الجزء الأول

أساسيات
أمراض النبات

الباب الأول

مقدمة

إن ازدهار ونمو النباتات يهم الكثيرين وخاصة الذين هم ذوي علاقة مباشرة بنمو النباتات، وتصنيع وتوزيع المنتجات النباتية، وهو اهتمام ليس فقط للمزارعين والعاملين في المصانع التي تعامل فيها المنتجات الزراعية، ولكنه أيضاً مهم للعديد من العمال الذين يعملون في المصانع التي تعتمد في إكتساب رزقها على تصنيع أدوات أو منتجات تستعمل في معاملة المنتجات النباتية. مثال ذلك الآلة المستعملة في مصانع النسيج والتعليب أو الآلة المستعملة في تصنيف المواد الخام أو المنتجات الزراعية المصنعة.. وعلى كل حال فإنه من المهم جداً أن إزدهار النباتات يجب أن يكون من اهتمام كل واحد منا كالمزارعين الذين يزرعون النبات للغذاء أو للتمتع بمنظره وكأفراد لنا علاقة بالجمال والأمن في بيئتنا الطبيعية وخاصة بأننا كمستهلكين للنباتات مباشرة أو كآخر حلقة تصل إلينا المنتجات النباتية.

إن نمو وإنتاج النباتات يعتمد على توفر المغذيات والماء في التربة التي تنمو فيها ويعتمد أيضاً على استمرار توفر معدلات خاصة من العوامل البيئية مثل الضوء، الحرارة والرطوبة. وكذلك فإن أي شيء يؤثر على صحة النباتات فانه على الأرجح يؤثر على نموها وإنتاجيتها ومن الممكن أن يقلل بشكل واضح فائدتها للأنسان فإن نمو النبات يعتمد أيضاً على حمايته من الطفيليات. إن أي شيء يؤثر على سلامة النباتات فإنه من المحتمل أن يؤثر على نموها وانتاجها ومن الممكن أن يخفض بشكل خطير فائدتها العامة وفائدتها للجنس البشري. إن الكائنات الممرضة للنباتات، والظروف الجوية غير الملائمة والأعشاب والافات الحشرية هي أكثر المسببات المرضية شيوعاً في تخفيض أو إيقاف نمو النبات وإنتاجيته. إن النباتات تقاسي من الأمراض التي مسبباتها تشابه تلك التي تؤثر على الانسان والحيوان.. وبالرغم من أنه لا يوجد دليل على أن النباتات تشعر بالألم أو عدم الراحة فإن ظهور المرض عليها يتبع نفس الخطوات وهو يظهر بطريقة معقدة في النباتات كما هو في الحيوانات.

علم أمراض النبات هو : دراسة (١) الكائنات الحية والظروف البيئية التي تسبب المرض في النباتات (٢) الميكانيكية التي بها تحدث هذه العوامل مرض للنباتات (٣) التفاعل بين العوامل المسببة للمرض والنبات المريض (٤) طرق منع المرض أو مقاومته، لتخفيف الاضرار المتسببة عنه أو مقاومة المرض إما قبل أو بعد ظهوره على النبات.

يدرس أخصائيوا أمراض النبات الأمراض المتسببة عن فطريات، بكتيريا، ميكوبلازما، النباتات الراقية الطفيلية، الفيروسات، الفيرويد، النيماتودا، ووحيدة الخلية (البروتوزوا) وكذلك فإنهم يدرسون الاضطرابات النباتية الناتجة عن زيادة أو عدم توازن أو نقص بعض العوامل الطبيعية أو الكيماوية مثل الرطوبة، الحرارة والمواد الغذائية. إن الاضرار النباتية المتسببة عن الحشرات، الانسان أو حيوانات أخرى عادة لا تدخل ضمن دراسة أمراض النبات..

يستعمل علم أمراض النبات المعلومات الأساسية والتقنية لكل من علم النبات، الفطريات، البكتريا ، الفيرس، النيماتودا، تشريح النبات وفسيولوجيا النبات، علم الجزيء الحيوي والهندسة الوراثية والوراثة، الكيمياء الحيوية، علم البساتين، علم التربة، الغابات، الكيمياء، مزارع الأنسجة، الفيزياء، الارصاد الجوية، وفروع علمية أخرى كثيرة. يستفيد علم أمراض النبات من تقدم أي فرع من فروع هذه العلوم. ولقد حصل تقدم كبير في علوم أخرى كمحاولة لحل بعض مشاكل أمراض النبات. إن المعرفة الجيدة بالحقائق الأساسية، على الأقل، من العلوم ذات العلاقة بأمراض النبات، لهي ضرورة لا غنى عنها لزيادة كفاءة وتأدية أي من اخصائي أمراض النبات.

وكذلك فإن أمراض النبات كعلم يحاول زيادة معرفتنا بمسببات وتكشف أمراض النبات وأنه علم له غاية عملية أخرى. والغرض منه تطور طرق مقاومة جميع أمراض النبات، بهدف حماية الأنتاج الذي يحطم الآن بأمراض النبات، وزيادة وفرة الانتاج للمزارعين الذين يكدحون لزيادة تقديم الانتاج للملايين الجائعة والعرايا من مجتمعنا الذي يزيد عدد سكانه باضطراد.

مفهوم المرض في النبات

يكون النبات سليماً أو عادياً عندما يكون باستطاعته أن يقوم بوظائفه الفسيولوجية على أتم وجه حسب امكانياته الوراثية. هذه الوظائف تشمل انقسام الخلية العادي، تمايز الخلايا وتكشفها، امتصاص الماء والاملاح من التربة ونقلها إلى جميع أجزاء النبات، التمثيل الضوئي ونقل ناتجات التمثيل الضوئي إلى أماكن استعمالها أو تخزينها، بناء وهدم المواد المتمثلة، التكاثر،تخزين الغذاء لتزويد النبات به في فترة الشتاء أو لاستعماله في التكاثر.

إذا ما أحدثت الكائنات الممرضة أو بعض الظروف البيئية اضطراباً للنباتات وانحرف واحداً أو أكثر من هذه الوظائف إلى حد ما عن الوضع الطبيعي عندها فإن النبات يصبح مريضاً. إن المسببات الأساسية للمرض هي : أما كائنات حية ممرضة أو عوامل من الظروف الطبيعية. تختلف الميكانيكية النوعية التي بواسطتها تنتج الأمراض، إلى حد بعيد، حسب العامل المسبب للمرض وفي بعض الأحيان حسب النبات. يكون تفاعل النبات مع مسبب المرض في البداية تفاعل ذو طبيعة كيميائية غير منظور في أماكن حدوث المرض، لا يلبث أن يصبح التفاعل أكثر إنتشاراً ويحدث تغيرات هستولوجية تظهر نفسها ميكروسكوبياً وتشكل أعراض المرض.

تكون الخلايا والانسجة المهاجمة في النبات المريض ضعيفة عادة أو تتحطم بواسطة العامل المسبب للمرض. إن مقدرة مثل هذه الخلايا والانسجة على تأدية وظائفها الفسيولوجية العادية تنخفض أو تنعدم كلية. ونتيجة لذلك ينخفض نمو النبات أو يموت. إن نوع الخلايا والأنسجة التي تصبح مصابة تحدد نوع الوظائف الفسيولوجية للنبات التي سيحدث فيها الخلل أولاً، وبالتالي فإن إصابة الجذر (تعفن الجذر مثلاً) تتعارض مع إمتصاص الماء والمغذيات من التربة، اصابة الأوعية الخشبية (الذبول الوعائي ، بعض التقرحات) تتعارض مع نقل الماء والاملاح إلى منطقة التاج في النبات، إصابة المجموع الخضري (تبقع الأوراق، اللفحات، الموزايك) تتعارض مع عملية التمثيل الضوئي، إصابة القشرة (تقرح القشرة، إصابات اللحاء الفيروسية والميكوبلازمية) تتعارض مع نقل ناتجات التمثيل الضوئي من أعلى

إلى أسفل، إصابة الأزهار (لفحات بكتيرية وفطرية، وفيروسية، ميكوبلازما، إصابة فطرية للازهار) تتعارض مع تكاثر النبات. إصابة الثمار (عفن الثمرة) تتعارض مع التكاثر أو تخزين الغذاء الاحتياطي للنبات الجديد (شكل ١)

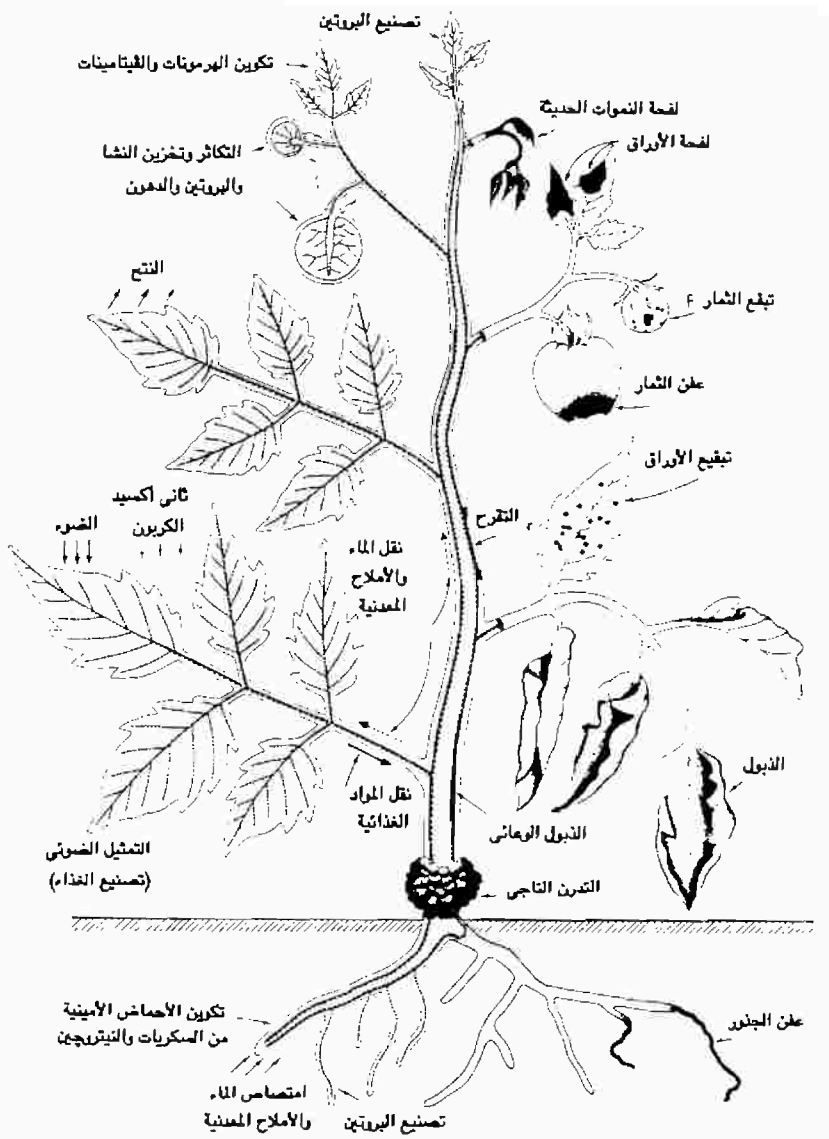
على النقيض مما ذكر أعلاه هناك مجموعة أخرى من الأمراض يحدث فيها أن الخلايا المصابة بدلاً من أن تبدو ضعيفة أو محطمة فإنها تشجع على الانقسام بسرعة أكثر، هذا ما يسمى (هايبربلازا Hyperplasia) أو أن تتسع إلى مدى كبير (هايبرتروفي Hypertrophy) أكثر من الخلايا العادية هذه الخلايا التي يحدث فيها Hyerplasia أو Hypertrophy تؤدي إلى تكشف أعضاء غير فعالة، عادة، إتساع غير عادي، أعضاء تتكاثر بطريقة غير عادية أو في تكوين نمو زائد غير منتظم على أعضاء عادية المظهر. إن الخلايا والأنسجة المشجعة كثيراً لا تقتصر فقط على تحويل كثيراً من المواد الغذائية المتوفرة لنفسها وتمنعها عن الأنسجة العادية ولكنها كثيراً ما تحطم الأنسجة السليمة المجاورة لها نتيجة لنموها الزائد وتؤثر على الوظائف الفسيولوجية للنبات.

وبالتالي فإن المرض في النباتات يمكن تعريفه بأنه إضطراب وظيفي في خلايا وأنسجة العائل يتسبب عن إثارتها المستمرة بواسطة كائنات ممرضة أو عوامل بيئية تؤدي الى تكشف الأعراض. فالمرض هو عبارة عن حالة تشمل تغيرات غير عادية تأخذ شكل تغيرات فسيولوجية، وتغيرات في سلامة وسلوك النبات، مثل هذه التغيرات تؤدي الى تلف جزئي في النبات أو تؤدي الى موت النبات كله أو جزء منه.

يمكن أن تسبب الكائنات الممرضة المرض للنباتات بعدة طرق منها

١ - إضعاف العائل عن طريق استمرار امتصاص الغذاء من خلايا العائل واستعمالها لحسابه الخاص (لحساب الكائن الممرض).

٢ - قتل خلايا العائل أو إعاقة عملية التمثيل عن طريق افراز مواد سامة (توكسينات) أو أنزيمات أو منظمات نمو.



شكل – ١

رسم تخطيطي للوظائف الأساسية في النبات شمالاً وتداخل الكائنات الممرضة وتأثيرها على النبات وظهور أعراض الأمراض يمينا

٣ – اعاقة إنتقال الغذاء أو المغذيات المعدنية أو الماء خلال الأنسجة الموصلة

٤ – إستهلاك محتويات خلايا العائل حين الاتصال به. تنتج الأمراض المتسببة عن العوامل البيئية عن زيادة في العوامل الأساسية للحياة مثل (الحرارة، الضوء ، الرطوبة.. الخ) وفي زيادة او نقص كميات المواد الكيماوية الممتصة أو المطلوبة للنبات.

تصنيف امراض النبات

هناك عشرات الالاف من الأمراض التي تؤثر على النباتات المزروعة، وبالمتوسط فان كل نوع من المحاصيل النباتية من الممكن أن يصاب بمائة مرض نباتي أو أكثر. إن كل نوع من الكائنات الممرضة من الممكن أن يصيب، على أية حال، من صنف نباتي واحد الى عدة درزينات (١٢ فرداً) او حتى مئات الأنواع من النباتات. ولتسهيل دراسة امراض النبات يجب أن تقسم على نمط منهجي وهذا أيضاً ضروري لتعريف أي مرض نباتيَ وبالتالي مقاومته ويمكن استعمال اي من المقاييس العديدة كأساس لتصنيف أمراض النبات.

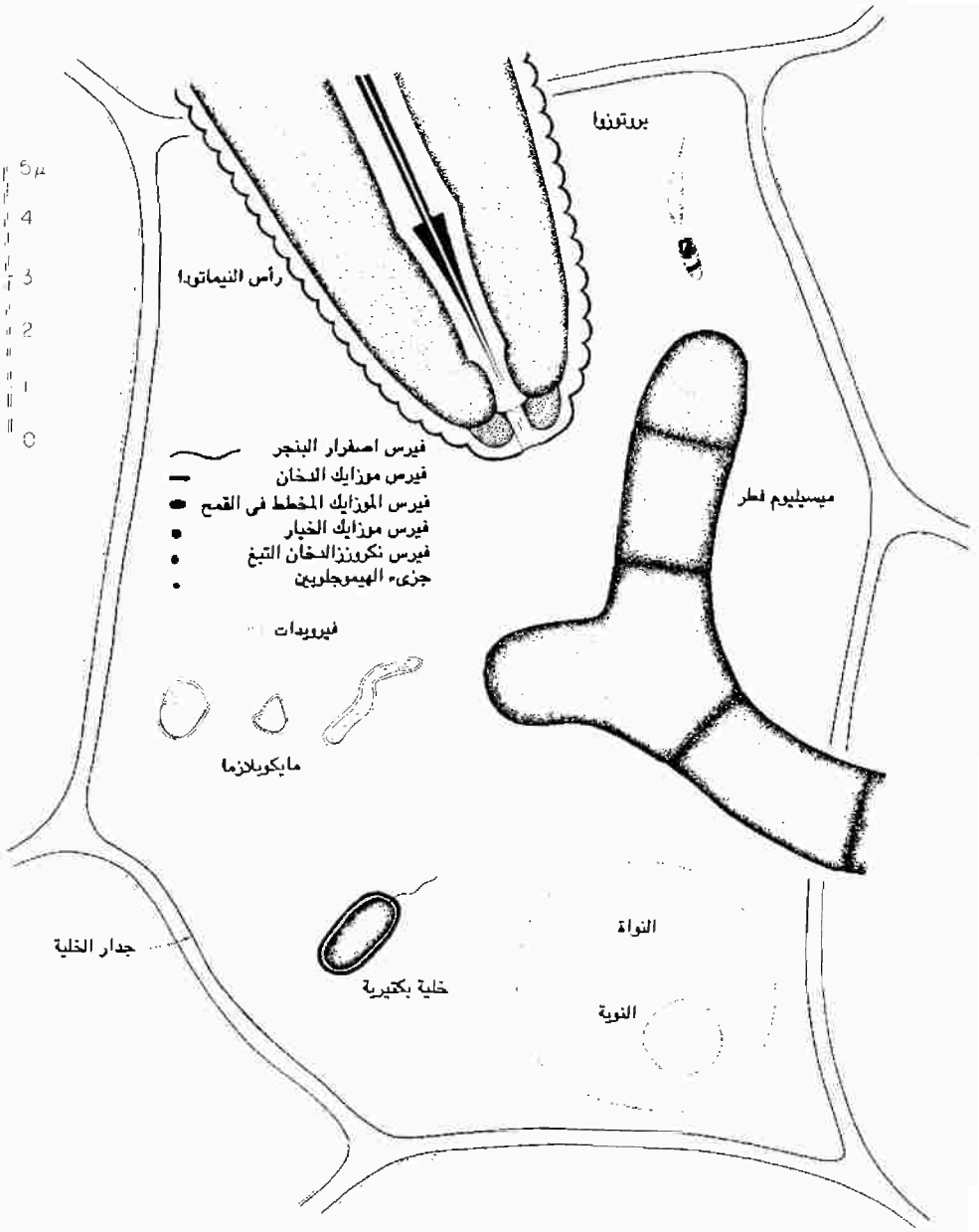
تصنف امراض النبات احياناً حسب الأعراض التي تسببها «اعفان جذور، تقرحات، ذبول، تبقع أوراق، جرب، لفحات، إنثراكنوز، اصداء، تفحمات، موزايك، اصفرار». او حسب الجزء النباتي المصاب (أمراض الجذور، أمراض السيقان، أمراض المجموع الخضري، امراض الثمار). أو حسب نوع النبات المصاب (أمراض المحاصيل الحقلية، امراض الخضار أمراض أشجار الفاكهة، أمراض الغابات، أمراض المروج العشبية، أمراض نباتات الزينة). وعلى أية حال فإن أكثر المقاييس فائدة في تصنيف أمراض النبات هي المبنية على نوع الكائن المسبب للمرض (شكل ٢ ، ٣) ومثل هذا التصنيف له عدة فوائد حيث أنه يدل على مسبب المرض ويعطى المعرفة التي بواسطتها يمكن اقتراح احتمال تكشف وإنتشار المرض وأيضاً يدل على طرق المقاومة الممكنة للمرض.

وعلى هذا الأساس فإن أمراض النبات تصنف حسب الآتي: –

اولاً : – أمراض نبات معدية أو متسببة عن كائنات حية.

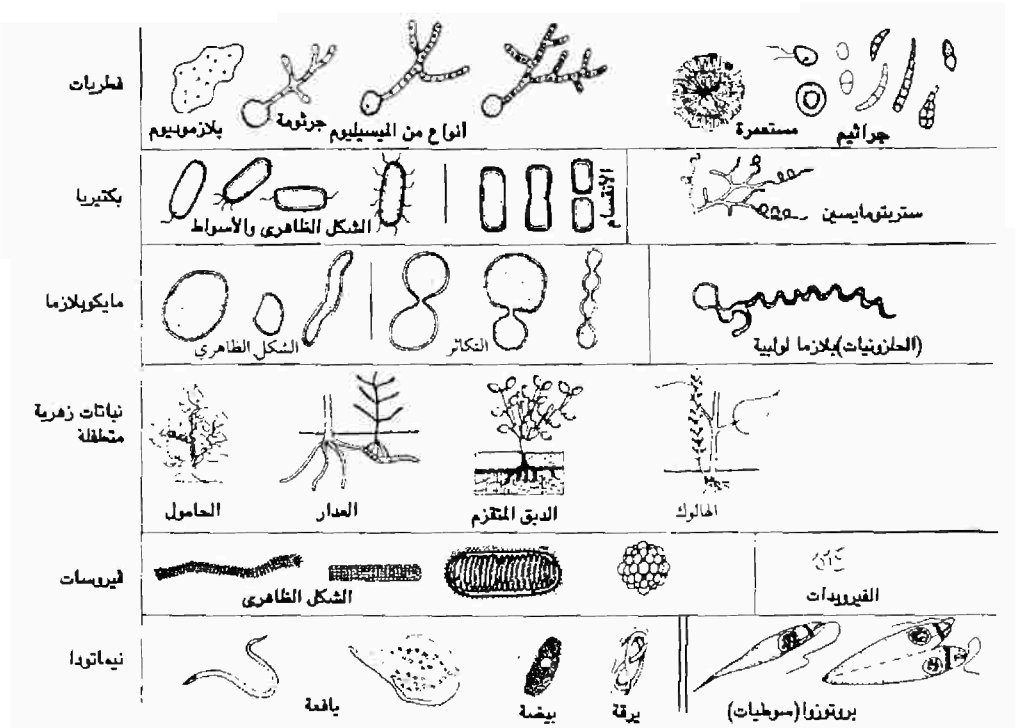
١ – أمراض متسببة عن فطريات

٢ – أمراض متسببة عن نوات النواة الأولية (بكتيريا وميكوبلازما)



شكل - ٢

رسم تخطيطي لأشكال وأحجام بعض الكائنات الممرضة النباتية بالنسبة للخلية النباتية



شكل رقم – ٣

رسم توضيحي لأشكال وتكاثر بعض مجموعات الكائنات الممرضة النباتية

٣ – أمراض متسببة عن نباتات راقية متطفلة.

٤ – أمراض متسببة عن فيروسات وفايرويدات.

٥ – أمراض متسببة عن نيماتودا.

٦ – أمراض متسببة عن بروتوزوا.

ثانياً : – امراض غير معدية او غير حيوية وهي تتسبب عن الآتي : –

١ – انخفاض أو ارتفاع شديد في الحرارة.

٢ – نقص أو زيادة رطوبة التربة.

٣ – زيادة أو نقص الضوء.

٤ – نقص الاكسجين.

٥ – التلوث الهوائي.

٦ – نقص التغذية.

٧ – التسمم المعدني.

٨ – حموضة أو قلوية التربة (pH)

٩ – سمية المبيدات

١٠ – العمليات الزراعية غير الملائمة

تاريخ علم امراض النبات

أصبح الانسان مدركاً للخسائر الناتجة عن أمراض النبات ومتألماً منها منذ وقت موغل في القدم، منذ العصور القديمة وهذا يبدو واضحاً فيما تضمنه العهد القديم من التوراة عن اللفحات والبياض. إن مرافقة الأمراض للانسان والحروب التي خاضها الانسان منذ العهد القديم كل ذلك من بين الكوارث العظيمة للجنس البشري. الفيلسوف اليوناني ثيوفراستس (٣٧٠ – ٢٨٦ ق. م) هو حقيقة أول من درس وكتب عن أمراض الأشجار، الحبوب والبقوليات.

ومن بين الأشياء الأخرى التى لاحظها وجد أن أمراض النبات بشكل عام تكون اكثر شدة في المناطق المنخفضة عنها في المناطق المرتفعة ولاحظ أن الصدأ كان أكثر إنتشاراً على النجيليات (نباتات الحبوب) منه على البقوليات، هذا بالرغم من أن دراسته كانت مبنية على المشاهدة والتأمل منها على التجربة.

إن الرومان كانوا اكثر تأثراً بمشاهدة ما تحدثه أمراض الاصداء من تدمير على محاصيل الحبوب مما جعلهم ينصبون إله خاصا للصدأ (روبيجو) ليحفظ تلك الحبوب من هذه الأمراض. وفي الربيع من كل سنة وقبل ظهور الصدأ مباشرة يحتفلوا (بالروبيجاليا) وهو يوم مقدس خاص يشمل تقديم الاضاحي من كلاب حمراء وخراف في محاولة لإسترضاء الاله روبيجو.

وخلال ألفين سنة لاحقة أضيف القليل من المعرفة الى علم أمراض النبات، مع أنه بالرجوع الى كثير من كتابات المؤرخين المعاصرين لتلك الفترة يتبين ما أتلفته أمراض النبات. إن اكتشاف الميكروسكوب المركب في منتصف القرن السابع عشر تقريباً فتح مجالاً جديداً في علوم الحياة. لقد درس تشريح النباتات ووصف النبات ودرست كذلك الفطريات، البكتيريا واكتشف كثيراً من الكائنات الحية الدقيقة.

إكتشاف دور الفطريات : -

لاحظ العالم ميشيل Micheli (١٧٢٩) أن أجزاء الصدأ المأخوذة من الفطر والموضوعة على شرائح طازجة من البطيخ عادة ما تنتج نفس نوع الفطر. وقرر أن اجزاء الصدأ هي البذور (جراثيم) للفطر وأن الفطريات المختلفة التي تظهر احياناً كانت ناتجة من جراثيم محمولة في الهواء.

في سنة ١٧٥٥ فان العالم (تليت Tillet) أضاف الغبار الاسود المأخوذ من القمح المصاب بالتفحم الى حبوب قمح نبات سليم ولاحظ أن التفحم كان أكثر إنتشاراً في النباتات الناتجة من هذه الحبوب عنها في النباتات الناتجة من حبوب غير معفرة بالغبار الأسود

وبالتالي فانه أظهر أن التفحم او مرض التفحم النتن في القمح هو مرض نبات معدي. وأظهر كذلك بأن حدوث المرض من الممكن تخفيضه بمعاملة الحبوب. اعتقد تليت على نحو ما أن هناك مواد سامة يحتويها هذا الغبار أكثر من أن يكون هناك كائنات حية دقيقة تسبب المرض.

وفي سنة ١٨٠٧ م أثبت (Prevost بريفوست) باقناع أن التفحم يتسبب عن فطر ودرس الجراثيم، إنتاجها وإنباتها واستطاع أن يقاوم المرض بغمر الحبوب في محلول كبريتات النحاس وأظهر أهمية البيئة في إحداث وتطور المرض ومع أن اكتشافات بريفوست كانت في طليعة زمانه الا أنها رفضت من قبل جميع معاصريه الذين اعتقدوا في نظرية التوالد الذاتي للكائنات الدقيقة ولمسببات المرض واعتقدوا ان الكائنات الدقيقة وجراثيمها هي نتيجة المرض وليست مسببة للمرض.

إن ما حدث من الأوبئة المخربة والمفجعة من اللفحة المتأخرة فى البطاطس في شمال أوروبا وخاصة إيرلندا في سنة ١٨٤٥ م، عبرت عن أهمية أمراض النبات على الانسان وشجعت كثيراً على الاهتمام بمسبباتها. إن تحطيم محصول البطاطس في إيرلندا في سنة ١٨٤٥ وفي سنة ١٨٤٦ م سببت انتشار المجاعة التي أدت الى موت مئات الألوف من الشعب وهجرة ما يزيد عن مليون ونصفا من الشعب الايرلندى إلى الولايات المتحدة. وصف كثير من الباحثين مظاهر مختلفة من المرض والكائن المسبب واقترحوا ان المرض يتسبب عن فطر ولكن ديباري Debary سنة ١٨٦١ م أخيراً هو الذي أثبت بالتجربة على أن الفطر فايتوفنور انفستنس *Phytophthora infestans* هو مسبب المرض.

كان يعمل ديباري في سنة ١٨٥٣ م على فطريات التفحم والاصداء وخرج بنتيجة أن الفطريات هي مسببات وليست نتائج لأمراض النبات. ولقد وصف ميكروسكوبياً تركيب وتكشف العديد من فطريات التفحم والاصداء وعلاقة هذه الفطريات بأنسجة النباتات المريضة. . وكذلك أسهم ديباري بمقدار كبير بدراسته على الفصيلة بيرونوسبورا والأمراض التي تسببها (البياض الزغبي) وخاصة اللفحة المتأخرة في البطاطس. ولقد اكتشف وجود عائلين

متبادلين في الاصداء وكذلك دراسته الفسيولوجية لمرض عفن سكليروتينا *Sclerotinia* الذي يصيب الجزر وخضار أخرى.

بريفيلد (١٨٧٥ - ١٨٨٣ - ١٩١٢ م) أسهم كثيراً في علم أمراض النبات وذلك بإنتاج وتطوير طريقة حديثة لتنمية الكائنات الحية الدقيقة في بيئة نقية. وفي هذا فإنه كان مساعداً إلى حد ما بطرق وتنقيات طورت بواسطة كوخ Koch، بتري Petri وآخرون.

درس بريفيلد وشرح أيضاً دورة الحياة الكاملة لفطريات التفحم وأمراض محاصيل الحبوب.

مقاومة أمراض النبات : -

في سنة ١٨٧٨ م أدخل مرض جديد إلى أوروبا (مرض البياض الزغبي في العنب) من الولايات المتحدة وإنتشر بسرعة وهدد بتدمير كروم العنب في أوروبا. وفي سنة ١٨٨٢ م ذكر ميلاردت Millardet أن العنب الذي قد رش بالمخلوط الأبيض المزرق من كبريتات النحاس والجير لمنع السارقين، يمكن أن يحتفظ بأوراقه خلال الموسم، بينما أوراق العنب التي لم ترش ماتت وسقطت على الأرض نتيجة الاصابة بالمرض. وبعد تجارب عديدة من الرش استنتج ميلاردت سنة ١٨٨٥ م أن مخلوط كبريتات النحاس وهيدروكسيد الجير يمكنه أن يقاوم مرض البياض الزغبي على العنب بكفاءة عالية. ولقد عرف هذا المحلول فيما بعد باسم مخلوط بوردكس Bordeaux Mixture. ولقد نجح هذا المخلوط في مقاومة أمراض البياض الزغبي وكثيراً من أمراض المجموع الخضري المشاهدة وحتى هذا اليوم فإن مخلوط بوردو من أكثر المبيدات الفطرية المستعملة في جميع أنحاء العالم. إن اكتشاف مخلوط بوردو أعطى تشجيعاً كثيراً وحث على دراسة طبيعة ومقاومة أمراض النبات.

وفي سنة ١٨٨٢م درس (وارد Ward) صدء البن في سيلان ولاحظ أن المرض كان أكثر شدة وضرراً على أشجار البن ذات الوضع المنتظم في مزارع سيلان منه في البرازيل حيث غالباً ما تحاط أشجار البن بأنواع أخرى من الأشجار، وكان يدعو الى مخالفة الزراعة

الاحادية لنباتات المحاصيل في مناطق واسعة لمنع تفشي مثل هذه الأمراض المهلكة. وفي سنة ١٩١٣ أدخل (ريهم Riehm) معاملة البنور بمركبات الزئبق العضوية وأصبحت مثل هذه المعاملة روتين حتى سنة ١٩٦٠ حيث توقفت هذه المعاملة بسبب السمية التي تسببها جميع المبيدات التي تحتوي على زئبق وسحبت من السوق. وفي خلال هذه المدة وفي سنة ١٩٣٤ فان العالم تسدال Tisdal اكتشف اول مبيد فطري من مركبات الداي ثيوكارباميت واسمه الثيرام Thiram والذي ادى خلال العشرة سنوات اللاحقة الى تطور وظهور سلسلة من المبيدات الفطرية ذات الفعالية والاستعمال الواسع، من ضمنها فربام Ferbam ، زينب Zineb، المانيب Maneb. (العالم Tisdal ، Williams سنة ١٩٣٤). وتبع ذلك ظهور العديد من المبيدات الفطرية الواقية. وفي سنة ١٩٦٥ فان كلاً من (Kulka ،Von Schmeling) ادخلوا أول مبيد فطري جهازي المسمى كاربوكسين (Von Schmeling and Kulka سنة ١٩٦٦).

كان أول استعمال للمضادات الحيوية في مقاومة أمراض النبات سنة ١٩٥٠. وفي سنة ١٩٥٤ ذكر أن هناك بعض السلالات البكتيرية الممرضة للنبات، لوحظ أنها أصبحت مقاومة لبعض المضادات الحيوية. وفي سنة ١٩٦٣ وجد أن سلالات الفطريات الممرضة للنبات كانت مقاومة لبعض المبيدات الفطرية الواقية. وفي بداية السبعينات عندما أصبح استعمال المبيدات الفطرية الجهازية واسع الإنتشار ضد أمراض عديدة، فان سلالات جديدة من هذه الكائنات الممرضة أظهرت أنها كانت مقاومة للمبيد الفطري الذي كان يؤثر عليها. وفي سنة ١٩٧٢ فان كل من Kerr و Kew أدخلا أول مقاومة حيوية بشكل تجاري لمرض النبات البكتيري (مرض تدرن التاج) باستعمال بكتيريا أخرى.

فسيولوجية المرض النباتي

ما ان أصبح واضحاً من خلال عمل كل من تيليت، بريفوست وديباري أن الفطريات هي مسببة المرض النباتي وليست نتيجة هذا المرض، فان محاولات بدأت لتوضيح الميكانيكية التي بواسطتها تسبب الفطريات المرض. وفي سنة ١٨٨٦ إشتغل دي باري على مرض تعفن

السكلوروشيا في الجزر وخضراوات أخرى، ولاحظ أن خلايا العائل كانت قد قتلت أمام هيفا الفطر الداخلة للأنسجة وأن العصارة من الأنسجة المتعفنة يمكن أن تحطم أنسجة العائل السليم. إن العصارة المأخوذة من نسيج متعفن عند غليها فانها لا تؤثر على النسيج السليم. قرر دي باري أن الكائن الممرض ينتج أنزيمات ومواد سامة (Toxins) تحلل وتقتل خلايا النبات والتي منها يستطيع الفطر أن يحصل على مواده الغذائية.

وفي سنة ١٩٠٥ ذكر Jones أن البكتيريا المسببة لأمراض العفن الطري في الخضراوات تستعمل الانزيمات المحللة للخلية. وفي سنة ١٩١٥ قرر Brown أهمية الأنزيمات البكتينية في الحالة المرضية التي تسببها بعض الفطريات للنبات. وعلى أية حال فان دور أنزيمات السليلوز لم يكن معروفاً في تكشف المرض النباتي قبل اوائل الاربعينات. وبعد دي باري كان هناك محاولات كثيرة لاظهار أن معظم الأمراض النباتية وخاصة أمراض الذبول الوعائي وتبقع الورقة كانت متسببة عن توكسينات (مواد سامة Toxins) مفرزة من قبل الكائن الممرض، إلا أن هناك بعض الادعاءات في هذا الموضوع لم يمكن تاكيدها. إن أول إقتراح لتأثير التوكسينات في المرض النباتي كان سنة ١٩٣٣ بواسطة العالم Tanaka الذي ذكر أن مرشحات المزارع لبعض أنواع الجنس الترناريا *Alternaria* عندما أضيفت الى ثمرة من أنواع الكمثرى القابلة للاصابة، فان هذه المرشحات استطاعت أن تسبب البقع السوداء والتي كانت مشابهة للبقع المتسببة عن نفس الفطر، إن هذا الاقتراح تأكدت صحته في وقت متأخر حيث أن أعمال Tanaka بقيت بدون ملاحظة حتى أوائل الخمسينات.

وفي نفس الوقت فان العالم كاليتون Clayton سنة ١٩٣٤ أثبت إقتراحاً أقدم من إقتراح العالم Tanaka وهو إقتراح (جونسون، ميورواين Murwin و Johnson) اللذان تقدما به سنة ١٩٢٥ وهو أن البكتيريا بسيدوموناس تاباسي *Pseudomonas tabaci* التي تسبب اللفحة النارية في الدخان. هذه البكتيريا تنتج مادة سامة (توكسين) في الهالة (المنطقة المصفرة الخالية من البكتيريا) والمحيطة بالبقع المتحللة في الورقة التي تحوي البكتيريا. إن توكسين اللفحة النارية هو أول توكسين عزل بشكل نقي بواسطة Woolley *et al* سنة ١٩٥٢. أما في

سنة ١٩٤٧ فـان كـلاً من Meehan والعـالم Murphy بينا أن بعض أنواع من الفطر هلمنثوسبوريوم *Helminthosporium* التي تهاجم وتسبب لفحة الشوفان الصنف فكتوريا، وإن التوكسين المفرز من الفطر المهاجم أُخذ أسمه من اسم الصنف فكان اسمه فكتورين (Victorin) وهذا التوكسين يمكن أن ينتج أعراض المرض فقط على الأصناف القابلة للاصابة. وبعد ذلك هناك العديد من التوكسينات الفطرية والبكتيرية أمكن تعريفها بسبب العديد من الطرق التي بواسطتها تؤثر هذه المواد على مواقع معينة في الميتوكوندريا، الكلوروبلاست، الأغشية البلازمية، أنزيمات معينة أو خلايا معينة مثل الخلايا الحارسة.

إن بعض المظاهر التي يمكن ملاحظتها والتي تسبب الأمراض في النبات مثل التقزم، فرط النمو، التورمات وبعض النموات غير الطبيعية الأخرى لفتت إنتباه كثير من الباحثين الى الاهتمام بمستويات منظمات النمو في النبات. وفي سنة ١٩٦٢ لاحظ كيوروساوا Kurosawa أن الافراط في الطول والبادرت المغزلية في مرض بادرات الرز الحمقاء يتسبب عن الفطر جبرللا *Gibberella* (فيوزاريوم *Fusarium*) ويمكن أيضاً احداث هذه الأعراض بمعاملة البادرات السليمة بمرشحات المزارع العقيمة للفطر. في سنة ١٩٣٩ أوضح كل من ياباتا وهاياشي Yabuta & Hayashi أن المكون الفعال في الراشح والمسئول عن زيادة الاستطالة هو منظم النمو المسمى جبرللين Gibberellin. وفي اواخر الخمسينات تبين أن كثيراً من الفطريات والبكتيريا المرضة للنبات تنتج الهرمون النباتي اندول أستك أسد Indole (IAA) acetic acid.

وفي سنة ١٩٦٦ فان كل من كالمبت وآخرون Klambt *et al* وكذلك هلجسون ولونارد Le-onard و Helgeson أظهرا أن البكتيريا كورن بكتيريم فاسكنس - *Corynebacterium fas cians* والتي تسبب تشوه الساق في البسلة تنتج سايتوكاينين، وأن أعراض التشوه يمكن احداثها في النباتات السليمة بعد معاملتها بالكاينتين Kinetin وهو مشتق من السيتوكاينين الحيواني. وبالرغم من أن IAA والسيتوكاينينات تبين أنها تتجمع في النباتات المتأثرة بالأمراض التي تسبب النموات الزائدة، الذبول والتشوهات المختلفة وتبين أنها توجد بكميات

منخفضة في النباتات المصابة بالتقزم نتيجة المرض ولم يبدو واضحاً فيما إذا كان التوازن الهرموني الى حد ما هو السبب او انه نتيجة الاصابة، وكثيراً ما وجد أن السيتوكاينينات واندول أستك أسد توجد بتركيزات أعلى من التركيز العادي في اورام مرض التدرن التاجي المتسببة عن البكتيريا أجروبكتيريم تيوميفشنز *Agrobacterium tumefaciens*. وفي سنة ١٩٧٧ بين شلتون ومساعدوه Chilton *et al* أن البكتيريا في مرض التدرن التاجي تنتج جزء من ال DNA وهو (T-DNA) من بلازمد البكتيريا Ti-plasmid في خلية النبات وأن T-DNA عند ذلك ينتج في DNA كروموسوم النبات. وكذلك في سنة ١٩٧٧ بين دريوموند ومساعدوه Drummond *et al* أن ال T-DNA المندمج ينسخ عنه بواسطة خلية النبات.

وراثة المقاومة للمرض

في المراحل المبكرة من أوائل القرن العشرين ظهرت أول دراسة لوراثة المقاومة للمرض. وفي سنة ١٩٠٥ وصف بيفن Biffen الوراثة المندلية لمقاومة صنفين من القمح واجيالهما لفطر الصدأ. وفي سنة ١٩٠٩ عمل أورتون Orton على أمراض ذبول الفيوزاريوم في كل من القطن، البطيخ واللوبيا وميز من بينها المقاوم للمرض والهارب من المرض والمتحمل للمرض. وفي سنة ١٩١١ قرر بارس Barrus أن هناك إختلافات وراثية ضمن أنواع الكائن الممرض وهذا يعني أن هناك سلالات مختلفة من الكائن الممرض تكون مقصورة على بعض الأصناف من نوع العائل. وبعد ذلك بمدة قصيرة فان ستيكمان Stakman سنة ١٩١٤ اكتشف أن ضمن نوع الكائن الممرض هناك سلالات فسيولوجية له أي في النوع وهذه السلالات غير مميزة مورفولوجياً ولكنها تختلف في مقدرتها على أصابة مجموعة من الاصناف المميزة أو الأصناف المعرفة (differential Varieties). إن هذا الاكتشاف ساعد في توضيح لماذا يكون الصنف مقاوماً في منطقة جغرافية معينة وقابلاً للاصابة في أخرى، ولماذا تتغير المقاومة من سنة لأخرى، ولماذا الأصناف المقاومة تتغير فجأة وتصبح قابلة للاصابة، هذا يكون بسبب السلالات الفسيولوجية المختلفة الموجودة في البداية. ووكر Walker 1923 كان يعتقد بأن المقاومة لكائن ممرض كانت نتيجة لوجود مادة سامة في النبات، وعلى أية حال فانه في سنة

١٩٤٦ عمل فلور Flor على مرض الصدأ في الكتان وبين أنه لكل جين للمقاومة في العائل هناك جين متوافق معه لشدة الأصابة في الكائن المرض (هذا ما يسمى علاقة جين لجين Agene- for- gene relationship). وفي سنة ١٩٦٣ إقترح فاندربلانك Vanderplank أن هناك نوعين من المقاومة احداهما المقاومة باستعمال بعض الجينات الرئيسية Major، تكون قوية ولكن لسلالات متخصصة (مقاومة عمودية)، الثانية حددت باستعمال عدة جينات مساعدة، وهذه الطريقة ضعيفة ولكنها فعالة ضد سلالات النوع في الكائن المرض (مقاومة أفقية). ولقد درست عدة أنواع من التركيبات الخلوية للنبات ومواد الخلية لتزويدنا بالطرق التي بواسطتها يعتقد أن مثل هذه الجينات تمنح مقاومة للمرض في النباتات. وفي سنة ١٩٤٦ إقترح Gaumann أنه في التركيبات الكثيرة بين العائل والكائن المرض فان النباتات تبقى مقاومة من خلال الحساسية الفائقة، وهذ يعني أن الخلايا المهاجمة تكون حساسة جداً لوجود الكائن المرض وبالتالي فانها تموت هي وبعض الخلايا المجاورة لها فجأة وبالتالي فان هذه الخلايا الميتة تعزل او تسبب موت الكائن المرض. إقترح Muller سنة ١٩٦١ واكد Cruick-shank ونشر في سنة ١٩٦٣ أن مقاومة المرض تكون غالبا متسببة عن فايتوالكسنز phytoa-lexins وهذا يعني أن مواد قاتلة للميكروبات Antimicrobial نتيجة الأيض النباتي تكون غير موجودة أو موجودة بمستويات يصعب اكتشافها في النباتات السليمة ولكنها تتجمع بمستويات عالية نتيجة لبعض الكائنات المرضة الحاثة على تكوينها.

البكتيريا في امراض النبات

في سنة ١٨٧٦ إن باستير Paster وكوخ Koch قررا أن مرض الجمرة anthrax الذي يصيب الحيوانات يتسبب عن بكتيريا. وفي سنة ١٨٧٨ بين بيرل Burrill أن اللفحة النارية التي تصيب الكمثرى والتفاح، أيضاً تتسبب عن بكتيريا. وبعد ذلك بوقت قصير ثبت أن كثيراً من الأمراض النباتية الاخرى تتسبب عن بكتيريا حيث أن العالم سميث E.F.Smiths' وما بعده وكثيراً من الباحثين الممتازين ساهموا في دراسة أمراض النبات البكتيرية منذ سنة ١٨٩٥ وخاصة أمراض الذبول في الخيار ومحاصيل العائلة الباذنجانية والصليبية وقرروا

بدون اي مجال للشك دور البكتيريا ككائن ممرض للنبات. وكما هو الحال في الكائنات الفطرية الممرضة للنبات، على أية حال، فان الموافقة على قبول البكتيريا كمسببات مرضية للنبات كانت بطيئة. إن الفريد فشكر Alfread Fischer عالم النبات الألماني الشهير الذي كان يدرس مع دي باري رفض النتائج التي توصل إليها (Smith سميث) وآخرون عندما إدعوا وجود بكتيريا في خلايا النبات ولقد حدثت مشادة ساخنة بين سميث وفشكر وإن إجابة كل منهما للآخر موجودة في المراجع العلمية تقف في علم أمراض النبات كأحسن قضية موثقة للتعارض العلمي للمهتم تاريخياً. وكان سميث أيضاً من بين أول من لاحظ (١٨٩٣ - ١٨٩٤) ودرس مرض التدرن التاجي. وقد أوضح أنه من الممكن أن يتسبب عن بكتيريا، ولقد درس تشريح وتكشف المرض وقرر أن هذا المرض يشبه الأورام السرطانية في الانسان والحيوان. في سنة ١٩٧٧ أظهر كالنتون ومساعدوه Chilton *et al* أن بكتيريا التدرن التاجي تحول خلايا النبات العادية الى خلايا ورم (منتفخة) عن طريق ادخال بلازمد plasmid فيها وإن جزءاً من هذا البلازمد يصبح منغمساً في DNA كروموسوم خلية النبات.

وفي سنة ١٩٧٢ لاحظ وندسور وبلاك Windsor & Black ركتسيا شبيهة بالكائنات في لحاء نبات البرسيم المصاب بمرض الورقة الصولجاني. وفي السنة الثانية لوحظت كائنات شبيهة في العنب المصاب بمرض بيرس 'Pierces وفي الخوخ المصاب بمرض الخوخ المزيف وامراضاً أخرى. ولقد تبين أن هذه الكائنات الممرضة هي بكتيريا شديدة الحساسية تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق وتوجد على وجه الحصر او قبل كل شيء في اللحاء أو عناصر الخشب في النباتات، وهي على ما يبدو أنها أنواع جديدة من البكتيريا ولا يمضي طويل وقت نسبياً حتى تعرف طبيعتها وصفاتها.

النيماتودا في أمراض النبات :-

كان أول تقرير عن النيماتودا المتطفلة على النبات سنة ١٧٤٣ بواسطة نيدهام Need-ham الذي لاحظ وجود النيماتودا في ثآليل حبوب القمح، ولم يمكن اكتشاف نيماتودا اخرى قبل سنة ١٨٥٠، وبعد ذلك لوحظت نيماتودات أخرى مثل نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا

الساق والابصال والنيماتودا الحوصلية. ومنذ سنة ١٩١٣ حتى سنة ١٩٣٢ فان كوب Cobb أجرى سلسلة من الدراسات على النيماتودا المتطفلة النباتية، هذه الدراسات ساهمت كثيراً في دراسة التصنيف والشكل الخارجي والطرق المنهجية.

الفيروسات في أمراض النبات

في سنة ١٨٨٦ م استطاع ماير Mayer أن ينقل مرض موزايك الدخان وذلك بواسطة حقن عصارة النبات المصاب في النبات السليم، بقيت عصارة النبات المصاب فعالة في نقل المرض حتى بعد التسخين المستمر على درجة حرارة ٦٠ مئوية، الا أنها فقدت مقدرتها على الاصابة بعد تسخينها عدة ساعات على درجة حرارة ٨٠ مئوية، ونظراً لأنه لم يكن هناك فطريات على النبات المصاب أو في العصارة المرشحة فان العالم ماير إستنتج أن موزايك الدخان قد يكون متسبباً عن بكتيريا. في سنة ١٨٩٢ أظهر إيفانوفسكي Iwanowski أن العامل المسبب لموزايك الدخان يمكن أن يمر خلال المرشحات التي تمنع البكتيريا، وهذا قاده الى الاعتقاد بأن المرض يتسبب عن سموم تفرز بواسطة البكتيريا او عن بكتيريا دقيقة تمر خلال ثقوب المرشحات. العالم بيجيرنك Beigerink سنة ١٨٩٨ إستنتج أخيراً أن موزايك الدخان كان لا يتسبب عن كائنات حية دقيقة وانما يتسبب عن ما أسماه السائل المعدي الحيوي *Contagium Vivum Fluidum* والذي أسماه فيرس.

وفي سنة ١٩٢٩ فان هولمز F.O.Holmes أوجد وسيلة يمكن بواسطتها قياس الفيرس وذلك باثبات أن كمية الفيرس الموجودة في عصارة النبات المحضرة متناسبة مع عدد البقع الموضعية المتكونة على اوراق نبات عائل مناسب بعد حكه بالعصارة. وفي قرابة سنة ١٩٣٥ فان ستانلي Stanley حصل على بلورات بروتينية معدية وذلك بمعاملة عصارة نباتات دخان مصابة بمادة كبريتات الأمونيوم، واستنتج أن الفيرس يمكن اعتباره ذاتي التفاعل يستطيع أن يتكاثر داخل الخلايا الحية. وبالرغم من أن نتائجه واستنتاجاته ثبت مؤخراً عدم صحتها، الا أن ستانلي حصل على جائزة نوبل لهذا الاكتشاف. وفي سنة ١٩٣٦ قرر باودن Bawden

وباحثي جامعته أن البلورات الفيروسية المحضرة تتكون من بروتين وحمض نووي. وفي سنة ١٩٣٩ إستطاع كوش Kauscha وباحثي جامعته مشاهدة أجزاء الفيرس لأول مرة بالميكروسكوب الالكتروني. وفي سنة ١٩٥٦ أظهر جرير وسكارام Gierer and Schramm أنه يمكن فصل البروتين عن الفيرس وأن الحمض النووي هو الذي يحمل المعلومات الوراثية، وبالتالي فان الحقن بهذا الحمض النووي لوحده يمكن أن يسبب إصابة وقادراً على إنتاج الفيروسات الكاملة.

لقد حدث تقدم كبير في الادوات وطريقة البحث منذ الاربعينات والخمسينات من هذا القرن وخاصة إنتشار استعمال الة الطرد عن المركز فائقة السرعة، الميكروسكوب الالكتروني، الهجرة الكهربائية والطرق السيرولوجية كلها شاركت بشكل كبير جداً في فهم تركيب، كيمياء، تضاعف ووراثة فيرس النبات. إن إختبار السيرولوجي لإنتشار الاجار المزدوج سنة ١٩٦٢ وأخيراً فان إختبار مانعة الادمصاص للمترابط الانزيمي وإختصاره (ELISA) الذي عرف سنة ١٩٧٥ كل ذلك عمل على امكانية سرعة ودقة تحديد وتعريف الفيروسات النباتية، وهذا سمح بتسهيل الدراسات المستفيضة والكثيرة لتصنيف الفيرس ووبائيته. بما أن الحمض النووي لجميع الفيروسات النباتية قد درس من سنة ١٩٣٦ الى سنة ١٩٦٦ تبين أنه خيط فردي واحد من ال RNA. وبعض الدراسات اللاحقة على الفيروسات تبين وجود خيط مزدوج من RNA. سنة ١٩٦٣، وفي بعضها خيط مزدوج من ال DNA سنة ١٩٦٨ وفي بعضها خيط مفرد من ال DNA سنة ١٩٧٧.

وفي سنة ١٩٧١ قرر دينار Diener أن مرض الدرنة المغزلية في البطاطس كان يتسبب عن قطعة صغيرة (٢٥٠ - ٤٠٠ طول قاعدة) من جزيء خيط مفرد دائري من ال RNA المعدي والذي سماه فيرويد Viroid ومنذ ذلك الوقت قد تم عزل حوالي ١٢ من الفيرويدات التي تصيب أنواعاً من النباتات. وفي سنة ١٩٨٢ وجد خيط مفرد دائري من ال RNA شبه الفيرويد طوله من ٣٠٠ - ٤٠٠ طول قاعدة، وجد مغلفاً بغلاف بروتيني Capsid مع خيط مفرد مستقيم من الـ RNA طوله ٤٥٠٠ قاعدة، وجد في فيروس تبرقش الدخان المخملي. لقد سمي الجزء الدائري الصغير من ال RNA فايروسويد Virusoid.

ويبدو أن الفيروسويدات تكون مرافقة إجبارية مع RNA الفيروسي. وبعد ذلك تبين وجوده في كثير من فيروسات النبات الاخرى. يبدو أن الفيرويدات هي أصغر جزئيات الحمض النووي التي تصيب النبات ولكن لغاية الان لم يوجد فيرويد في الحيوانات. ومن ناحية أخرى وتماماً بالضبط فان نوعاً من أصغر العوامل المعدية يتكون من أجزاء بروتينية معدية تبين أنه يسبب مرض Scraple في الماعز والأغنام. مثل هذه العوامل سماها بروسنرPrusiner سنة ١٩٨٢ برونز Prions ويعتقد أنها تسبب عديداً من امراض degenerative المزمنة في الانسان والحيوان. وبالرغم من أن البرونز لحد الان وجدت فقط في الحيوانات الا أنه ليس من غير المعقول أن نتوقع أنه بعد مزيد من الوقت يثبت بأنها تصيب النباتات أيضاً.

في سنة ١٩٨٠ وصف فيرس موزايك القرنبيط بأنه عبارة عن خيط دائري مزدوج من كروموسوم DNA، هو أول فيروس نباتي حددت جميع قواعده بالتسلسل ٨٠٠٠ زوج من القواعد. وفي سنة ١٩٨٢ حدد تسلسل جميع القواعد في الخيط المفرد ل RNA لفيرس موزايك الدخان كما هو الحال في الأجزاء الصغيرة من أحماض ال RNA الفيروسي او الفيرويدات.

البروتوزوا (وحيدة الخلية) في أمراض النبات:

في سنة ١٩٠٩ لاحظ لافونت Lafont وحيدات الخلية ذات الأسواط في الخلايا اللبنية في النباتات اللبنية من عائلة اليوفوربيا. ولكن البروتوزوا الموجودة هذه أعتبرت على أنها متطفلة على اللبن دون أن تسبب امراضاً للنبات العائل. وفي سنة ١٩٣١ وجد ستاهيل Stahel سوطيات مخترقة اللحاء في أشجار البن (القهوة) وسببت تكوين لحاء غير طبيعي وادت الى ذبول الأشجار (ستاهيل ١٩٣١ - ١٩٣٣). وفي سنة ١٩٦٣ قدم فيرميولن Vermeulen كثيراً من الأدلة المقنعة على المرضية في أشجار البن المتسببة عن سوطيات. وفي سنة ١٩٧٦ ذكرت السوطيات أيضاً على أنها مرافقة لكثير من أمراض جوز الهند وأشجار نخيل الزيت في جنوب أمريكا وافريقيا.

الميكوبلازما في أمراض النبات

في سنة ١٩٦٧ لاحظ دوي Doi وباحثي كلية في اليابان أجساماً ميكوبلازمية في لحاء النباتات التي تصاب بأمراض ينقلها عديد من نطاطات الأوراق. وفي نفس السنة فان إيشاي Ishiie وباحثي كليته لاحظوا أن الاجسام المايكوبلازمية والأعراض إختفت مؤقتاً عندما عوملت النباتات بالمضاد الحيوي تتراسيكلين. ومنذ ذلك الحين وجد أجساماً مشابهة في أمراض أخرى كثيرة مثل أمراض الاصفرار وامراض مكنسة الساحرة والتي كان يعتقد أنها تتسبب عن فيروسات. وفي سنة ١٩٧٢ فان ديفس Davis وباحثي كليته لاحظوا كائنات دقيقة لولبية متحركة مرافقة لمرض تقزم الذرة أطلقوا عليها اسم البلازما الملتوية (اللولبية Spiroplasma) وإن هذه البلازما اللولبية تفتقد أيضاً الجدار الخلوي وبالتالي فهي بلازما حلزونية. ومنذ ذلك الحين تبين أن البلازما اللولبية هي مسببة لمرض تقزم الذرة ومرض الحمضيات المزمن Stubbrn (الحمضيات تعني الموالح باللهجة المصرية).

الهندسة الوراثية في أمراض النبات.

في سنة ١٩٤٤إن أفريAvery وباحثي كليته أظهروا لأول مرة بأن أل DNA يحمل معلومات وراثية وحصلوا على هذه النتيجة من التجارب التي أجروها على ال DNA المأخوذ من البكتيريا الممرضة والمسببة لمرض ذات الرئة، بعد قتلها بالتسخين -*Diplococcus pneu* *maniae* يمكن أن يحول البكتيريا غير الممرضة الى بكتيريا ممرضة. في سنة ١٩٥٢ بين كل من هيرشي Hershey وكاسي Chase أن الفيروسات البكتيرية (فاج)، عندما تخترق البكتيريا فان ال DNA فقط هو الذي يدخل الخلية البكتيرية العائل وهو الذي يحمل المعلومات الوراثية في داخل الخلية. بينما الغلاف البروتيني للفيروس يبقى خارجاً، وبالتالي يمكن إعتباره المادة الوراثية الكامنة او المولدة. وفي سنة ١٩٥٣ فان واتسن Watson وكرك Crick بينا أن أل DNA يتكون من خيط مزدوج لولبي مُضَفَّر من النيوكليتيدات العديدة مع قاعدة متممة مزدوجة تسمح بتكرار نفسه. وبحلول سنة ١٩٦٠ تبين أن ال RNA الناقل يحمل معلومات من

ال DNA الى السيتوبلازم حيث تصنع البروتينات. وفي سنة ١٩٦١ تبين أن الشفرة الوراثية تقرأ في مجموعات تدريجية (كودونات Codons) كل واحدة منها متكونة من ثلاثة أزواج من القواعد. وفي نفس السنة تبين أن هناك ثلاثة أشكال من الـ RNA هم RNA ناقل ، RNA ناسخ، RNA رايبوسمي، كلها تستخدم في تصنيع البروتين. وفي سنة ١٩٦٤ تبين أنه عند حدوث الطفرة في الجين (تغيرات في القاعدة) فان دور الطفرات في الجين يكون نفس الشيء كما هو دور تغيرات الحمض الأميني في انتاج البروتين الجيني. وفي سنة ١٩٦٦ فان الشيفرة الوراثية أكتشفت الغازها كلية وتحددت القاعدة الثلاثية المتخصصة (تسمى Codons) لكل نوع من الأحماض الأمينية والعكس بالعكس، ومع ذلك فان معظم الأحماض الأمينية يمكن أن تصاغ في رموز شفرية بأكثر من شفرة واحدة.

إن ال DNA متكرر ذاتياً ويوجد في الخلايا كجزيئات طويلة متكونة من ملايين من ازواج النيوكليتيدات (كروموسومات) أو يوجد كجزيئات أصغر متكونة من آلاف أو مئات الالاف من ازواج النيوكليتيدات وهذه تسمى بلازمدز plasmids. بعض هذه البلازمدز تستطيع أن تتجمع وتصبح جزءاً من كروموسوم نفس العائل أو عوائل أخرى. إن الفيروسات تحتوي على كروموسومات ال DNA أو ال RNA .

إن مقدرة الجين على تعديل الكائن الحي يمكن السيطرة عليها بواسطة تسلسل خاص للنيوكليتيدة على أل DNA وعلى RNA الناقل لكل جين. في سنة ١٩٧٠ اكتشف هاملتون سمث Hamilton Smith أول أنزيم مقيد للنواة Restriction nuclease وهو أنزيم يقطع ال DNA في نقط معينة في تسلسل قاعدي خاص. وفي سنة ١٩٧٣ فان بوير وكوهين Boyer and Cohen غرسا جينات غريبة (DNA) في بلازمد ومن ثم ادخلا هذا البلازمد في خلية بكتيرية والتي كررت Cloned البلازمد وال DNA الذي فيه. في سنة ١٩٧٥ فان أجزاءً من أل DNA لجين من الثدييات قد تكاثر في الفيرس البكتيري. وأيضا في نفس السنة فان خلية هجين حصل عليها بواسطة دمج خلية طحال منتجة للجسم المضاد مع خلية ورم نخاع شوكي مستقلة الإنقسام. إن خلية الورم الهجين Hybridoma عندها الطاقة لإنتاج أجسام مضادة

متماثلة غامضة. إن الانزيمات المحددة للنواة تسمح نسبياً بسرعة تحديد تسلسل النيوكليتيدات في ال DNA. وفي سنة ١٩٧٧ فان سانجر ومعاونوه Sanger *et al* حددوا التسلسل الكامل لـ ٥٣٨٦ زوج من القواعد لفاج 174 x ø. وفي نفس السنة أيضاً فقد إكتشف أن معظم الجينات تنشطر وهذا يعني أنها لا تتكون من DNA مرن باستمرار ولكنها تنشق الى قطع عديدة بواسطة DNA غير الجيني. وأيضاً في نفس السنة عرف تماماً أول تسلسل كامل لجين الجلوبين في الثدييات. وفي سنة ١٩٧٩ فان DNA غريب تكرر في خلايا الايوكاريوتك للخميرة. وفي سنة ١٩٨٠ أدخلت جينات غريبة وحملت في خلايا فأر من الثدييات.

مع هذا التقدم الكبير والسريع في الهندسة الوراثية في الكائنات الحية الدقيقة والثدييات، الا انه كان تقدماً بطيئاً الى حد ما في النبات، وهذا لا يقلل من أهمية التطورات التي حدثت في علم النبات في هذا المجال. بدأت مزارع الأنسجة في سنة ١٩٣٤ عندما قرر وايت White أن قمم جذر الطماطم المستأصلة، عندها طاقة غير محدودة في النمو في بيئة سائلة. وفي سنة ١٩٣٩ فان نفس العالم وغيره حصلوا على اول مزارع طويلة الأمد من كالوس Callus الدخان والجزر. وفي سنة ١٩٤٦ فان بول Ball كاثر نباتات بأكملها في المعمل بنقل نسيج حي من قمة الساق. وفي سنة ١٩٥١ تبين أنه يمكن اعادة إكثار النبات بالكامل وذلك باستعمال أجزاء بطول ١٠٠ – ٢٥٠ مليميكرون معزولة من قمة الساق تحمل ورقة أو ورقتين أوليتين. وفي سنة ١٩٥٣ حصل ميور Nuir على خلايا مفردة من الكالوس وأوضح انه يمكن أن تتكاثر في مزارع صناعية. وفي سنة ١٩٥٨ أعلن ستيورت Stewart أن المزارع المكونة من أجزاء الجزر (مزارع معلقة) يمكن أن تستحث لتكوين أجنة، وهذا يعني تكوين أجنة من خلايا جسدية. وفي سنة ١٩٦٠ حصل كوكنج Cocking على بلاستيدات أولية معزولة بواسطة أنزيمات هاضمة لجدر الخلية، وفي سنة ١٩٧١ فان تاكيب ومساعدوه Takebe *et al* كاثروا نبات بأكمله من عزلة بروتوبلاست الطبقة المتوسطة للدخان، وفي نفس الوقت في سنة ١٩٦٦ فان جوها وماهيشوار Guha and Maheswari حصلا على اول نباتات احادية الكروموسومات من حبوب لقاح مزروعة.

إن واحداً من أسبق التطبيقات على مزارع النسج النباتية كان لدراسة الأورام النباتية المتسبة عن البكتيريا أجروباكتيريم تيوميفشنز *Agrobacterium tumefaciens*. وأول مزرعة مستقلة لبكتيريا نامية خارج نسيج التدرن التاجي حصل عليها بواسطة وايت وبرون White and Braun سنة ١٩٤٢. إن طريقة مزارع النسج كانت قد استعملت أيضاً لانتاج نباتات خالية من الكائن الممرض عن طريق زراعات القمم المرستيمية. استعمل بروتوبلاست النبات لدراسة اصابة وتكاثر الفيرس وتأثير المواد السامة (التوكسينات) ولاعادة اكثار النبات أو للحصول على خلايا جسدية احادية الكروموسومات بواسطة دمج البروتوبلاست والذي يظهر درجات مختلفة من المقاومة للكائنات الممرضة المختلفة. إن طريقة الهندسة الوراثية امكن بواسطتها توضيح طبيعة المادة المشجعة على الورم في التدرن التاجي وتوضيح اعادة التركيب الوراثي لفيروسات النبات والبكتيريا. إن الاستعمال المنجز والذي تم للبكتيريا *Agrobacterium* ولفيروسات نباتية معينة كعوامل ناقلة لمواد وراثية غريبة في النباتات يتوقع أن تفتح عصراً جديداً كاملاً في التحولات الوراثية في النباتات وبشير النجاح وطاقة كامنة لا نستطيع تخيلها الآن.

خلال القرن العشرين فان علم أمراض النبات قد نضج واستكمل كعلم. هناك الاف الأمراض وصفت، عرفت كائنات ممرضة، أنواعاً جديدة من الكائنات الممرضة النباتية قد أكتشفت، وتطورت طرق المقاومة. إن الدراسات الوراثية والفسيولوجية للأمراض توسعت كثيراً ومركبات كيماوية جديدة تطورت وتتطور باستمرار لمصارعة أمراض النبات. ومع ذلك فان هذا من المحتمل او ربما يكون بداية فقط لأمراض النبات وللأمل المعلق للمستقبل. إن الخسائر الضخمة في النباتات وفي المنتجات النباتية التي تحدث سنوياً أفضل مذكر وحيد يبين لنا كم هو باق حتى الان لنعرفه عن أمراض النبات وطرق مقاومتها.

أهمية أمراض النبات

أنواع وكميات الخسائر

إن أمراض النبات ذات أهمية بالغة للانسان وذلك لأنها تسبب خسائر للنباتات والمنتجات النباتية، وبالنسبة للملايين من الشعوب في جميع أنحاء العالم التي لا تزال تعتمد على

منتجاتها النباتية في حياتها، فإن أمراض النباتات تشكل الفارق بين الحياة السعيدة والحياة التي ينتابها الجوع أو تكون أمراض النبات سبب المجاعات والموت. إن موت ربع مليون من الشعب الايرلندى نتيجة المجاعة التي حصلت سنة ١٨٤٥ م وجوع الملايين من الناس الذين يعيشون في البلاد النامية الان ويعانون نقص التغذية هي أمثلة تبين أهمية أمراض النبات. أما بالنسبة للبلاد ذات الغذاء الوافر فإن أمراض النبات أيضاً هامة لأنها تسبب خسائر اقتصادية للمزارعين تبدو على شكل ارتفاع اسعار المنتجات بالنسبة للمستهلكين وكذلك تفقد الطبيعة جمالها بإتلاف النباتات المحيطة بالمنازل والمزروعة على جوانب الشوارع وفي الحدائق وفي الغابات.

إن أمراض النبات يمكن أن تحدد أنواع النباتات التي تستطيع أن تنمو في مناطق جغرافية واسعة وذلك باتلافها جميع الأفراد لأنواع معينة من النباتات والتي تكون شديدة القابلية للاصابة بمرض معين. ويمكن تمثيل ذلك بأشجار أبو فروة الامريكية التي كانت أشجار غابات والتي أبيدت في أمريكا الشمالية وذلك بواسطة مرض لفحة أبو فروة، وكذلك أشجار الدردار الامريكي والتي استبعدت نهائياً كأشجار ظل وذلك بواسطة مرض لفحة الدردار الهولني Dutch elm Disease. وكذلك فإن أمراض النبات يمكن أن تحدد أنواع الصناعات الزراعية ومقدار العمالة المستعملة في منطقة معينة وذلك بتأثيرها على كمية ونوع المنتجات الداخلة في التعليب أو في العمليات الصناعية في المنطقة. ومن ناحية أخرى فإن أمراض النبات هي المسؤولة أيضاً عن عملية إنشاء صناعات جديدة وذلك لتطوير الكيماويات والآلات وطرق مقاومة أمراض النبات. وهذه المصاريف السنوية تكلف بلايين الدولارات في أمريكا لوحدها.

إن نوع وكمية الخسائر المتسببة عن أمراض النبات تختلف حسب النبات، المنتجات النباتية، الكائن المسبب للمرض، المنطقة، الظروف البيئية، طرق المقاومة المتبعة أو مجموع هذه العوامل مع بعضها. إن كمية الخسائر قد تتراوح من نسبة بسيطة إلى خسارة ١٠٠٪. إن النبات أو المنتجات النباتية من الممكن أن تنخفض نوعيتها نتيجة إصابتها بالمرض في الحقل

كما هو الحال في معظم أمراض النبات او نتيجة اصابتها بالمرض أثناء التخزين كما هو الحال في أعفان الثمار المخزونة والخضار والحبوب والالياف، وأحياناً يكون التحطيم بواسطة المرض لبعض النباتات او الثمار معادلاً للنموات الكبيرة والانتاج الكبير للنباتات الأقل درجة أو تكوين الثمار الرديئة كنتيجة لإنخفاض المنافسة. وكثيراً ما تكون الخسائر كبيرة نتيجة لانخفاض نوعية المنتجات الزراعية، ومثال ذلك، التبقعات القاتلة، الجرب، التشوهات، واللطع على الثمار والخضار او نباتات الزينة، ومن الممكن أن يكون لها تأثيراً قليلاً على كمية المحصول ولكن المنتجات النباتية تكون ذات نوعية سيئة تقلل قيمتها في السوق.

إن النوعية الرديئة للمنتجات يمكن أن تقلل القيمة التسويقية الى حد كبير بحيث تكون المنتجات غير مربحة او تفقد كلية. في بعض المنتجات مثل التفاح المصاب بجرب التفاح، حتى لو كانت الاصابة منخفضة في حدود ٥٪ فان المرض يمكن أن يخفض السعر الى النصف، بينما في الأمراض الأخرى مثل البطاطس المصابة بمرض جرب البطاطس يمكن أن لا يكون هناك تأثيراً على السعر في السوق مع وجود بعض النقص في الانتاج ولكن يمكن أن يحدث إنخفاضاً كثيراً في السعر خلال سنوات حتى عندما يكون الانتاج غير قاصراً على إغراق السوق. في بعض الأمراض مثل الأرجوت في الشيلم فانه يجعل منتجات النبات غير مناسبة للإستهلاك الآدمي أو الحيواني وذلك بتلويثها بالتركيبات الثمرية السامة.

إن أمراض النبات يمكن أن تسبب خسائر مالية بأى من الطرق غير المباشرة الآتية: - يتحتم على المزارعين أن يقوموا بزراعة الأصناف أو الأنواع النباتية المقاومة للمرض ولكنها أقل إنتاجية أو أكثر تكلفة أو أقل ربحاً تجارياً من الأنواع الأخرى. يجب على المزارعين أن يقوموا برش المبيدات أو بأى طريقة أخرى لمقاومة المرض وما يدخل ضمنها من تكاليف للكيماويات وللآلات واشغال مساحات في المخزن والجهد البشري، تجهيز مستودعات مبردة وعربات نقل وهذا يسبب زيادة التكاليف. إن امراض النبات يمكن أن تقصر الزمن الذي خلاله تكون المنتجات طازجة وسليمة وهذا يجبر المزارعين على بيع منتجاتهم في فترة قصيرة عندما تكون المنتجات متوفرة في السوق بكثرة والاسعار منخفضة. ضرورة فرز المحصول وذلك لابعاد السليم عن المصاب وهذا يزيد تكاليف التعبئة والشحن.

بعض أمراض النبات يمكن في كثير من الحالات مقاومتها كلية بواحدة أو اكثر من الطرق وهذا يسبب خسارة مالية فقط هى تكاليف المقاومة. في بعض الأحيان قد تكون هذه التكاليف مساوية أو اكثر من العائد المتوقع من المحصول كما هو الحال في بعض أمراض الحبوب الصغيرة. وهناك امراضاً لا يوجد طريقة فعالة معروفة لمقاومتها حتى الان. فقط بعض العمليات الزراعية المشتركة والى حد ما استعمال الأصناف المقاومة من الممكن أن ترفع وتزيد كمية المحصول. وعلى أية حال فان معظم امراض النبات، طرق مقاومتها متوفرة وبالرغم من ذلك فانها مسببة للخسارة بالرغم من طرق المقاومة المتبعة، في هذه الحالات فان الفائدة من المقاومة المطبقة تكون غالباً أكثر بكثير من مجموع الخسائر المباشرة من المرض والخسائر غير المباشرة من تكاليف المقاومة.

بالرغم من الأنواع والكميات المختلفة من الخسائر الاقتصادية التي يمكن أن تتسبب عن امراض النبات الا أن المزارعين ذوي المعرفة الجيدة والذين يستعملون الاصناف المقاومة وطرق الزراعة المناسبة والمقاومة الحيوية والمقاومة الكيماوية، فانهم يخططون ليس للحصول على إنتاج محصول جيد فقط في السنوات التي ينتشر فيها المرض بشدة، ولكن أيضا فانهم يحصلون على ربح إقتصادي كبير نتيجة زيادة الأسعار بعد أن يكون المزارعين الاخرين قد عانوا من خسائر كبيرة فى محاصيلهم.

بعض الأمثلة التاريخية والحالية للخسائر المتسببة عن أمراض النبات

منذ آلاف السنين كان الجنس البشري يعتمد على قليل من المحاصيل النباتية لمعيشته وبقائه مثل القمح، الرز ، الذرة، القليل من الحبوب الأخرى، البطاطس وبعض البقوليات زودت الانسان بغذاء دائم في أماكن متخلفة من العالم. نفس النباتات أو القريبة لها استعملت علفاً لكل الحيوانات المستأنسة التي استعملت بعد ذلك لغذاء الانسان أو كمصدر طاقة أو للزينة. وعندما تطورت المجتمعات البشرية زاد طلب الناس على نباتات الألياف للحصول على أقمشة

جيدة. كان القطن ولايزال محصول الألياف الرئيسي، لكن الكتان، القنب، الجوت والسيسل أصبحت مهمة في بعض أنحاء العالم. الخشب والمنتجات الخشبية في البداية كانت كافية لاحتياجات الأدوات، الرفوف والأثاث ولكن حديثاً فإن الصناعات المستعملة في الورق والبلاستيك.. الخ سببت زيادة رهيبة في طلب الخشب. إن الصناعة تقترب أكثر فأكثر من النباتات كمادة خام ومثال ذلك المطاط، الألياف الصناعية، العقاقير وأنواع كثيرة من المركبات العضوية. إن التقدم في متطلبات الحياة خلق زيادة في طلب الكثير والجيد من الثمار، الخضار، السكر، المحاصيل الزيتية التي هي جزء من المكون الطبيعي للوجبات الصحية بالاضافة الى طلب محاصيل الزينة والرفاهية مثل الدخان، القهوة، الشاي والكاكاو. أخيراً فإن النباتات هي دائماً مكون ضروري لبيئة الانسان لأسباب جمالية وكذلك أيضاً لأنها قوة فعالة في توازن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو وكذلك لأنها تمنع الفيضان وانجرافات التربة وكذلك لأنها تزيد من خصوبة التربة وتحسن صفاتها الفيزيائية وذلك بإضافة مواد عضوية إليها.

إن أمراض النبات تؤثر على البقاء، النمو الملائم وعلى الانتاجية لكل نوع من الأنواع النباتية المذكورة سابقاً وبالتالي فإن واحداً أو أكثر من المتطلبات الأساسية لصحة وبقاء الانسان قد تأثر بها منذ وقت اعتماده على الصيد البري وعلى الثمار البرية لاستمرار حياته وبعد أن أصبح أكثر استقراراً واستئناساً وبدأ في العمليات الزراعية وذلك منذ أكثر من ٦٠٠٠ سنة. إن إتلاف الغذاء والمنتجات العلفية وإصابتها بالأمراض كان عاماً وشائع الحدوث في الماضي وتسبب في نقص التغذية والمجاعة والهجرة أو في موت كثير من الناس والحيوانات في كثير من الأحيان.. إن كثيراً من هذه الوقائع قد ذكرت كاملة في الوثائق التاريخية. هناك تأثيرات مماثلة لوحظت موسمياً في المجتمعات الزراعية المتخلفة التي فيها العائلات والجنسيات تعتمد على إنتاجها في الحصول على رزقها . في المجتمعات الأكثر تقدماً فإن خسائر الأمراض في الغذاء وإنتاج العلف يظهر أولاً في خسائر مالية وارتفاع أسعار . ويجب أن لا يغيب عن الأذهان أن فقد الغذاء أو المنتجات العلفية يعني قلة توفرها اقتصادياً في

العالم باعتبار أن كميات الغذاء المتوفرة غير كافية سنوياً، وجماعة من الناس الفقراء في أي مكان ما من العالم سيكونون أسوأ حظاً لوقوع هذه الخسائر عندهم وسيقعون تحت وطأة الجوع.

بعض أمثلة لأمراض النبات التي سببت خسائر كبيرة في الماضي مذكورة فيما يلي : -

أمثلة لخسائر كبيرة سببتها أمراض النبات

أمراض فطرية : -

١ - أصداء الحبوب - منتشرة عالميا - أوبئة حادة بإستمرار خسائر كبيرة سنويا.

٢ - تفحمات الحبوب «منتشرة عالميا - خسائر مستمرة على جميع الحبوب».

٣ - اير جوت الشيلم والقمح - منتشرة عالميا - سامة للانسان والحيوان.

٤ - اللفحة المتأخرة في البطاطس - المناخ البارد الرطب - أوبئة - مجاعة ايرلندا سنة (١٨٤٥ - ١٨٤٦ م).

٥ - التبقع البني في الرز - آسيا - أوبئة - مجاعة البنغال الشهيرة (١٩٤٣ م).

٦ - لفحة أوراق الذرة الجنوبية - امريكا- وباء سنة ١٩٧٠ - خسارة بليون دولار.

٧ - البياض الدقيقي في العنب - منتشرة عالميا - الأوبئة الأوروبية (١٨٤٠ - ١٨٥٩م).

٨ - البياض الزغبي في العنب (أمريكا - اوروبا) الأوبئة الأوروبية (١٨٧٠ - ١٨٨٠ م).

٩ - البياض الزغبي في الدخان (أمريكا - أوروبا) الأوبئة الأوروبية (١٩٥٠ - ١٩٦٠ م) وباء في أمريكا الشمالية سنة ١٩٧٩ م

١٠ - لفحة أبو فروة - أمريكا - أبادت جميع أشجار أبو فروة في أمريكا (١٩٠٤ - ١٩٤٠ م)

١١ – المرض الهولندي في أشجار الدردار (أميركا – أوروبا) أباد جميع أشجار الدردار الامريكية (١٩٣٠ إلى الآن).

١٢ – صدأ القهوة أباد جميع أشجار القهوة في جنوب شرقي آسيا (١٨٧٠ – ١٨٨٠ م). ومنذ ١٩٧٠ موجود في البرازيل.

١٣ – تبقع أوراق الموز أو مرض سيجاتوكا – منتشرة عالميا – خسائر سنوية كثيرة.

١٤ – لفحة أوراق المطاط – جنوب أمريكا – أباد جميع مزارع أشجار المطاط.

الأمراض الفيروسية : –

١٥ – موزايك قصب السكر (منتشر عالميا) خسائر كبيرة في قصب السكر والذرة.

١٦ – اصفرار بنجر السكر (منتشر عالميا) خسائر كبيرة كل سنة.

١٧ – التدهور السريع في الحمضيات (ترستيزا) (افريقيا والأمركيتين) ماتت ملايين من الأشجار.

١٨ – انتفاخ ساق الكاكاو – أفريقيا – خسائر كبيرة باستمرار.

١٩ – جدري البرقوق (شاراكا) – اوروبا – وباء شديد ينتشر على البرقوق والخوخ والمشمش.

٢٠ – الاصفرار المتقزم في الشعير – منتشر عالمياً – مهم على الحبوب الصغيرة عالمياً.

امراض بكتيرية : –

٢١ – تقرح الحمضيات – (آسيا – أفريقيا امريكا البرازيل) أباد ملايين من الأشجار في فلوريدا سنة ١٩١٠ م.

٢٢ – اللفحة النارية لثمار التفاحيات – (أمريكا الشمالية – أوروبا) يقتل العديد من الأشجار سنويا.

أمراض الميكوبلازما

٢٣ - اصفرار الخوخ - (شرق الولايات المتحدة - روسيا) أصاب عشرة ملايين شجرة خوخ.

٢٤ - تدهور الكمثري - ولاية ساحل الباسفيكي وكندا - (١٩٦٠) أوروبا - قتل ملايين من أشجار الكمثري.

أمراض النيماتودا

٢٥ - تعقد الجذور (منتشر عالميا) خسائر بإستمرار في الخضراوات ومعظم النباتات الأخرى.

٢٦ - نيماتودا بنجر السكر الحويصلية. شديدة الخطورة في شمال أوروبا وغرب الولايات المتحدة.

أمراض أخرى من الممكن أن تسبب خسائر كبيرة في المستقبل

الأمراض الفطرية: -

١ - البياض الزغبي في الذرة والسورجوم منتشرة فقط في جنوب شرقي آسيا.

٢ - صدأ فول الصويا أيضا ينتشر من جنوب شرقي آسيا ومن روسيا.

٣ - تعفن المونيليا لجوزة الكاكاو - شديد الوطأة في جنوب أمريكا وينتشر في أماكن أخرى

٤ - صدأ قصب السكر - شديد الوطأة في امريكا وفي أماكن أخرى

الأمراض الفيروسية: -

٥ - موزايك الكاسف الأفريقي، متلف كثيرا في أفريقيا - ورهيب في آسيا والأمريكتين.

٦ - مرض تخطيط الذرة . ينتشر في أفريقيا على قصب السكر، الذرة، القمح.. الخ

٧ - مرض القمة البيضاء في الرز *Hoja blance* متلف في الأمريكتين لحد الآن.

٨ - تقزم قمة الموز - مهلك في آسيا - استراليا - مصر - جزر الباسيفيكي.

الأمراض البكتيرية: -

٩ - لفحة أوراق الرز البكتيرية - متلف في اليابان والهند - منتشرة الآن.

١٠ - الذبول البكتيري في الموز - متلف في الأمريكتين ومنتشر في أماكن أخرى.

الأمراض الميكوبلازمية : -

١١ - الأصفرار المميت في جوز الهند. مهلك في منتصف امريكا وانتشر في الولايات المتحدة.

الأمراض الفيرويدية : -

١٢ - مرض كادانج - كادانج في جوز الهند - أتلف أكثر من ١٥ مليون شجرة في الفلبين حاليا.

الأمراض النيماتودية : -

١٣ - النيماتودا الحافرة - خطيرة على الحمضيات في فلوريدا وعلى الموز في مناطق عديدة.

أمراض النبات والأنتاج العالمي للمحاصيل

يبلغ سكان العالم في هذه الأيام حوالي ٥ بليون نسمة وحسب معدل الزيادة الحالية ٢.١٤ زيادة سنوية فمن المتوقع أن تكون ٥.٤ بليون سنة ١٩٩٠ م، ٦.٧ بليون في سنة ٢٠٠٠، شكل ٤ ، ومن التناقض أن البلدان النامية فيها ٥٧.٦٪ من السكان يعملون بالزراعة وهي ذات انتاج زراعي قليل وإن سكانها يعيشون على وجبات منخفضة المستوى الغذائي، وهي ذات أعلى نسبة زيادة في السكان ٢.٦٤٪. وكنتيجة للتوزيع الجاري الآن للأراضي الصالحة للانسان وعدد السكان، التعليم، المستويات التكنيكية لانتاج الغذاء، والناحية

الاقتصادية العامة للعالم يمكن القول بأنه حتى اليوم هناك حوالي ٨٠٠ مليون نسمة يعانون من نقص التغذية و ٢ بليون نسمة يعانون من الجوع أو سوء التغذية أو كلاهما، ولسد المتطلبات الغذائية لهؤلاء الناس والملايين الجديدة التي تأتي في السنوات القليلة القادمة يجب أن نسلك كل الطرق الممكنة لتزويد العالم بالغذاء وعدم ترك أى طريقة ممكنة. ومن هذه الطرق:-

١ - زيادة الاكارات المزروعة بالمحاصيل (زيادة مساحة الأراضى)

٢ - تحسين طرق الزراعة.

٣ - زيادة الخصوبة والتسميد

٤ - استعمال الأصناف المحسنة

٥ - زيادة الري

٦ - تحسين وقاية النبات

لاشك أن الطرق الخمسة الأولى من المذكورة سابقاً تزيد الغذاء بكميات كبيرة، أما وقاية النبات من الآفات والأمراض يمكن أن تخفض الكمية المفقودة بعد احتمال زيادة إنتاج الغذاء الحاصل باستخدام مناسب للعوامل الأخرى. وقاية النبات، طبعا، كانت ذات أهمية في الماضي ومهمة الآن. مثال على ذلك، لقد ذكر بواسطة الادارة الزراعية في الولايات المتحدة أن في الولايات المتحدة لوحدها، خسائر سنوية ذات قيمة مالية ٩.١ بليون دولار فقدت نتيجة الأمراض، ٧.٧ بليون دولار فقدت نتيجة الاصابة بالحشرات و ٦.٢ بليون دولار فقدت نتيجة الاعشاب . ولكن وقاية النبات أصبحت أكثر أهمية أيضاً حتي في الزراعة المكثفة حيث يزيد تسميد التربة، استعمال أصناف عالية الانتاج متماثلة وراثياً ، زيادة الري وطرق أخرى مستعملة.

إن خسائر المحاصيل الناتجة عن الأمراض والآفات ليست فقط ذات تأثير عالمي على الاقتصاد وتزويد سكان العالم بالغذاء، ولكن هي تؤثر أيضاً على مزارع الافراد سواء كان

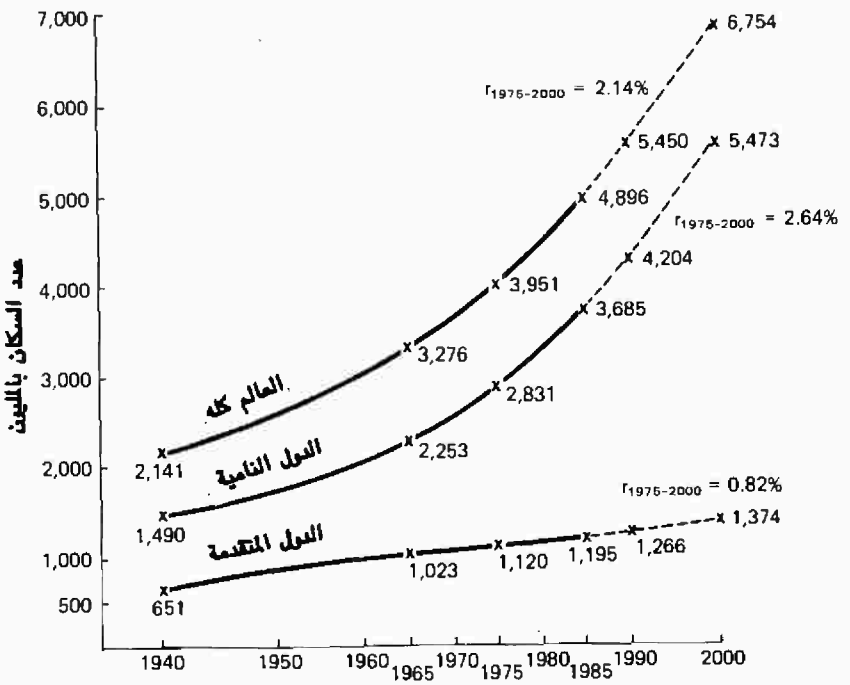
الفرد يزرع المحصول لاستهلاكه مباشرة أو للبيع وبالتالي فان نفقات تكاليف إنتاج المحصول تبقى كما هي، في حين أن خسائر الانتاج نتيجة الأمراض والافات تقلل مباشرة العائد الصافي.

إن جدول رقم ١ يزودنا بتقييم الانتاج العالمي الحقيقي للمحاصيل في سنة ١٩٨٢ ويبين الخسائر التي حدثت في المحاصيل قبل الجمع نتيجة الأمراض، الحشرات والحشائش. وكما هو واضح في الجدول فان كميات ضخمة من المحاصيل لا يمكن زيادة إنتاجها مطلقاً بسبب التدخل المباشر للافات او تتحطم بواسطة الافات.

إن كمية كل فاقد من المحصول بسبب الافات تختلف باختلاف المحصول (مثلاً ٢٣,٤٪ من الثمار، ٣٤,٥٪ من الحبوب، ٥٥٪ من قصب السكر) . إن جدول رقم ٢ يبين أن الفقد في المحصول يختلف حسب تقدم البلد التي ينتج فيها المحصول، أيضاً فان أهمية كل نوع من الافات (أمراض، حشرات، حشائش) تختلف باختلاف المحصول ولكن بشكل عام فان الأمراض والحشرات كل منها يحطم نسبة مئوية مساوية تماماً للآخر ١٢٪ من المحصول قبل الجمع، أما الحشائش ١٠٪ من المحصول والمجموع ٣٣,٧٪ او ثلث قيمة لانتاج العالمي (جدول ١). ويجب أن يضاف الى هذا الفاقد ٩ - ٢٠٪ فاقد بعد الجمع نتيجة الافات، وهذا ما يجعل الفاقد الكلي (قبل وبعد الجمع) للغذاء نتيجة الاصابة بالافات في الولايات المتحدة حوالي ٤٠٪، وبالنسبة للعالم كله يصل الفاقد الى حوالي ٤٨٪ من محاصيل الغذاء بالرغم من جميع طرق مقاومة الافات المستعملة. وهذا فعلاً فاقد كبير في الغذاء المطلوب. ويبدو واضحاً أن الفقد يكون اكثر في البلاد المتخلفة (النامية) منه في البلاد المتقدمة. هناك نقطة أخرى يمكن ملاحظتها وهي بالرغم من أن الأمراض والحشرات تسبب تقريباً فقد متساوٍ في محاصيل العالم عموماً، الا أن الحشرات اكثر سهولة في المقاومة في البلاد المتقدمة عنها في البلاد غير المتقدمة خاصة آسيا، بينما الفاقد المتسبب عن الأمراض يبدو أكثر في البلاد المتقدمة بالمقارنة بما هو موجود في البلاد غير المتقدمة.

إن فاقد المحاصيل المتسبب عن الأمراض، الحشرات، والحشائش يصبح بشكل واضح مرعب ومخيف عندما يتأمل الانسان في إنتشارها بين البلدان ذات درجات التقدم المختلفة. في

البلاد المتقدمة (اوروبا ، امريكا الشمالية ، استراليا، نيوزيلاندة، اليابان، اسرائيل وجنوب أفريقيا) التي فيها فقط ١١.٦٪ من سكانها يعملون في الزراعة وإن تقييم الخسائر والنسبة المئوية للفاقد تعتبر منخفضة عنها في البلاد الأخرى (بقية العالم) (جدول ٢) الذى فيه ٥٧.٦٪ من سكانها تعمل في الزراعة. إن الحالة تصبح أكثر إيلاماً إذا ما قارن الانسان (شكل ٣ مع جدول٢) الذي يشير الى حقيقة أن البلدان غير المتقدمة التي فيها سكان أكثر من البلدان المقتدمة تنتج نسبياً غذاءً أقل وألياف أقل وتعاني كثيراً من الفقد بسبب الأمراض والآفات الأخرى. وإذا أخذنا في الحساب أنواع المحاصيل النامية في المناخات المعتدلة حيث معظم البلدان المتقدمة وفي المناطق الاستوائية حيث توجد البلدان غير المتقدمة فان النسبة المئوية الكلية للفقد تختلف الى حد بعيد حسب القارة كما هو في جدول رقم ٣



شكل رقم ٤

التغيرات السكانية من سنة ١٩٣٧ – ١٩٨٥ والمتوقعة الى سنة ٢٠٠٠ وحسب معدل الزيادة على أساس الفترة من ١٩٧٥ – ١٩٨٢. واستمر الحساب على هذا المعدل لغاية سنة ٢٠٠٠ ، نسبة السكان العاملين في الزراعة ٦ . ١١٪ للدول المتقدمة، ٦ . ٥٧٪ للدول النامية كانت هذه النسبة سنة ١٩٨٢ .

جدول ١ : الانتاج العالمي المقدر للمحاصيل سنة ١٩٨٢ والخسائر التي حدثت قبل الجمع (مليون طن) والنسبة المئوية لخسائر الانتاج العالمي بسبب الأمراض، الحشرات والحشائش

نوع المحصول	الانتاج الحقيقي	الخسائر المقدرة	الانتاج المحتمل	الخسائر المقدرة	النسبة المئوية للفاقد في المحصول			النسبة المئوية للفاقد الكلي في المحصول
		نتيجة الاصابة الامراض الحشرات الحشائش		نتيجة الاصابة بالأمرض	امراض	حشرات	حشائش	
حبوب	١٦٩٥	٨٩٣	٢٥٨٨	٢٣٨	٩,٢	١٣,٩	١١,٤	٣٤,٥
بطاطس	٢٥٥	١٢١	٣٧٦	٨٢	٢١,٨	٦,٥	٤,٠	٣٢,٣
محاصيل جذرية أخرى	٥٥٦	٤٢٠	٩٧٦	١٦٣	١٦,٧	١٣,٦	١٢,٧	٤٣,٠
بنجر السكر	٣١٩	١٠٤	٤٢٣	٤٤	١٠,٤	٨,٣	٥,٨	٢٤,٥
قصب السكر	٨١١	٩٩١	١٨٠٢	٣٤٦	١٩,٢	٢٠,١	١٥,٧	٥٥,٠
بقوليات	٤٥	٢٢	٦٧	٨	١١,٣	١٣,٣	٨,٧	٣٣,٣
الخضروات	٣٦٨	١٤١	٥٠٩	٥١	١٠,١	٨,٧	٨,٩	٢٧,٧
الفواكه	٣٠٢	٩٢	٣٩٤	٥٠	١٢,٦	٧,٨	٣,٠	٢٣,٤
قهوة شاى كاكاو	٨	٧	١٥	٣	١٧,٧	١٢,١	١٣,٢	٤٢,٤
محاصيل زيتية	٢٤٠	١٠٦	٣٤٦	٣٤	٩,٨	١٠,٥	١٠,٤	٣٠,٧
محاصيل الياف	٤٠	١٨	٥٨	٦	١١,٠	١٢,٩	٦,٩	٣٠,٨
الدخان	٦	٣	٩	١	١٢,٣	١٠,٤	٨,١	٣٠,٨
مطاط طبيعي	٤	١	٥	٠,٦	١٥,٠	٥,٠	٥,٠	٢٥,٠
معدل النسبة المئوية للفقد					١١٫٨	١٢,٢	٩,٧	٣٣,٧

ملاحظة : القيمة مقدرة بملايين الاطنان

١ – الانتاج مأخوذة سنة ١٩٨٢ من منظمة الفاو – الكتاب السنوي – منظمة الفاو للزراعة

٢ – النسبة المئوية للفاقد مأخوذ من Cramer سنة ١٩٦٧

جدول٢ : إنتاج المحاصيل لسنة ١٩٨٢ والفاقد قبل الجمع (بملايين الاطنان) والنسبة المئوية للفاقد نتيجة الاصابة بالأمراض، الحشرات ، الحشائش في الدول المتقدمة وغير المتقدمة.

الدول المتقدمة	الدول غير المتقدمة
عدد السكان بالملايين : ١١٨٦	عدد السكان بالملايين : ٣٤٠٥
نسبة العاملين في الزراعة : ١١.٦٪	نسبة العاملين في الزراعة : ٥٧.٦٪
الأراضي الصالحة للزراعة : ٦٧٢٣٣٥ مليون هكتار	الأراضي الصالحة للزراعة : ٧٩٦٢٦٤ مليون هكتار

نوع المحصول	الانتاج الحقيقي مليون طن	الفاقد نتيجة الاصابة امراض حشرات حشائش مليون طن	٪ الفاقد امراض حشرات حشائش	متوسط الفقد للأمراض مليون طن	الانتاج الحقيقي مليون طن	الفاقد نتيجة الاصابة بالامراض الحشرات حشائش ملايين طن	٪ فاقد امراض حشرات حشائش	متوسط الفقد للأمراض مليون طن
حبوب	٨٧٤	١٩٠	١٧.٨	٥١	٨٢٢	٧٠٣	٤٦.١	١٨٧
بطاطس	٢٠٤	٥٩	٢٢.٤	٤٠	٥١	٢٣	٣٢.٠	٢١.٦
محاصيل جذرية أخرى	٢٠٥	٦٤	٢٣.٨	٢٥	٣٥٠	٣٥٦	٥٠.٤	١٣٨
بنجر السكر	٢٩٠	٨٩	٢٣.٥	٣٨	٢٩	١٥	٣٤.٥	٦.٤
قصب السكر	٧٧	٤٠	٣٤	١٤	٧٣٤	٩٥١	٥٦.٤	٣٣٢
بقوليات جافة	١٢	٢.٥	١٧.٢	٠.٨	٣٣	١٩.٥	٣٧.١	٦.٤
خضروات	١٤٥	٤٣	٢٣.٠	١٦	٢٢٣	٩٨	٣٠.٥	٣٦
الفواكه	١٣٨	٣٢	١٩	١٧	١٦٤	٦٠	٢٦.٨	٣٢
شاي قهوة								
كاكاو	—	—	—	—	٨	٥.٩	٤٢.٤	٢.٥
محاصيل زيوت	٩٩	٣٥	٢٦	١١	١٤١	٧١	٣٣.٥	٢٣
محاصيل الياف	١٣	٤.٦	٢٦	١.٦	٢٧	١٣.٤	٣٣.٢	٤.٨
الدخان	٢	٠.٨	٢٩	٠.٣	٤	٢.٢	٣٥.٥	٠.٩
مطاط طبيعي	٠	—	—	—	٤	١.٣	٢٥	٠.٨

الانتاج مأخوذ سنة ١٩٨٢ من منظمة الأغذية والزراعة الكتاب السنوي
النسبة المئوية مأخوذة من Cramer سنة ١٩٦٧ ..

جدول ٣ : النسبة المئوية لجميع الفاقد في الانتاج، نتيجة الاصابة بالأمراض والحشرات والحشائش حسب القارة أو المنطقة.

المنطقة	النسبة المئوية للمنتج الفاقد بسبب الأمراض، الحشرات والحشائش
اوروبا	٢٥
استراليا	٢٨
شمال ووسط أمريكا	٢٩
روسيا والصين	٣٠
امريكا الجنوبية	٣٣
افريقيا	٤٢
آسيا	٤٣

أخذت هذه المعلومات من كتاب H. H. Cramer (إنتاج ووقاية المحاصيل) المترجم من الالمانية بواسطة J. H . Edwards.

تأثير تغييرات طرق الزراعة والمجتمعات البشرية على تطور وإنتشار أمراض النبات: -

لقد شهدت العقود المتعددة الأخيرة زيادة سريعة في عدد السكان في العالم مما نجم عنه نقصاً في الغذاء وكثرة إنتقال الناس والمنتجات الزراعية خلال الكرة الأرضية وزيادة سريعة في المعرفة في جميع الحقول، مثل التصنيع وزيادة تعاون العلماء والحكومات في حل المشاكل العامة لمناطق عديدة من العالم. ونتيجة لكل هذا، هو ظهور طرق زراعية جديدة متطورة وذلك لمواجهة المتطلبات الغذائية والاقتصادية للمزارعين ولشعوب العالم. وعلى أية حال فان كل هذه التغييرات في المجتمعات البشرية وفي الطرق الزراعية، أصبحت ذات تأثير على أنواع وشدة تطور ومعدل سرعة إنتشار الأمراض التي تهاجم نباتات المحاصيل.

إن تحسين نباتات المحاصيل بواسطة تربية أصناف عالية الانتاج تبين ولايزال هو أرخص وأحسن طرق زيادة انتاج المحاصيل، وهذا يحدث مع كل نوع لوحده من نباتات المحاصيل المزروعة. وعلى أية حال فان طرق تربية النبات حصلت على نجاحها الكبير وكانت مسئولة عن الارتفاع المفاجيء والهائل في إنتاج الغذاء.

إن ما يسمى بالثورة الخضراء في حالة أصناف القمح عالية الانتاج المتقزمة ونصف المتقزمة والتي أيضا مقاومة لبضع سنوات على الأقل لمرض صدأ الساق، هذه الأصناف أنتجت وانتشرت اولا بواسطة المركز الدولي لتحسين القمح والذرة في المكسيك، إن هذه الثورة لم تسبب زيادة انتاج القمح فقط في المكسيك من منتصف سنة ١٩٦٠ م ما قيمته ٦.٥ ضعف انتاجها سنة ١٩٤٥ م وإنما أيضاً غيرت موقف المكسيك من بلاد مستوردة للقمح إلى بلاد مصدرة له وهي ذات سلوك متشابه وذات انتاجية مشابهة في أفريقيا وآسيا.

ولكي تنتج هذه الأصناف إنتاجاً عالياً، يجب أن يعمل لها عدة عمليات زراعية متقنة (قاسية) يجب أن تزاد كثافة النباتات في الاكار وأن يتغير ميعاد الزراعة ويجب استعمال مستوى عالي من الاسمدة المكثفة وزيادة عدد مرات الري. بعد تلك الثورة سريعاً ما زرعت مساحات شاسعة بقليل من الاصناف المتقزمة عالية الانتاج والمتماثلة وراثياً. الا أنه في مناطق عديدة فان الكائنات المرضة المحلية أو سلالات محلية من الكائنات المرضة هاجمت الأقماح المتقزمة وكمثال على ذلك فإن إحدى زراعات القمح في الهند، غرب باكستان، افغانستان وتركيا زادت تقريبا من ٢٣ ألف أكار في سنة ١٩٦٦ إلى ٣٠ مليون أكار في سنة ١٩٧١ وذلك بدلا من مئات الأصناف المحلية وأصبحت في مواجهة عديدا من الكائنات المرضة الجديدة أو سلالات جديدة من الكائنات المرضة. وإذا ما هوجمت هذه المحاصيل المتماثلة وراثيا والمنزرعة في مساحات واسعة بكائنات ممرضة قوية أو بسلالات جديدة قوية متوقع ظهورها، فإن أوبئة مدمرة يمكن أن تحدث في وقت قصير. هناك سلالات جديدة معروفة وبيوتايب (نوع حيوي) Biotypes من صدأ الساق الأسود (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) صدأ الأوراق *P. recondita* ، الصدأ المخطط *P. striiformis* عرفت وسببت الأوبئة القاسية في بعض المناطق

وقللت إنتاج الأصناف المتقزمة بحوالي ٥٥٪. إن تبقع الأوراق السبتوري *Septoria* في نفس المناطق أو غيرها وكذلك تبقع العصيفات سببت أيضاً خسائر كثيرة في بعض الأصناف المتقزمة. ومثال على ذلك فإنه في بلاد البحر الأبيض المتوسط فإن السبتوريا تقريباً سببت الاتلاف التام لاحدى الأصناف المتقزمة مسببة خسائر في الانتاج تتراوح ما بين ٨٠ – ٨٧٪. إن كثيراً من الأقماح المتقزمة قابلة للأصابة بالبياض الدقيقي بينما الاخرى أكثر قابلية من الأصناف المحلية القديمة لأمراض لفحة البادرات، الايرجوت، التفحمات او لبعض أنواع البكتيريا المحلية، الفيرس أو أمراض النيماتودا. هناك الآن برامج تربية محلية كجزء أساسى من برامج مركز أبحاث تحسين المحاصيل في المكسيك بعد الفقد الكبير الذي حصل في الأصناف الأصلية المستعملة ثانية. أن البرامج المحلية أنجزت أصنافاً متكيفة مع البيئة لدمجها مع مقاومة الكائنات المرضة المحلية

هناك ثورة خضراء مماثلة وقعت فيما يتعلق بتحسين أصناف الرز وذلك بواسطة المعهد الدولي لأبحاث الرز في الفلبين. لقد اكتشفت أصناف رز جديدة متقزمة غير قابلة للرقاد تستجيب ايجابيا للأسمدة النيتروجينية العالية وذات انتاج عال وانتشرت كثيرا في جنوب شرقي آسيا وأماكن أخرى كثيرة. إن كثيرا من هذه الأصناف سريعا ما أصبحت قابلة للاصابة بالأمراض مثل اللفحة البكتيرية المتسببة عن زانتوموناس أورزي *Xanthomonas oryzae* وتخطيط الأوراق البكتيري المتسبب عن زانتوموناس أورزيكولا *X. oryzicola* وهذان المرضان لم يكونا معروفين أو غير هامين عندما كانت تزرع الأصناف المحلية القديمة. ولكن الآن نظرا لزيادة الأسمدة النيتروجينية والزراعة المضاعفة في مساحات واسعة بالأصناف المتماثلة وراثيا Homogeneous أدت نسبيا إلى كارثة. في بعض البلدان فإن لفحة الرز المتسببة عن الفطر بايريكيولاريا أورزي *Pyricularia oryzae* أصبحت أيضا خطيرة على أصناف الرز الجديدة ذات التسميد النيتروجيني العال.

إن الحاجة لتخفيض تكاليف انتاج حبوب الذرة الهجين ذات الانتاج العالي أدت إلى البحث عن وتطوير النبات الذكر العقيم الذي لا يحتاج إلى ازالة النورة المذكرة. وهذا قاد إلى

الهجن التي كانت متماثلة وراثيا في حملها في السيتوبلازم ميزة عقم الذكر وإن نفس السيتوبلازم هو يحمل أيضاً جين جعل هذه الهجن قابلة للاصابة بالسلالة السابقة غير المهمة للفطر *Helminthosporium maydis* وكنتيجة لذلك فإن لفحة أوراق الذرة الجنوبية أبادت أكثر من ما قيمته بليون دولار من الذرة في الولايات المتحدة في سنة واحدة فقط.

إن اتساع الري في فنزويلا حقق امكانية انتاج محصولين من الرز في السنة بينما كان يزرع محصول واحد فقط من قبل ذلك. وكنتيجة لذلك فإن انتشار المرض الفيروسي الخطير (الورقة البيضاء) حدث بسبب الظروف الجديدة المناسبة لتكاثر وانتشار الناقل الحشري للفيروس من محصول رز إلى المحصول الآخر من الرز. وكذلك فإن الري بمعظم طرق الري، غمر، أثلام، تنقيط، أيضاً يزيد أعداد التجمعات وينشر كثيراً من المسببات المرضية (فطرية، بكتيرية، نيماتودا) التي تؤثر على الجذر والاجزاء السفلى من الساق. وعلى أية حال فان استعمال الري بالتقطير الذي يسمح باقتصاد كبير في الماء واستعمال ماءً مالحاً الى حد ما، واستخدام الأراضي غير العقيمة والمتوافقة مع التسميد، والري تحت المهاد البلاستيكية، وري الأراضي المنحدرة تقلل أو تستبعد بشكل عملي، كثيراً من الأمراض مثل الانثراكنوز، البياض الدقيقي وتبقع الاوراق واللفحات. إن ندرة وزيادة تكاليف الجهد البشري ووقود الالات وما يتعلق بزيادة رطوبة التربة وإنجراف التربة بالاضافة الى النجاح في مقاومة الحشائش من خلال استعمال مبيدات الحشائش ادت الى نتيجة كبيرة في زيادة المساحة المزروعة (الاكارات) بالمحاصيل المزروعة تحت بعض أنواع نظم الحراثة السطحية أو بدون حراثة. هذه النظم تتضمن احياناً دورة زراعية، ترييح الأرض (تركها سنة بدون زراعة) المحاصيل المتعددة، تحميل المحاصيل على بعضها (محصولين في حقل واحد في موسم واحد). إن كثيراً من الكائنات الممرضة للمجموع الخضري في المحاصيل تطول مدة بقاؤها حية وتسبب امراضاً شديدة في حالة استعمال الحد الأدنى من الحراثة عنه عندما تطمر بقايا النبات بالحراثة العميقة، ولكن امراضاً أخرى مثل عفن الساق في السورجوم والذرة المتسبب عن الفطر فيوزاريوم مونيليفورم *Fusarium moniliforme* تقل فجأة خاصة عند استعمال نوعين مختلفين من المحاصيل في نظام الحراثة السطحية.

إن تطعيم الأصناف على أصول مختلفة إما لضمان نقاوة الصنف وإما لتزويد المقاومة لعامل ما يكون الصنف قابلاً للاصابة به، غالباً ما يؤدي الى تعقيدات وخسائر كبيرة بالاضافة الى الصفة البستانية المحضة وهي عدم توافق الطعم مع الأصل، فان الأصول غالباً ما تحمل فيروسات كامنة أو ميكوبلازما تكون ضارة للطعم. ومثال على ذلك أصول إيست مولنج كلونال East malling Clonal المستعملة لتكاثر شجرة التفاح خضرياً. هناك كائنات ممرضة جديدة في بعض الأحيان تهاجم الأصول من خلال التربة، مثال ذلك، *Fusarium javanicum var. ensiforme* تهاجم أصول القرعيات التي يطعم عليها خيار الصوبات الزجاجية وذلك لأن الأصول كانت مقاومة لـ *F.oxysporum*، وأخيراً فان الأصول المقاومة بالحساسية الفائقة قد تظهر قابلية للاصابة بالفيروسات والميكوبلازما التي نقلت بالناقل الحشري الى طعوم قادرة على الاحتمال، كما حصل مع فيرس ترستيزا الحمضيات مسبباً تدهور أشجار البرتقال السكري المطعومة على أصول برتقال حامض وكذلك مع الميكوبلازما المسببة تدهور أصناف الكمثرى المطعومة على كمثرى شرقية. في هذه الحالات فان تحلل اللحاء تحت منطقة إتحاد الطعم بالأصل مباشرة كنتيجة للمقاومة بالحساسية الفائقة في الأصول تسبب تدهور وموت الأشجار. ومن ناحية أخرى فان أصناف التفاح واللوزيات المقاومة بالحساسية الفائقة لفيرس التبقع الحلقي في الطماطم تصبح ذات بقع ميتة (نكروتك) عند إتحاد الطعم بالأصل وتتدهور وتموت عندما تطعم على أصول معينة متحملة للفيرس، ومن ثم يحمل الفيرس الى الأصل بواسطة النيماتودا الناقلة له.

غالباً ما ينتج عن ميكنة الأعمال الزراعية عدداً من مشاكل أمراض النبات، تكون هذه عادة نتيجة غير ملحوظة وتلويث غير مميز للمحاريث والحصادات والنقالات وأجهزة المزرعة بالكائنات الممرضة لدى إتصالها بنباتات مريضة أو بتربة ملوثة وزيادة توزيع ونشر هذه الكائنات الممرضة على منتجات أخرى، حقول أخرى أو أجزاء أخرى من نفس الحقل إذا كان واسعاً.

إن زيادة استعمال وكميات الأسمدة خاصة النيتروجينية لانتاج غلة وافرة، بشكل عام يعتبر زيادة في شدة الأمراض مثل أمراض البياض الدقيقي، اصداء، واللفحة النارية متسببة

عن كائنات ممرضة تفضل أنسجة عصارية حديثة، ولتقلل الأمراض المتسببة عن كائنات ممرضة التي تهاجم في البداية أنسجة ناضجة أو في طور الشيخوخة. وعلى أية حال إنه يعرف الآن وبشكل عام أن شكل النيتروجين (نترات أو أمونيوم) المتوفر للعائل أو الكائن الممرض يؤثر على شدة المرض أو المقاومة بالمقارنة مع كمية النيتروجين. في حالة أخرى فان زيادة التسميد تؤثر على قابلية النبات للأصابة بالأمراض، وهذا يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في الجهود الرامية لزيادة الانتاجية عن طريق التسميد.

مبيدات الحشائش التي تستعمل بازدياد في الحقول المزروعة يمكن أن تسبب اضراراً مباشرة للمحاصيل النباتية المزروعة، ولكنها أيضاً تؤثر على كائنات التربة الممرضة وعلى الكائنات الدقيقة في التربة المضادة للكائنات الممرضة. هناك كميات أخرى كثيرة مثل الأسمدة المبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية تغير أنواع الكائنات الدقيقة التي تبقى وتزدهر في التربة وهذا في بعض الأحيان يؤدى الى خفض اعداد المفترسات النافعة والكائنات الدقيقة المضادة للكائنات الممرضة أو لناقلاتها. إن استعمال المبيدات الفطرية ومبيدات الافات الأخرى النوعية ضد كائن ممرض معين غالباً ما يؤدي الى زيادة اعداد وشدة المرض المتسبب عن كائنات ممرضة أخرى لا تتأثر بالمبيد النوعي للافة. هذا يحدث حتى مع زيادة بسيطة في المبيدات الفطرية الجهازية التي لها مجال كبير في إبادة الافات، مثال ذلك، البينومايل الذي يقاوم غالبية وليس كل الكائنات الممرضة. حيث أنه في المناطق التي تستعمل فيها مثل هذه المبيدات الفطرية بانتظام وعلى نطاق واسع فان بعض الفطريات مثل الفطر بثيم *Pythium* والتي لا تتأثر بها يمكن أن تصبح أكثر أهمية ككائنات ممرضة عنها عندما تستعمل مبيدات فطرية أخرى أكثر عمومية (مبيدات شاملة).

إن استعمال مبيدات الآفات لمقاومة أمراض النبات والافات الاخرى قد ازداد بشكل مضطرد وبمعدل ١٤٪ سنوياً منذ منتصف الخمسينات. وفي سنة ١٩٧٧ حوالي ٢.٣ بليون كيلو غرام (٥ بليون باوند) من مبيدات الافات متضمنة مبيدات فطرية، مبيدات حشرية ومبيدات حشائش أضيفت على المحاصيل العالمية كل سنة. ويمكن القول أنه بحلول سنة ٢٠٠٠

م فان الاستعمال العالمي للمبيدات يكون أكثر من ٣ بليون كيلو غرام سنوياً. حتى الان فان حوالي ٣٥٪ من جميع المبيدات المستعملة تستخدم في امريكا وكندا، ٤٥٪ منها في اوروبا وال ٢٠٪ الباقية تستخدم في بقية أنحاء العالم. ومن المحتمل أنه كلما تحولت البلدان غير المتقدمة الى بلدان متقدمة فان استعمال المبيدات سوف يزداد بشدة. هناك قليل من الشك في أن استعمال المبيدت يزيد إنتاجية المحاصيل في معظم الحالات التي استعملت فيها وذلك لأن تكاليف الانتاج، التوزيع واستعمال المبيدات هو طبعاً شكلاً آخر من الخسارة الاقتصادية المتسببة عن أمراض النبات والافات (جدول ٢)، وزيادة على ذلك فان هذه الكميات الهائلة من المواد السامة تسبب اضراراً لبيئتنا لانها تنتشر فوق محاصيلنا النباتية عدة مرات كل سنة.

إن المدركات العامة للتأثيرات المباشرة وغير المباشرة والتراكمية لمبيدات الافات على الكائنات عدا عن الافات التي تستعمل لمقاومتها ادت الى زيادة التأكيد على حفظ البيئة. وكنتيجة لذلك فان كثيراً من مبيدات الافات يجب عدم استعمالها او تكون محدودة في استعمالها ووظائفها ويجب أن يسود بدلاً منها مواد أخرى أقل تأثيراً، أو مبيدات آفات اكثر تخصصاً أو بأخرى اكثر تكاليف أو طرقاً أكثر فعالية في المقاومة. إن الاهتمام والجهد لمقاومة أمراض النبات والافات الاخرى بالطرق الحيوية والزراعية لاتزال في طور النمو بينما في نفس الوقت فرضت قيودا كثيرة في الاختيار وترخيص واستعمال مبيدات الآفات ويجب على منتجي المبيدات إظهار بيانات أكثر توضيحاً وتفصيلاً عن تأثير وسمية وبقاء كل مبيد ويجب ان يكون استعماله مرخصا على كل محصول سوف يستعمل له. وزيادة على ذلك في بعض البلدان فإن كل الرشاشات التجارية المتوقعة في المستقبل يجب أن تمر باختبار وترخيص قانوني لاستعمالها في رش المبيدات على المحاصيل النباتية.

إن الرغبة في استعمال أقل وأسلم المبيدات تبطل بزيادة طلب المستهلكين خلال عشرات السنوات الأخيرة على الانتاج نو النوعية الجيدة خاصة الثمار والخضار الخالية من أي نوع من العيوب المتسببة عن أمراض أو حشرات. إن أي تغير في موقف المستهلكين في طلب انتاج نوعيات أقل اسرافاً في الجمال من الممكن أن يقلل استعمال المبيدات ويقلل إفساد مواد غذائية كاملة كليا، ولكن مثل هذا التغيير في الموقف قد لا يحصل في وقت قصير من الآن.

إن اقتصاديات الانتاج الزراعي تستمر تدعو إلى دمج المزارع الصغيرة في مزارع اخرى ذات مساحات واسعة غالبا ما تكون مكرسة للزراعة الأحادية (زراعة محصول واحد) محصول واحد مربح أو طور واحد منه. لقد أصبحت الزراعة الأحادية أكثر الحاحا للميكنة، بعد ذلك فإن المحاصيل المختلفة سوف تتطلب نفقات اضافية للآلات الخاصة الضرورية للبذر والزراعة والرش والجمع والتخزين والتعامل مع المحاصيل المختلفة. إن التركيز في مساحات مترامية في الحقول الكثيرة ولنباتات كثيرة من نفس النوع والصنف، على أية حال، يسبب كثيراً من المخاطر النوعية خاصة ظهور أو إدخال وسرعة انتشار الكائن الممرض المهلك.

في السنوات الحديثة تميل المؤسسات التجارية الزراعية للتخصص في الأنتاج السنوي من الشتلات أو العقل، مثال ذلك الطماطم الفراولة والأقحوان والتي هي بالتالي تباع إلى مزارعين تجاريين في جميع أنحاء العالم، هذه الأجزاء تحمل معها الخطر ليس فقط كمرض مهلك ينتشر بسرعة في تلك المزرعة ولكن الأكثر أهمية أن المرض المهلك يحمل على وسيلة التكاثر لبقية القطر وإلى العالم. وهذا حدث فعلا في صدأ الأقحوان الذي انتشر من اليابان إلى جنوب افريقيا ومن هناك إلى الكرة الأرضية كلها.

إن زيادة انتشار مشاتل جميع أنواع الأصول وانتاجها على نطاق عالمي أصبح عاملاً هاما في نشر أو ظهور عديداً من الأمراض الجديدة في بقاع كثيرة من العالم. في البلاد المتقدمة زراعيا هناك مفتشين في الحجر الزراعي النباتي في كل ميناء أو مدخل عن طريقهم يوقف كثيرا من الكائنات الممرضة والآفات الأخرى. ولكن كثيرا من الكائنات الممرضة مع ذلك تتسرب، وبالتالي إذا ما حدث مثل هذا وحملت إلى أي منطقة حيث البيئة مناسبة ووجود نباتات عائل قابلة للاصابة عندها يمكن أن تظهر أمراضاً جديدة. إن الفرصة لظهور أمراض جديدة كبيرة جداً في البلاد غير المتطورة حيث تستورد الأصناف المحسنة باستمرار من البلاد المتطورة الأخرى. إن وسائل التكاثر المستوردة، في كثير من الأحيان تحمل كائنات ممرضة قد تكون خطيرة ليس فقط على نفس الصنف وإنما تكون أكثر خطورة لبعض أو لكل الأصناف المحلية لنفس النوع والأنواع القريبة له. زيادة على ذلك، حتى عندما تكون وسائل التكاثر

المستوردة خالية من المرض وزرعت في مناطق واسعة جديدة أو في قطر، فمن الممكن أن تهاجم بإحدى الكائنات الممرضة الموجودة محليا أو سلالات الكائنات الممرضة، وهذا قد يؤدي إلى ظهور وباء غير متوقع وفشل الصنف الجديد.

إن ازدياد الرحلات للسياحة أو للعمل تشارك وبدون شك في إدخال بعض الكائنات الممرضة النباتية إلى مناطق جديدة ولكن لا يعرف حالات خاصة في ذلك.

إن التصنيع وزيادة حركة المواد الضارة للنباتات في اتجاهات مبشارة كثيرة. انتاج ملوثات الهواء بالمصانع، السيارات، الطائرات، تسبب اضرارا مباشرة لغالبية النباتات وتقلل نموها وانتاجيتها. كذلك فإن كثيرا من الأراضي المنتجة تتحول باستمرار إلى مناطق سكنية واسعة، مصانع ضخمة معقدة، مراكز تجارية، حدائق عامة، طرق عامة وشوارع صغيرة. لقد قدرت المباني في الولايات المتحدة وكندا، التي هي فقط على الطريق العام، فوجد أنها تحتل ربع مليون آكار من الأراضي الزراعية وأكثر من ذلك في أراضي المراعي الفقيرة في سنة واحدة. في الولايات المتحدة هناك ٢ مليون آكار من الأرض يحول كل سنة من الاستعمال الزراعي إلى استعمالات غير زراعية، يضم (٤٢٠٠٠٠) آكار للتطورات المدنية ومساحة مثلها للخزانات ومقاومة الفيضانات، وتقريبا حوالي مليون آكار للحدائق (للنباتات البرية والحيوانات البرية). وإن مساحة الأراضي المزروعة تقلل سنوياً بمعدل ٣٪. إلى أي مدى يمكن أن يستمر ذلك قبل أن نفقد الأرض المنتجة للغذاء؟.

تشخيص أمراض النبات

مقدمة

الكائن الممرض أو البيئة : -

لتشخيص أي مرض نباتي فإنه من الحكمة أن نقرر أولا فيما إذا كان المرض يتسبب عن كائن ممرض أو عامل بيئي. في بعض الحالات التي تظهر فيها الأعراض النموذجية للمرض أو توجد علامات الكائن الممرض فإنه يبدو واضحا وبسهولة للشخص ذو الخبرة أن يقرر ليس فقط، فيما إذا كان المرض يتسبب عن كائن ممرض أو عن عامل بيئي، وإنما بأي واحد منهم. في كثير من الحالات يلزم مقارنة الأعراض مع تلك المذكورة في (فهارس العائل) وهي كتب مرتب فيها الأمراض المعروفة ومسبباتها ومخصصة لكل عائل نباتي، أو لتلك الكتب التي تشبه سلاسل ملخصات مجلة American Phytopathological Society تساعد بشكل ضيق معرفة المسببات الحقلية المحتملة وغالباً ما تساعد في تعريف مسبب المرض. وعلى أية حال ففي معظم الحالات يلزم إختبارات مستفيضة للأعراض وتحقيق في الصفات بجانب الأعراض الواضحة تكون ضرورية للتشخيص السليم.

الأمراض المعدية: -

إن الأمراض المتسببة عن كائنات ممرضة (فطريات، بكتيريا، نباتات راقية متطفلة، نيماتودا، فيروسات، ميكوبلازما ووحيدة الخلية) تتميز بوجود هذه الكائنات المرضة على سطح هذه النباتات (بعض الفطريات، البكتيريا، نباتات راقية متطفلة والنيماتودا) أو بداخل النباتات (غالبية الكائنات المرضة). إن وجود مثل هذه الكائنات المرضة في حالة نشطة على سطح النبات يدل على احتمال كونها مسببة للمرض. بالاستطاعة اكتشافها وتعريفها، في بعض الحالات، تحديدها بالعين المجردة الخبيرة أو بعدسة مكبرة (بعض الفطريات، كل النباتات الراقية المتطفلة، بعض النيماتودا) أو في أحيان كثيرة تكون بالفحص الميكروسكوبي

(فطريات، بكتيريات والنيماتودا) إذا لم يوجد مثل هذه الكائنات المرضة على سطح النباتات المريضة عندها سوف يكون من الضروري البحث عن أعراض اضافية وخاصة بالنسبة للكائنات المرضة الموجودة داخل النبات المريض (شكل ٣) وعادة ما تكون هذه الكائنات المرضة على حواف الأنسجة المصابة، الأنسجة الوعائية أو في قاعدة النبات وعلى أو في جذوره.

امراض متسببة عن نباتات راقية متطفلة : -

إن وجود نبات راقي متطفل (مثال ذلك حامول، دبق، عشبة الساحرة، هالوك) نامياً على نبات يكون كافياً لتشخيص المرض.

امراض متسببة عن نيماتودا : -

إن وجود أنواع نيماتودا متطفلة نباتية على أوراق في النبات أو في منطقة الجذور والتي يمكن تمييزها عن الأفراد غير المتطفلة بواسطة المسبار (الرمح) الذي تمتلكه يدل على أن النيماتودا على الأرجح هي الكائن المرض المسبب للمرض أو على الأقل داخله في انتاج هذا المرض. وإذا أمكن تعريف النيماتودا ووضعها تحت النوع أو الجنس المعروف التابعة له والمسبب لمثل هذا المرض عندها يكون تشخيص المرض على درجة كبيرة من الصحة.

امراض متسببة عن فطريات وبكتيريا : -

عندما يوجد ميسيليوم فطري وجراثيم أو بكتيريا على المنطقة المصابة من نبات مريض. هناك احتمالان يجب أخذهما بعين الاعتبار : -

١ - الفطر أو البكتيرية من الممكن أن تكون المسبب الحقيقي للمرض.

٢ - من الممكن أن يكونا من احدى الفطريات أو البكتيريات المترممة الكثيرة التي يمكن باستطاعتها أن تنمو على الأنسجة النباتية الميتة عندما يموت النبات نتيجة لبعض المسببات الأخرى حتي من فطريات أو بكتيريات أخرى.

فطريات : -

لتحديد فيما إذا كان الفطر المشاهد هو كائن ممرض أو - رمي - يبدأ بالدراسة الميكروسكوبية للشكل الخارجي لميسيليوم الفطر، التركيبات الثمرية والجراثيم. عندئذٍ فإن الفطر يمكن تعريفه ويمكن مقارنة ذلك في الكتب المناسبة المتخصصة بالفطريات أو في أمراض النبات، لكي نعرف فيما إذا كان قد سجل هذا الكائن كممرض أم لا، خاصة على النبات الذى وجد عليه. إذا كانت الأعراض المتسببة على النبات متطابقة مع تلك المذكورة في الكتب والتي تتسبب عن ذلك الفطر المعين عندها فان تشخيص المرض يكون فى أغلب الحالات، يعتبر كاملا. إذا لم يعرف مثل هذا الفطر مسببا مرضا على النباتات خصوصا عندما يكون واحدا له أعراضا مشابهة للأفراد التي تحت الدراسة عندها فإن الفطر الموجود يمكن اعتباره رمي أو ربما لم يذكر سابقا انه ممرض للنبات يجب أن يستمر البحث عن وإثبات مسبب المرض. في حالات كثيرة فإنه لا التركيبات الثمرية ولا الجراثيم تظهر ابتداء على أنسجة النبات المريض، عندها فإنه لا يوجد تعريف للفطر يكون ممكناً. لبعض الفطريات هناك بيئة غذائية خاصة تكون متوفرة للعزلات المنتقاة، التعريف أو لتشجيع التجرثم. وبعض الفطريات الاخرى، تحتاج الى أن تحضن تحت حرارة معينة، تهوية أو اضاءة معينة لتكوين الجراثيم، وعلى أية حال فانه في معظم الفطريات فان التركيبات الثمرية والجراثيم تنتج في النسيج المريض إذا ما وضع النسيج هذا في تجويف رطب من الزجاج البلاستيك.. الخ) يعني وعاءً فيه اوراق نشاف رطبة أضيفت لزيادة رطوبة هواء الوعاء.

البكتيريا : -

إن تشخيص المرض البكتيري وتعريف المسبب البكتيري مبنياً اولاً على أعراض المرض، استمرار وجود اعداد كبيرة من البكتيريا في المنطقة المصابة وغياب اي كائن ممرض آخر عنها. وبما أن البكتيريا صغيرة (٠,٨ X ١ -٢) ميكرون وهي برغم ذلك يمكن أن ترى بالميكروسكوب المركب وهي كلها عصوية دقيقة ولا تملك صفات مورفولوجية مميزة لتعريفها. ويجب أن يؤخذ الحذر (لذلك الغرض) لاستبعاد امكانية أن البكتيريا المشاهدة هي رميات

ثانوية وهذا يعني أن البكتيريا نامية في نسيج قتل ببعض المسببات الأخرى. هناك بيئة نقية متوفرة للزراعات النقية تقريباً لجميع البكتيريا المرضة للنبات بحيث تظهر خالية من الرميات الشائعة، عندها يمكن تعريف الجنس وحتى يمكن تعريف بعض الأنواع. إن أسهل وأنجح طريقة لإثبات أن البكتيريا الملاحظة هي الكائن المرض يكون من خلال عزل البكتيريا وتنميتها في بيئة نقية واستعمال المستعمرة المفردة لاعادة حقنها في نبات عائل قابل للاصابة معيدة أعراض المرض ومقارنة هذه الأعراض مع تلك الناتجة عن نوع معروف من البكتيريا. والطرق الأكثر حداثة هي طريقة التشخيص المناعي متضمنة التلبد والترسيب، صبغة فلورسنت الجسم المضاد، إختبار مناعة الادمصاص الأنزيمي المترابط، إستعملت لكشف وتعريف البكتيريا المرضة للنبات. إن مثل هذه الطرق حساسة الى حد بعيد ونوعية، سريعة وسهلة الانجاز وتعتبر قياسية تقريباً وأن المصل المضاد للبكتيريا الموثوق به سيكون متوفراً لإختبار التشخيص السيرولوجي للبكتيريا المرضة للنبات.

إن تعريف البكتيريا الوعائية شديدة الحساسية (التي كانت تسمى فيما مضى ركتسيا شبيهة بالبكتيريا) وتشخيص امراض النبات الوعائية التي تسببها هو أكثر صعوبة. إن البكتيريا شديدة الحساسية صغيرة الى حد بعيد ومن الصعوبة أو من المستحيل أن تشاهد تحت الميكروسكوب الضوئي، ومع ذلك يمكن مشاهدتها بواسطة التباين الجانبي وطبعاً بواسطة الميكروسكوب الالكتروني بالاضافة الى أنها موجودة بأعداد قليلة جداً فقط في الخشب أو في عناصر اللحاء لعوائلها وكذلك يصعب العثور عليها. بالاضافة الى ذلك فان أي من هذه البكتيريا لم تستطع أن تنمو على البيئات البكتيرية العادية، مع أن قليل منها يمكن أن يُنمى على بيئة صناعية. ولقد عملت أمصال مضادة لكثير منها وبالتالي فان طرق التشخيص السيرولوجي خاصة طريقة صبغ الجسم المضاد بالفلورسنت مفيدة الى حد بعيد لاكتشافها وتشخيصها. أيضاً فان بعض هذه البكتيريا حساسة للبنسلين ومعظمها حساس للتتراسيكلين والمعاملة بالحرارة وبالتالي فان هذه العوامل بالاضافة الى مبحث الأعراض، وامكانية النقل بالتطعيم، النقل ببعض العوامل الحشرية المعينة، كلها غالباً ما تستعمل في تشخيص المرض

كما يبدو وأنه متسبب عن بكتيريا شديدة الحساسية ومع ذلك فانها لا تُعرف دائماً البكتيريا الخاصة المطلوبة الداخلة في المرض والمطلوب تشخيصها.

أمراض متسببة عن ميكوبلازما: -

تظهر الأمراض المتسببة عن ميكوبلازما على شكل تقزم النباتات، اصفرار واحمرار الأوراق، تكاثر سريع للنموات الحديثة والجذور، أزهار غير طبيعية وأخيراً تتدهور وتموت النباتات. تكون الميكوبلازما صغيرة متعددة الاشكال، بكتيريا عادية بدون جدار وتعيش في خلايا اللحاء الحديثة للعائل ويمكن أن ترى فقط تحت الميكروسكوب الالكتروني، وباستثناء الجنس سبايروبلازما *Spiro plasma* لا يمكن زراعتها في بيئة غذائية. وبالتالي فان تشخيص الأمراض المتسببة عن ميكوبلازما يكون مبنياً على دراسة مجموعة الأعراض، القابلية على الانتقال بالتطعيم، الانتقال ببعض العوامل الحشرية الخاصة، الميكروسكوب الالكتروني، الحساسية ضد المضاد الحيوي تتراسيكلين وليس ضد البنسلين، الحساسية للحرارة المتوسطة (٣٢ - ٣٥ درجة مئوية) وفي قليل من الحالات التي جهز لها المصل المضاد الخاص بها وعلى إختبارات التشخيص السيرولوجي.

أمراض متسببة عن فيروسات وفيرويدات : -

إن كثيراً من الفيروسات والفيرويدات تسبب اعراضاً مميزة على عوائلها وبالتالي فان المرض والفيرس أو الفيرويد يمكن تعريفها بسرعة بواسطة الاعراض. وفي حالات أخرى كثيرة والتي يكون فيها مثل هذا التعريف غير ممكناً فان الأمراض تشخص والفيروسات تعرف بشكل اساسي من خلال : -

١ - إختبارات إنتقال الفيرس الى عوامل نباتية معينة عن طريق الحقن بالعصارة أو بالتطعيم وفي بعض الأحيان بواسطة عوامل نقل خاصة مثل حشرات معينة، نيماتودا، فطر أو الحلم.

٢ - بالنسبة للفيروسات التي لها مصل مضاد خاص متوفر، بواسطة استعمال إختبار التشخيص السيرولوجي، وبشكل خاص إختبار مناعة الادمصاص الانزيمي المترابط (ELISA). إختبار الإنتشار خلال الجل، إختبار الترسيب، صبغة الفلورسنت للجسم المضاد.

٣ - طريقة الميكروسكوب الالكتروني، مثل الصبغة السالبة لاجزاء الفيرس في الورقة المصبوغة أو في التحضيرات النقية او المناعة النوعية للميكروسكوب الالكتروني (اتحاد ما بين التشخيص السيرولوجي والميكروسكوب الالكتروني).

٤ - الفحص الميكروسكوبي للخلايا المصابة لتبين البللورات الخاصة أو المحتويات الأمورفية والتي في بعض الأحيان تشخص المجموعة التي ينتمي إليها الفيرس.

٥ - إختبارات الهجرة الكهربائية مفيدة بشكل اساسي لتحديد وتشخيص الفيرويدات والأحماض النووية للفيروسات.

٦ - التهجين ما بين DNA المتوفر تجارياً نو النشاط الاشعاعي ومتمم RNA فيرويدي معين مع RNA فيرويدي موجود في عصارة النبات ومرتبطاً مع غشاء الفلتر.

أمراض منتسبة عن أكثر من كائن ممرض واحد : -

فعلاً أن النبات كثيراً ما يهاجم باثنين أو أكثر من المسببات المرضية من نفس النوع أو أنواع مختلفة وممكن أن يظهر واحداً أو أكثر من الأعراض المرضية. إن الاعتبار الأكثر أهمية في هذا الموقع هو وجود كائن أو كائنات أخرى يجب أن تميز. إذا ما حدث وتحقق هذا فإن تشخيص المرض أو الأمراض وتعريف الكائن أو الكائنات الممرضة يباشر كما وصف سابقاً لكل نوع من الكائنات الممرضة.

الأمراض غير المعدية : -

إذا لم يكن هناك كائن ممرض، بعد عملية الزراعة والنقل من النبات المريض، عندها يجب أن نقرر حتماً أن المرض يتسبب عن عوامل بيئية غير حية. إن عدد العوامل البيئية التي يمكنها أن تسبب أمراضاً في النبات هي تقريباً غير محددة ولكن غالبيتها تؤثر على النباتات عن

طريق تدخلها في العمليات الفسيولوجية العادية ومثل هذا التدخل قد يكون نتيجة زيادة المواد السامة في التربة أو الهواء أو نقص مادة أساسية مثل الماء، الاكسجين أو المغذيات المعدنية أو أنها تتسبب عن زيادة شديدة في الاحتياجات الضرورية لحياة النبات مثل الحرارة، الرطوبة، الاكسجين، ثاني أكسيد الكربون أو الضوء. إن بعض تلك التأثيرات تكون نتيجة للظروف الطبيعية (مثال ذلك درجات الحرارة المنخفضة) التي تحدث في الأوقات غير العادية أو للظروف غير العادية التي تتسبب طبيعياً (مثال ذلك الفيضانات، الجفاف) أو نتيجة لنشاط الانسان وآلاته (مثل ذلك الملوثات، تركيب التربة أو مبيدات الحشائش).

إن تحديد العوامل البيئية الخاصة التي سببت مرضاً يمكن أن يكون بملاحظة التغيرات في البيئة، مثال ذلك فيضان، صقيع مبكر أو متأخر. بعض العوامل البيئية تسبب أعراضاً خاصة على النباتات تساعد في تحديد مسبب العلة ولكن أغلب العوامل البيئية تسبب أعراضاً غير خاصة والتي بدون معرفة الظروف البيئية السابقة، يكون من الصعوبة بمكان الوصول إلى تشخيص سليم للمسبب.

تعريف المرض غير المعروف سابقاً

قوانين كوخ (Kochs' Rules)

عندما يوجد كائن ممرض على نبات مريض فإن الكائن الممرض يعرف بالرجوع إلى الكتب الخاصة إذا ما كان الكائن المرض معروفاً على أنه يسبب مثل هذا المرض وأن الخبير بتشخيص الأمراض يكون واثقاً من عدم تداخل عامل مسبب آخر، عندها يمكن اعتبار تشخيص المرض كاملاً. في حالة ما إذا وجد أن الكائن الممرض يبدو أنه مسبب المرض ولكن لا يوجد تقارير سابقة تدعم ذلك عندها يجب إتباع الخطوات التالية لتأكيد فرضية أن الكائن الممرض المعزول هو مسبب المرض.

١ - يجب أن يكون الكائن الممرض موجوداً ومرافقاً للمرض في جميع النباتات المريضة المختبرة.

٢ - يجب أن يعزل الكائن الممرض وينمى في مزارع نقية في بيئات مغذية وتوصف مميزاته (طفيليات غير إجبارية) أو على نبات عائل قابل للاصابة (طفيليات إجبارية) وبدون مظهره وتأثيراته.

٣ – يجب أن يؤخذ الكائن الممرض من المزرعة النقية ويحقن في نباتات سليمة من نفس نوع أو صنف النبات الذي ظهر عليه المرض ويجب أن ينتج نفس المرض على النباتات المحقونة.

٤ – يجب أن يعزل الكائن الممرض مرة ثانية في مزرعة نقية ويجب أن تكون مميزاته مشابهة تماما لتلك الملاحظة في الخطوة الثانية. إذا ما أتبعت جميع الخطوات السابقة (تعرف عادة بقوانين كوخ) وأثبتت حقيقة، عندها يعرف الكائن الممرض المعزول على أنه الكائن المسئول عن المرض.

إن قوانين كوخ يمكن أن تطبق، الا أنه ليس من السهل اجراؤها دائماً مع بعض الكائنات الممرضة مثل بعض الفطريات، البكتيريا، النباتات الراقية المتطفلة، النيماتودا، بعض الفيروسات، بعض الفيرويدات والبلازما اللولبية. تلك الكائنات الحية يمكن أن تعزل وتزرع أو يمكن تنقيتها ويمكن ادخالها الى النبات لمعرفة فيما اذا كانت تسبب المرض. وعلى أية حال فانه مع الكائنات الممرضة الاخرى مثل بعض الفيروسات، الميكوبلازما، البكتيريا الحساسة الوعائية ووحيدات الخلية فان زراعة وتنقية الكائن الممرض لغاية الان غير ممكنة وغالباً لا يمكن ادخال الكائن الممرض ثانية الى النبات لينتج المرض، وبالتالي فانه مع تلك الكائنات الممرضة لا يمكن اجراء قوانين كوخ، ولهذا فان قبول تلك الكائنات كمسببة للمرض (الأمراض) مع ما يرافقها يكون في قليل أو كثير من التردد. ومع ذلك فانه في معظم الحالات فان الدليل التفصيلي الذي يبين أن هذه، قد تكون الكائنات الممرضة، المسببة لتلك الأمراض يكون قاهراً. ويؤكد أن زيادة تحسين طرق المزارع، طرق العزل وحقن الكائن الممرض سوف يثبت يوماً ما أن الافتراضات الحالية قد تكون مبررة.

ومن ناحية أخرى وكنتيجة لغياب الدليل المطلوب لتطبيق قوانين كوخ وكنتيجة للمعلومات غير الكافية، فان جميع الأمراض النباتية المتسببة عن ميكوبلازما (مثل اصفرار الاستر) والأمراض المتسببة عن بكتيريا حساسة وعائية (مثل مرض بيرس في العنب) كانت ولعدة سنوات تعتبر أنها متسببة عن فيرس.

المراجـــع

Avery, O. T., MacLeod, C. M., and MacCarty, M. (1944). Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. *J. Exp. Med.* 79, 137–158.

Ball, E. (1946). Development in sterile culture of stem tips and subjacent regions of *Tropaeolum majus* and *Lupinus albus* L. *Am. J. Bot.* 33, 101–118.

Barger, G. (1931). "Ergot and Ergotism." Gurnev & Jackson, London.

Barrus, M. F. (1911). Variation in varieties of beans in their susceptibility to anthracnose. *Phytopathology* 1, 190–195.

Bawden, F. C., Pirie, N. W., Bernal, J. D., and Fankuchen, I. (1936). Liquid crystalline substances from virus-infected plants. *Nature (London)* 138, 1051–1052.

Beijerinck, M. W. (1898). Ueber ein contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblatter. *Verh. K. Akad. Wet. Amsterdam* 65(2), 3–21; Engl. transl. by J. Johnson in *Phytopathol. Classics* No. 7 (1942).

Berkeley, M. J. (1845). Disease in potatoes. *Gard. Chron.*, 593.

Biffen, R. H. (1905). Mendel's laws of inheritance and wheat breeding. *J. Agric. Sci.* 1, 4–48.

Brefield, O. (1875). Methoden zur Untersuch der Pilze. *Landwirtsch. Jahrb.* 4, 151–175.

Brown, W. (1915). Studies in the physiology of parasitism. I. The action of *Botrytis cinerea*. *Ann. Bot. (London)* 29, 313–348.

Burrill, T. J. (1878). (Remarks made in a discussion.) *Trans. Ill. State Hortic. Soc.* [N.S.] 11, 79–80.

Carefoot, G. L., and Sprott, E. R. (1967). "Famine in the Wind." Rand McNally, Chicago, Illinois.

Chilton, M.-D., Drummond, M. H., Merlo, D. J., Sciaky, D., Montoya, A. C., Gordon, M. P., and Nester, E. W. (1977). Stable incorporation of plasmid DNA into higher plant cells: The molecular basis of crown gall tumorigenesis. *Cell (Cambridge, Mass.)* 11, 263–271.

Clark, M. F., and Adams, A. N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34, 475–483.

Clayton, E. E. (1934). Toxin produced by *Bacterium tabacum* and its relation to host range. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* 48, 411–426.

Cobb, N. A. (1914). Contributions to a science of nematology. Pt. I, 1–33.

Cocking, E. C. (1960). A method for the isolation of plant protoplasts and vacuoles. *Nature (London)* 187, 962–963.

Cohen, S., Chang, A., Boyer, H., and Helling, R. (1973). Construction of biologically functional bacterial plasmids *in vitro*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 70, 3240–3244.

Cramer, H. H. (1967). "Plant Protection and Crop Production" (transl. from German by J. H. Edwards), *Pflantzenschutz-Nachr.*, Vol. 20. Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen.

Croxall, H. E., and Smith, L. P. (1984). "The Fight for Food: Factors Limiting Agricultural Production." Allen & Unwin, London.

Cruickshank, I. A. M. (1963). Phytoalexins. *Annu. Rev. Phytopathol.* 1, 351–374.

Davis, R. E., Worley, J. F., Whitcomb, R. F., Ishiyama, T., and Steere, R. L. (1972). Helical filaments produced by a mycoplasma-like organism associated with corn stunt disease. *Science* 176, 521–523.

deBary, A. (1853). "Untersuchungen uber die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen mit Rucksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen." Berlin.

deBary, A. (1861). Ueber die Geschlechtsorgane von *Peronospora*. *Bot. Z.* **19**, 89–91.
deBary, A. (1886). Ueber einige Sclerotinien und Sclerotinienkrankheiten. *Bot. Z.* **44**, 377–387, 393–404, 409–426, 433–441, 449–461, 465–474.
Diener, T. O. (1971). Potato spindle tuber "virus." IV. A replicating, low molecular weight RNA. *Virology* **45**, 411–428.
Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K., and Asuyama, H. (1967). Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches broom, aster yellows, or Paulownia witches broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* **33**, 259–266.
Dollet, M. (1984). Plant diseases caused by flagellate protozoa (Phytomonas). *Annu. Rev. Phytopathol.* **22**, 115–132.
Drummond, M. H., Gordon, M. P., Nester, E. W., and Chilton, M. D. (1977). Foreign DNA of bacterial plasmid origin is transcribed in crown gall tumors. *Nature (London)* **269**, 535–536.
Fischer, A. (1899). Die Bakterienkrankheiten der Pflanzen. *Zentralbl. Bakteriol., Parasitenkd., Infektionskr. Hyg., Abt. 2, Naturwiss.: Allg., Landwirtsch Tech. Mikrobiol.* **5**, 279–287.
Flor, H. H. (1946). Genetics of pathogenicity in *Melampsora lini*. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* **73**, 335–357.
Food and Agriculture Organization (FAO) (1982). "Production Yearbook." FAO, Rome.
Gäumann, E. (1946). Types of defensive reactions in plants. *Phytopathology* **36**, 624–633.
Gierrer, A., and Schramm, G. (1956). Infectivity of ribonucleic acid from tobacco mosaic virus. *Nature (London)* **177**, 702–703.
Goodman, R. M. (1977). Single-stranded DNA genome in a whitefly-transmitted plant virus. *Virology* **83**, 171–179.
Grogan, R. (1981). The art and science of diagnosis. *Annu. Rev. Phytopathol.* **19**, 33–351.
Helgeson, J. P., and Leonard, N. J. (1966). Cytokinins: Isolation of compounds isolated from *Corynebacterium fascians*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **56**, 60–63.
Heptig, G. H. (1974). Death of the American Chestnut. *For. Hist.* **18**, 60–67.
Hershey, A. D., and Chase, M. (1952). Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. *J. Gen. Physiol.* **36**, 39–56.
Holmes, F. O. (1929). Local lesions in tobacco mosaic. *Bot. Gaz. (Chicago)* **87**, 39–55.
Horsfall, J. G., and Cowling, E. B., eds. (1977–1980). "Plant Disease," Vols. 1–5. Academic Press, New York.
Horsfall, J. G., and Wilhelm, S. (1982). Heinrich Anton de Bary: Nach Einhundertfunfzig yahren. *Annu. Rev. Phytopathol.* **20**, 27–32.
Ishiie, T., Doi, Y., Yora, K., and Asuyama, H. (1967). Suppressive effects of antibiotics of tetracycline group on symptom development of mulberry dwarf disease. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* **33**, 267–275.
Ivanowski, D. (1892). Ueber die Mosaikkrankheiten der Tabakspflanzen. *St. Petersb. Acad. Imp. Sci. Bull.* [4] 35(3), 67–70; Engl. transl. by J. Johnson in *Phytopathol. Classics* No. 7 (1942).
Johnson, J., and Murwin, H. F. (1925). Experiments on the control of wildfire of tobacco. *Res. Bull. — Wis., Agric. Exp. Stn.* **62**, 1–35.
Jones, L. R. (1905). Disease resistance of potatoes. *U. S. Dep. Agric. Bur. Plant Ind. Bull.* **87**.
Kausche, G. A., Pfankuch, E., and Ruska, A. (1939). Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Ubermikroskop. *Naturwissenschaften* **27**, 292–299.
Keitt, G. W. (1959). History of plant pathology. *In* "Plant Pathology" (J. G. Horsfall and A. E. Dimond, eds.), Vol. I, pp. 61–97. Academic Press, New York.
Klambt, D., Thies, G., and Skoog, F. (1966). Isolation of cytokinins from *Corynebacterium fascians*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **56**, 52–59.
Klinkowski, M. (1970). Catastrophic plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* **8**, 37–60.

Kohler, G., and Milstein, C. (1975). Continuous culture of fused cells secreting antibody of predefined specificity. *Nature (London)* **256**, 495–497.

Kurosawa, E. (1926). Experimental studies on the secretion of *Fusarium heterosporum* on rice plants. *J. Natl. Hist. Soc. Formosa* **16**, 213–227 (in Japanese, Engl. abstr.).

Lafont, A. (1909). Sur la présence d'un parasite de la classe des flagelles dans le latex de l'*Euphorbia pilulifera*. *C. R. Seances Soc. Biol. Ses Fil.* **66**, 1011–1013.

Markham, R. (1977). Landmarks in plant virology: Genesis of concepts. *Annu. Rev. Phytopathol.* **15**, 17–39.

Mayer, A. (1886). Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landwirtsch. Vers.-Stn.* **32**, 451–467; Engl. transl. by J. Johnson in *Phytopathol. Classics* No. 7 (1942).

Meehan, F., and Murphy, N. (1947). Differential phytotoxicity of metabolic by-products of *Helminthosporium victoriae*. *Science* **106**, 270–271.

Michalski, R. S., Davis, J. H., Bisht, V. S., and Sinclair, J. B. (1983). A computer-based advisory system for diagnosing soybean diseases in Illinois. *Plant Dis.* **67**, 459–463.

Micheli, P. A. (1729). "Nova plantarum genera." Florence.

Millardet, P. M. A. (1885). Sur l'histoire du traitement du mildiou par le sulfate de cuivre. *J. Agric. Prat.* **2**, 801–805; Engl. transl. by F. J. Schneiderhan in *Phytopathol. Classics* No. 3 (1933).

Muir, W. H. (1953). Culture conditions favoring the isolation and growth of single cells from higher plants in vitro. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, Madison.

Muller, K. O. (1961). The phytoalexin concept and its methodological significance. *Recent Adv. Bot.* **1**, 396–400.

Needham, T. (1743). Concerning certain chalky tubulous concretions, callec malm; With some microscopical observations on the farina of the red lilly, and of worms discovered in smutty corn. *Philos. Trans. R. Soc. London* **42**.

New, P. B., and Kerr, A. (1972). Biological control of crown gall: Field observations and glasshouse experiments. *J. Appl. Bacteriol.* **35**, 279–287.

Orton, W. A. (1909). "The Development of Farm Crops Resistant to Disease." U. S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.

Paddock, W. C. (1967). Phytopathology in a hungry world. *Annu. Rev. Phytopathol.* **5**, 375–390.

Parris, G. K. (1968). "A Chronology of Plant Pathology." Johnson & Sons, Starkville, Mississippi.

Prévost, B. (1807). "Mémoire sur la cause immédiate de la carie ou charbon des blés, et de plusieurs autres maladies des plantes, et sur les preéservatifs de la carie." Paris; Engl. transl. by G. M. Keitt in *Phytopathol. Classics* No. 6 (1939).

Prusiner, S. B. (1982). Novel proteinaceous infectious particles cause scrapie. *Science* **216**, 136–144.

Saari, E. E., and Wilcoxon, R. D. (1974). Plant disease situation of high-yielding dwarf wheats in Asia and Africa. *Annu. Rev. Phytopathol.* **12**, 49–68.

Sanger, F., Air, G. M., Barrel, B. G., Brown, N. L., Coulson, A. R., Fiddes, J. C., Hutchison, C. A., III, Slocombe, P. M., and Smith, M. (1977). Nucleotide sequence of bacteriophage ϕX 174. *Nature (London)* **265**, 687–695.

Shepard, J. F., Bidney, D., and Shahin, E. (1980). Potato protoplasts in crop improvement. *Science* **208**, 17–24.

Shepherd, R. J., Wakeman, R. J., and Romanko, R. R. (1968). DNA in cauliflower mosaic virus. *Virology* **36**, 150–152.

Smidt, M., and Kosuge, T. (1978). The role of indole-3-acetic acid accumulation by alpha methyl tryptophan-resistant mutants of *Pseudomonas savastanoi* in gall formation on oleanders. *Physiol. Plant Pathol.* **13**, 203–214.

Smith, E. F. (1895). *Bacillus tracheiphilus* sp. nov., die Ursache die Verwelkens verschiedener

Cucurbitaceen. *Zentralbl. Bakteriol., Parasitenkol., Infektionskr. Hyg., Abt. 2, Naturwiss.: Allg., Landwirtsch. Tech. Mikrobiol.* **1**, 364–373.
Smith, E. F. (1899). Dr. Alfred Fischer in the role of pathologist. *Zentralbl. Bakteriol., Parasitenkol., Infektionskr. Hyg., Abt. 2, Naturwiss.: Allg., Landwirtsch, Tech. Mikrobiol.* **5**, 810–817.
Smith, E. F., and Townsend, C. O. (1907). A plant tumor of bacterial origin. *Science* **25**, 671–673.
Stahel, G. (1931). Zur kenntnis der Siebrohrenkrankheit (Phloemnekrose) dis kaffeebaumes in Surinam. I. II. *Phytopathol. Z.* **4**, 65–82, 539–544.
Stakman, E. C. (1914). A study in cereal rusts. Physiological races.—*Minn., Agric. Exp. Stn. Bull.* **138**.
Stanley, W. M. (1935). Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco-mosaic virus. *Science* **81**, 644–645.
Starr, M. P. (1984). Landmarks in the development of phytobacteriology. *Annu. Rev. Phytopathol.* **22**, 169–188.
Stewart, F. C. (1958). Growth and development of cultivated cells. III. Interpretations of the growth from free cell to carrot plant. *Am. J. Bot.* **4**, 709–713.
Takebe, I., Labib, G., and Melchers, G. (1971). Regeneration of whole plants from isolated mesophyll protoplasts of tobacco. *Naturwissenschaften* **58**, 318–320.
Tanaka, S. (1933). Studies on black spot disease of Japanese pears *(Pyrus serotina). Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ.* **28**, 1–31.
Ten Houten, J. G. (1974). Plant pathology: Changing agricultural methods and human society. *Annu. Rev. Phytopathol.* **12**, 1–11.
Theophrastus (370–286 BC). "Enquiry into Plants" (Engl. transl. by Sir Arthur Hort), 2 vols. Harvard Univ. Press, London and New York, 1916.
Thurston, H. D. (1973). Threatening plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* **11**, 27–52.
Tillet, M. (1755). "Dissertation sur la cause qui corrompt et noircit les grains de bled dans les épis; et sur les moyens de prévenir ces accidents." Bordeaux; Engl. transl. by H. B. Humphrey in *Phytopathol. Classics* No. 5 (1937).
Tisdale, W. H., and Williams, I. (1934). Disinfectant. U. S. Pat. 1,972,961.
U. S. Dept. of Agriculture (1965). "Losses in Agriculture," Agric. Handb. No. 291. USDA, Washington, D.C.
Vanderplank, J. E. (1963). "Plant Diseases; Epidemics and Control." Academic Press, New York.
van Leeuwenhoek, A. (1684). *Philos. Trans. R. Soc. London* **159**.
Vermeulen, H. (1963). A wilt of *Coffea liberica* in Surinam and its association with a flagellate, *Phytomonas leptovasorum. J. Protozool.* **10**, 216–222.
von Schmeling, B., and Kulka, M. (1966). Systemic fungicidal activity of 1,4-oxanthiin derivatives. *Science* **152**, 659.
Walker, J. C. (1923). Disease resistance to onion smudge. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* 42, 251–278.
Wallace, H. R. (1978). The diagnosis of plant diseases of complex etiology. *Annu. Rev. Phytopathol.* **16**, 379–402.
Watson, J. D., and Crick, F. H. C. (1953). Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature (London)* **171**, 737–738.
White, P. R. (1934). Potentially unlimited growth of excised tomato roottips in a liquid medium. *Plant Physiol.* 9, 585–600.
White, P. R. (1939). Potentially unlimited growth of excised plant callus in an artificial medium. *Am. J. Bot.* 26, 59–64.
White, P. R., and Braun, A. C. (1942). A cancerous neoplasm of plants. Autonomous bacteria-free crown-gall tissue. *Cancer Res.* **2**, 597–617.

Windsor, I. M., and Black, L. M. (1972). Clover club leaf: A possible rickettsial disease of plants. *Phytopathology* **62,** 1112.

Woodham-Smith, C. (1962). "The Great Hunger, Ireland 1845–1849." Harper & Row, New York.

Woolley, D. W., Pringle, R. B., and Braun, A. C. (1952). Isolation of the phytopathogenic toxin of *Pseudomonas tabaci,* an antagonist of methionine. *J. Biol. Chem.* **197,** 409–417.

Yabuta, T., and Hayashi, T. (1939). Biochemical studies on "bakanal" fungus of rice. II. Isolation of gibberellin, the active principle which produces slender rice seedlings. *J. Agric. Chem. Soc. Jpn.* **15,** 257–266.