مقدمـــــة

حياة أقرب للحرب منها للسلام ... طابعها الصراع والكفاح ... الصـــراع فيها بدأ مع الخليقة ومستمر حتى الفناء ... القـــوى فيـــها سـيد ومسـيطر ... والضعيف فيها مسود وهالك . القوة فى هـــذا الصـــراع لا تقـــاس بالأحجـــام أو بالعضلات ، فمن الكائنات ما لا يمكن رؤيته إلا بأدق الآلات المكبرة ، غير أن آثار نشاطه تدل على شدته وجبروته وقدراته العالية على الفتك بما نعتقد أنه من أقـــوى المخلوقات . صراع الحياة قائم بين النوع ونفسه وبين النوع وغيره ، ومـــن أشـد مظاهر هذا الصراع ما نلمسه بين النباتات الراقية والميكروبات .

المعارك بين النباتات والميكروبات ليس كمثلها معارك ... إنها لقديمة متجددة ... مستمرة متقطعة ... يشتعل أوارها حينا وتخبو أحيانا ... قديمة قدم ما قبل التاريخ ، عمرها بدأ مع ظهور النباتات على وجه الأرض ، حيث كانت الميكروبات أسبق منها وجودا ... مترقبة ظهورها لتبدأ معها أول صراع من نوعه .

النباتات الراقية هى نباتات كبيرة بلغت من الرقى شأوا بعيدا ، تمتد أجزاؤهـــا عمقا فى باطن الأرض وإرتفاعا ناحية السماء ، تخصصت بها الأعضاء والأنسجة، فاختلفت فى تركيباتها وتنوعت فى خواصها ووظائفها ، فمنها مـــا يقـــوم بتصنيـــع إحتياجاتها من الغذاء العضوى المبدئى من الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ، ومنـــها ما يقوم بإمتصاص إحتياجاتها من الغذاء المعدنى من التربة ومنها ما يقوم بعمليـــات التحول الغذائى من صورة إلى أخرى لإستكمال إحتياجاتها الغذائيـــة ومـــا يتطلبـــه نموها. بعض أنسجة النبات قد تقوم بتخزين ما يفيض عن حاجة النبات من الغـــذاء المصنع لإستخدامه مستقبلا حين تستدعى الحاجة إليه . أما التكاثر والمحافظة علـــى النوع فهى من إختصاص تركيبات زهرية يتمثل فيها مدى ما وصلـــت إليـــه تلـــك النباتات من تطور وتقدم ورقى .

أما الميكروبات فهى بسيطة فى تركيبها ، بدائية فى وظائفها ، قد تتكون مـــن خلية واحدة تقوم بكل وظائف الحياة ، وقد تتعدد فيها الخلايا ولكن معظمها يتشـــابه شكلا ووظيفة ، والتخصص فيها محدود وبدائى . مع ما فى الميكروبات من بساطة وبدائية وضعف فى المظهر ، إلا أن الكثير منها قد إكتسب من الصفات ما يمكنـــها من مصارعة النباتات الكبيرة الراقية وذات التطور الكبير ، والتغلب عليها .

بدء الحياة وظهور النباتات

بدأت الحياة على الأرض بسيطة غير معقدة ثم إرتقت وتنوعت وتعقدت ، متخذة فى ذلك سبلا شتى وطرقا متنوعة ، حتى صارت إلى تلك التشكيلة الواسعة من المخلوقات والتى تزيد فى أنواعها عن المليون ... إستعمرت مختلف البيئات من اليابسة والماء والهواء ... وإمتد إنتشارها من المناطق الإستوائية حتى المناطق المتجمدة شمالا وجنوبا ، وشملت الميكروبات البدائية والنباتات والحيوانات الراقية .

كانت الميكروبات أسبق الكائنات ظهورا على البسيطة . نشأت الميكروبات بادىء الأمر فى أرض خالية من الحياة ، فأصولها تمثل الحياة الأولى ويقدر عمرها على أرضنا بحوالى ألف مليون من السنين ، بدأت حياتها فى الماء وكانت تغذيتها من الأملاح الذائبة وبعض المواد العضوية البسيطة التى تكونت ذاتيا بفعل العوامل الطبيعية التى سادت الأرض فى عصورها الجيولوجية القديمة . تكاثرت تلك الميكروبات البسيطة وإنتشرت دون ما عائق ولا منافس غريب . تطورت تلك الميكروبات الأولى على مر السنين وإتخذت فى تطورها طرقا مختلفة فظهرت الكائنات المختلفة الأحجام ، المتباينة الصفات . ومن أكثر الصفات تباينا طرقها فى الحصول على الغذاء ، فكان منها ما يعتمد فى غذائه على المواد العضوية التى تكونها غيرها من الكائنات ، ومنها ما تعيش عيشة مستقلة ، تتغذى تغذية ذاتية ، فهى فى غير حاجة إلى غيرها فى الحصول على ما تحتاجه من غذاء . تشكلت الكائنات وتنوعت فكان منها الأجناس والأنواع . أما الميكروبات ، فبمرور الزمن فقد الكثير منها القدرة على المعيشة المستقلة ، فكان لابد لها لكى تتغذى وتعيش من أن تعتمد على كائنات حية أخرى تصنع لها متطلباتها من غذاء عضوى ، البعض يحصل على الغذاء العضوى من مخلفات كائنات حية أخرى أو من الكائنات الحية بعد موتها ، والبعض الآخر يحصل على إحتياجاته الغذائية العضوية من كائنات حية أثناء حياتها ، فهى تهاجمها لتحصل على غذائها منها ، ومن هذا الأخير نشأت الميكروبات المتطفلة .

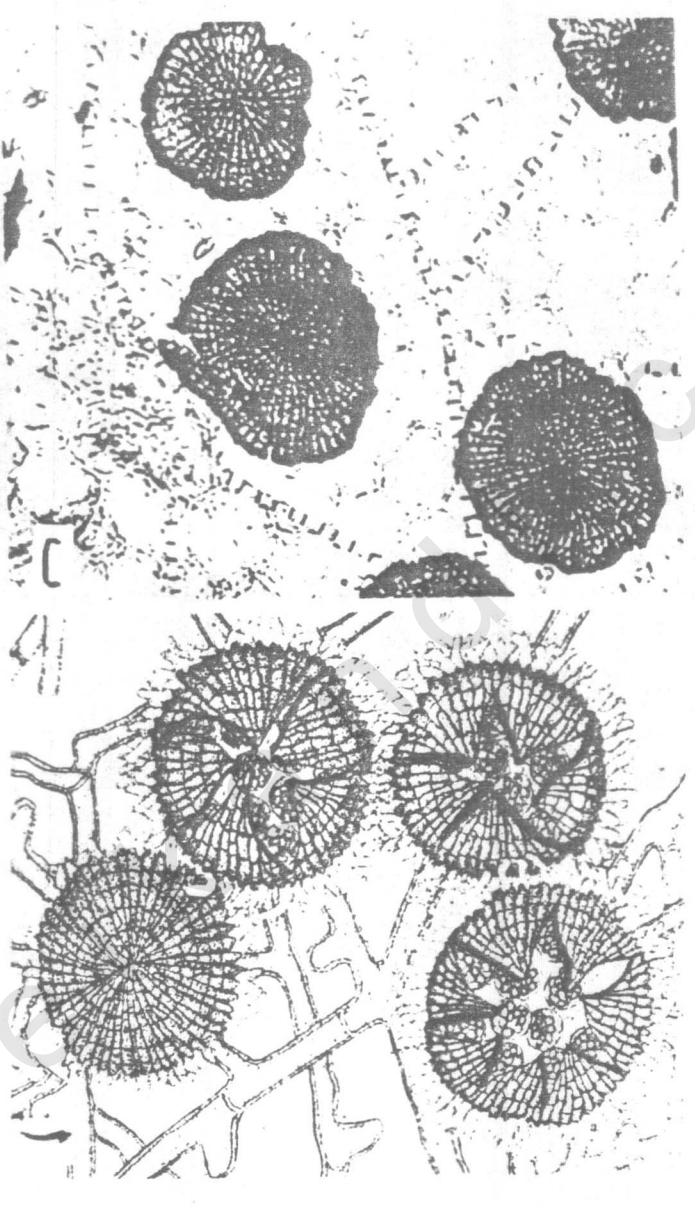
يعتبر ظهور الميكروبات المتطفلة بمثابة الشرارة التى إنطلقت مهددة حياة كثير من الأحياء بالضعف والفناء ، فهى لا تعيش فى سلام مع غيرها من الأحياء ، بل شيمتها الغدر والفتك . كان على الكائنات الأخرى المهاجمة أن تتسلح للدفاع عن

نفسها ، فهى تعيش فى عالم تتنافس فيه الأحياء فى سبيل الحياة ، وتتحكم فيه نظرية باقية ما بقيت الحياة ، ألا وهى ، المنافسة للمعيشة والبقـــاء للأصلـــح • فالكـــائن الضعيف الذى لا يمتلك وسائل المقاومة والدفاع يضيع ويفنى فى خضـــم الحيـــاة . والقوى الذى يمتلك من الإمكانيات والأسلحة ما يتمكن به من مقاومة قسوة الطبيعـــة وضراوة المنافسة يكتب له البقاء والإستمرار فى هذه الحياة •

ومع ظهور الحياة النباتية الأولى فى الماء ، بدأت الميكروبات هجومها عليها ، وإستمرت الميكروبات تلاحق النباتات فى تطورها • ومنذ ما ينيف على ثلاثمائـــة مليون من السنين غزت بعض النباتات اليابسة وإنتقل معها بعض الميكروبات مـــن البحار والمحيطات إلى اليابسة • وقد أمكن مشاهدة بعض معالم تلك الميكروبـــات على نباتات متحجرة يرجع تاريخها إلى مائتين وخمسين مليون سنة ، كما شـــوهدت ميكروبات أخرى أكثر رقيا على نباتات متحجرة أخرى يقدر تاريخها بستين مليـــون سنة • تلك الميكروبات البالغة القدم تشبه لحد كبير الميكروبات الحديثة التى تـــهاجم النباتات فى وقتنا الحالى (شكل ١) •

ومنذ حوالى أربعين مليون سنة قرب نهاية الحقبة الميزويكية ظهرت النباتـــات الزهرية ، التى لم تنجو كسابقاتها من النباتات الأقل رقيا من مداعبـــة الميكروبـــات لها• إستمرت تلك المداعبة السخيفة بين الميكروبات والنباتات ناشبة حتى يومنا هذا، وستبقى طالما بقيت على الأرض نباتات وميكروبات •

obeikandl.com



شكل ١ : ميكروب فطرى كان ناميا على نبات متحجر منذ حوالى ٦٠ مليون سنة (أعلى) مقارنة بمثيل له نامى على نبات حديث (أسفل) ٠

الإحساس بالصراع الدائر حول النباتات

لم يكن من اليسير أن يتصور الإنسان قبل التقدم العلمى الحديث أن هناك صراعا يحدث بين كائنين أحدهما مرئى والآخر خفى ، إلا فيما تحكيه قصص القدماء وما تتناقله ألسنة العجائز من أعمال خارقة يقوم بها الجان ، وما يظنه البعض من فعل الأرواح الخيرة والأرواح الشريرة ٠

الصراع بين النباتات المرئية والميكروبات الخفية عن الأعين المجردة ، تظهر آثاره على النباتات واضحة جلية إذا ما تغلب الميكروب وإنتصر ٠ فقد ينتج عن هذا الصراع القضاء الكلى على النبات المهاجَم ، أو قد ينجو النبات بعد أن يترك الميكروب بعض العاهات بجسم النبات ، أو قد يحدث للنبات المصاب ضعفا فى نموه أو تغييرا فى شكله أو لونه ، وهذا ما يطلق عليه فى العلم الحديث بالمرض النباتى ٠ فالنبات يمرض كما يمرض الإنسان ، والنبات يصارع المرض كما يصارعه الإنسان ، والنبات قد يتغلب على المرض كما يتغلب عليه الإنسان ، إلا أن طبيعة الصراع تختلف ، فطبيعة الإنسان غير طبيعة النبات ٠

تشتد المعركة بين الميكروبات والنباتات إذا كانت الظروف مواتية لعدو النبات المهاجِم وليست لأسلحة النبات المدافع ، أو إذا حدث الهجوم الميكروبى قبل أن يستكمل النبات إستعداداته الدفاعية ٠ وتخبو المعركة إذا ما قويت إستحكامات النبات الدفاعية وضعفت قدرات الميكروبات الهجومية ٠ هى كالمعارك الحربية بين بنى الإنسان ٠٠٠ هجوم ودفاع ٠٠٠ وإنتصار وهزيمة ، ينتصر فيها المهاجِم ذو الحيلة الذى يعد للهجوم عدته ، ويختار وقت المعركة عندما يجد من خصمه ثغرة ضعف يتسلل من خلالها ، وينهزم فيها المهاجِم إذا بالغ فى تقدير قوته وهون من تقدير قوة خصمه ٠

كثيرا ما تخبو المعارك بين الميكروبات والنباتات حتى ليظن أنها إلى غير رجعة قد صارت ٠٠٠ ولكن يخيب ظن المتفائلين ، فما هى إلا هدنة أو بعض هدنة، يستعد فيها الطرفان ، وتبقى الميكروبات ساكنة متربصة للظروف الملائمة ، فإذا حان الحين وحانت الفرصة المواتية إشتعلت المعركة ثانية فى مكانها الأول أو فى مكان آخر، مهلكة الحرث والزرع ، تاركة فى أرض المعركة ضحاياها من قتلى ومشوهين ومنهكين ٠

إستمرت المعارك بين الميكروبات والنباتات ملايين السنين ، أحيانا تشارك فيها بعض الكائنات الحية الأخرى متدخلة لصالح أحد الطرفين معادية للطرف الآخر ٠ وقد كان تدخل الكائنات الأخرى فى معظم الأحوال متحالفا مع الميكروبات ومعاديا للنباتات ٠ وعلى سبيل المثال نذكر من تلك الكائنات المتدخلة فى صالح الميكروبات، بعض أنواع الديدان الأسطوانية والتى تعرف بالنيماتودا أو الديدان الثعبانية ، لما لها من شبه كبير فى المظهر الخارجى مع الثعابين ، إلا أنها صغيرة ضئيلة لا ترى معظمها إلا بإستخدام عدسات مكبرة أو ميكروسكوبات ٠ تلك الديدان على قرابة كبيرة بأنواع أخرى من ديدان أسطوانية تهاجم الإنسان ، نذكر منها ديدان الإسكارس والانكلستوما والأكسيورس ٠ كثير من تلك الديدان الثعبانية قد تحالف مع الميكروبات ميسرا لها طريقا للهجوم على النباتات ، ومعاونا على إنهاك قوى النباتات ، فتضطر النباتات إلى الدفاع فى جبهتين جبهة الديدان الثعبانية وجبهة الميكروبات ٠ من الكائنات الأخرى المتدخلة لصالح الميكروبات الكثير من الطيور والحيوانات ، فتعمل لها مطايا ، حاملة الميكروبات على الأرض أو طائرة بها فى عنان السماء ، مسهلة للميكروبات وسائل للانتقال والترحال ، فتنقل بذلك ميادين المعركة من مكان إلى آخر فى سرعات عجيبة ٠

آثار هذا الصراع تحكيه نباتات متحجرة عاشت فى أحقاب جيولوجية بالغة فى القدم ، بعضها سبق ظهور الإنسان بأزمنة غابرة (شكل١) ٠ ومن هذه النباتات ما يدل على أنه خرج من المعركة سليما معافا ، ومنها ما يدل على أنه قاسى ما قاسى وإستسلم لمرضه منهزما ٠

القليل من الميكروبات يعمل فى جانب النباتات ضد تلك الميكروبات المعادية ، نذكر من ذلك بعض أنواع الميكروبات المسالمة التى تساعد النباتات بما تفرزه من مركبات سامة تضر أو توقف نمو الميكروبات الممرضة والتى نعرفها بإسم المضادات الحيوية antibiotics ، والتى تؤدى إلى قتل الميكروبات المهاجِمة أو الإقلال من نشاطاتها وشل هجومها إذا نمت فى وسط المعركة ٠

الإنسان والميكروبات والنباتات

ظهر الإنسان البدائى على الأرض منذ ما يقرب من المليونين من السنوات ... تطور الإنسان البدائى وتعلم من بيئته ما يمكنه من المعيشة فى صراعاته المستمرة مع غيره من الأحياء ، وأخيرا ظهر الإنسان الحديث الذى يقدر عمره على الأرض بحوالى ستين ألفا من السنين . إمتاز الإنسان الحديث عما سبقه من مخلوقات بعقل راجح وقدرة عالية على التفكير والتصرف ، فتنقل فى الأرض من مكان إلى آخر باحثا عن شرابه وغذائه . لم يكن الإنسان فى طبيعة تغذيته حيوانيا كاملا ولا نباتيا خالصا ، بل كان وسطا بين هذا وذاك ، فقد كان حيوانيا نباتيا ، يأكل من كل بقدر . فلغذائه الحيوانى كان يعتمد على القنص والصيد ، ولغذائه النباتى كان يبحث عن النباتات التى تصلح لغذائه . وبخبرته وتجربته خلال آلاف السنين عرف الإنسان من النباتات ما يصلح له وما لا يصلح ، فاكتشف من النباتات ما يصلح للغذاء وما يصنع منه الكساء وما يصلح خشبه للبناء والأثاث وما يفيده فى العلاج وغير ذلك .

كثرت أعداد بنى الإنسان ، وبدأ الكثير منهم فى الاستقرار بعد أن أنهكه التعب من طول تنقل بحثا عن ماء يشربه ونبات يأكله وحيوان يقتنصه ، فكان إستقرارهم بجوار موارد المياه مستأنسين لحيوانات وزارعين للأرض بما ثبتت أهميته لهم من أنواع النباتات . إستمر الإنسان على ذلك سنين وسنين ولاحظ على مزروعاته أنها قد تكون قوية سليمة غزيرة الإنتاج ، وقد تكون ضعيفة منهكة لا تنتج بقدر ما نالت من جهد وعناية ، وفى بعض الأحيان قد تنتقل فى سرعة بالغة من القوة إلى الضعف ومن الصحة إلى المرض ، وقد يقضى عليها ما بين يوم وليلة مما حار فى تعليله بنو الإنسان .

تعلم الإنسان كيف يكتب ويقرأ ، فسجل ما شاهده من ضعف ومرض أصاب نباتاته ، وحاول بعضهم تعليل ذلك ، وكانت تسجيلات كثير من الأوائل دقيقة بالنسبة لعصرهم ، إلا أن تعليلاتهم لم تكن لتعى حقيقة الصراع بين كائنين ، بل كانت تغلب عليها الغموض والخرافة .

عزى الإغريق ضعف وموت بعض النباتات إلى فعل النجوم أو غضب الآلهة، لهذا كان زراعهم يحددون مواعيد الزراعة ومواعيد القيام بالعمليات الزراعية وفقا

لمواقع بعض النجوم وحسب أطوار القمر ، كما كانوا يلجأون إلى الإله أبولو Apollo وغيره من الآلهة التى كانوا يعتقدون فيها ليحفظ زراعاتهم من الهلاك ٠

لم يختلف الرومان فى عقائدهم كثيرا عن الإغريق ، نذكر على سبيل المثال عقيدة الرومان فيما يعرف حاليا بمرض صدأ النجيليات ٠ فقد إعتقدوا أن ظهور الصدأ فى نباتات القمح يرجع إلى غضب إلهى الصدأ روبيجوس Robigus وروبيجو Robigo نتيجة إثم إقترفه غلام فى الثانية عشر من عمره ، إذ أشعل النار فى ثعلب خطف دجاجة من مزرعة أبيه ، وكان الأجدر من وجهة نظر إلهي الرومان أن يطلق سراح الثعلب مانحا إياه فرصة للندم ٠ لهذا كان الرومان يقيمون سنويا فى شهر أبريل من كل عام إحتفالا يطلقون عليه إحتفال روبيجاليا Rubigalia يبتهلون فيه إلى إلهي الصدأ أن ينتج محصولهم معافى خاليا من الصدأ ٠ وكانوا يبتدئون إحتفالاتهم بالصلاة قائلين " يا روبيجو الجبار نتوسل إليك أن إحفظ زراعات حبوبنا وأن إرفع عنا أياديك القاسية " ثم يتبعون صلاتهم بالتضحية بكلب أصفر أو حيوان آخر أصفر اللون ، بين طقوس دينية خاصة ٠ هذا، وقد إستمر الرومان يقيمون إحتفالات الروبيجاليا لمدة سبعمائة عام قبل ميلاد السيد المسيح عليه السلام ٠

امتلأت كتب أنبياء بنى إسرائيل بأمثلة من أضرار حدثت لمحاصيلهم عقابا لهم على سوء أعمالهم وعدم إطاعتهم لأوامر الرب ونواهيه ، من ذلك ما جاء فى كتاب حجى النبى الذى عاش حوالى سنة ٥٠٠ قبل الميلاد ، إذ طلب من قومه بناء هيكل الرب فلم يطيعونه فقال لهم " هل الوقت لكم أن تسكنوا فى بيوتكم المنشأة وهذا البيت خراب " إلى أن قال " مذ تلك الأيام كان أحدكم يأتى إلى عرمة عشرين فكانت عشرة ٠ أتى إلى حوض المعصرة ليغرف خمسين فورة فكانت عشرين ٠ قد ضربتكم باللفح واليرقان وبالبرد فى كل عمل أيديكم وما رجعتم يقول الرب " ٠ كما جاء فى كتاب التثنية منذرا من لا يعمل بوصايا الرب " يضربك الرب بالسل والحمى والبرداء والالتهابات والجفاف واللفح والذبول فتتبعك حتى تفنيك " ٠ واللفح والذبول التى ورد ذكرهما فى كتابى حجى والتثنية هما مرضين للنباتات نتيجة لهجوم بعض الميكروبات عليها ٠ هذا وقد تكرر ذكر التهديدات باللفحة والذبول والبياض التى تصيب النباتات فى مواضع مختلفة من كتب أنبياء بنى إسرائيل بجانب تهديداتهم بهجوم وظهور يرقات الحشرات على النباتات ، دالا بذلك على أهمية وخطورة الأمراض النباتية فى تلك الأزمنة ، فكان الأهالى يلجأون إلى العبادة

وإطاعة الأوامر الربانية والابتعاد عن المعصيـــة ، دفعـا لتلـك الأخطـار عـن محاصيلهم ٠

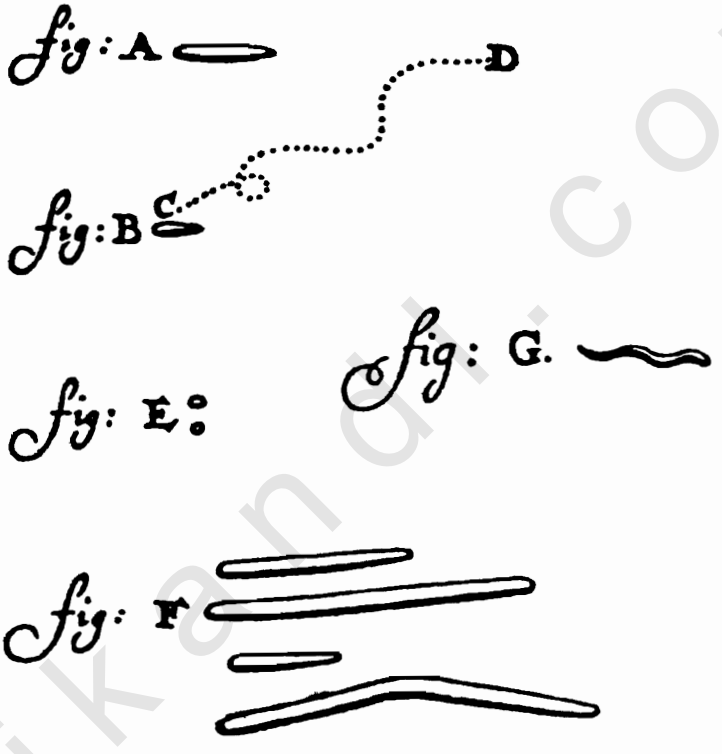
فى السنين الحديثة جدا من ظهور الإنسان ، فى القرن السادس عشر بعد ميلاد السيد المسيح ، وبعد مرور عشرات الآلاف من السنين ، فى حيرة بالغـة وتفكـير طويل ، مضت فى تخبط عاجز عن إدراك كنه تلك الانتكاسات التى تظهر عليـها النباتات من وقت إلى آخر ، بدأ الإنسان فى تلمس الخيوط الأولى نحو معرفة طبيعة تلك الانتكاسات ٠ خلال الأربعة قرون الأخيرة تقدمت العلوم كثيرا فى الكشف عن الكثير من أسرار الحياة ومنها معرفة حقيقة صراع النباتات مع الميكروبات وأثـر ذلك على رفاهية الإنسان ٠ وفى ضوء تلك الاكتشافات أمكن تقسيم تاريخ الإنسـان الفكرى العلمى إلى ثلاثة مراحل :

المرحلة الأول : وهى المرحلة التى سبقت اكتشاف الميكروبات ، وهى الفـترة السابقة للأعوام ١٦٦٥ – ١٦٨٣ م ٠ وتعرف تلك بفترة الاعتقـادات الخرافيـة ، وخلالها لم يتمكن الإنسان من معرفة طبيعة الصراع بين الميكروبـات والكائنـات الحية الأخرى ، إذ أن الميكروبات فى تلك الفترة لم يكن لـها وجـود فـى نظـر الإنسان ٠

المرحلة الثانية : وهى تشمل الفترة من ١٦٨٣ – ١٨٦٠ م ٠ خـلال تلـك الفترة عرفت الميكروبات ، ولكن ساد الاعتقاد بأن تلك الميكروبات تتولد ذاتيا ، أى تنشأ من الجو تحت ظروف خاصة ، ولذلك عرفت تلك الفترة بفترة التوالد الذاتـى autogenesis ٠ بدأت هذه المرحلة بتمكن صانع العدسات الهولندى أنتونى ليفنهوك Antony van Leeuwenhock من رؤية ميكروبات بكتيرية لأول مـرة وذلـك باستخدام ميكروسكوب بسيط له قوة تكبير عالية ٠ سجل لوفنهوك مشـاهداته فـى خطاب أرسله إلى سكرتير الجمعية الملكية بلندن بتاريخ ١٧ سبتمبر سـنة ١٦٨٣ ، شارحا وواصفا وراسما مجموعة من الميكروبات البكتيرية والتى أشار إليها علـى أنها حيوانات صغيرة (شكل٢) ٠ ذكر ليفنهوك فى خطابه التـاريخى أن مجمـوع الحيوانات الحية التى يحملها فى فمه ، رغم شدة عنايته بنظافة فمـه ، تزيـد عـن مجموع سكان هولندة ٠

المرحلة الثالثة : وهى المرحلة الحديثة التى تبدأ من سنة ١٨٦١ م باكتشـاف **لوى** باستير Louis Pasteur لحقيقة الدور الذى تلعبه الميكروبـات فـى ظـهور

الأمراض ، وأن الميكروبات لا تتولد ذاتيا بل تتكاثر وتنمـــو وتحـــدث عـــدوى ٠ إمتازت المرحلة الحديثة بتفهم العلاقات البيولوجية بين الميكروبات والكائنات الحيـــة الأخرى على أسس علمية سليمة مبنية على الملاحظة والتجربة والاستنتاج ٠



شكل ٢ : رسومات لوفنهوك للحيوانات الصغيرة (الميكروبات) التى شاهدها داخل فمه ٠

obeikandl.com

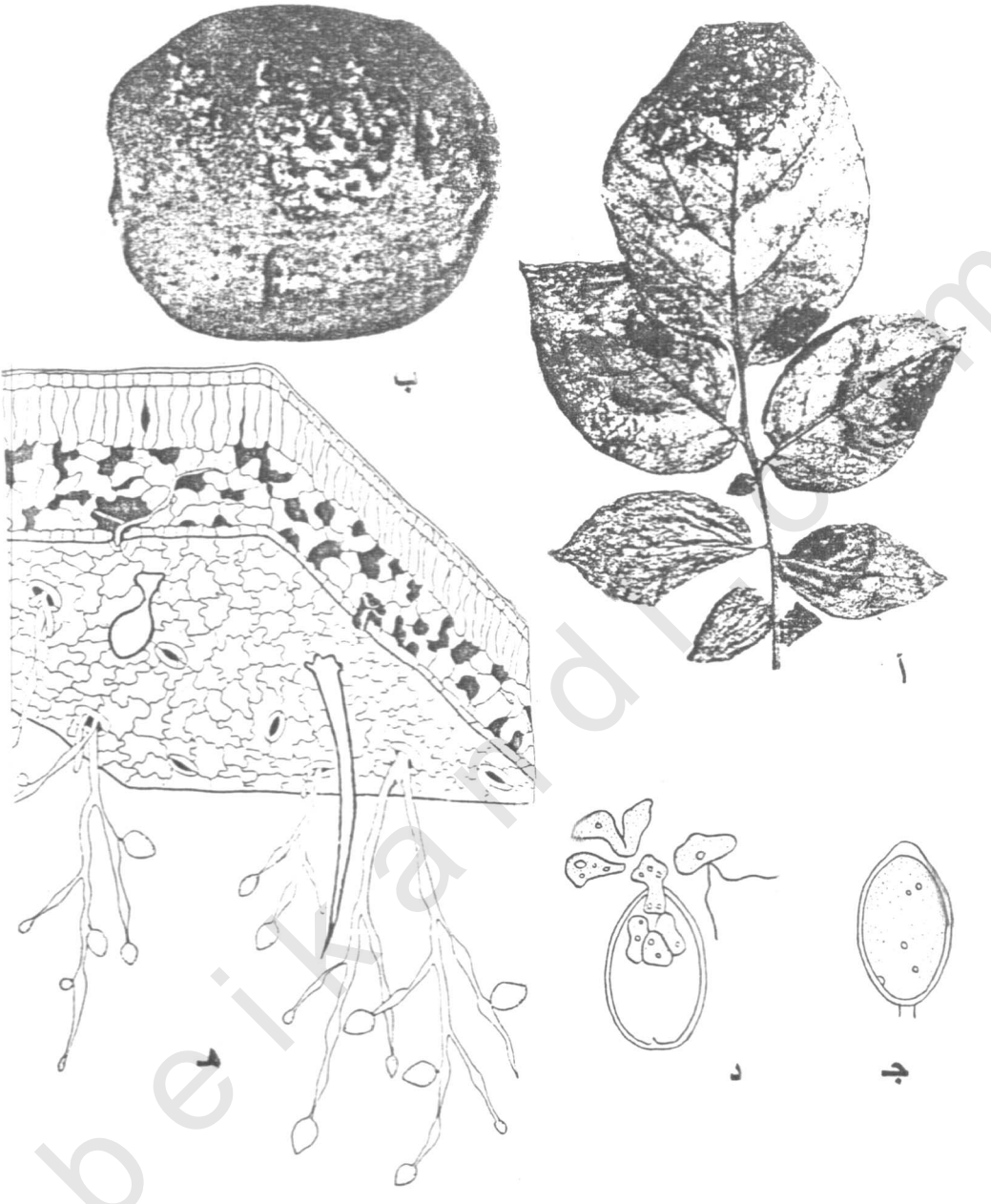
مظاهر الصراع بين الميكروبات والنباتات في العصر الحديث

لعب الصراع بين المبكروبات والنباتات أدوارا بالغة الأهمية في التاريخ الحديث أثر تأثيرا واضحا على سعادة الجنس البشرى ورفاهيته ، كما كان له في بعض الأحيان تأثيرا فى الاتجاهات السياسية العالمية • ترجع أهمية هذا الصراع إلى أهمية النباتات المهاجمة كغذاء للإنسان • فقد قدرت نسبة ما يستهلكه الإنسان فى غذائه من النباتات بحوالى ٩٤% من مجمل غذائه ، أما معظم الجزء الباقى من غذائه فهو حيوانى الأصل ، وهذا الجزء الحيوانى يعتمد فى نموه على تغذية نباتية. من هذا تتضح أهمية النباتات فى حياة الإنسان • فإذا علمنا أن سكان العالم يزيدون سنويا بمعدل مائة مليون نسمة ؛ أى أن هناك فى كل عام مائة مليون من الأفواه تزيد عن الموجود فى العام السابق ، فى حاجة إلى نباتات لتشبع جوعهم ونباتات أخرى تربى عليها مصادر أغذيتهم الحيوانية • إضافة إلى ما ذكر فان الإنسان يستغل كثيرا من النباتات فى صناعة الكساء والبناء والأثاث والدواء • لهذا كان على الإنسان أن يعمل على زيادة إنتاجية نباتاته وأن يجاهد للحفاظ عليها ووقايتها من مسببات تناقصها •

وقد كان للدور الخطير الذى لعبه الميكروب الفطرى الذى أطلق عليه اسم فيتوفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* مع محصول البطاطس ، أثر كبير فى هزيمة الألمان النهائية فى الحرب العالمية الأولى • والبطاطس لم يكن من المحاصيل المعروفة قبل سنة ١٥٠٠ م إلا فى مساحات قليلة من أمريكا الجنوبية ، ثم نقله المستعمرون الأوائل للدنيا الجديدة مع بعض المحاصيل الأخرى مثل الذرة والدخان إلى أوروبا • واستمرت زراعة البطاطس القادمة إلى أوروبا ما يقرب من قرنين من الزمان فى عالم النسيان لا تزرع إلا فى الحدائق النباتية إلى أن اكتشفت أهمية درناته كغذاء للإنسان ، فانتشرت زراعته انتشارا سريعا فى أنحاء أوربا بصفة عامة وفى أيرلندة والجزر البريطانية بصفة خاصة ، وأصبح البطاطس المحصول الأول فى المساحة المنزرعة وكذلك فى عدد مستهلكيه • وليس هناك من المحاصيل ما إنتقل من دنيا الجهل والنسيان إلى عالم الشهرة والانتشار بمثل ما حدث للبطاطس ، وللشهرة ضريبتها • كان البطاطس يصاب فى بلاده الأصلية بأمريكا الجنوبية بالميكروب الفطرى فيتوفثورا إنفساتنز المسبب لمرض البطاطس المعروف حاليا باللفحة المتأخرة • ولم يكن لهذا الميكروب فى موطنه الأصلى

بأمريكا الجنوبية أهمية كبيرة ، ومع ذلك فقد عز على الميكروب أن يترك البطاطس ينتشر وتتسع رقعة زراعته دون أن يهاجر معه وينتشر فى العالم القديم ٠ دخل الميكروب إلى أوروبا محمولا على درنات بطاطس مستوردة قبيل سنة ١٨٤٠م ٠ إستفحل الميكروب المهاجر وإنتشر سريعا وأصبح أشد ضراوة وأكثر فتكا عما عرف عنه فى موطنه القديم ٠ وقد كان من أشد جولاته فتكا ما حدث سنة ١٨٤٥ فى أوروبا وشمال شرق أمريكا الشمالية ، فقد هاجم فى تلك السنة زراعات البطاطس النامية الخضراء التى كانت تشرح النفس وتسر القلب وتمنى بمحصول وفير ، محولا إياها فى أيام قليلة إلى عروش ذابلة وقد تحولت أوراقها من الخضرة اليانعة إلى السمرة الداكنة فأصبحت للناظر كئيبة وللزارع خسارة كبيرة ، فالدرنات التى كانت تمنى صاحبها برزق وفير وخير عميم ورخاء مستديم قد صارت كتلا عفنة ينجذب إليها الذباب وغيره من الحشرات ويهرب من رائحتها الإنسان، وعم الحزن والشقاء (شكل٣) ٠ حلت المجاعات محل الرخاء ومات من مات جوعا ، وتحول الكثير من الهزال إلى هياكل حية تعيش بقلة من الغذاء بعد أن أفنى الميكروب الخبيث محصولهم الرئيسى الذى يعتمدون عليه فى معاشهم ٠ وقد جاءت الأنباء بأن نصف مليون من الشعب الأيرلندى قد سقط فريسة للمجاعة فى تلك السنة، وأن مليونا منهم قد ماتوا نتيجة للجوع وسوء التغذية خلال الخمسة عشر سنة التالية ٠ الكثير من الذين نجوا من المجاعة ، ويقدرون بحوالى مليونين من السكان، هربوا من قلة الغذاء وخوفا من تكرار ظهور الوباء بشدة ، إلى أرض بكر واسعة فى دنيا جديدة ، وهناك فى الولايات المتحدة الأمريكية كانوا نواة للسلالة الأيرلندية من الشعب الأمريكى ٠

ومن الأمثلة الشهيرة الأخرى فى التاريخ الحديث للصراع بين النباتات والميكروبات ، ما حدث لأشجار أبو فروة الأمريكية من هجوم الميكروب الفطرى إندوثيا بارازيتيكا *Endothia parasitca* ٠دخل هذا الميكروب إلى أمريكا، قاد.ما من الشرق الأقصى ومحمولا على بعض الأجزاء النباتية المصابة به ، فى أوائل القرن الحالى ٠ لم يكن هذا الميكروب فى مواطنه الأصلية مصدر خطر واضح على أشجار أبو فروة ، إذ أن تلك الأشجار كانت تمتلك من القدرات ما يمكنها من مقاومة هذا الميكروب وصد هجومه ٠شوهد هذا الميكروب فى موطنه الجديد لأول مرة سنة ١٩٠٤على بعض أشجار أبو فروة المنزرعة بحديقة الحيوانات بمدينة نيويورك٠ وقد كانت أشجار أبو فروة الأمريكية من نوع مخالف لأشجار أبو فروة الأسيوية ٠هاجم الميكروب القادم ، إندوثيا ،أشجار أبو فروة الأمريكية بضراوة فاستسلمت له إستسلاما سريعا ٠وإنتقل الميكروب إلى آلاف الأشجار فى ولاية



شكل ٣ : اللفحة المتأخرة فى البطاطس

أ - الأعراض على ورقة • ب - الأعراض على درنه •

جـ - جرثومة للفطر المسبب للمرض د - خروج جراثيم سابحة من جرثومة الفطر

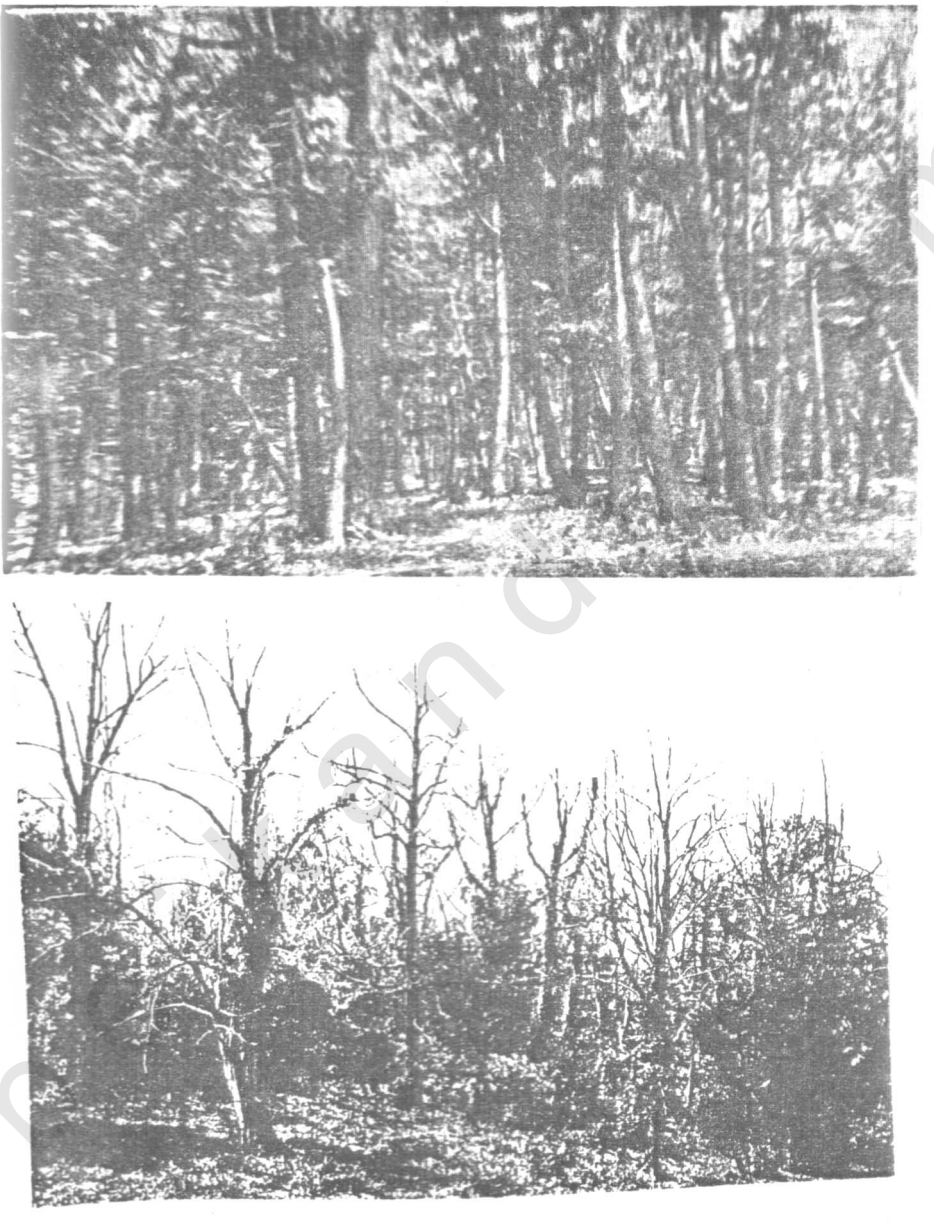
هـ - ظهور نموات الفطر الجرثومية والجراثيم على السطح السفلى لورقة البطاطس •

obeikandl.com

نيويورك ، فسقطت الأشجار صرعى الواحدة تلو الأخرى ، وإمتد الوباء من ولاية نيويورك إلى ولايات أخرى (شكل٤) ٠ ولم يمض على دخول الميكروب عشر سنوات حتى كانت غابات أبو فروة العظيمة الشامخة الممتدة على طول الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية ، من ولاية مين Maine شمالا إلى ولاية شمال كارولينا North Carolina جنوبا ، أى من خط عرض ٤٥ إلى خط عرض ٣٥ شمالا ، أطلالا تنعى أيام عزها وعظمتها ، فقد تغلب الميكروب اللعين الدخيل وقضى على الأشجار الشامخة الراسخة فى زمن قصير ٠ وقد قدرت الخسائر فى الأشجار خلال تلك السنوات العشر ، بأسعار ذلك الزمان ، بما يزيد على خمسين مليونا من الدولارات ٠ وقد كان هذا الميكروب إنذار خطر داهم ، وتأكدت أهمية إيجاد خط دفاعى قوى حصين ضد الأعداء الأجانب الدخلاء من الميكروبات ، فأمكن بعد ذلك تحقيق ما نادى به الكسندر كرو Alexander Craw قبل ذلك فى سنة ١٨٩١ من ضرورة سن قانون للحجر الزراعى يحمى البلاد من خطر الميكروبات الأجنبية ، وقد تحقق ذلك سنة ١٩١٢ بعد مأساة غابات أبو فروة ٠

لا ينجو نوع نباتى من عدو أو أكثر من الميكروبات ، وكثيرا ما يكون لهذا النوع النباتى قصة حزينة أو مأساة مؤلمة عاشها مع أحد هذه الميكروبات ، شعر بها الإنسان وتأثرت نتيجة له اقتصادياته ٠ وفى ذلك يأتينا ذكر قصة نباتات العنب مع ميكروبين مختلفين هاجما شجيرات العنب هجومين متتابعين ، فكان لكل منهما جولة تخللتهما جولة حشرية ، فما كاد الإنسان أن ينتصر للعنب على الميكروب الأول حتى ظهر الميكروب الثانى وتدخل فى القتال فكانت له جولة قاسية على العنب ٠

فى سنة ١٨٤٥ ظهر على العنب بإنجلترا ميكروب فطرى يعرف باسم أنسنيولا *Uncinula* ويسبب المرض المعروف حاليا بالبياض الدقيقى ،وذلك بعد أن هاجر إلى إنجلترا من موطنه الأصلى ٠ وقد تضاربت الآراء حول موطنه الأصلى ، فمن قائل أنه أمريكى ومن قائل أنه يابانى ٠ وأيا كان موطنه فقد وصل إلى إنجلترا ومنها تنقل سريعا فى أوروبا غير آبه لحدود طبيعية أو محترما لحدود سياسية ، فظهر فى فرنسا سنة ١٨٤٧ ، وفى خلال أربعة سنوات كان قد عم زراعات العنب الفرنسية ، فظهرت آثار هجومه على أجزاء العنب الهوائية من أوراق وأزهار وثمار ، وأثر ذلك تأثيرا سيئا على المحصول الناتج كما ونوعا ٠ نتيجة لهذا فقد قل محصول النبيذ كثيرا فانخفض معدله فى فرنسا من ألفى لتر للفدان سنة ١٨٥٠ إلى ١٣٠٠ لتر سنة ١٨٥٢ ثم إلى ٤٩٠ لتر فقط سنة ١٨٥٤ ٠

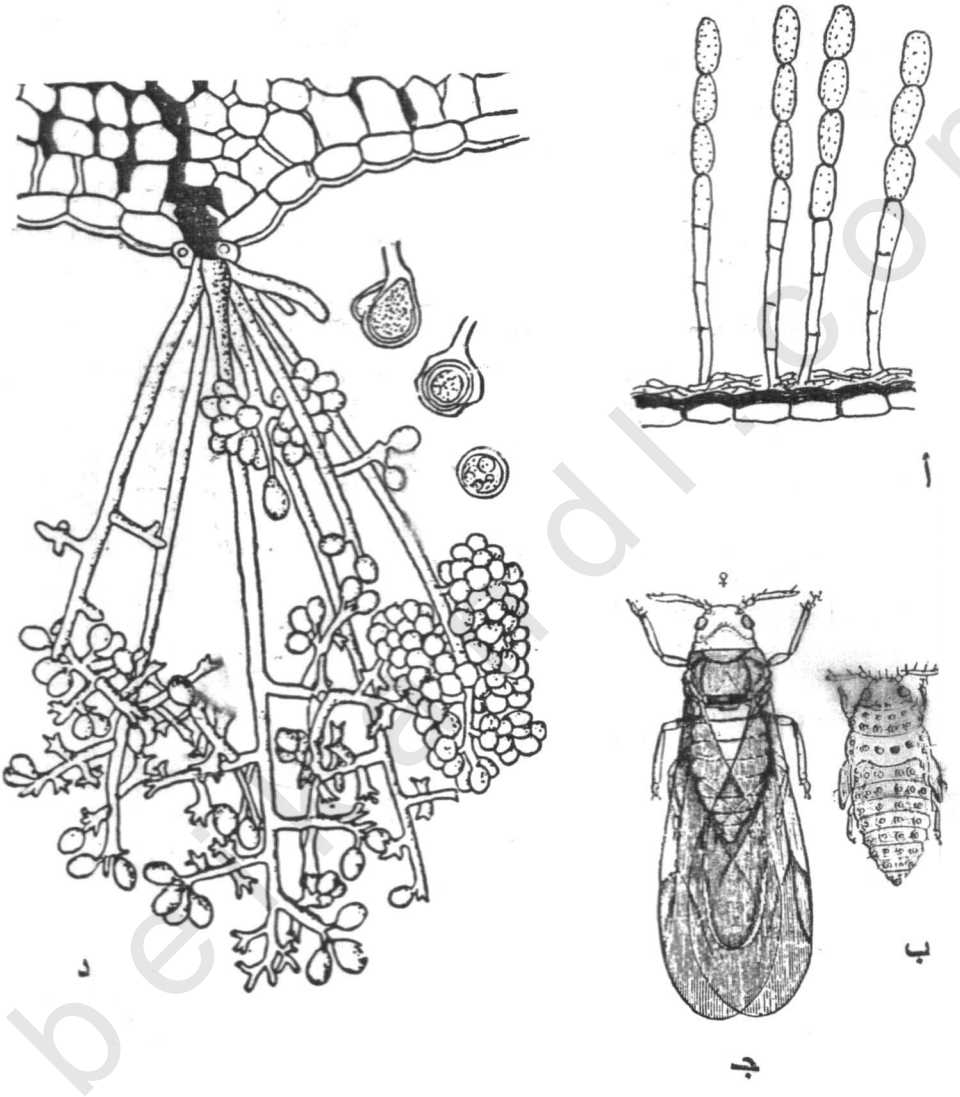


شكل ٤ : أشجار أبو فروة ، فى صحتها (أعلى) ،
وهى صرعى الميكروب إندوثيا بارازيتيكا (أسفل)

واصل الميكروب زحفه فوصل إلى إيطاليا والمجر واليونان ثم إلى آسيا الصغرى وشمال أفريقيا ، حيث ظهر على العنب المصرى واكتشف لأول مرة سنة ١٩٢٧ .

إهتم العلماء بميكروب أنسنيولا ، وتمكنوا من الحد من انتشاره ، ولكن ظهر عند ذلك العدو الميكروبى الثانى المسمى بلازموبارا *Plasmopara* والمسبب للمرض المعروف بالبياض الزغبى (شكل ٢٧) . دخل الميكروب الثانى للعنب إلى أوروبا قادما من أمريكا الشمالية موطنه الأصلى محمولا على شتلات عنب ، وكان لدخوله قصة . فقد كان زراع العنب فى فرنسا يقاسون فى ذلك الوقت من حشرة ضارة هاجرت إليهم من أمريكا تعرف بحشرة الفللوكسرا . كانت هذه الحشرة تهاجم جذور شجيرات العنب الأمريكية ، ولكنها لا تنال منها كثيرا نظرا لما تمتلكه من إمكانيات تساعدها على صد هجوم تلك الحشرة . هاجرت حشرة الفللوكسرا إلى فرنسا حيث العنب الفرنسى أسهل لها منالا مقارنة بالعنب الأمريكى ، لهذا فكر زراع العنب فى فرنسا فى إستيراد أصول عنب أمريكية وذلك لزراعتها كأصول يطعمون عليها العنب الفرنسى ؛ أى أن الأجزاء الأرضية من شجيرات العنب أصبحت أمريكية فى حين أن الأجزاء الهوائية من الشجيرات لا زالت فرنسية ، وذلك بعد أن وصلتهم شتلات العنب الأمريكى سنة ١٨٧٠ .

طبيعة الحياة التى لا تقبل الهدوء والمسالمة ، بل التى تفرض على الكائنات المنافسة والصراع والإقتتال ، أبت أن تعيش شجيرات العنب بفرنسا بعد ذلك فى أمان ، بعد أن إنتصر لها الإنسان فى جولة ضد الميكروب الأول أنسنيولا فوجد ضده مبيدا قاتلا ، وبعد أن إنتصر له فى جولته الثانية ضد حشرة فللوكسرا بإستيراد أصول لعنب أمريكية ، فجاء العدو الثالث بلازموبارا محمولا على شتلات عنب مستوردة من أمريكا فكانت الجولة الثالثة ، والتى كانت جولة سريعة خاطفة مع الميكروب القادم الجديد الذى إنتشر إنشارا سريعا فى أنحاء أوروبا وخاصة أوروبا الوسطى ودول ساحل البحر الأبيض المتوسط حتى وصل إلى مصر حيث سجل بها سنة ١٩٢٠ .



شكل ٥ : أعداء العنب

أ – فطر أنسنيولا مسبب البياض الدقيقى ناميا على السطح العلوى لورقة عنب ٠

ب – حورية حشرة فللوكسرا ٠ جـ – الحشرة الكاملة لفللوكسرا ٠

د – فطر بلازموبارا مسبب البياض الزغبى ناميا على السطح السفلى لورقة عنب ٠

التعرف على طبيعة الصراع بين الميكروبات والنباتات

معظم الميكروبات صغيرة صغرا عظيما ... لا ترى بالعين ... قد تصل إلى أقل من ميكرون قطرا ، والميكرون مقياس طولى عبارة عن جزء من ألف من المليمتر ، لهذا لم يكن من الممكن رؤية الميكروبات أو التكهن بوجودها قبل إختراع العدسات المكبرة والميكروسكوبات التى تكبر الأشياء مئات المرات . وقد كان للصانع الهولندى لوفنهوك الذى عاش فى الفترة من سنة ١٦٣٢ إلى سنة ١٧٢٣ الفضل الأول فى التعرف عليها (شكل٢) .

وقد إحتاج تفهم حقيقة الميكروبات إلى سنين طويلة ، ظل خلالها العلماء يتخبطون فى الآراء والأفكار حول طبيعة الميكروبات ، وقد إستمر ذلك حتى منتصف القرن التاسع عشر . وقد إعتقد العلماء خلال تلك السنين أن الميكروبات تنشأ وتخلق فى السوائل والنباتات والحيوانات نتيجة لظروف خاصة . وقد أخذ العلماء يتبادلون هذه النظرية والتى عرفت بنظرية التوالد الذاتى .حتى سنة ١٨٦١، حيث دحض العالم الفرنسى لوى باستير (شكل٦) نظرية التوالد الذاتى فأثبت بتجارب معملية تمتاز بالبساطة والدقة وبإستنتاجات سليمة أن الخمائر وهى كائنات حية دقيقة تصاحب دائما السوائل المتخمرة ، لا تتولد ذاتيا فى تلك السوائل ، بل هى موجودة عادة فى الجو المحيط وتصل إلى السوائل وتتكاثر فيها محدثة حالة التخمر .

تخاطف العلماء النظرية الجديدة عن طبيعة الميكروبات فاستخدموها لتفسير الأمراض التى تصيب النباتات والحيوانات والانسان . وقد كان الطبيب الألمانى روبرت كوخ Robert Koch (شكل٧) أول من أن وضح حدوث صراع بين ميكروب معين وحيوان ما ينتج عنه إنتصار الميكروب وهزيمة الحيوان ، ففى سنة ١٨٧٦ درس كوخ مرض الجمرة الخبيثة ، واقترح أن البكتيريا العصوية التى توجد فى دم الحيوان المريض هى المسبب الحقيقى للمرض . وفى سنة ١٨٨٤ نشر كوخ فروضه الشهيرة التى إعتبرت الأساس العلمى الذى يبنى عليها إثبات حدوث وظهور أعراض المرض واثبات العلاقة بين الميكروب المتطفل والكائن العائل ، سواء أكان هذا العائل نباتا أو حيوانا .

عرفت طبيعة المرض الطفيلى فى النباتات قبل معرفتها فى الحيوانات ، فقد كان لاستفحال خطر مرض اللفحة المتأخرة على البطاطس فى أوروبا قرب نهاية النصف الأول من القرن التاسع عشر فضل كبير فى ذلك ، حيث صارت اللفحة آنذاك حديث الزراع وتباينت الآراء حول طبيعة هذا المرض الجديد ، وأعلن عن جوائز لمن يثبت حقيقة المرض وعن جوائز أخرى لمن يتوصل الى العلاج • كان يدور بعض ذلك على صفحات جريدة فنية انجليزية تسمى أنباء الزراع Gardener's chronicle • ومن الأفكار التى إحتدت حولها المناقشة ما كتبه أحد المهتمين ، مرجعا ذلك المرض الى الكهرباء التى تنتج عن إحتكاك قاطرات السكك الحديدية بالقضبان التى تسير عليها ، تلك الآلة الجديدة التى تتكرع أثناء سيرها دخانا كثيفا والتى ترهب الماشية أثناء سيرها بسرعة جنونية تصل الى ٣٥ كيلومتر فى الساعة !

شكل ٦ : العالم الفرنسى لوى باستير

شكل ٧ : العالمان الألمانيان اللذان درسا العلاقة بين الميكروبات والأحياء الراقية روبرت كـــوخ (أعلى) درس تلك العلاقة مع الحيوانات والإنسان ، ودى بارى (أسفل) درسها مع النباتات .

إستمر التخبط فى الآراء والتعليلات حتى كتب الطالب النابغة بيركلى R.Berkeley إلى جريدة أنباء الزراع إعتقاده بأن لفحة البطاطس ترجع إلى ميكروب فطرى شاهده بصفة دائمة مصاحبا للمرض (شكل ٣ هـ) ٠

وفى سنة ١٨٥٥ أثبت العالم الألمانى دى بارى De Bary (شكل٧) طبيعة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس ، فوضح أن المرض يرجع إلى المكروب الفطرى الذى سماه فيتوفثورا إنفستانز ، وبين كيفية حدوث العدوى بهذا الميكروب وكيفية إختراقه لأنسجة النبات ٠

بعد أن اكتشف الإنسان طبيعة الأمراض النباتية، وبعد أن وجد أن الكثير من تلك الأمراض تعزى إلى إعتداء ميكروبات على نباتات ، بدأ العلماء سلسلة من الدراسات للكشف على تفاصيل تلك العلاقات بين النباتات وأعدائها من الميكروبات٠ وفى دراسة الإنسان للميكروبات حاول أن ينميها معمليا على أغنية صناعية وطبيعية ، وأن يجرى عليها من التجارب ما يمكنه من معرفة متطلبات نموها ومثبطات نموها والبيئات المناسبة وغير المناسبة لها ٠

obeikandl.com

مصادر القوة فى الميكروبات

يحدث الاقتتال عادة بين كائنين متكافئين فى القوة ، إذ ليس من المعقول أن يقاتل فأر أسدا أو يقاتل أرنب نمرا • حتى العكس لا يمكن تصوره أيضا ، إنما التصور المعتدل أن أسدا يفترس قطا أو أن نمرا يصطاد أرنبا ، والضعيف هنا يستسلم لقضائه ، وقد يقاوم مقاومة ضئيلة • ولو أنه فى الغابة قد يحدث قتالا بين حيوانين غير متكافئين حجما ، وقد يتغلب الأقل حجما على الأضخم جسما • كما فى تصورنا لقتال بين نمر وفيل ، وهنا نجد أن الحيوان الأصغر حجما يمتلك من سعة الحيلة ومرونة الحركة وقوى العضلات ما يعوضه عن قلة الحجم •

مهما كان الفرق الحجمى بين المتصارعين من سكان الغابة ، فانه ضئيل جدا مقارنة بالفرق الحجمى بين المتصارعين من الميكروبات ضد النباتات • بعض الميكروبات قد يقل حجما عن ميكرون مكعب واحد ، أى جزء من تريليون * من السنتيمتر المكعب ، فى حين أن نبات حولى صغير قد يصل حجمه إلى ما يزيد عن مائة سنتيمتر مكعب ، أى ما يزيد عن حجم الميكروب بمائة تريليون مرة • لا يقتصر الفرق بين الميكروب والنبات الراقى على الحجم فقط ، بل نجد أنهما متفاوتان تفاوتا كبيرا فى التشكيل العضوى لكل منهما ، فأحدهما ، أى الميكروب يمثل البساطة فى أدنى مراتبها ، والنبات الراقى يمثل الرقى النباتى فى أعلى صوره• مع ذلك فكثيرا ما يتغلب الكائن الضئيل البسيط على الآخر الضخم الراقى• كيف يحدث ذلك ! لابد وأن الكائن الدقيق المصارع يمتلك من مقومات القوة والجبروت ما يعوضه عن ضآلة الحجم وبساطة التكوين ، مما يمكنه من التغلب على خصمه الضخم رغم أن الغالب فى وزن الهواء ولا أقول فى وزن الذبابة ، والمغلوب قد يزيد على وزن الفيل •

ليس معنى هذا أن كل ميكروب مصارع ناجح ، فالبعض فقط هو الذى يمتلك من القدرات ما يمكنه من مهاجمة النبات • بعض الميكروبات المهاجمة يضيع فى خضم القتال ويكتب له الهزيمة •• البعض الآخر يتمكن من الثبات حتى النصر•

---

* التريليون يعادل مليون مليون ، أى ١٠^{١٢} ، أى ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

هذا القليل من الميكروبات الذى يكتب له الغلبة لابد وأن له من القدرات ما لا يتوفر لغيره من الميكروبات ، وكلما زادت تلك القدرات وتكاملت كلما إتضحت خطورة تلك الميكروبات ٠ يمكن تلخيص تلك القدرات فى خمس نقاط ٠٠٠ تكاثر فى العدد٠٠٠ تنقل فى يسر وأمان ٠٠٠ هجوم وإختراق لجدر النبات ٠٠٠ تعايش مع النبات ٠٠٠ وأخيرا حيوية ومرونة لهذا الميكروب ٠

obeikandl.com

تكاثر الميكروبـــات

تحافظ الكائنات الحية على نوعها بأن تبعث إلى الحياة أشباها لـــها ، تواصـــل الحياة لفترة ثم تكرر ما فعله الآباء بأن تبعث غيرها للحياة قبل إنتـــهاء حياتـــها ، وهكذا ٠ قدرة الكائن الحى على بعث حياة جديدة تعرف بالتكاثر ، فالتكـــــاثر هـــو وسيلة الكائن الحى فى المحافظة على نوعه ٠ تختلف الكائنات فى قدراتـــها علـــى التكاثر إختلافات نوعية وكمية ، فمن الكائنات ما يقدر نسله بالآحاد ، ومنها ما يقدر بالمئات ، والبعض يقدر بالآلاف وقد يقدر بالملايين ٠ وكلما زادت قدرة الكائن على التكاثر كلما زادت إمكانياته فى المنافسة ، وكلما ضعفت تلك القدرة عن نوع مـــن الكائنات كانا ذلك نذير له بقرب زوال نوعه وبأنه فى مجال المنافسة مغلوب وفـــى زحمة الحياة مفقود ، إذ أن أعداده فى تناقص بينما أعداد غيره فى تزايد ٠

تتعرض الكائنات الحية ، أثناء حياتها ، لأخطار ، تعرض كثير مـــن أفرادهـــا للهلاك لهذا فان الكثرة العددية تزيد من فرص بقاء نوعها ٠ والميكروبات تعيـــش حياة شاقة تتعرض أثناءها الكثرة منها للهلاك مما أوجب أن تكـــون كـــثرة نســـلها متناسبة مع مدى الخطورة المعرضة لها ، ولهذا فقد أدخل فى إعتبـــار الميكـــروب الناجح غزارة نسله ٠

بعض أنواع الميكروبات تتنوع طرق تكاثرها فتنتج أنواعا مختلفة من الأجـزاء التكاثرية ، يتلاءم كل نوع منها مع ظرف معين من ظروف حياتـــها ٠٠٠ فمنـــها الأنواع النشطة ذات القدرة على الهجوم المباشر ٠٠٠ ومنها الأنواع الساكنة التـــى تتحمل الظروف البيئية القاسية فتسكن لفترة من الزمن ، حتى إذا تغيرت الظـــروف وعادت الظروف إلى سيرتها الأولى ، قامت من سباتها وإستعادت نشاطها وعـــادت لنموها وتكاثرها وهجومها ٠

الميكروب إندوثيا بارازيتيكا ،الذى سبق ذكره ،والذى وجد فى غابات أبو فروة بشرق الولايات المتحدة الأمريكية مرتعا خصبا ، وفريسة طيعة فقضى عليها فـــى قليل من الزمن (شكل٤) ، يمتلك قدرات تكاثرية وفيرة ومتنوعـــة ســـاعدت علـــى سرعة إنتشاره وشدة فتكه بالأشجار ٠ يدخل هذا الميكروب إلى قلف ســـيقان أبـــو فروة خلال الجروح التى كثيرا ما تحدث لتلك الأشجار بفعل الطيـــور والحيوانـــات

التى تستوطن تلك الغابات أمثال طيور نقار الخشـــب wood peckers (وحيوانات السنجاب ٠

شكل ٨ : طائر نقار الخشب الذى ساعد على سرعة انتشار ميكروب اندوثيا بارازيتيكا فى غابات أبو فروة الأمريكية ٠

ينمو الميكروب بعد إختراقه لقلف الأشجار منتشرا بالأنســـجة متلفـــا إياهـــا ، ومضعفا لحيويتها ، وخلال أسبوعين يبدأ فى تكاثره فيكون إثمارات دقيقـــة تظـــهر كدمامل تحت القلف لا تلبث أن تفجر طريقها إلى السطح الخارجى للقلف ٠ تتكـــون تلك الاثمارات من أجسام دورقية مجوفة داخلها سيقان دقيقة يتكون على طرف كـــل منها جسم خيطى ملتوى دقيق هو الجرثومة ٠ تنضج الجراثيم وتسقط فى تجويـــف الدورق ، ثم يتكرر تكوين جراثيم أخرى وغيرها ٠ تغمر جميع الجراثيم فى طبقـــة صمغية لزجة بتجويف الدورق ، فإذا سقطت الأمطار إنتفخـــت الطبقـــة الصمغيـــة

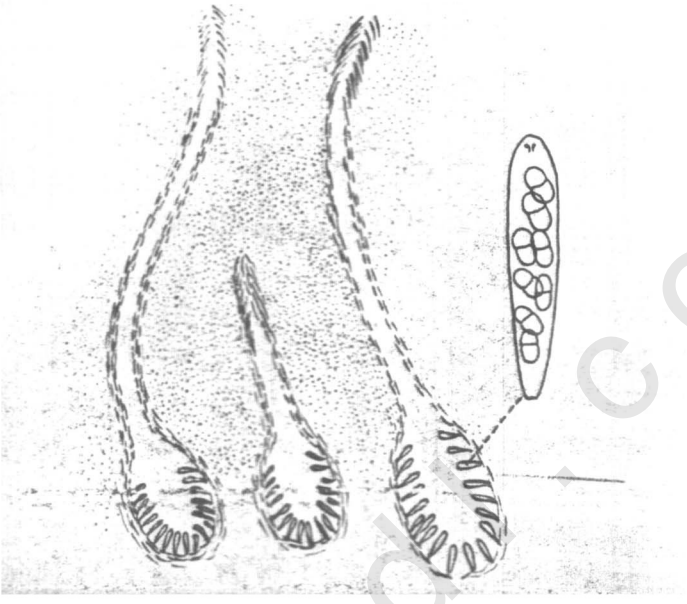
بسرعة نتيجة لما إمتصته من ماء المطر حاملة معها الجراثيم ذات اللون الأحمر أو الأصفر إلى خارج الدورق ٠ قدر معدل الجراثيم التى تخرج من جسم ثمرى واحد بعدد يتراوح ما بين نصف بليون الى بليون * جرثومة ، وليس من السهل حصر أعداد الجراثيم التى تتكون على نبات واحد مصاب وذلك لكثرتها المتناهية ، وخاصة إذا عرفنا أن السنتيمتر المربع الواحد من قلف مصاب يتكون عليه أكثر من ثمانية أجسام ثمرية ٠ تلتصق الجراثيم بسهولة بأجسام الحشرات والطيور والحيوانات التى من طبيعتها التنقل من نبات إلى آخر ، ناقلة معها جراثيم الميكروب اللعين وموزعة إياها على النباتات التى تزورها٠ وقد غسلت أقدام أحد طيور نقار الخشب الموجودة فى غابات أبو فروة المصابة فوجد بها حوالى بليون جرثومة ، وإلى هذا الطير وغيره من الطيور المهاجرة يعزى الانتشار السريع للمرض شمالا وجنوبا أثناء هجراتها فى الربيع والخريف ٠

لا يكتفى ميكروب اندوثيا بما يكونه من أعداد خيالية من جراثيم لزجة ، بل يكون أيضا نوع آخر من الاثمارات بعد عدة أسابيع من تكوينه للنوع السابق ٠ النوع الثانى من الاثمارات يتكون نتيجة لعمليات تزاوجية بين نموات ميكروبية ذكرية وأخرى أنثوية ٠ وهى عبارة عن دوارق كروية إلى بيضاوية تتكون فى قلف الأشجار أسفل الأجسام الثمرية الأولى وتفتح بعنق طويل يمتد حتى السطح الخارجى للقلف ٠ يتكون داخل كل جسم ثمرى آلاف من أكياس أسطوانية تحتوى كل منها على ثمانية جراثيم ، وكل جرثومة تتكون من خليتين(شكل ٩) تنضج الجراثيم وينفصل الكيس عن جدار الجسم الثمرى متحركا ناحية فتحة الدورق فينفجر قاذفا بقوة جراثيمه الثمانية إلى الجو الخارجى ، فتصيب تلك القذائف الجرثومية نباتات أخرى أو تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة ٠

مما سبق يتضح لنا مدى خطورة ميكروب إندوثيا فهو يكون نوعين من الجراثيم أحدهما لزج يسهل نقله بالحيوانات والطيور ، والآخر جاف يقذف فى الهواء فيصيب نباتات أخرى بالغابة أو تحمله الرياح إلى مسافات بعيدة ، لهذا لم يكن من اليسير إبادة الميكروب والقضاء على المرض بعد ظهوره على نباتات قليلة فى المبدأ٠

---

* البليون يعادل ألف مليون ، أى ١٠^٩، أى ١٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠



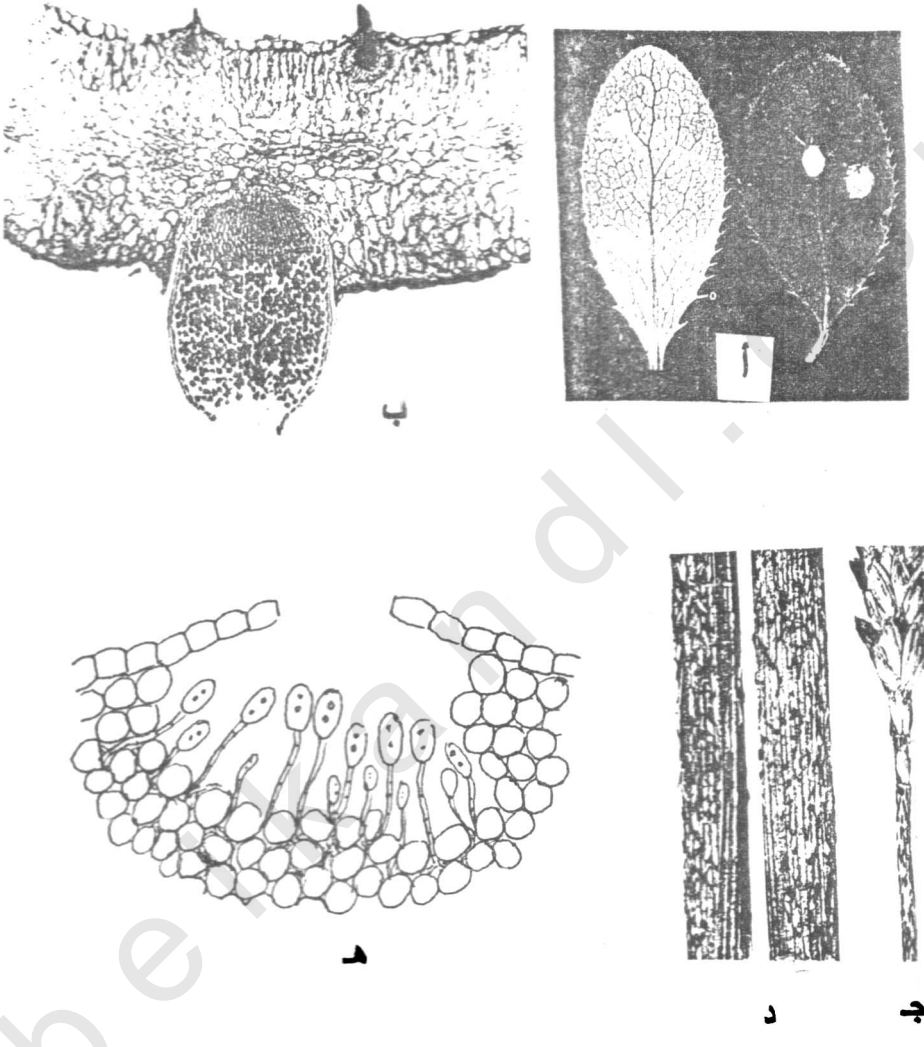
شكل ٩ : أجسام ثمرية تزاوجية للميكروب إندوثيا بارازيتيكا ، وإلى اليمين كيس أسطوانى مكبر به ثمانية جراثيم ٠

من الميكروبات الأخرى المنتشرة فى الدول العربية ، ميكروب صدأ القمح الأسود ، والذى يعتبر من الميكروبات الناجحة فى تطفلها ، فقد إستمر منذ سنين طويلة ذا قوة وصولجان ، له أقيمت الأعياد ، وإلى آلهته تضرع الرومان ٠ ميكروب هذا الصدأ والذى يطلق عليه إسم باكسينيا جرامينس *Puccinia graminis* ، يعيش على نباتين بالتبادل ٠ النبات الأول نبات شجيرى يعرف باسم باربرى barberry الذى يكثروجوده فى البلاد الشمالية ويمضى عليه الميكروب الفترة الأولى من حياته حيث ينضج ويتزاوج ، ثم ينتقل الميكروب إلى عائله الثانى نبات القمح حيث يستكمل حياته (شكل١٠)٠ وفى بعض الحالات وجد أن هذا **الميكروب يستطيع المعيشة على نباتات القمح دون اللجوء إلى نباتات الباربرى ، إلا أن غزواته للقمح فى هذه الحالة لا تكون بنفس قوة غزواته فى حالة إستكمال دورة**

حياته على نبات الباربرى ٠ ولإمكانيات هذا الميكروب التكاثرية يرجع بعض الفضل فى نجاح غزواته ٠ فقد وجد أن ما يتكون على شجيرة واحدة من الباربرى ارتفاعها حوالى المترين إذا أصابها ميكروب الصدأ بشدة فإنه يتكون عليها فى الوقت الواحد حوالى سبعين بليونا من الجراثيم التى يمكنها أن تهاجم نباتات قمح ٠ ويتكون على شجيرة الباربرى المصابة عدة محاصيل من هذه الجراثيم ٠ إذا هاجمت تلك الجراثيم المتكونة على الباربرى ، نباتات قمح وتمكنت منها ، فان كل جرثومة ينتج عنها خلال أسبوع واحد جيلا من نوع آخر من الجراثيم يتراوح عددها ما بين خمسين ألفا وأربعمائة وخمسين ألفا من الجراثيم ٠ تلك الجراثيم الناتجة يمكنها إعادة إصابة نباتات قمح أخرى وإنتاج جراثيم أخرى بأعداد مهولة ، ولك أن تتصور مدى ما يمكن إنتاجه من مصادر عدوى خلال موسم نمو القمح ، فقد وجد أنه يتكون على نباتات فدان قمح مصاب بشدة بميكروب الصدأ الأسود حوالى خمسين مليون مليون جرثومة قابلة لإحداث عدوى جديدة ، فعند حصاد محصول قمح مصاب بشدة تظهر فوق المزرعة سحابة حمراء من جراثيم هذا الميكروب فيظهر الرجال ووجوهم مصبوغة بلون الجراثيم كما تتلون الآلات وسطح التربة نتيجة لتساقط الأعداد الخيالية من الجراثيم ٠

يصاب القمح فى بلادنا بعدد من أنواع الميكروبات أحدها يسبب المرض المعروف بالتفحم النتن نظرا للرائحة الكريهة التى تفوح من سنابل القمح المصابة ٠ سنابل القمح المصابة بذلك التفحم لا تكون حبوبا ولكن يتكون فى موقع الحبوب مسحوق ناعم فحمى اللون عبارة عن جراثيم الميكروب المسبب ٠ وقد أحصيت أعداد الجراثيم المتكونة فى سنبلة واحدة مصابة فوجد أنها تتراوح ما بين مليونين إلى إثنى عشر مليونا ٠

الميكروبات البكتيرية ، مثل الميكروب المسبب لمرض تقرح الموالح (شكلى ١١،١٥) ذلك الميكروب الشديد الخطورة ، لا يعطى الميكروب الواحد عند تكاثره إلا فردا واحدا جديدا ، فالميكروب نفسه ينقسم إلى ميكروبين ، وهذا ليس كثيرا بالنسبة للأمثلة السابقة ، ولكن خطورة هذا الميكروب تقع فى قصر أجياله ، فالجيل فى معظم تلك الميكروبات يتم تحت الظروف الملائمة فى أقل من نصف ساعة ٠ فلو هاجم ميكروب واحد نبات موالح ودخل خلال إحدى فتحاته الثغرية ، فلن يظهر أثر لهذا الميكروب الذى لا يتعدى طوله عن ميكرونين وعرضه عن ثلاثة أرباع الميكرون ٠ فإذا فرضنا أن هذا الميكروب بدأ هجومه فى الثامنة مساء ثم بدأ فى الانقسام مرة كل نصف ساعة فسيصبح الميكروب ميكروبين فى الثامنة



شكل ١٠ : ميكروب صدأ الساق الأسود ، باكسينيا جرامينس .

أ – ورقتى نبات العائل الأول ، باربرى ، وعليها بثرة عليها جراثيم الفطر .

ب – قطاع فى ورقة باربرى مصابة تظهر على سطحها السفلى بثرة فنجانية تحتوى على الجراثيم التى يمكنها إصابة القمح ، العائل الثانى .

جـ – جزء من سنبلة قمح مصابة .

د – جزئين من ورقتى قمح مصابين .

هـ – بثرة بها جراثيم الفطر النامى على ورقة قمح يمكنها إعادة عدوى القمح .

والنصف ثم أربعة فى التاسعة ثم ستة عشر فى العاشرة مساء ثم أربعة وستون فى الحادية عشر ، ثم ٢٥٦ عند منتصف الليل ، ويستمر التزايد العددى على هذا المنوال حتى يزيد العدد عن ١٦ مليون فى الثامنة صباح اليوم التالى ، ثم ٢٨٠ تريليون بعد مرور أربع وعشرين ساعة على بدء الهجوم ٠

يتضح مما سبق أن الكثرة العددية الناتجة عن تكاثر الميكروبات ترجع إلى عاملين ٠ أولا ، أن الميكروب الواحد قد ينتج عددا كبيرا من الوحدات التكاثرية القادرة على إعادة الهجوم ٠ وثانيا ، أن مدة الجيل الواحد فى الميكروبات قصيرة فالجيل فى الكثير منها يتم فى أسبوع أو أقل ، وقد يصل فى البكتيريا إلى أقل من نصف ساعة ٠

obeikandl.com

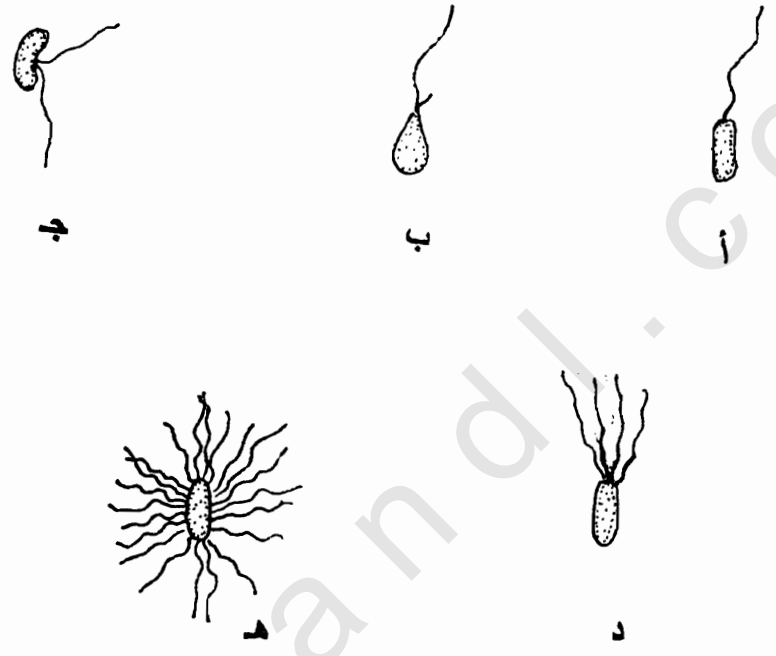
إنتقال الميكروبات

هل يكفى أن تتكاثر الميكروبات بأعداد خيالية حتى تعتبر مقاتلة ناجحة تخشاها النباتات ؟ لاشك أن التكاثر الغزير له أهميته فى نجاح الميكروب فى مجال المنافسة للحياة وفى مجال النضال ضد النباتات العائلة ، فكثرة الأعداد تعوض ضآلة الأحجام ، فالهجوم بأعداد كبيرة أنجح من الهجوم بأعداد محدودة ، والتكاثر السريع أثناء الهجوم والصراع ، يزيد من فعالية القوة المهاجمة وخاصة إذا اشترك النسل مع الآباء فى الحرب على نفس النبات .

إذا تكاثر الميكروب بغزارة وأنتج نسلا يصعب عليه الإنتقال من مكانه الذى تم غزوه وإستنفاذ ما به من غذاء ، إلى أماكن جديدة على نفس النبات أو على نباتات ملائمة أخرى ، فإن النسل الغزير يفقد أهميته ويصبح غير ذى قيمة ، فهو فى مكانه ثابت لا يتحرك ، عاجز عن الوصول إلى مواضع جديدة لمواصلة هجومه وغزوه ... غذاؤه بعيد المنال فهو لا محالة هالك . لهذا كان على النسل الميكروبى الناتج إما أن يكون مساعدا لآبائه فى الصراع ضد النبات المهاجم ، أو أن ينتقل إلى موضع آخر على نفس النبات مشتتا قوى النبات فى الدفاع ضد الميكروب المهاجم ونسله فى عدة جبهات ، أو ينتقل النسل إلى نباتات أخرى ليبدأ معها صراعا جديدا.

تتعدد وسائل إنتقال الميكروبات من مكانها ، وإنتشارها إلى أماكن جديدة . القليل منها يمتاز بقدرة على الحركة الذاتية أثناء حياته أو خلال فترة منها . هذا القليل يسبح فى السوائل وتساعده على ذلك عادة زوائد رفيعة تعرف بالأسواط تساعد الميكروب على الحركة كما تحدد له إتجاه سيره فهى تؤدى عمل الزعانف فى الأسماك والمجاديف والدفة فى القوارب . من هذه الأنواع الميكروب البكتيرى المسبب لتقرح الموالح والذى يتحرك ذاتيا بسوط واحد طرفى وذلك فى وجود قطرات من الماء على سطح النبات ، فتنتقل أفراد الميكروب من مكان تجمعها مسافات محدودة مهاجمة مناطق أخرى سليمة ، كذلك فإن ميكروب فيتوفثورا إنفستانز مسبب مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم يكون فى الجو الرطب المائل للبرودة جراثيم متحركة لكل منها سوطين صغيرين على أحد جوانبها تسبح بهما جانبيا فى قطرات الماء (شكل ٣ د) ، كما أن ميكروب بلازموبارا الذى يهاجم العنب ممرضا إياه بالبياض الزغبى يكون جراثيم متحركة تشبه جراثيم

فيتوفثورا ، وأيضا فإن الميكروب المسبب لمرض الجذر الصولجانى فى الكرنب يكون جراثيم تسبح بسوطين أماميين غير متساويين فى الطول (شكل ١١) ٠



شكل ١١ : ميكروبات تسبح فى الماء

أ – ميكروب بكتيرى يتحرك بسوط واحد طرفى يسمى *Xanthomonas citri* مسبب تقرح الموالح ٠

ب – جرثومة ميكروب فطرى تتحرك بسوطين أمامين غير متساويين يسمى *Spongospora* مسبب الجرب المسحوقى فى البطاطس ٠

جـ – جرثومة ميكروب فطرى تتحرك بسوطين جانبيين ، يسمى *Phytophthora infestans* مسبب اللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم ٠

د – ميكروب بكتيرى يتحرك بأسواط عديدة طرفية ، يسمى *Agrobacterium tumefaciens* مسبب مرض التدرن التاجى ٠

هـ – ميكروب بكتيرى يتحرك بأسواط عديدة موزعة على جسمه يسمى *Erwinia amylovora* مسبب اللفحة النارية فى التفاح والكمثرى ٠

obeikandl.com

هذا ، وغالبية الميكروبات لا تمتلك القدرات الذاتية على الحركة ، فهى كالكسيح تعتمد على من يحملها لينقلها ... فتستخدم الرياح متنقلة على بساطها ... وتستخدم المياه السطحية منها والجوفية ... وتتعلق بأجسام الحيوانات والطيور والحشرات ... وتنتقل محمولة على الإنسان وبضائعه مستفيدة من أحدث تقنيات المواصلات . عموما فوسائل الإنتقال للميكروبات تشبه وسائل الإنتقال الحديثة ، فقد تكون جوية أو مائية أو برية .

النقل الجوى

سبقت الميكروبات الإنسان بملايين السنين في إستخدامها لوسائل النقل الجوى في تنقلاتها . فالهواء هو بساط الريح بالنسبة للميكروبات يحملها لمسافات قريبة أو بعيدة ، وبسرعات بطيئة أو سريعة . الهواء بتياراته الصاعدة قد يحمل الميكروبات إلى إرتفاعات عالية فى طبقات الجو ، فقد وجدت ، جراثيم ميكروبات فطرية يمكنها إصابة نباتات نجيلية محدثة أصداءا بها ، على إرتفاع أربعة آلاف متر ، فوق مزرعة حبوب مصابة بالصدأ . هذه الجراثيم التى حملتها التيارات الهوائية الصاعدة ، سوف تسقط ثانية بفعل الجاذبية الأرضية ، إلا أنها تحتاج لسقوطها إلى زمن يختلف طولا حسب الوزن النوعى لتلك الجراثيم ووفقا للرطوبة الجوية . وقد وجد أن جراثيم معظم الفطريات تتساقط فى الجو بمعدل يتراوح ما بين مترين إلى ٧٥ مترا فى الساعة . وبفرض أن جراثيم الصدأ تسقط بمعدل ٤٠ مترا / ساعة فإنها ستحتاج إلى مائة ساعة للوصول إلى سطح الأرض . الجراثيم لا تسقط عادة عموديا إلى الأرض ، إذ أن تيارات الهواء تدفعها أثناء سقوطها إلى أماكن أخرى تختلف بعدا وإتجاها ، فإذا صادف أثناء سقوط جراثيم الصدأ هبوب رياح فى إتجاه معين بسرعة ثلاثين كيلومتر/ساعة فإن جراثيم الصدأ الموجودة على إرتفاع أربعة آلاف متر سوف تصل إلى الأرض بعد رحلة على الهواء فى مكان يبعد ثلاثة آلاف كيلومتر عن مكان تصاعدها . من هذا يتضح لنا أن بساط الريح قد يحمل الميكروب عبر القارات متخطيا الحواجز البرية والبحرية والسياسية .

قد يظن البعض أن تلك الأبعاد فى النقل الهوائى ما هى إلا أبعادا نظرية خيالية بعيدة عن الحقيقة وواقع الأمر . صحيح أن هناك عوامل أخرى تتدخل فى حساب رحلة النقل الجوى ، فكما أن هناك تيارات صاعدة تدفع الميكروبات إلى أعلى ،

فهناك عوامل أخرى تساعد على الهبوط السريع كسقوط الأمطار ٠ كما أن هبوب الرياح يمنع السقوط المنتظم للميكروبات من أبعادها العليا إلا إذا كانت الرياح أفقية تماما وفى إتجاه ثابت ٠لهذا أجريت إختبارات ودراسات على الجراثيم المحدثة لمرض الصدأ الأسود فى القمح لدراسة إمكانيات حدوث النقل الجوى لمسافات بعيدة٠ ففى أواخر أبريل سنة ١٩٢٣ وجد أن الفطر المسبب باكسينيا جرامينس (شكل ١٠) قد تكاثر على القمح بحالة وبائية فى شمال المكسيك وجنوب ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية ، ولم يكن المرض قد ظهر بعد فى أية مناطق أخرى بالولايات المتحدة الأمريكية ٠ في اليوم الرابع من مايو أمكن جمع جراثيم الصدأ من شمال ولاية تكساس علي إرتفاع ٥٠٠ متر وذلك بواسطة مصائد خاصة ملحقة بالطائرات ٠ في اليوم العاشر من مايو ظهرت إصابات بالصدأ في جنوب أوكلاهوما ٠وصلت الجراثيم محمولة علي الرياح إلى ولايات كانساس وجنوب نبراكسا وجنوب إلينوى في الرابع من يونية ،ثم ظهرت إصابات للقمح في جنوب داكوتا وجنوب مينسوتا في الثاني والعشرين من يونية ٠ أخيرا وصلت الجراثيم إلى الحدود الكندية في أول يولية ٠ وبذلك تكون جراثيم هذا الميكروب قد إستغلت بساط الريح وقامت بعدة رحلات جوية في مدة تقرب من الشهرين ، قطعت خلالها ما يقرب من ثلاثة آلاف وخمسمائة كيلو متر ، مهاجمة خلالها نباتات القمح في الزراعات الممتدة من شمال المكسيك جنوبا حتي الحدود الكندية شمالا ٠

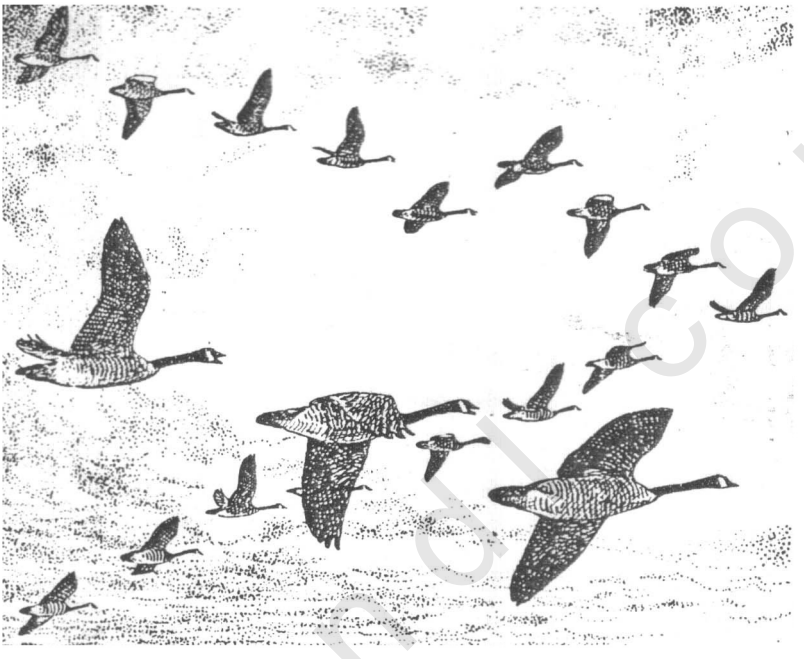
هل يكفي أن تحمل الرياح الميكروبات وتوصلها إلى النباتات العائلة حتي يبدأ الصراع بين الميكروبات والنباتات ؟ لا ، بل من الضرورى أن يصل الميكروب في حالة من الحيوية تمكنه من إحداث الهجوم ٠ تتعرض الميكروبات أثناء رحلة الهجرة هذه ، التي قد تطول زمنا و تبعد مكانا لظروف جوية قاسية من حرارة وجفاف وضوء وإشعاعات قد تقضى علي حيوية الكثير منها ، ولا يصمد فى هذه الرحلة إلا القليل ٠ لهذا كان للعدد الضخم من أفراد الميكروبات أهمية خاصة في النقل الجوى ٠ بعد هذه الرحلة الشاقة ، هل توجد ضمانات لأن تصل تلك القلة التى حافظت علي حيويتها إلى النباتات المناسبة ؟ لا ، بل إن الكثير من القليل الذى تحمل قسوة الرحلة ، يضيع بسقوطه بعيدا عن النبات المناسب ، فمنها ما يسقط فى البحار ومنها ما ينتهى به المطاف إلى أرض جرداء ومنها ما يسقط علي نباتات غير عائلة لا تستطيع مصارعتها ، والنادر من القليل الحى هو الذى تنتهى رحلته على النبات الملائم لمواصلة الكفاح ٠

لا تقتصر الميكروبات في نقلها الجوى علي إستغلال الرياح فحسب في تنقلاتها جويا من مكان إلى آخر بعدت بينهما الشقة ، ولكنها قد تتعلق بالطيور والحشرات المجنحة الطائرة لتحملها من مكان إلى آخر أثناء تجوالها وترحالها • بعض الطيور والحشرات تنقل الميكروبات من نبات إلى آخر أثناء تغذيتها ، والبعض منها ينتقل إنتقالات موسمية لمسافات طويلة ، مهاجرة من مكان إلى آخر •

النقل بالطيور : الطيور المهاجرة تقوم عادة برحلتين سنويا ، ففي نصف الكرة الأرضية الشمالى تكون رحلة الخريف إلى المشتى في الجنوب حيث الدفء والغذاء، ورحلة الربيع إلى المصيف في الشمال حيث الجو اللطيف ولقاء الحب والزواج بين الذكور والإناث • تستغل الميكروبات الطيور في هجراتها أفضل إستغلال ، فتتعلق بها فى أسفارها محمولة علي أجسامها ومن أمثل ذلك ميكروب إندوثيا بارازيتيكا (شكل ٩) ، الذى تعلق بطيور نقار الخشب (شكل ٨) في رحلتى الخريف والربيع بين غابات أبو فروة في شرق الولايات المتحدة الأمريكية • ونقار الخشب لم يكن الطائر الوحيد الذى ساهم في إنتشار الميكروب وأدى إلى مأساة أبو فروة الشهيرة (شكل٤) ، ففى سنة ١٩١٤ فحص أحد الباحثين ٣٦ طيرا من أنواع مختلفة تعيش فى تلك الغابات فوجد أن ١٩ منها كانت محملة بجراثيم هذا الميكروب • والطيور فى رحلاتها تقطع أبعادا شاسعة متخطية حواجز مائية واسعة وحواجز جبلية عالية وبسرعة طيران تتراوح فى معظم الأحوال ما بين خمسين إلى مائة وخمسين كيلو مترا فى الساعة (شكل ١٢) •

تمتاز الطيور كثيرا عن بساط الريح فى حمل الميكروبات ، ذلك أن كثير من الطيور يفضل بعض النباتات عن البعض الآخر ، فهى تفضل النباتات التي توفر لها الغذاء المناسب أو التى تتلاءم معها فى بناء أعشاشها • تلتصق الميكروبات الموجودة على النبات بأجسام الطيور وتنتقل معها من نبات إلى آخر أو تهاجر معها من منطقة إلى أخرى • تحط كثير من الطيور رحالها غالبا علي نباتات أخرى من نفس نوع النبات المنقول منه الميكروب أو أنواع أخرى قريبة منه فكأن هذه الطيور تنقل الميكروبات من الباب إلى الباب دون فقد كبير في أعدادها • ومن مميزات الطيور أيضا أنها لا ترتفع كثيرا في طبقات الجو العليا فمعظمها لا يعلو أكثر من ألف متر فوق سطح الأرض • لهذا فان تأثر الميكروبات بالعوامل الجوية في طبقات الجو العليا يقل كثيرا في حالة النقل بالطيور عنها فى حالة النقل ببساط

الريح. أيضا فإن إلتصاق الميكروبات بأجسام الطيور يحفظ تلك الميكروبات مـــن فعل كثير من العوامل الجوية الضارة .



شكل ١٢ : طيور مهاجرة ، قد تهاجر معها ميكروبات مسببة لأمراض نباتية

obeikandl.com

النقل بالحشرات : الحشرات أكثر من الطيور إلتصاقا بالنباتات • الكثير من الحشرات يختص بالمعيشة علي نباتات معينة دون غيرها • بعضها ينقل الميكروبات عرضا بإلتصاقها بجسم الحشرة ، والبعض يتخصص في عمليات نقل ميكروبات معينة فتحملها في بعض أجزاء جسمها الداخلية حيث قد تتكاثر فتزداد بذلك عددا داخل جسم الكائن الحشرى •

معظم الحشرات مجنحة تستطيع الطيران ، القليل منها قد فقد القدرة على الطيران • والحشرات المجنحة قد تقطع مسافات طويلة أثناء طيرانها ، فمنها ما يهاجر من مكان إلى آخر بحثا عن الغذاء ، أو هروبا عند تقلب الجو • فمن الحشرات المهاجرة نطاط أوراق البنجر وتختص بنقل فيروس مرض تجعد القمة فى البنجر ، هذه الحشرة يمكنها الهجرة لمسافة تتراوح ما بين ٢٥٠ إلى ٣٠٠ كيلومتر دون تغذية خلال الرحلة ، ويساعدها على ذلك إرتفاع نسبة ما تحتويه أجسامها من دهون تصل إلى ٤٠% فى بداية الرحلة ، تستهلك أثناء الرحلة فتنخفض إلى ٢% فقط عند نهاية رحلتها • ومن الحشرات المهاجرة أيضا فراشة جاوة التى تظهر بأعداد كبيرة فى مواقيت ثابتة لدرجة أن الأهالى أسموها بالحجيج ، وفى ديسمبر سنة ١٨٨٣ ظهرت الفراشة بأعداد غفيرة مما إعتقد معه أهالى جاوة بأنها أرواح آلاف السكان الذين ماتوا في أغسطس من نفس العام عقب ثورة بركان كراكاتو Krakatau ، ذلك أن كثير من أهالى جاوة يؤمنون بتناسخ الأرواح •

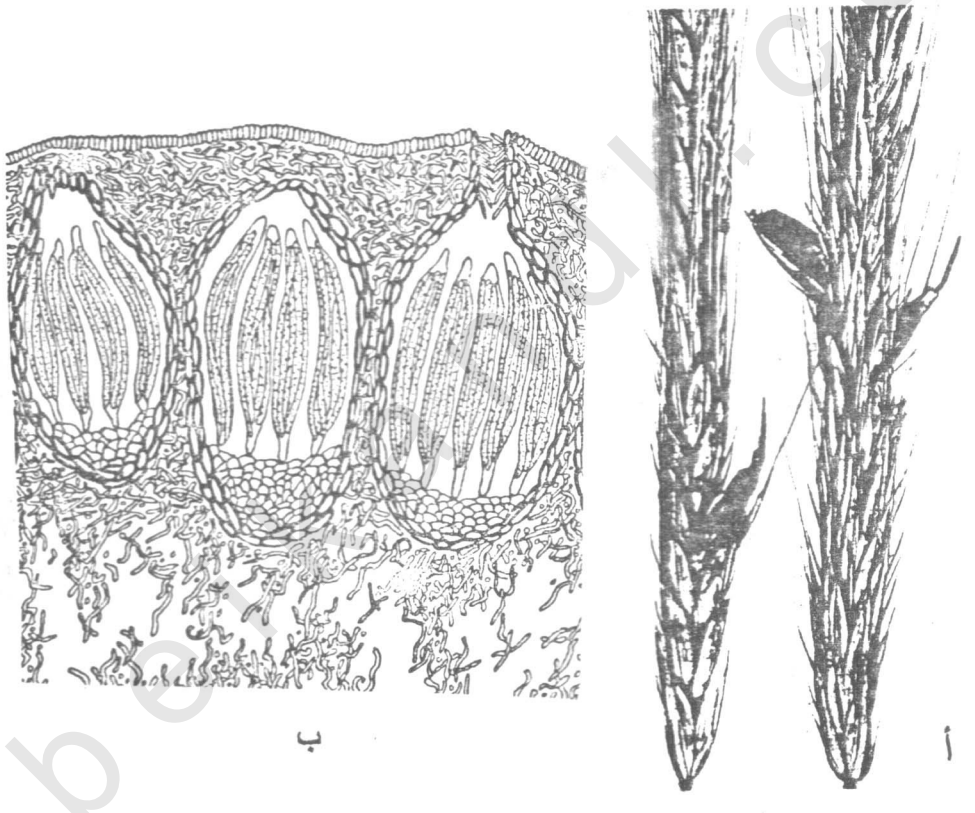
الحشرات التي تقوم بنقل الميكروبات داخليا في أجسامها ، تستخدم في ذلك طرق مختلفة • بعض تلك الحشرات ينقل الميكروبات بجهازها الهضمى ، فتدخل الميكروبات خلال فم الحشرة مع ما تتناوله من غذاء نباتى ، تمر تلك الميكروبات مرورا عابرا بالجهاز الهضمى وتخرج ثانية مع البراز ، وقد يتلوث بيض الحشرة بتلك الميكروبات • من الأمثلة علي ذلك الميكروب البكتيرى المسبب للفحه التفاح والكمثرى والذى تنقله أنواع مختلفة من الحشرات منها الذبابة المنزلية وذبابة ثمار الفاكهة المنتشرة في مصر • كذلك فان الميكروب البكتيرى المسبب لحالة العفن الطرى والذى يهاجم درنات البطاطس فيتلفها أثناء نموها بالتربة إذا زاد ماء الرى أو تساقطت الأمطار بغزارة مع سوء الصرف ، كما يصيب الدرنات فى المخزن • ينتقل هذا الميكروب نقلا داخليا فى أجسام يرقات بعض أنواع من الذباب التي تعيش يرقاتها عادة فى التربة مثل يرقة ذبابة حبوب الذرة • تجرح اليرقات سطح الدرنة أثناء تغذيتها عليها فتلوثها بالميكروب فى نفس الوقت • تعيش الميكروبات المسببة للعفن الطرى في القناة الهضمية ليرقة الذبابة وتنتقل معها من مكان إلى آخر •

تستمر الميكروبات موجودة بجسم اليرقة حين تحولها إلى حالة السكون ؛ أى عندما تكون عذراء ، وأثناءها لا يسكن الميكروب بل يتكاثر ويزداد عددا ثم يواصل الميكروب نشاطه أيضا عند التحول الأخير وظهور الذبابة المجنحة التي تطير ناقلة الميكروب من مكان إلى آخر ، وعندما تضع الأنثى بيضها تلوثه بالميكروب ويعتقد أن الحشرة تستفيد من هذا الميكروب الذى يقوم بتحليل أجزاء البطاطس النشوية في الجهاز الهضمي للحشرة ٠

في كثير من حالات النقل الحشرى نجد أن الحشرة الناقلة للميكروب لا تتغذى إلا علي نفس النوع النباتى القابل للإصابة بالميكروب المحمول ٠ وفي حالات أخرى ، كما فى حالة الميكروب الفطرى المسمى كلافيسبس *Claviceps* الذى يهاجم بعض المحاصيل النجيلية مثل الشيلم والقمح والشعير مسببا مرض الإرجوت ergot (شكل ١٣) ، نجد أن الميكروب ينبه النبات لإفراز نقط سائلة لزجة عسلية تتجمع فيها جراثيم الميكروب المسبب للمرض ٠ تجذب تلك الإفرازات العسلية أنواع كثيرة من الحشرات لتتغذى عليها فيلتصق الميكروب أو جراثيمه بأجسام تلك الحشرات ، وقد يدخل الميكروب وجراثيمه إلى قناة الحشرة الهضمية مع الغذاء العسلى ،وفى معظم الأحوال تمر الجراثيم حية إلى الخارج ٠لا يقتصر ضرر ميكروب الإرجوت على النبات المهاجم بل كثيرا ما يتعداه إلى الحيوانات والإنسان، ذلك أن الحبوب المصابة تحتوى على مادة إرجوستيرول ergosterol ومواد أخرى قريبة منها تضر بالجهاز الدورى للحيوانات والإنسان المتغذى عليها ، مسببة حالة تسمم شديدة كما تسبب حدوث حالات إجهاض للحوامل ٠

فى بعض حالات النقل الحشرى توجد علاقة وثيقة بين الميكروب والحشرة الناقلة ، ففى الميكروب البكتيرى الذى يهاجم أشجار الزيتون محدثا تورمات على سيقانه تعرف بالعقد (شكل ١٤) والذى تنقله ذبابة الزيتون المنتشرة فى بلاد حوض البحر الأبيض المتوسط ٠تعيش الميكروبات وتتكاثر فى جيوب خاصة ملحقة بالقناة الهضمية للحشرة إحداها يصب فى المرىء والباقى عند تقابل نهاية القناة الهضمية بالمهبل حيث ينتهيا سويا في فتحة واحدة ٠ يدخل الميكروب إلى جسم الحشرة عند تغذيتها على نبات مصاب وتتكاثر في جيوب القناة الهضمية ، فإذا زادت أعداد الميكروب عن سعة مسكنه تترك بعض الميكروبات المسكن إلى القناة الهضمية ومنها للخارج ٠ كذلك فإنه عند مرور بيض الحشرة للخارج فإنه يضغط على جيوب المستقيم فيخرج منها بعض الميكروبات التى تلوث البيض من الخارج وبعضها يمر إلى داخل البيض خلال فتحة خاصة بها ٠ يفقس البيض وتظهر

اليرقات وقد غزت تلك الميكروبات جهازها الهضمى • تتكاثر الميكروبات أثناء طور اليرقة ، وتقل أعدادها فى طور العذراء حيث تسكن فى إنتفاخ قريب من مخها، وعندما تتحول إلى ذبابة مجنحة تصبح الميكروبات المختزنة فى إنتفاخ المخ مصدرا لتلوث باقى الجهاز الهضمى للحشرة • وهكذا ، ينتقل الميكروب من جيل للحشرة إلى جيل آخر • عندما تضع حشرة الزيتون بيضها فإنها تحدث فى النسيج النباتى للزيتون وخزا عميقا بواسطة آلة وضع البيض ، ثم تضع البيض محملا بالميكروب فى نهاية الوخز (شكل١٣) • يصل الميكروب مع البيض إلى داخل النسيج النباتى محدثا الهجوم متعاونا فى ذلك مع يرقات الحشرة الناتجة عن البيض•



شكل ١٣ : مرض الإرجوت

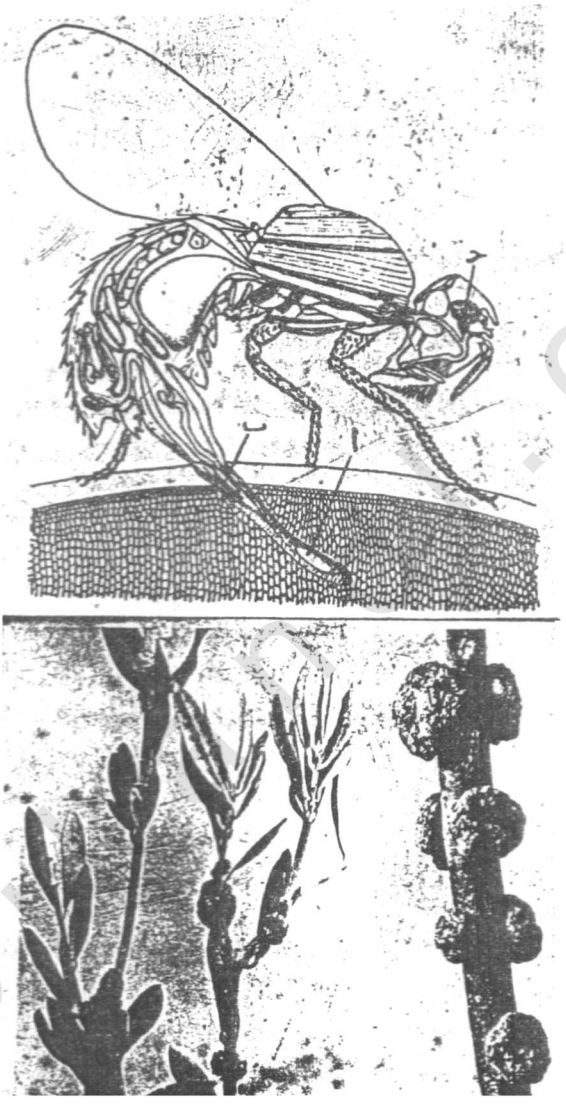
أ – سنبلتين لنبات نجيلى مصاب ، تظهر السنيبلات السامة سوداء طويلة •

ب – أجسام ثمرية للفطر كلافيسبس بها جراثيم طويلة خيطية داخل أكياس •

يعتقد العلماء أن تلك الميكروبات التى تسكن ذبابة الزيتون خلال أطوارها المختلفة هى من لزوميات النمو والتطور السليم للحشرة ، فهناك منفعة متبادلة بين الحشرة والميكروب ٠

بعض الحشرات لا يمكنها إحداث العدوى بالميكروبات بعد إنتقالها من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة مباشرة ، فلا تصبح الحشرة معدية إلا بعد مرور فترة زمنية على وجود الميكروب بها ، بعدها تصبح الحشرة قادرة على إحداث العدوى ، تعرف تلك الفترة الزمنية بفترة الكمون ، وهى تختلف زمنا حسب الميكروب والحشرة الناقلة ٠ فى حالات الكمون يعيش الميكروب غالبا فى دم الحشرة حيث يتكاثر ، وذلك كما فى أنواع كثيرة من حشرات المن التى تمتص عصارة النبات ومنها من الخوخ الذى يتغذى على البطاطس ناقلا إليه فيروس مرض إلتفاف الأوراق ٠ حشرة من الخوخ لا تصبح معدية إلا بعد مرور أربع وعشرين ساعة على تغذيتها على عصارة نسيج بطاطس مصابة ٠ تتغذى حشرة من الخوخ بواسطة خرطوم واخز مدبب دقيق تغرسه فى النسيج النباتى ، ثم تسحب العصير النباتى خلال تجويف بالخرطوم ، فإذا كان مصابا فإن الميكروب يسحب مع العصير حيث يمر إلى القناة الهضمية ومنها يخترق جدرها إلى دم الحشرة حيث يتكاثر فيه إلى الدرجة التى تصبح معه الحشرة معدية ، عندها تنتقل بعض الميكروبات إلى غدد الحشرة اللعابية ٠ فإذا إنتقلت الحشرة إلى نبات آخر للتغذية عليه فإنها تغرس خرطومها الواخز فى نسيج النبات وترسل بعض لعابها المحتوى على الميكروب إلى النبات قبل البدء فى سحب الغذاء ، وبذلك يتم النقل الحشرى من نبات إلى نبات آخر ٠

فى حالات النقل الحشرى التى تتطلب فترة كمون نجد أن الحشرة تستمر ناقلة للفيروس لفترة طويلة من حياتها ، وعادة فإنه كلما زادت فترة الكمون كلما زادت فترة نقلها للميكروب ٠



شكل ١٤ : عقدة الزيتون

أعلى : حشرة ذبابة الزيتون أثناء وضعها البيض داخل أنسجة نبات زيتون

أ – بيض ب – جيوب المستقيم جـ – جيب المرىء

أسفل : أفرع نباتات زيتون تظهر عليها تورمات المرض ٠

النقل المائى

تحمل المياه أثناء سريانها كثيرا من جراثيم الأمراض ومختلف الميكروبات، من منطقة إلى أخرى ومن إقليم إلى آخر ٠ نهر كالدانوب يجرى في بعض دول أوروبا من ألمانيا غربا إلى البحر الأسود شرقا قاطعا مسافة ٢٨١٥ كيلومترا ، مارا خلالها بدول مختلفة منها النمسا والمجر وكرواتيا وصربيا ورومانيا ٠٠٠ بلاد مختلفة ذات طبيعة متقاربة وظروف جوية متشابهة إلى حد كبير ٠٠٠ تشابهت زراعتها ٠٠٠وتوحدت أعداء نباتاتها الميكروبية ٠ هنا تظهر خطورة النقل النهرى،إذ أن الميكروب إذا إنتقل من بلدة إلى أخرى وحافظ أثناء تلك الرحلة على حيويته فإنه حيثما يستقر فسوف يصادف نباتات عائلة له ٠ أما إذا كان مسار النهر فى مناطق متباينة الأجواء مختلفة النباتات ، وذلك كما فى حالة نهر النيل الذى تجرى مياهه من الجنوب إلى الشمال فمياهه تتنقل فى بيئات مختلفة تختلف فيها الزراعات كما تختلف فيها الميكروبات فالخوف من النقل النهرى للميكروبات فى هذه الحالة يكون محدودا ٠

تمر الأنهار بأراضى زراعية وقد تغمرها ثم تتركها ٠ وقد تروى الأراضى بمياه النهر ٠ تجرى مياه الغمر أو مياه الرى خلال مسام الأرض ، ثم تعود ثانية إلى النهر عن طريق الرشح بعد أن حملت بميكروبات النباتات ، ناقلة لها من أماكن تواجدها إلى أماكن أخرى قد تكون خالية منها ملوثة إياها ومهددة نباتاتها ٠

قد تنقل المياه الميكروبات مسافات محدودة من نبات إلى آخر مجاور له ، أو من جزء من النبات إلى جزء آخر ، كما فى مياه الأمطار التى تسقط على النباتات ، ثم تتناثر قطرات المطر المتساقطة على النبات والتى حملت بالميكروبات ، هنا وهناك ، ناقلة الميكروبات إلى مواضع أخرى ٠

النقل البرى

ليست هناك وسيلة من وسائل النقل لم تستخدمها وتستغلها الميكروبات المهاجمة للنباتات ، فكما إستغلت الهواء والطيور والحشرات فى النقل الجوى ، وإستغلت المياه فى النقل المائى ،فكذلك قد إستغلت الحيوانات الأرضية المختلفة فكانت لها دوابا تركب ، تلتصق بأجسامها وتنتقل بتنقلاتها • بعض هذه الحيوانات يقوم بنقل الميكروبات من نبات إلى آخر فوق سطح الأرض ، والبعض تنقلاته فى أنفاق تحت سطح الأرض ، فحيوان مثل الأرنب وفأر الغيط وكثير من يرقات الحشرات يتنقل فى أنفاق تحفرها ، حاملة على جلودها الميكروبات ناقلة إياها من جذور نباتات مصابة إلى أخرى سليمة •

الإنسان ذاته ، أخطر ناقل للميكروبات ، فهو ينقلها عن غفلة منه كما ينقلها بإرادته ••• عقله الراجح مكنه من تقريب المسافات فأصبح البعيد قريبا • كذلك فقد تمكن الإنسان من تكييف الأجواء التى يتنقل فيها حاملا معه الميكروبات فأصبح الفاقد من الميكروبات أثناء النقل معه ضئيلا • يستخدم الإنسان فى تنقلاته وسائل النقل المختلفة ••• جوية ومائية وبرية • والإنسان سيكون الوسيلة السهلة لنقل الميكروبات عبر الفضاء اللانهائى إلى الكواكب الأخرى فى كون الله الفسيح التى توجد بها حياة ، عندئذ سيكتب لأحياء تلك الكواكب الشقاء إذا هاجمتها وتمكنت منها ميكروبات الأرض ، أو الخالية من الحياة وتسمح أجواؤها بالحياة فتكون تلك الميكروبات نواة نشأة حياة جديدة •

تتم معظم حالات نقل الإنسان للميكروبات عن طريق نقله للنباتات أو أجزائها ، فالإنسان ينقل النباتات فى أسفاره وهجراته وتجاراته من مكان إلى آخر متخطيا بها الحواجز الطبيعية من جبال ومحيطات وصحارى • وإن التاريخ لملىء بالمآسى الناتجة عن نقل الإنسان لنباتات محملة بالميكروبات • ولنعد قليلا لبعض الصفحات السابقة لنذكر ما فعله الإنسان عندما أدخل البطاطس من العالم الجديد إلى العالم القديم ومعه الميكروب فيتوفثورا إنفستانز(شكل ٣) وما نتج عن ذلك من مجاعات وهجرات • ولنذكر قصة الميكروب إندوثيا بارازيتيكا الذى أدخله الإنسان مع بعض الأجزاء النباتية ، من الشرق الأقصى إلى أمريكا ، فقضى على غابات أبو فروة (شكل٤) • ولنذكر أيضا قصة زراعة العنب فى أوربا مع ميكروب بلازموبارا مع حشرة الفللوكسرا (شكل٥) حيث أراد زراع العنب الفرنسيون أن يقاوموا حشر

الفللوكسرا التى تهاجم جذور العنب فاستوردوا أصولا مقاومة لهذه الحشرة ليطعموا عليها نباتات العنب الفرنسى ، وبذلك أمكنهم مقاومة الحشرة ، ولكن حظهم السيىء أبى إلا أن تستبدل آفة بآفة ، فكانت الأصول المستوردة محملة بالآفة الجديدة وهى ميكروب بلازموبارا مسبب مرض البياض الزغبى • ومن الميكروبات الخطيرة الأخرى فى تاريخ أمراض النبات الميكروب البكتيرى المسبب لمرض تقرح الموالح والذى دخل إلى الولايات المتحدة الأمريكية محمولا على أجزاء نباتية مصابة نقلها الإنسان من شرق آسيا سنة ١٩١١ (شكل ١٥) ، وإنتشر الميكروب سريعا بأمريكا ، ولم يكن من السهل التخلص من هذا الميكروب اللعين إلا بعمليات الإبادة للمزارع المصابة ، وقد تم التخلص من هذا الميكروب فى الولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٤٥ بعد إبادة ما يزيد عن ثلاثة عشر مليونا من أشجار الموالح •

obeikandl.com

هجوم الميكروبات

تتكاثر الميكروبات فتزداد أعداد أفرادها ، فتهاجر من مكانها لتجد مكانا أفضل لمعيشتها وكفاحها ، مستغلة فى ذلك أنسب الوسائل لتنقلاتها ... هجرتها قد تكون سهلة يتحملها أفرادها ، وقد تكون طويلة شاقة ، يفنى خلالها الكثير ، ولا ينجو من قسوتها إلا ما يتمتع منها بمقومات خاصة ... الكثير تنتهى هجرته بعيدا عن نبات عائل مناسب ... والقلة تستقر على عائل مناسب . وقد تنتهى حيوية الميكروب قبل وصوله إلى مستقره ، وقد يصل إلى عائله فى حالة من الضعف لا يستطيع معه للنبات هجوما ولا للغذاء حصولا ، فمآله للفناء . بعض تلك الميكروبات تنتهى من رحلتها ، وتحط الرحال على نباتات ملائمة لمعيشتها وهى أشد ما تكون حيوية وقوة. مثل هذه الميكروبات ، لا تهاجم عائلها مباشرة ، بل هجومها موقوت ، والتوقيت من صنع الطبيعة ، يرتبط كثيرا بحالة النبات وحيويته ، وحرارة الجو ورطوبته، وضوء النهار أو ظلمة الليل . فإذا ما توفرت كافة الظروف الملائمة ، وتحددت ساعة الصفر تبدأ الميكروبات هجومها فتدخل فى معركتها مع النبات .

ينبغى لنا أن نعلم الغرض الذى من أجله تهاجم الميكروبات النباتات . هل مجرد المشاكسة وحب القتال ؟ أم روح الشر المتأصلة ؟ لا ، بل هى الحياة ، فكما يريد النبات أن يعيش ، فالميكروبات تريد أيضا أن تعيش . ومعيشة كثير من الميكروبات تعتمد على نباتات بعينها ، لا تستطيع عنها بعدا ، ولا بدونها نموا ، فهى مصدر سكنها وغذائها ، وفيها سر حياتها ومكان نموها وتكاثرها . الميكروب المهاجم للنبات هو ميكروب طفيلى ،لا يجهد نفسه فى صنع غذائه ، ولا يبحث عنه فى مخلفات الطبيعة ، بل يغتصبه من النبات إغتصابا . أما النبات العائل فيقاسى من الميكروب المهاجم ، فالميكروب يسلبه مجهوده فى صنع غذائه كما يفسد عليه طبيعته فى الحياة . والنبات لا يقف أمام ذلك الهجوم مستسلما بل مدافعا ومقاوما .

تختلف الميكروبات ، فيما بينها ، فى نوع الغذاء النباتى المناسب ... البعض يفضله من الجذور ... والبعض يرى أن السيقان والأوراق أفضل ... والبعض يجد متعته فى مهاجمة الأزهار والثمار . بعض الميكروبات لا تكلف نفسها مشقة النمو فى أجزاء النبات ، فقد تجد فى خلايا النبات السطحية مبتغاها من غذاء . والبعض ينمو فى أنسجة النبات ، وقد يصل إلى الأوعية الغذائية حيث الغذاء وفير ومتجدد .

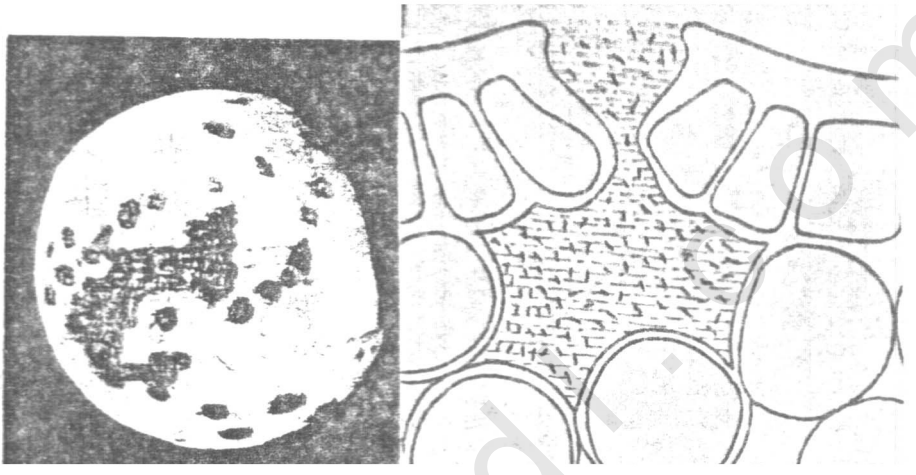
إذا إنتهت رحلة الميكروبات ووصلت إلى السطح الملائم للنبات الملائم ، وكانت ظروف تلك الميكروبات المتطفلة وكذلك النباتات العائلة فى حالة ملائمة لبدء المعركة ، فإن الميكروبات تبدأ هجومها فى الحال . أما إذا كانت الأحوال غير ملائمة فإن الميكروبات تبقى فى مكانها متحفزة ومتربصة ، حتى إذا واتتها الفرصة بدأت هجومها ، وفى سبيلها لذلك عليها أن تخترق جدرها الخارجية .

للميكروبات وسائل مختلفة للدخول إلى أنسجة النبات ، فمنها ما يدخل من الأبواب ومنها ما يثقب الجدران . والجدران تتكون من صف متراص من الخلايا التى تشبه كثيرا قوالب الطوب المستخدمة فى البناء ، وعليها من الخارج فى كثير من الأحوال طبقة شمعية . أما الأبواب فهى فتحات فى جدران النبات ، بعضها يفتح ويقفل ويطلق عليها الثغور ، وبعضها بوابات دائمة الإنفتاح . الكثير من الميكروبات لا يستطيع للجدران ثقبا ، فلا يدخل النبات إلا من أبوابه ، والبعض لا يحب أن يسلك الطريق السوى فينقب فى جدران النبات محدثا ثقبا يمر من خلاله ، والكثير يبحث عن جرح فى جدران النبات الخارجية ليمر من خلاله .

دخول الميكروبات إلى داخل النبات خلال فتحاته الطبيعية أصعب كثيرا من دخولها إلى داخل حيوان خلال فتحاته ، ذلك أن فتحات الحيوان كفتحة الفم وفتحتى الأنف فتحات واسعة تدخلها الميكروبات بسهولة مع الغذاء ومع الإستنشاق ،ويزيد الأمر سهولة على الميكروبات أن هناك حركة سحب للداخل مع مرور الغذاء وأيضا مع هواء الشهيق . أما فى النبات فالتغذية تحدث بالإمتصاص ويمر الغذاء فى صورة محلول خلال أغشية رقيقة لا تسمح بمرور الميكروبات مرورا طبيعيا إلا فى بعض أنواع الميكروبات الفيروسية . أما التنفس فليس فيه شهيق أو زفير ، بل هو مجرد إنتشار غازات تحدث عادة فى فراغات هوائية توجد للداخل من فتحات الثغور . الثغور فتحات ضيقة بيضاوية ، والقليل من الميكروبات بإستطاعته المرور خلال تلك الفتحات ، والغالبية لا تستطيع ذلك لأن أسماكها تزيد فى أقطارها عن تلك الفتحات .

معظم الميكروبات البكتيرية يمكنها الدخول خلال فتحات الثغور ، فالميكروب البكتيرى المسبب لمرض تقرح الموالح إذا وُجد فى قطرة ماء ملامسة لثغر بورقة نبات موالح قابل للإصابة ، فإنه يسبح ويتكاثر فى نقطة الماء التى قد تنزلق خلال فتحة الثغر عند إنفتاحها فتصل إلى الغرفة الهوائية أسفلها ، حيث يواصل الميكروب

تكاثره ، فتزداد أعداده كثيرا بسرعة فائقة ، ثـــم تـــهاجم أفـــراده خلايـــا النبـــات (شكل١٥) ٠



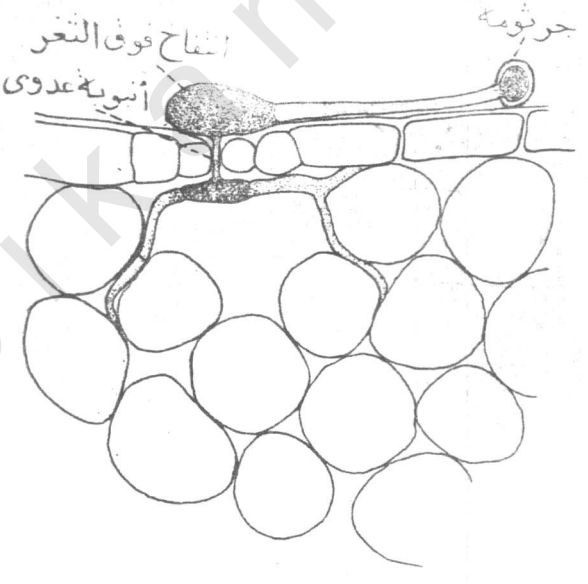
ب أ

شكل ١٥ : تقرح الموالح
أ – دخول الميكروب المسبب إلى غرفة ثغر بورقة موالح ٠
ب – أعراض المرض على ثمرة ٠

بعض الميكروبات ، رغم أن أقطارها أكبر من فتحات الثغور فإنه يمكنها المرور خلال تلك الفتحات ٠ وفى مثل هذه الحالات نجد أن الميكروب ينجذب ناحية الثغـر بفعل كيماوى ،ثم يستدق فى القطر فى جزئه المار خلال فتحه الثغر ، وبعـد ذلـك يعود إلى قطره الأصلى ٠ من الأمثلة على ذلك الميكروب المسبب لصـــدأ القمـــح الأسود ، فإذا سقطت جراثيم هذا الميكروب على ساق نبات قمح فإنها تنبت بتكوينها لأنبوبة طويلة تتجه ناحية الثغر ، فإذا وصلته إنتفخ طرفها لتثبت نفسها فوق فتحـــة الثغر ، ثم لا يلبث أن تخرج من الإنتفاخ أنبوبة عدوى دقيقة تتجه للداخل مارة خلال فتحة الثغر ، ثم ينتفخ طرفها الداخلى ثانية ٠ تخرج من الإنتفاخ الداخلـــى نمـــوات

أنبوبية تنمو بين خلايا أنسجة النبات (شكل ١٦) ٠ ويتم دخول أنبوبة العدوى إلى داخل الثغر بفعل جذب مائى ،فالرطوبة الداخلية هى العامل الجاذب لأنبوبة العدوى إلى داخل الثغر ٠ أيضا فإن أنبوبة العدوى تمتاز بخاصية الهروب من السطح الصلب ، وتعرف هذه الخاصية بالإنتحاء السلبى لسطح صلب ، وهذا يتسبب أيضا فى دخول أنبوبة العدوى حتى ولو كانت الرطوبة الجوية مرتفعة ٠

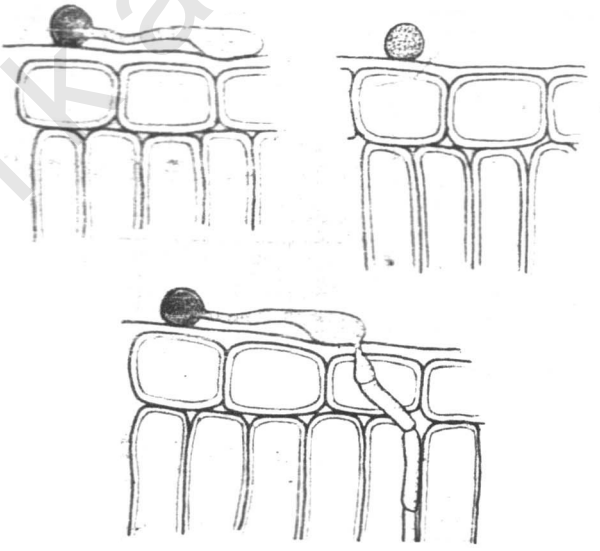
لكل ميكروب طفيلى ظروف بيئية يفضلها لبدء هجومه على النبات ، فميكروب فيتوفثورا إنفستانز مسبب مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس يفضل الجو المائل للبرودة المشبع بالرطوبة ، ذلك أن الجرثومة الواحدة تحت هذه الظروف تتجزأ إلى حوالى ثلاثين جرثومة أصغر ذات أسواط تسبح بها فى قطرات الماء لفترة (شكل ٣ جـ ، د) ، ثم تفقد أسواطها ويخرج من كل منها أنبوبة طويلة ، إذا ما صادفت ثغرا قريبا نمت من خلاله إلى الداخل ، وإذا لم تصادف ثغرا فإنها تثقب خلال جدر الخلايا الخارجية ، ثم تنمو خلال الأنسجة الداخلية للبطاطس مارة بين الخلايا ومرسلة أجزاء دقيقة منها داخل الخلايا ، تسطو بها على الغذاء النباتى ٠



شكل ١٦ : إنبات جرثومة ميكروب صدأ القمح ودخولها خلال فتحة ثغر

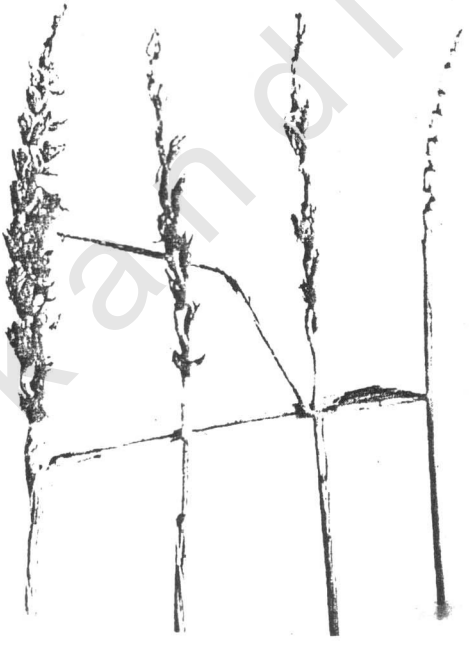
obeikandi.com

الميكروبات التى تثقب خلال جدران النبات ، لابد وأن لها من الإمكانيات ، ما يمكنها من ذلك ، خاصة وأن جدران النبات الخارجية أشد سمكا وأكثر متانة من جدران الخلايا الداخلية ، كما أن جدران الخلايا الخارجية كثيرا ما تكون مغطاة بطبقة شمعية أو شبة شمعية سميكة • تحتاج عملية ثقب جدار الخلية الخارجى والمادة التى تغطيه إلى جهد ميكانيكى • لكى يتمكن الميكروب الفطرى من القيام بهذا الجهد الميكانيكى فإن عليه أن يثبت نفسه بقوة شديدة على سطح النبات ، وذلك بتكوينه لإنتفاخ يقوم بعملية التثبيت ويسمى بعضو إلتصاق (شكل ١٧) • وقد قدرت قوة الإلتصاق هذه بسبعة ضغوط جوية فى بعض الحالات • بعد أن يثبت الميكروب نفسه بهذه القوة ، يبدأ فى إرسال أنبوبة عدوى دقيقة تثقب خلال الغلاف المحيط بالجدار الخارجى للنبات ، حتى تصل إلى الجدار ، بعدها يبدأ فى ثقب الجدار وغالبا ما يستعين على ذلك بإفرازات أنزيمية تذيب موضع الثقب • يحدث الثقب والدخول إستجابة لجذب كيماوى بتأثير بعض المكونات النباتية بالنسيج النباتى • يحدث هذا مع الميكروب الفطرى المسبب لمرض التبقع البنى فى الفول الذى يقاسى منه الزراع فى شمال الدلتا ، حيث يهاجم النباتات بقسوة محولا إياها إلى مجرد عيدان بنية داكنة خالية من الأوراق أو بها بقايا أوراق تظهر وكأنها محترقة • هذا الميكروب يخترق الجدر الخارجية للأوراق والسيقان وأحيانا الثمار ، ثم ينمو سريعا فى الداخل مفرزا إفرازات قاتلة تسبقه فى التوغل ناشرة الموت والدمار فى الأنسجة بعدها يبدأ الغزو الميكروبى فى أرض لا حياة فيها ••• الهلاك قد سبق والمقاومة قد إنعدمت •



شكل ١٧ : خطوات إنبات جرثومة وإختراق مباشر لخلية نبات بعد تكوين عضو إلتصاق •

بعض الميكروبات تسلك فى دخولها للنبات مسالك خاصة تميزها عن غيرها ٠ من ذلك الميكروب المسبب لمرض التفحم السائب فى القمح الذى يسلك عند دخوله النبات مسلك حبة اللقاح ، فإذا سقطت جرثومة هذا الميكروب على ميسم زهرة قمح، أى فى الموضع الذى تسقط عليه حبة اللقاح عند التلقيح ، فإن الجرثومة تنبت كما تنبت حبة اللقاح فترسل أنبوبة رفيعة طويلة تنمو خلال الميسم حتى تصل إلى مبيض الزهرة حيث تستقر وتسكن ٠ تنضج الحبة والميكروب كامن بين أنسجتها غير ملحوظ ، فضرر هذا الميكروب لا يظهر إلا فى الموسم التالى ٠ إذا زرعت تلك الحبة فإنه مع إنباتها يصحو الميكروب من سباته ، وينمو فى هدوء غير منظور ويستمر فى نموه ملازما لقمة النبات النامية ، حتى إذا ما تكونت السنبلة ، إزداد الميكروب نشاطا وتكاثر بغزارة مهلكا الأزهار ومحولا السنبلة إلى كتلة هبابية مليئة بالآلاف من جراثيم الفطر السوداء (شكل ١٨) ٠



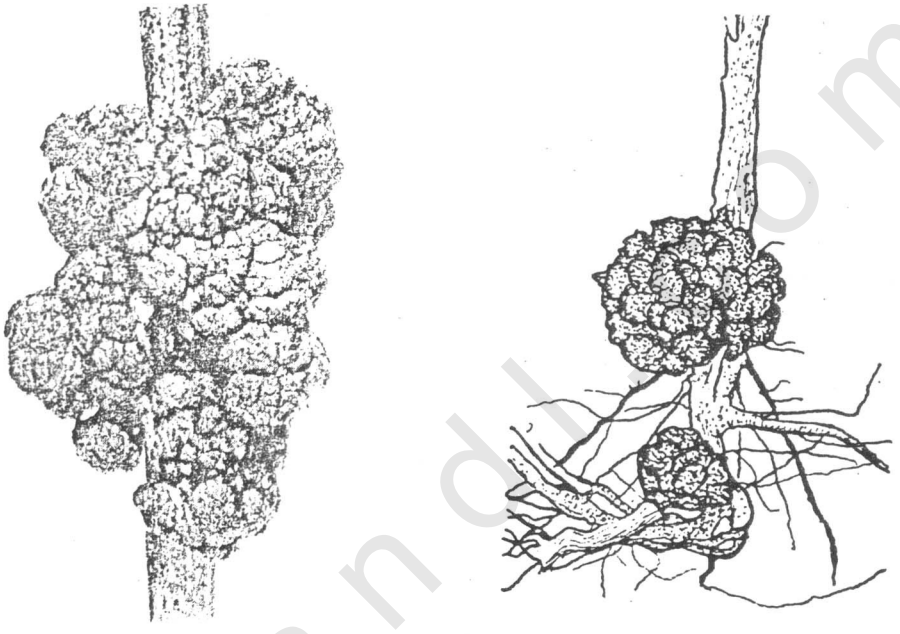
شكل ١٨ : تفحم سائب فى القمح ، الأعراض على سنابل

الكثير من الميكروبات لا يستطيع المرور خلال فتحات النبات الطبيعية ، كما لا يمكنه ثقب جدر النباتات الخارجية ،لذلك فهى تبحث عن جرح تمر من خلاله ٠ والجروح فى النباتات كثيرة الحدوث ولو أنها كثيرا ما تكون دقيقة غير ملحوظة ، فهى قد تنتج عن عوامل الجو القاسية كالرياح والصقيع وتساقط الجليد وتقلبات الجو من رطوبة وجفاف وحرارة وبرودة ٠كما تحدث الجروح للجذور بفعل إحتكاكها بحبيبات التربة أثناء نموها ، كما تحدث الجروح بفعل الحشرات والطيور ومختلف الحيوانات ٠

الجروح التى تحدثها الحشرات بالأنسجة النباتية كثيرة ومتنوعة ، فالحشرات التى تتغذى على النباتات بعضها ذات فم قارض تمزق به الأنسجة النباتية ، والبعض ذو فم ثاقب ماص تحدث بالأنسجة النباتية جروحا وخزية عميقة ٠ بعض الحشرات تحدث الجروح عند وضع البيض داخل أنسجة النبات وذلك بآلة وضع البيض (شكل ١٤) ٠ بعض الحشرات تعيش وتتحرك داخل أنفاق تحدثها بأنسجة النبات ٠ والبعض يحدث جروحا فى جذور النباتات بفعل أنواع من الديدان الأسطوانية والتى تعرف بالديدان الثعبانية أو النيماتودا ، وجروح تلك الديدان قد تتعمق داخل الأنسجة النباتية مهيئة طريقا سهلا لغزو كثير من الميكروبات التى تهاجم جذور النباتات ٠

ولا نغفل العامل الآدمى فى إحداث الجروح بالنباتات ، فهو يحدثها عفوا وعمدا أثناء تأديته العمليات الزراعية المختلفة من عزيق وحراثة وشتل وتقليم وجمع محصول ٠

من الميكروبات الجرحية الهامة الميكروب البكتيرى المسبب لمرض التدرن التاجى فى الأشجار ٠ يهاجم هذا الميكروب كثير من النباتات قرب سطح الأرض ، فيدخل إلى الأنسجة المجروحة فينمو وينقسم ويفرز إفرازات خاصة تهيج أنسجة النبات ، فتنمو الأنسجة النباتية قرب المنطقة المصابة نموا شديدا محدثة أورام كبيرة قد تصل إلى حجم ثمرة بطيخ (شكل ١٩) ٠ ومن الميكروبات الجرحية أيضا تلك المتسببة عن الفطر إندوثيا مسبب مأساة أبو فروة (شكل ٤) ، فهو يخترق النبات خلال الجروح التى تحدث عادة بفعل الطيور والحيوانات التى تعيش فى تلك الغابات٠



شكل ١٩ : إصابات بمرض التدرن التاجى
يمين : على جذور شجرة لوز **يسار:** على ساق نبات عباد الشمس

أحيانا يحدث دخول الميكروب خلال جروح تحدثها الحشرة الناقلة للميكـــروب ، فهى تحدث الجرح بالنبات وتلوثه بالميكروب فى نفس الوقت وذلك كما وضحناه فى مرض عقدة الزيتون حيث الجرح يتم بآلة وضع البيض (شكل ١٤) ٠ وفى حالـــة الميكروب الفيروسي المسبب لمرض إلتفاف أوراق البطاطس ، تضع حشرة المـــنْ

الناقلة ، الفيروس داخل جرح وخزى عميق تحدثه الحشرة بخرطوم فمها الواخز المدبب ٠

تختلف الميكروبات فى الأعداد التى تمكنها من أن تبدأ هجوما ناجحا ، ففى بعض الحالات قد يكفى ميكروب واحد لإحداث العدوى وظهور المرض ، وذلك كما فى الميكروبات المسببة لأمراض البياض الدقيقى ، ولكن فى حالات أخرى كثيرة نجد أن الوفرة العددية للميكروبات ضرورية لنجاح الميكروب فى هجومه ، وأنه كلما زادت الأعداد المهاجمة ، كلما زادت شدة الهجوم ، كلما وضحت الأعراض المرضية ٠

فى بعض الحالات التى يصعب فيها على الميكروب إختراق الجدران لضعف فى قواه الميكانيكية ، فإنه لكى يواصل الهجوم من خلية إلى أخرى فإنه يتجمع ويتكتل ناحية الجدار الملاصق للخلية الجديدة ، ثم يقوم بضغطة جماعية على هذا الجدار مؤدية إلى إنهياره فينتقل الميكروب سريعا للخلية الجديدة معيدا جولة الهجوم الجماعى (شكل ٢٠) ٠

شكل ٢٠: ميكروب فطرى يسمى رايزوكتونيا *Rhizoctonia* يقوم بضغطات جماعية على جدران درنات بطاطس ٠

تعايش الميكروبات مع النباتات

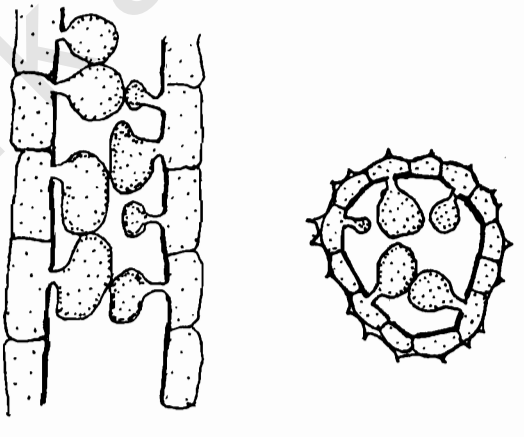
إتضح مما سبق القدرات الهائلة للميكروبات فى التكاثر وإنتاج نسل وفير يمكنها من مواصلة صراعها مع النبات ، وإمكانياتها فى إستغلال وسائل إنتقال مختلفة تمكنها من التنقل من جزء من النبات العائل إلى أجزاء أخرى ، ومن نبات إلى نبات آخر ، هروبا من التزاحم الميكروبى فى الموضع الأول ، مهاجرة إلى مكان آخر حيث الإمكانيات الجديدة ، للإقامة والغذاء والتكاثر ، أوفر ٠ كما بينا قدرات الميكروبات الميكانيكية والكيماوية ، التى تمكنها من الهجوم على النبات المهاجر إليه وإختراق خطوط دفاعه الأمامية ، فى ثقب جدر النبات الخارجية ، أو مستغلة فتحات النبات الطبيعية أو جروحه التى تنتج عن التقلبات الجوية أو التى تحدثها الحيوانات المختلفة ٠هل ينجح الميكروب بعد ذلك فى إستغلال النبات أفضل إستغلال ؟ هل ينجح فى المعيشة على النبات العائل والحصول على متطلباته من غذاء ؟ هل ينجح فى تكملة دورة حياته وإنتاج أجيال أخرى تواصل الكفاح ؟ لا يكفى أن يخترق الميكروب الحواجز الخارجية ويصل إلى الأنسجة النباتية الداخلية حتى يكون قد كتب له النجاح ، بل لابد لنجاحه فى مهمته من أن يتمكن من المعيشة داخل أنسجة النبات والاستفادة منها لفترة مناسبة ٠ نظرة الميكروبات للنباتات ليست نظرة إلى عدو تبغى إضعافه أو إهلاكه ، فهى لا تهاجمه لتقضى عليه ، بل هى فى نظر الميكروبات مزرعة تحصل منها على غذائها ومكان لإقامتها وعش لتزاوجها وتكاثرها ٠ الميكروبات تهاجم النباتات وفى نفس الوقت تريد أن تبقيها أطول وقت ممكن متمتعة بها ومستغلة إياها ٠٠٠ ففى بقائها بقاء لها وإستمرار لحياتها النشطة٠ لهذا كان حسن إستغلال الميكروبات للنبات العائل لها ، من دواعى نجاحها ٠

تختلف الميكروبات فى وسائل تعايشها مع نباتاتها العائلة لها ٠٠٠ فمنها المخربة التى لا تحسن للنبات إستغلالا فهى تقضى عليه سريعا قبل أن تتمتع بوجودها معه ٠٠٠ ومنها ما تهاجم النبات هجوما لينا ، تنال منه بحساب ، وتترك له فرصة تعويض بعض ما نالت منه ، مثل تلك الميكروبات تعتبر أنجح فى حياتها من ميكروبات النوع الأول ، ففرصها للنمو والتكاثر عالية ، وهذا النوع من الميكروبات يطلق علية الميكروبات المتوازنة ٠

الميكروبات المخربة

هذه الميكروبات تحيا حياتين ، حياة حرب مع النباتات المهاجمة ، وحياة سلام تعيشها بعيدا عن النباتات الحية تتغذى أثناءها على مواد عضويه متحللة ، قد تجدها فى النبات العائل بعد موته أو فى كائنات أخرى متحللة • ميكروبات هذا النوع لا تختص عادة بنبات معين ، بل تصيب أنواعا مختلفة من النباتات ، وهى فى تطفلها تفرز أنزيمات تنتشر فى أنسجة النبات متقدمة النمو الميكروبى فتضعف من حيوية أنسجة النبات وقد تحللها ، سميت هذه الميكروبات بالمخربة لأنها لا تفسد بقدر ما تحتاج إليه ، بل تخريبها عام • بعض الطفيليات المخربة يعيش أكثر وقته مع النبات فى حالة نشاط ، أما حالة السلام عنده فهى خاملة قليلة النشاط • البعض تكون فترة حربه محدودة ضعيفة وغالبا ما تكون إنتهازا لظروف أساءت بالنبات ، كأن يكون الهجوم الميكروبى فى إثر هجوم سابق بميكروب آخر ، أو فى حاله ضعف للنبات ، أما حياة سلام الميكروب فتكون طويلة ونشطة • النوع الأخر من الطفيليات المخربة تقترب فى صفاتها من الطفيليات المتوازنة فعوائلها محدودة وحياة سلامها محدودة وحياة تطفلها طويلة ، ومنها ميكروب إندوثيا بارازيتيكا الذى هاجم غابات أبو فروة الأمريكية هجوما قويا جبارا ، سريعا خاطفا ، فقضى على الأشجار قضاءا سريعا (شكل ٤) • وجود هذا الطفيل وتكاثره السريع فى أنسجة عائله ، يدفع النبات للقيام بإفرازات دفاعية تسبب هلاك العائل نفسه ، إذ أن تلك الإفرازات تتسبب فى تكوين حواجز فى صورة نموات خلوية بالونية عديدة داخل القنوات الغذائية الناقلة للماء والغذاء من الأرض ، تعرف بالتيلوزات (شكل ٢١) ، وبذلك ينقطع وصول الماء والغذاء إلى أجزاء النبات العليا ، فيؤدى ذلك إلى الموت السريع للنباتات قبل تمام تطفل الميكروبات عليها • هذا الميكروب رغم كل مظاهر قوتِه وجبروته ، لا يمكن إعتباره ميكروبا ناجحا فى صراعه ، إذ أن نشاطه أدى إلى القضاء على ملايين الأشجار التى كانت نامية فى أمريكا • ميكروب إندوثيا كان الميكروب القوى المسيطر الذى قضى قضاءا مبرما على فريسته ، قاتلها حتى أفناها ثم بقى بعد ذليلا ، لا يجد نباتا يهاجمه ، ولا ملجأ يلجأ إليه ، ولا مصدرا جيدا لغذاء يعيش عليه ، فالقضاء على خصمه كان سببا فى إنكماشه • لهذا لم نسمع فى التاريخ عن جولة تالية لهذا الميكروب بعد جولته الشهيرة الأولى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عهده الذهبى فى أوائل القرن الحالى والتى قضى فيه على خصمه فقضى بذلك على نفسه فى تلك البلاد ، والآن وهو فى سنينه العجاف نذكر أيامه الذهبية التى أنهاها سريعا نتيجة لشراهته وقصر نظره •

الطفيليات المخربة التى تفضل حياة الترمم على المواد العضوية عن حياة التطفل على النباتات ، قدراتها على النضال محدودة وضعيفة ، إنتهازية فى هجومها على النباتات ... تتحاشاها فى قوتها وتهاجمها فى ضعفها . الضعف فى النباتات قد ينتج عن نموها تحت ظروف بيئية غير ملائمة ؛ كنموها فى تربة مالحة أو سيئة الصرف ، أو نموها تحت ظروف نقص غذائى ، أو أن تكون النباتات فى مستهل أعمارها ولم تستكمل بعد تكوين أنسجتها الدفاعية الواقية ،أو تكون فى شيخوختها وقد إستهلك شبابها فى تكوين الثمار والبذور . كثيرا ما يكون هجوم تلك الميكروبات إثر هجوم سابق لطفيل متوازن أو بطفيل مخرب يفضل التطفل عن الترمم ، وقد إستنفذ الميكروب السابق قوى النبات ، فأصبح النبات ضعيفا لا يقوى على الدفاع ، وجاء هذا الميكروب الإنتهازى ليكنس أرض المعركة السابقة وليأكل فتات ما ترك الميكروب الأول ،فهى كالحيوانات التى تأكل الجيفة بعد أن شبع الحيوان المفترس تاركا بقايا صيده لغيره . مهما يكن من أمر النبات العائل ومن سبب ضعفه ،فإن تلك الميكروبات المخربة ذات قوى ميكانيكية ضعيفة وقوى كيماوية كبيرة ... لا تستطيع الدخول خلال الأبواب ولا تستطيع ثقب الجدران ... دخولها خلال جروح أو فى أعقاب إصابة سابقة ... تنشر المواد السامة أو الأنزيمية متقدمة نموا تها وبذلك يتقدم الميكروب فى أرض خالية من الحياة ، جدر خلاياها منهكة يسهل إختراقها ، والمواد الغذائية بها متحللة يسهل إمتصاصها ، فيزحف الميكروب سريعا بلا مقاومة ، بعد أن سبقته غاراته السامة المدمرة .



شكل ٢١ : تكوين تيلوزات داخل وعاء خشبى
يمين : قطاع عرضى يسار : قطاع طولى

obeikandl.com

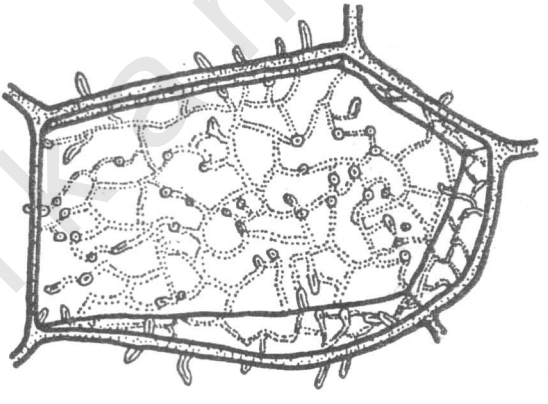
النباتات فى أعمارها الأولى ، أى بعد الإنبات مباشرة تكون فى حالة شديدة من الضعف إذ أن خلاياها تكون رقيقة الجدر ومقاومتها لكثير من الميكروبات ضعيفة ، وخاصة إذا إزدادت ضعفا فى أيامها الأولى لما تبذله من جهد فى دفع طريقها إلى أعلى مخترقة حبيبات التربة ، وتستمر كذلك حتى تظهر فوق سطح الأرض وتتكشف معها أول ورقة خضراء فتبدأ فى إكتساب القوى فتقوى جدر خلاياها وتتكون أنسجة دعامية تساعدها فى الدفاع عن نفسها • لهذا يسهل على الميكروبات مهاجمة البادرات وخاصة قبل ظهورها فوق سطح التربة ، متسببة فى موت الكثير منها ، مما يضطر معه الزراع ، فى كثير من الأحوال ، إلى الزراعة بكميات من التقاوى تزيد عن المطلوب مما يضطر معه الزارع إلى الخف للزيادة عند نجاح أكثرها وإلى الترقيع إذا مات معظمها من تلك الميكروبات المخربة •

ومن أمثلة الطفيليات المخربة تلك المسببة لأعفان الثمار والخضروات أثناء تخزينها وتسويقها ، فالثمار بعد قطفها والخضروات بعد تقليعها تفقد حيويتها بسرعة . وبذلك تصير نهبا مستساغا لهذه الأنواع من الميكروبات مسببة لها خسائر فادحة • من أهم مسببات عفن الثمار والخضروات أثناء تخزينها وتسويقها الميكروب البكتيرى إروينيا كاروتوفورا *Erwinia carotvora* ، الذى يتسبب هجومه فى إحداث عفن طرى فتصبح الأنسجة النباتية طرية لزجة وكثيرا ما يصحب ذلك ظهور رائحة كريهة تزداد وضوحا فى بعض النباتات مثل الكرنب والقرنبيط واللفت، والتى تجذب كثيرا من أنواع الذباب الذى يضع بيضه على تلك النباتات المتعفنة • يفقس بيض الذباب وتتغذى اليرقات على الأنسجة المتحللة المحتوية على الميكروبات • تستعمر الميكروبات الجهاز الهضمى لليرقات ، وتستمر مصاحبة لها فى طور العذراء ثم فى طور الذباب المجنح • وعندما تبيض أنثى الذباب على نباتات أخرى يخرج البيض ملوثا بالميكروبات التى تصيب الثمار والخضر المقطوفة والمقلعة •

obeikan.com

الميكروبات المتوازنة

هذه الميكروبات تعتمد فى معيشتها إعتمادا كليا على عوائلها النباتيَة ، حياتها كفاح مع العائل ، إذا مات العائل أو بعد عنها وقف نشاطها حتى تجده • مثل هذه الميكروبات تختص عادة فى هجومها على نوع نباتى معين أو على مجموعة من الأنواع النباتية المتقاربة ، سميت بالمتوازنة لأنها لا تنجح فى تطفلها إلا إذا عاشت فى حالة توازن بينها وبين النبات العائل • هذه الميكروبات لا تحدث عادة ضررا بالأنسجة نتيجة لفعل كيماوى ، بل يحدث الضرر منها نتيجة لما تسلبه من النبات من ماء وغذاء ، فهى ذات قدرات كيماوية ضعيفة أو معدومة ، لكن قدراتها الميكانيكية مرتفعة • تدخل النبات من الأبواب أو ثقبا فى الجدران ، ونادرا ما تستغل الجروح • تنمو بعد دخولها النبات بين الخلايا وتحصل على غذائها بأن ترسل نموات دقيقة تثقب جدر الخلايا ، وتنتفخ فى داخلها مكونات ممصات (شكل٢٢) تمتص بها الغذاء ، وكثيرا ما تصل المماصات إلى نواة الخلية فتلامسها حيث تكون أقرب ما يمكن لمناطق الغذاء الغنى الوفير •



شكل ٢٢ : رسم مجسم لخلية درنة بطاطس تبين مسارات فطر فيوزاريوم *Fusarium* بين الخلايا ونمو مماصات إلى داخل الخلايا •

الميكروبات المتوازنة ، إذا قست على النبات فى هجومها فإنها تقضـــى عـ سريعا ، وهذا يتسبب فى إيقاف نشاطها وشل حركة تقدمها ، ولا ينقذ الميكروبـــات من ذلك إلا أن تنتقل إلى عائل جديد يعيد إليها نشاطها وحيويتها ٠ تحدث هذه الحالة عندما يهاجم الفطر باكسينيا ، مسبب الصدأ الأسود ، نبات قمح حساس لوجوده فإن أنسجة النبات المحيطة بمنطقة الإصابة تموت وبذلك يحاصر الميكروب فى مكانه إذ أنه لا يستطيع مهاجمة أنسجة ميتة ولا حتى المرور خلالها ٠ أما إذا ما كان هجـوم الفطر لينا هينا فإنه ينتج عن الهجوم حالة من التوازن بيـــن النشـــاط الميكروبـــى والنشاط النباتى ، فلا تموت الخلايا ، بل قد تزداد حيوية فنجـــد أن نســبة الآزوت العضوى قد زادت فى منطقة الهجوم مما يشجع الميكروب على تكوين أجيال جديدة من جراثيم الفطر المعدية ٠

obeikandl.com

حيوية الميكروبات ومرونتها

يتطلب الهجوم الميكروبى للنبات توفر جهود ميكانيكية أو إفرازات كيميائية أو كليهما يستمدهما الميكروب من الطاقات المخزنة به أو من الغذاء المدخر فيه ، قبل أن يتمكن من الوصول إلى متطلباته من الغذاء النباتى والإستفادة منها وتحويلها إلى مواد بناء أو طاقات تلزم لنموه وتكاثره ومواصلة هجومه • وكثيرا ما ترتبط حيوية الميكروب بكمية الغذاء المختزن فى جسمه • فمن هذا الغذاء تستمد جراثيم بعض الميكروبات الطاقة اللازمة لتنشيطها وإنباتها ، وكذلك الجهد اللازم لإختراق أنبوبة العدوى الناتجة عن إنبات جرثومة فطر لجدران النبات والنمو فى داخله حتى يبدأ الميكروب فى تكوين علاقة حيوية بينه وبين النبات تمكنه من إمتصاص الغذاء • لهذا نجد أن بعض الميكروبات التى لا تقوم بتخزين الغذاء الكافى الذى يمكنها من بدء الهجوم ، يمكنها ذلك إذا زودت بالغذاء اللازم قبيل هجومها ، مثل هذه الميكروبات لا يمكنها إحداث العدوى طبيعيا إلا إذا سقطت على جرح فى النبات حيث تتمكن من الحصول على غذاء من الخلايا الممزقة ، بعدها تتمكن من الهجوم على الخلايا السليمة •

تختلف الميكروبات كثيرا فى مدى إحتفاظها بحيويتها وخاصة إذا تعرضت لظروف بيئية قاسية ، كدرجات حرارة مرتفعة أو شديدة الإنخفاض أو جو جاف أو إشعاعات ضارة • وعادة ما تكون الميكروبات عرضة لتلك الظروف السيئة عند إنتقالها لمسافات طويلة وخاصة فى حالة إستخدامها للرياح • كذلك فإن حيوية الميكروبات وجراثيمها تتناقص تدريجيا بعد وصولها لتمام النضج • ويتوقف ذلك على تركيباتها الوراثية والظروف البيئية المعرضة لها • بعض الميكروبات تفقد حيويتها سريعا مثل الجراثيم النشطة لميكروب البياض الزغبى الذى يصيب البصل والتى تفقد حيويتها خلال ثلاثة أيام فقط ، فى حين أن جراثيم ميكروبات التفحم ذات أعمار طويلة قد تزيد عن عشرة أعوام •

بعض جراثيم الميكروبات تبقى فى حالة سكون لفترات طويلة ، تكون أثنائها فى حالة نشاط حيوى منخفض ، وعند حلول الوقت المناسب ، وذلك عند تعرضها لعوامل بيئية خاصة ، تنتقل تلك الجراثيم من حالة النشاط الحيوى المنخفض إلى حالة نشاط حيوى مرتفع تمكنها من بدء الهجوم • يحدث ذلك مع الجراثيم الجنسية الساكنة للميكروب المسبب للبياض الزغبى فى البصل والتى يمكنها الإنبات بعد

مرور عدة سنوات على تكوينها • يكون هذا الميكروب نوعين من الجراثيم أحدهما نشط سريع الإنبات قصير الحياة يهاجم النباتات خلال موسم النمو ويتكون منه عدة أجيال أثناء الموسم ، والآخر ساكن بطيء الإنبات طويل الحياة يتكون قرب نهاية موسم النبات ، ويكمن بعدها حتى موسم النمو التالى ، ولولا تلك الجراثيم الساكنة ، ما أمكن بقاء الميكروب حيا من موسم إلى آخر •

هل الميكروبات ثابتة فى صفاتها وقدراتها على مهاجمة النباتات ؟ هل تتغير الميكروبات بتغير الصنف النباتى المنزرع والقابل للإصابة بصنف آخر مقاوم للإصابة بالميكروب ؟ بعض الميكروبات ذات قوى كفاحية عالية ، فإذا لم تجد أمامها سوى أصناف نباتية مقاومة للمرض فإن قدرتها الهجومية على تلك الأصناف تزداد شدة جيلا بعد جيل ، حتى تصبح تلك الأصناف بالنسبة لها سهلة الإصابة وتفقد صفة المقاومة • العكس أيضا صحيح ، فقد تفقد الميكروبات ذات القدرة الهجومية العالية تلك القدرة بعد طول فترة معيشتها بعيدا عن العائل ، وقد ينتج هذا الضعف نتيجة لفقدانها القدرة على الإستمرار فى النمو داخل الأنسجة النباتية وتكوينها لعلاقة بيولوجية بينها وبين النبات العائل ، فقد تفقد القدرة على إفراز الأنزيمات المحللة للجدر الخلوية فقد وجد فى أحد الدراسات أن ميكروب فيتوفثورا إنفستانز مسبب مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس يفقد قدرته على مهاجمة النموات الخضرية لنباتات بطاطس بعد تنميته لمدة أحد عشر جيلا على درنات بطاطس مقاومة ، أو لمدة مائة جيل على الدرنات القابلة للإصابة • ويستعيد هذا الميكروب قدرته التطفلية تدريجيا إذا نما على الأجزاء الخضرية •

إختلفت الآراء حول طبيعة التغيير والتحول الذى يحدث فى الميكروبات نتيجة تنميتها تحت ظروف خاصة ، كما تضاربت الآراء حول تعليل مرونة الميكروبات فى تغيرها لمواجهة ظروف الحياة • فيرى البعض أن التغيرات التى تحدث للميكروبات هى نتيجة لتفاعل الميكروب مع البيئة ، وتعتقد الغالبية أن التغيرات التى تحدث فى طبيعة الميكروب ترجع إلى حدوث تغييرات فى التركيبات الوراثية لها والتى تتوارث جيلا بعد جيل • كذلك فإن كثيرا من الميكروبات تتزاوج وينتج عن تزاوجها أفراد مختلفة الصفات متباينة الخواص • تتنافس الأفراد تاركة للطبيعة عملية الإنتخاب للأصلح • ولا مكان إلا لمن يتجاوب مع وسط النمو ، والتنافس أساسا للحصول على الغذاء ، والغذاء يأتى من النبات ، والنوع الناجح من الميكروبات هو الذى يوجد بين أفراده ما يستطيع مواصلة الكفاح إذا حلت نائبة كتغير فى البيئة إلى الأسوأ أو لغياب الصنف النباتى الذى إعتاد الهجوم عليه •

فى بعض الأحيان تحدث تغيرات فجائية فى طبيعة الميكروب نتيجة لتعرضه لصدمة قوية تؤثر فى كيانه الوراثى ، كتعرضه للأشعة فوق البنفسجية أو لمواد سامة ، وتعرف تلك التغيرات بالطفرات ، وعادة تحدث الطفرات بنسب ضئيلة فى أفراد الميكروب ، لكن السرعة التى تتكاثر بها الميكروبات وقصر الأجيال يجعل معدلات حدوث الطفرات الناجحة ترتفع سريعا بمرور الأجيال • جرثومة واحدة من ميكروب صدأ القمح الأسود إذا تطفرت ونجحت فى إحداث إصابة لنبات قمح ينتج عنها حوالى مائتى ألف من الجراثيم الجديدة التى تخالف باقى الجراثيم ، وإذا نجح أفراد الجيل الأول من تلك الجراثيم المتغيرة فى إنتاج جيل ثان من الجراثيم فإنه ينتج عن ذلك أربعين بليونا من الجراثيم • وهذا العدد من الجراثيم إذا نجح فى إصابة قمح فإنه يتمكن من إحداث عدوى شديدة لما يزيد عن مائة فدان منزرعة بالقمح •

obeikandl.com

قدرات النبات الدفاعية

الميكروبات رغم ضآلتها فهى دائما البادئة فى الإعتداء ، المتجنية على النبات. والنباتات رغم كبرها وضخامتها فهى ليست بالمعتدية التى تبدأ هجوما أو تثير إستفزازا ، وهى ليست بالمسكينة المستسلمة لإعتداء الميكروبات عليها ، أو التى تقف إزاء الهجوم عليها مكتوفة الأيدى ، لا حول لها ولا قوة ، إنتظارا لمصير محتوم أو أملا فى رحمة من السماء . النباتات لا تبدأ فى العدوان ولا تستسلم فى معظم الأحيان . قد تكون قوى الميكروب الهجومية أقوى من إستحكامات النبات الدفاعية متسببة فى هزيمة النبات ومرضه وقد تنتهى بهلاكه . وقد يكون لدى النبات من الإستحكامات الدفاعية المتينة ما يمكنه من صد هجوم الميكروب وإعتدائه، وكثيرا ما يقضى النبات على عدوه المهاجم ، فيحافظ النبات على صحته ويستعيد بسرعة ما فقده أثناء سير المعركة .

وصول الميكروبات إلى سطح نبات ما ، ليس دليلا بأى حال من الأحوال على ضمان حدوث هجوم من تلك الميكروبات ، فقد تهاجم تلك الميكروبات النبات وقد لا تهاجمه أصلا . إذا هاجمت الميكروبات النبات قد ينجح الهجوم وقد يفشل ، ويتوقف ذلك على إمكانيات الميكروبات الهجومية وإمكانيات النبات الدفاعية . من هذا نجد أن هناك تخصص فى كثير من الأحوال بالنسبة للميكروبات . فلكل من الميكروبات أفضلية خاصة لنبات معين أو مجموعة من النباتات . لو رجعنا فى الحديث إلى مأساة أبو فروة المتسببة عن الميكروب إندوثيا بارازيتيكا ، نجد أن الغابات التى هوجمت فى شرق أمريكا لم تكن كلها من أشجار أبو فروة ، بل كان معها فى الغابة أشجار بلوط وزان وإسفندان وغيرها . وخلال فترة الصراع من سنة ١٩٠٤ إلى سنة ١٩١٤ كانت الغابات مليئة بجراثيم الميكروب ، ومن المؤكد أن تلك الجراثيم قد وصلت بوسائل الإنتقال المختلفة سواء بالهواء أو بالحيوانات أو الطيور إلى مختلف الأنواع من الأشجار ، لكن كان لأشجار أبو فروة أفضلية على غيرها فقضى الميكروب عليها قضاءا مبرما ولم يلاحظ على غيره من الأشجار إلا فى حالات قليلة ظهر على أشجار بلوط محدثا بها تقرحات صغيرة محدودة .

إستحكامات النبات الدفاعية تتمثل فى خطوط دفاعية وفى أسلحة تستخدم فى كل خط من خطوط الدفاع . خط الدفاع الأول هو أقوى الخطوط الدفاعية ويتمثل فى

جدر النبات الخارجية . الإستحكامات فى هذا الخط تعمل على منع دخول الميكروب لأنسجة النبات . أما خط الدفاع الثانى فينشط بعد دخول الميكروب مسافة محدودة ، فقد يحاصر الميكروب فى مكانه ، ويهاجمه النبات بأسلحته وقد يمنعه من التقدم بعد ذلك . إذا تمكن الميكروب من إختراق خطى الدفاع الأول والثانى فإن أجهزة النبات الدفاعية تواصل المعركة متنقلة أثناءها من موضع فى النبات إلى موضع آخر ، وأسلحة النبات فى ذلك تشمل الأسلحة الميكانيكية والأسلحة الكيميائية والأسلحة الطبيعية.

تختلف النباتات فى مدى نجاح إستحكاماتها الدفاعية ضد الميكروب المهاجم ، فنبات معين قد يمنع دخول ميكروب ما منعا تاما ، وفى نفس الوقت يستسلم لآخر إستسلاما كليا . وتستخدم إصطلاحات خاصة للإستدلال بها على مدى نجاح الإستحكامات الدفاعية للنبات . النباتات التى لا يستطيع ميكروب معين أن يتخطى خطوط دفاعها الأولى ؛ أى لا يتمكن من دخولها تعرف بأنها نباتات منيعة بالنسبة لهذا الميكروب . أما إذا تمكن الميكروب من إختراق خط الدفاع الأول وتمكن من النبات بيسر وسهولة وفشلت كل أجهزة النبات الدفاعية فى صده ووقف هجومه وإستسلم له النبات فى النهاية فتعتبر تلك النباتات قابلة للإصابة . أما إذا إخترق الميكروب خطوط الدفاع الأولى بصعوبة وكانت مواصلة هجومه للنبات صعبة وعسيرة نظرا لما لدى النبات من أسلحة دفاعية قوية تحد من إنتشاره داخل النبات إعتبر النبات مقاوما لهذا الميكروب . القابلية للإصابة والمقاومة صفتان نسبيتان وليستا صفتين مطلقتين كصفة المناعة ، لهذا فلكل من تلك الصفتين درجات فالنبات قد يكون شديد القابلية للإصابة أو متوسطها وشديد المقاومة أو متوسطها بالنسبة لميكروب معين .

وفى الصفحات القليلة القادمة شرح تفصيلى لتكتيكات النبات الدفاعية والأسلحة المختلفة التى يستخدمها .

خطوط الدفاع الميكانيكية

خلايا النبات الخارجية وجذر تلك الخلايا الخارجية بصفة خاصة تمثل خط الدفاع الأول عند الهجوم الميكروبى . تلك الخلايا وجدرها الخارجية تكون طبقة واقية تختلف كثيرا فى تركيبها من نوع نباتى إلى آخر . تغلف الخلايا الخارجية الواقية أجزاء النبات المختلفة عدا أجزاء قليلة مثل بعض الأجزاء الزهرية والشعيرات الجذرية . تمتاز هذه الطبقة الواقية بسمك جدر خلاياها وخاصة الجدر الخارجية التى يميزها غالبا وجود ترسيبات من مواد خاصة عليها ، تتكون غالبا من مواد شمعية تعرف بالكيوتين . والكيوتين يزيد من الجذب السطحى للسوائل مما يتسبب فى تجمعها فى قطرات صعبة الإستقرار فى مكانها ، وهذا يشكل صعوبة على الميكروب ليبدأ هجومه .كما أن هذه المادة الشمعية يصعب على الميكروبات إذابتها بإفرازاتها الأنزيمية ، مما يلزم معه إستخدام القوى الميكانيكية للإختراق . وقد وجد بوجه عام أن مقاومة الأجزاء النباتية الخارجية لدخول الميكروبات تزداد بإزدياد سمك الجدر الخارجية وإزدياد سمك الترسيبات الشمعية وبصغر الخلايا الخارجية وإزدياد سمك جدرها العمودية الفاصلة ، كل ذلك يؤدى إلى تقوية بنيان وأسس إرتكاز الجدار الخارجى مما يصعب تجريحه . وقد أمكن قياس الضغط المطلوب لثقب جدار نوعين من نبات الباربرى الذى يتزاوج عليه ميكروب الصدأ الأسود فى القمح ، أحدهما قابل للإصابة بالمرض والآخر مقاوم له ، فوجد أن ثقب الجدار الخارجى لورقة عمرها يوم واحد من النوع القابل للإصابة تحتاج إلى ضغط مقداره ٣٢٠ ملليجرام ، فى حين أن ثقب فى ورقة مماثلة لنوع مقاوم تحتاج إلى ضغط مقداره ٥٢٤ ملليجرام . ومن المعروف أن مقاومة تلك الأوراق للميكروب تزداد بإزدياد عمر الأوراق ، وقد وجد فى نفس الوقت أنه كلما زاد عمر الورقة كلما إزدادت كمية الضغط المطلوبة لثقب جدرها .

بعض الميكروبات لا تستطيع الدخول إلى النبات إلا من خلال الفتحات الموجودة بالجدر الخارجية للنبات . فى مثل هذه الأحوال يكون خط الدفاع الأول مركزا عند تلك الفتحات ، فإذا قلت أعداد تلك الفتحات قلت فرص دخول تلك الميكروبات ، وكذلك إذا ضاقت تلك الفتحات بالدرجة التى لا تمكن الميكروب من الدخول قلت أيضا فرص الميكروبات للدخول . كما أن التحكم فى قفل وفتح تلك المنافذ يؤثر على فرص الدخول . يغلق البعض من النباتات فتحاته معظم الوقت كما فى بعض أصناف القمح المقاومة لميكروب الصدأ الأسود . والبعض منها تتبهه

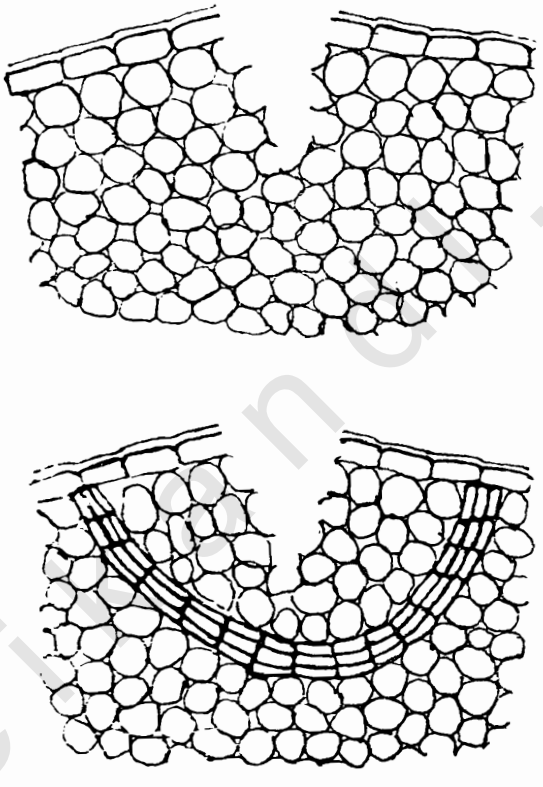
أطـراف النمـو الميكروبى المتجـه ناحيـة تلك الفتحـات فيغلقها مانعا إياها من الدخول ، فهو كالضيف الثقيل توصد أمامه الأبواب ٠

أما تلك الميكروبات التى لا تستطيع دخولا للنبات خلال فتحاته ولا ثقبـا فـى جدره ، فوسيلتها لذلك الجروح ، لهذا كان خط الدفاع الأول للنبات أن يبنى جـدارا آخر فى موضع ما تمزق من الجدار الأصلى ٠تجريح النبات ينبه عادة إفراز مـادة قوية عازلة للماء تعرف بالسيوبرين ، وهى مادة شمعية تترسب على جدران الخلايا الجريحة والخلايا المجاورة لها فتزداد سمكا ويصعب على الميكروب النفاذ خلالـها ٠ لا تكتفى النباتات عادة بهذه التقوية لجدرها البالية الضعيفة ، بل قد يحدث تنبيـه أيضا لبعض الخلايا الداخلية المحيطة بالمنطقة المجروحة ، فتنشط وتنقسم مكونـة حاجزا داخليا متينا من خلايا متراصة سميكة الجدر أشبه بسد منيع يقف حجرة عثرة أمام الميكروبات التى قد تتمكن من المرور خلال الطبقات الخارجية المجروحة رغم ما ترسب عليها من سيوبرين ، ففى الوقت الذى تتخطى فيه الميكروبات تلك الخلايا المسوبرة وتتقدم للداخل تجـد الميكروبات أمامـها سـدا يتكون من عدة خلايا من الفلين (شكل ٢٣) ٠

كثيرا ما نرى فى الطبيعة آثار معركة بين ميكروب ونبات ، فيها هجوم ودفاع، وفيها متابعة هجوم وتكرار صد ، وذلك بتغلب الميكروب على السد الفلينـى الـذى كونه النبات ٠عندئذ يكون النبات سدا ثانيا أعمق منه ، وهكذا كلما إنهار سد تكـون آخر فيتحول الثوب الناعم الرقيق المغلف لسيقان النبات المهاجم إلى ثـوب سـميك خشن داكن مرقع لما ألم به من آثار معركة مستمرة ٠

لا تقف مقاومة النبات الميكانيكية ضد الميكروبات عند الحدود الخارجية ، بـل تستمر المقاومة فى أغلب الأحيان ، طالما كان الميكروب داخل الأنسجه النباتيـة ٠ وتوجد دائما علاقة إرتباط إيجابية بين كمية المواد المترسبة علـى جـدر الخلايـا النباتية ودرجة مقاومة تلك الخلايا لمرور الميكروبات ٠ وفى كثير من الأحوال تبين أن وجود الميكروب فى الأنسجة النباتية ينبه الخلايـا المحيطـة لترسـيب مـادة السيوبرين على جدرها ٠ وعموما فقد وجد فى كثير من الحالات أنـه كلمـا زادت نسبة الخلايا السميكة الجدر بالأنسجة الخارجية لنباتات القمح كلمـا إزدادت درجـة مقاومته لميكروب الصدأ الأسود ٠

تسلك معظم الميكروبات الفطرية المتوازنة فى نموها وإنتشارها داخل أنسجة النبات ، طرقا بين الخلايا ٠ وتحصل على غذائها من داخل الخلايا بأن ترسل فروعا صغيرة محدودة النمو داخل الخلايا تعرف بالمماصات (شكل ٢٢) ٠ بعض النباتات تقوم بإجراء دفاعى ضد تلك المماصات فتفقدها وظيفتها فى سلب الغذاء من النبات ، وذلك بتكوين جدر سليلوزية تحيط بالمماصات وتعزلها عن مصدر الغذاء٠



شكل ٢٣ : تكوين نسيج فلينى يعمل على إندمال جرح
أعلى : الجرح قبل تكوين الفلين أسفل : الجرح بعد إندماله

أسلحة الدفاع الكيميائية

لا يكتفى النبات بإقامة حواجز وخطوط دفاع ميكانيكية ، أثناء نموه أو عند إصابته بجروح أو تفاعلا لوجود كائنات ميكروبية فى جسمه ، حتى يضمن لنفسه حياة آمنة مطمئنة ، ولكنه أيضا يتابع الميكروب فى مكان وجوده إذا تمكن وإخترق تحصينات النبات الميكانيكية الخارجية فيسلط عليه سلاحه الكيميائى الذى يتمثل فى إفراز النبات لمواد كيميائية تعمل عمل السموم ضد الميكروب الدخيل ٠

كثيرا ما يتوقف الهجوم الميكروبى مبكرا إذا فشلت إفرازات الميكروبات المهاجمة من الأنزيمات فى تحليل جدر النبات الخارجية ، أو عندما تحتوى تلك الجدر على مواد مانعة للنمو أو النشاط الميكروبى ٠ يحدث ذلك فى البصل حيث وجد أن أصناف البصل الملونة تقاوم دخول بعض الميكروبات مثل الميكروب الفطرى المسبب لمرض عفن الرقبة ، وقد ثبت أن ذلك يرجع إلى إحتواء الأوراق الملونة الجافة الخارجية على بعض الفينولات السامة التى تنتشر للخارج بسهولة فى وجود قطرات ماء ، أما إذا أزيلت تلك الأوراق الجافة الخارجية فإن الأبصال تفقد مقاومتها وتمر الميكروبات إلى الداخل بسهولة ٠

إذا تمكن الميكروب من كسر خطوط الدفاع الميكانيكية وإخترق التحصينات الكيميائية الخارجية فإنه يبدأ فى الحال فى إنشاء علاقة بيولوجية بينه وبين النبات ، الغرض منها أولا الحصول على الغذاء لمواصلة غزوه للنبات ٠لهذا كان من الضرورى أن يتوفر الغذاء اللازم لنمو الميكروب ونشاطه داخل أنسجة النبات وأن يكون هذا الغذاء فى الصورة التى يمكن للميكروب الإستفادة منها ، مما قد يتطلب من الميكروب إفراز أنزيمات خاصة لتهيئة الطعام المناسب لإمتصاصه ٠ وفى بعض الأحيان يفرز الميكروب بعض المواد الضارة بأنسجة النبات حتى يضعف من مقاومة النبات ويتمكن هو من الحصول على مبتغاه الغذائى فى يسر وسهوله ٠

القيمة الغذائية لمحتويات أنسجة النبات تؤثر تأثيرا كبيرا على مقاومة أو قابلية تلك الأنسجة للهجوم الميكروبى ، فإذا كانت بعض العناصر الغذائية الضرورية لنمو الميكروب غير متوفرة بالنسيج النباتى الموجود به الميكروب وقف نشاط الميكروب، أما إذا وجدت بكميات ضئيلة تقل عن متطلباته الضرورية فإن نمو الميكروب ونشاطه يصير محدودا ٠وإذا كانت الخلايا النباتية غنية بالمواد الغذائية

المتلائمة مع إحتياجات الميكروب فإن درجة النمو والنشاط الميكروبى تكون مرتفعة. يتطلب نمو بعض الميكروبات وجود بعض الفيتامينات أو مواد أخرى شبيهه فإذا وجدت إزدهر النمو الميكروبى وإذا عز وجودها قل النمو أو توقف . من ذلك الميكروب المسبب لعفن ثمار الخوخ الذى يتطلب نموه وجود الثيامين المعروف برمز B_1 ، عدم وجود هذا الفيتامين بخلايا النبات يضعف من هجوم الميكروب ، ولهذا كانت أصناف الخوخ التى لا تحتوى على هذا الفيتامين أو تحتويه بقلة أقل إصابة بعفن الثمار من الأصناف الغنية بهذا الفيتامين .

توجد أدله قوية على أن نواتج التحول الغذائى الميكروبى بما فى ذلك إفرازاتها من إنزيمات وسموم تختلف نوعا وكما حسب درجة حموضة وسط النمو وحسب نوع الغذاء المتوفر فى خلايا النبات . وحيث أن الأصناف المختلفة من النباتات تختلف خلاياها فى تركيبها وحموضتها ، لهذا كانت بعض النباتات تمنع النشاط الإنزيمى أو السمى لميكروبات معينة والبعض يشجعه ، من هذا يتضح أن التركيب الكيميائى ودرجة حموضة الخلايا ذات تأثير هام فى قدرة النبات الدفاعية ضد الهجوم الميكروبى .

يتأثر النشاط الأنزيمى للميكروبات ومدى تأثير الأنزيمات الميكروبية على أنسجة النبات بحالة الخلية النباتية . فإذا تمكنت الخلايا النباتية من الحد من نشاط الإنزيمات المفرزة أو إيقاف مفعولها ، فمعنى ذلك أن الخلايا النباتية قد وضعت الميكروبات المعتدية فى موقف لا تحسد عليه ... الغذاء قريب وبعيد ... قريب الوجود لكنه بعيد المنال . الميكروبات داخل الخلية أصبحت حبيسة ، حركتها من خلية إلى أخرى أصبحت مقيدة ، فهى غير قادرة على ثقب الجدر الخلوية بإفرازاتها الأنزيمية . والميكروبات التى تعيش بين الخلايا فى حاجة إلى إنزيمات تفكك الخلايا عن بعضها ، فإذا شل مفعول تلك الأنزيمات شلت أيضا حركة الميكروبات. مثل تلك الميكروبات كمثل الشخص الغنى المريض ... مائدته بأنواع الطعام الشهى حافلة ، لكن معدته لا تستطيع لها هضما ... طعامه محرم عليه . من تلك الميكروبات ذلك الفطر الذى يهاجم بعض أنواع أشجار الموالح قريبا من سطح التربة مسببا لها المرض المعروف بالتصمغ ، حيث تظهر آثار النمو الميكروبى على الأشجار فى صورة مواد سائلة لزجة ، تشاهد على السيقان قرب سطح الأرض، تسيل تلك المواد إلى أسفل ثم تتجمد مكونة كتلا من مادة صمغية جافة (شكل ٣٤) . هذا الميكروب يهاجم نباتات الليمون الأضاليا بسهولة ، ولكنه إذا ما هاجم نباتات نارنج فإنه يعجز عن مواصلة الهجوم ، إذ أن النبات يوقف فعل

أنزيماته • يكثر وجود هذا النوع من المقاومة الكيميائية مع الميكروبات المخربة ، لأن ضررها يشتد فى النباتات التى تلائم خلاياها النشاط الأنزيمى للميكروبات • من الميكروبات الأخرى التى تتأثر أنزيماتها بمكونات الخلايا النباتية الفطر بيثيوم *Pythium* ، وهو ميكروب مخرب يهاجم كثير من النباتات فى أطوار نموها الأولى مسببا عفن بادرات ، كما يهاجم بعض الثمار أثناء تخزينها مسببا تعفنها • لا ينجح هذا الميكروب فى هجومه على ثمار تفاح سليمة ، فى حين أنه ينمو جيدا على الأنسجة المجروحة فى تلك الثمار ، لكنه لا يستطيع التقدم أكثر من ذلك لمهاجمة ما يلى الجروح من خلايا سليمة • وبالدراسة وجد أن توقف الميكروب يرجع إلى إحتواء خلايا ثمار التفاح السليمة على حمض الماليك malic acid الذى يعتبر مثبطا لنشاط الميكروب الإنزيمى •

تنمو معظم الميكروبات الفطرية المتوازنة بين خلايا النبات ، لا تخترقها إلا بنموات دقيقة تعرف بالمماصات (شكل ٢٢) ، وكثيرا ما تنمو تلك المماصات داخل الخلية حتى تلامس النواة حيث الغذاء الغنى وفير • والواقع أن كثير من أنواع النباتات تجذب المماصات إلى أنوية خلاياها ، بدافع وفرة الغذاء ، إلى مصيرها المحتوم • فالنواة كثيرا ما تكون مركز الدفاع فى الخلية ، فإذا قرب المماص من النواة ، تأثرت حيويته ويبدأ فى الموت والتحلل بفعل قوى النواة الكيميائية •

فى بعض الأحيان نجد أن النبات لا يقاوم الميكروب المهاجم بإفرازات مضادة له ، بل بالإفرازات الكيميائية للميكروب المهاجم نفسه • فإفرازات الميكروب الكيميائية تحدث فى بعض النباتات رد فعل شديد تاركة أثرا مميتا على الأنسجة النباتية الموجود بها الميكروب والأنسجة المحيطة الخالية من الميكروب • موت الأنسجة يمهد الطريق لهجوم الميكروبات المخربة ، لكن هذا الموت يكون ضارا بالميكروبات المتوازنة ، فمعظمها لا يستطيع النمو إلا فى نسيج حى ، فإذا فقد النسيج حيويته فقد الميكروب قدرته على النمو ••• النبات فى هذه الحالة ضحى ببعض خلاياه لإيقاف تقدم الميكروب وحصاره فى موضعه • تعرف هذه الحالة بزيادة الحساسية • يظهر تفاعل زيادة الحساسية عند هجوم ميكروب باكسينيا مسبب مرض الصدأ الأسود عند هجومه على بعض أصناف القمح المقاومة لبعض سلالات الميكروب •

خطوط الدفاع الطبيعية

مختلف أسلحة النبات الدفاعية ، ميكانيكية كانت أم كيميائية ،قد لا تكون كافية لصد الهجوم الميكروبى ، لهذا فقد يلجأ النبات إلى وسائل أخرى ، قد تكون تفاديا من لقاء العدو الميكروبى وهروبا منه ، وقد تكون تحملا لأضرار وجوده بين أنسجته وسرعة فى تعويض خسائره ٠

١ - **الهروب** : يرجع هذا النوع من المقاومة الى قدرة النبات المهاجم على النمو بطريقة تقلل من فرص تعرضه للميكروب ، أو تجعل تعرضه للميكروب يحدث تحت ظروف لا تتلاءم مع نشاط الميكروب الهجومى ٠ فإستعداد النبات للإصابة بميكروب معين تحدده ظروف بيئية معينة ، كما أن نشاط الميكروب وقدرته على الهجوم على نباته المفضل تحكمه ظروف بيئية خاصة ، فإذا إتفقت الظروف التى تجعل النبات مستعدا للإصابة مع تلك الملائمة لنشاط الميكروب ، عند ذلك يكون الخطر على النبات متى حدثت تلك الظروف فى منطقة نمو النبات وفى وجود الميكروب ٠

وإذا إختلفت الظروف التى تجعل النبات مستعدا للإصابة مع الظروف الملائمة لنشاط الميكروب ، فإنه لا يخشى على النبات من الميكروب ؛ فإذا كانت الظروف السائدة تتوافق مع النشاط الميكروبى كان النبات فى أفضل قدراته على المقاومة ، وإذا كانت الظروف السائدة تتوافق مع إستعداد النبات للإصابة كان الميكروب فى حالة خمول وعدم قدرة على الهجوم ٠

وعموما يمكن القول أن نمو النبات فى وقت غير ملائم لنشاط الميكروب هو نوع من الهروب ، كذلك فإن قصر موسم نمو النبات عن المعدل أو قصر الفترة التى يكون فيها النبات قابلا للإصابة بالميكروب تقلل من فرص هجوم الميكروب وتساعد النبات على الهروب منه ٠

فى بعض الحالات التى تلعب فيها الحشرات دورا هاما فى نقل الميكروبات نجد أن حدوث الهجوم يتوقف على وصول الحشرات إلى النباتات العائلة ، فإذا كان هناك ما يمنع الحشرة من الوصول إلى النبات فإن الإصابة لا تحدث برغم قابلية النبات للإصابة بالميكروب بسهولة ٠ يحدث ذلك الهروب فى حالة الميكروب الفيروسى المسبب لمرض الموزايك الأصفر فى نبات اللبلاب ٠ فقد وجد أن سطوح

بعض أصناف اللبلاب مغطاة بشعور غزيرة لا تمكن الحشرة الناقلة للميكروب من التغذية عليها ، فتفضل الحشرات لهذا السبب نباتات أصناف أخرى من اللبلاب ٠ وقد أمكن إنجاح الهجوم الفيروسى على تلك الأصناف التى تهرب من المرض بإجبار الحشرات على التغذية عليها ، وذلك بزراعتها منفردة فى بيت زجاجى مغلق مع الحشرات الناقلة والحاملة للفيروس ٠ إذا حدث ذلك فلن يكون لدى الحشرات مجال للإختيار بين مختلف الأطعمة فليس أمامها إلا هذا النوع من اللبلاب تتغذى عليه وتضع به الميكروب ٠

٢ - **التحمل** : يقصد بهذا الإصطلاح قدرة النبات على تحمل غزو الميكروب دون أن تظهر عليه أعراض واضحة تؤثر تأثيرا كبيرا على نموه وإنتاجه ٠ فالتحمل ليس سلاحا من أسلحة الدفاع ، فالنبات لا يقاوم الميكروب ولكن لا تظهر عليه أضرار المرض ، فسرعان ما يعوض ما فقده ٠ مثله فى ذلك كمثل جيش محارب لدولة غزيرة النسل سريعة الإنتاج ، كلما فنى جزء من الجيش فى حلبة القتال حل محله ما يعوضه ،فأعداد قواته ثابتة وإنتاجه من السلاح يتكافأ مع إستهلاكه منه ٠ ومثله فى الميكروبات كميكروب يهاجم نباتين بنفس القوة مسببا عفنا لجذورهما ، ودفاع النباتان ضد هجوم الميكروب يتم بنفس القدرة فالإصابات متكافئة ، لكن أحد النباتين يعوض الجذور التالفة بفعل الميكروب بأخرى جديدة وبسرعة ، أما النبات الثانى فتعويضه لما تلف من جذور يحدث ببطء ٠ فالنبات الأول يتحمل هجوم الميكروب ولا يظهر على نموه أثر واضح فى حين أن النبات الثانى سرعان ما يستسلم فيظهر أثر المرض عليه واضحا جليا ٠ يحدد مقدار الضرر فى هذا المثال بالفرق بين سرعة إتلاف الأنسجة بفعل الميكروب بسرعة تعويض تلك الأنسجة التالفة بأخرى سليمة ٠

يحدث التحمل أيضا مع بعض أنواع البطيخ التى تتحمل العطش ، فهى تتحمل هجوم الميكروبات المهاجمة للأوعية الناقلة للماء من الجذور إلى باقى أجزاء النبات والتى تتسبب عند وجودها داخل الأوعية فى الإقلال من مرور الماء إلى أعلى ، فلا تظهر عليها أعراض الهجوم الميكروبى بسهولة ويستمر النبات فى نموه وإنتاجه بالقدر الذى يصله من الماء والغذاء ٠ أما أنواع البطيخ الأخرى التى لا تتحمل العطش فإنها إذا ما هوجمت بالميكروب ونما بالأوعية الناقلة فيقل مرور الماء إلى الأفرع والأوراق فإنه يظهر عليها أعراض العطش فتذبل النباتات وتتدلى أفرعها وأوراقها ٠

دور الإنسان فى الصراع
بين الميكروبات والنباتات

الصراع بين الميكروبات والنباتات هز الإنسانية هزا عنيفا فى فترات من التاريخ القديم والحديث ، سواء قبل أن يدرك الإنسان حقيقة هذا الصراع أو بعد أن علمه وعلله ، وإزداد إدراكه لحقيقة الأمر وقدره • علم الإنسان أن الميكروبات تضعف النبات وقد تقتله • والنبات للإنسان غذاء وكساء ودواء وتنقية هواء ، كما أنه سكن ووقود وزينة ومتعة • فالقضاء على النباتات قضاء على الإنسان • لهذا لم يستطع الإنسان أن يكون متفرجا خارج الحلبة ، بل كان عليه أن يتدخل ، وأن يكون تدخله فى صالح النبات ، يناصره فكرا وعملا ، مدافعا عن وجوده ، وصدا وصراعا ضد ميكروباته •

أجرى بعض علماء أمراض النبات وباحثيها دراسات علمية تطبيقية على تلك الميكروبات وطرق نموها وتكاثرها ، وإنتقالها وإنتشارها ، وهجومها ودخولها ، وفسيولوجية العلاقات بينها وبين النباتات • كما درس بعضهم النباتات وأسلحتها الدفاعية وإمكانياتها لصد الهجوم الميكروبى أو الهرب منه أو تحمل هجومه • بعد أن تمكن العلماء من معرفة الميكروبات وصفاتها وقدراتها ، والنباتات وخواصها ، إتجه العلم إلى البحث عن وسيلة لتقييد الميكروبات والحد من غلوائها ، ورفع قوى النبات الدفاعية وزيادة تحملها • تبلورت تلك الدراسات وإنتهت إلى برامج مدروسة يستخدمها الإنسان لصالح النباتات ضد الميكروبات •

بالرغم من أن الإنسان كان عاملا قويا فى نشر الميكروبات ونقلها من أجزاء من العالم إلى أجزاء أخرى منه ، إلا أنه تنبه لفعله وقدر الأضرار التى تنتج عن نقله للأجزاء النباتية المحملة بالميكروبات من مكان إلى آخر ، لهذا فقد إهتمت مختلف الدول بالحد من تنقلات النباتات وأجزائها ، فسنت قوانين الحجر الزراعى وبمقتضاها يمنع نقل النباتات وأجزائها من بلد إلى آخر أو من منطقة موبوءة إلى أخرى إلا بعد فحصها والتأكد من خلوها من الميكروبات التى يخشى منها على نباتات البلد المستورد •

كثيرا ما تتخطى الميكروبات حدود البلاد ، متحدية القوانين وحواجز الحجر الزراعى بوسائل إنتقالها الخاصة ، عند ذلك تبدأ المعركة بين الميكروبات الدخيلة

والنباتات ، فيتدخل الإنسان بطرقه المختلفة التى تبدأ عادة بعمليات العزل والإبادة ٠ وإذا إنتشر الميكروب الدخيل رغم ذلك فهناك من البرامج الوقائية والعلاجية ما يمكن إتباعه لمساعدة النباتات ٠

وقد إتضحت أهمية أسلحة النبات الدفاعية فى الحد من الهجوم الميكروبى لهذا فقد ساهم الزراعيون عن طريق عمليات تربية النباتات والهندسة الوراثية فى تقوية أسلحة النبات الدفاعية بإيجاد أصناف جديدة من النباتات ذات قوى دفاعية لا تتيسر لكثير من النباتات السابقة ٠

ليس معنى هذا أن مشكلة النباتات من ناحية الميكروبات قد حلت ، وأن النباتات تعيش الآن فى سلام ٠ بل كما بينا عند الحديث عن مرونة الميكروبات ، أنها لا تستسلم بسهولة ، فهى إن إستسلمت فإلى حين ، فى معظم الأحوال ، بعدها تكون قد إستعدت لعامل الدفاع الجديد الذى أدخله الإنسان فى حساباته ٠ فالمعركة مستمرة ليست بين الميكروبات والنباتات فحسب ، بل بين الميكروبات من جهة والنباتات والإنسان من جهة أخرى ٠

obeikandl.com

أهمية الصراع الميكروبى النباتى بالنسبة لإقتصاديات وصحة الإنسان

قبل الوصول إلى منتصف القرن الحالى بدأ سكان العالم ، بعد أن تزايدت أعدادهم زيادة كبيرة ، يشعرون بعدم كفاية الإنتاج الغذائى فى كثير من مناطق العالم. ففى سنة ١٩٤٧ أنذرت منظمة الأغذية والزراعة العالمية ، سكان الكرة الأرضية بالنقص الشديد المتوقع فى الإنتاج الغذائى العالمى ، مبينة أنه إذا كان على جميع سكان الأرض فى سنة ١٩٦٠ أن ينالوا قسطا مناسبا من الغذاء فإن ذلك يتطلب زيادة الإنتاج الغذائى العالمى بالنسبة لإنتاج ما قبل الحرب العالمية الثانية بنسب تتراوح بين ٢١% للحبوب وحتى ١٦٣% للفواكه والخضروات . فإذا علمنا أن الغذاء النباتى يمثل ما يزيد عن ٩٠% من مجموع الإنتاج الغذائى العالمى ، وأن الغذاء الحيوانى يتوقف إنتاجه على الإنتاج النباتى ، يتضح لنا أهمية الحفاظ على النباتات ورعايتها الرعاية اللازمة المؤدية إلى زيادة إنتاجيتها . وأن ذلك يمثل ضرورة حتمية نحو كفالة تغذية الأعداد المتزايدة من سكان الأرض ، الذى وصلت أعدادهم إلى حوالى ثلاثة بلايين نسمة سنة ١٩٦٠ ، وقد تضاعفت أعدادهم فى الوقت الحالى وقاربت الستة بلايين .

تختلف نسبة الزيادة فى أعداد السكان من دولة إلى أخرى فهى فى أوروبا حوالى ٨ر % سنويا ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية حوالى ٧ر١% وفى الدول النامية تزداد بمعدلات أكبر وتقدر بحوالى ٢-٣% سنويا . والحقيقة المرة أنه مع الرغم من التكاثر السكانى ومع الطلب المتزايد على الغذاء فإن المساحات المنتجة للغذاء تقل فى كثير من دول العالم . ذلك أن المدن الجديدة والمساكن التى تقام للسكان الجدد والمنشآت الصناعية وأماكن الترفيه وشبكات الطرق الواسعة التى تربط تلك التجمعات والمنشآت تستقطع من مساحات منتجة للغذاء .

تلك الأعداد الغفيرة من الأفواه المتعطشة لمنتجات الأرض والتى تضاف للأعداد الكبيرة السابقة والتى تقدر بما يزيد عن تسعين مليونا من الأشخاص سنويا فى الوقت الحالى ، تنتزع أكلها إنتزاعا من الأفواه الموجودة سابقا ، مما يتوجب معه على الأجيال الحالية ، والتى تعيش الفترة الحرجة بين الكفاية فى بعض الدول والنقص والجوع فى كثير من مناطق العالم ، أن تتدخل لتقى الإنسان من كآبة

المستقبل وظلمته إذا حافظ الإنتاج الغذائى على وضعه لا يتغير ٠ ويتنبأ العلماء ، فى ضوء ما لديهم من إحصائيات أن الأرض ستضيق كثيرا بسكانها فى القرن الحادى والعشرين ، وستعم الأمراض الوبائية الناتجة عن التزاحم والمشاكل الإجتماعية العنيفة التى تصحب الفقر وسوء التغذية ، ما لم يتمكن الإنسان من الحد من الزيادة السكانية وإستخدام كافة الإمكانيات العلمية الزراعية للوصول بالإنتاج الزراعى إلى حده الأقصى ٠ للوصول إلى أعلى إنتاج زراعى يستلزم ذلك العمل على زيادة فى الإنتاج الأفقى ، أى استغلال ما لم يستغل من مساحات الأرض فى إنتاج الغذاء ، والعمل على زيادة فى الإنتاج الرأسى ، أى العمل على الحصول على أقصى ما يستطاع من إنتاج وحدة الأرض ٠

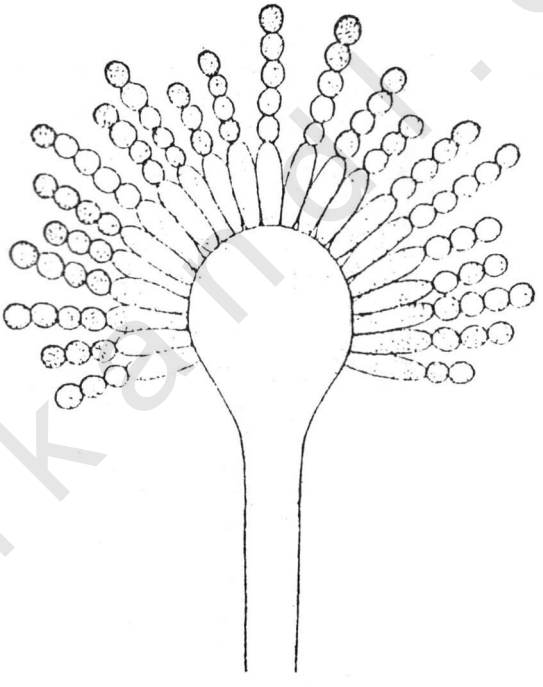
فى مجال زيادة الإنتاج الرأسى ، درست النباتات الإقتصادية المنزرعة دراسة وافية للتعرف على معوقات إنتاجها ٠ وهنا ظهرت أمام العلماء العلاقة بين الميكروبات والنباتات ، وأثر تلك العلاقة على النقص الشديد فى إنتاج تلك النباتات٠ فقد ثبت أن هجوم الميكروب المسبب لصدأ الساق الأسود فى القمح (شكل ١٠) ، يتسبب فى نقص شديد واضح فى محصول القمح ٠

قدرت الخسائر الناتجة عن عوامل بيولوجية للمنتجات الزراعية النباتية على المستوى العالمى سنة ١٩٦٧ فوجد أنها تعادل ١٢% من المحصول تنتج عن الأمراض النباتية و١٤% تسببها الحشرات والحيوانات الضارة كالفئران و٩% ترجع إلى الحشائش ٠أى أن مجمل الخسائر الناتجة عن مختلف الآفات والحشائش تعادل ٣٥% من كافة المنتجات النباتية ٠ تختلف الخسائر الناتجة عن عوامل بيولوجية من محصول إلى آخر ، فتصل خسائر قصب السكر وبنجر السكر إلى ٤٥% وتصل خسائر المحاصيل النجيلية إلى ٣٥% ، وخسائر المحاصيل الزيتية إلى ٣٣% وخسائر البطاطس تقدر ب٣٢% وخسائر الفواكه والخضراوات تصل إلى ٢٨% ، ولو لم تتبع وسائل المكافحة ضد تلك الآفات لزادت الخسائر كثيرا عن ذلك ٠

من المعروف فى عالم الميكروبات الكبيرأنه قد نشأت بين ميكروبات الأرض تخصصات واسعة ، فمنها ما يؤدى خدمات إنسانية جليلة ، ومنها ما يمثل خطورة كبيرة على الإنسان والحيوان والنبات ٠ ومن بين الميكروبات الخطيرة ظهرت بينها تخصصات فإختارت كل منها عائلا تعيش عليه ٠٠٠ بل قد زاد تخصص البعض ففضل عضوا من أعضائه عن باقى الأعضاء ٠ بعض الميكروبات لم يعترف بذلك التخصص الدقيق فعم ضرره كثيرا من النباتات الحية أو كثيرا من الحيوانات الحية٠

شكل ٢٤ : الميكروب الفطرى *Cerospora apii* (أعلى يمين) ، يصيب نبات الكرفس مسببا اللفحة المبكرة (أعلى يسار) ، كما يصيب الإنسان محدثا تشوه فى الوجه (أسفل)

وحتى عهد قريب كان من المعروف أن الميكروبات المهاجمة للكائنات الحية مـــهما قلت درجة تخصصها فإن ما كان منها محاربا للحيوانات لا يستطيع للنباتات هجوما ... والعكس صحيح ، إلا أن هذا الإدعاء قد سقط عندمـــا وجـــد أن الميكـــروب الفطرى النباتى سركوسبرا أبياى *Cercospora apii* المســـبب لمـــرض اللفحـــة المبكرة فى الكرفس مهاجما لإنسان فى أندونسيا سنة ١٩٥٧ محدثا تشوها شديدا فى وجهه (شكل ٢٤) .



شكل ٢٥ : نهاية حامل جرثومى لفطر أسبرجللس يحمل سلاسل من جراثيم كروية

من الأضرار الصحية الأخرى التى تسببها الميكروبات المهاجمة للنباتات على الإنسان والحيوان ، تلك التى تنتج عن إحداثها لتغييرات فى التركيب الكيميائى للجزء النباتى الذى يؤكل ، مما يؤثر سلبا على صحة آكليه ، فقد يكون هذا التأثير طفيفا غير ملحوظ ، وقد يكون التأثير شديد الخطورة • من الأمثلة على ذلك الميكروب الفطرى كلافيسبس *Claviceps* ، الذى يصيب سنابل بعض النباتات النجيلية ، التى يستخدم دقيقها فى صناعة الخبز والعجائن الأخرى ، محدثا بها تغييرات كبيرة (شكل ١٣) • فإذا طحنت السنابل المصابة مع أخرى سليمة فإن الدقيق الناتج كثيرا ما يحدث تسمم لآكليه ،وقد ظهرت عنه حالات تسمم جماعية ، من ذلك التسمم الكبير الذى أصاب أربعين ألف شخص بفرنسا ، أدى إلى وفاتهم سنة ١٩٤٣ • يعرف ذلك التسمم فى عالم الطب الحيوانى بمرض التسمم الإرجوتى ergotism •

ومن حالات التسمم الميكروبى تلك التسممات الناتجة عن فطريات تصيب المحاصيل الزراعية ومنتجاتها ، خاصة خلال فترة التخزين والتسويق وتعرف سمومها بالأفلاتوكسينات aflatoxins والتى عرفت لأول مرة سنة ١٩٦٠عندما مات مائة ألف من الدواجن الرومية فى مزارع إنجليزية عقب تغذيتها على دقيق فول سودانى مصاب بالفطر أسبرجللس فلافس *Aspergillus flavus* (شكل ٢٥)• وقد سجلت بعد ذلك فى الهند سنة ١٩٧٥ حالات تسمم كبدى للإنسان نتيجة للتغذية على ذرة ملوثة بالفطر المذكور •

obeikandl.com

تدخل الإنسان فى الصراع
بين الميكروبات والنباتات

لم يكن من المعقول إزاء التزايد السكانى الكبير ، وإزاء المنافسة الميكروبية للإنسان فى غذائه النباتى المحدود ، وإزاء الأضرار الصحية التى تصيب الإنسان والحيوان نتيجة للتغذية على نباتات مصابة بالميكروبات ، أن يقف الإنسان موقف المتفرج الذى لا يعنيه الأمر من قريب أو بعيد ، تاركا الميكروبات تنال من نباتاته وقد تقضى عليها وتقضى عليه جوعا ٠ كان هذا ممكنا قبل أن يعرف إنسان العصر الحديث حقيقة الصراع بين الميكروبات والنباتات ٠٠٠ أما وقد عرف الوضع وقدره، فقد وجب عليه التدخل فى تلك الحرب ٠٠٠ تدخلا إيجابيا ٠٠٠ محالفا ومدافعا عن نباتاته ٠٠٠ ومعاديا ومحاربا لأعدائها من الميكروبات ٠ هل النجاح فى تلك الحروب ميسور ؟ العدو ضئيل نكاد لا نحسه إلا من آثاره ٠٠٠ خفى نكاد لا نراه إلا من خلال قوى تكبيرية عظيمة ٠٠٠ يبدأ هجومه ويثبت أقدامه بالنبات فى غفلة من الإنسان ٠٠٠ النجاح فى إيقاف تلك الحروب أو فى الإقلال من أضرارها يحتاج إلى الحيلة والذكاء المبنيين على علم دقيق بطباع طرفى النزاع ، وذلك حتى يكون تدخلنا مفيدا ٠

كما أن للميكروبات أسلحتها الهجومية وللنباتات أسلحتها الدفاعية فإن للإنسان أيضا أسلحته ٠ وأسلحة الإنسان هى أسلحة الحليف للنباتات ٠٠٠ أسلحة للهجوم على الميكروبات ٠٠٠ وأسلحة توجه لرفع قوى النبات الدفاعية ٠٠٠ وأسلحة قد توجه للبيئة التى يعيش فيها كل من النبات وميكروباته بإحداث تغييرات فى بعض عوامل تلك البيئة بحيث تضعف من قوى الميكروبات وتزيد من إستحكامات النبات٠

obeikandl.com

السدود المانعة

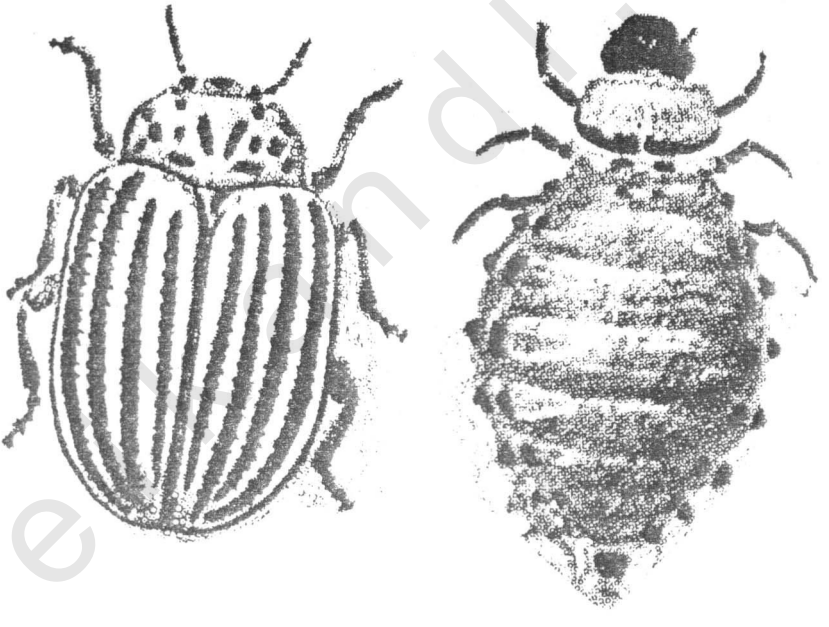
فى الأزمنة القديمة عندما كانت الحياة على طبيعتها رتيبة متوازنة ، وكانت وسائل النقل والمواصلات محدودة وبطيئة ، كانت النباتات والميكروبات تعيش فى حالة توازن طبيعى ، فأنواع النباتات وأفرادها تكاد تكون ثابتة موسم بعد آخر ، وأنواع الميكروبات وأعدادها تكاد تكون ثابتة كذلك ... النباتات قد إعتادت على ميكروبات المنطقة وزادت مقاومتها لها ، والميكروبات قد رضيت بالوضع الذى يضمن لها معيشة هادئة مستقرة ، ذلك ما لم تفاجئ الطبيعة تلك النباتات والميكروبات بتغييرات فجائية تؤثر على أحد الطرفين . فإن حدث التغيير فى صالح الميكروبات وفى غير صالح النباتات قويت الميكروبات وضعفت النباتات وحل الوباء بالنباتات .

مع التقدم التكنولوجى الكبير ، ومع التغيرات فى صورة الحياة من السيادة التامة لعوامل الطبيعة إلى سيادة الإنسان على كثير من قوى الطبيعية ، تقدمت حركة المواصلات تقدما ملحوظا وإزدادت سرعتها زيادة خيالية ، فأصبح ما كان فى حكم الأساطير حقيقة واقعة ، وقربتنا وسائل المواصلات الحديثة زمنيا من أماكن بعيدة ، وأصبح الإنتقال بالطائرات من مكان على الكرة الأرضية إلى مكان آخر مقابل له فى نصف الكرة الآخر يتم فى بعض يوم ويمكن أن يتم بالأقمار الصناعية فى ساعة أو أقل ، كما أصبح الإنتقال من كوكب إلى آخر فى حكم الممكنات بعد أن كان فى حكم المستحيلات .

ينتقل الإنسان بوسائله الحديثة مسافرا للتزود بالعلوم أو للتجارة أو السياحة أو لتحسين مصادر دخله أو لزيارة أقاربه وأصدقائه .وفى سفرياته يرى الغريب من النباتات مما يثير فيه الرغبة فى إدخال ما يعجبه منها إلى بلاده أو نقل ثمارها أو منتجاتها . كما أن إزدحام الأرض بسكانها جعل فكرة الإكتفاء الذاتى فى الحاصلات الزراعية فى حكم المستحيل بالنسبة لمعظم الدول ، فإستغلت وسائل المواصلات الحديثة السريعة فى نقل المنتجات الزراعية الفائضة فى بلاد معينة إلى بلاد أخرى تعانى نقصا فى تلك المنتجات ، فأصبح السيل الجارف من النباتات التى تتحرك من بلد إلى آخر وسيلة سهلة لنقل الميكروبات النباتية من مواطنها الأصلية إلى مواطن جديدة ، فتفاجأ نباتات المنطقة الجديدة بأعداد جدد من الميكروبات ، فتبدأ

الصراعات ، وتظهر الأوبئة علـــى المزروعـــات ، وتحـــل بالإنســـان الأزمـــات الإقتصادية التى قد تصل لدرجة المجاعات ٠

شعر الإنسان بالخطورة على نباتاته ، وتنبهت ألمانيا قبل غيرها من الدول إلى هذا الخطر ، فأقامت أول حاجز يحمى نباتاتها من الآفات الدخيلة ، فسنت أول قانون لهذا الغرض سنة ١٨٧٥ يعرف بقـــانون الحجـــر النبـــاتى plant quarantine ، بمقتضاه يمنع دخول نباتات البطاطس الواردة من الولايات المتحدة الأمريكية إلا بعد فحصها فنيا للتأكد من خلوها من حشرة خطيرة تعرف بخنفساء كلـــورادو (شـــكل ٢٦)٠ وقد كانت الحشرات هى الآفات التى نالت الأهمية فى ذلـــك الوقـــت ، أمـــا الميكروبات فلم تكن بعد قد نالت تلك الأهمية الكبيرة ٠



شكل ٢٦ : خنفساء كلورادو
يمين : اليرقة يسار : الحشرة كاملة

عرف نظام الحجر فى الطب البشرى قبل معرفته فى الطب النباتى بنصف قرن من الزمان ، ففى عام ١٣٧٤ حجز فى ميناء البندقية بإيطاليا مجموعة من المسافرين إشتبه فى وجود إصابة بينهم بوباء الطاعون الدملى bubonic plague. وفى عام ١٣٧٧ قررت سلطات ميناء راجوزا Ragusa الذى يعرف حاليا بميناء دبروفنيك Dubrovnik بكرواتيا حجز جميع القادمين من مناطق موبوءة فى مكان محدد قبل التصريح لهم بدخول المدينة . وقد سجل التاريخ سنة ١٣٨٣ إنشاء أول محطة للحجر الصحى بميناء مارسيليا بفرنسا حيث كان يحجز جميع ركاب أية باخرة تظهر بها أمراض معدية لمدة أربعين يوما . وقد أشتقت كلمة كرنتينة quarantine المستعملة للحجر من الكلمة اللاتينية كوارانتا quaranta التى تعنى رقم ٤٠ ، أى الحجز لمدة أربعين يوما .

فى عام ١٨٩١ قام المفتش الزراعى ألكسندر كرو Alexander Craw ، بحجز ٣٦٥ ألف شجرة برتقال فى مدينة سان بدرو San Pedro بكاليفورنيا ، قادمة من تاهيتى وذلك لإصابتها بعدد من الحشرات التى يخشى منها على الأشجار الأمريكية . ونظرا لعدم وجود لوائح تطبق على تلك الحالة فى ذلك الوقت فقد قام كرو برفع الأمر الى المحكمة العليا بلوس أنجليس Los Angeles ، فحكمت المحكمة بعدم الإفراج عن الأشجار إلا بعد موت جميع ما بها من حشرات ... طالت إجراءات القضاء ، وفى نفس الوقت لم يكن من الممكن موت جميع الحشرات طبيعيا قبل موت الأشجار . لهذا فقد طالب كرو بإصدار قانون يعطى رجال الحجر الزراعى سلطة إعدام أو إتلاف الأشجار المصابة بحشرات أو أمراض خطيرة . وفعلا أصدر حاكم كاليفورنيا سنة ١٩٠٣ قانونا بهذا المعنى . وقد كان الحدث الخطير الناتج عن ميكروب لفحة أبو فروة (شكل ٩) ، الذى إنتقل من الشرق الأقصى إلى الولايات الأمريكية سنة ١٩٠٤ ، فدمر خلال العشرة سنين التالية غابات أبو فروة الشاسعة (شكل ٤) ، إنذار خطر شديد منبها إلى خطورة الآفات الدخيلة وحافزا على صدور قانون الحجر الزراعى سنة ١٩١٣ ، وبمقتضاه يمنع نقل الميكروبات والحشرات الخطرة إلى داخل انولايات المتحدة الأمريكية .

والآن ، سنت معظم الدول قوانين للحجر الزراعى تنظم بمقتضاه مرور النباتات إلى داخل دولها ، فيمنع من الدخول ما يحمل منها ميكروبات أو آفات يخشى منها على محاصيل البلاد . مثل تلك القوانين التى يصدرها الإنسان ويقوم بتنفيذها تمثل الحاجز الصناعى الذى يقام ضد الآفات النباتية الخطيرة ، وقد يمنع نوع معين من النباتات منعا كليا إذا كان يخشى حملها لميكروبات خطيرة من

الصعب فحصها والتأكد من وجودها ، وقد يصرح بدخول نباتات أخرى مصابة وذلك بعد معاملتها معاملات خاصة تكفى للقضاء على تلك الآفات ٠

وفى مصر صدر أول قانون للحجر الزراعى سنة ١٩٠٤ يمنع بمقتضاه إستيراد بذور القطن الأمريكى ، إذ كان يخشى من دودة اللوز القرنفلية ، ثم عدل هذا القانون سنة ١٩٠٩ ومنع منعا تاما إستيراد بذور قطن من أى مكان فى العالم ٠ وحاليا تمنع القوانين المصرية دخول بعض النباتات الأخرى مثل الباميا والعنب والموالح وقصب السكر ٠ وأيضا تمنع القوانين المصرية دخول التربة الزراعية والتربة التى تحتوى على مواد عضوية وذلك لما قد تحتويه من ميكروبات خطيرة ، وكذلك يمنع دخول مزارع الميكروبات الحية إلا لأغراض علمية وبتصاريح خاصة على أن تستخدم تحت إشراف دقيق ٠

هذا ويصرح بدخول معظم النباتات والمنتجات النباتية الأخرى ، على أن يتم ذلك تحت إشراف فنى دقيق ،فتفحص بدقة ويصرح بدخولها إذا كانت سليمة خالية من الآفات التى يخشى منها أو بعد إعدام ما بها من آفات متبعا بذلك وسائل خاصة٠

كثيرا ما تتحدى الميكروبات تلك الحواجز الصناعية للحجر الزراعى فتصل إلى داخل البلاد ، ويتم ذلك بوسائل مختلفة ، قد يكون خلال الحجر الزراعى فتمر فى غفلة من مفتشى الحجر الزراعى إذا كانت محمولة داخل النباتات ، أو موجودة فى حالة كمون فى المواد النباتية المستخدمة فى تغليف الأشياء القابلة للكسر ٠ وإنى لألتمس العذر لمفتشى الحجر الزراعى لما قد يمر من تلك الميكروبات رغم التفتيش لصعوبة الفحص والكشف عنها فى كثير من الأحوال ، ولما قد يمر منها فى صحبة مسافرين لا يدونون فى إقراراتهم وجود مواد نباتية معهم ٠ وإنى فى هذا المجال لأهيب بوطنية العائدين إلى الوطن ، وإنسانية المسافرين من أية دولة إلى أخرى ، أن يعلنوا عما يحملون معهم من نباتات فى أية صورة كانت ، فصندوق من التفاح أو الكريز قد يكون متعة للأهل أو هدية لصديق ، وقد يكون فى نفس الوقت محملا بميكروبات لا تشعر بها ، ولكنها قد تنتشر وتسبب للدولة وللزراع خسائر فادحة ٠

قد تمر الميكروبات رغما عن كل الإحتياطات ، بعيدا عن الطرق والموانى والمطارات ، محمولة على أجسام الطيور والحشرات والحيوانات متخطية الحدود ، بعيدا عن خفر الحدود الزراعيين وقد تحملها تيارات الماء والهواء ، وإحتمالات وصولها فى حالة حيوية ملائمة قليلة وضعيفة ومن المستحيل مراقبتها والحد منها ٠

إذا دخل الميكروب رغم كل الإحتياطات ، وصادف النبات الملائم والظروف البيئية المساعدة ، يحدث التكاثر والإنتشار والإصابة ٠قد تمر سنة أو أكثر قبل أن نكتشف ظهوره ، تعرف تلك الفترة بفترة حضانة الوباء ، خلالها يتكاثر عددا ويزداد إنتشارا ٠ لهذا وجب إستمرار التفتيش عن كل دخيل من الميكروبات وخاصة قريبا من حدود البلاد ، فإذا وجد ميكروب دخيل وجب على الإنسان أن يتدخل ٠ فيقيم حاجزا يحيط بمنطقة دخوله وتواجده ، ويعرف ذلك الحاجز بالحجر الزراعى الداخلى ٠ أما الحجر الزراعى الذى يقام على حدود الدولة السياسية فيعرف بالحجر الزراعى الخارجى ٠ الحجر الزراعى الداخلى يشبه الحجر الصحى الذى أقيم بمصر سنة ١٩٤٧ ضد ميكروب الكوليرا ، الذى ظهر إذ ذاك بقرية القرين بالشرقية فأقيم حول القرية حجر صحى داخلى منع بمقتضاه الأهالى والمنتجات المختلفة التى يخشى حملها للميكروب من الخروج من المنطقة الموبوءة إلا بتصاريح خاصة ، وكلما إمتد المرض كلما زادت منطقة الحجر حتى أمكن القضاء على المرض ٠ هذا ما نعمله بالنسبة لميكروبات المزروعات الدخيلة فعندما ظهر فى شبه جزيرة سيناء فيروس التدهور السريع فى الموالح سنة ١٩٥١ أقيم ضده حجر زراعى داخلى يمنع بمقتضاه نقل أشجار وثمار الموالح من سيناء إلى مناطق مصر الأخرى ٠

obeikandl.com

حرب الإبادة الشاملة

كثيرا ما تتحدى الميكروبات ما أقامه الإنسان من موانع على مداخل بلاده فتجد ثغرة تتسلل من خلالها ، فإذا صادفت نباتات تحبها ، تهاجمها ثم تتكاثر عليها وتزداد الأعداد المصابة بها ، فإذا ما إكتشفت ،عندئذ تبدأ الإجراءات الوقائية لباقى المزروعات القابلة للإصابة • تبدأ أولى العمليات الوقائية بحصار الميكروب فى منطقة إكتشافه ، وذلك بمنع نقل النباتات الحاملة للميكروب من المنطقة الملوثة إلى مناطق أخرى خالية منه • وأثناء ذلك يجب على الإنسان أن يشن حربا ضروسا بغية إبادة الميكروب الغازى خيثما وجد قبل أن يستفحل ضرره ويعم شروره ••• وللإبادة طرقها ووسائلها ، التى تختلف من ميكروب إلى آخر ، ومن نبات إلى آخر •

قد يكون من المحتم للقضاء التام على الميكروب ، أن يصحبه القضاء على النباتات المصابة أو الحاملة لهذا الميكروب ، بمعنى أننا قد نضطر إلى التضحية بنباتاتنا المصابة والمشكوك فى إصابتها فى سبيل القضاء على الميكروب والحد من إنتشاره • ومن الأمثلة التاريخية الشهيرة على عمليات الإبادة الشاملة ، تلك الحرب التى شنتها الولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩١٥ ضد الميكروب البكتيرى الشديد الخطورة والمسمى زانثوموناس سيترى *Xanthomonas citri* والذى يهاجم أشجار الموالح مؤديا إلى حالة التقرح (شكل ١٥) قدم هذا الميكروب من اليابان ودخل الولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩١١، وإكتشفت الإصابة به بعد سنتين فى ولاية فلوريدا ، فبدأ المسئولين هناك فى محاولات إستمرت سنتين للقضاء على الميكروب، إتضح خلال تلك الفترة إستحالة القضاء على الميكروب دون القضاء على أشجار الموالح ••• أشجار الموالح أشجار عزيزة عليهم ، ولكن بعملية حسابية عن سرعة إنتشار ذلك الميكروب وسرعة قضائه على النباتات ، وجد أن مجموع النباتات المحتمل أن يقضى عليها الإنسان للقضاء على الميكروبات ستكون أقل بكثير من مجموع النباتات التى سيقضى عليها الميكروب أثناء حربه الضروس ضد النباتات فى سنين طويلة متتالية ••• بيدى لا بيد عمرو !! كان شعار الإنسان أثناء إبادته لبعض أفراد أصدقائه من النباتات • بدأت عمليات الإبادة بالجملة سنة ١٩١٥ ••• لا للميكروبات المهاجمة فقط ، بل لأشجار الموالح المصابة والمشتبه فى إصابتها أيضا ••• تفتش مشاتل وحدائق الموالح ، فإذا وجد فى أى منها شجرة

واحدة مصابة أو أكثر أحرق المشتل أو الحديقة بكل ما فيها من نباتات موالح ، مستخدمين فى ذلك الكيروسين والمشاعل ... لا وجود لمحاباة أو مجاملة أو شفقة ... المزرعة التى ظهرت بها إصابة هالكة لا محالة ، إما بالميكروب أو بالحريق. إستمرت حملات الإبادة تؤدى أعمالها من تفتيش وإعدام حتى أمكن القضاء نهائيا على الميكروب من ولاية فلوريدا سنة ١٩٢٧ . خلال تلك الإثنى عشر عاما تم تنفيذ حكم الإعدام حرقا على ثلاثة ملايين نبات موالح . ورغم حصار الميكروب وإعدام الأشجار الحاملة للميكروب والمحتمل حملها له ، إلا أن بعضا منه قد تمكن من التسلل من ولاية فلوريدا إلى ولايات أخرى فإستمرت عمليات الإبادة فى الولايات الأخرى حتى سنة ١٩٤٠ حيث تم القضاء نهائيا على الميكروب المسبب لتقرح الموالح وأعلنت نظافة البلاد منه ، وإنتهاء الحرب الضروس التى إضطرت الإنسان إلى التضحية بما يزيد عن ١٣ مليون شجرة موالح.

عادة ، لا نلجأ إلى عمليات إبادة العائل الإقتصادى فى سبيل القضاء على الميكروب ، إلا فى أحوال خاصة ، منها أن يكون الميكروب فتاكا شديد الخطورة ومتخصصا على نباتات معينة محدودة . أحيانا ، يفيد فى تقليل الخسائر الناتجة عن الميكروب إبادته فى فترة معينة من تاريخ حياته . مثل ذلك الميكروب الفطرى باكسينيا جرامينس مسبب الصدأ الأسود فى القمح (شكل ١٠) الذى يعيش حياته الطبيعية متنقلا بين نباتين أحدهما نبات شجيرى يكثر فى المناطق الباردة ويعرف بالباربرى والثانى هو نبات القمح ... على كلا النباتين يتكاثر ويتزايد ... على الباربرى يحدث التزاوج ... وعلى القمح يتم الإخصاب . أظهرت الدراسات أن هذا الميكروب يمكنه المعيشة على نباتات قمح دون الحاجة إلى تزاوج وذلك فى البلاد الدافئة ، أما فى المناطق الباردة فيتحتم على الميكروب أن يتنقل بين النباتين متزوجا على الباربرى ومنجبا على القمح . لهذا إتجه التفكير فى البلاد الشمالية الباردة حيث يكثر وجود الباربرى إلى إعلان حرب إبادة ضد شجيرات الباربرى القليلة القيمة الإقتصادية وذلك حتى لا يتمكن الميكروب من إتمام دورة حياته . لهذا سنت كثير من الدول الأوروبية الشمالية قوانين تمنع زراعة شجيرات الباربرى فى المناطق الزراعية وحولها بمسافات معينة . وفى الولايات المتحدة الأمريكية شنت حكومتها سنة ١٩١٨ حملة إبادة ضد تلك النباتات فى جميع مناطق زراعة القمح الشمالية .نبات الباربرى أصلا نبات أوروبى أدخله المستعمرون معهم إلى أمريكا لزراعته كأسيجة حول منازلهم ، إلا أن الطيور الأمريكية إكتشفت فى ثماره غذاء جذابا ، تأكل لبها وتنثر بذرها ، وحيثما وجدت البذور أرضا خصبة أنبتت وظهرت

الشجيرات ٠ وقد أدت عمليات الإبادة إلى القضاء على ما يزيد عن ٥٠٠ مليون شجيرة حتى سنة ١٩٥٧ ، ولا زالت عمليات الإبادة مستمرة ، فكلما طهرت منطقة، أعادت الطيور نثر البذور فيها ٠ لهذا وجب إعادة فحص المساحات التى يتم تطهيرها كل ٥-٨ سنوات ٠ والإبادة لا تنجح بالحريق كما فى أشجار الموالح ، ذلك أن بقاء أجزاء من جذور الباربرى فى الأرض كفيل بإعادة نمو تلك النباتات ٠ تقتل نباتات الباربرى بقطع أجزائها الهوائية ثم إضافة مبيد حشائش مثل 2,4-D إلى السطوح المقطوعة لقتل الأجزاء الأرضية من الشجيرات ٠

نتج عن عمليات الإبادة الشاملة لنباتات الباربرى فى مناطق القمح الشمالية ، تقليل واضح فى الإصابات بميكروب الصدأ فى القمح ، وقد قدرت الزيادة فى محصول القمح بولاية فرجينيا بأمريكا بمعدل ٦٨% مقارنة بالإنتاج قبل عمليات إبادة نباتات الباربرى ٠

obeikandl.com

الحرب الوقائية ضد الميكروبات

إذا إستقر الميكروب وتوطن ، كان من العسير التخلص منه بالإبادة ، وكان من العقل الرضا بالواقع المر فى أن يعيش معنا ونعيش معه ... مرغمين غير راضين ... مجاهدين غير مستسلمين .فلو تركناه على سجيته قد لا يبقى لنا ولا يذر . لهذا وجب أن تكون معيشته معنا بحذر وفى أضيق الحدود ، فإذا ما إستشعرنا منه بمبادرة غدر أو توجسنا منه خيفة ، أعلنا حالة الطوارىء فنقيم ضده الإستحكامات ونجهز له كافة الإستعدادات ، حتى لا نؤخذ على حين غرة من أمرنا، فإذا ظهرت بوادر خطره كنا له بالمرصاد . فالحرب الوقائية التى تسبق دخول الميكروب إلى النبات كثيرا ما تكون أنجح من الحرب الدفاعية ، بعد تغلغل الميكروب داخل النبات .وللحرب الوقائية وسائل مختلفة منها تلك الكيماويات التى تخشاها الميكروبات . فعند ظهور بوادر الخطر نبدأ فى تغطية أجزاء النبات ، التى يفضلها الميكروب كمناطق لبدء غزوه ، بطبقة رقيقة من أحد الكيماويات القاتلة . فإذا وصلت جيوش الميكروب المهاجم ، تساقطت صرعى وهى لا زالت على أبواب الغزو . والكيماويات المستخدمة فى هذا المجال عديدة متنوعة ، ولإستخداماتها طرق شتى .

إستخدمت بعض تلك الكيماويات قديما قبل أن تعرف طبيعة المعركة بين الميكروبات والنباتات ، فقد ثبت فى الماضى ، عن طريق الخبرة ، أن بعض تلك المواد له فضل كبير فى نجاح نمو بعض المحاصيل وإتقاء بعض الظواهر المرضية. ويعتبر الكبريت الذى لا يزال يستعمل حتى يومنا هذا ، أقدم الكيماويات إستخداما لخواصه الجيدة على النباتات ، فقد ذكره هومر Homer الشاعر الإغريقى منذ ثلاثة آلاف سنة فى الإلياذة والأوديسا ، مبينا خواصه وفوائده . يكثر وجود الكبريت حرا فى الطبيعة ، كما يدخل ضمن مركبات كثيرة ، فهو يوجد فى القشرة الأرضية وفى مياه المحيطات وفى الشهب القادمة من الفضاء ، ويدخل فى صنع الحياة نباتية وحيوانية وميكروبية . كما يكثر وجود الكبريت الحر فى المناطق الشهيرة ببراكينها النشطة أو المنقرضة أو حيث توجد الينابيع المعدنية الساخنة .

إستخدم الكبريت فى إحتفالات الوثنين قبل الميلاد بألفى عام ، فلهبه الأزرق الوهاج ورائحته النفاذة أكسبته تأثيرا فى الحفلات الدينية لتقديم القرابين . كما إستخدمه قدماء المصريين فى تركيب بعض الألوان التى إستخدمت فى النقش على

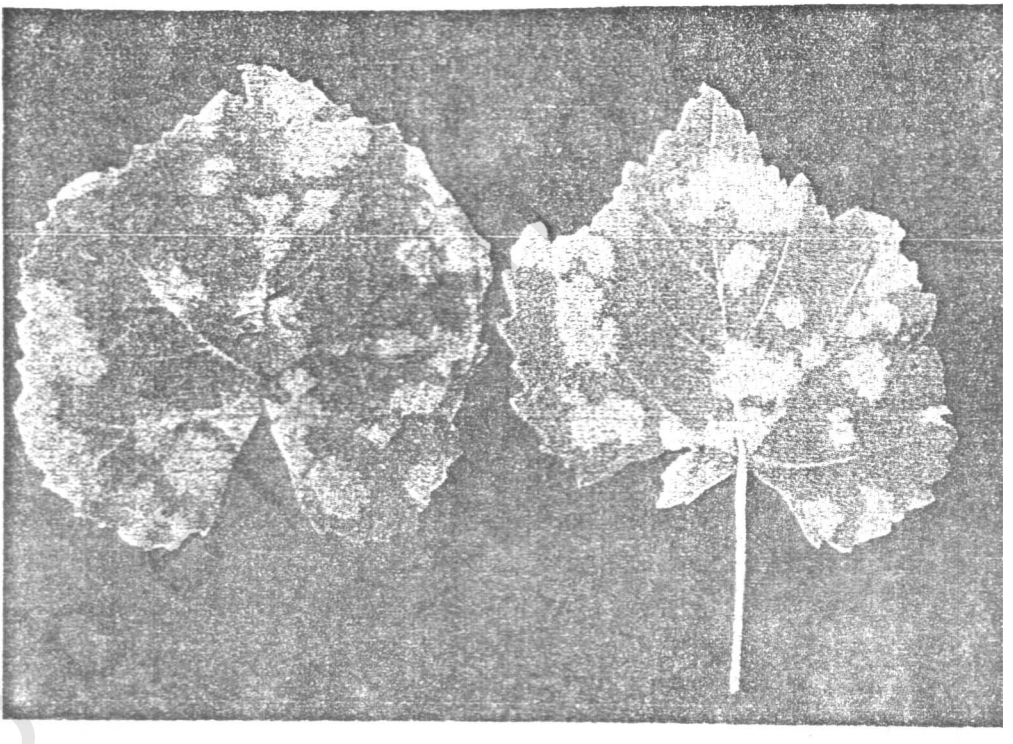
جدران المعابد والقبور • وفى عهد المفكر الصينى كونفيوشس Confucius قبل الميلاد بخمسة قرون إخترع الصينيون البارود بخلط الكبريت بمواد أخرى •

ظهرت أول محاولات إستخدام الكبريت ضد الميكروبات سنة ١٨٢١ قبل معرفة طبيعة الصراع الميكروبى النباتى ، عندما نشر روبرتسن J.Robertson بحثا ذكر فيه أن الكبريت هو العلاج الوحيد لمرض بياض الخوخ • يستخدم الكبريت مفردا أو بخلطه بمواد أخرى ومن أهمها الجير المطفىء للحصول على مزيج الجير والكبريت ويحضر بنسب مختلفة وقد تضاف إليه مواد أخرى مثل كازينات الكالسيوم لتحسين خواصه •

كثير من الكيماويات التى إستخدمت فى الماضى لم تكن معرفتها وإستخداماتها مبنية على أسس علمية ، بل تم ذلك فى أغلب الأحوال بطريق الصدفة ، ثم لوحظت آثارها الحسنة ، مما أدى إلى تكرار إستخدامها • من ذلك نذكر قصة ذلك المخلوط السحرى الذى إستخدم منذ ما يزيد عن ثلاثة قرون ولا يزال حتى الآن حافظا لقيمته الفعالة ضد كثير من الميكروبات •

أشجار العنب فى الربيع وأوائل الصيف خضراء الأوراق يانعة ••• قطوفها دانية ••• ألوانها زاهية ••• مذاقها الحلو يغرى الصغار والكبار ، قد يكون للكبار من صحوة الضمير ورجاحة العقل وقوة الإرادة ما يصدهم عن لذة التهجم على تلك العناقيد التى لا يملكونها ، أما بالنسبة للصغار فقوة الإغراء كثيرا ما تتغلب على النواحى السلوكية المثالية فيقتحمون تلك الزراعات المثمرة ، ويتلذذون بمذاق ونكهة ثمار العنب • فما بالك إن كانت تلك الزراعات متروكة بلا حراسة وغير محاطة بأسوار وتقع على طريق عام يمر عليها التلاميذ فرادا وجماعات أثناء ذهابهم إلى مدارسهم صباحا وأثناء عودتهم منها مساءا • يحدث هذا فى أنحاء مختلفة من العالم• لكن المهم أنه حدث بفرنسا فى بعض مناطق زراعة العنب • خطر بفكر بعض زراعهم طريقة بسيطة يتخلصون بها من عبث الصغار بعنبهم ، ذلك بأن يرشوا عناقيد العنب بمخلوط من كبريتات النحاس والجير المطفىء فى الماء ، فتغطى الثمار بطبقة رقيقة زرقاء لا تضر النباتات ، ولكن تذهب بجمال وإغراء ثمار العنب ، فلونها الجديد ينفر منها الصغار ويخشون منه السمية • نفذ تلك الفكرة بعض زراع العنب سنة ١٨٢٢ ، مستخدمين فى ذلك مقشة صغيرة تغمر فى المحلول ثم تهز فوق العناقيد • المهم ثانيا أنه بعد مرور ستين عاما ، أى سنة ١٨٨٢ كان الأستاذ بيير ميلارديه Pierre Millardet ، أستاذ النبات

ببوردو Bordeaux بجنوب غرب فرنسا يمر فـــى طريقـــه بزراعـــات العنـــب المرشوشة بالمخلوط الطارد للصغار ، وكان قوى الملاحظة ، فلاحظ أن النباتـــات المرشوشة بهذا الخليط أوراقها أزهى لونا من تلك النباتات التى لم ترش • وكـــان ميلارديه على علم بالميكروبات وما تفعله بالنباتات ، فلاحـــظ أن النباتـــات غـــير المرشوشة كانت فى حالة صراع مع الميكروب الفطرى المسبب لمرض البيـــاض الزغبى (شكل ٥) ، وكان شحوب لون أوراق وثمار العنب غير المرشوشة وتبقـــع بعض أجزائها ما هى إلا بصمات جيوش الميكروب وآثار معركته مع النبات (شكل ٢٧) • أما نباتات العنب المرشوشة فنباتاتها محتفظة بجمالها وزهوها الطبيعى ، إلا من لون مخلوط الرش المنفر للصغار •



شكل ٢٧ : ورقتى عنب تظهر عليهما أعراض الإصابة بالبياض الزغبى
(يمين) سطح سفلى ، (يسار) سطح علوى •

كعالم لم يكتفى ميلارديه بالأمر كملاحظة عابرة ، بل وقف عندهـــا وتـــأنى ، وفكر فيها وتقصى ، ثم تابع الفكر بالدراسة ، وإنتقل فى دراسته من المزارع إلـــى المعامل ثم إختبر نتائجه ثانية فى المزارع ، وشاركه فى تلك الدراسة زميل له إسمه جايون Gayon ٠مرت خمسة سنوات فى الدراسة والأبحاث ، وفى ســـنة ١٨٨٧ توصل الباحثان إلى التركيبة الشهيرة الواقية ضد ميكروبات البياض الزغبى والتـــى نسب إسمها إلى البلدة التى أوحت بها ، وتعرف تلك التركيبة بمخلـــوط بـــوردو ، ولتحضير المخلوط إقترحا أن يطفىء الجير الحى بإضافته إلى الماء ، ثـــم تـــذاب كبريتات النحاس فى باقى الماء ، ثم يضاف الجير المطفىء إلى محلول كبريتـــات النحاس ويذاب الخليط جيدا ٠ ولرش النباتات إقترحا أن ينقل المزيج جزءا جـــزءا إلى جردل يحمله عامل الرش بيده اليسرى ، ويمسك بيده اليمنى مكنســـة صغـــيرة يغمرها جزئيا فى المخلوط ثم يهزها على النباتات على أن يراعى عدم رش الثمار ٠

إستمر إستخدام مخلوط بوردو حتى وقتنا الحالىإلا أن نسب الخلط تختلف مـــن نبات إلى آخر ومن وقت إلى آخر وأفضل النسب حاليا هى :

١ كبريتات نحاس : ١ جير حى : ١٠٠ ماء

يرش مخلوط بوردو على النباتات فيكسو أسطحها بطبقة واقية رقيقة ، فإذا مـــا وصلت جيوش الميكروب المهاجم كان عليها أن تخترق تلك الطبقة الكيميائية حتـــى يمكنها الوصول إلى جدر النبات الخارجية ، فمرور الميكروب خلال تلك الطبقـــة إن هى إلا عملية إنتحارية ، اللهم إلا إذا وجدت الميكروبات ثغرة خالية مـــن مزيـــج الرش ٠ لهذا كانت كفاءة عملية الرش مهمة فى نجاح المكافحة ، فـــترك فراغـــات خالية من المزيج قد تكون منفذا للميكروب يمر خلالها إلى النبات ٠

يتسم العصر الحديث بالسرعة ، ففى الأسفار إســـتخدمت الطـــائرات النفاثـــة وخارقات الحاجز الصوتى ، وفى أعمال المنزل ظهر فرن الميكروويف الذى يطهى الطعام فى بضع دقائق ،كما ظهرت بالأسواق الوجبات الجاهزة التى تؤكل مباشـــرة أو بعد تسخين ، وفى الغسيل حلت الغسالة الكهربائية محل الغسالة الآدمية ، وفـــى الطب قل إستخدام الأدوية التركيبية وأصبحت الأدوية تباع جاهزة للإستعمال ٠

كطبيعة العصر إنتقلت عدوى السرعة إلى الطب النباتى فأصبح مـــن العســـير على الشخص الذى يعمل مسرعا ويتنقل فى هرولة ويحضر طعامه فـــى عجلـــة ، حتى فى إجازته ، قد يقضيها مسافرا بالطائرات من بلد إلى آخر ٠ كيف لمثل هـــذا

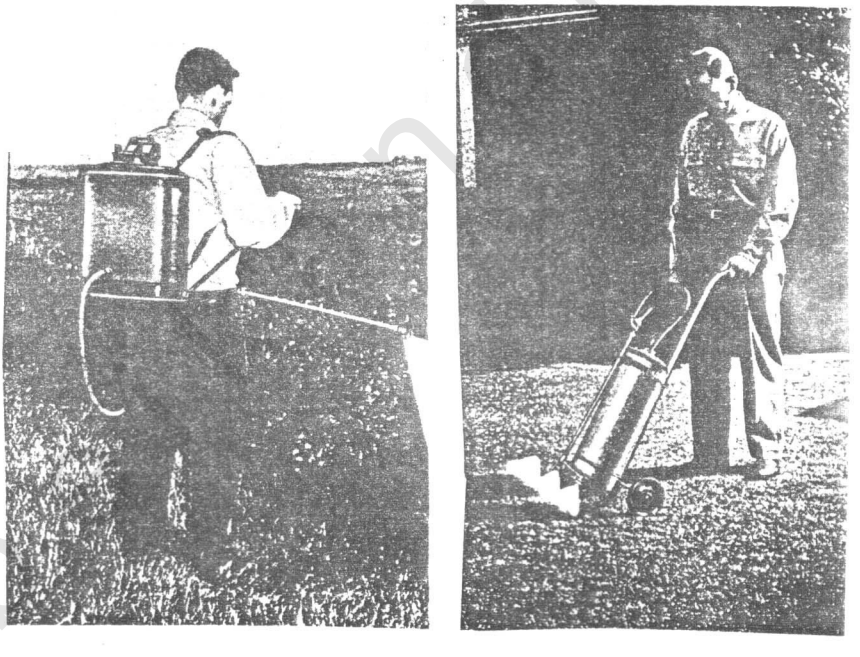
الشخص أن يقضى الساعات فى تحضير تركيبة مثل مزيج الجير والكبريت أو مخلوط بوردو ، ويسبق ذلك وقتا أطول فى إستحضار الخامات الأصلية وتجهيز الأدوات اللازمة لتلك العملية • لهذا فكر العلماء فى إنتاج كيماويات واقية تستعمل مباشرة أو بعد تخفيفها ، وفعلا ظهرت فى الأسواق العديد من تلك المبيدات التى إستعملت بنجاح فى حرب كثير من ميكروبات النبات • ظهر العديد من المركبات النحاسية القليلة الذوبان فى الماء ، وهى ولو أنها عموما أقل فاعلية من خليط بوردو إلا أنها أكثر أمانا وأقل ضررا وأسهل تحضيرا • كذلك فقد ظهرت كثير من المركبات الزئبقية التى يخلط كثير منها بالتقاوى فيغلفها بطبقة رقيقة تقيها شر الميكروبات المهاجمة ، كما تحمى الوليد الجديد الرهيف خلال الفترة الأولى من نموه فى التربة ، إلا أنه نظرا لشدة سميتها ، فقد منعت كثير من الدول إستخدامها •

حديثا ظهرت كثير من المركبات العضوية التى إستخدمت بتوسع لمحاربة الميكروبات المختلفة المهاجمة للنباتات ، كما ظهر من المبيدات أنواع تعرف بالمبيدات الجهازية ، وهى مبيدات تمتصها أنسجة النبات وتنتشر فيها وتقضى على الميكروبات المهاجمة أينما وجدت ، من ذلك المركبات المعروفة تجاريا باسم بنليت وفيتافاكس •

شكل ٢٨ : آلة تعفير يدوية

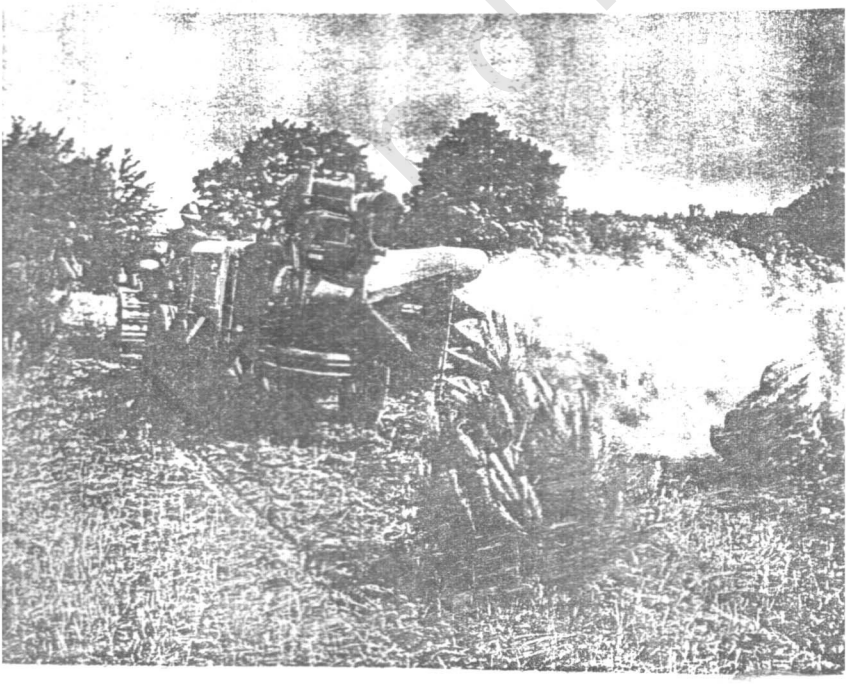
إتضح بعد سنين طويلة من إستخدام المبيدات المختلفة فى مكافحة الأمـــراض النباتية أن الكثير منها غير آمن على صحة الإنسان ، ضار بها ٠ إكتشفها الإنســان لحماية النبات ضد الميكروبات فكانت ضارة بالإنسان كما هى ضارة بالميكروبات ، قد تظهر آثار أضرارها على الإنسان سريعا محدثه تسمم أو قد تظهر بعد فترة فــى صورة إلتهاب كبدى أو فشل كلوى ، وقد تطول الفترة ويظهر ورم سرطانى ، لــهذا فقد منعت كثير من الدول إستخدام العديد من تلك المركبات الكيميائية وخاصة علــى المحاصيل المستخدمة للغذاء ٠

لإستخدام الكيماويات فى الصراع بين الميكروبات والنباتات وســـائل متعــددة وأجهزة كثيرة ، بدأت بمقشة ميلارديه فى نثر مخلوط بوردو سنة ١٨٨٧ ٠



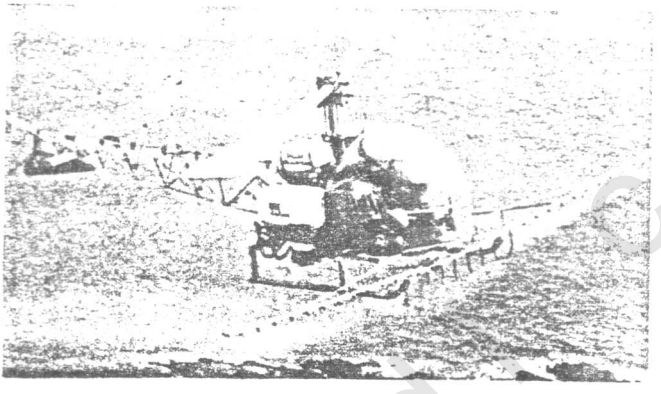
شكل ٢٩ : آلة رش يدوية (يمين) وأخرى ظهرية (يسار)

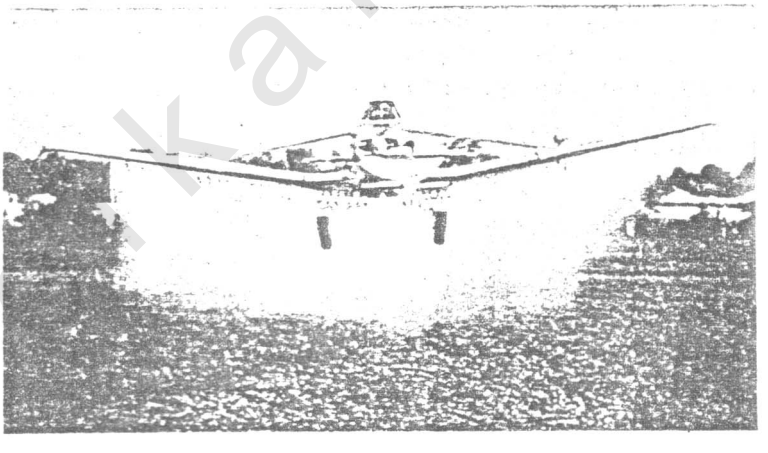
وبمرور الزمن ومع التقدم التكنولوجى صارت تلك المقشة فى حكم التاريخ ، وتطورت إلى أجهزة وآلات يدوية وميكانيكية ، تتفاوت كثيرا فى الشكل والسعة والإمكانيات وطرق التشغيل • ووصلت فى الكفاءة درجة كبيرة بحيث أمكن توزيع كميات بسيطة من المبيد توزيعا منتظما على نباتات تشغل مساحات شاسعة ، فتخرج المادة بفعل ضغوط شديدة مجزأة إلى أجزاء دقيقة نضمن بها تغطية شاملة لكافة أسطح النباتات المعالجة ، غير تاركين للميكروبات منفذا ولا سبيلا • المبيدات المستخدمة قد تكون فى صورة صلبة مفتتة فيطلق على الأجهزة المستخدمة أجهزة تعفير (شكل ٢٨) ، وقد تكون سائلة وتعرف أجهزتها بأجهزة الرش • ومن أبسط أجهزة الرش ما يحمل على الظهر لاستعماله فى مساحات محدودة (شكل ٢٩) ، ومنها ما يحتاج إلى موتورات قوية لاستعماله فى مساحات شاسعة وعلى نباتات مرتفعة (شكل ٣٠) • فى الزراعات التى تتم على مساحات شاسعة وجد أنه من الأوفر والأدق إستخدام الطائرات بنوعيها المروحية وذات الأجنحة الثابتة فى المكافحة الكيميائية رشا وتعفيرا (شكل ٣١) •



شكل ٣٠ : آلة رش تدار بالموتورات

وفى تتمة الحديث عن هذا الموضوع قد يتساءل القارىء ، هـــل تكلفـــة تلـــك الحرب الوقائية الكيماوية وذلك الجهد الكبير الذى يبذل فيها يوازى الفائدة الناتجـــة عنها ؟ أم هى مجرد الشهامة الإنسانية لنصرة القوى ضد الضعيف !





شكل ٣١ : الرش بالطائرات ، العليا ، طائرة مروحية
السفلى ، طائرة ذات جناح ثابت

فى بعض المناطق من العالم تتلاءم الظروف البيئية مع بعض ميكروبات النبات المتوطنة تلاؤما كبيرا لدرجة يستحيل معها زراعة بعض المحاصيل زراعة مربحة دون حماية كيمائية ، من تلك ، المناطق الواقعة شرق نهر المسيسبى حيث يستحيل نمو أشجار التفاح والعنب والكريز ومحاصيل البطاطس إلا مع الحماية الكيميائية ٠ وقد تكلف الإنسان فى سبيل الحفاظ على تلك الزراعات ، والتى قدرت قيمتها فى منتصف القرن الحالى ببليون دولار ، مبلغ ٢٠ مليون دولار مبيدات بالإضافة إلى ٣٠٠ مليون دولار أجهزة وأيدى عاملة سنويا ٠ أى أنه أمكن للإنسان أن ينقذ بليونا من الدولارات بإنفاقه ٥٠ مليونا فقط فى حربه الكيميائية ضد الآفات.

إذا كان الجانب الإقتصادى للمكافحة الكيميائية للآفات مشرقا ، فإن الجانب الصحى لتلك الوسيلة فى المكافحة مظلما ٠ ويمكن تشبيه حربنا الكيميائية ضد الميكروبات المهاجمة للنباتات بحروب الغازات السامة والتى حرمت دوليا لخطورتها على المحارب وغير المحارب ٠٠٠ ضررها عام لا يميز جندى عن مدنى ، كذلك المكافحة الكيميائية أخطارها ليست قاصرة على العدو الميكروبى ولكنها تتعداه إلى الإنسان ، سواء كان قائما بأعمال المكافحة ، أو تصادف وجوده قريبا من ساحة العمليات ، أو كان بعيدا ولكنه أحد مستهلكى المحصول السابق معاملته بأحد المبيدات السامة ٠

الحديث عن تلوث البيئة بفعل المبيدات حديث يطول شرحه وله مراجعه* ٠ لهذا وجب أن تكون إستخداماتنا للمبيدات الكيميائية فى أضيق الحدود وعند الحاجة الماسة إليها ، بعد أن نكون قد إستنفذنا كافة الوسائل الأخرى الطبيعية والحيوية ٠ وعند الضرورة يجب أن ننتقى ، من المسموح به ، أقلها ضررا وأن نراعى فى توقيتاتنا للمعاملات الكيميائية إنقضاء مفعولها الضار قبل وصول المحصول المعامل إلى المستهلك ٠

* العروسى ، حسين (١٩٩٣) :التلوث المنزلى ٠ سلسلة العلوم والتكنولوجيا للجميع ، الإسكندرية

الحرب الهجومية ضد الميكروبات

يرى البعض من المهتمين بحروب الميكروبات النباتية ألا نكتفى بالإجراءات الوقائية ونترك الميكروبات فى أماكن وجودها بعيدا عن النبات ، بل يعتقد هذا البعض أن الهجوم خير وسيلة للدفاع ، فنهاجمها فى عقر دارها ... فى أماكن تجمعاتها وتكاثرها ، لنقتلها ونتقى شرها ، بعيدا عن النبات . لهذا وجب أن تسبق تلك الحرب الهجومية دراسات تفصيلية عن العدو الميكروبى ... أماكن تجمعاته ... أفضل الأوقات لمهاجمته ... أفضل أطوار نموه لشن الحرب ... أشد الأسلحة إبادة له . أماكن تجمعات الميكروبات الممرضة للنبات والتى يعتنى بمهاجمتها قادة هذه الحروب ، والتى يوجهون إليها الضربات ...تلو الضربات ... التربة الزراعية ... مخازن الحاصلات الزراعية . أما أسلحة تلك الحرب فمتعددة منها الأسلحة الكيميائية والأسلحة الطبيعية .

الحرب الهجومية الكيميائية

تستخدم فى تلك الحروب كيماويات مهلكة ، تنتشر فى أماكن التجمعات ،ومن أفضلها إنتشارا وأحسنها توزيعا ، تلك المعروفة فى الحروب اللإنسانية بالغازات السامة والتى إستخدمها الإنسان ضد أخيه الإنسان فى الحرب العالمية الأولى ، وكانت الشكوى منها عامة ، قاتلة لا تفرق بين محارب أو مسالم ، تنتشر إنتشارا سريعا فلا وسيلة لإتقاء أضرارها إلا بكمامات واقية .

تستخدم الغازات ضد ميكروبات وحشرات التربة ، كما توجه ضد الديدان الثعبانية بها . كذلك فهى تستخدم فى تطهير مخازن المحاصيل الزراعية . تستخدم وهى فى حالاتها السائلة غالبا ، وبعضها يستخدم فى حالته الصلبة . تؤضع السوائل المنتجة للغازات السامة فى محاقن خاصة تحقن بها التربة ، وهذه المحاقن بعضها يشبه لحد كبير المحاقن التى تستخدم فى حقن الإنسان لعلاجه ضد بعض الأمراض إلا أن أحجامها كبيرة ومصنوعة من معادن مختلفة وليس من الزجاج (شكل ٣٢) . أحيانا عندما يراد نشر الغازات السامة فى مساحات كبيرة من التربة ، تستخدم

آلات كبيرة تلحق بالجرارات الزراعية ، تحفر خنادق بالتربة تصب فيها السوائل المنتجة للغازات ثم تقوم بتسوية الأرض خلفها ٠تغطى الأرض عادة بعد الحقن وذلك لحجز الغازات الناتجة داخل التربة ولمنع تسربها فى الهواء الجوى مستخدمين فى ذلك أغطية من البلاستيك ، وقد تغطى الأرض المحقونة بماء سريع الجريان لتكوين طبقة رقيقة من المياه تمنع نفاذ الغاز لفترة كافية لإتمام مفعول الغاز السام ٠ ومن الغازات السامة المستعملة ثانى كبريتيد الكربون وغاز الكلوروبكرين ؛ الغاز المسيل للدموع وغيرها ٠ معظم تلك الغازات شديدة السمية ليس للميكروبات فقط ولكن للنباتات أيضا ، لهذا فيكون إستخدامها قبل زراعة الأرض ، ولا تزرع إلا بعد مرور فترة أمان تخلو فيه الأرض من آثار الغاز المستخدم ٠

شكل ٣٢ : محقن يدوى لحقن التربة ضد الآفات

تعتبر أماكن تجميع وتخزين الحاصلات الزراعية ، من الأماكن المفضلة لتجمع وتكاثر آفات النباتات بما فيها من ميكروبات ، وذلك نظرا لتواجد المنتجات الزراعية فى حالة تكدس بها ولمدد طويلة ، وكذلك لما يتسبب عن ذلك من سوء تهوية وإرتفاع فى الرطوبة الجوية تتلاءم مع نشاط كثير من ميكروبات النباتات ٠ وعادة تكاد لا تخلو تلك المخازن من منتجات أحد المحاصيل ، فإذا خلا منها محصول حل محله محصول آخر ، وقد يجتمع فى المخزن أكثر من محصول فى نفس الوقت ٠ ينقل المحصول من المزرعة إلى المخزن ، وقد يكون محملا ببقايا جيش ميكروبى سبق أن هاجم النباتات بالمزرعة ، قد تبقى الميكروبات ساكنة ، لكن الغالبية تستمر فى نشاطها فتزداد أعدادها بدرجة كبيرة قد تؤدى إلى فساد المحصول كله أو بعضه وقد ينتقل ثانية للمزرعة إذا إستخدم كتقاوى ٠الكثير من الميكروبات يفضل المحاصيل المخزنة عن المحاصيل النامية ، فهى تعيش معظم حياتها بالمخزن متربصة بالمحصول الجديد ، فتهاجمه هجوما لا هوادة فيه ، مستغلة ضعف النباتات وقلة حبويتها بعد تقليعها من الأرض ٠

وجه مخططوا الحروب ضد الميكروبات إعتبارات خاصة للمخازن ، فوجهوا إلى الميكروبات المقيمة بها والقادمة إليها كثيرا من إهتماماتهم ، فكانت الغازات السامة هى أفضل الأسلحة لهذا الغرض ٠ ومن الغازات السامة المستخدمة فى هذه الحرب بكثرة غاز الفورمالدهيد الذى يولد بإضافة برمنجنات البوتاسيوم إلى الفورمالين التجارى ، وتحسب الكميات المطلوبة على أساس حجم فراغ المخزن ٠ بالنسبة لمخزن صغير حجم فراغه ٤٠ متر مكعب يلزم ٢ لتر فورمالين تجارى توزع فى أوانى بالمخزن الخالى بعد تنظيفه وغلق جميع فتحاته عدا باب واحد للخروج ثم يضاف كيلو جرام واحد من البرمنجنات توزع بسرعة على الأوانى من الداخل إلى الخارج ، ثم يخرج العامل بسرعة ويحكم إغلاق الباب ٠ يترك المخزن مقفولا لمدة ٢٤ ساعة ، خلالها يكون الغاز قد أدى مفعوله وقضى على الأغلبية العظمى إن لم يكن على كافة الميكروبات الموجودة ، بعدها تفتح المنافذ للتهوية ، وبعد أسبوعين يمكن التخزين ٠

يستخدم غاز ثانى أكسيد الكبريت كثيرا فى تطهير المخازن ، قد يحضر بحرق الكبريت العمود داخل المخزن بمعدل ١٥٠ جراما لكل عشرة أمتار مكعبة من فراغ المخزن ، وقد يستخدم الغاز المضغوط داخل إسطوانات ٠ يستخدم الغاز للتطهير أثناء وجود محصول العنب بالمخزن فيحكم إغلاق المخزن وتوصل إسطوانات الغاز

السائل الموجودة خارج المخزن بأنابيب تفتح للداخل ، ثم تدفأ الأسطوانات فينطلق الغاز للداخل ويؤدى الغرض منه مطهرا المخزن والمحصول .

ومن الغازات المستعملة بكثرة فى إبادة الميكروبات بالمخازن ، والمخازن بها فواكه مجففة أو بهارات ، غاز أكسيد الإيثيلين الذى يستخدم بمعدل كيلوجرامين لكل عشرة أمتار مكعبة من الفراغ ، ويترك الغاز بهذا التركيز مدة خمسة عشر ساعة .

الأسلحة الطبيعية فى الحرب الهجومية

الأسلحة الطبيعية ذات فاعلية كبيرة فى حربنا الهجومية ضد الميكروبات المعادية للنباتات ، لكن تحكمنا فيها أصعب من تحكمنا فى الأسلحة الكيميائية . تشمل الأسلحة الطبيعية الحرارة والرطوبة والأشعة المرئية وغير المرئية . يسبق إستخدام الأسلحة الطبيعية على الميكروبات فى الطبيعة ، إجراء دراسات معملية واسعة عن مدى تأثير العوامل الطبيعية المختلفة على نمو ونشاط وتكاثر تلك الميكروبات ، كما تحدد الظروف التى يتوقف عندها نشاط تلك الميكروبات وكذلك الظروف المميتة لها .

الكثير من تلك الميكروبات لا يستطيع تحمل درجات حرارية تزيد عن ٦٠°م لمدة بضع دقائق ، خاصة إذا كانت الحرارة مصحوبة برطوبة عالية ، ولهذا يمكننا الحصول على مقاومة فعالة ضد كثير من تلك الميكروبات برفع درجة الحرارة إلى ٧٠°م ، وعمليا يتم ذلك فى بعض الصوب الزجاجية المزودة بشبكة من الأنابيب المثقبة والممتدة تحت سطح التربة ، وللتطهير يمرر فى الأنابيب تيار من بخار الماء ينطلق خلال الثقوب إلى التربة رافعا درجة حرارتها إلى حرارة تتراوح من ٩٠° - ١٠٠° م ولمدة ٣٠ - ٦٠ دقيقة .

يتبع بعض المزارعين طريقة بسيطة لقتل الميكروبات فى الطبقة السطحية من التربة وذلك بحرق الحشائش الجافة أو بقايا النباتات على سطح التربة . يتبع ذلك بإنتظام زراع القصب فى مصر ، فالقصب يمكث فى الأرض أكثر من عام ، وعند الحصاد تقطع العيدان أسفل سطح التربة بحوالى ثلاث سنتيمترات ، ثم تنزع الأوراق جيدا ، تترك الأوراق لتجف بالأرض ، ثم يوزع القش على الأرض بإنتظام

ويحرق إبتداءا من شهر فبراير • يؤدى حريق الأوراق إلى تطهير الطبقة السطحية من التربة سواء من الحشرات أو الميكروبات •

ومن الوسائل الطبيعية التى تستخدم فى إبادة كثير من الميكروبات فى التربة تجفيف التربة وتسخينها فى نفس الوقت وذلك بتبويرها ؛ أى تركها لفترة دون زراعة أو رى ، خلال أشهر الصيف الحارة ، وهذا يؤدى إلى موت كثير من الميكروبات وديدان النيماتودا بفعل الجفاف مع الحرارة •

وكما أن الجفاف يميت كثير من الميكروبات فإن تشبع التربة بالماء ، كذلك يتسبب فى إختناق الميكروبات الهوائية ويحدث ذلك فى الأراضى التى تزرع أرزا حيث تغمر التربة المنزرع بها الأرز بالماء لمدد طويلة •

obeikandl.com

الميكروبات أعداء الميكروبات

تمثل الميكروبات عالما واسعا غير مرئى بالعين المجردة ، يفوق كثيرا فى أعداده العالم المرئى بعيوننا المباشرة *. ولولا وسائل التكبير الحديثة التى مكنتنا من معرفة عالم الميكروبات بتشكيلاته الكبيرة وبأنواعه العديدة ،لكنا حتى الآن فى تخبط كبير نحو معرفة كثير من مظاهر الطبيعة التى تلعب الميكروبات فيها دورا كبيرا . هذا العالم من الميكروبات فيه الخيِّر وفيه الشرير ... الخير خير بفطرته ... والشرير شرير بفطرته . والخير والشر فى الميكروبات صفتان نسبيتان نقدرهما بالنسبة لنا وليس بالنسبة لغيرها من الميكروبات . فنحن ننظر إلى غيرنا من المخلوقات نظرة السيد المسيطر ... الكل يجب أن يكون فى خدمة الإنسان ، فإذا كان عمله ضارا بالإنسان ، ففى نظرنا يكون شريرا يجب أن يحارب . وبهذا المنطق فالخيِّر من الميكروبات هو خيِّر لأنه يعمل لصالح الإنسانية ، فنستفيد من نشاطه ، وذلك كما فى الميكروبات المخمرة للبن للحصول على اللبن الرايب أو الزبادى ، أو التى تدخل فى صناعة بعض أنواع الجبن ، أو المكونة لبعض الفيتامينات فى أمعاء الإنسان ، أو المحللة لبقايا النباتات أو الحيوانات بالتربة . والشرير من الميكروبات هو شرير لأنه يعمل ضد الإنسانية ، فيؤدى نشاطه إلى الإضرار بنا ، وذلك كما فى الميكروبات الممرضة للإنسان وحيواناته المستأنسة ونباتاته الإقتصادية ، وكذلك الميكروبات المفسدة للطعام .

عالم الميكروبات عالم واسع ... أنواعه تتفاوت فى صفاتها وسلوكها تفاوتا كبيرا ... هى دنيا بذاتها تتداخل مع دنيانا تداخلا كبيرا . فحين نستخدم الميكروبات فى حرب ميكروبات أخرى ضاره بنا أو شريرة بالنسبة لنا ، لا نستغل طيبة الميكروبات الأولى الخيِّرة لتخون الميكروبات الأخرى الشريرة ، فلا وجود للقرابة أو الصداقة بين الميكروبات الأولى والثانية ، فالبعد فى القرابة بينهما قد يكون كالبعد بين الفأر والأسد ، أو قد يكون كالبعد فى الطباع بين الكلب صديق الإنسان والذئب عدو الإنسان رغم ما بينهما من قرابة .

---

* العروسى ، حسين (١٩٩٨) : عالم خفى . سلسلة العلوم والتكنولوجيا للجميع . العدد ٤

عند إستخدامنا لبعض الميكروبات فى حروبنا ضد ميكروبات معادية للنبات نهيىء الطبيعة التى تتلاءم مع نشاط الميكروبات الأولى ، والتى لا تتلاءم فى نفس الوقت مع نشاط الميكروبات المعادية ، ثم نترك لسنة الحياة أن تتم أعمالها ،وتتابع فصولها ، حربا بين ميكروبات ، تخدمها عوامل الطبيعة ، لصالح النبات • وكما نعلم فإن الأحياء على وجه الأرض تعيش فى حالة من التوازن ، وأن التضاد بين الأحياء وبعضها هو ناموس الحياة ، وأن الزيادة فى أحد الأحياء يقابله نقص فى أحياء أخرى • ذلك أن الأحياء فى مكان واحد تتنافس فيما بينها على المكان والغذاء والهواء وغيرها من ضرورات الحياة • ولتوضيح ذلك بصورة أقرب للأذهان نضرب مثلا بحياة الإنسان على وجه الأرض فى هذا الوقت الحرج ••• الوقت الذى تتزايد فيه أعداد السكان بدرجة كبيرة ، ويقل فيه نصيب الفرد مما تنتجه الأرض من غذاء • هل سنترك فى هذا الزمان لغيرنا من الأحياء مشاركتنا فى نتاج الأرض ؟ ••• لا أعتقد أن هذا سيحدث ، ولا جمعيات الرفق بالحيوان فى هذا الزمان ستؤيده ، إذ أنها سترى أن الإنسان وهو سيد المخلوقات أجدى الرفق به فى جوعه من الرفق بالحيوان • فمع المدنية المقبلة ، ومع الزيادة الشديدة فى أعداد سكان الأرض من الآدميين ، لابد وأن يظهر من ينادى بالقضاء على الكلاب والقطط لأنها تنافسنا فى الغذاء ! ومع تقدم وسائل النقل الميكانيكية سينادى المنادى بالقضاء على الخيل والحمير والبغال حتى لاتكون منافسة لنا فى الغذاء ، أما البقر والجاموس والخراف والمعيز والدواجن فلتأكل ما شاء لها أن تأكل من نباتات الأرض مادام سيأتى عليها اليوم لتكون طعاما شهيا للإنسان • كذلك سيعيد عبدة البقر النظر فى عبادتهم ، فلن يتركوا أبقارهم تسرح وتأكل وتتزاوج وتنجب كيفما شاءت وحيثما أرادت ، بل سيختاروا بين أحد أمرين إما القضاء على البقر قضاءا مبرما ، تاركين أفرادا منها رمزا لعبادتهم ، أو يتركوا دينهم ويتمتعوا بلحم معبودهم، هذا وقد جاء فى الأنباء الواردة من الهند عام ١٩٦٦ أن وزارة الطعام بالهند قررت تركيب مانعات الحمل للأبقار ، والتى بلغت أعدادها وقتذاك مائة وخمسين مليون بقرة • وعلى أى حال فإن ما جاءت به الأنباء فكرة صائبة من الممكن تنفيذها ، فى سبيل الحد من منافسة أبقار الهند لفقراء الهند •

مالنا قد خرجنا عن موضوع الميكروبات !! الحقيقة أننا لم نخرج كثيرا عن الموضوع ••• كانت منا محاولة لتوضيح معنى المنافسة بين الكائنات الحية ••• كما تنطبق على الأحياء الكبيرة ، تنطبق على الأحياء الدقيقة • فى ضوء ذلك إستخدم الإنسان بعض الميكروبات لمنافسة ميكروبات ضارة بالمزروعات وخاصة التى تعيش بالتربة • من أمثلة ذلك ، الميكروب البكتيرى الذى يهاجم درنات

البطاطس مسببا مرض الجرب العادى والذى أمكن إقلاله بالتربة بإضافة سماد أخضر وحرثه بالتربة ، فالسماد الأخضر يشجع نمو الميكروبات الرمية التى تقوم بتحليل أجزاء النباتات الخضراء المضافة للتربة محولة إياها لمواد صالحة لتغذية ونمو النباتات ، وفى نفس الوقت تدخل الميكروبات الرمية فى منافسة مع ميكروب الجرب العادى تنتهى بسيادة الميكروبات الرمية وإختفاء معظم أعداد ميكروب الجرب فى التربة ٠

لا تقف أهمية الحرب بين ميكروبات وميكروبات أخرى ، عند تشجيع نمو بعضها ونقص الآخر بفعل المنافسة فقط ، بل إن البعض من الميكروبات يمتاز بقدرة عالية على إفراز مضادات حيوية antibiotics تؤثر سلبا على نمو الميكروبات الأخرى ٠ من ذلك الميكروب الفطرى تريكودرما فيريدى *Trichoderma viride* الذى يفرز المضاد الحيوى جليوتوكسين gliotoxin الذى يقلل ويمنع نمو كثير من الميكروبات أثناء نشاطه فى التربة ٠ لهذا كان تشجيع نمو هذا الفطر فى التربة ، فى صالح النباتات النامية فى تلك التربة ، فبنموه وإفرازه للمضاد الحيوى سيقضى على كثير من الميكروبات المهاجمة للمزروعات٠

obeikandi.com

علاج النباتات المريضة

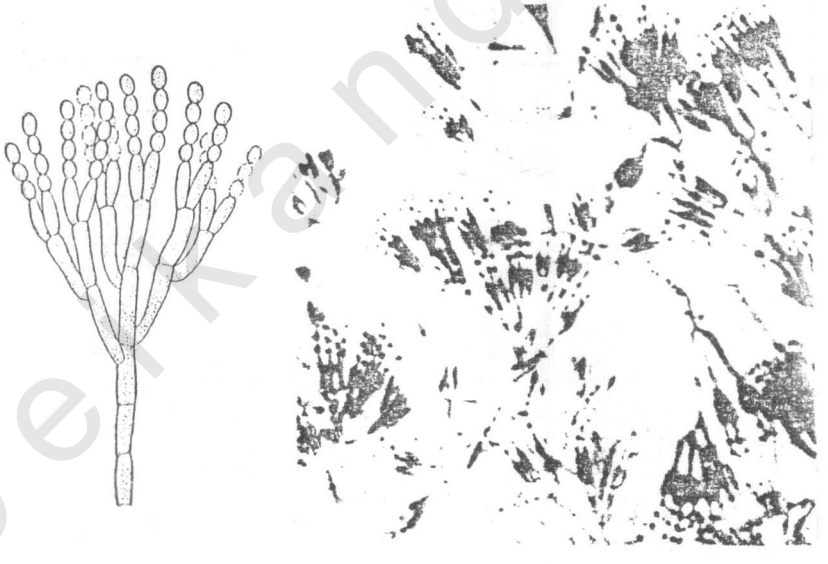
الوقاية خير من العلاج ... حكمة بالغة تنطبق فى عالم النبات كما هى مطبقة فى عالم الإنسان . الوقاية ، برنامج مدروس يُنَفذ بغرض إقامة سدود تمنع وصول الميكروبات المرضية إلى النباتات ، وبالتالى من الإصابة وحدوث المرض . هل تنجح تلك السدود وتعطى وقاية تامة ؟ ... قلما تخلو تلك السدود الواقية من ثغرات تنفذ خلالها الميكروبات ، حينئذ تبدأ المعركة وتظهر آثارها من ضعف وتشوه وقد تتسبب فى هلاك النبات . إذا حدث الهجوم ودخل الميكروب أنسجة النبات فيكون تدخلنا علاجيا وليس وقائيا . ولعلاج النبات المصاب وسائل مختلفة ، لا تختلف من حيث المبدأ عن الطرق العلاجية المتبعة فى الطب البشرى ، لكنها تختلف من حيث التطبيق نتيجة للإختلاف الوظيفى فى طبيعة كل من الإنسان والنبات . ويمكن تقسيم الطرق العلاجية إلى ثلاث أنواع ؛ علاج دوائى وعلاج طبيعى وعلاج جراحى .

العلاج الدوائى

كما قد يكون الدواء ، بالنسبة لنا ، مرا ، وقد يسبب لنا بعض المضايقات ، فكذلك الدواء بالنسبة للنبات ، فالكثير منه قد يحدث بالنبات ضررا إذا زاد عن حد معين أو إستخدم تحت ظروف بيئية خاصة . الغرض من العلاج الدوائى القضاء على الميكروب المتطفل على النبات أو إضعافه أو الحد من نشاطه ، وذلك بإستخدام كيماويات خاصة . وقد يعطى العلاج الدوائى بغرض تقوية النبات حتى يتحمل الهجوم الميكروبى ، ويراعى فى الدواء ألا يكون ضارا بالأنسجة النباتية ، أو أن يكون ضرره محتملا ويقل كثيرا عن الأضرار التى قد تنتج عن نجاح الهجوم الميكروبى . ونظرا لأن التأثير العلاجى للدواء يحدث بعد الهجوم الفعلى ، لهذا كان العلاج أسهل فى حالة الميكروبات التى تحدث إصابات سطحية ولا تتغلغل فى النباتات ، عن تلك التى تتغلغل فى الداخل . من ذلك أمراض البياض الدقيقى التى تحدث إصابات سطحية وتعالج بإستخدام الكبريت ، دون ضرر كبير ، إلا بالنسبة لبعض النباتات الحساسة للكبريت ، كما فى بعض أنواع القرعيات التى تظهر عليها إحتراق من الكبريت فى الجو الحار . هذا ويوجد بالأسواق حاليا مركبات عضوية تستخدم بمعدلات تقل كثيرا عن معدلات إستخدام الكبريت ، وتمتاز عن الكبريت بزيادة مفعولها وقلة أضرارها على النباتات المعالجة .

إذا كان من طبيعة الميكروب المهاجم التغلغل داخليا فى أنسجة النبات كان من الصعب الوصول إليه دوائيا دون إضرار بالنبات ، إلا أنه قد توصل العلم الحديث إلى مواد علاجية تسرى فى جسم النبات ... وقد كان من الصعب إيجاد مثل تلك المواد ، خاصة أن النبات يختلف عن الحيوان فى عدم وجود ذلك الجهاز الدورى الذى يحوى السائل الدموى والذى يمرفى دورات خاصة على أجزاء الجسم المختلفة، موصلا ما يوضع فيه من دواء إلى مكان الداء . ولم يكن أمام علماء الأمراض النباتية من وسيلة لنقل الدواء إلى داخل أعضاء النبات إلا أن يكون ذلك مصاحبا لنقل الغذاء داخل النبات .والغذاء فى النبات يسلك طريقين ... طريق صاعد ينقل الغذاء الخام من أماكن إمتصاصه بالجذور إلى أماكن تصنيعه بالأوراق ... وطريق هابط ينقل الغذاء المجهز من أماكن تصنيعه إلى أماكن النشاط والنمو وإلى حيث يخزن لحين الحاجة إليه . هذان الطريقان ؛ الصاعد والهابط يصلان أعضاء النبات ببعضها خلال أوعية محدودة ، لا تصل فى درجة إنتشارها بين أنسجة النبات المختلفة إلى درجة إنتشار الأوعية الدموية فى أنسجة الحيوان . لكن الغذاء النباتى يخرج من نهايات تلك الأوعية الناقلة منتشرا فى غير معالم محددة ، من خلية إلى أخرى ، ملبيا طلبات الأنسجة إلى حاجتها من الماء والغذاء . وحديثا أمكن تحقيق أمل جماهير الزراع فى إكتشاف أدوية تسرى عن طريق الأوعية الناقلة فى أجهزة النبات ، مهلكة ما بالنبات من طفيليات .

ومن مميزات العصر الحالى فى عالم الطب إكتشاف المضادات الحيوية ، وإستخدامها على نطاق واسع فى علاج الأمراض الميكروبية . ولم تلبث أن إنتقلت عدوى إستخدام المضادات الحيوية من عالم الطب الإنسانى إلى عالم الطب النباتى . يقصد بالمضادات الحيوية مجموعة المواد الكيميائية العضوية التى تفرزها كائنات حية دقيقة ، ولها القدرة فى تركيزات ضئيلة على منع نمو أو قتل كائنات حية أخرى . ويعتبر البنسلين penicillin أول مضاد حيوى إكتشف وإستخدم على نطاق واسع ضد الميكروبات الممرضة . وكان الفضل فى إكتشاف البنسلين للعالم الإنجليزى الكسندر فلمنج Alexander Fleming سنة ١٩٢٩ . كمعظم الإكتشافات الأساسية فى العلوم ، كانت المصادفة وقوة ملاحظة المكتشف عاملا رئيسيا فى حدوث الإكتشاف . لاحظ فلمنج أثناء عمله بمعامل مستشفى سانت مارى بلندن ظهور تلوث ميكروبى لفطر يسمى بنسيليوم *Penicillium* (شكل ٣٣) فى مزرعة ميكروب بكتيرى ممرض ذو تجمع عنقودى إسمه *Staphylococcus* ، وأن هذا التلوث أدى إلى إيقاف نمو البكتيريا . قام فلمنج بإختبار تأثير راشح فطر البنسيليوم على أنواع أخرى من البكتيريا المرضية فمنع نمو معظمها .



شكل ٣٣ : الكسندر فلمنج مكتشف البنسلين (أعلى)
وفطـــر بنسيليوم فى مزرعة (إسفل يمين)
وحامل جرثومى للفطر مكبر (أسفل يسار)

obeikandl.com

بعد نجاح تحضير مركب البنسلين تجاريا والتوسع فى إستخدامه طبيا ، كثر البحث عن مضادات حيوية أخرى ، خاصة أن البنسلين فقد لدى كثير من الميكروبات فعله الضار بها ، ويرجع ذلك غالبا إلى أن الميكروبات التى إستخدم البنسلين فى العلاج منها نشأ عنها سلالات مقاومة للمضاد الحيوى حلت محل السلالات الأولى التى كانت شديدة الحساسية له • نتيجة للأبحاث عن مضادات حيوية أخرى ظهرت المضادات ستربتوميسين وترامايسين وايروميسين وكلورامفينيكول وغيرها •

أختبر الكثير من المضادات الحيوية المكتشفة ضد الميكروبات التى تهاجم النباتات ، ونجح بعضها فى مقاومة بعض الأمراض النباتية ، وبصفة خاصة المتسببة عن بكتيريا • تمتاز معظم المضادات الحيوية عن الغالبية العظمى من الكيماويات الأخرى بأنها تمتص وتنتشر فى داخل أنسجة النبات وتسير مع العصارة محاربة الميكروبات فى داخل النبات حيث يصعب على معظم المواد الكيماوية الأخرى الوصول إلى تلك الأنسجة • من تلك المضادات الحيوية التى أنتجت بصورة تجارية للمساهمة فى حرب الميكروبات النباتية المضادات المعروفة بالأسماء ستربتوميسين وأكتيديون وتيراميسين وغيرها •

العلاج الطبيعى

يقصد بالعلاج الطبيعى إستخدام الخواص والطاقات الطبيعية فى علاج النباتات من الميكروبات المهاجمة لها ، ومن ذلك إستخدام الحرارة والماء والإشعاعات المختلفة •

إستخدم الماء قديما ولا يزال يستخدم حديثا فى العلاج الطبيعى للإنسان ضد كثير من الأمراض كإستخدامه ككمادات باردة أو ساخنة أو إستخدام المياة المعدنية إستحماما أو شرابا • أما فى الطب النباتى فقد عرف إستخدام الماء بالصدفة عندما تعرضت سفينة قرب الشاطىء الإنجليزى لعاصفة هوجاء أدت إلى غرقها سنة ١٦٧٠ م ، تاركة حمولتها من القمح مغمورة فى مياه البحر قريبا من الشاطىء • تمكن بعض المزارعين من إنقاذ بعض القمح ••• لم يكن صالحا للإستهلاك والتغذية ، فإستخدموه كتقاوى للزراعة • ولشد ما كانت دهشتهم ! نموات قمحهم كانت أفضل من نموات جيرانهم المنزرعة بتقاوى غير مشربة بماء البحر ••• محصولهم خالى من مرض التفحم المغطى ، ومحصول جيرانهم أصيب بالمرض •

من ذلك الوقت أصبح غمر تقاوى القمح فى ماء البحر روتينيا • حقيقة لم يكن العلاج بالماء إنما كان بالأملاح الذائبة بالماء •

إستخدم الماء بعد ذلك فى الطب النباتى سنة ١٨٨٧ عندما إكتشف جنسن Jensen مفعول الماء الساخن فى معاملة حبوب القمح ضد مرض التفحم السائب (شكل ١٨) بغرض قتل الطفيل الفطرى الكامن داخل أنسجة الحبوب • تعالج الحبوب قبل الزراعة بغمرها فى ماء مسخن لدرجة حرارة معينة ولمدة محددة ، كافية لقتل الميكروب الساكن بداخلها ، وغير كافية لإحداث ضرر على الجنين الساكن بها ، فالتأثير هنا هو تأثير الحرارة ، والماء فى هذه الحالة هو موصل للحرارة • تجرى المعالجة بغمر الحبوب فى درجة حرارة الجو بين ٢٠-٣٠°م وذلك لتنشيط الميكروب حتى يتأثر بسهولة بالحرارة المرتفعة ، ترفع الحبوب من الماء البارد وتصفى ، ثم تغمر لمدة عشر دقائق فى ماء ساخن حرارته ٥٢°م ، بعدها تنقل الحبوب مباشرة إلى ماء بارد ثانية لإيقاف فعل الماء الساخن •

الحبوب المعالجة حراريا تكون عادة أكثر عرضة للهجوم الخارجى من الميكروبات فى الفترة الأولى من زراعتها ، من الحبوب غير المعالجة • ذلك أن معالجة الحبوب تؤدى إلىٰ قتل معظم الأحياء الدقيقة المحيطة بالحبوب ، وكثير منها ميكروبات رمية منافسة تقف حائلا دون وصول كثير من الميكروبات المهاجمة إلى الحبوب • يشبه ذلك لحد كبير ما يحدث عند إستخدام المضادات الحيوية فى علاج أمراض الجهاز الهضمى ، حيث يقتل المضاد الحيوى كثير من الكائنات الحية المفيدة مع الكائنات المرضية مما يؤدى إلى سهولة تعرض الجهاز الهضمى بعد ذلك لأية إرتباكات نتيجة هجوم ميكروبى جديد • لهذا كانت الوقاية بعد تلك المعالجة من الأهمية بمكان كبير • ولوقاية الحبوب المعالجة حراريا نحرص على تغليفها بسياج كيميائى يقيها من ميكروبات التربة الضارة •

أختبر تأثير الماء الساخن على بذور تقاوى مختلفة فوجد أن له تأثيرات أخرى بجانب تأثيره المطهر فهى تسرع من معدلات إمتصاص البذور للماء مما يؤدى إلى الإسراع فى الوصول بالمحتوى المائى فى البذور إلى النسب المطلوبة لبدء مختلف نشاطات النظم الإنزيمية المؤدية إلى تمام الإنبات • وتؤدى سرعة الإنبات ونمو البادرات إلى هروب البادرات من الإصابة بميكروبات التربة •

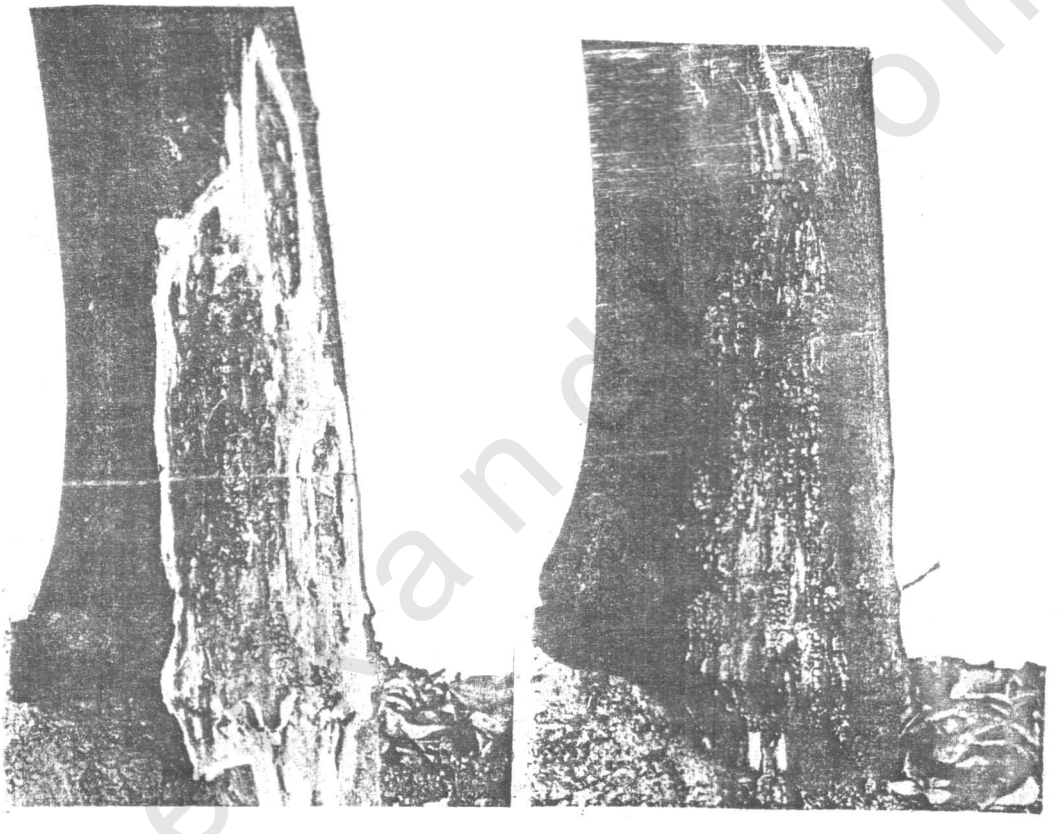
إنتقلت فكرة إستخدام الماء الساخن من البذور والحبوب المحتوية على ميكروبات داخلية إلى الثمار التى يخشى إحتواءها على ميكروبات تهددها أثناء تسويقها • وقد أمكن علاج ثمار الليمون ضد ميكروب العفن البنى بغمر الثمار فى ماء دافىء حرارتة ٤٦-٤٩°م لمدة دقيقتين • وإستخدمت تلك الطريقة أيضا فى معالجة ثمار الخوخ ضد بعض الأعفان التى تصيبها بالغمر فى حرارة ٦٠°م لمدة دقيقتين •

إتضحت حديثا أهمية إستخدام الاشعاعات فى قتل الميكروبات بالمحاصيل الزراعية وإطالة فترات التخزين • جربت أشعة جاما الناتجة عن الكوبلت ٦٠ لمعاملة الخضراوات والفاكهة ، فأشعة جاما تمتاز بأن مفعولها يتخلل عميقا فى الأنسجة النباتية قاتلا فى مسارها الكثير من الميكروبات • وقد صرح بإستخدام تلك الأشعة فى كثير من الدول لمعاملة درنات البطاطس الموزعة للإستهلاك الآدمى ، بعد التأكد من إنعدام أضرارها على الإنسان • وتستخدم أشعة جاما على البطاطس أساسا بغرض زيادة فترة تخزينها ، إذ أنها تؤخر عملية الإنبات الذى يحدث للدرنات بعد فترة من تخزينها ، إضافة إلى تأثيرها الفعال على بعض الميكروبات التى تهاجم الدرنات فى فترة التخزين •

العلاج الجراحى

تمتاز النباتات عن الحيوانات ، بقدرتها على تعويض ما يستأصل من أنسجتها ، لهذا كانت عمليات الإستئصال من العمليات البسيطة التى لا يخشى منها ضررا للنبات ، وكثيرا ما تتبع إجراءات إستئصال بصفة منتظمة لتحسين نمو النبات وتجديد نشاطه ومنع تزاحم أفرعه وتعريض أوراقه لأكبر كمية من ضوء الشمس والهواء ، وذلك ما يعرف بالتقليم •

المقصود بالعلاج الجراحى هو إزالة مناطق من النبات تأثرت كثيرا بهجوم الميكروبات ، أو تحتوى على الميكروبات ويخشى على باقى النبات والنباتات المجاورة من عدواها ، وقد فقد الأمل فى علاجها دوائيا أو طبيعيا • عادة ، لإجراء عمليات الإستئصال تقطع الأجزاء المصابة بأكملها ومعها الأجزاء السليمة المجاورة وذلك لإحتمال تقدم الميكروب فى تلك الأجزاء السليمة ظاهريا • الإستئصال قد يشمل أفرعا بأكملها أو أجزاءا من أفرع ، أو قد لا يتعدى إزالة بعض الأوراق • يحدث ذلك فى أشجار الكمثرى والتفاح إذا ما هاجمها الميكروب المسبب للفحة



شكل ٣٤ : العلاج الجراحى لمرض تصمغ الموالح

يمين : قبل إجراء الجراحة يسار : بعد إجراء الجراحة

النارية ، الذى كثيرا ما يهاجم أطراف الأفرع تاركا إياها وكأنها قد إكتوت بشـــرر نيران مشتعلة • تعالج تلك النباتات بقطع الأفرع أو أطراف الأفرع التى أضـــيرت ومعها أجزاء سليمة أسفلها بطول ١٠-١٥ سم • وتجرى عمليات البتر هذه عـــادة خريفا وشتاءا أثناء سكون العصارة بالنباتات ، إذ أن عمليات البتر إذا أجريت خلال فصلى الربيع والصيف أثناء نشاط العصارة فإن الجروح قد تنزف عصيرا كثـــيرا مؤثرة بذلك على حيوية النباتات المعالجة •

أحيانا تجرى الجراحة بإزالة الأنسجة المصابة بدلا من إزالة العضـــو النبـــاتى بأكمله أو جزء أساسى منه ، فيكشط من الجزء النباتى بمقـــدار الجـــزء المصـــاب وبحافة سليمة حوله ، وذلك كما فى حالة إصابة أشجار الموالح بميكروب التصمـــغ الفطرى • يهاجم ميكروب التصمغ عادة الأشجار عند سطح التربة محدثا تشـــققات فى قواعد السيقان والجذور • تخرج من تلك الشقوق إفرازات سميكة لزجة صمغية لا تلبث أن تتجمد بتعرضها للهواء الجوى • لعلاج المرض يجب إزالة التربة مـــن حول قاعد الساق المصاب لكشف قواعد الجذور ، ثم نكشط الأنسجة المصابة حتـــى تظهر الأنسجة السليمة التى يكشط منها بسمك سنتيمتر (شـــكل ٣٤) ،ويراعـــى أن يكون السلاح المستخدم للكشط حادا نظيفا حتى يكون الجرح ناعما غير ملوث •

فى جميع حالات الجراحة فى النباتات يراعى عدم ترك الجرح مكشوفا معرضا للجو ، إذ أن الجروح فى النباتات كالجروح فى الإنسان ؛ مناطق ســـهلة لدخـــول الميكروبات المرضية • لهذا وجب تغطية الجروح بطبقة واقية ، وتستخدم لذلك فى النباتات عجائن خاصة تدهن بها الجروح فتحميها حتى تلتئم • من هـــذه العجـــائن عجينة بوردو وعجينة الزنك والنحاس والجير وتركيبهما كالآتى :

عجينة بوردو

١	كيلوجرام كبريتات نحاس
٢	كيلوجرام أكسيد كالسيوم
١٢	لتر ماء

عجينة الزنك والنحاس والجير

١	كيلوجرام كبريتات زنك
١ر٥	كيلوجرام كبريتات نحاس
١	كيلوجرام أكسيد كالسيوم
١٠	لتر ماء

ومن العجائن الجاهزة معجون ساندوفان •

تقويـــة النبـاتـات

العلاقة بين الميكروبات الممرضة والنباتات العائلة علاقة حرب ... علاقـــة هجوم ودفاع ... هجوم من الميكروبات ودفاع من النباتات ... النتيجة النهائيـــة لتلك الحرب تتوقف على قوة كل من الهجوم والدفاع ، فهى محصلة قوتين ، يتغلـب الميكروب إذا إشتد الهجوم وضعف الدفاع ، ويتغلب النبـــات إذا ضعـف هجـوم الميكروب وعظم دفاع النبات . وإذا تدخل الإنسان فى تلك الحرب ، وكان تدخلـــه فى صالح النبات فوسائله فى ذلك إما تكسيرا لقوى الهجوم الميكروبى أو زيادة لقوى الدفاع النباتى .

يحيط الإنسان نباتاته بسياج من رعايته ، كما يفعل مع أطفالـــه أو حيواناتـه الأليفة ، فهو يهيىء لها وسطا صالحا لمعيشتها ونمائها ، وغـــذاءا كافيـا لنموهـا وبقائها، كما قد يتدخل فى زواجها فيخطب لها أحسن ما يجده حتى يضمن لنســـلها الجودة والكفاءة والقوة . والإنسان فى تدخله هذا لا يقصد النباتـــات لذاتـها ، ولا يؤدى خدمة خاصة لها ، لا يبغى من ورائها جزاءا ولا شكورا ! لا ... بل هـــو يسعى وراء نفع يرتجيه وخير يجنيه ... يرعى النباتات لمصلحتـــه ، ويخدمـها لمنفعته ، فهو يريدها منتجة وفيرة الإنتاج ، قوية مقاومة للميكروبات . والإنســـان فى سعيه وراء قوة نباتاته يخدمها بتعقل ... لا يبخل فى سبيل ذلك ما دام سيجنى منها مستقبلا ما يعوضه عن جهده وماله .

تبدأ رعاية الإنسان لنباتاته قبل الزراعة وتستمر طول حيـاة النبـات ، حتـى المحصول بعد جمعه يلقى رعاية تستمر حتى الإستهلاك . قبل الزراعة يعتنى بمهد التقاوى حتى يتمكن النبت الصغير من النمو والتحرك بسهولة بين حبيبات التربـة ، فالتربة هى من الأماكن الهامة لتجمع وتكاثر كثير من الميكروبات ،والنباتات فـــى أطوار نموها الأولى ، وهى لا زالت داخل التربة ، تكون فى أضعف حالاتها ... أشد ما تكون حساسية ، وأكثر ما تكون إستسلاما للميكروبات ... الهجوم عليـها سهل يسير ، وقدراتها على الدفاع عن نفسها ضعيفة . لهذا كانت الخدمة الواجبـة على الإنسان نحو نباتاته الصغيرة وهى فى حالة ضعفها ،أن يسهل لها شق طريـق نمو جذورها إلى أسفل وسيقانها إلى أعلى حتى يتمكن نموها العلوى من الوصـــول إلى سطح التربة وإختراقه ،عندها تبدأ النباتات فى إكتساب قوى دفاعية تمكنها مـن مقاومة هجوم كثير من الميكروبات المتربصة بها . لذلك كان تجهيز مهد فى التربة

لتلك النباتات النامية من الأهمية بمكان ، ويتم ذلك عن طريق تفكيك التربة • فإذا كانت التربة صلبة متماسكة لا يسهل تفكيكها وتنعيمها ، فإن تخفيف مناطق وضع البذور بنسبة من الرمال يحسن كثيرا من فرص النمو الجيد السريع للنباتات الصغيرة • زراع القطن كثيرا ما يضجون بالشكوى من عدم ظهور نباتاتهم بعد الزراعة ، وما يتبع ذلك من إضطرارهم لإجراء عمليات الترقيع ؛ أى إعادة الزراعة فى المناطق التى غابت فيها النباتات ، وما يترتب على ذلك من تأخير فى زراعة الإعادة وتأثير ذلك على المحصول الناتج • تتعدد الأسباب المؤدية إلى عدم ظهور بادرات البذور المنزرعة ، لعل أكثرها فاعلية يكمن وراء الميكروبات التى تسكن التربة منتظرة مواسم الزراعة متربصة بالتقاوى مهاجمة إياها قبل إنباتها وبعد إنباتها ، فكثيرا ما تقتلها مبكرة فلا يظهر منها فوق سطح التربة إلا النذر القليل • يضع مزارع القطن عادة كمية من البذور تصل إلى ٢٠ بذرة فى الجورة الواحدة ليربى منها نباتين إثنين فقط ، فالمزارع بخبرته يتوقع غيابا كبيرا فى البادرات الناتجة • حقيقة أن بعض البذور قد يكون فاقدا لحيويته ، لكن معظمها يستسلم لهجوم ميكروبات التربة خلال فترة الإنبات حتى الظهور فوق سطح التربة ، والبعض قد يموت فى الأيام القليلة التالية لظهورها • بعض الزراع يساعد نباتاته فى الفترة الأولى من أعمارها بأن يزرع تقاويه فى جور مليئة بالرمل ، ويقتصد فى نفس الوقت فى كميات التقاوى • فتنمو بادراته نموا جيدا وتظهر سريعا فوق سطح التربة غير منهكة قواها فى شق طريق نموها بالتربة ، فيصبح الجهد المبذول فى إزاحة التربة بسيطا ، ويزداد الجهد الموجه لمقاومة الميكروبات فترتفع بالتالى نسبة النجاة من الميكروبات •

تحتاج النباتات فى نموها إلى الغذاء ، وهى فى متطلباتها الغذائية قنوعة ••• تكتفى بالقليل ••• متواضعة ترضى بالبسيط ، فهى لا تحتاج من الغذاء سوى الماء والهواء وبعض الأملاح ••• تصنع لنفسها ما تحتاجه فى حياتها من مواد كربوايدراتية ودهون وبروتينات وفيتامينات ومنظمات نمو ••• لا تتطفل على غيرها ، إلا فى القليل النادر من النباتات ، بل غيرها من الأحياء بما فيهم الإنسان هم المتطفلون على النباتات ••• بدونها لا عيش لهم • تتغذى النباتات من الهواء والماء فتكون منهما السكريات والنشويات ••• مصادر طاقاتنا فى الحياة ••• هى الوقود البشرى • تحصل النباتات من الهواء على الغاز الذى نطرده أثناء تنفسنا ؛ غاز الزفير ؛ غاز ثانى أكسيد الكربون • وتحصل النباتات على الماء بواسطة جذورها من التربة • يتفاعل الماء مع غاز ثانى أكسيد الكربون فى مصانع الغذاء التى تعمل بالطاقة الشمسية ، يتكون السكر الذى يمكن أن ينتج عنه المواد

الكربوايدراتية الأخرى والزيوت والدهون ، ويمكنه أن يتفاعل مع أمـــلاح التربـــة ليعطى البروتينات والكلوروفيل والفيتامينات وغيرها ٠ الغذاء المتكون يساعد النبات على النمو ويعطيه القوة على مقاومة ظروف البيئة من عوامل طبيعيـــة وكيمائيـــة وميكروبية ٠

الماء *عامل محدد لنمو النباتات ٠٠٠ تنمو حيث يتوفر الماء ٠٠٠ وتقل وقـــد تختفى حيث يندر الماء ٠ تختلف النباتات فى مدى إحتياجها للماء ، فمنها ما يعيـــش على الكفاف من الماء ، ومنها ما يتطلب الوفرة منه ٠ والماء لذاتـــه يدخـــل فـــى التركيب النباتى ، فهو يكون الجزء الأعظم من مكونات النسيج النباتى ٠ وبالإضافة إلى ذلك فإنه يخدم غرضين أساسيين ٠٠٠ يدخل فى تصنيع الســـكر ٠٠٠ يعمـــل كوسط مذيب للأملاح قبل إمتصاصها من التربة ٠ قلة الماء أو زيادته عن الإحتياج النباتى تؤثر تأثيرا سيئا على حيوية النبات فتضعفه وتجعله فريسة سهلة لكثير مـــن الميكروبات ٠ لهذا كان فى قدرة الإنسان ، بتحكمه فى كمية الميـــاه التـــى تعطـــى للنبات عند الرى أو بتحسين الصرف إذا زاد الماء الواصل إلى النبات عـــن الحـــد الملائم ، أن يمنح النبات القوة التى تمكنه من صد هجوم الميكروبات ٠

صناعة السكر من خامتيه ؛ ثانى أكسيد الكربون والماء ، لا تتم فى أى جـــزء من أجزاء النبات ، بل تتم فى خلايا خاصة تتوفر بها مصانع السكر والتى تعـــرف بالبلاستيدات الخضراء لا حتوائها على مادة الكلورفيل الخضراء ٠ لا تعمل مصانع السكر إلا إذا توفرت لها الطاقة ، والطاقة لا يحصل عليها النبـــات مـــن الفحـــم أو منتجات البترول ولا حتى من الكهرباء ، إنما تحصل عليها من إندماج نووى يحدث على بعد مائة وخمسين مليونا من الكيلومترات ، فى الشمس المشتعلة المضيئة** ٠ يصل ضوء الشمس إلى مصانع السكر فى خلايا النبات فيتم التفاعل وتتكون المـــواد العضوية التى تختزن بداخلها جزءا من طاقة الإندماج النووى الشمسى ٠ من ذلـــك تتضح أهمية تعريض أجزاء النبات الخضراء للشمس لتحسين نموهـــا وإنتاجـــها ، وبالتالى مقاومتها للميكروبات المهاجمة ، لهذا فإن المزارع يباعد بين نباتاته ويحسن توزيعـــها حتى يتمتع كل منها بنصيب واف من ضـــوء الشمس ، كما يقوم بتقليـــم

---

* العروسى ، حسين (١٩٩٧) : الماء والحياة ، سلسلة العلوم والتكنولوجيا للجميع ، العدد ٣

** العروسى ، حسين (١٩٩٧) : الشمس أم الطاقات وأنظفها ، سلسلة العلوم والتكنولوجيـــا للجميع ، العدد ٢

أشجاره فى مواسم سكون عصارتها ، ليزيل الفروع المتزاحمة والمتشابكة حتى يمنح الباقى من أجزاء الأشجار أكبر قدر من ضوء الشمس الذى يساعد على تكوين الغذاء ويزيد المقاومة ضد الميكروبات ٠

وجد الإنسان بعد بحث ودراسة ، أن عنصر المغنسيوم يدخل فى تركيب الكلوروفيل ، كما يتدخل عنصر الحديد فى عمليات تكوينه ، لهذا وجب أن يكون عنصرى الماغنسيوم والحديد ضمن مغذيات النبات حتى نضمن تكوين الكلوروفيل بالقدر الكافى ٠ وخضرة النبات كدموية جسم الإنسان علامة من علامات الصحة ٠

عنصرا المغنسيوم والحديد ، رغم أهميتهما فى تكوين الكلورفيل ، إلا أن النبات يحتاج منهما كميات ضئيلة نسبيا بالمقارنة إلى عناصر أخرى يحتاجها النبات فى عمليات التصنيع الغذائى ، من ذلك عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم ، والتى تضاف عادة فى حالة نقصها فى التربة الزراعية فى صورة أسمدة يستمد منها النبات إحتياجاته ٠

لن أدخل معك ، أيها القارىء ، فى تفاصيل حول مدى ما يحتاجه النبات من تلك الأغذية وأنواعها وقيمة كل منها ، وإنما أود أن أخبرك أن النبات يحتاج إلى مغذياته فى صورة متوازنة ، فقلة البعض قد يقلل من الإستفادة من البعض الآخر ٠ لهذا وجب أن تشتمل الوجبة الغذائية للنبات على إحتياجاته المختلفة ، كل بقدره ، عند ذلك نضمن للنبات النمو الجيد القوى الذى يمكنه من الصمود أمام مختلف الأعداء ، ذلك إذا توفرت له كافة الظروف البيئية الأخرى الملائمة ٠

بعض العناصر الغذائية بذاتها ترتبط إرتباطا خاصا بقدرة نبات أو نباتات معينة على مقاومة ميكروب أو ميكروبات معينة ٠وبوجه عام فإن زيادة عنصر الآزوت عن الحد المطلوب تؤدى إلى ضعف فى القدرة الدفاعية لبعض النباتات ضد كثير من الميكروبات ، يظهر هذا واضحا فى القطن ، الذى يزداد ضعفا أمام هجوم ميكروب الذبول الفيوزاريومى ، والكمثرى التى تضعف أمام ميكروب اللفحة النارية، وذلك عند زيادة إستهلاك النبات لعنصر الآزوت ٠ فى حالات قليلة أعطت زيادة كميات الآزوت نتيجة مضادة للنتائج السابقة ، وذلك كما فى حالة بنجر السكر الذى تزداد قوته الدفاعية ضد بعض ميكروبات العفن بزيادة غذائها الآزوتى ٠ ومن العناصر الأخرى ذات التأثير على قوى النبات الدفاعية عنصر البوتاسيوم ، حيث لوحظ بوجه عام أن زيادة هذا العنصر فى الغذاء النباتى تؤدى إلى زيادة فى القدرة

الدفاعية للنباتات ، ويظهر ذلك واضحا عند تعرض نباتات القطن لهجوم ميكروب الذبول الفيوزاريومى ٠

أثناء الدراسات العديدة التى تجرى بغرض تقوية النباتات لكى تتمكن من صد هجوم الميكروبات ، ظهرت أهمية الهرمونات النباتية ، والتى يطلق عليها أحيانا منظمات النمو ٠ الكثير من الناس يجهل ما للهرمونات من أثر كبير على نمو النباتات ، رغم معرفة كثير من الناس بأثر الهرمونات فى التحكم فى تكوين جسم وشخصية الإنسان ٠ هرمونات النباتات تختلف كثيرا عن هرمونات الحيوانات من حيث التركيب والفاعلية ، ولكنها تتفق معها فى أنها تفرز من أجزاء خاصة فى جسم الكائن الحى وتؤثر على أجزاء أخرى لنفس الكائن الحى ٠ وقد أمكن تحضير الكثير من تلك الهرمونات النباتية ومشتقاتها ذات التأثير المنبه على النباتات وإستخدمت بعض تلك الهرمونات المصنعة فى تحسين نمو النباتات وتقويتها ٠ كما إستخدم بعضها فى تركيزات أعلى فى مقاومة الحشائش ، كما ظهرمفعول بعضها عند رش النباتات قبل الحصاد فى إطالة مدة تخزين المحصول ورفع درجة مقاومة هذا المحصول لبعض ميكروبات الأعفان ٠

obeikandl.com

تحصين النباتات

نبتت فكرة التحصين ضد الأمراض من ملاحظة دقيقة لطبيب إنجليزى يدعى جينر E.Jenner (شكل ٣٥) ،إذ لاحظ أن الفلاحات حالبات البقر يظهر على أصابع كثير منهن بثرات ناتجة عن إصابة بميكروب جدرى البقر cowpox ،وأن تلك الفلاحات ينجون من الإصابة بمرض الجدرى البشرى smallpox أو يصبن به بدرجة طفيفة • لم يكتف جينر بما رأى كملاحظة عابرة ، بل جاوز ذلك إلى التفكير فى العلاقة بين الجدريين اللذين يصيبان الإنسان ؛ جدرى البقر الذى يصيب أساسا الأبقار وينتقل منها إلى الإنسان محدثا إصابات طفيفة أضرارها قليلة ، وجدرى الإنسان الوباء الكاسح الفتاك المشوه للوجوه والأبدان • توصل جينر فى تفكيره إلى فرض يحتاج إلى التجربة للتأكد من صحته وهى أن الإصابة بجدرى البقر تحمى الجسم من الإصابة بجدرى الإنسان • لو صح ذلك لأمكن ببساطة حماية الأجيال تلو الأجيال من أخطار ذلك الوباء ، وجاءت الفرصة لجينر حين ظهر الوباء فى منطقة عمله سنة ١٧٩٦ ، فوضع فرضه موضع التنفيذ وإختار صبى يدعى فبس Phipps فنقل إليه عدوى جدرى البقر من فلاحة مصابة به ••• ظهر على الصبى بثرات جدرى البقر • إستكمل الطبيب تجربته بأن عرض الصبى ثانية للعدوى بجدرى الإنسان ••• بدا على الطبيب القلق ، وإستمر على ذلك العديد من الأيام ، خوفا على الصبى من الإصابة وخوفا على التجربة من الفشل ، يؤرق مضجعه كثرة التفكير ••• فهو فى أخذ وعطاء ••• تتنازع فى نفسه الآراء ••• ويحتدم النقاش بين ضميره وعقله ••• ضميره يؤنبه على التعريض بصبى للتهلكة أو التشوه ••• وعقله يمنيه بالخير العظيم والإنجاز الكبير اللذين سيعمان الإنسانية بإكتشافه وسيلة لإتقاء شرور الوباء الخطير ، كما زين له عقله المجد والشهرة التى ستخلد ذكره • مضت الأيام تلو الأيام ••• والوباء ينتشر ••• يموت من يموت ويتشوه الناجون ، والصبى لا زال سليما معافا ••• فقد نجحت التجربة وأصبح الفرض نظرية ••• جدرى البقر يقى الإنسان من الجدرى البشرى ••• أو الإصابة بميكروب ضعيف قد تحمى الجسم بعد ذلك من ميكروب قوى •

كانت تجربة جينر فتحا لعهد جديد فى التحصين الوقائى ضد الأمراض ، فهو بذلك قد وضع الأساس العلمى لعمليات التحصين vaccination ، كما إنه إعتبر مؤسسا لعلم المناعة immunology • إستخدمت فى الأمصال ميكروبات أضعف قدرة على الهجوم من الميكروبات المراد التحصين ضدها ، وفى بعض الأحيان

إستخدمت ميكروبات ميتة كأمصال ضد نفس الميكروبات الحية ٠ وقد ثبت بعد ذلك أن وجود الميكروب بالجسم ينبه تكوين أجسام مضاده antibodies ، وتلك الأجسام المضادة تقوم بعمل دفاعى ضد الميكروب المهاجم ٠ بالمثل فإن إستخدام الميكروبات الضعيفة أو المستضعفة أو الميتة ينبه الجسم لتكوين أجسام مضادة تكون فى حالة إستعداد للدفاع ضد الميكروب الأقوى ٠ كذلك فإن النجاة من الإصابة بميكروب كثيرا ما تكسب الجسم مناعة عند تعرضه للإصابة بنفس الميكروب ثانية٠ وقد ثبت أن هناك تخصصا فى الأجسام المضادة ، كل نوع منها يختص بالدفاع ضد ميكروب أو ميكروبات معينة ٠

المناعة المكتسبة لم تلاحظ فى النباتات ضد كثير من الميكروبات التى تهاجمها وبخاصة الميكروبات الفطرية أو البكتيرية ، إلا فى الأجزاء النباتية المجاورة للبثرات المتسببة عن بعض تلك الميكروبات ٠

شكل ٣٥ : الطبيب الإنجليزى جينر واضع الأساس العلمى لعملياتُ التحصين

حديثا أمكن بالنسبة للقليل من الميكروبات التى تهاجم النباتات التحقق من إمكان التحصين ضدها عن طريق إكتساب النباتات مناعة عن طريق إصابة صناعية سابقة بميكروب ضعيف ، أو عند نجاة النبات من الميكروب المهاجم وإكتسابه مناعة ضد نفس الميكروب • من ذلك ما وجد من أن الأوراق الجديدة الناتجة من نبات دخان أصيب بالميكروب الفيروسى المسبب لمرض البقعة الحلقية تكون أقل عرضة للإصابة بهذا الميكروب ، مما يدل على إحتمال تكوين أجسام مضادة للميكروب بالجزء المصاب وإنتقالها منها إلى الأوراق الجديدة • كما وجد أيضا أن زراعة عقل ساقية من نبات دخان سبق إصابته بهذا الميكروب فإنه ينتج عن ذلك نباتات مقاومة أو منيعة ضد ذلك المرض •

obeikandl.com

تربية النباتات لرفع كفاءتها الدفاعية

كثيرا ما يقال ، هذا الولد صنو أبيه ، فهو له شبيه ، قد يكون الشبه فى المظهر وقد يكون فى المخبر • وما كان من الأمثال كثيرا ما أصبح فى مجال العلم حقيقة ، فقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك أن الوراثة تلعب دورا كبيرا فى الحياة ، فالصفات تنتقل من الآباء إلى الأبناء • الجنين فى أيامه الأولى داخل رحم أمه قد سجلت صفاته فى خلاياه بلغة كودية عالمية ••• كم سيصير طولا ووزنا ؟ ••• ما هى صفات شعره ؟ ••• ما لون عينيه ؟ ••• هل سيكون حاد الطباع أم لينها ؟ ••• هل هو نشيط أم خامل ؟ ••• ذكى أم غبى ؟ ••• هل سيكون سهل الإصابة بميكروبات معينة ؟ أم أن مقاومته لها عاليه ؟ ••• الإجابات كلها مشفرة فى كل خلية من خلايا الجنين ، وفى كل خلية جديدة تتكون • هذا لا ينفى دور البيئة التى يعيشها سواء وهو جنين أو بعد خروجه لمعترك الحياة • تؤثر البيئة تأثيرا واضحا على الصفات المسجلة فى تركيبه الجسدى ، فالصفات النهائية التى تظهر خلال حياته هى محصلة العوامل الوراثية المسجلة والعوامل البيئية المحيطة به •

شكل ٣٦ : الراهب النمساوى جورج مندل مكتشف مبادىء علم الوراثة

obeikandl.com

ما قيل عن الإنسان من حيث الوراثة ينطبق على كافة الكائنات الحية بما فى ذلك النباتات • يرجع الفضل الكبير لإكتشاف المبادىء الوراثية إلى راهب نمساوى يدعى جورج مندل G. Mendel (شكل ٣٦) ، إهتم بدراسة إنتقال الصفات النباتية من جيل إلى آخر ، ونشر أبحاثه التى أثبت فيها إمكان إنتقال تلك الصفات سنة ١٨٦٦•

فى العصر الحديث أصبحت تربية النباتات علم قائم بذاته ، يعتمد على تطبيق النظريات الوراثية فى إنتاج نباتات جديدة يجتمع فيها من الصفات كل ما هو مرغوب • ومن الصفات الهامة التى يسعى إليها مربوا النباتات صفة القدرة على صد هجوم الميكروبات المؤذية للنباتات ، أى الإستزادة من أسلحة النبات الدفاعية • ويمكن تحقيق ذلك بوسائل مختلفة يتبعها المربى للحصول على سلالات تجمع بين القدرة على صد الهجوم الميكروبى والصفات الأخرى المرغوبة •

من أهم الطرق التى يتبعها المربى فى إنتاج سلالات نباتية جديدة ، هى أن يقوم بدور الخاطبة ! فهو يختار طرفى الزواج ، ثم يتأكد بنفسه من وضع ذلك الزواج موضع التنفيذ • وهو فى إختياره يطبق على النباتات توجيه الرسول عليه الصلاة والسلام لبنى الإنسان منذ ما يزيد عن ثلاثة عشر قرنا من الزمان عندما قال " تخيروا لنطفكم فإن العرق دساس " ، فهو يجمع بين نباتين يكملان بعضهما فى الصفات الجيدة المرغوبة فى نسلهما • معظم أنواع النباتات أزهارها خناث ؛ أى أنها ذات أعضاء ذكورة وأعضاء أنوثة فى نفس الوقت ، لذلك فالكثير منها يتزاوج محليا ؛ أى يتزاوج مع نفسه ؛ فهى الأب والأم معا ، فإذا كانت تلك النباتات ضعيفة أمام الميكروبات كان نسلها فى معظم الأحوال ضعيفا كذلك • أما إذا تدخل الإنسان فى تحسين النسل فإنه ينتقى الأزواج ••• يختار البعض ويعتبره أمهات بأن يبتر أعضاء ذكورته قبل تمام نضجها ، ثم يأخذ أعضاء الذكورة من النباتات التى يعتبرها آباء وينثر لقاحها على أعضاء أنوثة الأمهات ، ويترك بعد ذلك للقاح أن يقوم بدوره بتنبيه ملامسته لجنسه الآخر ••• ويتم الزواج ••• وتحمل الإناث أجنة ••• وتنضج الأجنة بذورا •

الآباء والأمهات التى أختيرت للزواج لم يكن كل منهما يحمل كافة الصفات المطلوبة ، بل كانت الصفات المرغوبة بعضها موجود لدى الآباء ، والبعض موجود عند الأمهات ، لهذا كان الجيل الناتج عن هذا الزواج أفراده متعددة الصفات، بعضها قد يشبه الأب فى الكثير من صفاته ، والبعض يقرب من الأم فى معظم

صفاتها ، وبعضه قد يجمع ما يمكن من الصفات السيئة ، والبعض وهو المرغوب قد يجمع أكثر ما يمكن من صفات أبويه الجيدة التى أرادها المربى عند إختياره للزوجين • لهذا ، تزرع البذور الناتجة عن الزواج ، كل على حده ، وتدرس طوال موسم النمو لإختبار صفاتها المختلفة ، ومن ضمن تلك الصفات القدرة الدفاعية التى تمكن النبات من رد هجوم ميكروب أو ميكروبات معينة • لهذا تعرض نباتات الأبناء لحملات هجومية شديدة من تلك الميكروبات لمعرفة من يستسلم منها ومن يصمد ••• تستبعد النباتات المستسلمة ••• وتنتقى من النباتات الصامدة أفضلها خواصا• تؤخذ بذور النباتات المختارة وتزرع فى الموسم التالى ••• بذور كل نبات على حدة ، وينتخب أفضلها كما فى الموسم السابق • تكرر تلك العملية جيلا بعد جيل حتى يمكن الحصول على أجيال جميع نباتاتها متشابهة ، تجمع كل الصفات المرغوبة أو أكبر عدد منها • تستخدم تلك النباتات كنواة يكثر من بذورها لتستخدم كتقاوى للزراعة بعد ذلك •

شكل ٣٧ : كوز ذرة تظهر عليه أورام مرض التفحم

بذلك يكون الإنسان قد تدخل فى المعركة بين الميكروبات والنباتات بأن ساعد نباتاته على تحسين نسلها وجعلها أكثر كفاءة فى الدفاع عن نفسها ضد هجوم الميكروبات ، بعد أن كانت آباؤها ضعيفة مستسلمة • فمن الميكروبات ما وقف الإنسان حياله عاجزا ، فالنبات لا يستطيع لها دفعا ، والإنسان لا يستطيع للنبات سندا ، ذلك كما فى الميكروب الذى يهاجم نباتات الذرة الشامية محدثا أورام سرطانية تظهر على أماكن مختلفة منها السيقان والأوراق والكيزان والتى تعرف بالتفحم (شكل ٣٧) ذلك لإمتلاء تلك الأورام بجراثيم الفطر الدقيقة السوداء • فى مثل تلك الحالات كانت الوسيلة لمساعدة النباتات تتم بمساعدتها فى تحسين صفاتها الدفاعية •

بعد التقدم الكبير فى علم الوراثة ، تمكن العلماء حديثا من إختصار الوقت الطويل الذى يلزم لجمع الصفات المرغوبة من أبوين فى جيل أبنائهما • ويتم ذلك حديثا بنقل كروموسومات chromosomes * أو بعض أجزائها أو جينات** بعينها من كائن حى إلى كائن حى آخر ، ويحدث ذلك عادة ، عن طريق وسيط ميكروبى غالبا ، مثل البكتيريا *Agrobacterium* أو فطر الخميرة • العلم الجديد المنوط به نقل الجينات أو الكروموسومات يعرف بالهندسة الوراثية • تمتاز إجراءات الهندسة الوراثية بالإختصار الشديد للوقت اللازم ، ولكن الأهم هو إمكانية النقل بين كائنات بعيدة القرابة لدرجة إمكانية نقل الصفة من حيوان إلى نبات ، وبالعكس •

---

* الكروموسوم : عبارة عن تركيب خيطى يوجد داخل نواة الخلية الحية ويحمل طوليا مجموعة من الجينات •

** الجين : عبارة عن تركيب جزيئى يتكون من الحمض النووى DNA يحدد صفة وراثية معينة •

خاتمـــــــة

تعايشنا ، بين جنبات هذا الكتاب ، مع صراعات حقيقية ، حدثت وتحدث ، بين أحياء خفية غاية فى الصغر ونباتات قد تكون أعشابا صغيرة وقد تكـــون أشـــجارا بالغة الضخامة ... معارك صورت بشكل خطط هجومية من جانب الأحياء الدقيقة وخطط دفاعية من جانب النباتات الكبيرة ... النصر فى تلك المعارك كان للمهاجم فى بعض الأحيان وللمدافع أحيانا أخرى . فى بعض الحالات كان للإنســـان دورا دخيلا فى تلك الصراعات ، كان دوره فيها حليفا للنباتات ومعاديـــا للميكروبـــات ، فالنبات للإنسان غذاء وشراب ... وكساء ودواء ... وخامة إســـكان وأثـــاث ، بجانب منافع أخرى .

تلك الصراعات الميكروبية النباتية لم تخطط لها الميكروبات فـــى الـــهجوم ، وكذلك لم تخطط لها النباتات فى الدفاع ، فكلتيهما لا تمتلك أفكارا تخطط ولا عقـولا تدبر ، فخططهما خطط موضوعة ، وضعها رب العباد ، خالق كافة المخلوقـــات ، صغيرها وكبيرها ، دنيئها وعظيمها ... خطط سجلت تسجيلا شفريا فى أجسـامها ... خطط تحدد لكل فرد منها طريقته فى الحياة وكيفية تعامله مـــع غـيره مـن الأحياء وغير الأحياء ... خطط تحدد نوع غذائه وكيفية حصوله عليه ... خطط تحدد ردود أفعاله إزاء عوامل البيئة المختلفة ، فالميكروبات والنباتات لـــم تحمـل الأمانة التى حملها الإنسان ... أمانة التفكير ثم الإختيار ... أمانة التخطيط ثـــم التنفيذ .

أما الإنسان الذى يتدخل بين الميكروبات الغازية والنباتات المعتدى عليها ، فقد وهبه الله حق الإختيار ومنحه العقل الذى يميز به بين الخير والشر والذى يهديه إلى ما يعمل وما لا يعمل ، فالبرغم من أنه ولد ببرنامج مسجل به كافة صفاته الشـكلية والوظائفية ، إلا أن برنامجه المسجل يشتمل على إرادة تمكنه من حرية التصـوف ، لهذا فإنه يساعد النباتات ضد أعدائها الميكروبات .

سبحان الله خالق الكون ، بما نعلم وبما لا نعلم ، بمجراته ونجومـــه وكواكبـــه وأقماره ... سبحانه وتعالى خالق الأرض وما عليها من كائنات حية ، ميكروبيـــة ونباتية وحيوانية ، وعلى قمة أحيائها تربع الإنسان الذى وجب عليه أن يتعايش مـــع غيره من المخلوقات . فكما يحق لنا أن نعيش فإنه يتوجب علينا أن نترك لغيرنـــا

حق المعيشة ، وأن نترك للمنافسة الطبيعية فرصة لإحداث التوازن بين مختلف الكائنات الحية • تدخلنا العنيف لصالح كائنات معينة ضد كائنات أخرى كثيرا ما تكون أضراره تفوق كثيرا منافعه ،فقد حاولنا إبادة أنواع من الميكروبات والحشرات بإستخدام المبيدات فكان لذلك أضرارا بالغة ،فكما أضرت المبيدات بالميكروبات والحشرات ،فقد أضرت بمستخدميها وبمستهلكى النباتات المعاملة ،ومع ذلك فقد إزدادت الميكروبات والحشرات ،بمرور الوقت توحشا ، وتفاقمت أخطارها ؛مما دعا الكثير إلى المطالبة بالعودة إلى الطبيعة ،والحد من إستخدام مختلف المواد الكيميائية فى الزراعة ومقاومة الآفات ، وترك الميكروبات والحشرات الضارة بالنباتات لعوامل البيئة لتقوم بالحد من أخطارها ،وأن تترك للتوازن البيولوجى مهمة الحفاظ على النباتات وتحديد أعداد ميكروباتها الضارة •

(إنا كل شىء خلقناه بقدر)

صدق الله العظيم

تم بحمد الله

obeikandl.com