

## قدرات النبات الدفاعية

الميكروبات رغم ضالتها فهي دائما البائدة في الإعتداء ، المتجنبة على النبات . والنباتات رغم كبرها وضخامتها فهي ليست بالمسكينة المستسلمة لإعتداء الميكروبات عليها ، أو التي تستفزاها ، وهي ليست بالمسكينة المستسلمة لإعتداء الميكروبات عليها ، أو التي تقف إزاء الهجوم عليها مكتوفة الأيدي ، لا حول لها ولا قوة ، إنتظارا للمصير محتوم أو أملا في رحمة من السماء . النباتات لا تبدأ في العدوان ولا تستسلم في معظم الأحيان . قد تكون قوى الميكروب الهجومية أقوى من إستحکامات النبات الدفاعية متسببة في هزيمة النبات ومرضه وقد تنتهي بهلاكه . وقد يكون لدى النبات من الإستحکامات 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 ائنبات الدفاعية . من هذا نجد أن هناك تخصص في كثير من الأحوال بالنسبة للميكروبات . فلكل من الميكروبات أفضلية خاصة لنبات معين أو مجموعة من ائنباتات . لو رجعنا في الحديث إلى مأساة أبو فروة المتسببة عن الميكروب إندوثيا بارازيتيكا ، نجد أن الغابات التي هوجمت في شرق أمريكا لم تكن كلها من أشجار أبو فروة ، بل كان معها في 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 الأنواع من الأشجار ، لكن كان لأشجار أبو فروة أفضلية على غيرها ففضى الميكروب عليها قضاء مبرما ولم يلاحظ على غيره من الأشجار إلا في حالات قليلة ظهر على أشجار بلوط محدثا بها تقرحات صغيرة محدودة .

إستحکامات النبات الدفاعية تتمثل في خطوط دفاعية وفي أسلحة تستخدم في كل خط من خطوط الدفاع . خط الدفاع الأول هو أقوى الخطوط الدفاعية ويتمثل في

جدر النبات الخارجية • الإستحکامات فى هذا الخط تعمل على منع دخول الميكروب لأنسجة النبات • أما خط الدفاع الثانى فىنشط 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 إستحکاماتها الدفاعية ضد الميكروب المهاجم ، فنبات معين قد يمنع دخول ميكروب ما منعا تاما ، وفى نفس الوقت يستسلم لأخر إستسلاما كليا • وتستخدم إصطلاحات خاصة للإستدلال بها على مدى نجاح الإستحکامات 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 صدّه ووقف هجومه وإستسلم له النبات فى النهاية فتعتبر تلك النباتات قابلة للإصابة • أما إذا إخرق 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 الميكروبي . تلك الخلايا وجدرها الخارجية تكون طبقة واقية تختلف كثيرا في تركيبها من نوع نباتي إلى آخر . تغلف الخلايا الخارجية الواقية أجزاء النبات المختلفة عدا أجزاء قليلة مثل بعض الأجزاء الزهرية والشعيرات الجذرية . تمتاز هذه الطبقة الواقية بسبك جدر خلاياها وخاصة الجدر الخارجية التي يميزها غالبا وجود ترسيبات من مواد خاصة عليها ، تتكون غالبا من مواد شمعية تعرف بالكيوتين . والكيوتين يزيد من الجذب السطحي للسوائل مما يتسبب في تجمعها في قطرات صعبة الإستقرار في مكانها ، وهذا يشكل صعوبة على الميكروب ليبدأ هجومه . كما أن هذه المادة الشمعية يصعب على الميكروبات إزالتها 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 الترسبات الشمعية وبصغر الخلايا الخارجية وإزدياد سمك جدرها العمودية الفاصلة ، كل ذلك يؤدي إلى تقوية بنيان وأسس إرتكاز الجدار الخارجى مما يصعب تجريحه . وقد أمكن قياس الضغط المطلوب لتقب جدار نوعين من نبات الباربرى الذى يتراوح عليه ميكروب الصدا الأسود فى القمح ، أحدهما قابل للإصابة بالمرض والآخر مقاوم له ، فوجد أن تقب الجدار الخارجى لورقة عمرها يوم واحد من النوع القابل للإصابة تحتاج إلى ضغط مقداره ٣٢٠ ملليجرام ، فى حين أن تقب 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 ازدادت كمية الضغط المطلوبة لتقب 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 . يغلط البعض من النباتات فتحاته معظم الوقت كما فى بعض أصناف القمح المقاومة لميكروب الصدا الأسود . والبعض منها تنبيه

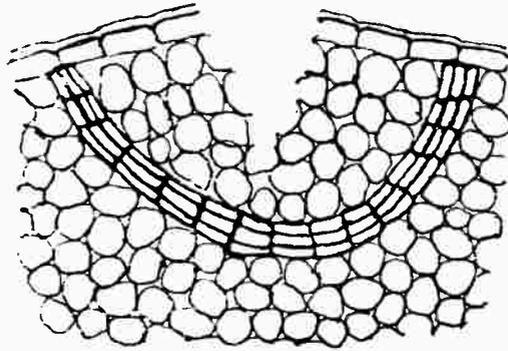
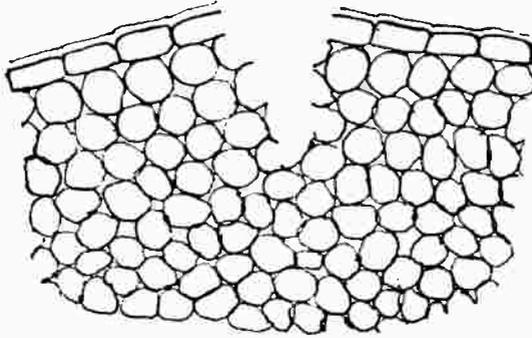
أطراف النمو الميكروبي المتجه ناحية تلك الفتحات فيغلقها مانعا إياها من الدخول ، فهو كالضيف الثقيل توصل أمامه الأبواب .

أما تلك الميكروبات التي لا تستطيع دخولا للنبات خلال فتحاته ولا ثقبها في جدره ، فوسيلتها لذلك الجروح ، لهذا كان خط الدفاع الأول للنبات أن يبني جدارا آخر في موضع ما تمزق من الجدار الأصلي . تجريح النبات ينبه عادة إفراز مادة قوية عازلة للماء تعرف بالسيوبرين ، وهي مادة شمعية تترسب على جدران الخلايا الجريحة والخلايا المجاورة لها فتزداد سمكا ويصعب على الميكروب النفاذ خلالها . لا تكفي النباتات عادة بهذه التقوية لجدرها البالية الضعيفة ، بل قد يحدث تنبيه أيضا لبعض الخلايا الداخلية المحيطة بالمنطقة المجروحة ، فتتنشط وتنقسم مكونة اجزا داخليا متينا من خلايا متراسة سميكة الجدر أشبه بسد منيع يقف حجرة عثرة أمام الميكروبات التي قد تتمكن من المرور خلال الطبقات الخارجية المجروحة رغم ما ترسب عليها من سيوبرين ، ففي الوقت الذي تتخطى فيه الميكروبات تلك الخلايا المسبورة وتتقدم للداخل تجد الميكروبات أمامها سدا يتكون من عدة خلايا من الفلين (شكل ٢٣) .

كثيرا ما نرى في الطبيعة آثار معركة بين ميكروب ونبات ، فيها هجوم ودفاع، وفيها متابعة هجوم وتكرار صد ، وذلك بتغلب الميكروب على السد الفليني الذي كونه النبات . عندئذ يكون النبات سدا ثانيا أعمق منه ، وهكذا كلما إنهار سد تكون آخر فيتحول الثوب الناعم الرقيق المغلف لسيقان النبات المهاجم إلى ثوب سميك خشن داكن مرقع لما ألم به من آثار معركة مستمرة .

لا تقف مقاومة النبات الميكانيكية ضد الميكروبات عند الحدود الخارجية ، بل تستمر المقاومة في أغلب الأحيان ، طالما كان الميكروب داخل الأنسجة النباتية . وتوجد دائما علاقة ارتباط إيجابية بين كمية المواد المترسبة على جدر الخلايا النباتية ودرجة مقاومة تلك الخلايا لمرور الميكروبات . وفي كثير من الأحوال تبين أن وجود الميكروب في الأنسجة النباتية ينبه الخلايا المحيطة لترسيب مادة السيوبرين على جدرها . وعموما فقد وجد في كثير من الحالات أنه كلما زادت نسبة الخلايا السميكة الجدر بالأنسجة الخارجية لنباتات القمح كلما إزدادت درجة مقاومته لميكروب الصدا الأسود .

تسلك معظم الميكروبات الفطرية المتوازنة في نموها وانتشارها داخل أنسجة النبات ، طرقا بين الخلايا . وتحصل على غذائها من داخل الخلايا بأن ترسل فروعاً صغيرة محدودة النمو داخل الخلايا تعرف بالماصات (شكل ٢٢) . بعض النباتات تقوم بإجراء دفاعي ضد تلك المماصات فتفقدتها وتزيلها عن مصدر الغذاء . وذلك بتكوين جدر سليوزية تحيط بالماصات وتعزلها عن مصدر الغذاء .



شكل ٢٣ : تكوين نسيج فلييني 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 .

كثيرا ما يتوقف الهجوم الميكروبي ميكرا إذا فشلت إفرازات الميكروبات المهاجمة من الأنزيمات فى تحليل جدر النبات الخارجية ، أو عندما تحتوى تلك الجدر على مواد مانعة للنمو أو النشاط الميكروبي . 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 .

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 . لهذا 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 . وفى بعض الأحيان يفرز الميكروب بعض المواد الضارة بأنسجة النبات حتى يضعف من مقاومة النبات ويتمكن هو من الحصول على مبتغاه الغذائى فى يسر وسهولة .

القيمة الغذائية لمحتويات أنسجة النبات تؤثر تأثيرا كبيرا على مقاومة أو قابلية تلك الأنسجة للهجوم الميكروبي ، 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 . وإذا كانت الخلايا النباتية غنية بالمواد الغذائية

أمتلائمة مع إحتياجات الميكروب فإن درجة النمو والنشاط الميكروبي تكون مرتفعة . يتطلب نمو بعض الميكروبات وجود بعض الفيتامينات أو مواد أخرى شبيهة فإذا وجدت إزدهر النمو الميكروبي 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 أدلة قوية على أن نواتج التحول الغذائى الميكروبي 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 للدفاع ضد الهجوم الميكروبي .

يتأثر النشاط الأنزيمى للميكروبات ومدى تأثير الأنزيمات الميكروبية على أنسجة النبات بحالة الخلية النباتية . فإذا تمكنت الخلايا النباتية من الحد من نشاط الإنزيمات المفترزة 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 تقب 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 الميكروبي 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 في النباتات التي تلائم خلاياها النشاط الأنزيمي للميكروبات • من الميكروبات الأخرى التي تتأثر أنزيماتها بمكونات الخلايا النباتية الفطر بيثيوم *Pythium* ، وهو ميكروب مخرب يهاجم كثير من النباتات في أطوار نموها الأولى مسببا عفن بادرات ، كما يهاجم بعض الثمار أثناء تخزينها مسببا تعفنها • لا ينجح هذا الميكروب في هجومه على ثمار تفاح سليمة ، في حين أنه ينمو جيدا على الأنسجة المجروحة في تلك الثمار ، لكنه لا يستطيع التقدم أكثر من ذلك لمهاجمة ما يلي الجروح من خلايا سليمة • وبالدراسة وجد أن توقف الميكروب يرجع إلى إحتواء خلايا ثمار التفاح السليمة على حمض المالك *malic acid* الذي يعتبر منبثا لنشاط الميكروب الإنزيمي •

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

في بعض الأحيان نجد أن النبات لا يقاوم الميكروب المهاجم بإفرازات مضادة له ، بل بالإفرازات الكيميائية للميكروب المهاجم نفسه • إفرازات الميكروب الكيميائية تحدث في 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 في نسيج حي ، فإذا فقد النسيج حيويته فقد الميكروب قدرته على النمو • • • النبات في هذه الحالة ضحي ببعض خلاياه لإيقاف تقدم الميكروب وحصاره في موضعه • تعرف هذه الحالة بزيادة الحساسية • يظهر تفاعل زيادة الحساسية عند هجوم ميكروب باكسينيا مسبب مرض الصدا 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 الميكروبي ، لهذا فقد يلجأ النبات إلى وسائل أخرى ، قد تكون تبادييا من لقاء العدو الميكروبي وهروبا منه ، وقد تكون تحملا لأضرار وجوده بين أنسجته وسرعة فى تعويض خسائره .

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 . 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 .

وإذا اختلفت 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 الميكروبي 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 .

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 .

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 . يحدث ذلك الهروب فى حالة الميكروب الفيروسى المسبب لمرض الموزايك الأصفر فى نبات اللبلاب . فقد وجد أن سطوح

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

٢ - التحمل : يقصد بهذا الإصطلاح قدرة النبات على تحمل غزو الميكروب دون أن تظهر عليه أعراض واضحة تؤثر تأثيرا كبيرا على نموه وإنتاجه . فالتحمل ليس سلاحا من أسلحة الدفاع ، فالنبات لا يقاوم الميكروب ولكن لا تظهر عليه أضرار المرض ، فسرعان ما يعوض ما فقده . مثله في ذلك كمثل جيش محارب لدولة غزيرة النسل سريعة الإنتاج ، كلما فنى جزء من الجيش في حلبة القتال حل محله ما يعوضه ، فأعداد قواته ثابتة وإنتاجه من السلاح يتكافأ مع إستهلاكه منه . ومثله في 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 . 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 . يحدد مقدار الضرر فى هذا المثال بالفرق بين سرعة إتلاف الأنسجة بفعل الميكروب بسرعة تعويض تلك الأنسجة التالفة بأخرى سليمة .

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 الميكروبي بسهولة ويستمر النبات فى نموه وإنتاجه بالقدر الذى يصله من الماء والغذاء . 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 فتندبل النباتات وتندلى أفرعها وأوراقها .

## دور الإنسان في الصراع بين الميكروبات والنباتات

الصراع بين الميكروبات والنباتات هز الإنسانية هزا عنيفا في فترات من التاريخ القديم والحديث ، سواء قبل أن يدرك الإنسان حقيقة هذا الصراع أو بعد أن علمه وعلمه ، 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 ومنتعة . فالقضاء على النباتات قضاء على الإنسان . لهذا لم يستطع الإنسان أن يكون متفرجا خارج الحلبة ، بل كان عليه أن يتدخل ، وأن يكون تدخله في صالح النبات ، يناصره فكرا وعملا ، مدافعا عن وجوده ، وصدا وصراعا ضد ميكروبياته .

أجرى بعض علماء أمراض النبات وباحثيها دراسات علمية تطبيقية على تلك الميكروبات وطرق نموها وتكاثرها ، وانتقالها وانتشارها ، وهجومها ودخولها ، وفسولوجية العلاقات بينها وبين النباتات . كما درس بعضهم النباتات وأساليبها الدفاعية وإمكاناتها لصد الهجوم الميكروبي 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 وانتهت إلى برامج مدروسة يستخدمها الإنسان لصالح النباتات ضد الميكروبات .

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

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

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

وقد إتضح أهمية أسلحة النبات الدفاعية فى الحد من الهجوم الميكروبي 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 •

ليس معنى هذا أن مشكلة النباتات من ناحية الميكروبات قد حلت ، وأن النباتات  
تعيش الآن فى سلام • 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 • فالمعركة مستمرة  
ليست بين الميكروبات والنباتات فحسب ، بل بين الميكروبات من جهة والنباتات  
والإنسان من جهة أخرى •

## أهمية الصراء الميكروبي النباتي 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 . فى 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 قسما مناسباً 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 . ولأن ذلك يمثل ضرورة حتمية نحو كفاءة تغذية الأعداد المتزايدة من سكان الأرض ، لاذى وصلت أعدادهم إلى حوالى ثلاثة بلايين نسمة سنة ١٩٦٠ ، وقد تضاعفت أعدادهم فى الوقت الحالى وقاربت السنة بلايين .

تختلف نسبة الزيادة فى أعداد السكان من دولة إلى أخرى فهى فى أوروبا حوالى ٨% سنويا ، وفى الولايات المتحدة الأمريكية حوالى ١,٧% 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 التى تضاف للأعداد الكبيرة السابقة التى تقدر بما يزيد عن تسعين مليونا من الأشخاص سنويا فى الوقت الحالى ، تنتزع أكلها إنتزاعاً من الأفواه الموجودة سابقاً ، 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

لمستقبل وظلمته إذا حافظ الإنتاج الغذائي على وضعه لا يتغير . ويتنبأ العلماء ، في 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 . 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 يستطيع من إنتاج وحدة الأرض .

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

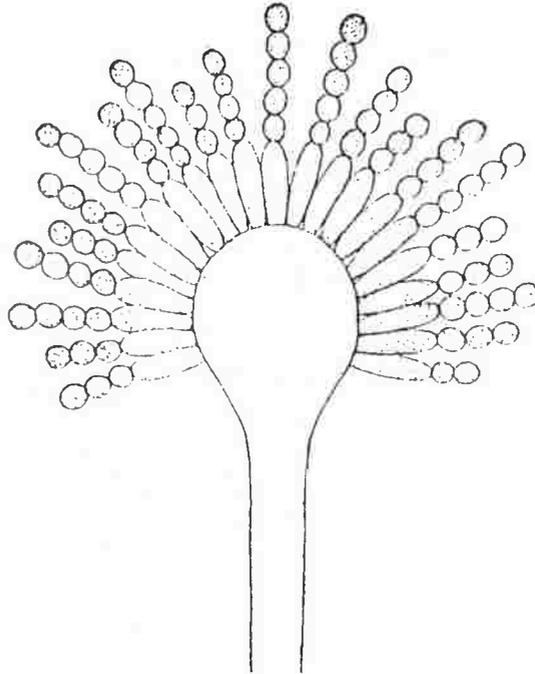
قدرت الخسائر الناتجة عن عوامل بيولوجية للمنتجات الزراعية النباتية على المستوى العالمى سنة ١٩٦٧ فوجد أنها تعادل ١٢% من المحصول تنتج عن الأمراض النباتية و ١٤% تسببها الحشرات والحيوانات الضارة كالفئران و ٩% ترجع إلى الحشائش . أى أن مجمل الخسائر الناتجة عن مختلف الآفات والحشائش تعادل ٣٥% من كافة المنتجات النباتية . 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 ب ٣٢% وخسائر الفواكه والخضراوات تصل إلى ٢٨% ، ولو لم تتبع وسائل مكافحة ضد تلك الآفات لزادت الخسائر كثيرا عن ذلك .

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



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

وحتى عهد قريب كان من المعروف أن الميكروبات المهاجمة للكائنات الحية مهما قلت درجة تخصصها فإن ما كان منها محاربا للحيوانات لا يستطيع للنباتات هجوما . . . والعكس صحيح ، إلا أن هذا الإدعاء قد سقط عندما وجد أن الميكروب الفطري النباتي سركوسبرا أبياي *Cercospora apii* المسبب لمرض اللفحة المبكرة في الكرفس مهاجما لإنسان في أندونيسيا سنة ١٩٥٧ محدثا تشوها شديدا في وجهه (شكل ٢٤) .



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

من الأضرار الصحية الأخرى التى تسببها الميكروبات المهاجمة للنباتات على الإنسان والحيوان ، تلك التى تنتج عن إحداثها لتغيرات فى التركيب الكيميائى للجزء النباتى الذى يؤكل ، مما يؤثر سلبا على صحة أكله ، 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 تغيرات كبيرة (شكل ١٣) . فإذا طحنت السنابل المصابة مع أخرى سليمة فإن الدقيق الناتج كثيرا ما يحدث تسمم لأكليه ، 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 الميكروبي تلك التسممات الناتجة عن فطريات تصيب المحاصيل الزراعية ومنتجاتها ، خاصة خلال فترة التخزين والتسويق وتعرف سمومها بالأفلاتوكسينات *aflatoxins* والتي عرفت لأول مرة سنة ١٩٦٠ عندما ماتت مائة ألف من الدواجن الرومية فى مزارع إنجليزية عقب تغذيتها على دقيق فول سودانى مصاب بالفطر أسيرجلس فلافس *Aspergillus flavus* (شكل ٢٥) . وقد سجلت بعد ذلك فى الهند سنة ١٩٧٥ حالات تسمم كبدى للإنسان نتيجة للتغذية على نرة ملوثة بالفطر المذكور .

## تدخل الإنسان في الصراع بين الميكروبات والنباتات

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

كما أن للميكروبات أسلحتها الهجومية وللنباتات أسلحتها الدفاعية فإن للإنسان أيضا أسلحته . وأسلحة الإنسان هي أسلحة الحليف للنباتات . . . . أسلحة للهجوم على الميكروبات . . . . وأسلحة توجه لرفع قوى النبات الدفاعية . . . . وأسلحة قد توجه للبيئة التي يعيش فيها كل من النبات وميكروباته بإحداث تغييرات في بعض عوامل تلك البيئة بحيث تضعف من قوى الميكروبات وتزيد من استحکامات النبات .

## السود المانعة

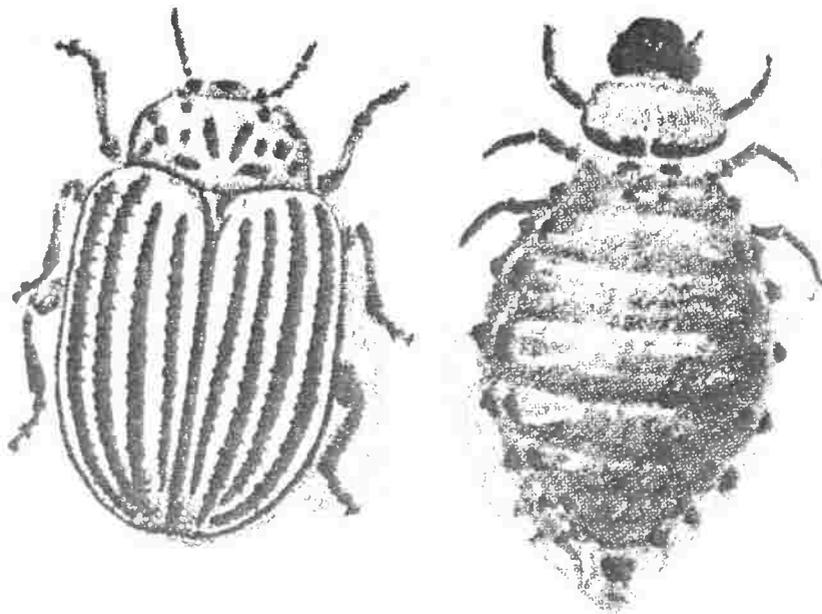
فى الأزمنة القديمة عندما كانت الحياة على طبيعتها رتيبة متوازنة ، وكانت وسائل النقل والمواصلات محدودة وبطيئة ، كانت النباتات والميكروبات تعيش فى حالة توازن طبيعى ، فأنواع النباتات وأفرادها تكاد تكون ثابتة موسم بعد آخر ، وأنواع الميكروبات وأعدادها تكاد تكون ثابتة كذلك . . . النباتات قد اعتادت على ميكروبات 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 التغييرات فى صورة الحياة من السيادة التامة لعوامل الطبيعة إلى سيادة الإنسان على كثير من قوى الطبيعة ، تقدمت حركة المواصلات تقدما ملحوظا وازدادت سرعتها زيادة خيالية ، فأصبح ما كان فى حكم الأساطير حقيقة واقعة ، وقربتنا وسائل المواصلات الحديثة زمنيا من أماكن بعيدة ، وأصبح الانتقال 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 الانتقال 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 ازدحام الأرض بسكانها جعل فكرة الإكتفاء الذاتى فى الحاصلات الزراعية فى حكم المستحيل بالنسبة لمعظم الدول ، فاستغلت وسائل المواصلات الحديثة السريعة فى نقل المنتجات الزراعية الفائضة فى بلاد معينة إلى بلاد أخرى تعاني 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 على المزروعات ، وتحل بالإنسان الأزمات  
الإقتصادية التي قد تصل لدرجة المجاعات .

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 بقانون الحجر النباتي plant quarantine ،  
بمقتضاه يمنع دخول نباتات البطاطس الواردة من الولايات المتحدة الأمريكية إلا بعد  
فحصها فنيا للتأكد من خلوها من حشرة خطيرة تعرف بخنفساء كلورادو (شكل  
٢٦) . وقد كانت الحشرات هي الآفات التي نالت الأهمية في ذلك الوقت ، أما  
الميكروبات فلم تكن بعد قد نالت تلك الأهمية الكبيرة .



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

عرف نظام الحجر فى الطب البشرى قبل معرفته فى الطب النباتى بنصف قرن من الزمان ، فى عام ١٣٧٤ حجز فى ميناء البندقية بايطاليا 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 اشتقت كلمة كرنطينة 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 Crow ، بحجز ٣٦٥ ألف شجرة برتقال فى مدينة سان بيدرو San Pedro بكاليفورنيا ، قادمة من تاهيتى وذلك لإصابته 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 بلسوس أنجليس Los Angeles ، فحكمت المحكمة بعدم الإفراج عن الأشجار إلا بعد موت جميع ما بها من حشرات . . . . . طالبت 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 الولايات 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 .

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 . وحاليا تمنع القوانين المصرية دخول بعض النباتات الأخرى مثل الباميا والعنب والموالح وقصب السكر . 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 .

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 خاصة .

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 . وإنى لألتمس العذر لمفتشى الحجر الزراعى لما قد يمر من تلك الميكروبات رغم التفثيش لصعوبة الفحص والكشف عنها فى كثير من الأحوال ، ولما قد يمر منها فى صحبة مسافرين لا يدونون فى إقراراتهم وجود مواد نباتية معهم . 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 .

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 .

إذا دخل الميكروب رغم كل الإحتياطات ، وصادف النبات الملائم والظروف البيئية المساعدة ، يحدث التكاثر والانتشار والإصابة . قد تمر سنة أو أكثر قبل أن نكتشف ظهوره ، تعرف تلك الفترة بفترة حضانة الوباء ، خلالها يتكاثر عددا ويزداد إنتشارا . لهذا وجب إستمرار التفتيش عن كل دخيل من الميكروبات وخاصة قريبا من حدود البلاد ، فإذا وجد ميكروب دخيل وجب على الإنسان أن يتدخل . فيقيم حاجزا يحيط بمنطقة دخوله وتواجهه ، ويعرف ذلك الحاجز بالحجر الزراعى الداخلى . أما الحجر الزراعى الذى يقام على حدود الدولة السياسية فيعرف بالحجر الزراعى الخارجى . 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 . 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 .

## 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 لبقاى 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 حيثما وجد قبل أن يستقل ضرره ويعم شرره . . . . 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 النقرح (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 قضاؤه 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 إيادته لبعض أفراد أصدقائه من النباتات . بدأت عمليات الإبادة بالجملة سنة ١٩١٥ . . . . لا للميكروبات المهاجمة فقط ، بل لأشجار الموالح المصابة والمشتبه فى إصابتها أيضا . . . . تقش مشائل 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 ٠٠٠ لا وجود لمحاياة أو مجاملة أو شفقة ٠٠٠ 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 ، وإنتهل للحرب 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 منتقلا بين نباتين أحدهما نبات شجيرى يكثر فى المناطق الباردة ويعرف بالباربرى والثانى هو نبات القمح ٠٠٠ على كلا النباتين يتكاثر ويتزايد ٠٠٠ على الباربرى يحدث التزاوج ٠٠٠ 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 سنت حكومتها سنة ١٩١٨ حملة إبادة ضد تلك النباتات فى جميع مناطق زراعة القمح الشمالية . نبات الباربرى أصلا نبات أوروبى أدخله المستعمرون معهم إلى أمريكا لزراعة كاسيجة حول منازلهم ، إلا أن الطيور الأمريكية إكتشفت فى ثماره غذاء جذابا ، تأكل لبها وتنتثر بذرها ، وحيثما وجدت البذور أرضا خصبة أنبتت وظهرت

الشجيرات ، 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 . لهذا وجب إعادة فحص المساحات التي يتم تطهيرها كل ٥-٨ سنوات . والإبادة لا تتجح بالحريق كما في أشجار الموالح ، ذلك أن بقاء أجزاء من جذور الباربرى فى الأرض كفيلا بإعادة نمو تلك النباتات . تقتل نباتات الباربرى بقطع أجزائها الهوائية ثم إضافة مبيد حشائش مثل 2,4-D إلى السطوح المقطوعة لقتل الأجزاء الأرضية من الشجيرات .

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 بأمرىكا بمعدل ٦٨% مقارنة بالإنتاج قبل عمليات إبادة نباتات الباربرى .

## الحرب الوقائية ضد الميكروبات

إذا إستقر الميكروب وتوطن ، كان من العسير التخلص منه بالإبادة ، وكان من العقل الرضا بالواقع المر في 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 معيشتنا معنا بحذر وفي أضيقت الحدود ، فإذا ما إستشعرنا منه ببادرة غدر أو توجسنا منه خيفة ، أعلننا حالة الطوارئ فنقيم ضده الإستحکامات ونجهز له كافة الإستعدادات ، حتى لا نؤخذ على حين غرة من أمرنا ، فإذا ظهرت بوادر خطره كنا له بالمرصاد . فالحرب الوقائية التي تسبق دخول الميكروب إلى النبات كثيرا ما تكون أنجح من الحرب الدفاعية ، بعد تغلغل الميكروب داخل النبات . وللحرب الوقائية وسائل مختلفة منها تلك الكيماويات التي تخشاها الميكروبات . فعند ظهور بوادر الخطر نبدأ في تغطية أجزاء النبات ، التي يفضلها الميكروب كمناطق لبدء غزوه ، بطبقة رقيقة من أحد الكيماويات القاتلة . فإذا وصلت جيوش الميكروب المهاجم ، تساقطت صرعى وهي لازالت على أبواب الغزو . والكيماويات المستخدمة في هذا المجال عديدة متنوعة ، ولإستخداماتها طرق شتى .

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

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

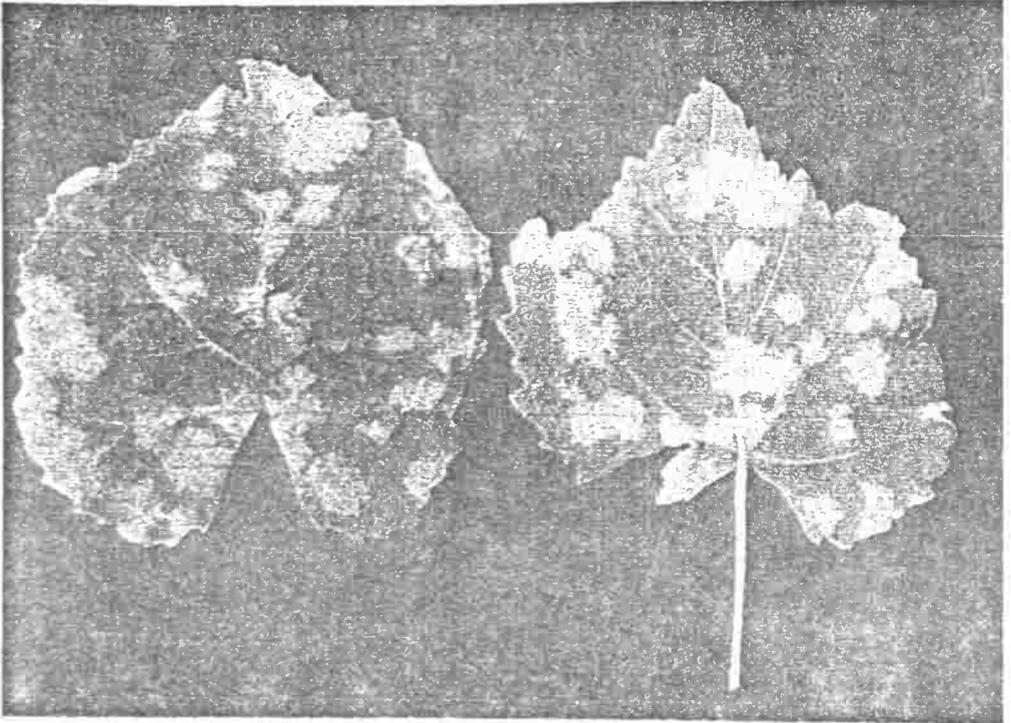
جدران المعابد والقبور • وفي عهد المفكر الصينى كونفيوشس Confucius قبل الميلاد بخمسة قرون إخترع الصينيون البارود بخلط الكبريت بمواد أخرى •

ظهرت أول محاولات إستخدام الكبريت ضد الميكروبات سنة ١٨٢١ قبل معرفة طبيعة الصراع الميكروبي 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 أثارها 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 لقيمتة 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 صحة 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 النواحي 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 مساء • يحدث هذا فى أنحاء مختلفة من العالم • لكن المهم أنه حدث بفرنسا فى بعض مناطق زراعة العنب • خطر بفكر بعض زراعتهم طريقة بسيطة يتخلصون بها من عبث الصغار بعنبرهم ، 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 ميلاردية Pierre Millardet ، أستاذ النباتات

ببوردو Bordeaux بجنوب غرب فرنسا يمر فى طريقه بزراعات العنب المرشوشة بالمخلوط الطارد للصغار ، وكان قوى الملاحظة ، فلاحظ أن النباتات المرشوشة بهذا الخليط أوراقها أزهى لونا من تلك النباتات التى لم ترش . وكان ميلارديه على علم بالميكروبات وما تفعله بالنباتات ، فلاحظ أن النباتات غير المرشوشة كانت فى حالة صراع مع الميكروب الفطرى المسبب لمرض البياض الزغبي (شكل ٥) ، وكان شحوب لون أوراق وثمار العنب غير المرشوشة وتقع بعض أجزائها ما هى إلا بصمات جيوش الميكروب وأثار 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 الزغبي (يمين) سطح سفلى ، (يسار) سطح علوى .

كعالم لم يكنفى ميلارديه بالأمر كملاحظة عابرة ، بل وقف عندها وتأنى ، وفكر فيها وتقصى ، ثم تابع الفكر بالدراسة ، وابتقل فى دراسته من المزارع إلى المعامل ثم إختبر نتائجه ثانية فى المزارع ، وشاركه فى تلك الدراسة زميل له اسمه جايون Gayon . مرت خمسة سنوات فى الدراسة والأبحاث ، وفى سنة ١٨٨٧ توصل الباحثان إلى التركيبية الشهيرة الواقية ضد ميكروبات البياض الزغبي والتي نسب إسمها إلى البلدة التي أوحى بها ، وتعرف تلك التركيبية بمخلوط بوردو ، ولتحضير المخلوط إقترحا أن يطفىء الجير الحى بإضافته إلى الماء ، ثم تذاب كبريتات النحاس فى باقى الماء ، ثم يضاف الجير المطفىء إلى محلول كبريتات النحاس ويذاب الخليط جيدا . ولرش النباتات إقترحا أن ينقل المزيج جزءا جزءا إلى جردل يحمله عامل الرش بيده اليسرى ، ويمسك بيده اليمنى مكنسة صغيرة يغمرها جزئيا فى المخلوط ثم يهزها على النباتات على أن يراعى عدم رش الثمار .

استمر إستخدام مخلوط بوردو حتى وقتنا الحالى إلا أن نسب الخلط تختلف من نبات إلى آخر ومن وقت إلى آخر وأفضل النسب حاليا هي :

١ كبريتات نحاس : ١ جير حى : ١٠٠ ماء

يرش مخلوط بوردو على النباتات فيكسو أسطحها بطبقة واقية رقيقة ، فإذا ما وصلت جيوش الميكروب المهاجم كان عليها أن تخترق تلك الطبقة الكيميائية حتى يمكنها الوصول إلى جدر النبات الخارجية ، فمرور الميكروب خلال تلك الطبقة إن هي إلا عملية إنتحارية ، اللهم إلا إذا وجدت الميكروبات ثغرة خالية من مزيج الرش . لهذا كانت كفاءة عملية الرش مهمة فى نجاح المكافحة ، فترك فراغات خالية من المزيج قد تكون منفذا للميكروب يمر خلالها إلى النبات .

يتسم العصر الحديث بالسرعة ، فى الأسفار إستخدمت الطائرات النفاثة وخارقات الحاجز الصوتى ، وفى أعمال المنزل ظهر فرن الميكروويف الذى يطهى الطعام فى بضع دقائق ، كما ظهرت بالأسواق الوجبات الجاهزة التى تؤكل مباشرة أو بعد تسخين ، وفى الغسيل حلت الغسالة الكهربائية محل الغسالة الآدمية ، وفى الطب قل إستخدام الأدوية التركيبية وأصبحت الأدوية تباع جاهزة للإستعمال .

كطبيعة العصر إنتقلت عدوى السرعة إلى الطب النباتى فأصبح من العسير على الشخص الذى يعمل مسرعا وابتقل فى هرولة ويحضر طعامه فى عجلة ، حتى فى إجازته ، قد يقضيها مسافرا بالطائرات من بلد إلى آخر . كيف لمثل هذا

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 .

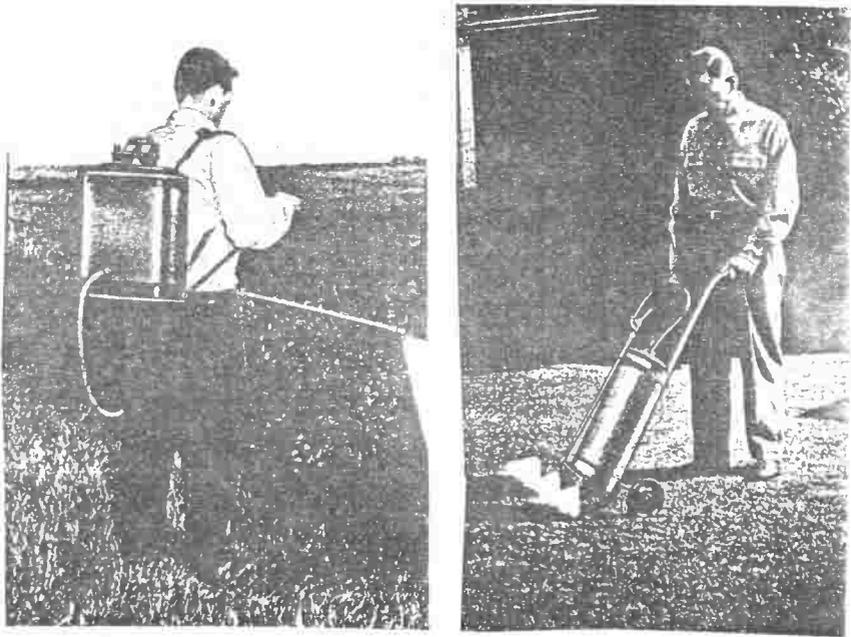
حديثا ظهرت كثير من المركبات العضوية التى إستخدمت بتوسع لمحاربة الميكروبات المختلفة المهاجمة للنباتات ، كما ظهر من المبيدات أنواع تعرف بالمبيدات الجهازية ، وهى مبيدات تمتصها أنسجة النبات وتنتشر فيها وتقضى على الميكروبات المهاجمة أينما وجدت ، من تلك المركبات المعروفة تجاريا باسم بنليت وفيتافاكس .



شكل ٢٨ : آلة تعفير يدوية

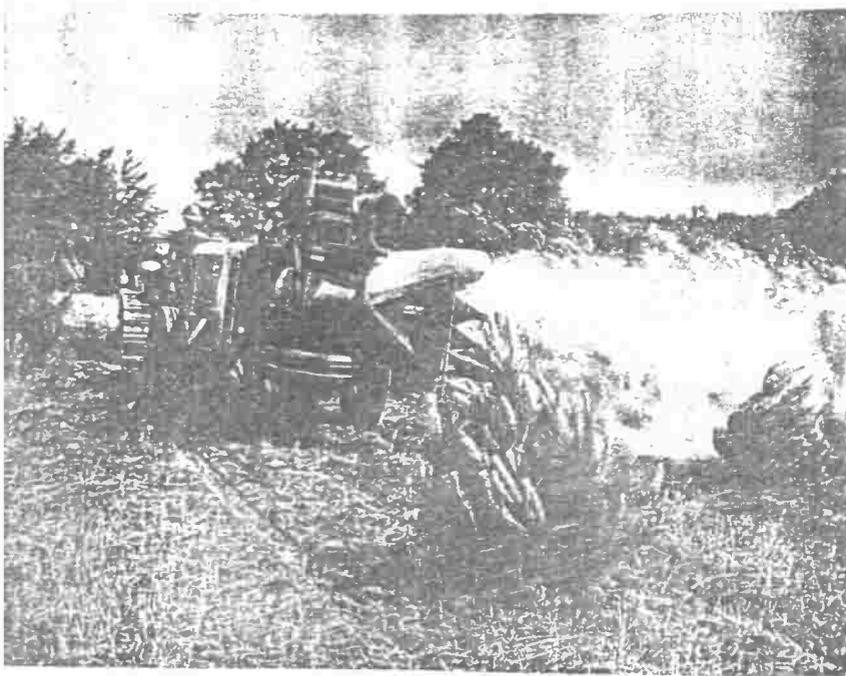
إتضح بعد سنين طويلة من إستخدام المبيدات المختلفة فى مكافحة الأمراض النباتية أن الكثير منها غير آمن على صحة الإنسان ، ضار بها . إكتشفها الإنسان لحماية النبات ضد الميكروبات فكانت ضارة بالإنسان كما هى ضارة بالميكروبات ، قد تظهر آثار أضرارها على الإنسان سريعا محدثه تسمم أو قد تظهر بعد فترة فى صورة إلتهاب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

لإستخدام الكيماويات فى الصراع بين الميكروبات والنباتات وسائل متعددة وأجهزة كثيرة ، بدأت بمقشة ميلارديه فى نثر مخلوط بوردو سنة ١٨٨٧ .



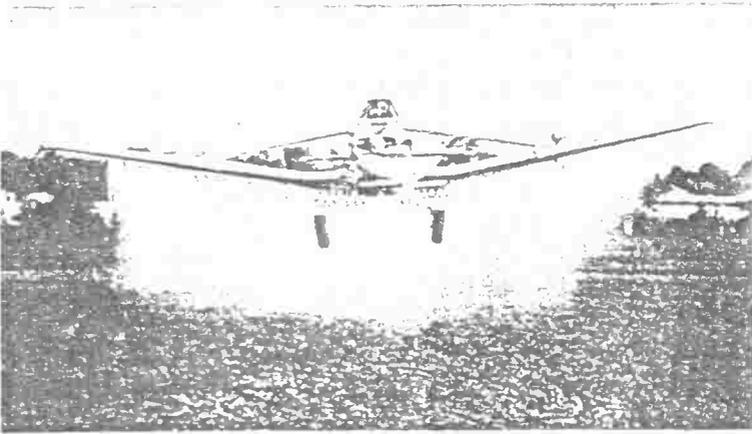
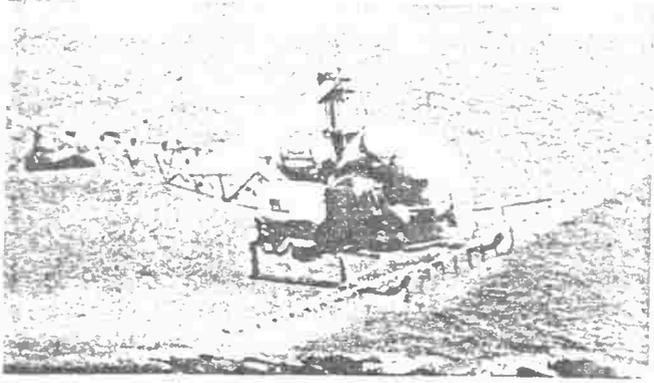
شكل ٢٩ : آلة رش يدوية (يمين) وأخرى ظهرية (يسار)

وبمرور الزمن ومع التقدم التكنولوجي 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 مواتير قوية لاستعماله فى مساحات شاسعة وعلى نباتات مرتفعة (شكل ٣٠) . فى الزراعات التى تتم على مساحات شاسعة وجد أنه من الأوفر والأدق استخدام الطائرات بنوعها 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 ، هل تكلفة تلك الحرب الوقائية الكيماوية وذلك الجهد الكبير الذى يبذل فيها يوازى الفائدة الناتجة 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 تلاما كبيرا لدرجة يستحيل معها زراعة بعض المحاصيل زراعة مربحة دون حماية كيميائية ، من تلك ، المناطق الواقعة شرق نهر المسيسبى حيث يستحيل نمو أشجار التفاح والعنب والكريز ومحاصيل البطاطس إلا مع الحماية الكيميائية . وقد تكلف الإنسان فى سبيل الحفاظ على تلك الزراعات ، والتي قدرت قيمتها فى منتصف القرن الحالى بـ ٣٠٠ مليون دولار ، مبلغ ٢٠ مليون دولار مبيدات بالإضافة إلى ٣٠٠ مليون دولار أجهزة وأيدى عاملة سنويا . أى أنه أمكن للإنسان أن ينقذ بليوناً من الدولارات بإنفاقه ٥٠ مليوناً فقط فى حربه الكيميائية ضد الآفات.

إذا كان الجانب الإقتصادى للمكافحة الكيميائية للآفات مشرقاً ، فإن الجانب الصحى لتلك الوسيلة فى المكافحة مظلماً . ويمكن تشبيه حربنا الكيميائية ضد الميكروبات المهاجمة للنباتات بحروب الغازات السامة والتي حرمت دولياً لخطورتها على المحارب وغير المحارب ٠٠٠ ضررها عام لا يميز جندي عن منى ، كذلك المكافحة الكيميائية أخطارها ليست قاصرة على العدو الميكروبي ولكنها تتعداه إلى الإنسان ، سواء كان قائماً بأعمال المكافحة ، أو تصانف وجوده قريباً من ساحة العمليات ، أو كان بعيداً ولكنه أحد مستهلكى المحصول السابق معاملته بأحد المبيدات السامة .

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

---

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