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

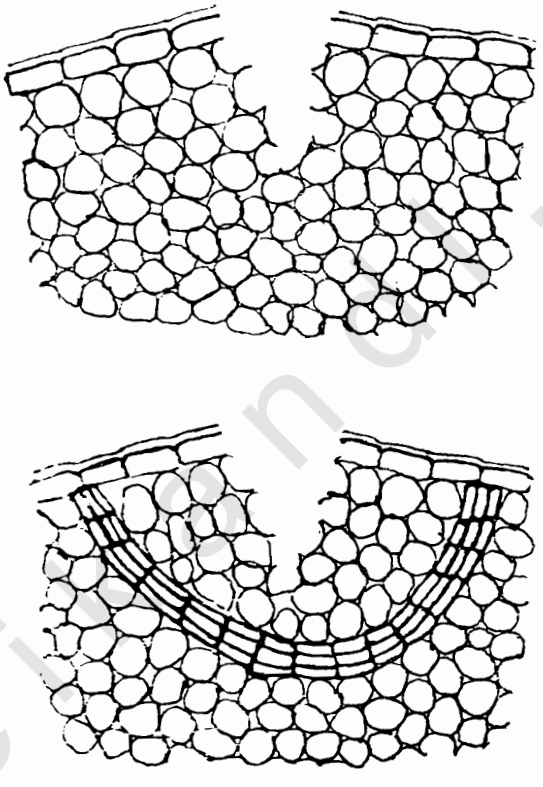
أطـراف النمـو الميكروبى المتجـه ناحيـة تلك الفتحـات فيغلقها مانعا إياها من الدخول ، فهو كالضيف الثقيل توصد أمامه الأبواب ٠

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

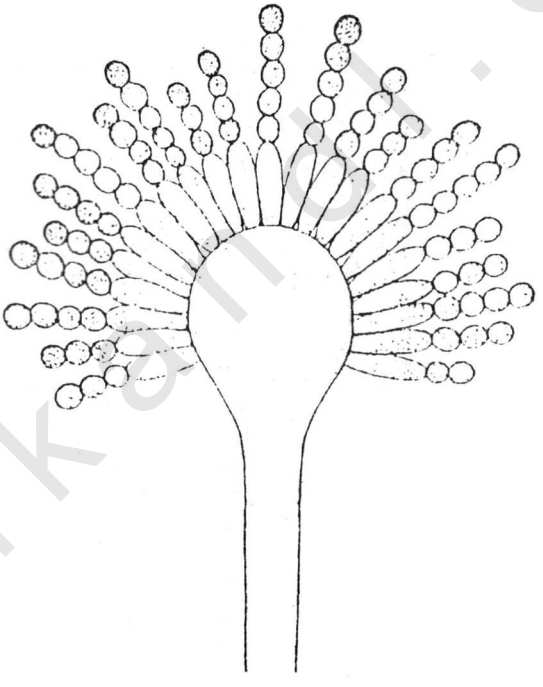
فى مجال زيادة الإنتاج الرأسى ، درست النباتات الإقتصادية المنزرعة دراسة وافية للتعرف على معوقات إنتاجها ٠ وهنا ظهرت أمام العلماء العلاقة بين الميكروبات والنباتات ، وأثر تلك العلاقة على النقص الشديد فى إنتاج تلك النباتات٠ فقد ثبت أن هجوم الميكروب المسبب لصدأ الساق الأسود فى القمح (شكل ١٠) ، يتسبب فى نقص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

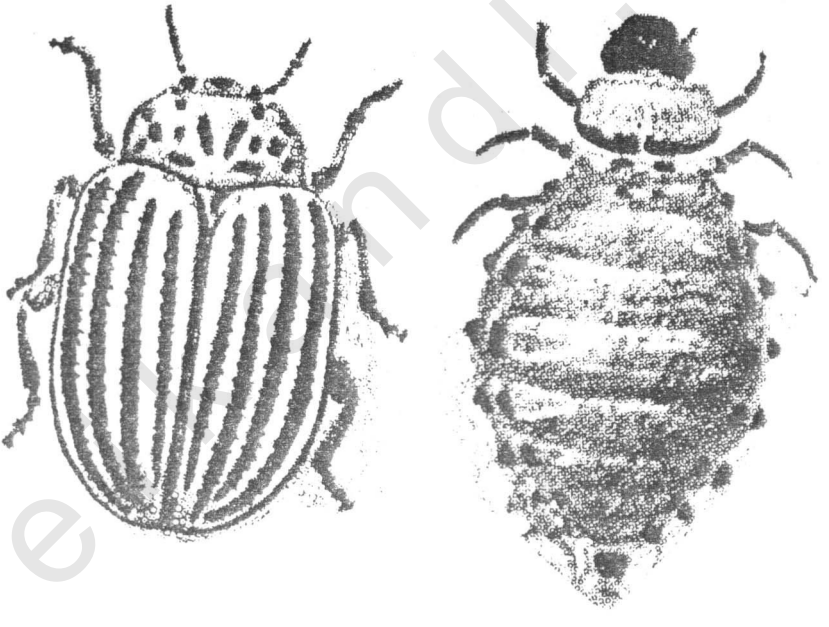
فى الأزمنة القديمة عندما كانت الحياة على طبيعتها رتيبة متوازنة ، وكانت وسائل النقل والمواصلات محدودة وبطيئة ، كانت النباتات والميكروبات تعيش فى حالة توازن طبيعى ، فأنواع النباتات وأفرادها تكاد تكون ثابتة موسم بعد آخر ، وأنواع الميكروبات وأعدادها تكاد تكون ثابتة كذلك ... النباتات قد إعتادت على ميكروبات 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

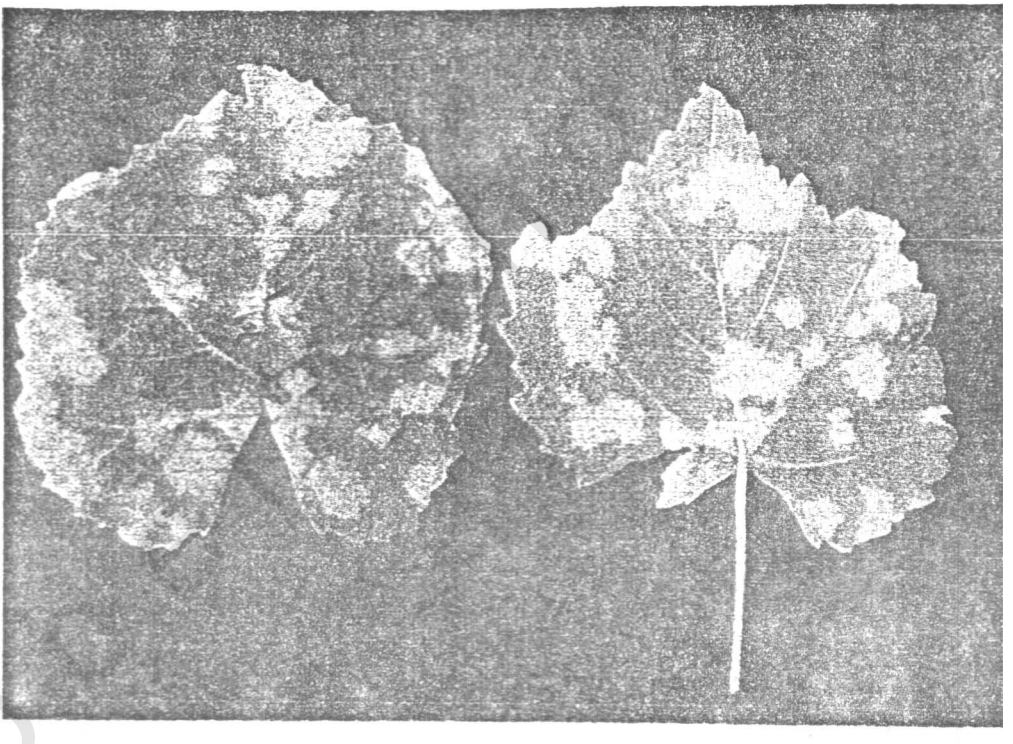
جدران المعابد والقبور • وفى عهد المفكر الصينى كونفيوشس Confucius قبل الميلاد بخمسة قرون إخترع الصينيون البارود بخلط الكبريت بمواد أخرى •

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

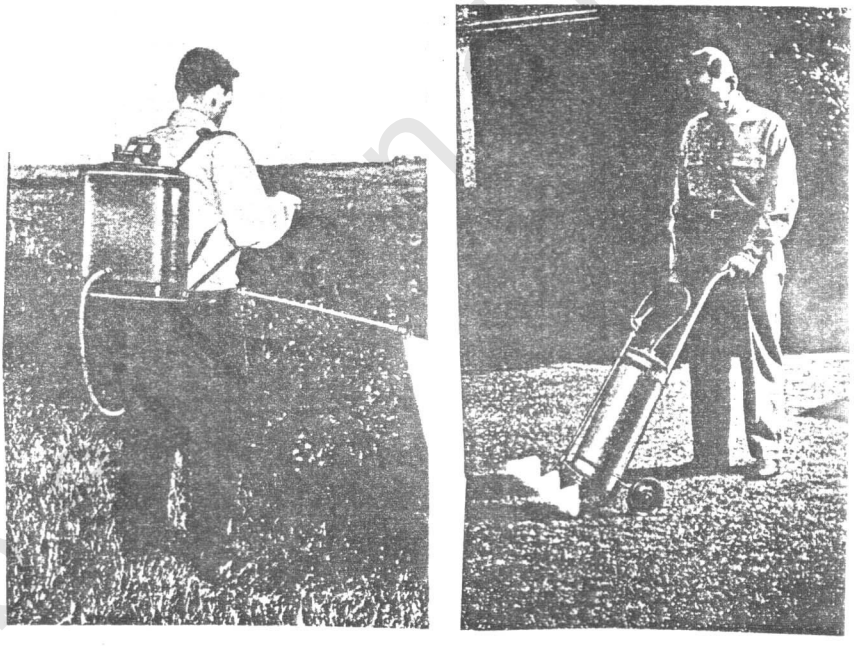
الشخص أن يقضى الساعات فى تحضير تركيبة مثل مزيج الجير والكبريت أو مخلوط بوردو ، ويسبق ذلك وقتا أطول فى إستحضار الخامات الأصلية وتجهيز الأدوات اللازمة لتلك العملية • لهذا فكر العلماء فى إنتاج كيماويات واقية تستعمل مباشرة أو بعد تخفيفها ، وفعلا ظهرت فى الأسواق العديد من تلك المبيدات التى إستعملت بنجاح فى 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

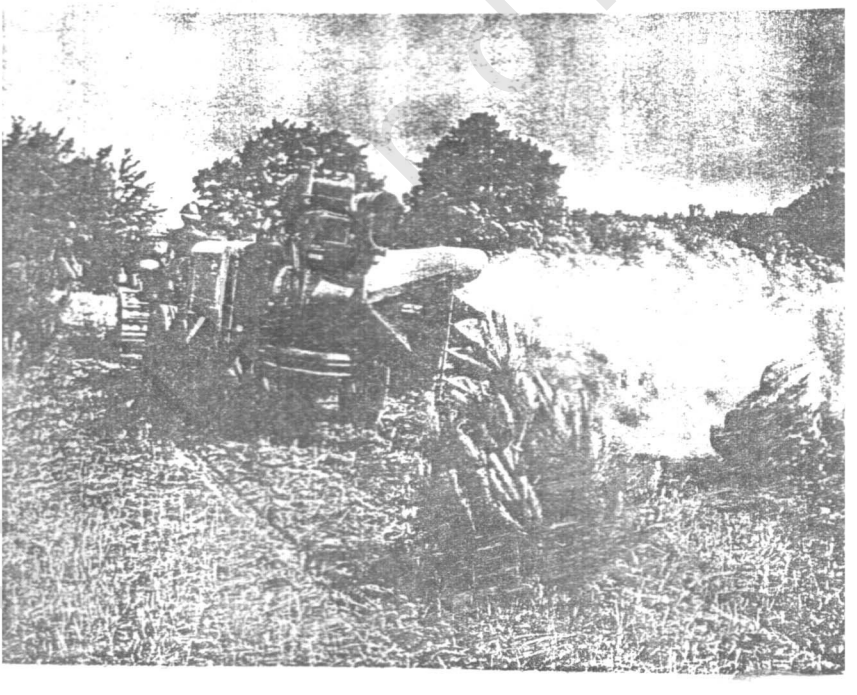
إتضح بعد سنين طويلة من إستخدام المبيدات المختلفة فى مكافحة الأمـــراض النباتية أن الكثير منها غير آمن على صحة الإنسان ، ضار بها ٠ إكتشفها الإنســان لحماية النبات ضد الميكروبات فكانت ضارة بالإنسان كما هى ضارة بالميكروبات ، قد تظهر آثار أضرارها على الإنسان سريعا محدثه تسمم أو قد تظهر بعد فترة فــى صورة 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



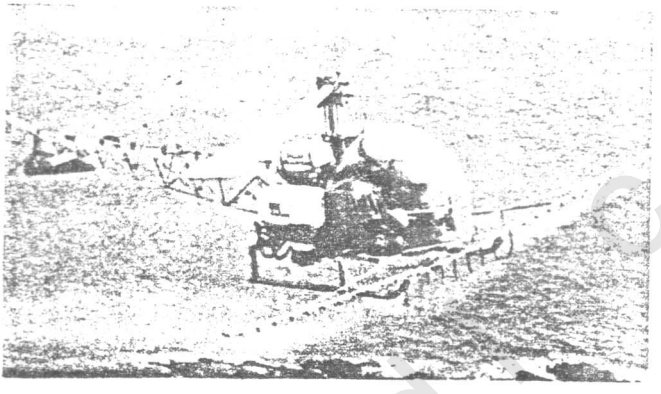
شكل ٢٩ : آلة رش يدوية (يمين) وأخرى ظهرية (يسار)

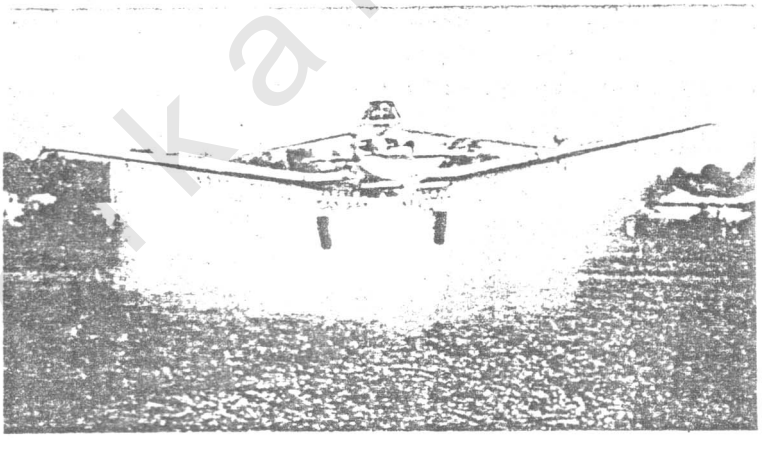
وبمرور الزمن ومع التقدم التكنولوجى صارت تلك المقشة فى حكم التاريخ ، وتطورت إلى أجهزة وآلات يدوية وميكانيكية ، تتفاوت كثيرا فى الشكل والسعة والإمكانيات وطرق التشغيل • ووصلت فى الكفاءة درجة كبيرة بحيث أمكن توزيع كميات بسيطة من المبيد توزيعا منتظما على نباتات تشغل مساحات شاسعة ، فتخرج المادة بفعل ضغوط شديدة 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