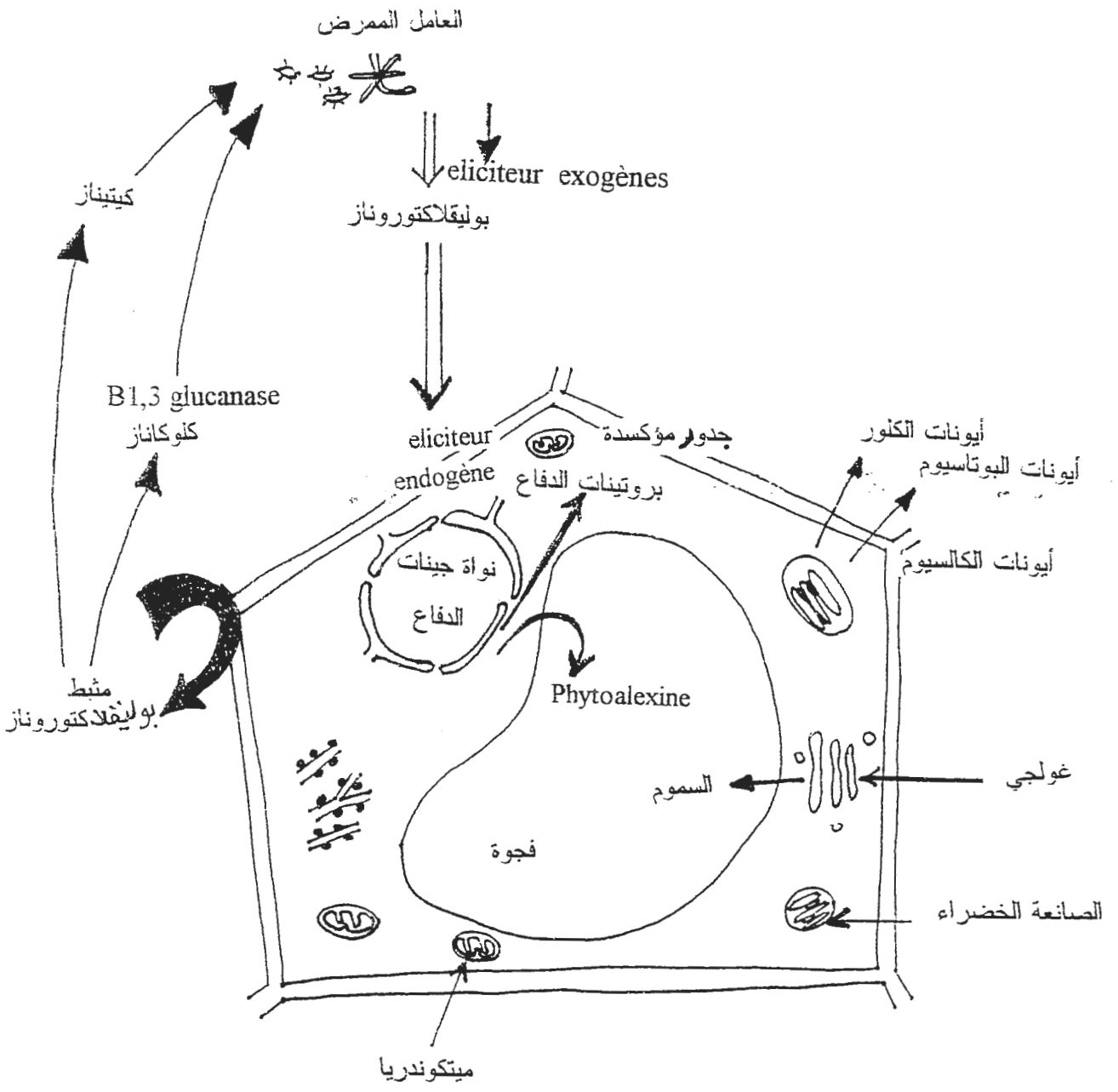
أثناء الحديث عن العلاقة بين البكتيريا و النبات نتحدث أيضا عن اختلاف حساسية و قابلية النباتات للاصابة و مقاومتها أو مناعتها لها .

لذا قد يكون النصر حليف البكتيريا ،و عندها قد يمرض النبات و يموت أو تحدث له بعض التأثيرات الأخرى (3)،كحدوث التضخم أو ضعفا في النمو كرد فعل على نشاط البكتيريا الممرضة (6).

لكن ليست كل ردود الفعل ضد البكتيريا الممرضة ضارة بالنباتات، بل بعض هذه البكتيريا تثير ردود فعل دفاعية في بعض النباتات التي تهاجمها .ويعرف رد الفعل الدفاعي أنه تفاعل النبات المهاجم ضد النشاط الممرض للكائن المهاجم .و هذا الرد الدفاعي قد يكون خاصية فيزيولوجية للبروتوبلازم نفسه (مقاومة طبيعية)(الشكل2)،و على ذلك يكون تفاعل النبات تقرحي أو غير تقرحي . و هناك بعض مسببات الأمراض المتطفلة التي تثير النبات لكي يكون تقرحات شديدة محلية في بعض النباتات ،و هنا التقرح قد يكون سريعا و كاملا و مبكرا و قريبا جدا من المكان الموجودة به البكتيريا المهاجمة، بحيث يصبح غير قادر على تأسيس علاقة غذائية في أي مكان إلا داخل الخلية فانه يفشل في البقاء حيا و هذا النوع من رد الفعل التقرحي يطلق عليه شدة الحساسية و التي تعتبر كرد فعل مكتسب و تتحدر من المقاومة الكيميوحيوية (6).وتفسر حالة الحساسية الزائدة للنبات بأنها نتيجة لاختزال في عمليات الأكسدة و الاختزال في خلايا النبات العائل ينتج عنها زيادة كبيرة في أكسدة المركبات الفينولية، وينتج عن المركبات الفينولية المؤكسدة الزائدة اختلال في تركيب الخلية ثم موتها ، حيث نجد في حالة إصابة الأوراق بالبكتيريا فانه ينتج عن الحساسية المفرطة فساد جميع أغشية الخلية الملامسة للخلية البكتيرية و يتبع ذلك جفاف و موت خلايا و أنسجة الورقة.

في بعض الحالات عند حدوث الإصابة تموت بسرعة خلايا النبات وتمنع انتشاره في النبات و يصبح النبات مقاوم نتيجة لحساسيته المفرطة للإصابة،يكون العكس صحيح في النباتات القابلة للإصابة حيث لا يتمتع النبات بالحساسية المذكورة و لا تموت الخلايا حول الطفيل نتيجة للإصابة.

وجد أيضا أنه في حالات تفاعلات الحساسية المفرطة زيادة في أخد الأوكسجين لأكسدة المركبات الفينولية الموجودة في النبات و هي أيضا لازمة لنشاط إنزيم الفينول أوكسيداز(14).



الشكل2: شكل يلخص طرق الرد الدفاعي لخلايا نباتية ضد عوامل ممرضة. (99)

الباب الثالث

4. المواد المنتجة من طرف البكتيريا و المسببة في الإصابة:

تعد البكتيريا الممرضة للنباتات من الكائنات التي لا تستطيع أن تغزو أنسجة العائل الخارجية غزوا مباشرا، لعدم قدرتها على استخدام القوة الميكانيكية في الدخول، وعليه فإن غزو العائل يعتمد بدرجة أساسية على تفاعلاتها الأيضية، ينتج عن هذه التفاعلات في الغالب مواد كيميائية تساعد البكتيريا على اختراق و غزو أنسجة العائل. وقد أطلق كثير من العلماء على هذه المواد إسم الأنسجة الكيميائية(11)، فالبكتيريا باستطاعتها الدخول مباشرة خلال أنسجة العائل بإفرازها إنزيمات خارج خلوية (Enzymes extracellulaire) تعمل على تحليل المكونات الخلوية للعائل(10).

يعتمد مدى تغلغل البكتيريا في أنسجة العائل على كفاءتها في إنتاج كميات كافية من هذه الأسلحة الكيميائية، وهذا بدوره يتطلب أعدادا هائلة من الخلايا البكتيرية، أي توفر الظروف الملائمة و التغذية الكافية للنمو والتكاثر(11).

عند تعريف الإصابة (Infection) ذكر أن الطفيل يستمد غذاؤه من خلايا النبات الحية أو الميتة و في أثناء ذلك يفرز الطفيل إنزيمات تساعد في تحليل المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة و بذلك يسهل على الطفيل استخدامها، وقد يفرز سموم تساعد في موت الخلايا و منظمات للنمو تغير في تكوين الخلايا و الأنسجة. يفرز الطفيل هذه المركبات لتساعده في عملية الإصابة و التطفل لأخذ الغاء من العائل في صورة مركبات بسيطة و بذلك يكون قادرا على استعمالها بكفاءة عالية(14)،حيث نجد في مرض التعفن الرخو البكتيري في الخضروات و الذي تسببه عدة أجناس من البكتيريا التابعة لجنس *Erwinia atroseptica*و *Erwinia carotovora* ،تفرز هذه البكتيريا عدة أنزيمات مثل:Depolymèraseو Propectinase التي تسبب إذابة المواد البكتينية في الصفائح الوسطى من الخلايا، و لذلك تنهار الخلايا و يتفكك النسيج و تموت خلاياه (10).

إن نشاط البكتيريا المتواجدة بالفلقات نتيجة للظروف الملائمة، تعتبرفي هذه الحالة البكتيريا مترممة حيث تنتج إنزيم Pectolytiqueو الذي يحلل الأنسجة المصابة (6). باستطاعة البكتيريا الإنتقال من خلية إلى أخرى بداخل الجسم النباتي عن طريق تأثيرها على الأجزاء النباتية بالطرق الكيميائية و الطبيعية(10)، فالبكتيريا *Xanthomonas campestris pv.corylina*،تعيش هذه الاخيرة على البراعم و تفرزفي بعض الأحيان مخاط بكتيري الذي يتحول إلى لقاح ثانوي الذي يمكن أن يحافظ على بقاء البكتيرياحية من سنة إلى أخرى(18).

في بعض الأحيان تفرز البكتيريا مواد مقاومة كما في مرض التبقع الزاوي في القطن الذي تسببه البكتيريا*Xanthomonas campestris pv. malvacearum*حيث تخترق هذه البكتيريا البذور وتفرز مادة هلامية حول الشعر المحيط بفتحة النقير و بذلك تستطيع البكتيريا مقاومة ظروف الجفاف لمدة طويلة(12)، كذلك نجد في مرض العفن البني في النباتات الباذنجانية و الذي يتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas solanacearum* ، حيث يلاحظ عند قطع عرضي للساق خروج إفرازات بكتيرية من الأنسجة الوعائية تغطي حتى نسيج القشرة وتظهر تجاويف مملوءة بالبكتيريا، و الساق المصاب يعاني من نقص الماء و الغذاء مما يجعله يذبل تدريجيا ثم يموت(1).تصيب أيضا كثيرا من اللفحات البكتيرية براعم النباتات و تبقى بها خلال مواسم النمو، ويكون مصدر العدوى لبداية الإصابة الرئيسية في صورة إفرازات بكتيرية و ذلك عندما يسترجع الميكروب فعاليته بعد فترة السكون(6).

4-1.مواد الغلاف الخلوي البكتيري:

حوالي1600نوع من البكتيريا تصيب النباتات والأكثر انتشارا هي البكتيريا السالبة لصبغة الجرام (Gram-) كأجناس*Xanthomonas,Pseudomonas,Erwinia* (27).

إن غلاف هذه البكتيريا مركب من أغشية و جزيئات كبيرة الحجم مرتبطة مشكلة حاجزا مع الوسط الخارجي، تبدي وظائف و بنيات مختلفة من أجل التكيف مع مختلف ظروف الوسط(24)، ويبلغ الوزن الجاف للجدار البكتيري 20٪ من الوزن الجاف للخلية البكتيرية(7).

يحتوي الغلاف الخلوي للبكتيريا السالبة لصبغة جرام على ثلاث طبقات تتضمن الغشاء السيتوبلازمي إلى الداخل، و طبقةPeptidoglucane(الميورين) في الوسط، وغشاء خارجي مكون من طبقات عديدات السكر. لا تحتوي خلايا كثير من البكتيريا الموجبة لصبغة جرام على طبقات عديدات السكر(11).تحتوي البكتيريا على نسب كبيرة من المركبات الكربوهيدراتية على شكل Polysaccharides تخرجها إلى الوسط الخارجي المحيط لتقوم بفعلها،وقد وجد أن هناك نوع واحد من المركبات الكربونية السكرية البكتيرية ذات طبيعة ليبيدية و هوLipopolysaccharidesمتواجد فقط في جدر الخلايا البكتيرية سالبة الجرام (- Gram) إضافة إلى السكريات البيبتيدية المتمثلة في Peptidoglucaneالمركب لجدران الخلايا البكتيرية السالبة و الموجبة الجرام بنسب مختلفة.

تلعب الLipopolysaccharides دور أنتيجيني مناعي إلى جانب كونها تملك قدرة تسمم عالية لهذا تكسب القدرة المرضية للبكتيريا(-Gram) بشكل خاص(16).كما يعد الجزء الدهني من عديدات السكر الدهنية هو الحامل للسمية، و يعتبر من السموم الداخلية (Endotoxines) (7).

4-2. مواد الغلاف الخلوي البكتيري و علاقتها بقدرة البكتيريا على إحداث المرض في النبات :

يتحكم غلاف البكتيريا في كثير من التفاعلات الفسيولوجية، ويؤثر على التفاعل البيئي، فمحتويات الخلية من المحفظة السكرية، وعديدات السكر تؤثر على القدرة الإمراضية عن طريق تفاعلها المباشر مع محتويات الخلايا النباتية.أما الغشاء السيتوبلازمي الذي يقوم بالعديد من التفاعلات الأيضية قد يؤثر بطريقة مباشرة، أو غير مباشرة على القدرة الإمراضية (11)، كما أن العلبة(Capsule)لها دور في إحداث المرض عند النباتات،فهي منطقة هلامية لزجة توجد خارج الجدار الخلوي في العديد من الأنواع البكتيرية و تسمى أحيانا بالغلاف أو الصماء و يتراوح سمك هذه الطبقة بين الأغشية الرقيقة إلى طبقات كثيفة يبلغ سمكها أكبر من قطر الخلية البكتيرية نفسها.ويعتقد البعض أن تماسك العلبة حول الجدار الخلوي يعزى إلى بروز المواد المكونة للجدار لترتبط مع مكونات الغلاف نتيجة تكون روابط كيميائية تعاونية.فالبكتيريا *Pseudomonas solanacearum* التي تسبب مرض العفن البني في البطاطس، و كذلك الأنواع البكتيرية التي تسبب أمراض الذبول في العديد من النباتات،ثبت أن لهذه الأنواع غلاف مكونا من مواد عديدة الشكل وله دور هام في القدرة الامراضية للبكتيريا حيث أن تركيب هذا الغلاف يزيد لزوجة السوائل داخل الوعاء الخشبي ،و يسبب أعراض الذبول، و كذلك فإن إفراز مادة الغلاف بأنسجة النبات لها تأثير سام على النبات نفسه(7)،كذلك تلعب هذه العلبة أو المحفظة دورا أساسيا في إحداث الإصابةبالبكتيريا *Erwinia amylovora* ,*Erwinia stewartii* والأنواع X.compestris *pv.orgzae,X.campestris pv.campestris*كما أثبتت كثير من الدراسات أن للمواد الهلامية علاقة بالقدرة الإمراضية لأنواع معينة من البكتيريا الممرضة.فسلالات البكتيريا *Erwinia amylovora*عديمة المحفظة

المنتجة معمليا بواسطة التطفير، أو طبيعيا تكون في الغالب غير ممرضة، أو ضعيفة الإمراض، كما أن سلالات البكتيريا*X.campestris pv.campestris*عديمة المحفظة معروفة منذ وقت بأنها ضعيفة الإمراض.

أثبتت الدراسات وجود ارتباط بين المواد الهلامية للبكتيريا *E.amylovora*و أعراض الإصابة بمرض اللفحة النارية،و يعتقد أن هذه المواد متخصصة في تأثيرها على العائل،و أن الجزء الفعال منها حيوي، ويتكون من سكريات مثل:Galactose و Glucoseوحامض Glucoronique مع قليل من ال Mannose.

إضافة إلى ذلك اتضح أن المواد الهلامية تحتوي على عامل آخر يحث على تسرب السوائل من الخلايا الحية إلى المسافات البينية و أوضح Beer sjulin(1978) أن الإصابة بالبكتيريا *E.amylovora*تسبب تغيرا في تفاذية أغشية الخلايا،و أن المواد الهلامية التي تنتجها تعمل سما نباتيا يسمى Amylovorineوتحدث عند حقنها في أنسجة النباتات أعراض الذبول لأنها تعرقل حركة الماء، ولوحظ أن تلك المواد تساعد على توطيد البكتيريا في أنسجة العائل، فالخلايا ذات المحفظة تتكاثر بسرعة، وتنتقل خلال الأنسجة، بينما يكون تكاثر وحركة الخلايا عديمة المحفظة محدودا،وأن عديدات السكر المنتجة خارج خلايا أنواع أجناس البكتيريا *Pseudomonas,Xanthomonas*النقية جزئيا تحدث أعراض الاحتقان المائي في النباتات القابلة للإصابة فقطو لم تجدها في النباتات المقاومة (11) وهذا يدل على العلاقة التخصصية بين الكائنات الممرضة المنتجة لتلك المواد وعوائلها(6).

عند الجنسXanthomonas، الذي يكون مستعمرات صفراء نتيجة إفراز الخلايا لصبغة صفراء.و تفرز أفراد هذا الجنس مادة الغلاف مما يجعل مستعمراتها صمغية لزجة أو هلامية.معظم أنواع هذا الجنس لها القدرة على تحليل الدهون و الكربوهيدرات و تسبب أمراض نباتية منها العفن الأسود في الصليبيات المتسبب من X.campestris pv.campestris.

تسبب الخلايا البكتيرية و ما تنتجه من Xanthanانسداد الأوعية الخشبية مما يمنع سريان الماء وينتج البقع المميزة التي تأخذ حرفV،و في هذه البقع تظهر العروق بنية سوداء أو سوداء مما أعطى الاسم لهذا المرض(12).

4-2. الإنزيمات المفرزة من طرف البكتيريا:

الإنزيمات هي جزيئات بروتينية كبيرة تعمل مساعدة في كل التفاعلات التي تجري في الخلية الحية،ولكل نوع من تلك التفاعلات إنزيم معين يدخل مساعدا في التفاعل.

معظم الكائنات الممرضة و أولها البكتيريا تفرز عددا من الإنزيمات أثناء ملامستها الوسط الذي تعيش عليه و فيه (11).

إن النشاط الإنزيمي هو المسؤول عن قدرة البكتيريا على إقامة علاقة غذائية مع النبات و مسؤول أيضا عن إقامة العلاقة المرضية (6)،و لكي تكون البيكتريا مسببا مرضيا للنبات يجب أن تتزايد و نظرا لهذا التزايد فإنها تحتاج إلى غذاء يشترط أن يكون في صورة سائلة حتى يسهل امتصاصه، و يستطيع غزو الخلايا بشكل نشط،حيث تعتمد البكتيريا على قدرتها في قتل نسيج العائل وجعله في حالة سائلة بالتأثير الأنزيمي، كما أن أنواع النشاط الأيضي (Métabolisme) يمكن أيضا أن تكون سامة على الأنسجة الحية (2).

تكون البكتيريا نوعان من الإنزيمات و هما إنزيمات داخل الخلية(Intracellulaire)حيث تبقى هذه الإنزيمات داخل الخلية و لا تفرز خارجها، مثال ذلك الإنزيمات التي تقوم بعملية التنفس فإنها توجد في داخل الميتوكوندريا أو في الأغشية أو في الميزوزوم وهذه المجموعة تشمل إنزيمات كثيرة و هي أساسية لحياة الطفيل إلا أنها لا

تؤدي دور في أمراض النبات.أما المجموعة الثانية و هي إنزيمات خارج الخلية(Extracellulaire)حيث تخلق داخل البكتيريا ثم تفرزها خارج الخلية لتنتشر في البيئة المحيطة و تقوم بتحليل المركبات المنتشرة في بيئة الطفيل و هذه المجموعة لها دور هام في أمراض النبات(14).

حقيقة إن الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية أثبت أنها تنتج بواسطة البكيتريا المسببة للعفن الطري منذ أوائل القرن20،كما أثبت أن هناك انزيمات تعمل على تحليل السيليلوز الموجود في الخلايا البرانشيمية و تماثل الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية الأنزيمات المحللة للسيليلوز في الدور الذي تلعبه في العملية الامراضية (6).

4-2-1.الإنزيمات البكتينية:

تعد المواد البكتينية من المكونات الأساسية لجدارن خلايا النباتات الراقية، و توجد بوفرة في الطبيعة (11) فهذه المواد البكتينية و التي هي المكون الأساسي للصفيحة الوسطى التي تعطي مجموعة من خلايا الأنسجة،تعتبر أيضا كجزء يدخل في المادة الأساسية للأغلفة البدائية (25).

تتركب المواد البكتينية من سلسلة أولية تحتوي على وحدات من حامضGalactoronique المتحدة عن طريق الروابطB(1-4) (26).و يختلف المحتوى الميثوكسي لتلك المواد تبعا لمصدرها فمثلا تكون 0.2 ٪في الفراولة، و أكثر من 10 ٪في التفاح.

تكون المواد البكتينية عادة قابلة للذوبان في الماء و غير قابلة للذوبان في معظم المحاليل العضوية.

إن هدم البكتينات هو أكثر سهولة من هدم السليلوز في النباتات (11)،حيث يوجد كثير من الطفيليات كالبكتيريا تفرز انزيمات محللة للمركبات البكتينية وبالتالي فإنها تكون قادرة على تحليل المركبات المعقدة إلى جزيئات صغيرة بسيطة التركيب مثل مركب حمض الغلاكتورونيك المشتق من سكر أحادي وهو الجلاكتوز (14).

4-2-1-1. أنواع الإنزيمات البكتينية:

توجد مجموعتين من الإنزيمات الحالة للمواد البكتينية التي تنتجها الكائنات الممرضة بما فيها البكتيريا،و على وجه الخصوص تلك الإنزيمات التي تسبب الأمراض و تفكك الأنسجة النباتية.

1-المجموعة الأولى:

تضم هذه المجموعة أنزيما واحدا هو أنزيم(Pectin methyl estérase, (PME الذي يفصل المجموعة الإستيرية لينزع مجموعة الميثايل في البكتين أو في حامض البكتينيك منتجا حامض بكتيتينيك،و الميثانول وهذا الإنزيم لا يشطر السلاسل، وبالتالي لا يؤثر في طولها، وليس له أهمية في عملية تفكك وقتل الخلايا و مما لا شك فيه أن عملية نزع مجموعات الميثوكسي تؤثرفي خاصة المركب.

2-المجموعة الثانية:

تضم عدة أنزيمات جميعها تشطر سلاسل المواد البكينية.تنقسم هذه المجموعة إلى قسمين، هما:

أ-الجلايكوسيدات البكتينيةPectic glycodases

ب-اللاييزات البكتينية Pecticlyases (11).

4-2-1-2.الإنزيمات البكتينية ودورها في العملية المرضية:

لقد اكتشف أن هناك علاقة سببية بين إنتاج الإنزيمات المحللة للبكتين و القدرة على إحداث المرض و مهما كان الدور الذي تلعبه الإنزيمات في عملية الإصابة المرضية في النبات فإنه من الواضح أن أول التأثيرات التي يمكن ظهورها نتيجة الإصابة كمسبب المرض هو نقص في القدرة الاختيارية للأغشية البلازمية الموجودة

بالخلايا المهاجمة مما يسهل مرور الإنزيمات و المواد السامة(التو كسينات)، و فقد الإلكتروليتات و المواد الغذائية نتيجة استهلاكها بواسطة الطفيل الممرض(6).عند جنس*Erwinia*، تهاجم أنواع منها الأنسجة النباتية الحية ،و تنتج عن ذلك حالات مرضية مثل موت الأنسجة أو ذبول أو تقرحات أو عفن، وفي الحالة الأخيرة تتميز البكتيريا المسببة للمرض بإنتاج إنزيمات بكتينية تهاجم بها الصفيحة الوسطى التي تربط الخلايا النباتية ببعضها، و من أمثلة ذلك مرض عفن الساق البكتيري في الذرة الشامية (12)،كذلك بالنسبة للعفن الطري البكتيري الذي يتسبب عن البكتيريا*Erwinia carotovora*، فحين وصول هذه البكتيريا إلى مكان الإصابة فإنها تتغذى على المواد التي تفرزها الأنسجة المجروحة، و تنتج هذه البكتيريا إنزيمات خارجية محللة تؤدي إلى تحلل الصفيحة الوسطى ، وينتج عن ذلك موت الخلايا في منطقة الإصابة (6).إن نشاط إنزيمPectolytiqueيبدو قادرا على إحداث موت الخلية بانحلال الصفيحة الوسطى (17).

من المعروف منذ مدة طويلة أن العديد من الكائنات الممرضة للنباتات كالبكتيريا تنتج إنزيمات محللة للبكتين، وهذه الإنزيمات تمكنها من تأدية دورا هاما في الاختراق المباشر للنباتات خلال الجزء البكتيني من الكيوتيكل ، حيث نجد في مرض اللفحة النارية الذي تسببه البكتيريا *Erwinia amylovora*،انها تتكاثر في غرف الثغور و تفرز الإنزيمات المحللة للبكتين التي تحلل الخلايا المجاورة، ثم يحدث بلمرة و موت للخلايا و اسوداد للأنسجة المصابة (6)،كذلك بالنسبة لهذه البكتيريا فهي تحلل الصفيحة الوسطى الغنية بحمضPolygalactoroniqueالذي يكون عنصر مغذي لها من جهة وتعمل على تحريض ميكانيزم دفاع النبتة من جهة أخرى(17).

4-2-2.الإنزيمات الحالة للسيليلوز و المواد شبه السيليلوزية:

يعد السيليلوز من المكونات الرئيسية لجدارالخلاياالبرانشيمية، وهو من عديدات السكر (Polysaccharidique)(11)،و هو مركب أساسي في النبات، يتكون من خيوط غير متفرعة مرتبطة فيما بينها بالروابط B(1-4)و التي تشكل وحدات ثنائية السكر(Disaccharidique) (19). يختلف محتوى الأنسجة من السيليلوز و تتراوح نسبته نحو 12٪في الأنسجة غير الخشبية للأعشاب،ونحو 50٪في الأنسجة الخشبية الناضجة،وأكثر من 90٪في ألياف القطن،وتكون المسافات بين الليفات و سلاسل السيليلوز مليئة بالبكتين، والمواد شبه السيليلوزية و تمتلئ بالجنين عند النضج(11).

تواجه البكتيريا جدار الخلية النباتية الذي يتكون أساسا من السيليلوز،حيث تفرز انزيم الCellulase و هو أنزيم. يتكون من مجموعة من الإنزيمات المحللة، هذه الإنزيمات تقوم بتحليل السيليلوز علىعدة خطوات .

تبين أن الإنزيمات التي تحلل السيليلوز تنتج من كائنات ممرضةمثل:الفطريات و البكتيريا و النيماتودا، وتلعب هذه الإنزيمات دورا في تحطيم الجدران الخلوية،و هذا يسهل اختراق و انتشار الكائن الممرض في أنسجة العائل، وقد يحتاج انحلال الجدار الخلوي في البداية إلى الإنزيمات البكتينية، لانها تواجه الكائن عند اختراقه انسجة العائل تعقبها الإنزيمات الحالة للمواد شبه السيليلوزية، ثم يأتي دور الإنزيمات السيليلوزية، وهذا يدل على أن هذه الإنزيمات لا دور لها في بداية الإصابة .من الممكن أن تشارك الإنزيمات السيليلوزية بصورة غير مباشرة في تطور المرض، وذلك بتحرير السكريات الذائبة من السيليلوز الطبيعي التي تستخدم غذاءا للكائن الممرض،و قد يكون كذلك لها دور في الأمراض الوعائية عن طريق طرح جزيئات كبيرة من السيليلوز التي تكون سببا في انسداد الأوعية،مما يعيق حركة الماء ويؤدي إلى ذبول النبات.

هناك بعض المعلومات التي تؤكد أن بعض الإنزيمات الحالة للسيليلوز التي تفرزها بعض أنواع البكتيريا الممرضة تقوم بدور فعال في تطور المرض،و نظرا لأهمية الأنزيمات السليلوزية التي تفرزها البكتيريا

P.solanacearum فقد حظيت باهتمام كبير خصوصا فيما يتعلق بضراوتها و آلية وظروف إنتاج الأنزيمات (11)،و مثال ذلك مرض العفن البني في البطاطس ومرض الذبول في الطماطم(14).

أثبتت الدراسات التي قام بها Wallisو Truter (1978)عن طريق حدوث و تطور الإصابة بتلك البكتيريا من خلال دراسة التراكيب الدقيقة أوضحت أن تحطم الجدران الخلوية قد تكون الظاهرة الأساسية لأمراض البكتيريا*P..solanacearum*،و أكدوا أن انسداد الأوعية الذي حدث من عديدات السكر البكتيرية قد يكون مرتبطا بتطور الأعراض. ووجدOkbeوGoto نقصا كبيرا في المحتوى الكلي للسيليلوزفي نبات القرنبيط المصابة بالبكتيريا*X.Campestris pv.campestris*، ونباتات الحمضيات المصابة بالبكتيريا*X.campestris pv.citri* مقارنة بالنباتات السليمة (11)،كما نجد أيضا في مرض التعفن الرخو البكتيري في الخضروات المتسبب عن البكتريا*Erwinia.spp*،حيث تقوم هذه البكتيريا بإفراز انزيمات سيليلوزية تذيب المواد السيليلوزية المكونة للجدران الخلوية (10)،كذلك بالنسبة للبكتيريا *E.atroseptica* و*E.carotovora*فهي تلوث نبات التبغ الفتي من خلال الأوراق الصغيرة الرطبة المتصلة بالتربة و بنفس الطريقة تصيب الساق، و هي قادرة على انتاج الإنزيمات الحالة للسيليلوز المساهمة بفعالية على تنمية انحلال رطب بالأنسجة (15).

فيما يتعلق بالإنزيمات الحالة للمواد شبه سيليلوزية فقد تاكد أن للإنزيم Xylanaseدورا كبيرا في تطور أمراض النباتات (11)،حيث أن هدم السيليلوز يماثل هدم الهيميسليلوز، وهذا الأخير الذي يتدخل في هدمه عدة إنزيمات منها:Xylanase، Galactanase، Glucanase ، Arabinase،و Manase، كل هذه الإنزيمات يتمثل دورها في هدم الجدار الخلوي للنبات(17).

أثبتت الدراسات أن الإنزيمXylanaseالذي تفرزه البكتيريا *Achromobacter sp*يزيد من شدة المرض الذي تحدثه البكتيريا *P.syringae pv.phaseolicola*على نبات الفاصولياء و أن البكتيريا *X.campestris pv.alfalfae*تنتج ثلاثة أنواع من الإنزيمات التي تحل مواد Xylèneو يبدو أن لتلك الإنزيمات دورا في العملية الإمراضية التي تحدثها البكتيريا (11).

4-3. السموم النباتية التي تنتجها البكتيريا:

تفرز العديد من أنواع البكتيريا الممرضة للنباتات مركبات كيميائية ذات تأثير ضار على عوائل معينة عند استخدامها بتراكيز منخفضة. وتسمى هذه المركبات السموم، وتقع في مجموعتين المجموعة الأولى، داخلية و الأخرى خارجية.

الخلايا النباتية عبارة عن نظام معقد تحدث فيه تفاعلات كيميائية متكاملة و أن أي اضطراب في تلك التفاعلات يسبب خللا في عمليات النبات الفسيولوجية.وتحدث السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة بما فيها البكتيريا بعض الاضطرابات من خلال تأثيرها المباشرعلى البروتوبلاست. و تنتج العديد من البكتيريا الممرضة مواد خارج الخلية، مثل: الببتيدات السكرية (Glycopeptides)، و الببتيدات (Peptides) و عديدات السكر و مستقلبات بسيطة، مثل: شبيهات الأحماض الأمنية التي تعمل عمل المواد السامة في النباتات، حيث تمنع المواد السامة الخلايا من تمثيل الحامض الآميني ميثيونين كما تسبب تحلل البروتينات وتؤثر على الفاعلية الإنزيمية فتموت الخلايا (10)

أعتقد بان السموم لها علاقة بقدرة البكتيريا الأمراضية مند اكتشاف النظرية الجرثومية للمرض، و قد تأكدت هذه النظرية في البكتيريا الممرضة للإنسان، و الحيوان مثل: *Vibrio cholera* و *E. coli* و غيرها.

و هناك دليل قوي على أهمية السموم البكتيرية في تطور الأمراض النباتية على الأقل بالنسبة للعديدة من الطرز الحيّوية للبكتيريا *Pseudomonas syringae* و من الأسس المهمة في تقويم دور السموم النباتية في العملية الامراضية، التخصص العوائلي، وجودها في أنسجة النباتات المصابة، و إنتاجها في المرحلة الرئيسية لتطور المرض، و إحداثها للأعراض النموذجية للمرض، و علاقة القدرة الأمراضية بكمية السموم المنتجة و تأثير الاختلافات الوراثية لكل من الكائن الممرض، و العائل على إنتاج السموم، و تأثيرها النباتي. ومن خواص المواد السامة تأثيرها بتركيزات منخفضة جدا، و بعضها غير مستقر و ثابت كيميائيا، لأنها تتفاعل بسرعة، وترتبط بقوة مع المواقع النشطة داخل أنسجة النباتات، فتحدث خللا في نفاذية الأغشية، وتثبط الأنزيمات و تعمل مضادة للتفاعلات الأيضية، و تشمل السموم البكتيرية المؤثرة على النبات مايلي:

4-3-1.تابتوكسين: Tabtoxin

تم إكتشاف هذا السم النباتي عام 1925 (11)، فوجد أن البكتيريا *P. syringae pv. tabaci* مسببة مرض النار المتقدة تفرزه على التبغ،وأطلق عليه في ذلك الوقت سم النار المتقدة. و اتضح لاحقا وجود نمطين آخرين من البكتيريا المشعة *P. syringae* تنتجان مواد سامة شبيهة بهذا السم هما: البكتيريا. P. syringae pv. *coranafaciens* التي تسبب مرض اللفحة الهالية على الشوفان وبعض نباتات الحبوب الأخرى، والبكتيريا *P. syringae Pv. garcae* التي تصيب البن و من ثم أصبح اسم النار المتقدة الذي ينحصر في نوع واحد غير ملائم، و عليه أقترح Patel(1974) استخدام الاسم تابتوكسين المتداول حاليا.

أثبتت الدراسات الحيوية أن هذا السم غير متخصص لأنه يسبب اصفرار الأوراق لنباتات خارج المدى العوائلي للبكتيريا التي تنتجه. بالرغم من وجود الإختلافات في الظروف البيئة التي تنتج فيها سموم البكتيريا *P. syringae pv. coranafaciens.* و البكتيريا *P. sysingae pv. tabaci* على أنسجة النباتات إلا أن كلا السمين متشابهين من الناحية الكيميائية

أعطى الحل المائي الحامضي للجزء النشط حيويا من التابتوكسين الذي تنتجه كل أنواع البكتيريا المذكورة أعلاه نسبا متساوية من الحمض الأميني ترتونين (Thréonine) و مركب تابتوكسين.و تأكد وجود الحمض الأميني سيرين (Serine)في ذلك الانحلال الحامضي، بنسبة قليلة جدّا مقارنة مع التابتوكسين، وأوضحت المعاملة القلوية و التسخين لتلك المواد السامة أن التابتوكسين يحتوي على مركبين غير فعالين حيويّا.

طريقة تأثير السم: لقد وجد أن مستخلص السم شبه النقي يمنع تكوين الجلوتامين و أن التجارب اللاحقة التي استخدم فيها السم في صورته النقية أعطت نتائج معاكسة مما دعا إلى عدم قبول هذه النظرية. و من الأعراض الناتجة عن استخدام التابتوكسين على النبات، التشبع بالماء والاصفرار، و تحلل أجزاء النبات المصابة وهذه نفس الأعراض التي تحدثها البكتيريا *P .syringae pv. tabaci* على عائلها. و أدى دخول السم إلى أنسجة أوراق نبات التبغ إلى انحلال البلاستيدات الخضراء (Chloroplastes) و تراكم كميات هائلة من الأمونيا علما بأن تراكم الأمونيا لم يكن ناتجا عن انحلال البروتينات النباتية. كما و أن كيفية تأثير الأمونيا علىالنبات لا تزال غير معروفة، وهناك افتراض يقول بأن الأمونيا لها علاقة بتنظيم دورتي اليوريا و TCA.و اتضح أن التابتوكسين له علاقة بالتغيرات الفيسيولوجية التي تؤدي إلى شيخوخة النبات .

4-3-1.فازيوتوكسين : Phaseotoxin

ينتج هذا السم من بكتيريا *P. syringae pv.phaseolicola* المسببة لمرض اللفحة الهالية في الفاصولياء، و ينتج السم خارجيا ويكون مسؤولا عن إنتاج أعراض الهالة الصفراء التي تظهر على أجزاء النبات، و أثبتت الدراسات التي أجريت على هذا السم أنه غير أنه متخصص. ومن خصائص الفازيوتوكسين أنه سريع الذوبان في الماء، وعديم اللون، ومستقر في الأوساط القلوية، وغير مستقر في الأوساط الحامضية وشديد الامتصاص للرطوبة، و هناك اختلاف في وزنه الجزئي.ذكرت بعض الدراسات أن وزنه الجزيئي يساوي 2100 وذكرت أخرى بأن وزنه الجزيئي أقل 700.و على كل حال فإن وزن الفازيوتوكسين أعلى من الوزن الجزيئي للتابتوكسين (11).

إن البيانات المتاحة عن المحتوى الكيميائي لسم الفازيوتوكسين متناقضة، فقد أشارت بعض الدراسات التحليلية إلى احتوائه على نسبة عالية من الجلوكوز 20-90% و2% نيتروجين، و نسبة قليلة من الحامض الأميني سيرين أما النسبة الباقية فتتكون من سكريات الرامينوز و الفروكتوز. وفي دراسة أخرى لمعرفة محتواه من الأحماض الأمينية اتضح أن السم يحتوي على خمسة أحماض آمنية منها أثنين غير معروفين، و الثلاثة الأخرى هي (L-Serine)، (L-glycine)، (L-valine)و تواصلت الأبحاث و الاقتراحات.

و بناء على أبحاث Moore وآخرون 1984، فإن المركب الرئيسي للفازيوتوكسين هو المركب أوكتيسيدين (Octicidin) و ظهرت بكتيريا أخرى*P. syringae pv . glycinea* تسبب لفحة أوراق فول الصويا، تنتج سما آخر له نفس النشاط الحيوي.

طريقة فعل السم: كما ذكرنا سابقا، فإن السم يحدث أعراض الاصفرار، و تراكم الحامض الأميني الاورنيثين الذي يؤدي إلى إنتاج الأحماض الأمينية الأخرى مثل الستر ولين و الآرجنين وأن تراكم الأورنيثين ناتج عن تثبيط السم للأنزيم الذي يساعد على إنتاج الأرجنين. لقد أشارت إحدى التقارير (11) إلى آن نباتات الفاصولياء المعاملة بالفازيوتوكسين ينقص حامضها الأميني الأرجنين إلى 50% يؤدي النقص في الأرجنين إلى توقف العمليات الخاصة بتكوين الكلوروفيل مما يؤدي إلى حدوث الاصفرار(11).

من التأثيرات الثانوية للفازيوتوكسين، تراكم النشا في البلاستيدات الخضراء المعاملة بالسم، وتوقف نموا النسيج الكلسي في الفاصولياء، و تغيير نفاديه الأغشية الخلوية لأوراق نبات البازلاء، وزيادة في قيمة الاسموزية (Osmosis) . و أشارت دراسات أخرى إلى تراكم الأمونيا في أوراق نبات الفاصولياء القابلة للاصابة بالبكتيريا *P. syringae pv. phaseolicola.*

4-3-3. سير نجوتوكسين وسيرنجومايسين: Syringotoxin et Syringomycin

يعتقد عدد من الباحثين بأن أعراض التقرح البكتيري على البرقوق و المشمش التي تسببها البكتيريا *P.syringae pv. morprunorum* تنتج جزئيا بواسطة سم نباتي تفرزه هذه البكتيريا. ويعتبر هذا السم بروتينيا وينتج داخليا و أن نشاطه لا يوجد إلا في المزارع كبيرة العمر نسبيا،(11) تفرز بكتيريا *P.syringaw pv syringae* ، سما نباتيا يسبب مرض تقرح الخوخ ولهذا السم تضاد حيوي لدى سمي سيرنجو ماسين Syringomycin له مدى عوائلي واسع لا يقتصر على النباتات فقط بل يؤثر بتركيز قليل على عدد كبير من الأجناس الفطرية، و البكتيرية فمثلا يؤدي إلى توقف نمو الفطر *Geotricum candidum* بتركيز 24 ميكرو جرام /مل. و أظهرت بادرات المشمش التي تم نموها في محلول السم (600 ميكروجرام /مل)

لمدة 24 ساعة أعراض التسمم النباتي.و من خصائص هذا السم أنه لا يتأثر بالحرارة ويستقر في الوسط القلوي، وعند الحل المائي الحامضي اتضح أنه يحتوي على تسعة أحماض آمنية، وله وزن جزيء منخفض، و يتفاعل مع مركب النينهيدرين.

طريقة تأثير السم: أشارت التقارير الأولية إلى أنه يعمل مثل الضادات الحيوية، فقد لوحظ أن خلايا دم الأرنب التي حقنت بهذا السم قد أفرزت الهيموغلوبين ولوحظ أيضا أن معاملة الفطر *G. candidum* بالسم تؤدي إلى إفراز الأحماض الأمنية، مما يدل على تحطم الأغشية الخلوية، كما أن أيونات الكالسيوم (Ca) و المغنسيوم (Mg) تثبط فعاليتها، مما يؤكد تفاعله مع الأغشية الخلوية، و المواد الذهنية. و أكدت بعض الدراسات ارتباطه مع حمض ADN و تثبيطه للانزيم ARN-polymérase.وأ ضحت دراسات أخرى أن كلا من السيرنجومايسين و السيرنجوتوكسين يحدثان العديد من التغيرات في شكل ووظيفة الميتوكوندريا المعزولة من نبات الذرة الصفراء. وشملت تلك التغيرات تثبيط عمليات التنفس، وتثبيط فعل الأنزيم ATP ase و إيقاف مادة ATP وخفض التفاعلات التي يقوم بها غشاء الميتوكوندريا (11).

4-4. منظمات النمو:

ينظم نمو النباتات بوساطة أعداد قليلة من مجموعة مركبات توجد طبيعيا، يطلق عليها بشكل عام اسم منظمات النمو. إن أكثر منظمات النمو أهمية هي: الأوكسينات و الجبرلينات و السيتوكتينات و مركبات أخرى مثل: الايثلين و مثبطات النمو التي تلعب أدوارا منظمة في حياة النباتات، تستطيع الكائنات الممرضة أن تنتج كثيرا من منظمات النمو مثل التي تنتجها النباتات ومهما كانت ميكانيكية الفعل الداخلة في ذلك فإن الكائنات الممرضة غالبا ما تسبب عدم توازن النظام الهرموني للنباتات، وتؤدي إلى استجابات نمو غير طبيعية، و غير متوافقة مع تطور النبات السليم. و أن أهم مجموعات منظمات النمو التي تفرزها البكتيريا الممرضة للنباتات يمكن تخيصها في الأوكسينات و السيتوكتينات.وتم إيضاح علاقة الأوكسجين اندول حامض الخليك (IAA) بنمو الأورام التي تسببها أنواع البكتيريا *Pseudomonas* منذ عام 1963 (11). و في السنوات التي تلت ذلك تم كشف سبل إنتاج الحامض IAA في البكتيريا *P.syringae pv. savastanoi* التي تسبب مرض تعقد أفرع الزيتون حيث اتضح أن الجينات المتحكمة و في إنتاج هذا الحامض موجودة على بلاسميد في خلية البكتيريا. بالإضافة لذلك ظهر أن الجينات المتحكمة في إنتاج مواد السيتوكتين هي أيضا موجودة على نفس البلاسميد و أن كلا من المركبين يلعب دورا هاما في عملية إنتاج أعراض مرض تعقد أفرع الزيتون، هذا البلاسميد الحامل للجينات الخاصة بالأنزيمات المتعلقة بإنتاج الأوكسين، والسيتوكتين يحمل أيضا جينا يتحكم في إنتاج أنزيم مسؤول عن تحويل الأوكسين IAA إلى مركبIAA – لا يسين(Lysine) و المركب الأخير قليل الفاعليه في إحداث الإصابة، و أن وجوده في السلالات المنتجة عن طريق الطفرات تجعلها ضعيفة الإمراض و غير قادرة على النمو داخل أنسجة العائل النباتي.

إن العلاقة بين البكتيريا *A. tumefaciens* و عوائلها فريدة من نوعها لأن جزأ من المادة الوراثية (ADN) البكتيرية ينتقل. و يلتحم، ويتكامل مع المادة الوراثية في كروموزوم العائل، هذه العلاقة يمكن أي تكون نموذجا لدراسة كثير من أمراض النبات البكتيرية لأنها تتضمن عمليات مثل: التصاق الخلايا البكتيرية مع خلايا العائل وتنشيط جينات تساعد في القدرة الامراضية عن طريق إشارة جزيئية نباتية و إنتاج هورمونات نباتية، مثل: الأوكسين و السيتوكتين التي تعتبر عوامل ضراوة تساعد في تكوين الأعراض الشبيهة بمرض التدرن. كل هذه العمليات قد تحدث في العلاقات البكتيرية العائلية الأخرى لذلك فقد اتجهت الدراسات نحو معرفة هذه العمليات

قد تحدث في العلاقات البكتيرية العائلية الاخرى لذلك فقد اتجهت الدراسات نحو معرفة هذه العلاقة لكونها نموذجا لمعظم الأمراض انبكتيرية الأخرى.

بكتيريا *A. tumefaciens* تحدث مرض التدرن التاجي في عدد كبير من أنواع النباتات ذات الفلقتين، وذلك بنقلها جزءا من انبلاسميد الحاث للتدرن (Ti) إلى خلية العائل النباتي ليصبح هذا الجزء مكملا و فاعلا في النبات. هناك كثير من الأدلة التي تؤكد أن خلايا هذه البكتيريا لا بد لها من الالتصاق بخلايا العائل لاحداث هذا الانتقال و إحداث أعراض التدرن التاجي. إلى أن الأسس الجزيئية لعملية الالتصاق مازالت غير معروفة تماما(11).

الباب الرابع

5.تأثير الإصابة البكتيرية على الوظائف الحيوية للنبات المصاب:

تقوم النباتات الخضراء بسبع وظائف حيوية هي تخزين المواد الغذائية، التحول الغذائي، الامتصاص النمو. توصيل الماء، التمثيل الضوئي ونقل الموارد الغذائية المصنعة إلى أعضاء التخزين.حيث تؤثر بعض الأمراض أساسا على إحدى هذه الوظائف الحيوية. التنفس هو العملية الحيوية الثابتة التي لها فائدة من حيث أنها تمد النبات بالطاقة، وتعتبر غير هامة في تقسيم الأمراض النباتية. حيث إن جميع الأمراض النباتية لها تأثير على التنفس. و عموما فإن جميع الأمراض المعدية لها تأثير ضار على تحولات الطاقة داخل النبات(6).

5-1.التأثير على التنفس:

يمد التنفس الخلايا الحية بالطاقة اللازمة لها، مثل الطاقة اللازمة للأسموزية كامتصاص و تراكم الأيونات، كذلك يمدها بالطاقةاللازمة للنمو و لتخليق كل المركبات التي تؤدي إلى نمو النبات مثل:

الكربوهيدرات، البروتينات، الدهون، الزيوت، الأصباغ ، الصمغ، القلويات.....إلخ. لذا يعتبر التنفس هو المركز الرئيسي بالنسبة لفسيولوجي النبات لإمداده بالطاقة اللازمة لجميع الوظائف الحيّوية الأخرى (6،5).بالرغم من أن تفتت جزئ الجليكوز من خلال التحلل الجليكوزي وحلقة كريبس يمثل المسلك الرئيسي للتنفس، فإن تحول السكر السداسي أحادي الفوسفيت قد يمثل مسلك بديل في كثير من الكائنات حتما معدلات التنفس قد تتأثر بعوامل كثيرة (5) إذ يحدث عادة زيادة في سرعة التنفس للنبات المصاب و خاصة في الفترة الأولى من المرض (14) بحيث نجد بأنه على العموم يكون التنفس أقل أو أكبر سرعة بقليل بعد حصول العدوى في العائل المناسب.

والتنفس له علاقة مع البناء الحيوي للمواد التي تلعب دورا في المقاومة (Phytoalexines)و مواد ال Phénoliques ، حيث أن بعض السموم المنتجة بواسطة الطفيليات تؤثر على سرعة عملية التنفس (17).

5-2.التغير في نفادية الأغشية:

تعرف النفاذية أنها كمية أو عدد الجزيئات التي تنفذ من جانب الى آخر خلال وحدة سطح الغشاء أو الجدار في وحدة الزمن(دقيقة أو ثانية أو ساعة) تحت ظروف ثابتة من الضغط ودرجة الحرارة، إذ يعتبر الجدار الخلوي منفذ تماما (Permeable) للماء و الذائبات، و يمكن تصنيف النفاذية في النبات تبعا لنوع العناصر أو المركبات المطلوب نفاذيتها إلى ما يأتي:نفاذية الماء، نفاذية الغازات، نفاذية الذائبات العضوية فمنها ما هو في حالة غروية مثل : النشا و البروتين. و ذاتيات عضوية أصغر حجم متأينة أو غير متأينة، نفاذية العناصر بحيث توجد العناصر عادة على هيئة أيونات (6).

إن جميع أمراض النبات ينتج عنها اختلال في النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي في الخلية ، بل الجدير بالذكر أن اختلال نفاذية الغشاء البلازمي يعتبر أول عرض مرضي يظهر على النبات قبل ظهور أي أعراض مرضية أخرى.

وفيما يلي مثال عن أمراض النبات التي يحدث فيها هذه الحالة من الاختلال بتغير في معدل نفاذية أغشية خلايا الجذور، مما يؤثر بطريقة مباشرة على انتقال الماء و الأملاح من الجذور إلى أعضاء النبات الأخرى،

و حتى الآن كيفية حدوث الاختلال في النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي في الخلية نتيجة الإصابة غير معروف (14).

5-3.التأثير على عملية البناء الضوئي:

تتعرض التفاعلات المعقدة التي يشملها التمثيل الضوئي مثلها في ذلك مثل النمو لأنواع عديدة من مسببات الأمراض النباتية و التي تسبب العديد من أعراض الموت (6).

تؤثر الإصابة على عملية البناء الضوئي ،و عادة تقل سرعة و كفاءة عملية البناء الضوئي نتيجة الإصابة(14)، حيث تهاجم هذه المسببات جميعا أنسجة و مراكز الكلوروفيل في الأوراق و السوق، وتسبب تلفها (6) و لكن أحيانا وفي بعض الأمراض تزداد سرعة عملية البناء الضوئي في بداية الإصابة ثم تقل بعد ذلك، أما عن أسباب خفض سرعة عملية البناء الضوئي في النبات المصاب فيرجع إلى أسباب متعددة، فقد يكون السبب هو ضعف في تخليق الكلوروفيل كما في مرض Wild fireفي التبغ.

من المعروف في النباتات العادية أن تكون حامض فوسفو جلسيريك هو دليل على حدوث دورة Calvin et Benson في عملية البناء الضوئي أماعند وجود مركب فوسفوإينول حامض البروفيك فهو دليل على حدوث دورة خاصة إضافية لعملية البناء الضوئي هي دورة Hatch et Slack ، معنى ذلك أن الإصابة تؤثر على درجة حدوث إحدى دورتي عملية البناء الضوئي بالنسبة للدورة الأخرى أي أن الإصابة تزيد من معدل حدوث دورة هاتش (Hatch)و سلاك(Slack) وتقلل من معدل حدوث دورة كالفن وبنسون.

كما يمكن أن تقل كفاءة حدوث تفاعل هيل(Réaction hill)و أيضا عملية الفسفرة الضوئية (Photophosphorylation) في البلاستيدات الخضراء.في كثير من الأحوال يكون الناتج النهائي هو قلة تركيز النشأ في الأجزاء المصابة ولكن قد يكون العكس صحيح في بعض الأمراض مثل مرض التفاف أوراق البطاطس و مرض اصفرار بنجر السكر.وجد في بعض الحالات أن الطفيل يفرز إنزيم Chlorophyllase و الذي يحطم جزيء الكلوروفيل الى جزيء الكلوروفيليد (Chlorophyllide) و جزيء فيتول Phytol ينتج عن هذا المرض اختلال وضعف في عملية البناء الضوئي للنبات أو في الجزء المصاب منه.

وضعف عملية البناء الضوئي تؤدي إلى نقص تخليق أو استغلال الكلوروفيل يؤدي إلى الاحمرار او الاخضرار الباهت.(14).

5-4.التأثير على حركة الماء والأغذية:

الماء ضروري لكل الخلايا ،الحية وينتقل في النباتات الخضراء عن طريق الخشب، وتسبب الإصابة بالطفيليات كالفطريات والبكتيريا ضعف النشاط الحيوي ونقل الماء في الأوعية والقصيبات التي تعيش فيها، حيث تسبب توقف وعدم سريان الماء في الأوعية الناقلة يؤدي ذبول ثم موت النبات المصاب .

يستخدم اصطلاح " الذبول الوعائي" لتعريف المرض النباتي المتسبب عن إصابة الخشب، لتمييز هذه الأمراض عن الأمراض الأخرى كالعطش، التلف الميكانيكي اللذان يؤديان إلى تدلي المجموع الخضري.

تنتقل المواد الغذائية التي تمّ تكوينها بواسطة التمثيل الضوئي من خلال الخلايا إلى جميع أجزاء النبات ،حيث يتم تخزينها أو استخدامها في البناء الخلوي (6).

كما تسبب بعض الطفيليات اختلال في صعود العصارة، فقد تصل الطفيليات المسببة لأمراض عفن الجذور وتقرحات الساق إلى نسيج الخشب في المناطق المصابة ،وإذا كانت النباتات المصابة صغيرة فإنه قد يتسبب عنها موت النبات، والأوعية المصابة قد يمتلئ جزء منها ببعض إفرازات الطفيل أو التي يفرزها العائل نفسه نتيجة الإصابة، كما قد تمتلئ بخلايا مسبب المرض نفسه.

على العموم فإن الوعاء الخشبي المسدود أو المستهلك قد يقف عمله أو تقل كفاءته ويتسبب عن ذلك ضعف مرور الماء خلاله. مثلا عند بكتيريا العفن البني والعفن الحلقي في البطاطس تهاجم البكتيريا أنسجة الخشب في الجذور والساق وتتدخل بطريقة مباشرة في انتقال الماء والأملاح إلى أعلى وبذلك ينخفض معدل انتقال الماء في كثير من

النباتات المصابة بهذه الطفيليات إلى حد يصل إلى حوالي 4% مما كان عليه في الحالة السليمة،وعموما فإن معدل الانتقال يتناسب عكسيا مع عدد الأوعية المسدودة سواء بنموات الطفيل أو بالمواد الناتجة عن تطفلها، (14) عند دخول البكتيريا المسببة للتدرن التاجي إلى العائل عن طريق الجروح الحديثة تفرز مادة مهيجة فتهيج الخلايا وتأخذ بالانقسام السريع، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة عدد الخلايا التالولية وتضغط على الخلايا العادية والانسجة العادية المحيطة بها، وتشوهها وينتج عن ضغط الخلايا التالولية على الأوعية الخشبية إلى إعاقة وصول الماء والمواد الغذائية إلى الأجزاء العلوية من النبات بما يقارب ب 20% في الحالة الطبيعية، كما أنه عندما تتقدم التاليل بالعمر تتخشب أنسجتها وتصبح قاسية، وبالتالي تتخشب الأوعية الناقلة.

الجدير بالذكر بأن نمو الخلايا التألولية والأوعية الناقلة بداخلها يكون غير منتظم وبشكل حلزوني ملفوف حاوية على عدد قليل أو كثير من الأنسجة البرانشيمية التي تتكاثر بشكل غير طبيعي دائري ومغزلي وعلى ذلك فالأوعية الناقلة المتخشبة والملفوفة غير الطبيعية تكون عاجزة عن نقل الماء والمواد الغذائية الى الأنسجة النباتية المراد وصول الماء والغذاء إليها (3).

هناك أكثر من عامل يؤثر على عملية الانتقال ،بالرغم من أن التطفل يعتبر العامل الأساسي في التأثير على عملية الانتقال فإن عوامل أخرى تنشأ نتيجة لفعل الطفيل فقد تؤثر على تلك العملية، فمثلا تغير حجم الأوعية بعد الإصابة أو تكشف التركيبات المعروفة باسم تيلوزات في الأوعية أو إنتاج زائد من مواد ذات الوزن الجزئي العالي مثل: عديدات السكر والتي تختلط بالماء فتزيد من لزوجته مما يؤثر على حركته خلال الأوعية الخشبية .(14)

5-5. التأثير على إنتاج البروتينات و مواد أخرى :

قديؤثر المرض على تركيز المركبات الأساسية الموجودة في النبات مثل: الأحماض النووية، البروتين ،الدهون ،النشا و الفينولات .

البروتينات: تمثل البروتينات إحدى المركبات الأساسية المكونة للخلايا النباتية. ليس هناك حياة بدون ماء أيضا ليست هناك حياة بدون بروتينات.

البروتينيات هي جزيئات آزوتية تميز حسب انحلالها، فمنها ما تنحل في الايثانول ومنها ما تنحل في المياه المالحة مثال ذلك: الفزلين والالبومين، كل على حسب مكوناته من الأحماض الأمينية الخاصة به؛و هي تعبر عن مكونات الجينات للنبات "التي تشفر لها"(21) .

يزداد التركيز الكلي للبروتينات في خلايا النبات المصابة في الفترات الأولى من الإصابة، وبتقدم الإصابة و المرض يقل تركيز البروتينيات تعتبر هذه قاعدة عامة في كثير من الأمراض ،حيث أن بعض الأمراض لا تنطبق عليها هذه القاعدة، وقد وجد أن خلايا الأورام تحتوي على تركيز عال من البروتين بالمقارنة بالخلايا العادية و ذلك في مرض التدرن التاجي الذي يصيب كثيرا من النباتات، و يمكن أن

تكون نتيجة الإصابة أنواع جديدة من البروتينات تكون غير موجودة في النبات السليم، كما يمكن في بعض الحالات أن يزداد تركيز الأحماض الأمينية و الاميدات في الأنسجة المصابة و ذلك بالمقارنة بالأنسجة السليمة.

الأحماض النووية: وجد ان الامراض التي ينتج عنها أورام،سواء كان المسبب بكتيريا أو فطر فانه يزداد تركيز الأحماض النووية في خلايا الأورام.في بعض الأمراض الاخرى التي لا ينتج عنها أورام يمكن ايضا بان يزدادحجم النوية في الخلايا المصابة و يزداد ايضا تركيز ARN في النوية و خاصة في الفترة الأولى من الإصابة،كما وجد في بعض الأمراض أن النواة في الخلايا المصابة يزداد حجمها في الفترات الأولى من الإصابة ثم يحدث لها تحلل بعد ذلك.

الفينولات : تتكون الفينولات من حلقة بنزين على الأقل، و عليها مجموعة هيدروكسيد واحد أو اثنين أو ثلاثة ، و ابسط المركبات الفينولية هو مركب الفينول، حيث يتكون من حلقة بنزين واحدة او مجموعة هيدروكسيد واحدة .

قد تحدث أكسدة لمركبات الفينولية وتتحول إلى مركبات الكيتون و هذه المركبات الأخيرة تكون اشد ضررا على البكتيريا المسببة لأمراض النبات و ذلك بالمقارنة بالفينولات.يتم تحويل الفينول الى كيتون بواسطة انزيم فينول اكسديز ومن امثلة الكيتونات الطبيعية الموجودة في النبات مركب Juglone الموجود في نبات الجوز.

النشا: عادة يقل تركيز النشا في المناطق المصابة من النبات، عدا بعض الأمراض القليلة حيث يزداد تركيز النشا في المناطق المصابة.

الدهون: عادة يقل تركيز الدهون في مناطق الإصابة. كما أن إصابة البذور الزيتية يقلل من تركيز الزيت في البذرة (14).

6. تأثير البكتيريا على نسيج النبات و ظهور الأعراض المختلفة:

الأعراض المرضية عبارة عن التغيرات غير الطبيعية التي تظهر على النبات نتيجة لإصابته بمرض ما يجعله مختلفا عن النبات السليم(1)

و من بين الأعراض المختلفة نميز:

6-1.تغيير في اللون الطبيعي(Discoloration) :

ينتج عن تحلل مادة الكلوروفيل الخضراء، التي توجد في النبات، و ظهور لون أخضر مصفر أو أصفر مخضر أو أصفر على النبات المصاب (1).

وجد في بعض الحالات أن الطفيل يفرز أنزيم الكلوروفيلاز(Chlorophyllase) الذي يحطم جزيء فيتول.ينتج عن هذا المرض ضعف أو اختلال في عملية البناء الضوئي (14).

وهناك أعراض زيادة التلون، تنشأ نتيجة زيادة تكون اللون و هي تشمل الأعراض الفيروسية كما يتكون الكلوروفيل في الأنسجة الخالية منه عادة و الأنثوسيانية و يظهر اللون البنفسجي نتيجة زيادة للتكوين الزائد عن الحد في صبغات الأنثوسيانين و البرنزة نتيجة تكثف اللون البرونزي و يظهر المظهر النحاسي للأجزاء الخضراء كالتي تظهر على أوراق البطاطس نتيجة لنقص عنصر البوتاسيوم (6).و قد يكون التغيير في اللون منتظما أو بشكل تبرقش ،و مثال ذلك مرض تبرقش التبغ ،حيث يحدث في الأجزاء غير الخضراء قلة في تركيز الكلوروفيل.

أو تخطيط حيث تظهر بقع طويلة و ضيقة على الأوراق و الساق كما في مرض تخطيط القصب (14).

6-2.موت موضعي للأنسجة أو الأعضاء(Necrosis):

في هذه الحالة تموت بعض الأنسجة التي تكون قابلة للإصابة بالمسبب المرضي بدرجة أكثر من غيرها من الأنسجة الأخرى. وكذلك فإن بعض الأنسجة قد تصاب بالطفيل ثم تموت، في حين أن الأنسجة الأخرى المجاورة لها تكون سليمة (1).

أمثلةعلى ذلك التبقع الذي يتميز بوجود مناطق صغيرة عادة ميتة على أجزاء النبات المختلفة خاصة الأوراق والثمار،تختلف البقع في الحجم والشكل فقد تكون زاوية كما في مرض التبقع الزاوي في القطن(14)الذي تسببه بكتيريا *Xanthomonas malvacearum*_ حيث تعمل هذه الأخيرة على تكسير الجدران الخلوية للنسيج النباتي المصاب مما يؤدي إلى خروج العصارة النباتية، ولهذا تكون البثرات الحديثة ذات مظهر مائي (1).

6-3.تثقيب الأوراق (Shot hole):

كثيرا ما يتبع تكون البقع الموضعية على الأوراق المصابة موت وجفاف الأنسجة فتسقط تلك الأنسجة الميتة تاركة ثقوبا دائرية أوغير منتظمة الشكل، وينتج عن ذلك تثقيب الأوراق، وهذه شائعة في عدة أمراض تصيب أشجار الفاكهة مثل المشمش و الخوخ(1).

6-4.تغييرات في طبيعة نمو النبات(Alteration in habit):

قد يتسبب عن إصابة نبات ما بمرض معين حدوث تغييرات، تظهر في صورة تحورات مورفولوجية في أعضاء النباتات، كما في حالة الإصابة بتبرقش القرعيات حيث تصبح فصوص الأوراق خيطية.

6-5.حدوث الأورام(Tumors):

تحدث الأورام في النباتات نتيجة اضطرابات في توازن بعض المواد المنظمة للنمو داخل أنسجة النبات تؤدي إلى زيادة في سرعة تكشف الأنسجة النباتية،كما في حالة مرض التدرن التاجي الذي تسببه بكتيريا *Agrobacterium_ tumefaciens*. حيث يظهر المرض على شكل أورام، تتباين بشدة في الحجم،يرجع سببها لانقسام الخلايا بدون نظام مع زيادة حجمية لهذه الخلايا (1).تنشأ هذه الأورام في الغالب على جذوع الأشجار و الشجيرات تحت التربة ، كما تظهر على منطقة التاج أو الساق أو حتى الأوراق(4).و تحدث الأورام في طورين:طور التنبيه حيث يعمل فيه الطفيل على تنبيه خلايا العائل للانقسام السريع، أما الطور الثاني فهوطور النمو الشاذ، ويحدث فيه نمو سريع لخلايا العائل و ينتج عنه تكوين مقادير من المواد المنظمة للنمو بدرجة تزيد عن مقدار وجودها في أنسجة النبات السليم (الشكل3)(الشكل4).

6-6.التقزم(Stunting):

يحدث التقزم نتيجة لاضطرابات في توازن المواد المنظمة للنمو في أنسجة النبات تؤدي الى تثبيط في سرعة تكشف الأنسجة في النبات المصاب، أو إلى توقيف كلي لتكشف النسيج النباتي، والتقزم قد يكون موضعيا و محددا في أجزاء خاصة في النبات المصاب، كما في مرض الخوخ الصغير و مرض التفاح الصغير، وقد يكون شاملا لجميع أعضاء النبات كما في حالة التقزم الذي يصيب شجيرات العنب (1).

6-7.موت البادرات(Damping-off):

تموت أنسجة أو أجزاء على البادرة و تسبب ضعف للبادرة وموتها وسقوطها،كما في مرض سقوط البادرات في الطماطم (14).

6-8.الذبول(wilt):

يحدث الذبول نتيجة وجود بعض الطفيليات في الأوعية الخشبية في نسيج الخشب للجدران أو الساق،ينتج الذبول نتيجة تعيشة الطفيل في هذه الأوعية فيسبب بطئ في انسياب الماء من أسفل إلى أعلى ،وعادة تفرز هذه الطفيليات إنزيمات محللة للمركبات البكتينية، فتسبب تحلل للجدار و تحرر جزيئات كبيرة من المواد الكاربوهيدراتية تأخذ التركيب الغروي الهلامي، و بذلك تعيق انسياب الماء. يمكن أيضا للطفيل أن يكون مركبات هلامية و يكون لها دور في انسداد الأوعية الخشبية.يمكن أيضا لبعض الطفيليات أن تفرز سموم يكون لهادور في الذبول(الشكل6)،و يعتبر مرض الذبول المتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas solanacearum* من أفضل الأمثلة لأمراض الذبول (13).

6-9.اللفحة(Blight):

هي عبارة عن الموت السريع لأجزاء كبيرة من الأوراق و قد تؤدي اللفحة إلى موت أفرع كاملة بما تحمله من أوراق و أزهار و ثمار، وقد يؤدي إلى موت المجموع الخضري موتا فجائيا، ومثال ذلك مرض اللفحة النارية في التفاح و الكمثري (1)(الشكل5).

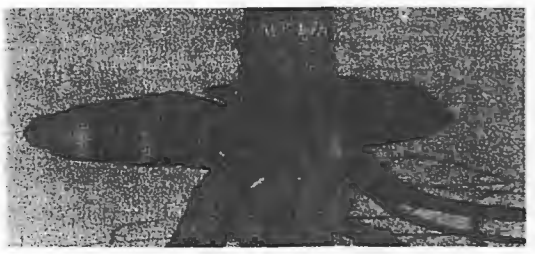
6-10.العفن:(Rot):

ينشأ عن تحليل أو اختلال في تركيب الجدار الخلوي و البروتوبلازم للخلية النباتية،يوجد نوعان من العفن و هما العفن الطري مثل مرض العفن الطري في الخضر المتسبب عن البكتيريا*Erwinia carotovora* والعفن الجاف مثل العفن الجاف في درنات البطاطس،قد يحدث العفن الطري نتيجة لنشاط الإنزيمات المحللة للمركبات البكتينية،تسبب هذه الإنزيمات تحلل بكتات الكاليسيوم و المغنيزيوم المكونة للصفيحة الوسطى التي تلحم الخلايا النباتية ببعضها و نتيجة لذلك تنفصل الخلايا عن بعضها البعض، و ينتج عرض العفن (14).

6-11. جفاف و ضمور الثمار(Mummification):

يحدث تحوير في بعض الثمار المصابة إلى تركيبات ضامرة صغيرة الحجم تسمى محنطات، ويبدأ هذا العرض المرضي بإصابة الثمرة بعفن ينتج عنه تحويل المواد الصلبة فيها إلى مواد عصيرية ذائبة، ثم بعد ذلك تبخر الماء و استهلاك المواد الذائبة كغذاء للطفيل، تجف الثمرة المصابة المتعفنة و تتجعد و تأخذ الشكل المحنط و مثال ذلك مرض العفن البني في ثمار البرقوق (1).

6-12.الجرب(Scab): يظهر هذا العرض أساسا نتيجة زيادة سرعة انقسام الخلايا عن المعتاد في الجزء المصاب فتظهر بقع محددة مرتفعة خشنة على الأوراق أو الثمار أو الدرنات أو السوق و مثال ذلك مرض الجرب العادي في البطاطس الذي تسببه بكتيريا*Streptomyces scabies* (14).



الشكل 3: التدرن التاجي في الجذور المتسبب عن البكتيريا: *Agrobacterium tumefaciens*

الشكل 4: التدرن التاجي في ساق العائل النباتي: Datura stramonium المتسبب عن البكتيريا: *Agrobacterium tumefaciens*

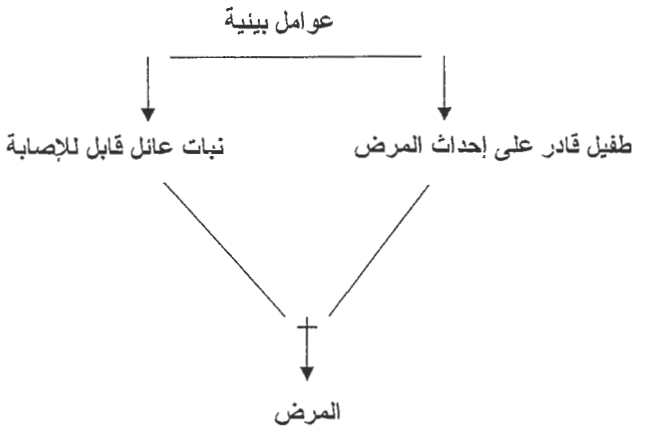
الشكل 5: التفحة النارية للورديات المتسببةعن البكتيريا: *Erwinia amylovora*

الشكل 6: اعراض ذبول النظام الزهري المتسبب عن بكتيريا *Pseudomonas syringae*

الباب الخامس

7.الظروف الملائمة لحدوث الإصابة:

تلعب العوامل البيئية دورا كبيرا في نمو النبات و طفيل المرض و تمضيته لفصل الصيف و الشتاء و على تكوين المدة اللقاحية و انتشارها (9)،وقد يكون لها تأثير أيضا على درجة قابلية النبات للإصابة أو المقاومة. تعتبر العوامل البيئية أحد الأسس الثلاثة في حدوث المرض فإنه بالرغم من توافر مسبب المرض و النبات القابل للإصابةفانه في بعض الحالات لا يحدث المرض لأن الظروف البيئية غير ملائمة لحدوث المرض (14).



و المرض في النبات ما هو إلا محصلة مجموعة العوامل المختلفة المتعلقة بكل من الطفيل و النبات العائل و عوامل البيئة التي تحيط بكل من الطفيل و العائل أثناء حدوث الإصابة وتكشف الحالة المرضية، وأكثر العوامل البيئية أثرا في حدوث المرض هي درجات الحرارة و الرطوبة و الضوء و المواد الغذائية في التربة و درجة حموضة التربة (1).

7-1.تأثير درجة الحرارة:

تلعب درجات الحرارة دورا رئيسيا في توزيع الأمراض فصليا و جغرافيا بتأثيرها على كل من الطفيلي و العائل. تختلف الطفيليات في متطلباتها من الدرجات الحرارية، فالبعض منها ينتشر في المناطق أو الفصول أو السنوات التي تنخفض فيها درجات الحرارة بينما البعض الآخر يفضل درجات حرارية مرتفعة (10).

لدرجات حرارة الجو تأثير كبير في توزيع الأمراض خلال فصول السنة، وكذلك على توزيعها الجغرافي و ذلك بتأثيرها على كل من النبات العائل وطفيل المرض،حيث نجد أنواعا عدة من البكتيريا الممرضة للنبات تنشط و تنتشر في المناطق و الفصول التي ترتفع فيها درجات حرارة الجو عن معدلها،كما في بكتيريا *Pseudomonas solanacearum* المسببة لمرض التعفن البني في نباتات العائلة الباذنجانية، كذلك البكتيريا *Pseudomonas carotovora* و*Erwinia atroseptica* التي تسبب مرض التعفن الطري في الفواكه و الخضروات الطازجة، و أن هذه الأنواع من بكتيريا التعفن يتوقف أو يقل نموها في درجات الحرارة أقل من المعدل 20-27م° ويمكن القول بان درجات حرارة الجو تؤثر بصورة عامة على النبات العائل، بحيث تجعله أكثر عرضة أو استعداد لاكتساب الإصابة بالمرض، بينما تؤثر درجة حرارة الجو على نمو طفيل المرض و إنباته وقدرة حضانة المرض و على تكشف المرض و ظهور الأعراض أيضا.

تؤثر درجة حرارة التربة على الطفيليات الموجودة في التربة، كما تؤثر على النبات العائل أيضا. إن معظم الطفيليات الممرضة و منها البكتيريا تهاجم المجموع الجذري و الأعضاء الأخرى من النبات و تفعل فيها فعاليتها كما في أمراض الذبول البكتيري، و أن معدل نمو بكتيريا التربة يزداد مع ارتفاع درجة حرارة التربة حتى المعدل

27^{0}م، كما أن درجة حرارة التربة تؤثر في الوقت نفسه على نمو النبات العائل، بحيث تجعله عرضة للإصابة أو لاكتساب المرض.

إن درجة حرارة التربة الملائمة للطفيل الممرض تمكنه من التكاثر و زيادة مادته اللقاحية بحيث تجعله أكثر قدرة على مهاجمة النبات العائل، ولكن درجة حرارة التربة تؤثر على التفاعل الحاصل بين النبات العائل و طفيل المرض بعد حدوث الإصابة و ظهور أعراض المرض (9).

7-2.تأثير درجة الرطوبة:

تؤثر الرطوبة على مدى انتشار مرض ما داخل نطاق منطقة جغرافية معينة،كما تلعب الرطوبة دورا كبيرا في انتشار الأمراض النباتية سواء من نبات إلى آخر أو من مكان إلى آخر .

الرطوبة بشكل عام تشجع البكتيريا و الفطريات و الديدان النيماتودية الممرضة للنبات،و بالإضافة إلى ذلك فإنها تعمل على أن يكون العائل غضا مما يجعله أكثر قابلية للإصابة (1).

إن العديد من أنواع البكتيريا الممرضة للنبات خصوصا التي تصيب الأجزاء الهوائية للنبات العائل تتأثر إلى حد كبير بدرجة الرطوبة الجوية، سواء كانت تلك الرطوبة الجوية على هيئة بخار ماء أم على شكل غشاء من الماء الحر على سطح تلك الأجزاء من النبات،كما يساعد الغشاء المائي على حركة البكتيريا التي لا تتحمل الرطوبة الواطئة أو الجفاف من الوصول إلى الفتحات الطبيعية أو الجروح و اختراقها،كما في بكتيريا التبقع الزاوي في أوراق القطن الذي تسببه بكتيريا*Xanthomonas malvacearum* .

كما تنشط البكتيريا بعفن الفواكه والخضروات في المخازن ذات الرطوبة النسبية التي تزيد على المعدل وتكون لآثار البكتيريا اضرار جسيمة في تلك الفواكه والخضروات،كما أن زيادة المحتوى المائي للحبوب والبذور يجعلها أكثر عرضة للإصابة بطفيليات أو العكس صحيح(9)، و الرطوبة الأرضية ذات تأثير هام على الأمراض النباتية والطفيليات المسببة لها فهي تأثر تأثيرا مباشرا على الطفيليات التي تعيش في التربة من حيث نموها و تكاثرها وحيويتها، كما أنه قد يكون لها تأثير فعال غير مباشر على نسبة حدوث الإصابة بها و ذلك لأن كثرة الماء في التربة يعمل على زيادة نسبة الرطوبة في البيئة المباشرة المحيطة بالنبات ،و هذا يعمل على تشجيع الإصابة بعدد من الأمراض مثال ذلك: إصابة أشجار الموالح بمرض التصمغ (Gummosis) كذلك فإن رطوبة التربة تساعد على حدوث عفن البذور و على إصابة البادرات و تعفن الجذور (1).

7-3.تأثير التغذية:

تؤثر المواد الغذائية الموجودة بالتربة و مدى صلاحيتها للامتصاص بواسطة النبات على معدل نمو النبات، وبالتالي على قوته و مدى مقاومته للإصابة بالأمراض (1).

في العديد من الأمراض يكون لغذاء النبات العائل تأثير على معدل و درجة تطور المرض، فقد وجد أن وفرة النتروجين تمكن النبات من تكوين أجزاء هوائية غضة أو طرية تؤدي إلى طول فترة النمو الخضري، وبذلك يكون النبات أكثر عرضة أو استعداد مثلا للإصابة بمرض اللفحة النارية الذي تسببه بكتيريا *Erwinia amylovora* و كذلك بكتيريا *Pseudomonas tabaci* التي تسبب مرض تبقع أوراق التبغ (Tabacoleaf spots)

كما أن نقص النتروجين في النباتات يجعلها تنمو بصورة بطيئة و تكون ضعيفة القوام و شاحبة اللون، مما يجعلها عرضة للإصابة بأنواع أخرى من الطفيليات،بينما نجد أن أشجار التفاح والكمثري التي تنمو في تربة فقيرة من النتروجين تكون أكثر مقاومة لمرض اللفحة النارية البكتيرية.

أما عن تأثير عنصر الفوسفور على كل من النبات العائل و بالتالي على طفيل المرض(9)، فقد وجد أن عنصر الفوسفور يؤثر في بعض الحالات في تحديد مدى الإصابة ببعض الأمراض النباتية، فمن المعروف أن الفوسفور يساعد على نمو الجذور نموا قويا كما أنه يساعد على سرعة النضج للبذور(1)،فقد اكتشف بأن وجود مقادير كافية من عنصر الفوسفور في التربة يزيد من مقاومة النبات العائل للإصابة ببعض الطفيليات الممرضة كما في بكتيريا *Pseudomonas tabaci*التي تسبب مرض تبقع أوراق التبغ(9).

هذا بالإضافة إلى أن زيادة الفوسفور يؤدي إلى حدوث توازن في نمو النباتات التي يضاف إليها تسميد آزوتي غزير(1)، و أن التربة الفقيرة إلى عنصر الفوسفور هذا تجعل نبات القطن أكثر عرضة للإصابة بمرض الذبول منها في التربة المتوازنة بعنصر الفوسفور، أما عنصر البوتاسيوم فله تأثيره في تكوين الجدران الخلوية لنسيج النبات العائل (9). وجد أن توفره في التربة أو إضافته في صورة سماد يؤدي إلى زيادة سمك جدران الخلايا و خاصة الجدران الخارجية لخلايا البشرة،و نتيجة لذلك تزداد مقاومة جدران خلايا البشرة لفعل الطفيل أثناء غزوه أو اختراقه لتلك الخلايا(1). و أن نقص البوتاسيوم يجعل بعض أنواع النباتات عرضة للإصابة ببعض الأمراض الطفيلية مثل مرض ذبول الطماطم والباذنجان. كما أن لعنصر الكاليسيوم أهميته هو الآخر (**9**) حيث أوضحت الأبحاث أنه يلعب دورا متميزا في التأثير على أغشية الخلايا و أنزيماتها الخلوية كما أنه يدخل في تركيب الصفائح الوسطية (1)، فقد وجد أن وجود مقادير عالية منه في التربة يزيد من مقاومة بعض النباتات لبعض الأمراض البكتيرية خصوصا تلك الأنواع من البكتيريا التي تنشط في التربة الحامضة مثل بكتيريا *Streptomyces scabies*_لذلك كلما كانت التربة ذات حموضة قاعدية كلما قل احتمال إصابة نبات البطاطس بمرض الجرب، وفي جميع الأحوال فإن توازن عناصر النتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم و الكاليسيوم في التربة يمكن النبات من النمو بصورة سليمة و قوية وقد ينجو من الإصابة بالطفيليات الممرضة (9).

7-4.تأثير الضوء:

بالرغم من ما للضوء من تأثير كبير على تطور بعض الأمراض إلا أنه نادرا ما يكون عاملا في التوزيع الفصلي أو الجغرافي للأمراض.إن شدة الضوء و طول النهار قد يؤثران على بقاء الوسيلة اللقاحية و على قابلية بعض الطفيليات على اختراق العائل وطول فترة الحضانة و القدرة على تكوين السبورات و كمياتها (10).

تتأثر البكتيريا بصورة عامة بشدة الضوء أو الضوء المباشر إلى حد كبير، فالأشعة الضوئية العالية تمنع نمو البكتيريا أو قد تميتها ،بينما انخفاض شدة الضوء يجعل النبات ينمو بصورة ضعيفة، و يجعل البكتيريا أكثر نشاطا و حيوية، مما يساعدها على مهاجمة النبات العائل ،و إحداث الإصابة، كما أن الإضاءة المنخفضة تسبب للنبات مرض الشحوب الضوئي(Etiolation) (9).

7-5.تأثير درجة الحموضة(PH):

تعتبر حموضة التربة عامل هام في ظهور بعض الأمراض و شدتها و خاصة أمراض التربة،فبعض البكتيريا مثل بكتيريا*Streptomyces scabies* يكون تأثيرها على اشده في التربة الحامضية التي يكون فيها التركيز الأيوني للهيدروجين (5 ,2-7 ;8)pH،لذلك يكافح مرض جرب البطاطس الذي تسببه هذه البكتيريا بجعل التربة أكثر حامضية و ذلك بإضافة كبريتات الأمونيوم إلى تلك التربة كي تؤدي إلى خفض التركيز الأيوني للهيدروجين إلى دون (2,5)pH، بينما تنشيط بكتيريا*Erwinia tracheiphila* التي تسبب مرض الذبول البكتيري في النباتات القرعية في التربة القلوية (5, 8)pH.(1 ،9) و بوجه عام فإن درجة حموضة التربة تؤثر

على الكائنات الممرضة أكثر من تأثيرها على النبات العائل، ويرجع تأثير درجة الحموضة على النبات لأثرها على تغذية النبات مما يؤثر بالتالي على قابلية النبات للإصابة (1).

8.أهم الأمراض النباتية المتسببة عن البكتيريا:

1) مرض اللفحة النارية(Fire blight):

من الأمراض الهامة التي تصيب نباتات العائلة الوردية(Rosaceae) و قد تصيب نباتات أخرى من بينها العديد من نباتات الزينة و بعض الفاكهة ذات النواة الحجرية، و تسبب خسائر كبيرة،و يعتبر هذا المرض من العوامل المحددة لزراعة أشجار التفاح و الكمثري و يوجد هذا المرض في أنحاء متفرقة من العالم كالولايات المتحدة ،كندا ،نيوزيلندا ،اليابان و بعض الدول الأوروبية ،حيثما كانت درجة الحرارة و الرطوبة ملائمة لانتشاره (1).

العامل الممرض: يتسبب هذا المرض عن بكتيريا *Erwinia amylovora*،تقضي هذه الاخيرة فترة البيات الشتوي في الأفرع المصابة قرب حواف التقرحات، و يتزايد عددها خلال الربيع، و يتكون نز بكتيري قرب حواف الأنسجة المصابة،يعمل هذا النز على جذب أنواع مختلفة من الحشرات التي تحمل البكتيريا إلى الأزهار و الأوراق (الشكل7).

يتم اختراق العائل عن طريق الفتحات الرحيقية للأزهار و من خلال الجروح و ثغور الأوراق و خلال الجروح التي تتكون على الأغصان و تتكون بعد ذلك المستعمرات في المسافات البين خلوية،هكذا تصبح الأزهار المصابة هي مصدر اللقاح الثانوي الذي ينتشر بواسطة النثر بالأمطار و الحشرات،و بتزايد انتشار المسبب تجف الأزهار والأوراق المصابة وتتحول إلى اللون البني الداكن والأسود،ثم تتحرك البكتيريا إلى داخل النموات الصغيرة التي يتغير لونها أيضا ،وتصل البكتيريا في النهاية إلى الأفرع الكبيرة حيث تتكون التقرحات التي لا تلبث أن تتسع و قد تحيط بالساق .

يقضي المسبب فترة البيات الشتوي في الأنسجة التي تعتبر سليمة و المجاورة للمناطق المميتة من التقرحات.

الأعراض: تلاحظ بدايات الأعراض على النموات الغضة في نهاية الربيع، وتجف كل من الأزهار و الأوراق و النموات المصابة فجأة،ثم تتحول إلى اللون البني الداكن أو الأسود، و تظهر كأنها محروقة و تبقى الأوراق المميتة عالقة بالنموات،وفي النهاية تتكون تقرحات تحيط بالأفرع الكبيرة عند قواعد الأفرع حديثة النمو، و تظهر حول حواف التقرح بثرات لها إفراز يحتوي على ملايين الخلايا البكتيرية.

المقاومة:و تتم ب:

-- زراعة أصناف مقاومة، حيث أن من المعروف أن الكمثري أكثر قابلية للإصابة من التفاح ،و أصناف الكمثري المقاومة للمرض هي الصنف Kieffer و Richard peters، ومن أصناف التفاح المقاومة Deliciousإلا أنه يجب أن يوضع في الاعتبار أن تلك الأصناف تكون مقاومة تحت ظروف بيئية معينة تكون غير مناسبة لحد ما بالنسبة للمسبب المرضي.

-يجب مراقبةالأشجار باستمرار، ويجب تقليم الفروع و السوق التي تظهر عليها تقرحات أثناء الصيف عقب جمع المحصول، ثم تجمع الأجزاء المقطوعة وتحرق لأن البكتيريا تكون نشطة جدا أثناء الصيف خاصة في وجود الرطوبة العالية.

-يجب أن يكون النمو الخضري للأشجار معتدلا و ذلك بعدم الإسراف في التسميد الأزوتي و الري .

-يمكن دهن الفروع و الجذوع المصابة بكلوريد الزنك للعلاج.

-يتم رش الأشجار قبل تفتح البراعم بواسطة محلول كوبرس50أوفيروند62.5 ٪ بمعدل 0.3 ٪ محلول بوردو:0.5:0.5:100 كل خمسةالى سبعة أيام، و ذلك عندما يكون الإزهار 10٪ ويعاد الرش عند اكتمال التزهير.و قد استخدم Streptomycineبنجاح في مقاومة المرض.

2)مرض التدرن التاجي (Crown gall):

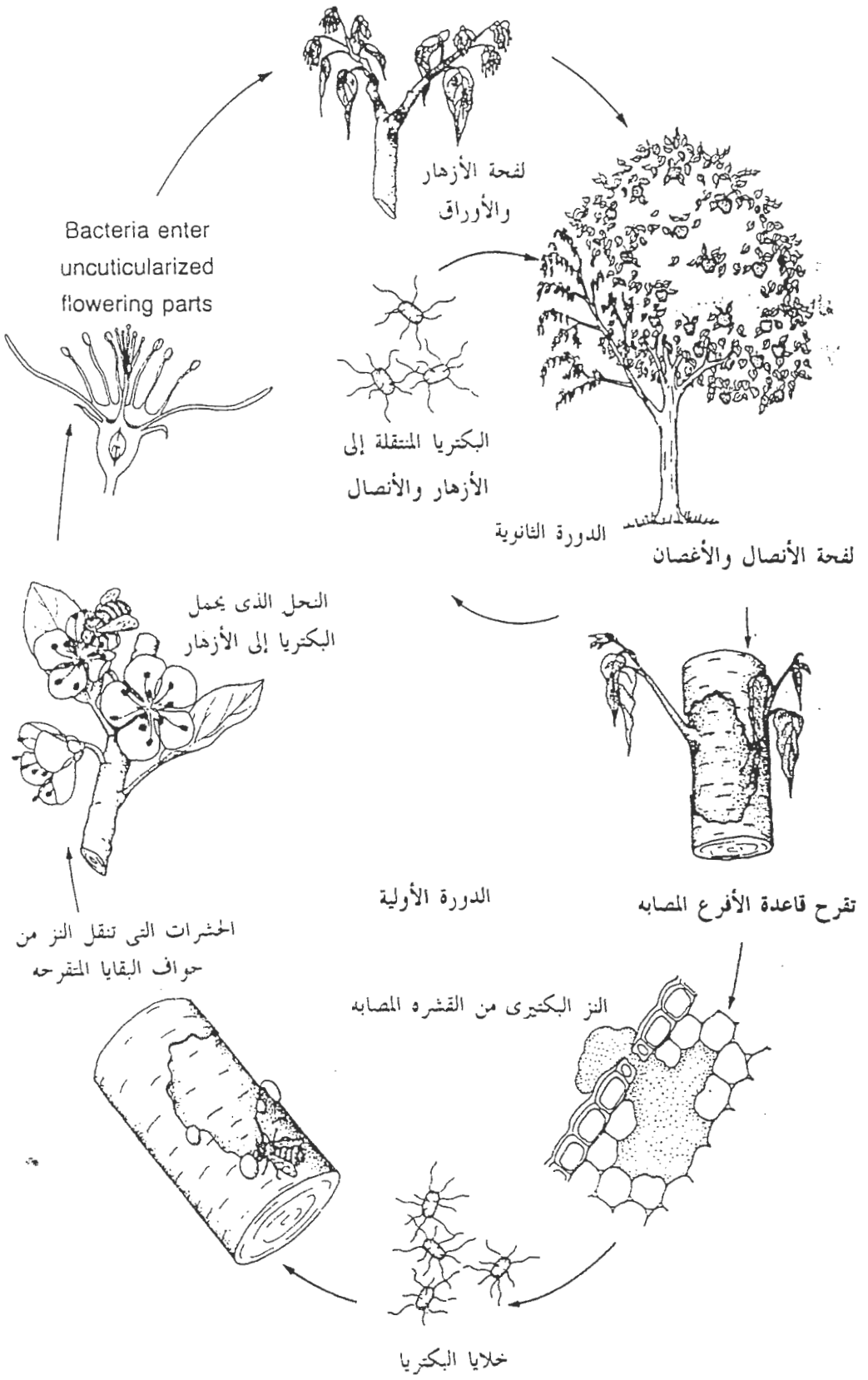
يصيب مرض التدرن التاجي عددا كبيرا من النباتات العشبية، و الخشبية التي تنتمي إلى أكثر من 140 جنسا و أكثر من 60 عائلة، و هو واسع الانتشار في معظم أنحاء العالم، ومن بين هذه النباتات نذكر:

التفاح، العنب،البطاطا،الخيار،القطن،عباد الشمس،نباتات الزينة والورد (1).

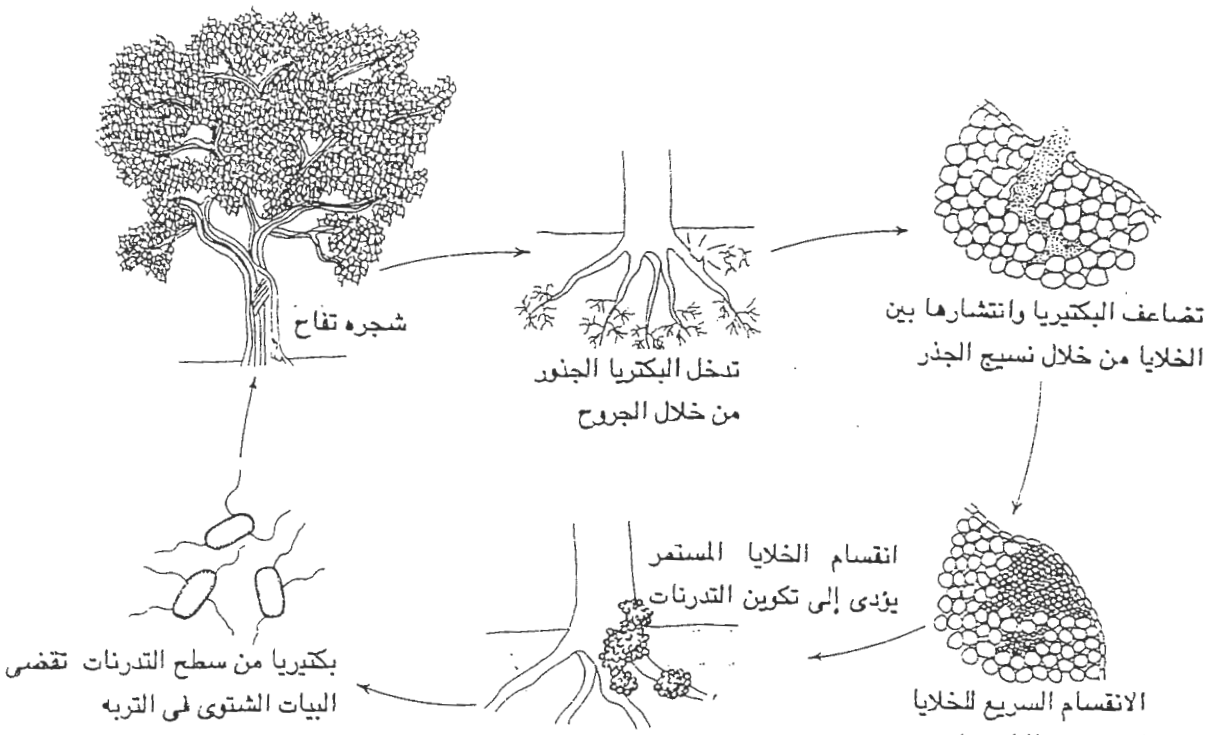
العامل الممرض:يتسبب التدرن التاجي عن بكتيريا*Agrobacterium tumefaciens* و يبدوا أن الأشكال غير القادرة على إحداث المرض من بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* تنتشر بكثرة في التربة، وتصبح قادرة على اختراق أنسجة النبات، و تكوين التدرنات تحت تأثير النشاط الحيوي لجذور النبات العائل، ويمكن بهذا السبب فقط تفسير حالة الظهور الشديد و المفاجئ للمرض في حوض المشاتل التي لم تزرع فيها قبلا نباتات قابلة للإصابة بالمرض، و يزداد تلوث التربة بالأشكال الممرضة للبكتيريا نتيجة لتعفن و تحلل التدرنات المتكونة، ويؤدي إتلاف المشتل المصاب إلى اختفاء الأشكال الممرضة للبكتيريا من التربة بسرعة ،و بشكل عام فإن مقدرة هذه البكتيريا على إحداث المرض ،و هي في التربة تهبط بسرعة و تفقد هذه المقدرة كلية خلال سنة،و إن ما يميز في هذه البكتيريا هو قدرتها على تغيير خلايا النبات الطبيعية إلى خلايا درنية في فترة قصيرة ثم تستمر بعد ذلك الخلايا المصابة بالتكاثر و النمو و الانقسام في حال وجود البكتيريا أو غيابها(8).

الأعراض: تتميز الأعراض بوجود تدرنات مختلفة الحجم على الجذورو قاعدة الجذع و نادرا على الأجزاء النباتية الأخرى فوق سطح التربة، التآليل ذات أشكال مختلفة سطحها خشن وهي تستهلك كثيرا من الغذاء المخزن في أنسجة العائل، و تعوق نموه الأمر الذي يؤدي إلى تقزم العائل ،و توجد على النبات المريض تدرنات أولية تتكون في مكان الأصابة و أخرى ثانوية تتكون بعيدا عنها، و قد تكون خالية من البكتيريا، وقد تنشأ التدرنات الثانوية نتيجة لانتقال نواتج النشاط الحيوي للبكتيريا داخل أنسجة العائل ،ونادرا ما تشاهد البكتيريا في التدرنات القديمة. وتنشأ التدرنات تحت تأثير الانقسام الكبيرلخلايا العائل في منطقة الإصابة،كنتيجة للمواد التي تكونها البكتيريا أثناء نموها و التي تعمل على تنبيه تكاثر خلايا العائل.

المقاومة: هذا المرض شديد الخطورة في الأشجار الخشبية و الفاكهة و كذلك في المشاتل، يمكن مقاومة هذا المرض عن طريق استخدام التربة النظيفة غير الملوثة بالميكروب بأرض المشتل، كذلك بتغطية أماكن التطعيم بمواد مانعة لحدوث الإصابة، كذلك تجري مقاومة المرض عن طريق إبادة الحشرات و الآفات الحيوانية من التربة الملوثة عن طريق حقن التربة بالمبيدات، و يتم ذلك في بساتين الفاكهة و مزارع الأخشاب و نباتات الزينة، كما يقاوم المرض عن طريق عدم زراعة أي شتلات إلا بعد وجود شهادة تثبت خلوها من مرض التدرن التاجي. يمكن إبادة و استئصال المرض و كذلك الميكروب من نسيج الورم بواسطة دهن الورم و الجزء المحيط به بخليط من الهيدروكربون المصنع تجاريا تحت إسمBacticin و هذه المعاملة لا تقتل النسيج السليم في النبات،تستخدم هذه التوصية عندما تكون الأورام مبكرة الحدوث، وفي حالة تقدم المرض و الإصابات المتأخرة قد ينصح بإزالة النباتات المصابة ،و معاملة التربة ببعض الكيمياويات بالحقن مثل: بروميد المثيل، كما تعامل النباتات كيماويا عند زراعتها في تربة حديثة.كما يمكن استئصال الأورام بكشطها من جذوع الأشجار و أفرعها الكبيرة و تقليم الفروع الصغيرة المصابة ثم تطهير مكان الجروح بأحد المطهرات مثل عجينة بوردو أو Ilgitol(6).



الشكل 7: دورة حياة اللفحة النارية فى ثمار التفاحيات .



شكل 8 : دوره مرض التدرن التاجى الناتج عن Agrobacterium tumefaciens

3)العفن البني للنباتات الباذنجانية(Brown rot):

ينتشر في المناطق الاستوائية و تحت الاستوائية، يعتبر هذا المرض من أمراض الذبول الهامة حيث يصيب الطماطم و البطاطس و التبغ و الفلفل و الباذنجان(1).

العامل الممرض: يتسبب المرض عن بكتيريا *Pseudomonas solanacearum*

يوجد على الأقل ثلاث سلالات من تلك البكتيريا تسبب المرض على العوائل المختلفة أحدها يصيب الباذنجانيات و عديد من النباتات لا تتبع تلك العائلة، و كذا بعض أنواع الموز، والسلالة الثانية تصيب عائلة الموز و السلالة الثالثة تصيب البطاطس، و في بعض الحالات التبغ،والسلالات الممرضة خلاياها عديمة الاسواط و بالتالي غير متحركة.

الأعراض: أهم ما يميز المرض في الحقل هو الذبول المفاجئ للنبات المصاب بسبب وجود البكتيريا في الأنسجة الوعائية، ويعتبر تلون الحزم الوعائية باللون البني عرضا مميزا، و لكن لوحظ في بعض سلالات تلك البكتيريا أنها لا تلون الحزم الوعائية باللون البني بالرغم من وجودها فيها. وبتقدم المرض يلاحظ عند قطع الساق المصابة قطعا عرضيا خروج إفرازات بكتيرية من الأنسجة الوعائية تغطى حتى نسيج القشرة ،حيث تظهر تجاويف ممتلئة بالبكتيريا،و الساق المصاب يعاني من نقص الغذاء و الماء مما يجعله يذبل تدريجيا ثم يموت.وبتقدم الإصابة يظهر على الأوراق مناطق ذات لون بني تبدأ من حافة الورقة وتتجه إلى الداخل تجاه العروق الوسطى، و يستمر ذلك حتى تصير الورقة كلها ذات لون بني و تتساقط،و يبدأ تساقط الأوراق المصابة من أسفل فتظهر السوق خالية من الأوراق في جزئها السفلي.

المقاومة: يصعب مقاومة هذا المرض نظرا لأن البكتيريا المسببة للمرض يمكن أن تعيش في التربة لفترة طويلة تصل إلى اثني عشر عاما كما أنها تصيب عدد كبير من المحاصيل، و على ذلك فإنه يصعب إتباع دورة زراعية كوسيلة لمقاومة المرض ،و لكنه يمكن العمل على الحد من نسبة الإصابة بإتباع الآتي:

-انتقاء التقاوي السليمة، و من مصادر موثوقة خالية من المرض، زيادة في الاحتياط تقطع التقاوي و تترك لمدة يوم، ثم تستبعد قطع التقاوي التي يظهر عليها أي مظهر من مظاهر الإصابة.

-تطهير السكاكين المستعملة في القطع باستمرار.

-تغيير مواعيد الزراعة.

-إنتاج نباتات مقاومة، وهي في الواقع الطريقة المثلى لمقاومة ذلك المرض المتعدد العائل (1).

4)التبقع الزاوي في القطن:(Angular leafspot of coton):

عرف التبقع الزاوي أيضا باسم اللفحة البكتيرية، عفن اللوز البكتيري،اسوداد العروق، الزراع الأسود و هو يصيب محصول القطن في معظم مناطق العالم و تظهر المراحل الأولى للإصابة بقعا باهتة على السطح العلوي للأوراق الفلقية ثم على الأوراق و أيضا على الساق، يعتبر هذا المرض شديد الخطورة على القطن في زراعته بالمناطق الحارة الرطبة(6).

العامل الممرض: يتسبب هذا المرض عن بكتيريا*Xanthomonas malvacearum* التي يعرف لها عدة سلالات و طرز،و تمتاز هذه البكتيريا بإفراز الأنزيمات المحللة للبكتين و السيليلوز بكمية كبيرة تتلائم مع درجة رطوبة مرتفعة و الحرارة المثلى لها 28^0م (1).

الأعراض: تظهر في المراحل الأولى للإصابة بقعا باهتة على السطح العلوي للأوراق الفلقية ثم على الأوراق و أيضا على الساق،ثم تتحلل هذه البقع التي على الأوراق، و يعم ذلك معظم سطح الورقة، و تأخذ البقع شكل زاوية

بين خطوط عروق الورقة،و تكون البقع على الساق ذات لون أحمر داكن أو بني و ذات حافة برتقالية،و البقع تأخذ شكل الخطوط على معظم سوق الأصناف طويلة التيلة من أصناف "كسى إسلاندو و القطن المصري" وقد تحيط البقع بالساق وتحزمها مسببة اسوداد وموت جميع الأنسجة أعلى منطقة الحلقة،و إصابة النباتات الصغيرة عادة تسبب الموت الكامل للنبات، و يهلك اللوز الصغير عند حدوث الإصابة، أما اللوز الكبير فيصاب ببقع ميتة، تخرج إفرازات البكتيريا من أنسجة اللوز المصاب و غالبا ما تسبب عدم تفتحها و في كل الحالات فإن شعر القطن في اللوز المصاب يصبغ باللون البني أو الأسود (6).

المقاومة:

يمكن مقاومة المسبب باستخدام بذور خالية من البكتيريا.كما ان عملية ازالة زغب القطن بواسطة حامض الكبريتيك له تاثير على قتل البكتيريا

يجب القضاء على الحشائش وذلك لانها اهم مصدر للعدوى بالنسبة للاصابة الثانوية في الحقل. يجب استخدام اصناف مقاومةكلما امكن ذلك.

المناقشة

II-المناقشة:

يختص علم أمراض النبات بدراسة العوامل المختلفة التي تتعلق بنمو النبات نموا قويا سليما، وما قد يعتريه من اضطرابات فيزيولوجية أو انحرافات شكلية تؤثر تأثيرا ضارا على نموه الطبيعي، وانتاجه الكامل، كما أنه يستهدف دراسة ما سبق أن توصل إليه العلماء من معرفة في مجال الأمراض النباتية التي تصيب المحاصيل الزراعية، ومسببات تلك الأمراض وطرق مقاومتها أو الحد من انتشارها، ليسترشد بذلك في الاهتداء إلى اكتشاف أمراض أخرى لم يسبق تسجيلها، ثم استنباط وسائل حديثة يمكن بواسطتها مقاومة تلك الأمراض بطريقة فعالة وميسورة مما يؤدي إلى زيادة في الإنتاج الزراعي والحفاظ على جودته.

وقد لوحظ أن معظم وأهم الأمراض النباتية التي تتسبب في الدمار وحملت البشرية بسببها مشاكل انسانية وسياسية واقتصادية على درجة هائلة من الخطورة كان مسببها عبارة عن فطر، ويمكن ذكر مثالين لإثبات ذلك:

1-قضى الفطر المسبب لمرض النذوة المتأخرة على محصول البطاطس في ايرلندا لسنوات عديدة متعاقبة، في بداية 1845، وكانت العواقب حدود المجاعة، التي أدت إلى موت نحو 750ألف ايرلندي فكانت الهجرة من ايرلندا إلى بلدان أخرى خاصة الولايات المتحدة الأمريكية(2).

2-الفطر المسبب لمرض الأرجوت (Ergot) على الراي، حيث تسبب عن ذلك تسمم عدد كبير من سكان أوروبا.

بدأ علم أمراض النبات أولا كفرع من علم دراسة الفطريات (Mycologie) والآن يقف علم أمراض النبات كعلم قائم بذاته ولا يستطيع أحد أن ينكر أهمية دراسة علم الفطريات لعلم أمراض النبات الحديث، بينما تم احصاء أنواع البكتيريا والفيروسات والنيماثودا المسببة للمرض النباتي بأعداد تصل الى مئات، فإن أعداد الفطريات المسببة للمرض النباتي يصل إلى الآلاف، وأنواع من الفطريات تسبب ما يقارب مئة ألف مرض في النباتات المزروعة، وتم اكتشاف تسعة طوائف منهم سبعة أنواع مسببة لأمراض النبات.

تختلف البيكتريا عن الفطريات في طريقة دخولها نسيج العائل، فهي لا تستطيع اختراق الأدمة أو جدران الخلايا المكتنة(Lignilied) مباشرة كما تفعل بعض الفطريات، لذا فتدخل في صورة غير مباشرة(10)، كما أن البكتيريا التي تهاجم أنسجة النبات وتنمو بين صفوف الخلايا فإنها تنتقل خلال فتحات المرور التي تحدثها نتيجة هضم انزيمي للصفائح الوسطية ويزداد عدد الخلايا البكتيرية وتحتل كتل الخلايا البكتيرية المسافات البينية بين الخلايا، بينما تنمو العديد من الفطريات الممرضة للنباتات المهاجمة للأنسجة القابلة للإصابة بين صفوف الخلايا وعندما يحدث هذا فإنه من المرجح أن يحدث هضم انزيمي للصفائح الوسطية بالرغم من أن الضغط الميكانيكي الذي تبذله الهيفات النامية قد يكون كافيا لإقحام نفسها بين صفوف الخلايا كذلك هيفات بعض هذه الفطريات إجبارية كانت أو اختيارية التطفل تنمو مترممة بين صفوف الخلايا وتضغط أفرع هيفات متخصصة داخل خلايا النبات وهذه الأفرع هي أعضاء للتغذية ويطلق عليها اسم الممصات(Ventouses)(6) .

كما أن للأنزيمات المنتجة من طرف البكتيريا والفطريات نفس النشاط الكيميو حيوي ولكنها تختلف في الرقم الهيدروجيني الأمثل لنشاطها، فالأنزيمات المنتجة من البكتيريا رقم نشاطها الهيدروجيني أعلى من الرقم الأمثل للأنزيمات التي تنتجها الفطريات.

أما عن وسيلة انتشار هذه الفطريات فيوجد إختلاف بسيط حيث أن الفطريات نظرا لخفة وزنها وصغر حجمها وغزارة انتاجها فإنها سهلة الحمل إلى الطبقات العليا من الجو، ثم تنتقل مع تيارات الرياح إلى مسافات بعيدة.

كما يعتبر الماء وسيلة أخرى لإنتشارهما حيث يمثل الماء الوسط الذي تسبح فيه الطفيليات أما طريقة إنتشـــارهما بواسطة الحشرات فالبكتيريا يتم انتقالها عن طريق الذباب والنحل أما بالنسبة للفطريات فيتم بواسطة الديدان كمـــا يمكن لهذه الطفيليات الانتشار بطرق أخرى وهي الإنسان، الحيوان، الطيـــور، البـــذور، والحبـــوب، النيمـــاثودا، والتقاوي....إلخ.

أشهر الأعراض التي تعطيها البكتيريا هي الأعفان والتدرنات التي تعتبر أمراض سرطانية.

الوقاية تكون لكليهما بالتطبيقات الزراعية والمكافحة تكون بالمواد الكيميائية والأسمدة والمبيدات. أغلبية الدراسات الحديثة تبحث عن الأصناف المقاومة في جل الظروف الطبيعية (14،2).

الخاتمة:

تعد أمراض النباتات خاصة منها المرتبطة بالمحاصيل الزراعية من أهم الأخطار التي تهدد التغذية و تسبب خسائر جسيمة للإقتصاد العالمي، فالبرغم من أن الأمراض الفطرية هي الأكثر انتشارا و خطورة إلا أن الإصابة البكتيرية ليست بأقل أهمية منها، لذا كان لدراسة الأمراض البكتيرية في النبات أهمية كبيرة في مجال البحث العلمي والتطبيق الزراعي،لذلك كان بحثنامتضمنا مراحل حدوث و تطور الإصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي و إبراز أهم الأنواع البكتيرية المسببة للإصابة و مدى تأثيرها على عوائلها.

لقد تبين من خلال دراستنا أن حدوث العدوى في النبات و ظهور الأعراض يكون تحت تأثير عدة عوامل متباينة تؤدي في النهاية إلى تكشف المرض ، ومكافحة هذه الأمراض يكون من خلال القضاء على مسبب المرض أو الظروف الملائمة لتطفله و انتشاره ،و هذا باتباع طرق حديثة ومتطورة .

في النهاية نخلص إلى أن تأثير البكتيريا على صحة النبات ربما لا يزال غير مقدرا بشكل وافي، فلم يعرف إلا القليل نسبيا و أقل منه الذي تمت دراسته بالتفصيل، كما توضح أيضا أنه هناك علاقة متبادلة بين النبات و الكائنات الدقيقة الأخرى مثلما يحدث في جسم الإنسان و البعض من الحيوانات الأخرى لذا يتطلب الأمر المزيد من البحث حتى تتضح أهمية علاقة البكتيريا بأمراض النبات.

ملحق:

البكتريا: Bactérie

كائن دقيق وحيد الخلية بدون الكلوروفيل، يتكاثر بالانقسام الثنائي،و المادة النووية غير محاطة بغشاء نووي.

عائل: hôte

كائن حي ينمو عليه كائن حي آخر و منه يعتمد على كل أو جزء من غذائه.

مسبب مرضي: Pathogène

أي عامل أو كائن له القدرة على أحداث المرض

لقاح: Inoculum

أي جزء من المسبب المرضي له القدرة على النمو و إحداث الإصابة

المرض:Maladie

هو انحراف عن الحالة العادية للكائن يؤدي إلى إضعاف وظائفه الحيوية، وهو يتكون كاستجابة لخال وراثي أو استجابة لعامل بيئي غير ملائم.

تحضين:Incubation

فترة زمنية تقع بين الحقن و ظهور الأعراض المرئية.

إصابة: Infection

توطن العلاقة الغذائية بين المتطفل والعائل.

عدوى: Infection

تداخل أحد الكائنات بكائن آخر دون تكوين علاقة غذائية مستقرة.

عرض: Symptome

أي حالة في العائل تكون ناتجة عن مرض و تدل على حدوثه.

لفحة: Feu

الموت السريع للمجموع الخضري و الأزهار و الأفرع.

متطفل: Parasite

الكائن الذي يعيش على أو داخل كائن آخر.

التيلوزات: tyloses

عبارةعن انتفاخات تنتج عن تمددغشاءالخلايا البرانشمية المجاورة للوعاء الخشبي.

المراجع العربية:

1-العروسي حسين، سمير مخائيل و محمد علي عبد الرحيم(2001) :أمراض النبات. منشأة المعارف بالأسكندرية،جلال و شركاه ،مصر، ص:6 الى362.

2-بلانكارد روبرت (1992) :دليل الحقل و المعمل لعلم أمراض الأشجار. جامعة عمر المختار، ص:235 الى240.

3-جون تشارلز و وكر، ترجمة د.محمود ماهر (1966) :أمراض النبات1 .القاهرة.

4-حلمي حمادي مصطفى (2001) :أمراض النبات. جامعة عين الشمس .مصر. ص:160.

5-دفلن .ر.م. فسيولوجية النبات ، ص:255.

6-روبرتس دانيال،أ.بوثرويد كارل (1992) :أساسيات أمراض النبات. الدار العربية للنشر و التوزيع ص:23 الى358.

7-عبد العزيز، محمد حلمي(1994) :أساسيات في علم البكتيريا. دار المعارف .1994. دار المعارف ص:61 الى70.

8-عبد الهادي قشي (1994) :أمراض اللوزيات. ديوان المطبوعات الجامعية ص:41 الى45.

9-مجيد الشكري مهدي (1998) :مبادئ البكتيريا و أمراضها النباتية .منشورات ELGA ص78 ،98

10-مجيد الشكري مهدي،عزيز خالد إبراهيم (1979) :مدخل إلى الأمراض النباتية. مطبعة جامعة بغداد ص:57 ،399 .

11-محمد عبد الرحيم عوض (1996) :البكتيريا و أمراض النبات. دار الكتب الوطنية بنغازي ، ص:225 الى259 .

12-ميخائيل سمير (2000) :أمراض البذور. منشأة المعارف ص:119،29،28 .

13-وصفي عماد الدين (1998) :عماد فسيولوجيا النبات. المكتبة الأكادمية ،ص: 119.

14-وصفي عماد الدين (1993) :أساسيات أمراض النبات و التقنية الحيوية . المكتبة الأكادمية .مصر. ص:18 الى281 .

15-Blancard D.(1998): Maladies du tabac :observer , identifier, lutter.institut nationale de la recherche agronomique147, Rue de l'universsité75335pois,P:264.
16-Chapeville F. Clauser H. (1974):Biochimie. édition herman collection ensignement des sciences, P:299,376.
17-Corbaz R .(1990):Principe de phytopathologie et lutte contre les maladies des plantes ,première édition. imprimée en suisse par shuler SA, bienne, P:13,27,32,112à 119.
18-Gardan L .Devaux M .(1987):La bacteriose du noisetier (Xanthomonas Campestris pv. Corylina):Biologie de la bacterie, station de pathologie végétale, INRA,Route de saint clément, beaucouzé, 49000 Angres(France), P:249(Article).
19-Genevés L .(1990):Biologie végétale: thalophyte et microorganismes. BRDAS.Paris, P:113,114.
20-Gevard J. Berdell R. Christine L.(2003):Itroduction à la microbiologie, paris, p:5.
21-Goton B. (1996): Protéines végétales, deuxième édition, revue et augmentée, P:2.
22-Guicaud J. (1999):Microbiologie alimentaire, P:5.
23-Khiati M. (2004):Guide des maladies infectieuse et parasitaire. Office des publications universitaires, P:5,6.
24-Leclere H. Gaillard J.L. Simonet M. (1995):Microbiologie générale (les bacteries et le monde bacterien), Doin éditeurs. Paris, P:57.
25-Robert D. Pierre.(1989): Biologie végétale: caractéristiques et stratigie évolutive des plantes (tome1),P:45.
26-Scriban R. (1999): Biotechologie, 5ème édition, P:67, 68.
27-Sylvie M. Bodeveix C.R.(2004): Botanique :Biologie et physiologie végétale. 27Rue d'école de médecine - 75006 paris,P:317.
28-Sylvie D.M. Henner P. Berthelin J. Colle C. (2003):Mobilité et transfert racinaire des éléments en traces: influence des microorganisme des sol, Londres-paris-new york , P:41
29-Vestourte Y. Bordonneu M. Henry M. Tourt C. (2005):Le monde des végétaux: organisation, physiologie et génomique. imprimée en France par ITE, P:37.

-مواقع الانترنت:

- http://fr.wikipedia .org/wiki/ Agrobacterium

-htt://fr.wikipedia.org/wiki/procaryote phytopathogane

الاسم و اللقب:
- ✓ دشمي كريمة
- ✓ عطوب رتيبة
- ✓ فريوي نجاة

تاريخ المناقشة :
23 جوان 2007 على الساعة:14:00

العنوان: حدوث وتطور الاصابة البكتيرية في انسجة العائل النباتي.

الملخص:
أظهرت دراستنا لموضوع حدوث و تطور الإصابة البكتيرية في أنسجة العائل النباتي ان للبكتيريا منافذ كثيرة للدخول ، فهي تدخل الى النسيج النباتي عن طريق الثغور ، العديسات ، الغدد الرحيقية و الجروح ، وتستقر بين الخلايا حيث تتكاثر و تفرز انزيمات او سموم تؤثر بها على خلايا العائل النباتي فتحللها معطية اعراضا مختلفة حسب نوع التأثير ، وحيث ان لكل فعل رد فعل فالنبات يقاوم الاصابة ويوقفها بافراز مواد مضادة،في النهاية يمكن القول ان استخدام التطبيقات الزراعية لوقاية النبات بالاضافة الى المبيدات يعطي احسن نتيجة لمكافحة الامراض البكتيرية .

الكلمات المفتاحية :العائل ،الطفيل ،البكتيريا ،السموم،الاصابة ،الاعراض.

Résumé:
Notre étude sur le sujet de la maniére et
l'évolution de l'infection bactérienne dans les tissus de l'hote végétal à montré que les bacteries ont beaucoup de sorties , cependant elles pénètrent le tissu végétal à travers les stomates ,les lenticelles ,et les glandes néctarines et les blessures.et elles se stabilisent entre les cellules où elles se multiplient et secrètent des enzymes ou des toxines affectent les cellules de l'hôte végétal et les dégradent en donnant diverses maladies selon le type d'influence ,puisque pour chaque action à une anti –action ,donc la plante resiste l'infection et la stoppe par la secrétion des anti-substances ,à la fin on peut dire que l'utilisation des applications agronomiques pour protéger la plante.on plus l'utilisation des pesticides donne le meilleur resultat pour la lutte contre les maladies bactériennes.

Mots clés: hôte, parasite, bacterie, toxines, infection, symptomes.

Summary:
Our study in the manner and the évolution of the bacterial infection in the
tissu of the végétale host show that bacteria have many exits. however they penetrate in the plant tissu through the stomata , the lenticel , the glands nectarines and the wound. in addition, the bacteria stabilize between the ceils where they multiply and secrete enzymes or toxins with which they affect on the cells of the végétale host and then dissolve them by giving pour diseases according to the type of influence, since for each action there is an anti-action so, the plant resist the infection and stops it through the secretion of the anti-substancs.
In the end , we can say that the use of the agricultural appplications to protect the plant and the use of the pesticides gives the best result for the fight against the bacterial diseases.

Keys words: host, parasite, bacteria, toxins, infection, symptoms.