مكافحة الأمراض النباتية

مكافحة الأمراض النباتية

دكتـور
حسين العروسى

دكتـور
سمير ميخائيل

دكتـور
محمد على عبد الرحيم

٢٠٠٣

الناشر
مكتبة المعارف الحديثة
٢٣ ش تاج الرؤساء - سابا باشا
الإسكندرية
تليفون : ٥٨٢٦٩٠٢

رقم الإيداع / ١٩٥١ / ٢٠٠٢
الترقيم الدولي I.S.B.N.
977 - 5167 - 87 - 5

الباب السابع
المكافحة الحيوية

يترتب على التوسيع فى استخدام المبيدات الكيميائية فى مكافحة الآفات الزراعية حدوث أخطار مباشرة أو غير مباشرة على مختلف الكائنات الحية ومنها الإنسان مما يعرف بالتلوث البيئى ، بالإضافة إلى زيادة فى تكاليف الإنتاج ، كما قد تكون المبيدات حافزا على ظهور سلالات جديدة من الطفيليات الممرضة تمتاز بتحملها للفعل الضار للمبيدات المستخدمة فى مكافحتها . لهذا كانت الدعوة لتحديد إستخدام المبيدات وإستخدام وسائل أخرى فى مكافحة الآفات ومنها المكافحة الحيوية .

تعتمد المكافحة الحيوية على قيام بعض الأحياء الدقيقة بفعل مضاد أو ضار لنمو بعض الطفيليات الممرضة للنباتات وخاصة تلك التى تعيش فى التربة ، والتى يمكنها تحقيق قدر من المقاومة الطبيعية الفعالة بطريقة أيسر وبتكلفة أقل ، والأهم أنها طريقة غير ملوثة للبيئة .

كان ديبارى DeBary سنة 1879 ثم مارشال وورد Marshall Ward أوائل من لفتوا الأنظار إلى ظاهرة التضاد antagonism بين الكائنات الحية ، أى التأثير الضار الذى يحدثه كائن حى على كائن حى آخر يعيش معه فى نفس البيئة . وفى عام 1917 قام واكسمان بعمل دراسات مستفيضة أوضح فيها أن التربة يقطنها عدد كبير جدا من الكائنات الحية تعيش معا فى حالة توازن طبيعى ، ولكن إذا ما إختل هذا التوازن فقد يؤثر ذلك على نمو ونشاط وبقاء بعض الكائنات ، وبذلك تتغير نسب العشائر إلى بعضها .

إقترح جاريت Garrett سنة 1944 تقسيم كائنات التربة إلى مجموعتين :

1 - كائنات متوطنة Soil inhabitants : وهى الكائنات الموجودة أصلا بالتربة ، تعيش وتنمو وتتكاثر بها ، وهى كائنات رمية غالبا وقد تكون متطفلة إختيارا .

2 - كائنات غازية Soil invaders : وهى كائنات دخيلة على التربة ، لم تكن موجودة أصلا بتلك التربة ولكنها وصلت إليها بطريقة أو بأخرى ، وقد تستقر فيها للتغيرات التى تحدثها العمليات الزراعية . وقد إعتبر جاريت الكائنات الممرضة للنبات ضمن الكائنات الغازية . قد تنمو وتتكاثر الكائنات الغازية بالتربة ، وقد تسكن لحين تواجد العائل المناسب لتهاجمه .

قد يؤدى التنافس على البقاء بين الكائنات الغازية والكائنات المتوطنة بالتربة إلى هلاك بعض أنواع الكائنات الغازية نتيجة لضعف قدرة الكائنات الغازية على التنافس فى البيئة الجديدة. وقد يؤدى التنافس إلى إضعاف نمو الكائنات الغازية وضعف قدرتها على التنافس مع الكائنات المتوطنة وذلك لضعف قدرتها على التأقلم فى وسط النمو الجديد عليها. وقد تهاجم بعض كائنات التربة كائنات أخرى سواء عن طريق إفرازات مضرة بالكائنات الأخرى أو بالتطفل عليها أو بالإفتراس وبذلك قد تنقرض بعض كائنات التربة. تختلف الكائنات الغازية فى مدى قدرتها على البقاء فى البيئة الجديدة.

ويمكن القول بأن اكتشاف ظاهرة التضاد بين الكائنات الدقيقة فى التربة هى التى دفعت إلى التفكير فى إتباع طرق المقاومة الحيوية لمكافحة مسببات أمراض النباتات. وقد أمكن الوصول إلى المكافحة الحيوية بإحداث تغيرات خاصة فى ظروف التربة لتصبح أكثر ملاءمة لنمو وتكاثر الكائنات المتوطنة بالتربة وذات التأثير المضاد على الكائنات المرضية المطلوب مكافحتها ، وفى نفس الوقت تكون تلك التغييرات فى ظروف التربة أقل ملاءمة لنمو الكائنات المرضية. والطريقة الأخرى فى الوصول إلى المكافحة الحيوية تعتمد على إدخال كائنات غازية إلى التربة ، يكون لنموها أثر مضاد على الكائن المسبب للمرض.

1-7 التطفل بين الكائنات الدقيقة للتربة

بعض الكائنات الدقيقة تتطفل على كائنات أخرى تسبب أمراضاً للنباتات وتعرف هذه الحالة بالتطفل المزدوج hyperparasitism ، لأن الكائنين الدقيقين متطفلان ، أحدهما يتطفل على النبات والطفيل الثانى متطفل على الطفيل الأول. فى حالة كون الطفيل الثانى فطرى يطلق عليه المصطلح تطفل فطرى mycoparasitism. يمكن تقسيم الطفيليات المتطفلة على كائنات دقيقة تبعاً لطريقة تطفلها وتأثيرها على العائل إلى الأقسام التالية :

1 - طفيليات تنجذب نحو عائلها ، كما فى حالة الفطر ريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* الذى ينجذب نحو هيفات الفطر العائل ويلتف حوله. وقد أمكن إثبات أن الفطر المتطفل يمكنه الإلتفاف حول شعيرات القطن وأيضاً حول قضبان زجاجية دقيقة ولكن كثافة الإلتفاف تزيد فى حالة الهيفات العائلة عنها فى حالة شعيرات القطن والقضبان الزجاجية.

2 - طفيليات ترسل مماصات داخل خلايا العائل أو تنمو هيفاتها داخل عائلها ، وقد يذيب الطفيل جدر خلايا العائل عند ملاصقته له ، وذلك كما فى حالة تطفل الفطر بنسيليوم فرميكيولاتم *Penicillium vermiculatum* على الفطر ريزوكتونيا سولانى ، ويتم التطفل فى هذه الحالة إما بتكوين مماصات تخترق العائل أو بإلتصاق هيفات الطفيل مع هيفات العائل

وإذابة الجدار الفاصل ، وقد يحدث إلتفاف لهيفات الطفيل حول هيفات العائل مع إذابة جدر العائل فى بعض مناطق الالتصاق ، وقد يتسبب ذلك فى موت العائل ، وذلك كما فى حالة الفطر تريكودرما هارزيانم *Trichoderma harzianum* الذى يلتف حول هيفات الفطر ريزوكتونيا سولانى ويخترق جدرها (شكل 7-1).

كذلك فإن الفطر ديديميللا إكسيتاليس *Didymella exitalis* يرسل مماصات تخترق جدر عائله الفطر أفيوبولس جراميئيس *Ophiobolus graminis* ، وقد يحلل الطفيل جدر العائل الملاصقة بإفرازه لأنزيم الشيتناز chitinase ، وقد يتسبب ذلك فى تحلل بروتوبلازم العائل وموته.

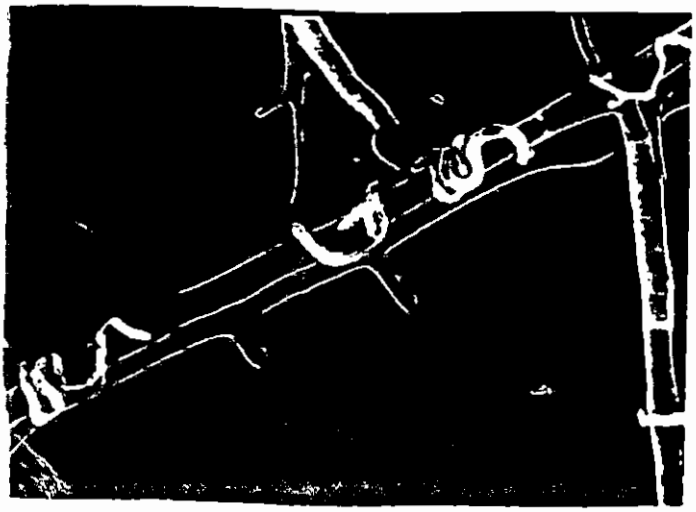
3- طفيليات تكون خلايا صغيرة متخصصة تلتصق بالعائل فقط دون أن تخترقه وتعرف بالخلايا المنظمة buffer cells ، يعتقد أن تلك الخلايا المنظمة تعمل على إقامة علاقة بيولوجية متوازنة بين كل من الطفيل وعائله. من ذلك الفطر كلاكريسبوريم بارازيتيكم *Clacrisporium parasiticum* الذى يلتصق بعوائله الفطرية مكونا الخلايا المنظمة فى أماكن محددة ويكون مع الفطريات العائلة علاقات غذائية متوازنة دون أن يظهر على الفطريات العائلة أضرار واضحة ، غير تأثير الطفيل فى الحد من نمو عائله.

تتأثر عمليات التطفل بين الكائنات الدقيقة بعوامل مختلفة ، بعضها يتعلق بالعائل والبعض يتعلق بالظروف البيئية المحيطة.

7-1-1 العوامل الخاصة بالعائل

1 - عمر العائل : بعض حالات التطفل لا تتم إلا فى أعمار معينة من النمو الهيفى للعائل وذلك كما فى الفطر ريزوكتونيا سولانى الذى يفضل الهيفات الحديثة التكوين لفطريات عوائله عن الهيفات الكاملة التكوين. بعض الباحثين لم يجدوا أفضلية للعمر فى حالة التطفل المتوازن.

2 - طور النمو الفطرى للعائل : بعض الفطريات تهاجم النموات الجرثومية للفطريات العائلة دون أن تصاب هيفات الفطر العائل ، من ذلك الفطر ميروثيسيم فيريكاريا *Myrothecium verrucaria* الذى يتطفل على الحوامل الكونيدية الحديثة التكوين وكذلك على الجراثيم الكونيدية للفطر هلمنثوسبوريم ساتيفم *Helminthosporium sativum* ، وكذلك الفطر ابيكوكم بيربيوراسنس *Epicoccum purpura. cens* الذى يهاجم الجراثيم الكونيدية والأجسام الحجرية للفطر سكليروشيم ترايفوليورم *Sclerotium trifoliorum* ، بينما يتطفل الفطر كونيوثيريم مينيتانس *Coniothyrium minitans* على الأجسام الحجرية فقط.



شكل 7-1 تطفل الفطر *T harzianum* على الفطر *R solani* (شكل علوى)
واحد اق الطفيل لهيفات العائل (شكل سفلى)

3 - **تكوين حواجز تمنع تقدم الطفيل** : بعض الفطريات الزيجوية تكون حواجز عرضية أمام الطفيل ريزوكتونيا سولانى كلما استمر تطفله واختراقه لهيفات العائل ، كما يمنع الفطر ميوكر ركرفوس *Mucor recurvus* دخول الفطر ريزوكتونيا سولانى بتكوين درع واق يوقف به فعل الطفيل.

2-1-7 العوامل الخارجية

1 - **الاحتياجات الغذائية** : تعتبر الاحتياجات الغذائية للعائل من أهم العوامل المؤدية لحدوث التطفل ، ويرجع ذلك إلى تأثر العائل من حيث قابليته للإصابة أو مقاومتها له إلى حد كبير بكمية ونوع الغذاء المتوفر له. كمية ونوع الغذاء الكربوايدراتى كانت ذات أثر واضح على تطفل الفطر بنسيليوم فرميكيولاتم على الفطر ريزوكتونيا سولانى ، فقد كان التطفل واضحا عند نمو العائل على بيئة آجار البطاطس والجلوكوز المحتوية على 20 جم جلوكوز / لتر ، ولم يكن التطفل واضحا عند نقص الجلوكوز بالبيئة إلى 10 جم / لتر. بالنسبة لنوع المواد الغذائية فقد وجد أن الفطر ميوكر ريكيرفس *Mucor recurvus* يهاجم بشدة بالفطر ريزوكتونيا سولانى عند نمو العائل على بيئة آجار محتوية على أزوت غير عضوى مع سكر سداسى ، كما يصاب بشد أيضا فى حالة استبدال السكر السداسى فى البيئة السابقة بدقيق الذرة أو الشوفان أو الأرز ، ولكن تقل الإصابة كثيرا إذا كان المصدر الكربوايدراتى فى البيئة سكرا خماسيا أو سليبيوز أو بسلة أو جنين قمح.

2 - **الحرارة** : تقع الحرارة المثلى لحدوث معظم حالات تطفل الفطريات على بعضها ما بين 25 إلى 30 °م ، فقد وجد مثلا أن الفطر ريزوكتونيا سولانى يتطفل بشدة على عوائله على حرارة 28 °م ، ويقل التطفل على 18 °م.

3 - **الضوء** : فى تجارب معملية اتضحت أهمية الضوء فى بعض حالات التطفل ، حيث وجد أن تطفل الفطر ريزوكتونيا سولانى على عوائله المختلفة لم يتأثر فى الضوء الطبيعى ، فى حين أنه قل فى الضوء الصناعى وعند زيادة شدة الإضاءة.

4 - **حموضة البيئة** : فى بعض الحالات وجد تأثير لحموضة وسط النمو على حدوث التطفل ، فالفطر ريزوكتونيا سولانى يتطفل بشدة على كل من الفطرين بيثيوم ديباريانم *Pythium debaryanum* وبيثيم بتلير ى *P. butleri* عند نمو العائل على بيئة درجة حموضتها 5.5 إلى 7.5 كذلك فإن تطفل الفطر تريكودرما *Trichoderma* على الفطر

أرميللاريا ميللى *Armellaria mellea* تقل عندما تكون حموضة البيئة التى ينمو عليها العائل أقل من 5.1 ٠

5 - وجود كائنات أخرى بالبيئة : تتأثر عملية التطفل بين الكائنات الدقيقة ، فى بعض الحالات ، بوجود كائنات دقيقة أخرى ، ويرجع ذلك إلى أن هذه الكائنات التى ليس لها علاقة بعملية التطفل تؤثر بطريقة غير مباشرة على الطفيليات وعوائلها بإفرازها لبعض المواد التى قد تكون ذات تأثير سيئ على الطفيل مما يعيقه عن القيام بعملية التطفل٠

الكائنات الدقيقة المتطفلة قد تكون مختصة بالتطفل على كائن دقيق من نوع واحد فقط وقد تكون واسعة التطفل فتصيب عدة أنواع من الكائنات الدقيقة٠

2-7 الكائنات المتطفلة على النيماتودا

عرفت الفطريات كطفيليات على النيماتودا منذ عام 1933 عندما وصف شيرباكوف Sherbakoff الفطر أنيولوسبوريم نيماتوجينم *Annulosporium nematogenum* الذى يكون جراثيم كونيدية حلقية الشكل ، تنبت عند دخول النيماتودا خلالها ، مكونة ميسيليوم يخترق الديان ويقضى عليها٠ تمثل الفطريات المتطفلة على النيماتودا مجموعة من الفطريات تشترك معا فى مهاجمة وأسر وقتل النيماتودا والحصول على غذائها منها٠ من هذه المجموعة الفطر كاتيناريا أنجويلليلا *Catenaria anguillulae* الذى أختبر على أنواع عديدة من النيماتودا فى حالات حيوية مختلفة ، فأضيفت مزارع الفطر إلى نيماتودا مقتولة بالماء الساخن على 60 ° م والأخرى مستضعفة بالحرارة والثالثة غير معاملة ، فوجد أن كل النيماتودا المقتولة بالحرارة هوجمت بالفطر المتطفل ، والقليل جدا من تلك النيماتودا غير المعاملة هوجمت بالفطر ، أما النيماتودا المستضعفة بالحرارة فقد هوجمت بالفطر أكثر من غير المعاملة٠

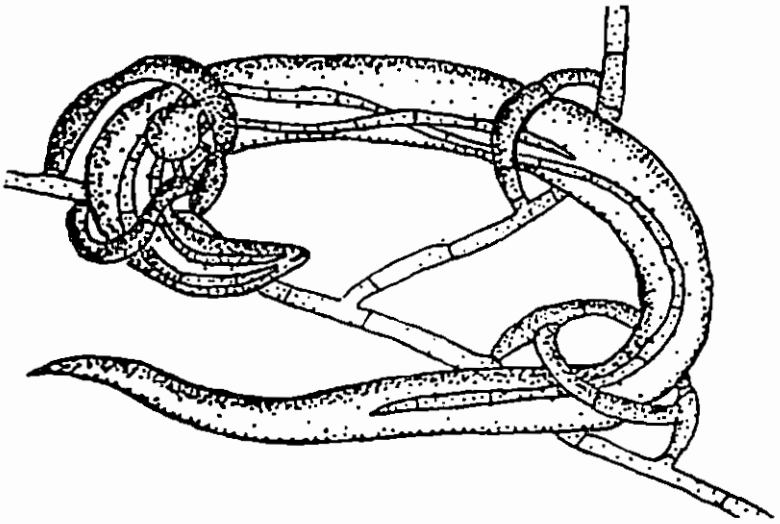
يكثر تواجد الفطريات التى تهاجم وتتغذى على النيماتودا ، وخاصة فى الجزء العلوى منها ، حيث تكثر المواد العضوية المتحللة٠ ولقد عرف أكثر من خمسين نوعا من تلك الفطريات ، إلا أن أكثرها أهمية يتبع الفطريات الناقصة تحت رتبة المونيليات Moniliales وهى من الأجناس أرثروبوتريس *Arthrobotrys* وداكتيللا *Dactylella* ٠

يمكن تقسيم الفطريات المتطفلة على النيماتودا إلى مجموعتين كالآتى :

1 - المجموعة الأولى من هذه الفطريات تكون جراثيم لزجة تلتصق بجلد النيماتودا ، ثم تنبت تلك الجراثيم وترسل غزلها الفطرى داخل جسم الديدان ، وعند تمام نضج الفطر داخل النيماتودا فإنه ينمو خارج الديدان مكونا النموات الجرثومية . من أمثلة فطريات هذه المجموعة الفطر نيماتوكتانس *Nematoctanus* sp. والفطر هاربوسبوريم *Harposporium* sp. ويمتاز الفطر هاربوسبوريم بتكوينه لجراثيم منجلية الشكل ذات أطراف مدببة تدخل فى تجويف المرىء ، عقب إبتلاعها ، ثم تنبت الجراثيم معطية أنابيب إنبات تخترق تجويف الجسم ، وخلال فترة وجيزة تمتلئ أجسام الديدان المصابة بهيفات الفطر .

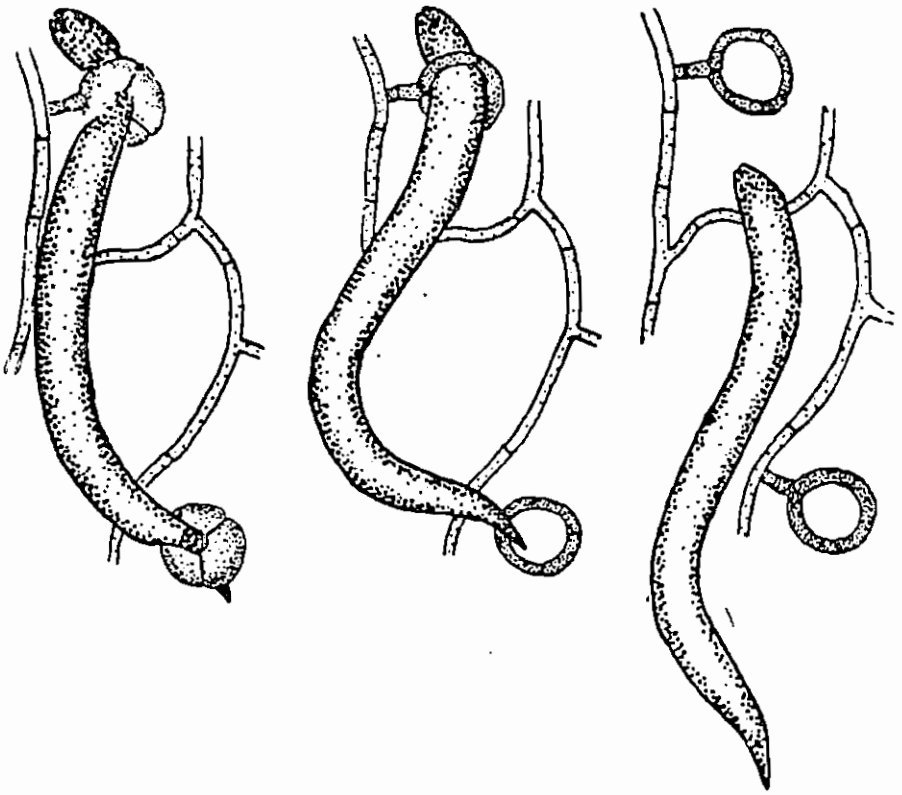
2 - المجموعة الثانية من هذه الفطريات تنصب شباكها لصيد النيماتودا ، ويتم ذلك بأحد طريقتين .

فى الطريقة الأولى ، والتى تشمل الفطر أرثروبوتريس أليجوسبورا *Orthorobotrys oligospora* ، يكون الفطر هيفات لزجة الملمس مغزولة كالشبكة وبها عقد loops يقع فيها الصيد من النيماتودا التى تحاول جاهدة الخروج من الفخ ، ولكن سرعان ما يكون الفطر نموات هيفية جانبية قصيرة تلتف حول تلك الديدان وتلتحم مع الهيفات الأصلية مكونة شبكة حول الفريسة ، وأثناء ذلك تشل الفريسة بفعل المواد السامة الموجودة فى الإفرازات اللزجة لهيفات الفطر . خلال ساعات قليلة يكون الفطر الصائد قد بدأ فى إختراق فريسته ، ثم ينمو داخلها ويمتص محتوياتها (شكل 7-2) . ومن هذه الفطريات ما يكون غزلاً فطرياً لزجاً سلمى الشكل مثل الفطر داكتيللا جفيروباجا *Dactylella gephyropaga* .



شكل 7-2 . فطر ارثروبوتريس يتطفل على أحد الديدان النيماتودية

فى الطريقة الثانية والتى تشمل الفطر داكتيلا لبتوسبورا *D. leptospora* تكون الفطريات مصايد حلقية ، تتكون كل حلقة من خليتين أو ثلاثة تحمل فى نهاية هيفات تنمو عموديا على النمو الهيفى للفطر . تدخل النيماتودا هده الحلقات أثناء شق طريقها فى التربة ، وبمجرد ملامسة جسم الدودة لخلايا الحلقة تنتفخ خلايا الحلقة سريعا إلى حوالى ثلاثة أميال حجمها العادى ، وبذلك يضيق الخناق على الفريسة بطريقة يستحيل منها على الفريسة الإفلات من الحلقة ، تخترق مماصات من خلايا الحلقة إلى جسم الدودة وتقتلها وتتغذى عليها (شكل 7-3).



شكل 7-3 : خطوات تطفل فطر داكتيلا على أحد الديدان النيماتودية

كثيرا من الفطريات الصائدة للنيماتودا لا تكون أعضاء للصيد على البيئات الصناعية ، ولكن أمكن دفع الفطر أرثروبوتريس كونيدس *A. conoides* على تكوين أعضاء صيد فى البيئات الصناعية بإضافة مادة تسمى نيمين nemin• وقد أوضحت الدراسات التى تمت فى هذا المجال أن لكل فطر من هذه الفطريات مادة خاصة تدفعه لتكوين مصائده•

ثبت إصابة النيماتودا بالبكتيريا فى حالات قليلة ، فقد وجدت بكتيريات فى فراغ النيماتودا ولم يمكن تحديد إن كانت تلك البكتيريات من الأنواع الرمية أو من الأنواع المتطفلة•

كذلك فإن الإصابات الفيروسية للنيماتودا سجلت فى بعض الحالات ، فى سنة 1959 سجلت إصابة فيروسية لديدان الجذور ميلويدوجينى إنكوجنيتا *Meloidogyne incognita*• ومن المتوقع وجود فيروسات كثيرة تتطفل على النيماتودا لأن الفيروسات تهاجم مجاميع كثيرة من الكائنات الدقيقة•

عزل الكثير من البروتوزوا التى تهاجم النيماتودا ، ومن ذلك البروتوزوا ديبوسيكيا بنيترانس *Dubosequia penetrans* التى تتطفل على النيماتودا براتيلنكس براتنسس *Pratylenchus pratensis* والتى تهاجم الجهاز التناسلى للديدان فى الإصابات البسيطة وينتشر فى الجسم كله عند إشتداد الإصابة• كما تهاجم نفس البروتوزوا ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين جافانيكا *M. javanica*• كذلك فقد وجدت تلك البروتوزوا فى إناث ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين إنكوجنيتا أكريتا *M. incognita acrita* الموجودة على جذور نبات القصب• وفى دراسة على تطفل البروتوزوا المذكورة إتضح أن البروتوزوا تخترق جدر الديدان عند الملامسة ، حيث أنها تفرز مواد لاصقة ، وغالبا ما يحدث الإلتصاق بالطرف الخلفى للديدان ونادرا ما يحدث بالطرف الأمامى•

ومن النيماتودا ما تهاجم نيماتودا أخرى ، فقد وجد أن النيماتودا التابعة للجنس سينورا .*Seinura* spp يمكنها أن تخدر فريستها من ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين .*Meloidogyne* spp وبراتيلنكس .*Pratylenchus* spp بأن تحقن فيها لعابها• كذلك فقد وجد أن النيماتودا التابعة للجنس ثورنيا .*Thornia* spp توجد دائما مع ديدان أشجار الموالح النيماتودية ، حيث تهاجم وتتغذى على الديدان النيماتودية تيلنكيولس سميبنترنس *Tylenchulas semipenetrans* وأفيلينكس أفينى *Aphelenchus avenae*•

7- 3 إستخدام الفطريات فى مكافحة الأمراض النباتية

يوجد من الفطريات ما يفرز مواد تثبط نمو البعض الآخر أو تتطفل عليه والتى يمكن استخدامها لمكافحة الفطريات الممرضة للنبات ، فقد تمكن ياروود سنة 1956 من أن يمنع إصابة كل من عباد الشمس والفاصوليا من الإصابة بالصدأ بتلقيح كل منها بجراثيم يوريدية للفطرين المسببين للصدأ فى كل من المحصولين. كذلك فقد أمكن مكافحة الفطر أرميللاريا ميلى *Armillaria mellea* والذى يهاجم جذور كثير من النباتات بإستخدام تركيزات منخفضة من ثانى كبريتيد الكربون تشجع الفطر تريكودرما فيريدى *Trichoderma viride* الذى يضاد الفطر الممرض.

وقد أمكن حديثا مقاومة أمراض ذبول القاوون المتسبب عن الفطر فيوزاريوم أكسيسيبورم ميلونس *Fusarium oxysporum melonis* وذبول القطن المتسبب عن فيوزاريوم أكسيسبوم فازينفكيم *F. oxysporum vasinfectum* وعفن جذور القمح المتسبب عن فيوزاريوم كلمورم *F. culmorum* ، وذلك بمعاملة التقاوى بجراثيم الفطر ترايكودرما هارزيانم *T. harzianum* أو بمزارع للفطر منماة على بيئة النخالة والبيت bran-peat والتى نجحت أيضا فى مكافحة موت البادرات المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى والفطر سكليروشيم رولفسياى *Sclerotium rolfsii* وقد تمكن سيفان Sivan وشت Chet سنة 1982 من تقليل الإصابة بذبول البادرات الناشئ عن الفطر بيثيوم *Pythium* فى البسلة والخيار بنسبة 67-88 % بمعاملة البذور بمعلق الجراثيم الكونيدية للفطر تريكودرما هارزيانم. وفى تجارب حقلية سنة 1983 أمكن تقليل إصابة الفول السودانى بفطريات الأسبرجيللس .*Aspergillus* spp ، التى تكون سموم الأفلاتوكسينات Aflatoxins وذلك بمعاملة التربة أو التقاوى بفطر تريكودرما هارزيانم ، وذلك بنسبة 43 - 60 % مقارنة بمعاملات التقاوى بالمبيدات حيث قللت الإصابة بنسبة 31 % فقط. كما استخدم الفطر تريكودرما هارزيانم فى تجارب حقلية ملوثة طبيعيا بالفطر سكليروشيوم رولفزياى زرعت بها طماطم ، وفى مشاتل ملوثة بريزوكتونيا سولانى زرعت بها فراولة ، وقد أدى ذلك إلى خفض الإصابة بكل من الفطرين إلى 20 % فى الطماطم و 18 - 46 % فى مشاتل الفراولة. وعند نقل شتلات الفراولة إلى الأرض المستديمة زاد معدل المحصول المبكر بنسبة 21 - 37 %.

وجد شت وآخرون Chet *et al* أن المعاملة المزدوجة بالفطر تريكودرما هارزيانم مع معاملة التربة بمعدلات أقل من التركيز القاتل من بنتا كلورونيتروبنزين (PCNB) أعطت

مقاومة أفضل فى الفول السودانى ضد سكليروشيم رولفزياى ، وفى الباذنجان ضد الفطر ريزوكتونيا سولانى عن المعاملة بالمبيد فقط أو بالفطر فقط.

بالنسبة لمكافحة النيماتودا فقد جرب ذلك منذ زمن بعيد ، حيث ذكر زوبف Zopf 1888 أنه بالإمكان إستخدام الفطر أرثوبوتريس أوليجوسبورا *Arthobotrys oligospora* لمكافحة الديان النيماتودية.

7-4 إستخدام البكتيريا فى مكافحة الأمراض النباتية

ظهر أن بعض أنواع من البكتيريا تؤثر تأثيراً ضاراً على فطريات الأصداء ، وقد أوضحت بعض التجارب أن تلك البكتيريات تفرز مواد مضادة ذات تأثير سام على فطريات الأصداء إذا توافرت لها رطوبة عالية وحرارة مرتفعة نسبياً. وفى سنة 1978 أمكن استخدام أنواع من البكتيريا بسيدومونس *Pseudomonas* فى مكافحة صدأ الكرات المتسبب عن الفطر باكسينيا أليای *Puccinia allii*.

وقد ظهر أن التحلل الذى يحدث لكثير من فطريات التربة يرتبط بوجود أنزيمى الشيتيناز chitinase واللامينارينيز laminarinase وهما من الأنزيمات التى تفرزها أنواع من البكتيريا مثل باسلس سيريس *Bacillus cereus*. كذلك شوهد تطفل بين أنواع مختلفة من البكتيريا ، حيث وجد أن البكتيريا الوابة الشكل تتطفل تطفلاً إجبارياً على بكتيريات من جنسى بسيدوموناس وزانثومونس *Xanthomonas* ، ويحدث ذلك بإلتصاق طرف الخلية البكتيرية المتطفلة بسطح الخلية البكتيرية المتطفل عليها.

إستخدمت البكتيريا زانثومونس جيوجلاندس *X. juglandis* فى وقاية أشجار الجوز ضد الإصابة بالفطر دورثيوريللا جريجاريس *Dorthiorella gregaris* ، كما استخدمت البكتيريا باسلس ستلس *B. subtlis* فى مكافحة مرض الجذر الأسود فى البنجر المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى.

عزل زيماير Zeumayer سنة 1955 أنواع من البكتيريا تبين أن وجودها بالتربة يمنع إصابة القاصوليا بكل من البكتيريات المرضية زانثوموناس كامبستريس فاسيولى *X.campestris* pv. *phaseoli* وكورينيبكتريم فلاسيمفاسينس *Corynebacterium flacemfaciens*. وقد أمكن منع إصابة بادرات الموالح بالبكتيريا زانثومونس سيترى *X.citri* المسببة لمرض تقرح الموالح ، والمنزرعة فى تربة معقمة بإضافة البكتيريا باسلس ستلس ، وقد إتضح وجود تضاد بين نوعى البكتيريا المذكورين عند إنمائهما معا على بيئة صناعية.

5-7 إستخدام الفيروس البكتيرى فى مكافحة الأمراض النباتية

من الممكن إستخدام الفيروسات البكتيرية bacteriophages فى مكافحة البكتيريات الممرضة للنباتات. والفيروسات البكتيرية تختلف فى تخصصها ، فمنها ما يختص بسلالة معينة من البكتيريا ، ومنها ما يختص بجنس معين وقد أمكن عزل عدة أنواع من هذه الفيروسات التى تهاجم البكتيريات منها سيدوموناس تاباسى *P.tabaci* مسببة اللفحة النارية فى الدخان وزانثوموناس برونى *X.pruni* مسبب تقرح الخوخ وزانثوموناس ترانسلوسنس *X.translucens* مسبب مرض القمح البكتيرى وزانثوموناس مالفاسيرم *X. malvacearum* مسبب مرض التبقع الزاوى فى القطن. وقد أمكن مكافحة تقرح الخوخ برش بادرات الخوخ بالفيروس البكتيرى الذى يهاجم البكتيريا المسببة. وكذلك أمكن مكافحة مرض التبقع الزاوى فى القطن بإضافة الفيروس البكتيرى الخاصة بالبكتيريا المسببة للمرض إلى التربة ، وأعطى مقاومة أفضل من رش البادرات.

6-7 مكافحة الأمراض النباتية بتغيير ظروف التربة لصالح الطفيل

يتضح مما سبق أن إدخال كائنات متطفلة أو مضادة لكائنات التربة المرضية لا يصادف نجاحا ، فى بعض الحالات ، نظرا لما تحتويه التربة من كائنات أخرى عديدة ، قد يتعارض بعضها مع هذه الكائنات ، أو لأن ظروف التربة نفسها لا تتلاءم مع الكائن الدخيل. ظهرت هذه الحقيقة فى تجربة لويندلنج Weindling وفاوست Fawcett سنة 1936 عندما أمكنهما وقاية بادرات موالح من الإصابة بالفطر ريزوكتونيا سولانى بإضافة الفطر ترايكودرما فريدى ، ولكن ظهر أن تلك الوقاية لا تتم بنجاح إلا فى التربة الحامضية التأثير.

وقد لخص ستانير Stainer سنة 1935 أسباب الفشل فى إستخدام الطفيليات أو الكائنات المضادة للكائنات الممرضة للنبات فيما يلى :

1 - أن ظروف التربة متغيرة تغييرا كبيرا على وجه الأرض وخاصة فى أجزائها العلوية الذى تشغله كائنات التربة وجذور النباتات.

2 - الإمكانيات الكبيرة التى تمتلكها الأطوار الساكنة لبعض الكائنات الممرضة والتى تمكنها من تحمل ظروف قاسية لا تتحملها الأطوار الخضرية.

ويمكن تغيير ظروف التربة حتى تكون أكثر ملاءمة للطفيل المضاف إلى التربة وأقل ملاءمة للكائن الممرض المطلوب مكافحته ، بطرق عديدة منها :

1 - **تغيير درجة حموضة التربة** : فى دراسة تمت على الفطر تريكودرما فيريدى الذى يقوم بفعله المضاد ضد بعض الكائنات المرضية بالتربة عن طريق إفرازه للمضادين الحيويين جليوتوكسين gliotoxin وفريدين viridin ، ثبت أن هذا الفطر ينمو جيدا على درجات الحموضة العالية وأن المضادين الحيويين المفرزان لا يتحللان فى الوسط الحامضى ، وعلى ذلك فإن هذا الفطر ينجح فى القضاء على كثير من الفطريات الممرضة للنبات فى التربة الحامضية• هذا وقد لوحظ أن الإصابة بمرض الجرب العادى فى البطاطس تكون شديدة فى الأراضى المائلة للقلوية وتكون نادرة الحدوث فى الأراضى التى بها نسب عالية مرتفعة من المواد العضوية والتى تكون حامضية ويمكن تعليل ذلك بتشجيع الحموضة للفطريات المضادة مثل ترايكودرما وإضعافها للفطر المسبب للمرض•

2 - **إضافة المادة العضوية بالتربة** : إتجهت الأنظار منذ زمن بعيد إلى إستخدام المواد العضوية المختلفة كمخصبات للتربة• وقد عم إستخدام المادة الخضراء وبقايا المحاصيل فى بعض المناطق حيث تحرث فى التربة أثناء العمليات الزراعية• وقد أمكن مكافحة مرض جرب البطاطس بإستعمال السماد الأخضر ، وتتوقف فاعلية المكافحة ومدى نجاحها على إختيار نوع السماد الأخضر الذى يتناسب مع نوعية التربة المضاف إليها• فإن إضافة المادة العضوية تؤثر تأثيرا مفيدا فى الحد من الأمراض التى تصيب جذور المحاصيل الزراعية ، فقد نجحت مكافحة عفن الجذور التكساسى المتسبب عن الفطر فيماتوتريكم أمنيفورم *Phymatotrichum omnivorum* بإستخدام المادة العضوية ، وعلل ذلك بأن المادة العضوية تنبه إنبات أجسام الفطر الحجرية فى عدم وجود عوائلها ويتعرض لمنافسة الكائنات الرمية فيقل بالتالى لقاح الفطر الممرض بالتربة• وقد أمكن الإقلال من فطر ريزوكتونيا سولانى الذى يصيب كثير من المحاصيل ، وذلك بإضافة برسيم حجازى أو قش قمح إلى التربة ، وعلل ذلك بأن إضافة المادة العضوية يزيد من الفطريات الرمية المحللة للسليلوز ، ويؤدى ذلك إلى الحد من نمو فطر ريزوكتونيا ، زيادة إلى أن المادة العضوية تنتج كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون وتستهلك آزوت التربة الصالح فترتفع نسبة الكربون إلى الآزوت فى المادة العضوية•

3 - **التطهير الجزئى للتربة** : يؤدى تطهير التربة جزئيا سواء بإستخدام المواد الكيميائية أو الحرارة إلى إبادة بعض كائنات التربة دون البعض الآخر مؤديا إلى حدوث تغيير فى التوازن الطبيعى لكائنات التربة فتبخير التربة المحتوية على الفطر أرميللاريا ميلى *A.mellea* الذى يصيب جذور أشجار الموالح يؤدى إلى الإقلال الشديد فى أعداد هذا الفطر بالتربة ، ولكن تأثير التبخير كان ضعيفا على الفطر ترايكودرما فيريدى *T.viride* ، وتنتج

عن ذلك نشاط فطر ترايكودرما عقب التبخير فيقضى على ما تبقى من الفطر الممرض للنبات.

كذلك فقد وجد أن تعريض التربة للشمس فى الجو الحار يقلل من الإصابات المرضية بالفطرين ريزوكتونيا سولانى *R .solani* وفيرتسليوم داليا *Verticilluum dahliae* فى البطاطس ، كما وجد أن التبخير ببروميد الميثيل وكذلك معاملة التربة بالفطر ترايكودرما هارزيانم قللت من الإصابة أيضا ، إلا أن المعاملة المزدوجة بحرارة الشمس أو بالتبخير إذا أضيف معها المعاملة بالفطر المضاد أعطت نتائج أفضل من المعاملات المفردة.

4 - زراعة نباتات تؤثر جذورها على كائنات التربة : ومن أفضل الأمثلة على ذلك إستخدام النباتات الراقية الصائدة كوسيلة للمكافحة الحيوية للأمراض المتسببة عن كائنات التربة.

النبات الصائد هو النبات الذى تنبه جذوره إنبات الأطوار الساكنة للطفيل بالتربة دون أن يكون قابلا للإصابة به. وقد إستخدم هوايت White سنة 1954 نبات الداتورا سترامونيوم *Datura stramonium* كنبات صائد للتخلص من الفطر سبونجوسبرا سبتيرينيا *Spongospora subterranea* المسبب لمرض الجرب المسحوقى فى البطاطس.

وقد استخدم الكتان كنبات صائد لبذور الهالوك ، حيث يزرع قبل المحصول القابل للإصابة فتفرز جذور الكتان مواد تنبه إنبات بذور الهالوك.

تمكن كول Cole وهوارد Howard سنة 1962 من الإقلال من النيماتودا هيتيرودير روستوشينتسس *Heterodera rostochinensis* المسبب لمرض النيماتود الذهبى فى البطاطس، بنسبة 80 % باستخدام نوع البطاطس *Solanum tuberosum andigena* ، وعلل ذلك بأن نباتات البطاطس المقاومة تشجع فقس حويصلات النيماتودا دون أن تصاب بها. عموما فإن أفضل النباتات الصائدة إستخداما هى سلالات العوائل النباتية المقاومة للإصابة.

تأثير جذور النباتات قد يكون تأثيرا منشطا على بعض الأحياء الدقيقة بالتربة وقد يكون مثبطا لنموها. ويبين الجدول رقم 7-1 بعض المحاصيل الزراعية وتأثير إفرازاتها الجذرية على بعض الفطريات.

جدول 7-1

تأثير جذور بعض المحاصيل الزراعية على بعض الفطريات المرضية بالتربة

النبات	الفطر الذى يتأثر	التأثير
فجل وخس	*Pellicularia filamentosa*	منشط لنمو المبسيليوم
توت	*Rhizoctonia solani*	منشط لنمو الميسيليوم
شوفان	*Byssuchlamys nivea*	مثبط لنمو الميسليوم
بطاطس وداتورا	*Spongospora subterranea*	منبه لإنبات الجراثيم
طماطم	*Colletotrichum atramentarium*	منبه لإنبات الجراثيم
لفت	*Pythium mamillatum*	منبه لإنبات الجراثيم
بسلة	*Aphanomyces eutiches*	منبه لإنبات الجراثيم
بصل	*Sclerotium cepivorum*	منبه لإنبات الجراثيم
طماطم وفجل وخس	*Fusarium* spp.	منبه لإنبات الجراثيم
فاصوليا	*Fusarium solani* f. *phaseoli*	منبه لإنبات الجراثيم
موز (جروس ميشل)	*Fusarium oxysporum* f. *cubense*	منبه لإنبات الجراثيم
موز (لاكاتان)	*Fusarium oxysporium* f. *cubense*	مثبط لإنبات الجراثيم
بسلة وأفوكادو وعائلة باذنجانية	*Phtophthora erythroseptica* *Phytophthora parasitica* *Phytophthora cinnamoni*	يجذب الجراثيم الهدبية
بسلة	*Fusarium oxysporum* f. *pisi*	تشجع على الإصابة
طماطم وقمح	*Verticillium albo-atrum*	تشجع إنبات الأجسام الحجرية

الباب الثامن

تربية النباتات المقاومة للأمراض النباتية

تربية واستنباط نباتات تحمل صفات المقاومة ضد الأمراض النباتية الهامة والشائعة فى مناطق الزراعة ، من الموضوعات الهامة التى تشغل أذهان كثير من القائمين بتربية النباتات والمشتغلين بعلم أمراض النبات ، إذ تعتبر الأصناف المقاومة أو المنيعة ضد الأمراض بالنسبة لمعظم المحاصيل الزراعية ، أهم وأفضل وسائل مكافحة العديد من الأمراض النباتية الخطيرة التى تتعرض لها تلك المحاصيل ويصعب مقاومتها بالوسائل الأخرى ، مثل كثير من أمراض التربة كأمراض الذبول الوعائى .

يشير تمثال فويكس G.Foex المقام بالحديقة النباتية لمدرسة الزراعة القومية بإقليم مونبليه Montpellier بفرنسا ، إلى الاعتراف بمجهوداته فى أواخر القرن التاسع عشر ، وإلى تخليد نجاحه فى إنقاذ محصول العنب من الضياع عن طريق إحلال أصناف العنب الفرنسية التى تعرضت للإصابة بشدة بأمراض البياض بأصناف أخرى أمريكية ذات مقاومة طبيعية لتلك الأمراض ، فمن ذلك الوقت إتضحت أهمية استخدام الأصناف المقاومة فى الحد من الإصابة بالأمراض النباتية . بذلت جهود كثيرة فى أنحاء متفرقة من العالم لاستنباط أصناف جديدة من المحاصيل الرئيسية تتوفر فيها بجانب الخواص الزراعية والاقتصادية المرغوبة ، صفات المقاومة ضد الآفات التى تتعرض لها .

يزداد إستخدام الأصناف الجديدة من المحاصيل الزراعية التى تتوفر فيها صفات المقاومة ضد الأمراض النباتية تزايدا مضطردا خاصة فى البلاد المتقدمة المتطورة ، فمثلا زادت نسبة المساحة التى تزرع بالأصناف المقاومة من الذرة والقمح والبطاطس وغيرها من المحاصيل الهامة فى الولايات المتحدة الأمريكية من 25 % سنة 1935 إلى ما يزيد عن 50 % من المساحة الكلية سنة 1960 .

لا تقتصر مهمة مربى النباتات من وجهة نظر القائمين بدراسة ومكافحة الأمراض النباتية على استنباط سلالات نباتية جديدة مقاومة أو منيعة لمرض أو أمراض معينة ، بل يجب أن تشمل أيضا إستنباط سلالات تتحمل الظروف البيئية غير الملائمة والتى قد تهيئ للإصابة بالأمراض المختلفة .

تجرى حالياً وبصفة مستمرة فى جميع محطات تربية النباتات فى مختلف أنحاء العالم أبحاث وإختبارات لإستنباط أصنافاً من المحاصيل المختلفة تجتمع فيها الصفات الزراعية مع صفات المقاومة للأمراض الخطيرة ، وذلك حتى تلاحق التغييرات الوراثية المستمرة فى مسببات الأمراض النباتية ، ثم تعميم إستخدام تلك السلالات المستنبطة خاصة فى المناطق الموبوءة.

زراعة الأصناف المقاومة أو المنيعة لا يؤدى فقط إلى تجنب الفقد الذى يصيب المحصول نتيجة للأمراض النباتية ، بل يؤدى إلى خفض نفقات تنفيذ وسائل المكافحة الأخرى.

من المعروف أن مقدرة مسبب مرضى على إحداث إصابة فى عائل ما تتوقف على مدى إمكانية هذا المسبب فى الحصول على متطلباته الغذائية من العائل المتطفل عليه. يطلق على القدرة المرضية للطفيل virulence ، أما رد الفعل الذى يقوم به العائل لصد هجمات الطفيل فيعرف بتفاعل العائل host reaction. المقاومة أو القابلية للإصابة فى عائل ما ، هى صفات نسبية بين الطفيل الممرض والنبات العائل ، وأن العلاقة بين المسبب الممرض والعائل الذى يصيبه هى علاقة خاصة ، فقد يكون العائل شديد المقاومة بالنسبة إلى طفيل وشديد القابلية للإصابة بالنسبة لطفيل آخر. من الحقائق المسلم بصحتها أن المقاومة والقابلية للإصابة هى صفات يتحكم فيها التركيب الوراثى للنبات العائل ، كما أن عوامل البيئة فى بعض الحالات قد تؤثر على صفة المقاومة أو القابلية للإصابة ، زيادة أو نقصانا.

المناعة immunity هى إصطلاح يطلق على أقصى درجات المقاومة فى نبات ما إزاء مسبب مرضى معين ، وفى هذه الحالة لا يتمكن الكائن الممرض من إحداث أية إصابة فى نبات ما ، ويظل النبات خاليا من الإصابة ، رغما من وجود المسبب المرضى فى البيئة التى يعيش فيها. حالات المناعة التامة ضد مسببات الأمراض النباتية التى تصيب نفس النوع النباتى نادرة الوجود فى النباتات الإقتصادية ، ولكنها تشاهد بين مسببات الأمراض النباتية لنوع نباتى مع أنواع نباتية أخرى ، من ذلك نجد أن الورد منيع ضد مسببات أصداء القمح وأن القمح منيع ضد مسبب صدأ الورد.

يتضح مما تقدم ضرورة إلمام المشتغل فى برامج استنباط السلالات من المحاصيل الزراعية بغرض مقاومتها إزاء مسببات مرضية ، إلماما كبيرا بكل ما يتعلق بطبيعة صفة المقاومة أو القابلية للإصابة فى النبات ضد المسببات المرضية المختلفة وكذلك بالعوامل البيئية المختلفة المؤثرة عليها ، كما أنه يجب أن يكون ملما بالأسس والأساليب العلمية السليمة التى تتبع فى تربية واستنباط الأصناف الجديدة من المحاصيل الزراعية المختلفة.

1-8 طبيعة المقاومة ضد الأمراض النباتية

مقاومة النبات إزاء مرض معين صفة وراثية فيه تنتقل من جيل إلى آخر ، أى أن هذه الصفة تتحكم فى إظهارها مجموعة من العوامل الوراثية ، ولكن قد تتأثر هذه الصفة شدة أو ضعفا بعوامل البيئة التى يعيش فيها النبات• كذلك فإن قدرة الطفيل على إحداث الإصابة فى النبات تتحكم فيها أيضا مجموعة من العوامل الوراثية تدخل فى تركيب الطفيل ، وتقابل تلك التى توجد فى النبات للدفاع ضده ، وهى ما تعرف بنظرية جين مقابل جين gene for gene theory •

تعتمد المقاومة فى أصناف الكتان ضد سلالات الفطر ميلامبسورا لينـاى *Melampsora lini* مسبب مرض الصدأ ، على وجود أنواع معينة من البروتينات (الجلوبيولينات) ، حيث أن كل سلالة من سلالات الفطر المسبب للصدأ تصيب أصناف الكتان التى تحتوى على البروتينات التى تتوافق مع تلك الموجودة فى سلالة الصدأ المهاجم• ويمكن إثبات ذلك بطريقة عملية عن طريق الاختبارات السيرولوجية serological tests حيث تحقن حيوانات تجارب كالأرانب ببروتينات من النبات العائل وكذلك بروتينات من الطفيل كل على حدة فيتكون فى الحيوانات المحقونة أجسام مضادة antibodies لتلك المواد الغريبة (أى البروتينات المحقونة) antigens• يؤخذ دم من تلك الحيوانات ، ثم يفصل منه مصل الدم serum المحتوى على الأجسام المضادة• يتبع ذلك إجراء تفاعلات سيرولوجية serolgoical reactions بين بروتينات النبات العائل والمصل المحتوى على أجسام مضادة لبروتينات الطفيل أو العكس ، فنجد أنه فى حالة القابلية للإصابة تكون التفاعلات سريعة ونشطة فى حين أنه فى حالة المقاومة تكون تلك التفاعلات بطيئة وغير نشطة• نتيجة لذلك فقد نادى البعض بنظرية الأجسام المضادة المشتركة common antigen theory والتى تقترح وجود مولدات أجسام مضادة antigens متشابهة فى كل من العائل القابل للإصابة وفى الكائن الممرض لهذا العائل• وقد نجحت التفاعلات السيرولوجية فى التعرف على درجة مقاومة أصناف المحاصيل المختلفة ضد كثير من المسببات المرضية ، وذلك كما فى الكتان ومرضى الصدأ والذبول الفيوزاريومى ، والقطن ومرضى الذبول الفيوزاريومى والفرتسليومى• ولكن لم تنجح الطرق السيرولوجية فى التمييز بين الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة فى حالتى التفحم السائب فى القمح والتدرن التاجى الذى يصيب كثير من النباتات ، وفى كلتا الحالتين كانت مادة الحقن المأخوذة من الطفيل يعتريها كثير من التغيير عند استخلاصها مما كان له أثر غير متوقع على النتائج•

كثير من المسببات المرضية يوجد منها سلالات عديدة تختلف فى قدرة كل منها على إحداث المرض بالعائل، كما أن مقاومة النبات العائل يكون لكل السلالات الموجودة أو لبعضها فقط. بعض السلالات النباتية قد تحمل عوامل المقاومة ضد سلالة واحدة من الطفيل ويقال أنها تمتلك جينات مقاومة متخصصة أو جينات مقاومة رأسية vertical resistance gene. البعض الآخر من السلالات النباتية يحمل عوامل المقاومة ضد عديد من سلالات الطفيل ويقال عنها أنها تمتلك جينات مقاومة عامة أو جينات مقاومة أفقية horizontal resistance gene. درجة المقاومة تكون أشد فى حالة المقاومة الرأسية فى حين أنها تكون متوسطة فى حالة المقاومة الأفقية. كذلك نجد أن ظهور سلالة جديدة يفقد النباتات مقاومتها فى حالة المقاومة الرأسية بينما نجد أنها لا تؤثر غالبا على المقاومة فى حالة وجود جينات المقاومة الأفقية.

عموما فإن نظرية جين مقابل جين لا تفسر كل وجوه العلاقات بين الطفيل والعائل ولكنها تتضح فقط عندما يكون العائل شديد القابلية للإصابة أو مقاوم لدرجة كبيرة ، وكذلك فإنه لا يمكن تطبيق تلك النظرية فى حالات المقاومة الناشئة عن عوامل مورفولوجية أو فسيولوجية.

مما هو معروف أن العوامل الوراثية المحمولة على الجينات هى التى تتحكم فى بعض النظم الأنزيمية فى كل من النبات العائل والكائنات المرضية التى تهاجمه ، ومن ثم تتضح أهمية العلاقات الفسيولوجية بين العائل وطفيله فى تحديد درجة المقاومة أو القابلية للإصابة. وبخصوص رد فعل النبات العائل إذا ما تعرض لإصابة ما فإنه يتوقف على سلوك وتفاعلات الطفيل عند دخوله وغزوه لأنسجة عائله. وقد ذكر ألين Allen سنة 1945 أن الأعراض التى تظهر على نبات عند إصابته بطفيل ممرض ما هى إلا نتيجة للتداخل الكيميائى بين العائل والطفيل والتى تعرف بالنظرية الغذائية nutritional hypothesis والتى تنص على أن المقاومة والقابلية للإصابة قد تكون نتيجة لوجود أو غياب مواد غذائية معينة فى العائل ، ذات صلة وثيقة بحدوث الإصابة بواسطة الطفيل. وفى عام 1953 أدخل لويس Lewis تعديلا على تلك النظرية بأن فرض أن هناك اتزان فى العائل بين المواد المثبطة والمواد المشجعة لنمو الطفيل ، قد تكون هذه الإتزانات فى اتجاه مقاومة عائل ما للطفيل ، وقد تكون فى اتجاه القابلية للإصابة فى عائل آخر . وعموما فإن المقاومة التى تنتج عن التداخل الكيميائى هى من النوع السلبى حيث توجد صفة المقاومة موروثة فى العائل قبل حدوث الإصابة. من ذلك يتضح أن عملية التطفل تعتمد بالدرجة الأولى على توفير الغذاء من جانب النبات والحصول على الغذاء من جانب الطفيل ، ويمكن إيضاح ذلك بأن التطفل هو علاقة حيوية بين كائنين من نوعين مختلفين أحدهما وهو الطفيل يأخذ ما هو فى حاجة إليه من المواد الغذائية من الكائن الآخر وهو النبات العائل.

اختراق الطفيليات لعوائلها إما أن يكون بطريقة مباشرة ، وذلك بإختراق أنسجة العائل السليمة الخارجية ، أو أن يتم الإختراق خلال الفتحات الطبيعية كالثغور والعديسات أو عن طريق الجروح. ولا يحدث ذلك فى الطفيليات المختلفة بطريقة عشوائية ولكن لكل منها طريقة خاصة أو أكثر من طرق للوصول إلى أنسجة النبات العائل الداخلية ، فمثلا فى حالة الفطر باكسينيا جرامينس تريتساى *Puccinia graminis tritici* مسبب الصدأ الأسود فى القمح والذى يستكمل دورة حياته على نبات الباربرى نجد أن أنابيب إنبات الجراثيم البكنية ذات الخلايا الوحيدة النواة والوحيدة العدد الكروموسومى monocaryotic يمكنها إختراق الطبقة الخارجية لأوراق نبات الباربرى إختراقا مباشرا ، فى حين أن أنابيب إنبات الجراثيم اليورويدية للطفيل نفسه ، والتى توجد فى كل خلية منها نواتان dicaryotic ، لا يمكنها أن تدخل أنسجة نبات القمح بالإختراق المباشر ولكن يحدث ذلك خلال الثغور.

فى غالبية الحالات يكون إختراق الطفيل لطبقة الأدمة التى تغطى الجدر الخلوية عن طريق الضغط الميكانيكى ، بينما يتم إختراق الجدر السليولوزية بإذابة الجدر السليولوزية للنبات العائل بواسطة أنزيمات يفرزها الطفيل.

بعض الطفيليات التى تعيش على عوائل حية ، تتصل بعوائلها إتصالا وثيقا فى طورها التطفلى دون حدوث إختراق مباشر لخلايا العائل ، إلا عن طريق مماصات haustoria تمكنها من الحصول على غذائها من خلايا البشرة وذلك كما فى غالبية فطريات البياض الدقيقى التى تنمو نموا سطحيا على أعضاء النبات المصابة مع إرسال مماصات فى الخلايا الخارجية. كذلك فى حالة الفطر فنتوريا إنكواليس *Venturia inaequalis* مسبب مرض الجرب فى التفاح الذى يخترق أدمة العائل مكونا طبقة من الهيفات المتفرعة الكثيفة بين الأدمة والبشرة ويمتص غذاؤه من الطبقة الخارجية بواسطة المماصات.

الإختراق عن طريق الجروح لا يحدث غالبا فى حالة الطفيليات الإجبارية التى تحصل على غذائها من الخلايا الحية للنبات العائل ، حيث أن الجروح تكون فى العادة محاطة بخلايا ميتة لا تصلح لنمو وتطفل الطفيليات الإجبارية ولكنها تكون بيئة صالحة لإنبات جراثيم الكائنات التى تتغذى على الخلايا الميتة كالطفيليات الاختيارية.

يتوقف استمرار حياة الطفيل بعد دخوله إلى أنسجة عائلة على عدة تفاعلات معينة بينه وبين العائل ، فمثلا تنتج طفيليات العفن أنزيمات محللة للبكتين تؤثر على بكتين الجدر الخلوية ، مما يؤدى إلى موت الخلايا ، كما تنتج بعض الكائنات المسببة لأمراض الذبول

مواد سامة toxins مثل حمض الفيوزاريك والألترنيك وغيرها ، تعمل على إظهار أعراض الذبول.

يتوقف نجاح الكائن الممرض في إصابة عائله على مقدرته على غزو وإختراق سطح العائل والتغلب على مقاومته ثم على حصوله على إحتياجاته الغذائية منه وإنتشاره داخل أنسجة العائل. وهناك إختلاف بين قدرة الطفيل على الغزو aggressivness وقدرته على إحداث المرض pathogenicity والتى تتمثل فى نشأة وتكشف المرض ، فقد تكون قدرة الطفيل على الغزو عالية بينما تكون قدرته على إحداث المرض ضعيفة أو العكس.

المقاومة فى النبات تمثل مجموع عوامل رد الفعل التى تعمل على منع أو الحد من مقدرة المسبب المرضى فى إحداث المرض بالعائل ، وقد يعزى ذلك لعامل واحد فقط أو لعدة عوامل يعمل كل منها على حدة فى صد هجوم الطفيل ، أو قد تعمل هذه العوامل معاً فى تناسق كامل لتحقيق هذا الغرض. قد تعمل تلك العوامل على صد هجوم الطفيليات قبل اختراق الكائن الممرض لعائلة ، وقد يكون عملها عقب إختراق الطفيل لأنسجة عائله.

1-1-8 العوامل التى تعمل على صد هجوم الطفيل قبل اختراقه للعائل

تعرف هذه العوامل بعوامل المقاومة السلبية passive resistance للعائل ، إذ أن تلك العوامل تكون موجودة بالنبات قبل حدوث الإصابة ، فى حين أن المقاومة النشطة active resistance تنتج عن عوامل تظهر أو تنشط عقب حدوث الإصابة. تتمثل المقاومة السلبية فى الحواجز والموانع المورفولوجية الموجودة فى العائل ، وكذلك فى ما تفرزه خلاياه على السطح الخارجى من مواد كيميائية مثبطة لنشاط الطفيل ، والتى تحول دون دخول الطفيل إلى أنسجة العائل ، وهذا النوع من المقاومة يزيد عادة بزيادة عمر النبات حيث يكتمل فيه تكوين الأنسجة الواقية ، إذ وجد أن كثير من النباتات تكون منيعة ضد الإصابة بكثير من الطفيليات لوجود طبقة الأدمة الخارجية على بشرتها ، فإذا ما نزعت تلك الطبقة تعرضت النباتات للإصابة بتلك الطفيليات. ويمكن تقسيم هذا النوع من المقاومة إلى قسمين يكون عمل الأول منها ميكانيكياً والآخر كيميائياً.

1-1-1-8 المقاومة الميكانيكية : ترجع المقاومة الميكانيكية فى النباتات الراقية إلى سمك طبقة الأدمة التى تغطى الطبقة الخارجية للنبات أو إلى وجود طبقة من خلايا الفلين المسوبرة. وجود الأدمة لا تقلل فقط من فقد النبات للماء ولكنها تقلل أيضا من إفرازات النبات الخارجية والتى قد تكون مصدرا جيدا للطفيليات عند سقوطها على سطح النبات ، حيث أن بعض

الطفيليات التى تعيش على الخلايا الميتة لا تستطيع اختراق الأدمة إلا بعد أن تنمو وتكون نموا كثيفا على السطح الخارجى للعائل، وهذا لا يتأتى عند قلة الإفرازات الخارجية للنباتات المغذية للطفيليات. وقد تحدث المقاومة الميكانيكية بالنسبة للطفيليات التى تدخل عن طريق فتحات الثغور عندما يكون قطر الثغر أقل من قطر أنبوبة الإنبات كما فى حالة مقاومة القمح لبعض سلالات فطريات الصدأ.

2-1-1-8 المقاومة الفسيولوجية : يتضح هذا النوع من المقاومة فى البصل الملون الذى وجد أنه يقاوم الإصابة بالفطر كوليتوتريكم سيرسينس *Colletotrichum circinans* ، ذلك أن الأوراق الحرشفية فى البصل الأحمر والأصفر تقاوم دخول الطفيل ، فإذا ما نزعت تلك الأوراق الحرشفية الملونة يمكن للطفيل إحداث إصابات ناجحة مشابهة لما يحدثه الطفيل فى الأبصال البيضاء. وقد عزيت المقاومة فى الأبصال الملونة إلى وجود مركبات فينولية ، منها حامض بروتوكاتيكويك protocatechuic acid وكاتيكول catechol فى الأوراق الحرشفية الملونة وعدم وجود تلك المركبات فى الأوراق غير الملونة. كذلك فإن تلك المركبات الفينولية توجد فى صورة قابلة للذوبان فى الماء مما يسهل إنتشارها من خلايا الأوراق إلى سطوحها الخارجية ، وهذا بالتالى يثبط إنبات جراثيم الفطريات التى قد تسقط على تلك الأوراق. وقد وجد أن جراثيم الطفيل لا تنبت فى المستخلص المائى للأوراق الحرشفية الملونة. هذا ولم يعثر على أى أثر لمركبات الفينول بخلايا الأوراق العصيرية للبصل الملون ، وعلل وجود تلك المركبات فى الأوراق الجافة لوجود بادئ precursor لهذه المركبات الفينولية فى الخلايا الحية تتكون منه المواد الفينولية بعد جفاف وموت أنسجة الورقة. ومن الأمثلة الأخرى التى توضح أهمية المقاومة الفسيولوجية وجود شعور غدية كثيرة على أصناف نبات جرام gram المقاومة للإصابة بالفطر ميكوسفيريلا ربيای *Mycosphaerella rabiei* ، إذ تبين أن تلك الشعور الغدية تفرز حمض الماليك mallic acid الذى يمنع إنبات جراثيم الطفيل.

2-1-8 العوامل التى تعمل على صد هجوم الطفيل بعد إختراقه للعائل

تعتبر الفترة التى تعقب إختراق الطفيل لعائله فترة هامة بالنسبة لنجاح التطفل ونشأة المرض ، وتتوقف حياة الطفيل وإنتشاره فى أنسجة النبات على مدى قدرته فى إقامة علاقات غذائية بينه وبين النبات العائل. يعتقد البعض بحدوث تبادل لبعض المواد الكيميائية بين الطفيل وعائله ، ويظهر أن إفرازات النبات الأولى تشجع نمو العائل ثم تتوالى بعد ذلك

الأحداث ، فإما إلى تطفل ناجح وإما إلى تغلب النبات العائل على الطفيل الغازى. وعموما فإن مقاومة النبات للطفيل الذى تمكن من إختراق عائله يرجع إلى عوامل مختلفة كما يأتى :

8-1-2-1 مقاومة ميكانيكية : قد تكون المقاومة الميكانيكية سلبية تنتج عن وجود خلايا داخلية غليظة الجدر ملجننة أو مسوبرة لا تتخللها مسافات بينية مما يصعب على الطفيل دخول الخلايا أو المرور خلال المسافات البينية ، وقد تكون مقاومة إيجابية حيث ينشط العائل عقب دخول الطفيل إلى أنسجته فيغلظ جدر الخلايا المحيطة بالطفيل بترسيبات مختلفة فيصعب على الطفيل المرور خلالها ، أو قد تستعيد بعض الخلايا المحيطة بالطفيل القدرة على الإنقسام متحولة إلى خلايا مرستيمية تنقسم بنشاط مكونة حاجز نيني يحيط بالطفيل مانعا لتقدمه.

8-1-2-2 ندرة أو وفرة الغذاء المناسب للطفيل : قد ترجع مقاومة العائل للطفيل إلى غياب أو عدم توفر مواد غذائية ضرورية لنمو الطفيل بأنسجة العائل فى مكان حدوث الإصابة، أو إلى عدم إمداد النبات للطفيل بمتطلباته الغذائية بكميات كافية ، أو إلى أن الطفيل لا يستطيع الحصول على تلك المواد اللازمة لنموه بالرغم من وجودها فى العائل ، واقترحت لذلك النظرة الغذائية nutritional hypothesis. توفر المركبات الآزوتية فى أنسجة النبات للمصابة تزيد بصفة عامة من القابلية للإصابة بكل من الطفيليات الإجبارية والاختيارية. وذلك لأهمية عنصر الآزوت كغذاء لنمو الطفيليات وكذلك لتأثيره على زيادة النمو الخضرى للعصيرى للنبات. كذلك فإن زيادة السكريات فى العائل تعتبر ، بصفة عامة، من العوامل المساعدة على حدوث المرض النباتى ، وقد عرف أن كمية المواد الكربوايدراتية فى أنسجة النبات ذات صلة وثيقة بإصابة الشعير بالفطر هلمنثوسبوريم *Helminthosporium* ، وإصابة البطاطس بالفطر فيتوفثورا *Phytophthora* حيث تكون الإصابة ضعيفة فى فترات النمو السريع عندما تزداد سرعة استهلاك المواد الكربوايدراتية فى إنتاج نموات جديدة وتكون كمية المواد الكربوايدارتية قليلة بالنسبة للوزن الجاف الكلى للنبات وتزيد الإصابة كلما قل معدل النمو وتجمعت المواد الكربوايدراتية فى أنسجة النبات.

وقد وجد أن طفرات من البكتيريا إروينيا أرويدى *Erwinia aroideae* تحتاج فى تطفلها إلى أنواع معينة من الأحماض الأمينية. ولمعرفة قدرة هذه البكتيريا على إحداث الإصابة لعوائلها المختلفة ، درست محتويات هذه العوائل من الأحماض الأمينية ، فوجد أن هذه الطفرات تهاجم فقط العوائل التى تتوفر بأنسجتها الأحماض الأمينية المطلوبة للطفيل بكميات تكفى بإحتياجاته الغذائية منها. وقد أظهرت الأبحاث أن الأحماض الأمينية الموجودة بأنسجة العائل تلعب دورا كبيرا فى مقاومة النباتات لمسببات أمراضها. فقد وجد فى دراسات أجريت

على طفرات غير مرضية للفطر فنتوريا إنكواليس *V.inaequalis* مسبب جرب التفاح إتضح أن تلك الطفرات تحتاج إلى مواد معينة تعجز عن الحصول عليها من نباتات التفاح المقاومة للمرض بالرغم من وجودها فيها. كما ثبت من تلك الدراسة أيضا أن كل الطفرات سواء المرضية منها أو غير المرضية يمكنها اختراق أدمة كل من النباتات المقاومة والقابلة للإصابة على حد سواء، ولكن إمتداد الإصابة بالطفرات غير المرضية يعتمد أساسا على إضافة المواد الغذائية اللازمة من خارج العائل، كما اتضح أيضا وجود جميع الأحماض الأمينية المطلوبة بالعصير الخلوى، باستثناء الهستيدين ولكن بكميات غير كافية لنمو الطفيل. وعموما يتوقف حدوث الإصابة على مدى تركيز المواد التى يحتاجها الطفيل إضافة إلى سرعة نقلها من الأنسجة المتوفرة بها إلى مكان حدوث الإصابة. كذلك فإن سرعة إستهلاك الطفيل لتلك المواد قد يكون عاملا محددا لنجاح الإصابة.

وقد ثبت من بعض الدراسات أن بعض الأحماض الأمينية بالعائل النباتى قد تكون ذات تأثير مثبط على مسببات الأمراض التى تصيبه، فقد وجد أنه بحقن الحمض الأمينى فينيل ألانين phenyl alanine فى العروق الوسطى لأوراق بعض أصناف التفاح إزدادت مقاومتها لمرض الجرب. وبتتبع التحولات الغذائية مستخدما العناصر المشعة إتضح أنه بعد الحقن تتجمع مواد فينولية فى الأصناف التى قاومت الإصابة، فى حين أن الأصناف القابلة للإصابة لا تكون تلك المواد السامة. وقد ثبت أيضا أن الحامض الأمينى بيتا ألانين B-alanine يلعب دورا هاما فى مقاومة نباتات الفول للفطر فيوزاريوم *Fusarium*.

ويمكن تلخيص الدور الذى تقوم به الأحماض الأمينية لتشجيع أو لتثبيط الطفيليات عند حدوث الإصابة فى الآتى:

1 - توفر متطلبات الطفيل الغذائية بما فيها الأنواع المطلوبة من الأحماض الأمينية فى أنسجة العائل فيصبح العائل قابلا للإصابة به.

2 - غياب أو قلة بعض الأحماض الأمينية التى يحتاجها الطفيل فيصبح العائل بذلك مقاوما للإصابة بالمرض.

3 - وجود أحماض أمينية أو مواد مضادة بالعائل تضاد الاستفادة من أحماض أمينية يحتاجها الطفيل، فيصبح النبات بذلك مقاوما للإصابة، رغما عن توفر الأحماض الأمينية التى يحتاجها الطفيل.

8-1-2-3 الأنزيمات التى يفرزها الطفيل أو العائل : النشاط الإنزيمى ضرورة من ضروريات الحياة للعوائل النباتية ولطفيلياتها ولنجاح عملية التطفل. تعمل الأنزيمات التى يفرزها الطفيل خارج جسمه على تحلل بعض أجزاء من أنسجة العائل ، إما لتسهيل إختراقه للأنسجة النباتية أو لتحويل المواد الغير قابلة للإمتصاص إلى الصور التى تصلح لاستفادة الطفيل منها ، ذلك كما فى حالة الكائنات الدقيقة الفطرية والبكتيرية التى تسبب عفنا طريا ، حيث تفرز إنزيمات خارجية تعمل على تحليل المواد البكتينية المكونة للصفائح الوسطى للخلايا ، فتفصل الخلايا عن بعضها ، ويؤدى ذلك إلى موت الخلايا وظهور العفن. ولكى يتمكن العائل النباتى من مقاومة هذه الطفيليات عليه أن يوقف إفراز تلك الإنزيمات المحللة أو أن يوقف أثرها ، أى يثبط من مفعولها ، وذلك كما يحدث عند إصابة فطر سكليروتينيا فركتيجينا *Sclerotinia fructigena* لأوراق أشجار أصناف التفاح المقاومة للمرض ، فإن أنسجة النبات تثبط مفعول أنزيمات الفطر المحللة بفعل مركبات الفينول الموجودة بأنسجة أوراق التفاح.

تؤدى الإصابة بالطفيليات الإجبارية وكذلك بعض الطفيليات الاختيارية إلى الإسراع من معدل تنفس خلايا النبات العائل المصاب. وقد أظهرت بعض الدراسات وجود علاقة وطيدة بين نشاط الأنزيم المؤكسد لحامض الجليكوليك glycolic acid ودرجة مقاومة أوراق نبات القمح لفطر صدأ الساق الأسود. يؤيد ذلك ما وجد من أن درجة إصابة القمح بالفطر المسبب لمرض البياض الدقيقى تتحدد على أساس النسبة بين عملية الجليكوليسيز glycolysis ، أى عملية أكسدة حمض الجليكوليك ، وعملية التنفس. ومن ناحية أخرى قد يؤدى التطفل على النبات إلى تثبيط نشاط أنزيمات التنفس ، وذلك كما فى حالة إصابة نباتات الطماطم بفطر الفيوزاريوم ، إذ وجد أن معدل سرعة تنفس النباتات المصابة ينخفض بمجرد إصابتها بالطفيل ، وأن العامل الذى يؤثر فى درجة مقاومة نباتات الطماطم ويجعلها قابلة للإصابة يعمل أيضا على تثبيط نشاط أنزيمات التنفس. دعى ذلك إلى الاعتقاد بأن المسبب المرضى يتداخل فى نظم التنفس الأنزيمية فى النبات العائل إما بالتشجيع أو التثبيط ، وأن مثل هذه الحالات من المقاومة قد تتأثر كثيرا بالظروف البيئية.

ومن الأنزيمات الأخرى التى يتأثر وجودها فى حالات التطفل النباتى أنزيم بولى فينول أكسيديز polyphenol oxidase ، الذى يزداد إفرازه فى أصناف البطاطس المقاومة للفطر المسبب لمرض اللفحة المتأخرة عقب الإصابة ، كما يزداد هذا الإنزيم فى الطماطم عقب إصابتها بفطر الذبول الفيوزاريومى ، وعند إصابة القطن بفطرى الذبول الفيوزاريومى

والفرتسليومى. الجدير بالذكر أن هذا الأنزيم يحول مركبات الفينول فى النبات إلى مركبات سامة لكل من الفطر والعائل.

8-1-2-4 الضغط الأسموزى للعصير الخلوى ونفاذية جدر خلايا العائل : لكى يكون الطفيل ناجحا فى تطفله على النبات يجب أن يكون قادرا على امتصاص المواد الغذائية والماء من خلايا النبات العائل المتطفل عليه. تقوم الطفيليات الاختيارية بقتل خلايا العائل ، قبل الوصول إليها ، بإفرازاتها السامة للخلايا ، فتفقد تلك الخلايا القدرة على الاحتفاظ بمحتوياتها، عندئذ ينمو الطفيل على الخلايا التى فقدت حيويتها. أما الطفيليات الإجبارية والمترممة اختيارا فهى تلك التى تعيش على الخلايا الحية ، لهذا يجب عليها أن تتغلب بطريقة ما على عدم نفاذية المواد الغذائية من أغشية الخلايا شبه المنفذة دون إحداث أضرار جسيمة لبروتوبلازم تلك الخلايا. يتمثل ذلك بوضوح فى حالة فطريات الأصداء ، إذ تزداد قابلية العائل للإصابة بفطر الصدأ كلما إزدادت نفاذية أغشية جدر خلاياه الملاصقة لهيفات الفطر. فى ضوء ذلك إقترح تانتشر Thatcher سنة 1943 ، أن لفطريات الأصداء القدرة على إفراز إنزيمين على الأقل يؤثران تأثيرا مختلفا على أغشية خلايا العائل ويؤدى نشاطهما إلى إزدياد درجة النفاذية فيها. هذا وقد توجد فى النبات العائل المقاوم مواد مثبطة لفعل تلك الإنزيمات. كذلك فقد وجد أن أوراق بعض النباتات النجيلية القابلة للإصابة بمرض البياض الدقيقى تحتوى خلاياها على منظم النمو إندول حمض الخليك (IAA) indole acetic acid بتركيز يزيد كثيرا عن الموجود فى النباتات المقاومة للمرض ، ويعتقد أن وجود منظم النمو IAA يزيد من نفاذية أغشية الخلايا.

الضغط الأسموزى للعصير الخلوى للنبات العائل ولنموات الطفيل المهاجم تؤثر على نجاح أو فشل التطفل ، وقد ثبت ذلك فى حالة أصناف المشمش مع طفيل البياض الدقيقى ، فعندما وضعت جراثيم الطفيل فى محلول سكرى ذى ضغط أسموزى مساو لما هو موجود بالعصير الخلوى لم تتمكن تلك الجراثيم من امتصاص الماء وبالتالى فشلت فى الإنبات لعدم توفر الماء اللازم.

8-1-2-5 درجة حموضة العصير الخلوى : تشير بعض الأدلة إلى أن درجة حموضة العصير الخلوى فى النبات العائل تؤثر تأثيرا مباشرا على إصابة بعض الطفيليات النباتية. بعض الفطريات لا يمكنها غزو الثمار ذات الحموضة العالية لما للحموضة من أثر على النظم الأنزيمية فى كل من النبات العائل والطفيل. كذلك فقد وجد أن هناك علاقة مباشرة بين درجة حموضة العصير الخلوى بأنسجة نباتات الذرة ومدى مقاومتها للإصابة بالفطر

نيجروسبورا *Nigrospora*. إزدياد درجة الحموضة فى خلايا النبات يساعد على تحول مركبات الفينول الموجودة بخلايا النباتات إلى مركبات الكينون السامة ، وهذا يؤدى إلى إزدياد درجة المقاومة فى النبات.

6-2-1-8 زيادة الحساسية Hypersensitivity : زيادة الحساسية تفاعل مقاومة أسماه عالم أمراض النبات ستاكمن Stakman وذلك أثناء دراسته لمقاومة القمح للفطر المسبب لمرض صدأ الساق الأسود باكسينيا جرامينس تريتيسای *Puccinia graminis tritici* ، حيث يؤدى وجود الطفيل بأنسجة العائل المقاوم للمرض إلى موت الخلايا المتطفل عليها بسرعة فى مكان الإصابة وحولها ، وينشأ عن ذلك خلايا ميتة تفصل بين الطفيل والأنسجة الحية الأخرى للنبات. ونظراً لعدم مقدرة هذا الطفيل الإجبارى على النمو فى الأنسجة غير الحية فإنه يصبح محاصراً فى مكانه دون مصدر للغذاء مما يؤدى إلى موت الطفيل فى مكانه. وعلى ذلك فإنه كلما إزدادت حساسية الصنف للإصابة بسلالة معينة من الفطر الإجبارى التطفل إزدادت درجة مقاومة الصنف النباتى للإصابة. كما أوضحت الدراسات على مرض صدأ الزمير المتسبب عن الفطر باكسينيا كورونانا *P.coronata* ، أن موت خلايا النبات العائل المقاوم للمرض يحدث نتيجة لاستهلاك الفطر لعنصر الفوسفور بدرجة كبيرة مما يجعل مركبات الفينول فى الخلايا تتحول ، بواسطة أنزيم تيروسيناز tyrosinase ، إلى مركبات الكينون السامة. وتتوقف حياة الخلايا على مدى مقدرة أنزيمات نزع الإيدروجين على تسيير التفاعل فى إتجاه عكسى ، أى تحويل مركبات الكينون إلى فينولات. يستخلص من ذلك أن مقاومة النباتات للإصابة فى هذه الحالة تتوقف على مدى قدرة الخلايا فى عمل تلك التفاعلات الكيميائية التى تتم بواسطة نشاط الإنزيمات. ويحدث مثل ذلك عند إصابة نباتات الطماطم البرية *Solanum demissum* بفطر اللفحة المتأخرة فيتوفثرا إنفستانز *Phytophthora infestans* حيث تنتج بعض المواد التى تغير من سير عمليات التحول الغذائى فى خلايا العائل بمكان الإصابة مما يؤدى إلى تجمع مركبات الفينول السامة نتيجة لوجود هيفات الفطر الغازى. يعتقد عموما أن وجود مركبات الفينول فى خلايا النبات أو تكونها على أثر غزو طفيلى لها ذو أهمية كبيرة على مدى قابلية إصابة درنات البطاطس بالجرب العادى وكذلك على مقاومة أشجار التفاح والكمثرى لمرض الجرب.

فى عام 1962 اكتشف عامل آخر فى تفاعل زيادة الحساسية عند إصابة القمح بمرض صدأ الساق الأسود ، حيث تحتوى بعض الأصناف المقاومة على جلوكوسيدات غير سامة تتحول عقب الإصابة إلى أجلوكونات aglocones سامة لكل من الفطر وأنسجة النبات

العائل. ويعتقد أن الفطر المسبب للمرض في هذه الحالة ينشط الأنزيمات التي تعمل على تحويل الجلوكوسيدات إلى أجلوكونات في النبات العائل.

ومن تفاعلات الحساسية الأخرى ما يحدث في بعض أصناف البطاطس المقاومة لفطر اللفحة المتأخرة فيتوفثورا إنفستانز حيث تنقبض الخلايا المصابة والمحيطة بسرعة ، وقد وجد أن تلك الأصناف المقاومة حساسة لمركبات شبيهة للفالوبافين phalobaphene يفرزها الطفيل وتعمل على إنقباض الخلايا وبذلك تعوق استمرار الإصابة.

8-1-2-7 وجود أو إفراز مواد سامة أو مانعة : تحتوى خلايا كثير من النباتات على مواد سامة toxins لبعض الطفيليات ، أو مواد مثبطة للنمو inhibitors. ومن هذه المواد حمض الأكساليك oxalic acid وليكومارسمين lycomarasmin وحمض الفيوزاريك fusaric acid وفيكتورين victorin وبنزو كاسولينون benzoxasolinone ، والأخير هو المسئول عن المقاومة في الذرة والقمح ضد الإصابة بفطر الفيوزاريوم.

علل مناعة كثير من النباتات النامية ضد كثير من الفطريات والبكتيريا والفيروسات ترجع إلى أن تلك النباتات تكون بسرعة مواد مضادة للميكروبات ذات وزن جزيئي منخفض وتأثير واسع على كثير من الميكروبات المرضية وغير المرضية ، وتعرف بالواقيات النباتية phytoalexins ، في منطقة الإصابة وحولها ، كما تفرز خارجيا. لا تتكون الواقيات النباتية فقط كنتيجة لوجود فطريات أو بكتيريا أو فيروسات فقط ، بل تتكون أيضا بتأثير العوامل القاسية كالتعرض لمواد كيميائية أو أشعة فوق بنفسجية أو إصابة بالديدان النيماتودية أو الحشرات. بدأ دراسة الواقيات النباتية كل من مولر Muller وبورجر Borger سنة 1940 ، حيث وضعا نقطا من معلق جراثيم فطرية غير ممرضة للفاصوليا على السطوح الداخلية لقرونها ، ثم فحص معلق الجراثيم بعد مرور 24 ساعة فوجدا أن الجراثيم لم تنبت ، ووجدا أيضا أن تلك القطرات المائية منعت إنبات جراثيم فطريات أخرى ، وظهر أن تلك القطرات تحتوى على مواد مانعة للإنبات يفرزها النبات نتيجة لإفراز بعض المواد القابلة للإنتشار من الطفيل ، وترتبط سرعة إفراز تلك المواد بدرجة مقاومة العائل.

وجدت الواقيات النباتية في سبعة عشر عائلة نباتية ، وأكثرها عددا كان في نباتات العائلة البقولية حيث معظمها من الأيزوفلافونات isoflavonoids ومنها بيساتين pisatin الذى يفرز من أنسجة نبات البسلة ، والفاسيولين haseoline، الذى تنتجة نباتات الفاصوليا ، والعائلة التي تليها في تكوينها للواقيات النباتية هي العائلة الباذنجانية ومعظمها من التربينويدات terpinoids ومنها ريشيتين rishitin الذى تنتجة درنات البطاطس. بعض

الواقيات النباتية قد تنتجها عدة نباتات تنتمى لعائلات مختلفة مثل مشتقات حمض الكافيك caffeic acid derivatives والذى يظهر فى نباتات البطاطس والبطاطا والجزر . ومن الواقيات النباتية الأخرى أيبوميامارون ipomeamarone الذى تنتجه البطاطا وأيزوكومارين isocoumarin الذى ينتج فى الجزر .

2-8 وراثة صفة المقاومة أو المناعة للأمراض النباتية

كان أرتون Orton سنة 1900 أول من قام بعملية الإنتخاب بطريقة علمية وذلك للحصول على نباتات قطن مقاومة لمرض الذبول الفيوزاريومى ، حيث انتخب نباتات قطن فردية مقاومة للمرض من بين زراعة قطن منزرعة فى أرض موبوءة بفطر *Fusarium oxysporum vasinfectum* مسبب مرض الذبول ، ثم قام بعد ذلك بزراعة النباتات المنتخبة مرة ثانية فى أرض موبوءة بمسبب المرض . وبهذه الوسيلة تمكن أرتون من الحصول على سلالات مقاومة من صنفى القطن سى أيلند Sea island وأبلند Upland . وفى العام التالى ، سنة 1901 قام بوللى Bolley بإنتخاب أصناف من الكتان مقاومة لمرض الذبول الفيوزاريومى متبعا طريقة أرتون السابقة ، إلا أن الأصناف التى توصل إليها بوللى تدهورت سريعا بعكس الحال فى سلالات القطن التى انتخبها أرتون . وقد اتضح فيما بعد أن فطر الفيوزاريوم الذى يصيب الكتان له سلالات فسيولوجية عديدة تختلف فيما بينها فى قدراتها على إصابة أصناف الكتان . وفى دراسة على مرض الصدأ المخطط فى القمح سنة 1905 أوضح بيفين Biffen أن مقاومة النبات لمرض معين صفة وراثية تنتقل من الآباء إلى الأبناء، وفى سنة 1912 طبق لأول مرة قوانين مندل بتلقيح نباتى قمح والحصول على هجين شديد المقاومة لمرض الصدأ المخطط . تختلف العوامل الوراثية التى تتحكم فى صفة المقاومة فى النباتات المختلفة بالنسبة للطفيليات المختلفة . كما أن قدرة الطفيليات المختلفة على إحداث المرض فى النباتات تختلف بالنسبة للعوائل المختلفة . ففى بعض الحالات وجد أن صفة المقاومة تسلك سلوك الصفة الوراثية المتنحية ، وذلك كما فى حالة مقاومة الشعير لمرض البياض الدقيقى ، وقد تسلك صفة المقاومة سلوك الصفة الوراثية السائدة وذلك كما فى مقاومة الخس لمرض البياض الزغبى . كذلك فإن عدد العوامل الوراثية التى تتحكم فى صفة المقاومة فى النبات تختلف بإختلاف النباتات وبإختلاف المرض الذى يصيبها ، فقد تعتمد على زوج واحد من العوامل الوراثية فى بعض الأمراض ، وقد تعتمد على زوجين أو أكثر من العوامل الوراثية فى حالات أخرى ، فمقاومة الشعير لمرض البياض الدقيقى صفة تعتمد على زوج واحد من العوامل الوراثية ، ومقاومة البرسيم الحجازى لمرض التبرقش صفة

تعتمد على زوجين من العوامل الوراثية ، ومقاومة البصل للمرض الهبابى smudge صفة تعتمد على ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية.

قد تتأثر مقاومة النبات لمرض ما بوجود جين مانع أو مثبط inhibitor gene ، قد يمنع هذا الجين فعل جين آخر يحكم صفة المقاومة لمرض معين ، كما فى حالة إصابة البصل بالمرض الهبابى ، وقد يكون الجين المانع مثبطا لفعل جين آخر يحكم صفة القابلية للإصابة بالمرض كما فى حالة إصابة الفاصوليا بمرض التبرقش العادى.

من الملاحظ أن أصناف البصل الملون أكثر مقاومة للمرض الهبابى من أصناف البصل البيضاء ، وعلل ذلك باحتواء الأوراق الجافة الخارجية للأبصال الملونة على مركبات فينولية ذائبة وعديمة اللون ولكنها ترتبط ارتباطا وثيقا بالمواد الملونة للأوراق. وفى دراسات عن وراثة اللون فى البصل سنة 1944 اتضح أن هذه الصفة تتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية. الزوج الأول يحدد اللون إذا كان أحمر (RR أو Rr) أو أصفر (rr) ، حيث أن اللون الأحمر هو السائد. الزوج الثانى منها يعمل على إظهار اللون عندما يكون العامل الوراثى منه موجودا فى حالة أصيلة أو خليطة (CC أو Cc) ، أما إذا وجد زوج العوامل فى الحالة المتنحية (cc) فلا يظهر اللون وتصبح الأبصال بيضاء. الزوج الثالث من العوامل الوراثية يعمل على منع أو تقليل عمل كل من الزوجين السابقين حتى ولو وجدا فى حالة سائدة، فإذا وجد الزوج الثالث فى الحالة السائدة المزدوجة (II) لا يظهر اللون فى أوراق البصل وتصبح بيضاء وفى نفس الوقت تكون شديدة القابلية للإصابة بالمرض ، أما إذا وجد الزوج الثالث فى حالة المتنحية المزدوجة (ii) فيظهر اللون فى الأوراق ، أما إذا وجد زوج العامل الثالث فى حالة خليطة (Ii) فإن لون الأوراق تكون فى حالة وسطية. ويوضح الجدول 8-1 أثر العامل الوراثى المانع فى تكوين اللون ودرجة قابلية البصل للإصابة بالمرض الهبابى.

جدول 8-1
تأثير العامل الوراثى المانع على تكوين اللون فى البصل وعلى درجة قابلية الأبصال للإصابة بالمرض الهبابى

التركيب الوراثى	اللـــــون	درجة القابلية للإصابة
rr CC II	أبيض	% 66
rr CC Ii	كريمى	% 42
rr CC ii	أصفر	% 13

فى دراسة عن مقاومة الفاصوليا لمرض التبرقش العادى ، أجرى تهجين بين صنف قابل للإصابة بالمرض مع صنفين من الفاصوليا مقاومين للمرض هما كوربيت رفيوجى Corbett refugee وربست Robust يحمل كل منهما صفة المقاومة على نفس الجينات ، أظهر الجيلان الأول والثانى إختلاف وراثة صفة المقاومة فى التهجينين. فقد ظهر أن مقاومة الصنف كوربيت رفيوجى لمرض التبرقش العادى تتحكم فيها صفة سائدة ، فى حين أن مقاومة الصنف روبست تتحكم فيها صفة متنحية ، وقد وجد أن إختلاف سلوك صفة المقاومة فى الصنفين يرجع لوجود جين منع بالصنف كوربيت رفيوجى يمنع ظهور قابلية هذا الصنف للإصابة ، ويوجد هذا الجين بصفة سائدة مزدوجة.

تتأثر صفة المقاومة فى بعض الحالات ، بتدخل جينات أخرى تعرف بالجينات المحورة modifying genes ، وذلك كما فى تبرقش الخيار حيث يتحكم فى صفة المقاومة بالخيار ضد المرض المذكور جين واحد سائد ، وتزداد صفة المقاومة بوجود عدد آخر من الجينات المحورة ، ويظهر ذلك فى صنف الخيار شينيز لونج Chinese Long.

فى بعض الحالات ، وجد أن صفة المقاومة تتحكم فيها عوامل وراثية مختلفة ومتداخلة ، ولهذا قد تتبع طرق مختلفة للحصول على أصناف نباتية جديدة تظهر فيها صفة المقاومة للمرض تحت الظروف البيئية المختلفة. ففى حالة أصناف من القمح مقاومة للفطر باكسينيا جلومارم *Puccinia glumarum* المسبب لمرض صدأ القمح الأصفر ، وجد أن المقاومة قد تعتمد على زوج واحد من العوامل ، ويمكن بذلك الحصول على نباتات منيعة ضد الإصابة بالمرض لاعتماد المقاومة فى هذه الحالة على صفة سائدة. وفى حالات أخرى وجد أن المقاومة تعتمد على أكثر من زوج من العوامل ولذلك فإن الأصناف المستنبطة تظهر مقاومة نسبية ومتدرجة.

وفى دراسات على مقاومة نباتات البطاطس لمرض اللفحة المتأخرة المتسببة عن الفطر فيتورفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* تبين وجود نوعين من المقاومة. وراثة المقاومة فى النوع الأول تعتمد على عدد من العوامل الوراثية ، وغالبا ما تكون صفة المقاومة متنحية وتتأثر بالعوامل البيئية وبكمية اللقاح وتعرف بالمقاومة المزرعية field resistance ، وذلك كما فى حالة نوع البطاطس التجارى *Solanum tuberossum* فى النوع الثانى ترجع صفة المقاومة فيها إلى زيادة الحساسية hypersensitivity ، وتعتمد وراثة هذه الصفة إلى عدد من العوامل الوراثية السائدة يعمل كل منها على حدة وتعرف

بمقاومة ريدة الحساسية ، وقد أدخل هذا النوع من المقاومة فى نوع البطاطس التجارى *S .tuberosum* بعد تهجينه بالنوع البرى *S. demissum*.

فى الحالات التى يوجد فيها للكائن الممرض سلالات مختلفة تختلف فى قدراتها الممرضة، قد يختص زوج واحد من العوامل الوراثية فى النبات العائل بصفة المقاومة ضد كل سلالات الطفيل كما هو الحال فى مقاومة نباتات الفاصوليا لسلالات الطفيل المسبب لمرض الأنثراكنوز ، وفى حالات أخرى يختص زوج واحد من عوامل المقاومة بالنبات العائل بمفاومه سلالة او أكثر من سلالات الطفيل ، وذلك كما فى حالة مقاومة القمح لبعض سلالات فطر صدأ الساق الأسود فى القمح.

وجدير بالذكر أن العامل أو العوامل الوراثية التى تحكم صفة المقاومة فى النبات قد تعمل على إظهار تلك الصفة فى طور معين فقط من أطوار نمو النبات أو قد يتطلب ظهورها ظروفاً بيئية محددة.

3-8 تربية سلالات نباتية مقاومة للأمراض

قبل أن يعرف الإنسان شيئا عن وراثة صفة المقاومة ضد الأمراض النباتية ، بل قبل أن يخلق الإنسان بملايين السنين ، والطبيعة تقوم تلقائيا بعمليات مستمرة لانتخاب النباتات المقاومة للآفات السائدة ، متمشية مع قاعدة البقاء للأصلح ، أو البقاء للأفضل مواءمة مع عوامل البيئة المحيطة الحية وغير الحية ، إذ أنه بتعرض النباتات للآفات المختلفة بما فيها مسببات الأمراض يموت منها أكثرها قابلية للإصابة ويعيش منها أكثرها مقاومة. تتكاثر النباتات المقاومة ناقلة لبعض نسلها ما تحمله فى تركيباتها الوراثية من عوامل المقاومة ضد الآفات. وبتكرار ذلك فى الطبيعة جيلا بعد جيل تزداد عشائر النباتات المقاومة للآفات النباتية المنتشرة بالمنطقة لدرجة تكاد تصبح معها جميع النباتات البرية فى مناطق نموها مقاومة للأمراض السائدة بها. ويعيب تلك النباتات البرية المنتخبة طبيعيا أنها ذات صفات زراعية وتجارية واقتصادية ضعيفة ، لهذا كان من الضرورى أن يتدخل الإنسان فى عملية الإنتخاب للحصول على نباتات مرغوبة تجمع ، ما بين الصفات الزراعية والاقتصادية الجيدة وصفة المقاومة ضد الآفات بما فيها مسببات الأمراض النباتية.

فى تاريخ الزراعة الحديث كان الإنتخاب هو الوسيلة الرئيسية لتحسين المحاصيل الزراعية ، وأثناء عمليات التربية للصفات الزراعية والتجارية والاقتصادية كان الإنتخاب بالنسبة للمقاومة ضد الأمراض لا يلقى الاهتمام الكافى ، وخاصة عندما تكون القابلية

للإصابة مرتبطة بأحد الصفات المرغوبة. في كثير من الأحوال يحصل المربي على سلالات تحمل صفة المقاومة مع صفات أخرى مرغوبة ، ثم لا يلبث أن يتدهور الصنف الجديد بعد سنوات قليلة من زراعته ، فيصبح قابلا للإصابة بالمرض الذى كان مقاوما له. قد لا يرجع التدهور إلى فقدان هذا الصنف لقدرته على مقاومة المرض ، ولكن يرجع إلى ظهور سلالات جديدة من الطفيل لم يربى الصنف ضدها. تنشأ السلالات الجديدة من الطفيل بظهور طفرات فى سلالة سابقة أو عن طريق التغيرات التى قد تحدث فى التركيبات الوراثية للطفيل نتيجة لحدوث تزاوج بين سلالات الطفيل التى تتكاثر تزاوجيا أو نتيجة للإندماج الهيفى anastomoses بين السلالات التى لا تتكاثر تزاوجيا حيث يحدث الخلط النووى heterocaryosis. ومن الأمثلة على ظهور سلالات جديدة ما حدث فى الولايات المتحدة الأمريكية وكندا سنة 1935 عندما ظهرت السلالة 56 لفطر صدأ الساق الأسود فى القمح مسببا لخسائر كبيرة لمحصول القمح الربيعى ثم تكرر ذلك سنة 1953 وسنة 1954 عندما ظهرت السلالة 15 ب وأثرت تأثيرا ضارا على أصناف القمح المقاومة للسلالة 56 .

فى كثير من الحالات لم يمكن إكتشاف وجود تخصص بيولوجى بين أفراد كائنات ممرضة إلا بعد إنتخاب وتربية أصناف جديدة من النبات العائل مقاومة للمرض ، وذلك عندما أصيبت بعض الأصناف المنتخبة بالمرض بعد زراعتها لعدة سنوات. ومن أمثلة هذه الحالات الفطر فيتوفثورا إنفستانس *Phytophtora infestans* المسبب لمرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس والذى عرف لوقت طويل أنه لا يتميز فيه سلالات فسيولوجية مختلفة وذلك لإصابته لجميع أصناف البطاطس التجارية ، غير أنه إتضح بعد استنباط أصناف من البطاطس مقاومة للمرض عن طريق التهجين بين الأصناف التجارية والأصناف البرية ، أن بعض الأصناف الجديدة المستنبطة أصيبت بالمرض ووجد أن الفطر المحدث لمرض اللفحة المتأخرة لا يختلف مورفولوجيا عن عزلات الفطر الغير قادرة على إحداث المرض ، ولكنه يختلف عنه فى قدرته التطفلية على أصناف البطاطس المختلفة ، ومن ذلك عرف أن الفطر المسبب للفحة المتأخرة يتميز إلى سلالات فسيولوجية مختلفة فى الطبيعة.

فى بعض الحالات قد يكون الهدف من تربية أصناف جديدة من محصول معين هو إيجاد أصناف يتصف سلوكها بصفات خاصة تمكنها من الهروب من الطفيل المسبب للمرض ورغم قابليتها للإصابة به ، كأن تكون تلك الأصناف قصيرة العمر مبكرة النضج. مثل تلك الأصناف يمكنها أن تهرب من الإصابة بالأمراض التى تصيب المحصول فى أواخر موسم نموه.

وقد تهدف التربية إلى إيجاد أصناف ذات قدرة عالية على تحمل فعل الطفيل ، وتتمكن رغم الإصابة من إنتاج محصول جيد ، كأن تكون ذات جذور قوية سريعة النمو تعوض سريعا أضرار الإصابة بطفيليات الجذور ، أو أن تكون الأصناف المنتخبة سريعة النمو الخضرى فى الفترة الحرجة التى تتعرض فيها للإصابة مما يؤدى إلى سرعة استعاضتها لما يحدثه الطفيل من أضرار لها.

توجد عدة طرق للحصول على أصناف من النباتات مقاومة للأمراض كالآتى :

8-3-1 إستيراد تقاوى أصناف مقاومة للمرض أو الأمراض السائدة

يعتبر استيراد التقاوى التى تحمل صفة المقاومة العالية للمرض ولعدة أمراض سائدة فى البلد المستورد هو أبسط وأرخص الوسائل للحصول على أصناف نباتية مقاومة ، حيث تستورد تقاوى الأصناف المرغوب زراعتها ، والتى تحمل صفة المقاومة للأمراض السائدة ، والتى استنبطت فى دول أخرى لزراعتها. ويعاب على هذه الوسيلة أن الأصناف المستوردة قد لا تظهر فيها نفس الصفات المعروفة عنها فى مواطن استنباطها عند زراعتها فى بيئتها الجديدة ، وذلك بسبب اختلاف السلالات الفسيولوجية للمسببات المرضية فى قدرتها على إحداث المرض فى بلد الإنتاج عن السلالات الفسيولوجية الموجودة فى البلاد المستوردة. إضافة إلى ما سبق فإن تلك الأصناف المستوردة قد تتعرض للإصابة بشدة بأمراض أخرى غير ذات أهمية فى مناطقها الأصلية.

ورغم ما سبق فإن عمليات استيراد التقاوى المقاومة للأمراض قد تعطى نتائج إيجابية عند زراعتها فى الموطن الجديد. ومن الأمثلة التى نجحت فيها عمليات الاستيراد ، حالة استيراد صنف القمح تاتشر Thatcher المقاوم لمرض صدأ الساق الأسود من الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1935 إلى كندا حيث زرع منه مساحات شاسعة ، ثم استبدل بعد ذلك بالصنف الأمريكى سيلكيرك Selkirk الذى صار سنة 1958 الصنف الأساسى من القمح الربيعى المقاوم للصدأ فى كل من كندا والولايات المتحدة الأمريكية ، ويعزى ذلك النجاح لتشابه الظروف البيئية فى كل من كندا وشمال الولايات المتحدة الأمريكية.

وعموما فإن السلالات النباتية المستوردة قد تستورد لإدخال محصول جديد إلى البلد المستورد أو لإدخال سلالة جديدة من محصول موجود فعلا ، وفى كلتا الحالتين قد تستخدم تلك السلالات فى الزراعة مباشرة إذا ثبت أنها قادرة على التأقلم مباشرة فى بيئتها الجديدة. وقد تستورد السلالات النباتية ويجرى الإنتخاب منها للحصول على سلالات محسنة منها أكثر

تأقلما للبيئة الجديدة. كما قد يكون الإستيراد بغرض نقل جينات المقاومة منها إلى أصناف محلية خلال عمليات التهجين ، والحصول بعد ذلك على أصناف جديدة.

وغالبا ما يعقب عملية الاستيراد للأصناف المقاومة من المحاصيل ، عمليات إنتخاب أو تهجين ، ذلك أن كثيرا من هذه الأصناف التى تحتوى تركيباتها الوراثية على جينات المقاومة، لا تحتوى على الجينات اللازمة لعملية التأقلم فى البيئة الجديدة ، أو الجينات الخاصة بالصفات الزراعية والتجارية المرغوبة.

2-3-8 الإنتخاب

جميع النباتات الموجودة بريا على وجه الأرض هى نتاج عمليات إنتخاب وتربية طبيعية ، تمت تحت ظروف بيئية مختلفة خلال ملايين السنين. ويحدث الإنتخاب طبيعيا فى الحقول عند تعرض المحصول المنزرع للمسببات المرضية تحت الظروف الملائمة للعدوى وتكشف الأمراض فتصاب النباتات القابلة للإصابة وقد تموت أو لا تنتج تقاوى أو تنتج تقاوى ضعيفة ولا يظهر المرض على النباتات التى تحمل صفة المقاومة وتنتج تقاوى طبيعيا ، فإذا أخذت التقاوى من النباتات التى قاومت المرض وزرعت فإن مقاومة المحصول الجديدة تكون أفضل من سابقتها ، ويتكرار ذلك لعدة أجيال تحصل على نباتات مقاومة. ويمكن إجراء ذلك صناعيا فى زراعات خاصة أو بالمشاتل أو الصوب حيث تجرى عدوى صناعية بمسببات الأمراض التى يجرى الإنتخاب ضدها تحت أنسب الظروف ملاءمة لحدوث الإصابة. عموما فيفضل إجراء عدوى صناعية حيث أنه تحت الظروف الطبيعية قد ترجع عدم حدوث إصابة للنباتات إلى هروبها من الإصابة لأى سبب من الأسباب. ولا ترجى فائدة محققة من عملية الإنتخاب تحت الظروف الطبيعية إلا فى حالة إنتشار المرض بحالة وبائية.

الإنتخاب الصناعى قد يكون إنتخابا جماعيا mqss selection وقد يكون إنتخابا فرديا individual selection. الإنتخاب الجماعى قد يكون إنتخاب جماعى سلبى negative mass selection وفيه تزرع التقاوى معا ، وتجمع وتستبعد النباتات غير المطابقة للمواصفات المطلوبة سواء الزراعية أو المصابة بالأمراض النباتية ، وذلك خلال موسم النمو، ويترك الباقى للحصول على تقاوى لزراعتها فى الموسم التالى ، ثم تكرر عملية التقاوة roguein عدة مواسم. وقد يكون إنتخاب جماعى موجب positive mass selection وفيها تختار من النباتات الناضجة تلك التى جمعت أكثر الصفات المرغوبة بما فيها صفة المقاومة ضد الأمراض وتؤخذ بذور تلك النباتات وتخلط معا ، ثم تزرع فى الموسم التالى ،

وتكرر العملية عدة سنوات. في الإنتخاب الفردى تنتخب نباتات جمعت المواصفات المرغوبة ثم تؤخذ التقاوى من كل نبات على حدة وتزرع ، ويكرر الإنتخاب الفردى من محصول كل نبات لعدة سنوات.

ويشترط لنجاح عمليات الإنتخاب للحصول على أفراد تجمع بين الصفات الزراعية والتجارية المرغوبة وصفة مقاومة الأمراض السائدة توفر الآتى :

1 - توفر مصدر المقاومة ضد الأمراض السائدة فى بعض نباتات المجموعة التى يجرى فيها عمليات الإنتخاب.

2 - أن تكون هناك وسيلة سهلة للتمييز بين النباتات التى تحمل عوامل المقاومة الوراثية وبين النباتات التى ساعدتها الظروف على الهروب من الإصابة.

3 - أن تحتوى النباتات المقاومة والمنتخبة على الصفات الزراعية والإقتصادية المرغوبة بجانب مقاومة الأمراض.

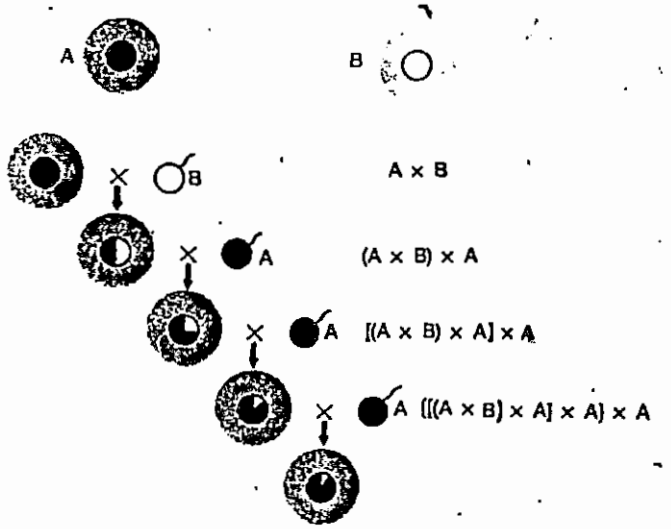
4 - أن يتبع أفضل الطرق التى يمكن بها الإكثار من النباتات المنتخبة للحصول على التقاوى بقدر كاف وفى أقصر وقت ممكن.

3-3-8 التهجين

الغرض من التهجين hybridization جمع صفات مرغوبة موجودة فى سلالتين أو أكثر فى سلالة واحدة ، ذلك أن التهجين يؤدى إلى الحصول على تراكيب وراثية مختلفة نتيجة لإنعزال العوامل الوراثية وإعادة توزيعها ، وتظهر الصفات الجديدة فى النسل خلال الأجيال المتعاقبة ، ومن ثم يتمكن مربى النباتات من إختيار الأفراد التى تحمل الصفات التى يرغب فى توفرها فى السلالة الجديدة. تتوقف درجة وسرعة الوصول إلى السلالة المطلوبة على عدة عوامل منها ، التركيب الوراثى للآباء المستخدمة فى التهجين وعدد أزواج العوامل الوراثية المتحكمة فى الصفة وكذلك على برامج التربية المتبعة.

قد يجرى التهجين بين أصناف varieties نوع species واحد من الأنواع النباتية ، أو يجرى بين أنواع مختلفة متقاربة من الناحية التقسيمية وتقع تحت جنس genus واحد. وقد يتبع فى التهجين طرق مختلفة منها التلقيحات البسيطة أو التلقيحات الفردية single crosses وتجرى عادة بين أصناف نوع واحد intervarietal crossing ، وفيها يجرى التلقيح مرة واحدة بعدها تجرى عمليات الإنتخاب. وقد يجرى أكثر من تلقيح قبل البدء فى عمليات

الإنتخاب من ذلك طريقة التلقيح الرجعى أو back cross ، حيث يجرى التلقيح الأول للحصول على الجيل الأول ثم تلقح نباتات الجيل الأول بأحد الآباء للحصول على هجين ثانى وقد يكرر ذلك عدة مرات (شكل 8-2) . وتتبع هذه الطريقة لنقل صفة وراثية معينة ، كصفة المقاومة ، يرغب مربى النباتات فى نقلها لصنف تجارى معروف ، ويعتبر الصنف التجارى هو الأب المتكرر recurrent parent والصنف المقاوم هو الأب الواهب donor parent . وقد كان أورتون Orton هو أول من إستخدم التلقيح الرجعى للحصول على سلالات من البطيخ مقاومة لمرض الذبول الفيوزاريومى ، حيث قام بتهجين صنف جيد لكنه قابل للإصابة بالمرض مع الصنف Citron الذى يحمل فى تركيبه الوراثى عامل المقاومة لمرض الذبول ، فحصل على هجين مقاوم للمرض لكن صفاته الزراعية والتجارية غير مقبولة ، فأعاد التهجين مرة أخرى بين الهجين الناتج والصنف التجارى القابل للإصابة فحصل على هجين تجتمع فيه صفة المقاومة مع الصفات المرغوبة الأخرى.



شكل 8-1 : التلقيح الرجعى بين صنف تجارى A وصنف به صفة المقاومة لمرض B
أ - الآباء ب - تزاوج الأبوين جـ - التلقيح الرجعى الأول
د - التلقيح الرجعى الثانى هـ - التلقيح الرجعى الثالث
و - التلقيح الرابع (نسبة صفات الأب التجارى إلى الأب المقاوم 15- 1)

والخطوات الرئيسية التى يمكن أن تتبع لعمل برنامج لتربية أصناف مقاومة لمرض معين من محصول معين ، متبعا طريقة التلقيح الفردى كالآتى :

1 - يبحث عن مصدر لمقاومة المرض المطلوب التربية له وذلك من بين أصناف من نفس النوع النباتى للمحصول المطلوب إدخال صفة المقاومة فيه ، من مناطق تكون الإصابة فيه بهذا المرض منتشرة وشديدة. إذا لم يتوفر مصدر المقاومة فى نفس النوع النباتى فيبحث عنه فى أنواع أخرى قريبة للنوع الذى يقع تحته الصنف المراد تربيته ، وقد يكون ذلك من بين النباتات البرية.

2 - يجرى التهجين بين نباتات مختارة من الصنف التجارى ونباتات مختارة من الصنف المقاوم للمرض وتزرع البذور الناتجة لتعطى نباتات الجيل الأول.

3 - تلقح النباتات الهجين الناتجة عن الجيل الأول تلقيحا ذاتيا self-polination ، وتؤخذ التقاوى الناتجة لزراعة الجيل الثانى ، كل بذرة على حدة.

4 - يبدأ إنتخاب النباتات المقاومة فى الجيل الثانى مع مراعاة إجراء عدوى صناعية بجميع سلالات المسبب المرضى المحتمل حدوث إصابة منها ، والتى تنتشر فى المنطقة أو المناطق التى سوف يزرع فيها الصنف ، ويستحسن كذلك إجراء العدوى بالسلالات الأخرى التى يحتمل أن تنتقل إلى منطقة زراعة هذا الصنف. ومن المهم جدا توفر الظروف البيئية المثلى لحدوث الإصابة.

5 - يراعى أثناء الإنتخاب فى الأجيال التالية إختيار النباتات التى تحمل صفات زراعية وتجارية مرغوبة بالإضافة إلى المقاومة للمرض مع استمرار التلقيح الذاتى لعدة أجيال حتى تصل النباتات الناتجة إلى درجة عالية من النقاء الوراثى.

6 - تجرى الإختبارات على السلالات الناتجة من الخطوات السابقة من حيث كمية المحصول وجميع الصفات الاقتصادية بما فيها المقاومة وذلك تحت ظروف بيئية مختلفة.

7 - تختار أفضل سلالة من بين السلالات المختبرة فى الخطوة السابقة لتدخل فى مرحلة لإكثار تقاويها بحالة نقية طبقا للطرق المتبعة فى مثل هذه الحالة ، لتوزيعها على الزراع.

يعب طرق التهجين ثم الإنتخاب احتياجها إلى زمن طويل للحصول على سلالات تجارية تحتوى على صفة المقاومة لمرض نباتى أو أكثر ، وقد أمكن حديثا توفير كثير من الوقت بإستخدام التقاوى الهجين فى الزراعة مباشرة ، حيث تستخدم سلالة بها صفة المقاومة ساندة وتهجن مع سلالة أخرى بها الصفات الزراعية والتجارية المرغوبة. تستخدم البذور الناتجة

عن التلقيح فى الزراعة ، وحاليا فإن معظم زراعات الذرة بالعالم تستخدم فيها تقاوى نتيجة تهجين وتعتبر النباتات الناتجة والمنزرعة هى الجيل الأول ، والمحصول الناتج يوزع للإستهلاك الغذائى ولا يصلح للتقاوى إذ أنه بزراعته سوف يحدث إنعزالات فيه. للحصول على التقاوى الهجن فى الذرة تزرع عادة فى صفوف كل أربعة صفوف من الأمهات يعقبها صفين من الآباء ، وهكذا. تطوش النورات المذكرة والتى تتكون فى قمة النبات من صنف الأمهات ، بمجرد تكوينها وتترك نباتات الآباء دون تطويش ، يحدث التلقيح من نباتات الآباء للنورات المؤنثة والتى تتكون فى آباط الأوراق لكل من الآباء والأمهات. عند تمام النضج يجمع محصول كل صنف على حدة ، حيث يؤخذ محصول الأمهات لزراعتها كتقاوى ذرة هجين ، أما محصول الآباء فيؤخذ للإستهلاك.

فى بعض الحالات التى يوجد فيها عقم ذاتى self-sterility أمكن الحصول على بذور هجين دون الحاجة لإزالة أعضاء التذكير وقد أمكن ذلك فى بعض أصناف بنجر السكر وفى بعض أصناف الكرنب. كما أمكن الحصول على بذور هجين أيضا باستخدام أصناف تنتج أزهار ذات أعضاء تذكير عقيمة أو أزهار مؤنثة فقط مع أصناف أزهارها خصبة ، فتستخدم الأولى ، العقيمة الذكورة كأمهات وتؤخذ بذورها للزراعة وتستخدم الثانية الخصبة كآباء ويؤخذ محصولها للإستهلاك ، وقد نجح ذلك فى بعض أصناف البصل والذرة وعباد الشمس والقطن والطماطم والجزر.

4-3-8 التضاعف الكروموسومى

ويقصد بالتضاعف الكروموسومى polyploidization مضاعفة العدد الأصلى للكروموسومات فى نواة الخلية ، فبدلا من أن يكون العدد فى الخلايا الخضرية للنبات ثنائية العدد الكروموسومى (2N) ، قد تصبح رباعية العدد الكروموسومى tetraploid (4N) أو تصبح سداسية العدد الكروموسومى (6N) ، وتوجد الأعداد 6N, 4N, 2N فى أصناف نبات القمح ، فنبات القمح التجارية منها ما يحتوى على 14 أو 28 أو 42 كرموسوم. وقد تحتوى خلايا النبات على ثمان مجموعات كروموسومية octoploid كما فى بعض أصناف البن حيث تحتوى خلاياه على 88 كروموسوم ، وهناك حالات يزيد فيها التضاعف عن ذلك وقد أمكن إنتاج نباتات هجين ثلاثية العدد الكروموسومى triploid (3N) بتلقيح نباتات 2N مع أخرى 4N ، وحدث ذلك فى بنجر السكر وإمتاز الصنف الناتج عن التلقيح السابق بإنتاجه المرتفع من السكر وأيضا بمقاومته لمرض تبقع الأوراق السركوسبرى. وللحصول على تضاعف كروموسومى تعامل الأنسجة الخضرية النامية بمؤثرات خارجية قوية مثل

الكوشيسين ، ويؤدى ذلك إلى حدوث خلل فى عملية الإنقسام غير المباشر بالأنسجة النامية ، فبعد حدوث تضاعف فى أعداد الكروموسومات بالخلية لا يحدث الانفصال إلى مجموعتين وتبقى الخلية بضعف عددها الكروموسومى أى 4N ، حتى إذا زال أثر المادة المؤثرة ، أى الكولشيسين مثلا • تنقسم الخلايا ذات 4N طبيعيا محافظة على العدد الكرموسومى الجديد •

4-8 إحداث الطفرات

تحدث الطفرات mutations طبيعيا أثناء نمو النباتات ، إلا أن معظم الطفرات المتكونة تكون إما ضارة أو غير ذات أهمية • الطفرات هى تغييرات تحدث فى التراكيب الوراثية لبعض خلايا النبات ، وعند إنقسام الخلايا التى حدث بها التغيير فإن الخلايا الناتجة تحافظ على التركيب الجديد وينشأ عن ذلك نسيج يختلف وراثيا عن نسيج النبات الأصلى ، فإذا إستخدم هذا النسيج فى إنتاج جديد ، يكون النبات الناشئ عن الطفرة مختلفا وراثيا عن النبات الذى نشأ عنه ، وقد أمكن الاستفادة من بعض الطفرات الجيدة فى إنتاج أصناف جديدة ، فكثير من أصناف البطاطس المنزرعة نتجت عن طفرات طبيعية •

للإسراع من عملية التطفر تستخدم مطفرات mutagens ، قد تكون طبيعية مثل بعض الأشعة المتأينة كاشعة X وأشعة جاما وقد تستخدم الأشعة فوق البنفسجية ، وأحيانا تستخدم نبضات من أشعة الليزر ، وقد تكون المطفرات كيميائية ومنها كبريتات ثانى الإيثيل diethyl suphate وكبريتات ثانى الميثيل dimethyl sulphate وإيماين الإيثيلين ethylene imine • تعامل البذور بالأشعة أو بالكيماويات المطفرة ، فتتبه الخلايا إلى حدوث طفرات • تزرع البذور فى سطور على مسافات متباعدة حتى يسهل ملاحظتها وينتج عن ذلك نباتات الجيل المطفر الأول والذى يرمز له M_1 والذى تظهر فيه الطفرات السائدة فقط • البذور الناتجة من الجيل الأول تزرع ثانية لإنتاج الجيل المطفر الثانى والذى يرمز له M_2 ، وفيه تحدث إنعزالات فى تلك الطفرات ويمكن أن نجد بينها الطفرات المتنحية بالإضافة إلى الطفرات السائدة • بعض الطفرات الهامة مثل صفة المقاومة للأمراض النباتية قد لا يمكن كشفها فى الأجيال الأولى للتطفر ، وخاصة إذا كان المرض محدود الإنتشار ، ويمكن كشفها بالتعريض للمسببات المرضية مع تهيئة الظروف البيئية لإحداث المرض • وقد أمكن بالهند الحصول على صنف قصب السكر Co 6602 المقاوم للعفن الأحمر المتسبب عن الفطر كوليتوتريكم فالكاتم *Colletotrieum falcatum* وذلك من طفرة وذلك بتعريض النباتات لأشعة جاما •

تستمر ملاحظة النباتات المطفرة فى الجيل الثالث M_3 ثم فى الجيل الرابع M_4 حين يبدأ إختبار تلك الطفرات للصفات الزراعية والتجارية والمقاومة للآفات والأمراض.

5-8 إستخدام الهندسة الوراثية فى إنتاج نباتات مقاومة

تعتمد الطرق التقليدية لتربية النباتات ، أساسا على التهجين لإدخال صفة أو أكثر من سلالة نباتية إلى سلالة أخرى قريبة منها تنقصها تلك الصفات ، ثم الإنتخاب لمدة طويلة قد تصل إلى 8-15 سنة حتى نحصل على سلالة جديدة تجمع الصفات المطلوبة فى صورة نقية. يعوق نجاح تلك العملية بعض العوائق منها أن الصفة المطلوب إدخالها قد لا توجد إلا فى نباتات بعيدة القرابة يستحيل التزاوج بينهما ، وأنه نتيجة للتزاوج بين السلالتين يحدث توزيع عشوائى لعدد كبير من الصفات ، الكثير منها غير مرغوب مما قد نضطر معه إلى إجراء تهجين رجعى ، يتكرر عدة مرات حتى نتمكن من تجميع معظم الصفات المرغوبة. لهذا كان التفكير والبحث فى وسائل للإسراع فى جمع ونقل الجينات المرغوبة إلى خلايا نباتات تنقصها تلك الجينات دون تزاوج وإنتخاب وإنتظار لزمن طويل ودون أن يكون مصدر الجين ذو صلة قرابة من النبات المنقول إليه ، وهذا ما يعرف بالهندسة الوراثية genetic engineering. تشمل الهندسة الوراثية نقل كرموسومات chromosome engineering أو نقل جينات gene engineering أو نقل أجزاء من الجينات وتعرف بهندسة الجزئيات molecular engineering. الهندسة الوراثية هى فرع من فروع الهندسة الحيوية bioengineering والتى تشمل بجانب الهندسة الوراثية ، زراعة الأنسجة tissue culture. تسمح الهندسة الوراثية بالتعامل مع جينات فردية أو مع مكوناتها من أى مصدر قريب أو بعيد ونقلها إلى النبات بأقل ما يمكن من إحداث خلل فى تركيبة المجموعة الوراثية الأصلية للنبات.

تتبع طريقتين أساسيتين لنقل الصفات المطلوب إدخالها من نبات إلى آخر وذلك كالآتى :

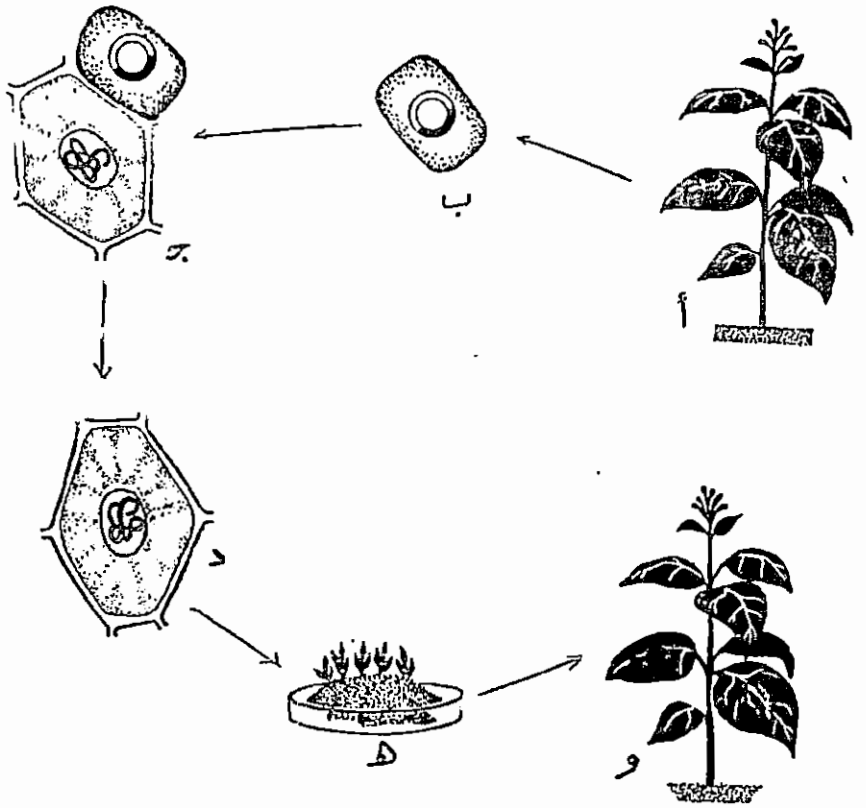
1 - النقل عن طريق ناقل vector خاص ، ومنه بعض أنواع من البكتيريا مثل أجروبكتيريم تميفسينس *Agrobacterium tumifaciens* التى تهاجم معظم النباتات ذات الفلقتين وبعض نباتات الفلقة الواحدة ، ومن الناقلات بعض الفيروسات مثل مجموعة فيروسات جيمينى gemini viruses وهى فيروسات تتكون كل منها من خيط واحد من الحمض النووى DNA وتهاجم كثير من النباتات ذات الفلقتين والفلقة الواحدة.

تتوقف قدرة البكتيريا أجروبا كتيريم على النقل على وجود كروموسوم إضافى صغير يوجد مع الكروموسوم الأساسى فى الخلية البكتيرية ويعرف باسم بلازميد منبه للورم Ti plasmid ، جزء من هذا البلازيد يعرف بحمض ديأكسى ريبونيكليك الناقل (t DNA) يمكنه أن يدخل فى التركيب الكروموسومى لخلية النبات. فلإدخال صفة جديدة إلى نبات ما ، تنقل أولا من مصدرها إلى الخلايا البكتيرية حيث تحمل على الجزء t DNA من Ti plasmid ، ثم تنقل البكتيريا الناقلة والحاملة للجين الجديد إلى نسيج من النبات المراد إدخال الجين الجديد فيه فتحدث العدوى به وينتقل الجزء t DNA بما يحمله من جين الى التركيب الكروموسوى للنسيج النباتى. ينمو النسيج النباتى بطرق زراعة الأنسجة ثم ينبه لتكوين نبات جديد أدخل فيه الصفة المطلوبة (شكل 8-2).

2 - النقل المباشر لجميع بروتوبلاست protoplast خلية إلى بروتوبلاست خلية أخرى ، أى إحداث تهجين بروتوبلاستى لخليتين خضريتين قد يكونان بعيدين كل البعد عن بعضهما فمثلاً يمكن إحداث هذا التزاوج بين خلايا نباتين أحدهما وحيد الفلقة كالذرة مع آخر ذو فلقتين كفول الصويا. يحدث التزاوج بين الخلايا بسهولة إذا نزعت عنها الجدر الخلوية ، فيؤخذ النسيج الوسطى من جزء من ورقة من كل نبات وتوضع فى محلول زائد التركيز hypertonic مع أنزيمات بكتينية pectinase وسليلوزية celluase ، فتنفصل الخلايا عن بعضهما وتتحلل جدرها الخلوية وتبقى البروتوبلاستات محاطة بأغشيتها السيتوبلازمية بشكل كور خضراء. يضاف إلى خليط بروتوبلاست النباتين مادة تنبه حدوث التزاوج مثل نترات الصوديوم أو عديد إيثلين الجليكول polyethylene glycol ، يحدث تزاوج بين بروتوبلاستى النباتين وينتج بروتوبلاست هجين يحتوى على مجموع كروموسومات الخليتين الأصليتين المتزاوجين (شكل 8-3). تنبه البروتوبلاستات الهجن للتكاثر والتشكل لتكوين نبات جديد بصفات وخواص جديدة. وقد أمكن بهذه الطريقة إنتاج نبات هجين من البطاطس والطماطم سنة 1978 سمى بطاطم pomato ، ولو أنه لم يكن ذو قيمة اقتصادية. كذلك أمكن تهجين البطاطس مع نبات صائد للحشرات حيث كانت أوراق وسيقان النبات الجديد مغطاة بشعور كثيفة تصيد الحشرات وتميتها بفعل إفراز لزج سام ، وثبت أنه يقتل 90 % من الحشرات التى تلامسه ، وعيبه أنه كان لا يميز بين حشرة ضارة وأخرى نافعة.

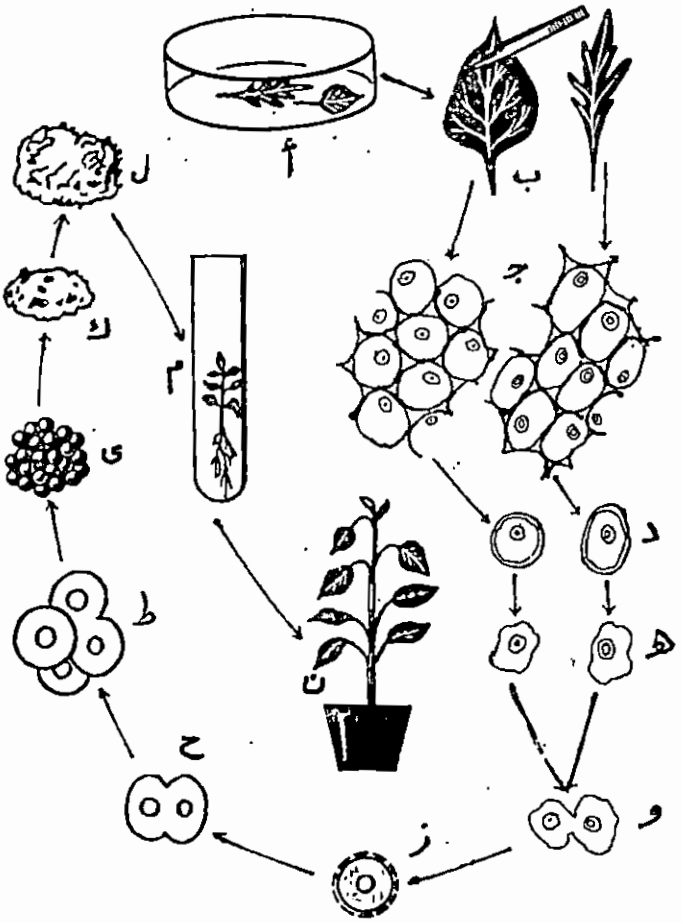
بالنسبة لاستخدام الهندسة الوراثية فى إنتاج نباتات مقاومة للأمراض النباتية ، فإنها لا زالت موضع دراسة ، وبهذه الوسيلة سوف يمكن نقل صفة المقاومة من نباتات بعيدة القرابة إلى النباتات المرغوب النقل إليها. والأمل القريب هو فى طريقة النقل المباشر بتهجين

بروتوبلاستين لنبات به صفة المقاومة إلى آ[illegible] به الصفات المرغوبة ، وغالبا ما يتطلب الأمر إجراء إنتخابات لعدة سنوات حتى يمكن الحصول على السلاله المرغوبة .



شكل 8-2 : إستخدام الهندسة الوراثية فى نقل بعض الصفات

أ - نبات به صفة مراد إدخالها (مقاومة مثلا) فى صنف تجارى.
ب- بكتيريا ناقلة للصفة (*Agrobacterium tumefaciens*) نقلت إليها الصفة المراد إدخالها من نبات (أ) وحملت فى Ti-plasmid .
جـ - عدوى البكتيريا لخلايا النبات التجارى.
د - خلية النبات التجارى وبها الجزء t - DNA من Ti-plasmid الحامل للصفة المدخلة.
هـ - زراعة خلايا النبات التجارى بعد إدخال الصفة بطرق زراعة الأنسجة وتكوين كالوس.
و - النبات التجارى الجديد وبه الصفة المدخلة.



شكل 8-3 : تهجين بروتوبلاستى

ا - تعقيم ورقتى نبات مراد التهجين بينهما
ب - سلخ البشرة
جـ - فصل النسيج الوسطى
د - تفكيك الحلايا
هـ - فصل الجدر الخلوية
و - تزاوج بين بروتوبلاستين
ز - تكوين زيجوت
حـ - ط - ى - انقسام الزيجوت
ك - تكوين نسيج كالوزى
ل - تمييز نسيج الكالوس
م - تكوين بادرة
ن - شكل البادرة

6-8 مواصفات السلالات النباتية المنتخبة لصفة المقاومة للأمراض

يراعى فى الأصناف المختارة أو المنتخبة لصفة المقاومة لأمراض معينة ، بأى من الطرق السابقة أن تتوافر فيها الصفات الآتية :

1 - أن تجمع بين صفة المقاومة للأمراض والصفات الزراعية والتجارية المرغوبة لدى المزارعين والمستهلكين .

2 - أن تثبت السلالة المنتخبة مقاومتها للمرض عند تعرضها لعدوى شديدة تحت ظروف بيئية ملائمة لحدوث العدوى وتكشف المرض .

3 - أن تكون صفة المقاومة فى السلالة المنتخبة صادقة التوريث ، أى أن هذه الصفة ثابتة وراثية تنتقل منها لجميع الأبناء بدرجة واحدة .

4 - أن يقاوم النبات جميع سلالات الطفيل التى قد يتعرض لها فى الحقل .

فى بعض الحالات تكون تربية سلالات مقاومة من الصعوبة بمكان وقد تكون من المستحيلات وذلك لأسباب مختلفة منها .

1 - عدم وجود جينات المقاومة ، فلا تكون التربية ناجحة وفعالة إلا إذا توفرت جينات مقاومة فى النوع النباتى أو الجنس الذى يدخل تحته النوع النباتى الذى يجرى عليه التربية .

يسهل الحصول على جينات المقاومة فى حالة الطفيليات المتخصصة أى ذات المدى العوائلى الضيق ، بينما يصعب الحصول على أصناف مقاومة فى حالة الطفيليات ذات المدى العوائلى الواسع .

2 - وجود جينات المقاومة فى نباتات بعيدة القرابة عن النوع الذى ينتمى إليه المحصول المستخدم فى التربية ، فمثلا توجد صفة المقاومة لمرض لفحة القطن البكتيرية فى بعض أنواع الأقطان الأسيوية مثل جوسيبيوم سيرنم *Gossypuim cernum* الذى لا يمكن إجراء تلقيحات بينه وبين الأقطان المنزرعة ، وفى هذه الحالة يفيد إستخدام أقطان ذات درجة قرابة وسطية بين النوعين المراد الجمع بين صفتيهما ، فتنقل صفة المقاومة أولا إلى الصنف الوسطى ، ثم تنتقل تلك الصفة من الصنف الوسطى إلى الصنف المنزرع .

3 - وجود سلالات مختلفة من الطفيل ، وذلك كما فى أصداء القمح حيث يعرف لكل منها العديد من السلالات ، ولهذا فإنه عند استنباط أصناف تقاوم الأصداء ، كثيرا ما تظهر سلالات جديدة من الطفيل المربى ضده ، مما يتسبب فى تدهور الصنف المنتخب وضياع جهود مربى النباتات .

4 - قد يظهر فى بعض الحالات إزدياد فى قدرة الطفيل على إحداث المرض نتيجة لزراعة الأصناف المقاومة ، فيحدث مثلا عند التوسع فى زراعة صنف مقاوم ضد مرض ما أن يتكشف من الطفيل سلالات جديدة ذات مقدرة أكبر على الإصابة ، وفى نفس الوقت قد تندثر بعض سلالات الطفيل القديمة لعجزها عن إحداث إصابات.

5 - صعوبة الجمع بين صفة المقاومة والصفات الزراعية والتجارية المرغوبة ، وتظهر هذه الصعوبة عندما يكون هناك ارتباط بين صفة القابلية للإصابة والصفات المطلوبة الأخرى، وذلك كما فى الذرة حيث ترتبط صفة القابلية للإصابة بمرض التفحم مع زيادة قوة نمو النبات.

6 - تدهور المقاومة تدريجيا نتيجة للخلط بين الأصناف النباتية فى الطبيعة ، ويحدث ذلك فى المحاصيل التى يسود فيها التلقيح الخلطى ، ويجب فى هذه الحالة حماية الصنف الجديد من الخلط الوراثى بإتباع وسائل محكمة فى إنتاج التقاوى النقية.

الباب التاسع

مكافحة الأمراض النباتية فى زراعات الصوب

منذ عدة سنوات قليلة بدأ التوسع فى إنتاج بعض محاصيل الخضر داخل صوب بلاستيكية وذلك بغرض توفرها فى موسم الشتاء أو فى غير موسمها وذلك مثل الخيار والكانتالوب والفلفل والطماطم وغيرها. وتنشأ هذه الصوب عادة على الأراضى الصحراوية وليست على الأراضى الجيدة الصالحة للزراعة ، ويستلزم الأمر للإستفادة من محاصيل الصوب أخذ احتياطات كثيرة ومهمة منها تعقيم التربة وتوفير التهوية ووقاية النباتات ضد الأمراض والحشرات وغيرها.

ينصح بتعقيم تربة الصوب وذلك للتخلص من آفات التربة وأهمها الفطريات وحشرات التربة والنيماتودا وبذور الحشائش ويستخدم لذلك بروميد ميثايل ، ومنها ميتابروم 980 الذى يتكون من 98 % بروميد و 2 % كلوروبكرين.

تجهز أرض البيوت البلاستيكية بالحرث العميق بعد خلطها بالسماد البلدى وتسويتها ثم تروى الأرض وتترك حيث تجف قليلا ، ويضاف بروميد المثيل بمعدل 50 - 80 جم /متر مربع من مساحة الصوبة ثم تغطى بالبلاستيك ويترك غطاء البلاستيك أربعة أيام على الأقل ثم يزال وتروى التربة ريا غزيرا بالماء. يمكن إجراء التعقيم فى أى وقت من السنة ويفضل أن يكون تعقيم التربة سنويا.

ولا تتم الزراعة قبل أسبوعين من المعاملة تجنبا للأثر الضار على الشتلات أو امتصاص المواد السامة فى التربة.

كما يمكن إستخدام البازاميد المحبب بدلا من بروميد المثيل فى تعقيم التربة وذلك بإضافته إلى التربة بعد تجهيز التربة وخلطها بالأسمدة العضوية - وذلك بمعدل 50 جم/متر مربع حيث يتم خلطه بالتربة جيدا ثم يترك على أن ترش التربة بالماء يوما بعد يوم حتى لا يتسرب المبيد إلى الجو وقد تغطى التربة بالبلاستيك بعد إضافة البازميد المحبب وتقليب التربة ولا يتم الزراعة بالصوبة إلا بعد أربعة أسابيع من المعاملة.

وتراعى الاحتياطيات الآتية للحصول على وقاية كافية لبادرات ونباتات الصوب :

1 - تجنب إرتفاع الرطوبة داخل الصوب ، وعدم ملامسة مياه الرى لسيقان وأوراق النباتات .

2 - توافق المبيدات الفطرية والحشرية أو الأسمدة الورقية عند خلطها وإلا تستعمل كل على حدة .

3 - لا تقل الفترة بين الرش بالمبيدات المختلفة وبعضها عن يومين أو ثلاثة .

4 - يوقف رش المبيدات عند ارتفاع درجة الحرارة .

5 - يراعى فتح الصوبة عند بداية الرش مع عدم غلق الصوبة حتى تجف النباتات من تأثير الرش والعناية بالتهوية الجيدة للصوبة بعد الرش .

6 - ينصح بوضع شاش على مداخل الصوب من الجهة البحرية وخاصة فى الصوب المعدة كمشتل ، وذلك للإقلال من فرص دخول الحشرات .

7 - ترش الصوب من الخارج قبل فتحها للقضاء على الحشرات وعدم تمكينها من التسرب داخل الصوبة .

8 - يفضل الرش على البلاستيك الداخلى بعد نقل الشتلات إلى الصوبة باستخدام المبيدات الموصى بها ضد الذبابة البيضاء والمن .

9 - يوقف الرش الدورى للمبيدات قبل الجمع بوقت يكفى لإزالة الأثر الضار للمبيد على المستهلك .

10 - يجب إستخدام الملابس والأقنعة الواقية عند الرش بالمبيدات الفطرية أو الحشرية .

11 - يجب أن تكون المياه المستخدمة فى الصوب البلاستيكية خالية من الأملاح أو الكلور .

9-1 الطماطم

يرش المشتل بمادة تراى ميلتوكس فورت بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء . ينصح بعد مرور أسبوعين من نقل الشتلات بوضع مادة بنليت 50 % أو توبسين بمعدل 0.1 % مع ماء الرى ، خاصة فى عروة يناير - فبراير والتى لا يتم فيها تعقيم التربة بالغازات ، ثم ترش النباتات بعد أسبوعين من المعاملة السابقة وقائيا بأحد المبيدات الآتية :

- مانكوبر بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.
- كوبر ازان بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.
- ترای میلتوکس فورت بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.

ويكرر الرش الدورى كل 10 - 15 يوم.

عند ملاءمة الظروف الجوية من حرارة ورطوبة لإنتشار الأمراض الفطرية تعالج النباتات بأحد المواد الآتية :

- ريدوميل بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.
- ريدوميل بلاس نحاس بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.
- جالبين نحاس بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.

مع ملاحظة عدم تكرار الرش بهذه المبيدات أكثر من مرتين متتاليتين.

ولمقاومة النيماتودا تحرث الأرض خلال أشهر الصيف ، والصوب خالية ، عدة مرات كل ثلاثة أسابيع وذلك لتعريض بيض ويرقات النيماتودا للجفاف وإذا ظهرت إصابات يضاف مبيد الفيديت 24 % سائل بمعدل 100 مل / 100 متر مربع مع ماء الرى ، وذلك بعد ثلاثة أسابيع من نقل الشتلات فى الصوب ، علما بأن جميع أصناف الطماطم بالصوب مقاومة للنيماتودا ، يكرر إستخدام نفس المبيد للضرورة بذات التركيز عند إبتداء عقد الثمار.

2-9 القرعيات (الخيار - الكانتالوب)

ترش الشتلات فى عروة سبتمبر وأكتوبر قبل نقلها بأسبوع بمبيد بايلتون 25 % بمعدل 0.025 % أو أفوجان بمعدل 0.1 % ، كما ترش النباتات بعد أسبوعين من نقلها إلى الصوب ضد مرض البياض الدقيقى وقائيا بإستخدام أحد المبيدات الآتية :

- أفيوجان بمعدل 100 مل / 100 لتر ماء.
- كاراثين بمعدل 120 جم / 100 لتر ماء.
- بنليت 50 بمعدل 70 جم / 100 لتر ماء.

يلاحظ أن يتم الرش وقائيا بالمبيدات السابقة كل أسبوعين وذلك لحين البدء فى البرنامج الوقائى لمرضى البياض الزغبى والدقيقى معا بعد 1 - 1.5 شهر من الزراعة ويستخدم أحد المبيدات الآتية :

- تراى ميلتوكس فورت بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.
- كوبروزان بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.
- مانكوبر بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.

عند ظهور مرض البياض الزغبى منفردا تستخدم أحد المبيدات العلاجية الآتية :

- ريدوميل بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.
- ريدوميل بلاس نحاس بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.

لمقاومة النيماتودا يضاف إلى ماء الرى مادة الفايديت 24 % سائل بمعدل 100 مل / 100 م٢ من أرض الصوبة فى عمر أسبوعين لنباتات الخيار والكانتالوب ويكرر نفس العلاج عند بداية العقد.

يعد إضافة الفايديت مع ماء الرى علاجا مشتركا ضد النيماتودا والإصابات الخفيفة لبعض الحشرات الثاقبة الماصة.

يراعى عند زراعة الخيار والكانتالوب فى العروة الصيفية المبكرة (يناير - فبراير) إزالة بقايا نباتات المحصول السابق والحشائش مع خدمة وتجهيز التربة جيدا وعدم إضافة أى أسمدة عضوية ، وفى هذه العروة الصيفية المبكرة لا داعى لتعقيم التربة.

ترش الشتلات قبل نقلها بأسبوع بتراى ميلتوكس فورت أو ريدوميل مانكوزيب بمعدل 0.25 %. يضاف بعد الزراعة فى الصوبة أحد المبيدات الفطرية الآتية مع مياه الرى وذلك للوقاية من أمراض التربة الكامنة مثل أعفان الجذور والذبول ولفحة الساق الصمغية وهى :

- بنليت 50 % بمعدل 100 جم / 100 لتر ماء.
- فيتافاكس / كابتان بمعدل 100 جم / 100 لتر ماء.
- تراى ميلتوكس فورت بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.
- ريدوميل بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.

وفى حالة ظهور تبقعات الأوراق يمكن إستخدام أحد المبيدات الآتية :

- بافستين بمعدل 50 جم / 100 لتر ماء.
- داكونيل بمعدل 200 جم / 100 لتر ماء.
- توبسين م بمعدل 100 جم / 100 لتر ماء.

ويبدأ برنامج الرش الوقائى ضد البياض الزغبى فى القرعيات بعد أسبوعين من نقل الشتلات كما سبق ذكره فى عروة سبتمبر وأكتوبر.

وفى حالة ظهور البياض الدقيقى يتبع برنامج عروة سبتمبر وأكتوبر بنفس المعدلات السابق ذكرها.

يتبع فى مقاومة النيماتودا نفس البرنامج السابق ذكره فى عروة سبتمبر وأكتوبر.

3-9 الفلفل

ترش الشتلات قبل النقل بأسبوع بداكونيل 2787 بمعدل 0.25 % أو بمانكوبر بمعدل 0.15 % ، ثم بعد مرور أسبوعين من نقل الشتلات إلى الصوب تضاف مادة البنليت للتربة بنسبة 100 جم / 100 لتر ماء أو ترای ميلتوكس فورت بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء مع مياه الرى وذلك للوقاية من أمراض أعفان الجذور والذبول ، خاصة فى عروة يناير - فبراير التى لا يتم بها تعقيم التربة بالغازات.

بعد شهر من الزراعة ترش نباتات الفلفل وقائيا كل 10 - 15 يوم ضد مرضى البياض الدقيقى وأعفان الثمار باستعمال أحد المبيدات الآتية :

- داكونيل 2787 بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.
- مانكوبر بمعدل 150 جم / 100 لتر ماء.
- كوبروزان بمعدل 250 جم / 100 لتر ماء.

على أن يتم رش هذه المبيدات بالتناوب.

عند بداية عقد الثمار يضاف الفايديت 24 % سائل مع ماء الرى بمعدل 100 مل / 100 م٢ من مساحة أرض الصوبة مرة واحدة فقط فى عروة (يناير - فبراير).

الباب العاشر

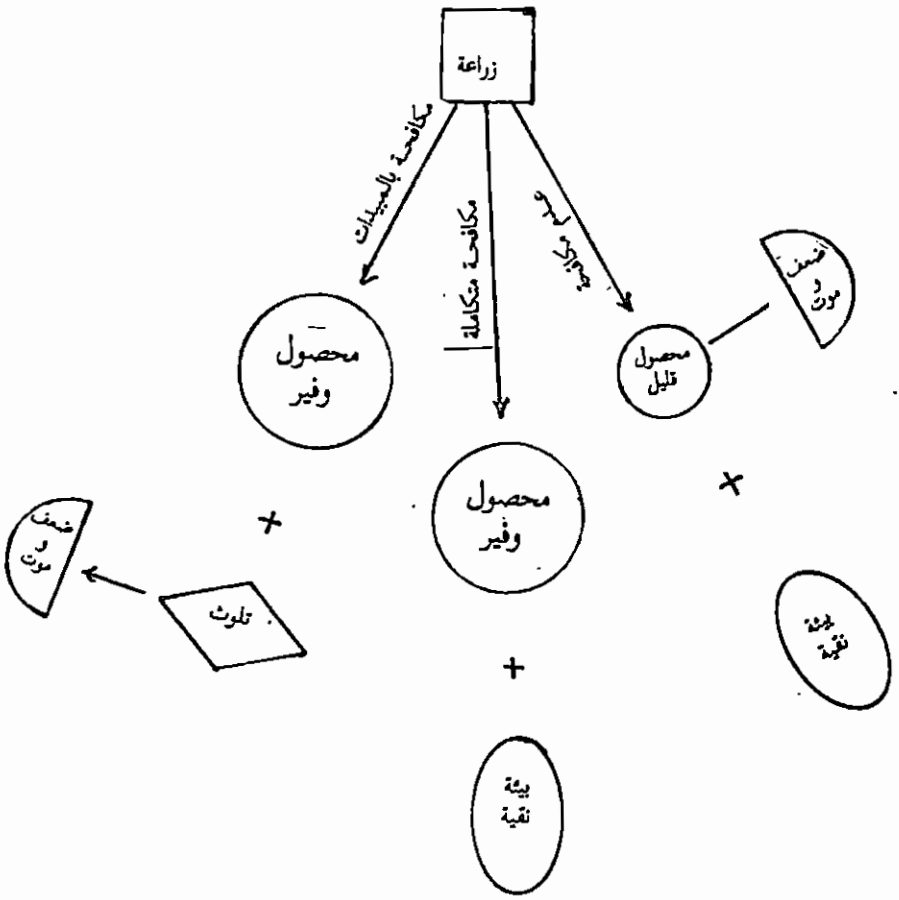
المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية

مما لا شك فيه أن لمبيدات الآفات ، رغم ما ذكرناه من فوائد فى مكافحة الآفات ، أضرارا جسيمة تشمل الحياة عامة ، ميكروباتها .. نباتاتها .. حيواناتها ، أضرارها تشمل الإنسان عند وصول المبيد إلى أى من الأحياء .. عن طريق الغذاء أو بالملامسة ، أو عن طريق الآثار الضارة الناتجة عنها على النباتات والحيوانات والكائنات المفيدة. فالكثير من المبيدات إذا زادت عن حدها أو إستخدمت فى غير مواضعها أو تحت ظروف بيئية خاصة كان ضررها أكثر من نفعها ، من ذلك مبيد الحشائش 2,4-D ، إذا وصلت آثار منه إلى نباتات ذات فلقتين كالطماطم والقطن والعنب أحدثت تشوهات بالنمو الخضرى للنبات يصحبه نقص شديد فى المحصول تستمر آثاره مدة طويلة ، وإذا زاد التركيز كان الأثر قاتلا للنبات وضاراً بالإنسان.

كثير من المبيدات الفطرية عند وصولها إلى التربة أو إستخدامها مباشرة لمعالجة التربة ضد أمراض الجذور تؤدى إلى إبادة كثير من كائنات التربة الدقيقة ، دون ما تمييز بين كائن ضار وآخر نافع ، مؤدية فى النهاية إلى حدوث إختلال فى التوازن الطبيعى لكائنات التربة ، وقد ينتج عن ذلك نقص فى قدرة التربة على تثبيت الآزوت ، أو نقص فى قدرة تحويل بعض المركبات الغذائية بالتربة من صور غير صالحة للإستخدام النباتى إلى أخرى يسهل على النبات الإستفادة منها. فالكائنات الدقيقة بالتربة تلعب دوراً هاماً فى تحليل بقايا النباتات والحيوانات وتحويل عناصرها من الصور العضوية إلى الصور البسيطة التى تستطيع جذور النباتات امتصاصها والاستفادة منها.

والمبيدات فى هذه الأيام ، مع شدة الط . على الغذاء ، والاحتياج لماس إلى زيادة إنتاجية وحدة الأرض ، لا نستطيع تجاهل حاجتنا الملحة إليها .. فنحن أمام خيارين ، إما الشبع مع غذاء لوثته المبيدات أو الجوع لنقص فى الغذاء ، فآفات النباتات تنافسنا فى غذائنا ، فاما أن نبيدها حتى يتوفر الغذاء ونتعرض فى نفس الوقت للتلوث بالمبيدات ، وإما أن نقى أنفسنا ونحمى صحتنا من أخطار المبيدات فتأكل الآفات غذاءنا وتنتشر المجاعات. المنطق السائد هو اختيار أخف الخيارين ضرراً .. هل الموت الناتج عن المبيدات يفوق الموت الناتج

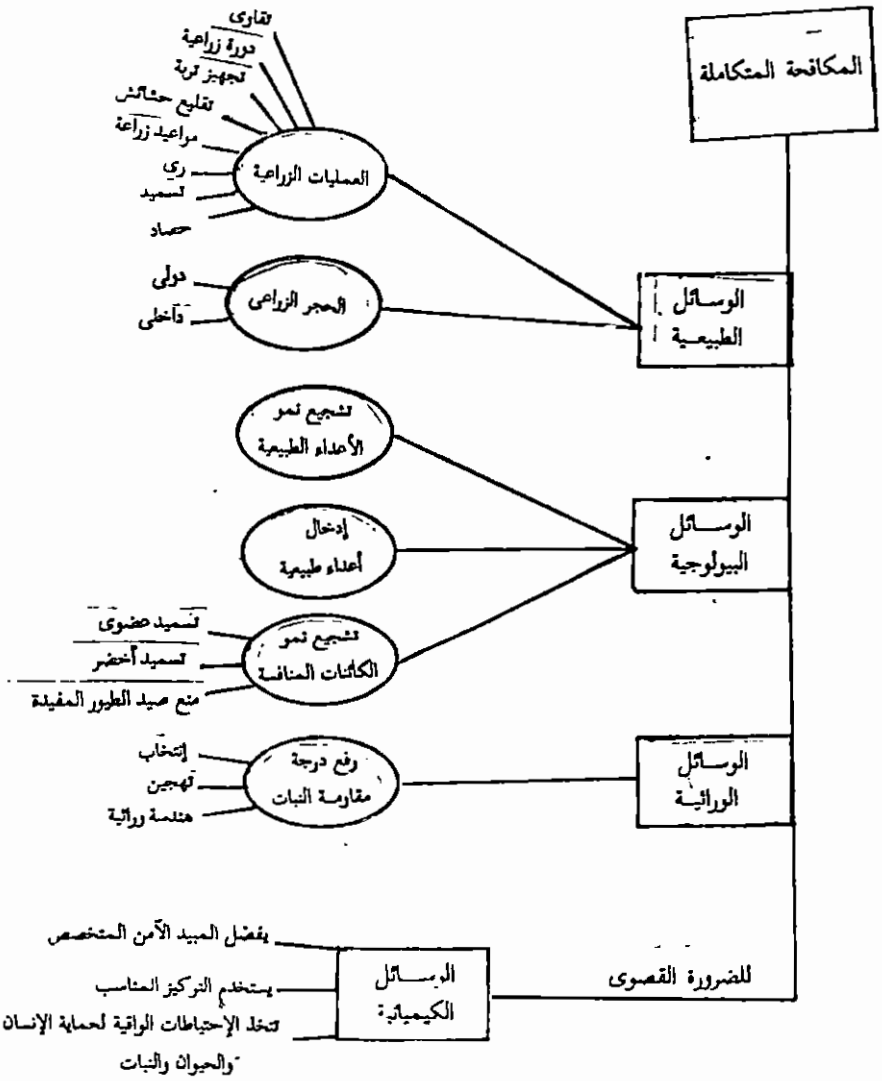
عن المجاعات؟ لحسن الحظ فإن هناك خيار ثالث ، نحتاج فيه إلى وعى زراعى ووعى صحى ووعى غذائى وتعاون كامل على تنفيذه بين الزراع المتجاورين ، ونحتاج فيه إلى إدارة زراعية عامة داخل الوطن الواحد ، كما نحتاج فيه إلى تعاون دولى بين مختلف دول العالم المتعاملة معا فى توريد واستيراد المواد الزراعية ، هذا الخيار الثالث هو استخدام المكافحة المتكاملة ضد الآفات الزراعية (شكل 10-1).



شكل 10-1 : إختبار المكافحة المتكاملة بديلا عن المكافحة بالمبيدات أو عدم المكافحة

يعتمد التكامل فى المكافحة على حسن إدارة عمليات المكافحة ضد الآفات بإستخدام كافة الوسائل الوقائية التى تؤدى إلى الإقلال من الآفة وليس إلى إبادتها ، وإلى وضع الآفة فى مكانها الصحيح بين الكائنات الأخرى ، وإلى عدم الإضرار قدر الإمكان بالكائنات الأخرى وخاصة النافعة منها. وقد تسعى المكافحة المتكاملة فيما تسعى إليه إلى جعل التوازن البيولوجى فى صالح أعداء الحشرة ومنافسيها وفى غير صالح الآفة. فالآفات الزراعية تعيش فى بيئاتها فى حالة من التوازن الطبيعى مع غيرها من الكائنات الحية ، فكما أنها تزداد عدديا بالتكاثر فهى فى نفس الوقت تتناقص ثانية لوجود أعداء طبيعية لها ، أو لمحدودية البيئة فى إمكانياتها المكانية والغذائية والتنفسية ولإستيعاب مخلفاتها ، فقد أدى التوسع فى استخدام المبيدات الكيميائية إلى ظهور سلالات من الآفات ومسببات الأمراض مقاومة لفعل تلك المبيدات نتيجة لعمليات الانتخاب الوراثى الجماعى للآفات ، كما أدى فى نفس الوقت إلى حدوث إختلال فى التوازن الطبيعى بين الآفة ومنافسيها وأعدائها الطبيعيين. وللتخطيط لمكافحة متكاملة ضد آفة ما ، لابد أن يسبق ذلك دراسة دقيقة كاملة للآفة تشمل دورة حياتها خلال فصول السنة المختلفة ، والظروف البيئية المحددة لنموها ونشاطها وتكاثرها ، والنباتات المختلفة التى تفضلها والأخرى التى تستطيع مهاجمتها عند غياب نباتاتها المفضلة ، كما تشمل الدراسة أطوار سكون الآفة وكيفية وأماكن تمضية فترات السكون. كذلك فإن التخطيط لمكافحة متكاملة يتطلب دراسة المحاصيل الزراعية التى تهاجمها الآفة ، والتعرف على مواعيد الزراعة الملائمة وفترات النمو الخضرى النشط ومواعيد الإثمار والحصاد وأفضل أطوار النمو ملاءمة لمهاجمة الآفة. كما تشمل الدراسة معرفة إمكانيات النبات الوراثية فى مقاومة الآفة.

وفى المكافحة المتكاملة تتعدد الوسائل وتتشعب ، ولكنها تتدرج تحت أربعة وسائل. الوسائل الطبيعية وتشمل الحجر الزراعى والعمليات الزراعية المختلفة التى تعمل على منح النباتات فرصا كبيرة للنمو الجيد وتعطيها القدرة على تحمل هجوم الآفة أو الهروب منها. الوسائل البيولوجية والتى تعتمد على تشجيع التوازن الطبيعى ليكون فى غير صالح الآفة ، والتى تعرف بالمقاومة الحيوية. الوسائل الر يـة وهى تعمل على تحسين صفات النبات الوراثية عن طريق التهجين والإنتخاب والهندسة الوراثية لرفع درجة تحصين النباتات لتتمكن من المكافحة الذاتية ضد الآفة. وأخيرا الاستعانة بالوسائل الكيميائية ، أى بإستخدام المبيدات ضد الآفة ، بعد استنفاد كافة الوسائل السابقة ، وإذا دعت الضرورة إلى ذلك (شكل 10-2). ويمكن تبسيط وسائل المكافحة المتكاملة فى الآتى :



شكل 10-2 : الوسائل الممكن اتباعها لمكافحة متكاملة

1-10 الوسائل الطبيعية

تشمل الوسائل الطبيعية العمليات الزراعية المختلفة بدءاً من الزراعة حتى الحصاد ثم التسويق والتخزين ، كما تشمل العمليات المؤدية إلى منع إنتقال الآفات من مكان إلى آخر .

تنال عملية إختيار التقاوى مكانة خاصة فى الزراعة ، لهذا وجب التشديد فى الحصول عليها من أفضل مصادرها . ويراعى فى الإختيار الصنف المناسب الحامل فى جيناته على عوامل المقاومة ضد الآفة . كذلك يراعى خلو التقاوى من الآفات سواء محمولة سطحياً أو داخلياً ، حتى نتجنب قدر الإمكان المكافحة الكيميائية وخاصة فى أطوار النمو الأولى .

من الأصول الزراعية إتباع دورة زراعية يراعى فيها عدم زراعة نفس المحصول عاماً بعد آخر فى نفس الأرض إذ أن ذلك يساعد على تكاثر آفات هذا المحصول وبذلك يتحول التوازن الطبيعى والبيولوجى لصالح الآفة . كذلك يراعى فى الدورة عدم زراعة محصول آخر عائل لنفس الآفة المراد مكافحتها ، خلال فترة الدورة . وكثيراً ما يراعى فى الدورة ترك الأرض بوراً خلال فترة صيفية من الدورة .

تجهيز التربة قبل الزراعة وأثناءها بالحرث والتخطيط والتزحيف والعزيق له أثر واضح على نمو النباتات وبالتالى على درجة تحملها للآفات . فخدمة الأرض تعرض الآفات المختلفة الموجودة بالتربة إلى السطح متعرضة للجفاف وإلى أعدائها الطبيعية ، كما أنه يحدث معها دفن لبقايا الأجزاء النباتية التى قد تكون مصابة بالأمراض ، مقللة من فرص إحداث العدوى . ومن أهداف خدمة التربة تقليل الحشائش بجمعها وإقتلاع النباتات المريضة والمصابة ببعض الآفات ثم إحراقها خارج المزرعة . كثير من الحشائش بجانب كونها آفة بنفسها - فهى نباتات خضراء تتنافس مع النباتات المنزرعة فى إحتياجاتها المائية والغذائية . كما أنها قد تعمل كمأوى للحشرات والعناكب أو مكانا لتكاثر مسببات الأمراض خلال فترات غياب المحصول الرئيسى . كذلك فإن الحشائش بتزاحمها مع النباتات وبما تقوم به من نتح مائى فإنها ترفع درجة الرطوبة الجوية حول النباتات مهيئة جوا مناسبا لنمو وتكاثر العديد من الآفات .

ومن العمليات الزراعية المؤثرة على الآفات عمق الزراعة وأبعادها ومواعيدها . بالنسبة لعمق الزراعة فيظهر أثرها فى أمراض موت البادرات وفى إصابة القمح والشعير بالتفحم المغطى ، فزيادة العمق يتبعه تأخر فى ظهور البادرات فوق سطح التربة مع إضعاف للبادرة نتيجة لزيادة الجهد المبذول فى رفع غطاء البذور من التربة ، وفى نفس الوقت فإن قرب

التقاوى من سطح التربة يعرضها للتجريف كما يعرضها للجفاف وللطيور . وبالنسبة لمسافات الزراعة فإن التزاحم يساعد على نقل المرض من نبات إلى آخر وخاصة بالنسبة لأمراض الجذور والذبول . وبالنسبة لمواعيد الزراعة فبالتحكم قليلاً فى مواعيد الزراعة نتمكن من الهروب من آفة دون الإضطرار إلى اللجوء إلى المكافحة الكيميائية بإستخدام المبيدات . ولهذا فإن إختيار مواعيد الزراعة إذا روعى فيه أن تتوافق فيه فترات قابلية النبات للإصابة بالآفة مع فترة سكون الآفة ، أو أن تتوافق فترة مقاومة النبات للآفة مع ظروف نشاط الآفة ، فإنه فى هاتين الحالتين تكون فرص العدوى ونجاحها ضئيلة للغاية .

التحكم الدقيق فى رطوبة التربة والتسميد عاملين هامين فى مكافحة الآفات ، فالماء الزائد ينشط معظم الكائنات الدقيقة وكثير من الآفات الأخرى مثل الحشرات والنيماتودا ، كما ينشط نمو الطحالب على سطح التربة ، فكثير من أعفان الجذور ليس له من علاج إلا الإقلال من ماء التربة . وبالنسبة للتسميد فقد وجد بوجه عام أن زيادة التسميد الآزوتى وبخاصة فى صوره السريعة الامتصاص تؤدى إلى زيادة فى معدلات الإصابات المرضية والحشرية ، وأن التسميد البوتاسى يقلل غالباً من فرص حدوث الأمراض النباتية .

فى نهاية موسم النمو يجمع المحصول ، واختيار وقت الجمع من حيث العمر المناسب ودرجة النضج الملائمة والساعة المناسبة للجمع ذات أهمية كبيرة فى الوقاية من الأمراض والآفات ، فجمع المحاصيل الغضة كالفراولة والخوخ ومعظم الخضروات مبكرا فى الصباح قبل إرتفاع حرارة الجو يقيها من التعفنات .

والمحصول بعد الجمع أكثر عرضة للإصابة بالآفات عنه قبل الجمع ، فحيوية المحصول فى تناقص وهو كذلك فى تزاحم ، وإضافة المبيدات فى هذا الطور خطر على المستهلك من إضافته للنبات النامى ، لذلك فإنه من المهم اتباع الوسائل الطبيعية للمكافحة ، من ذلك الفرز عند التعبئة والتخزين لفصل المريض والمجروح ، واختيار الحرارة والرطوبة الملائمين للمحصول لتخزينه ونقله .

ومن الوسائل الطبيعية الهامة للمكافحة العمل على منع إنتقال الآفات من مكان إلى آخر . ونقل الآفة من مكان إلى آخر يتم بنقل التربة والأسمدة العضوية أو بنقل الآلات الزراعية والحيوانات ، وكذلك قد يتم النقل عن طريق العمال . وبالنسبة للنقل من أماكن إلى أماكن أخرى بعيدة عنها فتحكمها قوانين الحجر الزراعى الداخلى والخارجى .

10-2 الوسائل البيولوجية

تعتمد الوسائل البيولوجية لمكافحة الآفات على تشجيع نمو الأعداء الطبيعية للآفات الزراعية ، كما تعتمد على تشجيع نمو كائنات غير ضارة تنافس وتضاد فى نموها ونشاطها كائنات أخرى ضارة. تحدد إمكانيات البيئة أنواع الكائنات السائدة فيها ، ولهذا فإنه يمكننا الإقلال من أعداد كائن ما بإجراء تغييرات فى الظروف البيئية تكون فى غير صالح الكائن المراد إقلاله ، وتكون تلك الظروف الجديدة فى صالح أعدائه ومنافسيه.

يلعب التسميد العضوى دوراً واضحاً فى تقليل الإصابة بكثير من أمراض التربة نتيجة لتشجيعه لنمو كائنات رمية. فقد أمكن تقليل إصابة البطاطس بمرض القشرة السوداء المتسبب عن الفطر *Rhizotonia solani* بقلب سماد أخضر فى التربة قبل الزراعة.

قد نلجأ عند إستخدام المكافحة الحيوية كسلاح لمكافحة الآفات إلى إدخال أعداء طبيعية إلى بيئة الآفة. والأعداء الطبيعية قد تكون من البكتيريا أو الفطريات أو الفيروسات والتى تستخدم كمسببات مرضية للآفات الممرضة ، وقد تكون من النيماتودا التى تهاجم نيماتودا أخرى مرضية ، وقد تكون من الطيور أو الحشرات والتى تهاجم الحشرات الضارة بالنباتات.

10-3 الوسائل الوراثية

عند التخطيط لمكافحة متكاملة ضد آفة ما يجب أن يدخل فى الاعتبار إمكانية رفع درجة مقاومة النبات العائل لهذه الآفة. وأحياناً يدخل فى الإعتبار إمكانية إضعاف القدرة التطفلية للآفة. ويعتمد ذلك بدرجة كبيرة على التحكم فى الصفات الوراثية للنبات بإدخال عوامل المقاومة ضد الآفة فى جينات النبات العائل ، ويتم ذلك عن طريق التهجين والانتخاب والهندسة الوراثية. وقد تستغرق العمليات الوراثية ، للحصول على صنف نباتى جديد يجمع الصفات الزراعية والتجارية المطلوبة بجانب مقاومته لآفات المحصول الهامة ، سنوات طويلة.

لا تنتهى المكافحة الوراثية بالحصول على الصنف المقاوم ، فهناك عقبتان واضحتان ضد إنتشار واستمرارية الصنف المنتخب. العقبة الأولى هى أن الصنف النباتى المقاوم لآفة ما فى بلد ما ، كثيرا ما يصبح قابلا للإصابة بنفس الآفة عند زراعته فى بلد آخر ، ذلك أن سلالات الآفة فى البلد الثانى تختلف عن سلالاته فى البلد الأول. لهذا وجب أن يكون اختيار الصنف المقاوم ، أثناء عمليات الانتخاب ، ضد سلالات الآفة فى أماكن زراعة المحصول.

أما العقبة الثانية فترجع إلى أن الصنف النباتى المقاوم فى منطقة ما ضد آفة معينة كثيراً ما يفقد صفة المقاومة بعد عدة سنوات من زراعته فى نفس المنطقة ، ويعزى ذلك إلى سرعة حدوث تغييرات فى التركيبات الوراثية للآفة. ولهذا وجب أن تكون عمليات الإنتخاب والتربية مستمرة حتى تكون دائماً على إستعداد بأصناف جديدة تتمشى مع التغييرات الوراثية فى تركيب الآفة.

4-10 الوسائل الكيميائية

تستخدم وسائل المقاومة الطبيعية والبيولوجية وسوراثية للإقلال من أضرار الآفات الزراعية أو للحد من إنتشارها دون إحداث لتلوث فى البيئة ، إلا أنه فى بعض الحالات تتغلب الآفات على ما اتبع من تلك الوسائل. عندئذ نكون أمام خيارين إما الإضرار بالمحصول أو الالتجاء إلى الوسيلة الرابعة باستخدام المبيدات الكيميائية ، وحينئذ لا يصبح استخدام المبيدات عملية إختيارية ، بل يصبح حتمياً ، عندئذ يلزم ترشيد إستخدام تلك المبيدات بمعنى أن يختار المبيد الأكثر أماناً وبالتركيز الملائم دون ما زيادة أو نقص ، وفى الوقت المناسب ومع اتخاذ كافة الاحتياطيات الكفيلة بالإقلال من ضررها على المستهلك ومن تلويثها للبيئة.

المراجع

أولاً : المراجع العربية

1- إبراهيم ، إسماعيل على وحسين العروسى وسمير ميخائيل ومحمد على عبد الرحيم (1968) : أساسيات وطرق مقاومة الأمراض النباتية ، دار المعارف ، القاهرة.

2- حسن ، على (1999) : الحجر الزراعى ، قانون وقرارات الحجر الزراعى المصرى.

3- رجب ، محمود ماهر ومصطفى فهيم ويوسف عبد المجيد عبده والسيد أحمد سلامة (1986) : أمراض النبات ، مطبعة جامعة القاهرة ، 676 صفحة.

4- السباعى ، عبد الخالق حامد (1965) : الكيمياء الطبيعية في تجهيز واستخدام مبيدات الآفات ومدى ثبات وفاعلية متخلفاتها ، دار المعارف 383 صفحة.

5- العروسى ، حسين محمد (1975) : الفطريات المفترسة للديدان الثعبانية ، مجلة كلية الزراعة ، جامعة الرياض ، العدد الرابع ، السنة الرابعة.

6- العروسى ، حسين (1985) : حماية البيئة من التلوث بالمبيدات الزراعية ، الدورة الأولى لحماية البيئة ، أبها.

7- العروسى ، حسين (1999) : الميكروبات والنباتات ، مكتبة المعارف الحديثة ، الإسكندرية.

8- العروسى ، حسين وسمير ميخائيل ومحمد على عبد الرحيم (2001) : أمراض النبات ، منشأة المعارف بالإسكندرية ، 502 صفحة.

9- العروسى ، حسين ومحمود أحمد سالم (1997) أمراض أشجار الفاكهة ، دار المعارف ، القاهرة.

10- فريد ، محمود (1964) : مقاومة الآفات ، دار المعارف ، 593 صفحة.

11- ميخائيل ، سمير (1999) : أمراض البذور ، منشأة المعارف بالإسكندرية ، 283 صفحة.

ثانياً : المراجع الأجنبية :

1- Bailey, S.F. and L.M. Smith 1951. Handbook of agricultural pest control; Industry pub., N.Y.

2- Brown, C.M., I. Campbell & F.G. Priest, 1988, Introduction to biotechnology, Blackwell Sci. pub., Oxford.

3- Butler, E.J., and S.G. Jones, 1955. Plant pathology. Mac Millan, Lond.

4- Chet, I. 1987. Innovative approaches to plant disease control. John Wiley, N.Y. 372 pp.

5- Gruzdyev, G.S., V.A. Zinchenko, V.A., Kalinin, and R.L. Slovtsov, 1980. The chemical protection of plants. Mir pub. Moscow, 471 pp.

6- Guzhov, Y. 1989. Genetics and plant breeding for Agriculture, Mir Pub., Moscow.

7- Hare, R.C. 1966: physiology of resistance to fungal diseases. Bot., Rev., 32: 95-137.

8- Harman, Taylor, G.E. and T.E Stasz 1989. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and solid matrix priming to improve biological seed treatment. Plant Disease 73, 631-637.

9- Hassall, K.A. 1969. World crop protection vol. 2. Pesticides, London life Book ltd. 249 pp.

10- Holmes, E., 1955. Practical plant protection. Constable & Co, Lond.

11- Hough, W.S, and A.F. Mason, 1951. Spraying, dusting and fumigation of plants. Macmillan Co., N.Y.

12- Jones, G 1988. Plant pathology. Principles and practice, Alden press, Ltd. Oxford 191 pp.

13- Lucas, G.B., C.L. Campell and L.T. Lucas. 1988. Introduction to plant diseases. Identification and management. The AVT Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut, U.S.A., 313 pp.

14- Martin, H. 1964. The scientific principles of crop protection. Edward Arnold, Lond.

15- Mehrotra, R.S. 1980. Plant Pathology. Tata McGraw-Hill Pub. Co., Lt. New Delhi. 771 pp.

16- Mostfa, A.M., M.A. Afifi, A.M. Koriem and H.A. Mohamed 1989. Effect of time, rate and number of application of different fungicides in rice blast infection and grain yield. Zagazig J. Agric Res. 16: 239-248.

17- Nene, Y.L. 1971. Fungicides in plant disease control. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, Bombay, Culcuta. 386 pp.

18- Plank, J.E 1963. Plant diseases, Epidemics and control. Academic Pr., N.Y.

19- Reitz, L.P. 1960. Biological and chemical control of plant and animal pests, Amer Ass. Adv. Sci.

20- Rose, G.J. 1963. Crop protection. Leonard Hill, Lond.

21- Sharvelle, E.G. 1961. The nature and uses of modern fungicides. Burgess pub. Co., Minn.

22- Sharvelle E.G. 1979. Plant disease control. AVT Pub. Co., Inc. Wesport, Connecticut, USA, 331 pp.

23- Stakman, E.C., and J.J. Christensen, 1960. The probem of breeding resistant varieties. Plant pathology, Advanced Treatise (Ed. By Horsfall, J.G. and A.E Fimond) vol. 3:567-624.

24- Stevenson F.F., and M.A. Jones. 1960. Some sources of resistance in crop plants. Plant Pathology, Advanced Treatise (Ed. By Horsall J.G., and A.E. Dimond), vol, 3:192-216.

الفهرس الأبجدى

الإبادة 33-48
إبادة الطفيل خارج النبات 48
إبادة الطفيل داخل النبات 46-47
إبادة الطفيل مع الجزء المصاب 40-46
إبادة النباتات العائلة 34-40
أبافيت 107
أجروسان 66,65
أجريمسين 138,135
إحداث طفرات 251-252
إختيار مكان الزراعة 199
أرثوسيد 90-91
أريتان 65
أريدفنجت 135
أسبلم 65
أسعور 83
إستيراد تقاوى مقاومة 245-246
إعداد مكان الزراعة 199-201
الإعلان عن الأمراض 31-32
أفيوجان 117-118
إقتلاع النباتات المريضة 206-207
أكاسيد نحاس 59
أكتيديون 142
أكساميل 185
أكسيد الإيثيلين 189
أكسيد البروبيلين 189
أكسيكلوريد نحاس 60,59
آلات تبخير التربة 175-177
آلات تعفير 169-170
آلات رش 162-168
ألجيتول 99
الديكارب 184
انتخاب 246-247
أنتراكول 102-103
أنتراكول كومبى 118-119
أنتيميسين 135
إندوميسين 136
الأهمية الاقتصادية للمكافحة 7-14
باترول بلاس 119
بارزيت 83
بازاميد 185
بافستين 119-121
بانوجين 66,65
بايتان 151
بايفيدان 122-123
بايكور 104
بايليتون 123
ببتين ج-8 136
براسيكول 100
برافو 101
برامج مكافحة 138-140
برستان 104-106
بروبينت 102-103
بروكلوراز 106-109
بروميد الميثيل 178
بلاستيسيدين 136
بلانتافاكس 142,126
بليتوكس 59
بنليت 124

بنوميل 124-125
بوتران 109-110
بوليرام 84,85-86
بوليرام كومبى 84
بوليكاربازين 84
بيرازوفوس 117
بيرونوكس 59
تأثير المبيدات على الفطريات 61-62 , 66-67 , 72-74 , 87-88 , 95-96.
تأثير المبيدات على النباتات 62 - 63 , 67 , 74-75
تتراسيكلين 137
تحصين النباتات 209-210
ترازول 127
تركلور 100 , 182
ترايفورين 127
تراى ميلتوكس فورت 89
ترايتون ب 99
تربية نباتات مقاومة 227-257
تريتيسان 100
تسويق المحاصيل 208-209
تضاعف كروموسومى 250-251
للتطفل بين كائنات التربة 212-219
تطهير التربة 170-189
تطهير المخازن 186-189
تعفير 169-170
تميك 176
تهجين 247-250
توبسين 128
تيلكاركس 100
ثالث كلوريد الأزوت 188
ثانى بروميد الإيثيلين 178-179
ثانى كروريد الإيثيلين 178
ثيابندازول 128-129
ثيرام 76-77 , 199 , 142
ثيولوتين 137
جالبين / مانكوزيب 129
جالبين / نحاس 130
جريسوفلفين 137-138
جليودين 51 , 91-92 , 142
جمع المحصول 208
جيروكبريت 50 , 72
الحجر الزراعى 15-32
حجر زراعى داخلى 25-26
حجر زراعى دولى 19-25
حموضة التربة 204
خامس كلوريد نيتروبنزين 100
خلط المبيدات 141-142
داكوبر 101
داكونيل 161
دلو 6 97
داويسيد 97
دايثين ز-87 انظر زينب
دايثين م -22 انظر مانب
دايثين م-45 83-84
دايثيوكربامات 51 , 75-89
دايرين 111-112
دايكلون 94-96 , 142
دودين 101-102 , 142
الدورة الزراعية 192-198
ديروسال 120
دينوكاب 98

الرش والتعفير 157-170
رشاشات 162-168
رونيلان 112
الرى والصرف 204-206
ريدوميل 132
ريزولس 152-151
زربيرك 78
زرليت 78
زنكات 78
زيرام 78, 142
زينب 79- 83 ,142,99,88
سادس كلوريد البنزين 99-100
سانتوبريت 97
ساندوفان 132
ساندوفان معجون 132
سبرجون 94
سبورتك 107
ستربتوميسين 142,139-138,51
سريسان 66,65
سريفاكس 152
سريفاكس إكسترا 146
سليمانى (انظر كلوريد زئبقيك)
سميسان 65
سوميسكلكس 113
سيبركس 51
سيكلوهكسيمايد 140
شهادة زراعية صحية 26-31
طبيعة المقاومة 229-240
العناصر الغذائية 202-203
فابام 180
فايديت 185
فربام 77-78,99,142
فورمالين 188-186,174,51
فولبت 91
فولوسان 100
فيتافاكس 125-142,126
فيتولان 59
فيجون 95,51
فيراكس 152
فينست 153
فينيل فينول 97
فيورادان 184
كابتان 142,91-90,51
كارفين 98-142,99
كاربندازيم 120
كاربو فيوران 184-185
كالكسين 130
كايمان 130
كبروانتراكول 89
كبروزان 88
كبروسيد 59
كبريت 142 , 75-68,50,49,10 ,
188-187
كبريتات نحاس 53-54 , 142 , 187-186
كربام 78
كربونات نحاس قاعدى 58-59
كراج 82
كراج جليودين 82
كلورانيل 94-92,51
كلوروبكرين 179
كلوروثالونيل 101
كلوريد البروبان ثانى البروم 179

كلوريد زنبقوز 64-65
كلوريد زنبقيك 64
كوبرافيت 59
كوربيل 131
كورزيت 78
كوفرام ز 84
كوسيد 59
كوينتوزين 99
كيتازين 131
كيوميولان 113
كيوميولس 69-71
لوناكول 83
مانب 88,83
مانزيب 142,83
مانكوزيب 83
مبيدات إبادية 52
مبيدات أرومانية إستبدالية 99-101
مبيدات جهازية 115-133
مبيدات دايتروفينولات 98-99
مبيدات زنبقية 63-67
مبيدات علاجية 52
مبيدات فينولية 97
مبيدات الكينون 92-96
مبيدات نحاسية 52-63
مبيدات نيتروجينية ألبفاتية 101-102
مبيدات نيتروجينية حلقية 89-92
مبيدات وقائية 52
مخلوط بوردو 142,58-54,51
مخلوط د٠د 179
مسافات الزراعة 202
مضادات حيوية 140-134,51
معاملة التقاوى 148-157
مكافحة أمراض الصوب 259-263
المكافحة بالبكتيريا 221
المكافحة بالعمليات الزراعية 191-210
المكافحة بتغير ظروف التربة 222-224
المكافحة بالفطريات 220-221
المكافحة بالفيروسات 222
المكافحة المتكاملة 265-272
المكافحة الحيوية 211-225
المكافحة الكيميائية 49-145
مواد لاصقة 161
مواد مبللة 160
مواد مساعدة 160-162
مواد ناشرة 161
مواعيد الزراعة 201-202
مورستان 114
مونسرن 153
ميتالاكسيل 132-133
ميتام 180-181
ميتيرام 84
ميثاسان 78
نابام 87,79
نستاتين 140
نليت 182
نمرود 133
نيماجون 181
نيماكور 183,182
هندسة وراثية 252-255
هينوزان 114
وراثة صفة المقاومة 240-243
يوبارين 115

المحتويات

الصفحة

التقديم 5

الباب الأول 7

الأهمية الاقتصادية لمكافحة الأمراض النباتية

تطور طرق المكافحة - الأهمية الاقتصادية للأمراض النباتية ومكافحتها.

الباب الثانى 15

الحجر الزراعى

الحجر الزراعى الدولى - الحجر الزراعى الكامل - الحجر الزراعى التنظيمى - تحديات الحجر الزراعى الدولى - الحجر الزراعى الداخلى - الشهادات الزراعية الصحية - الإعلان عن الأمراض النباتية.

الباب الثالث 33

الإبـــــادة

إبادة النباتات العائلة - إبادة العائل الأساسى - إبادة العائل الثانى للطفيل - إبادة العوائل الثانوية - إبادة الطفيل مع الجزء المصاب من العائل - التقليم - الكشط - معالجة الإصابات العقيمة - الإبادة الكيماوية للطفيليات داخل النبات العائل - إبادة الطفيل خارج النبات.

الباب الرابع 49

المكافحة الكيميائية للأمراض النباتية

المبيدات النحاسية - المبيدات الزئبقية - الكبريت ومركباته - المركبات الكبريتية العضوية - مركبات دايثيوكربامات + مركبات نحاسية - المركبات النيتروجينية الحلقية - مركبات الكينون - المركبات الفينولية - مركبات داينتروفينولات - المبيدات الأرومانية الاستبدالية - المركبات النتروجينية الأليفاتية - مبيدات عضوية أخرى - المبيدات الجهازية - المضادات الحيوية - خلط المبيدات - برامج مقترحة لمكافحة أمراض وآفات الخوخ والبطيخ والفول.

تابع المحتويات

الصفحة

147 **الباب الخامس**

المعاملات المتبعة فى المكافحة

معاملة التقاوى - المعاملة الميكانيكة - المعاملة الكيماوية - المعاملة الفيزيائية - المعاملة البيولوجية - الرش والتعفير - تطهير التربة - التطهير الحرارى - تطهير التربة بتجفيفها أو بغمرها بالماء - التطهير الكيماوى - تطهير المخازن.

191 **الباب السادس**

المكافحة بالعمليات الزراعية

الدورة الزراعية - اختيار المكان المناسب لزراعة المحصول - إعداد مكان للزراعة- تحديد مواعيد الزراعة - مسافات الزراعة وأعماقها - توفير العناصر الغذائية - التغيير فى درجة حموضة التربة - الرى والصرف - اقتلاع النباتات المريضة - اختيار الوقت المناسب لجمع المحصول - تجهيز المحصول للتسويق - تحصين النباتات.

211 **الباب السابع**

المكافحة الحيوية

التطفل بين الكائنات الدقيقة والتربة - الكائنات المتطفلة على النيماتودا - استخدام الفطريات فى مكافحة الأمراض النباتية - استخدام البكتيريا فى مكافحة الأمراض النباتية - استخدام الفيروس البكتيرى فى مكافحة الأمراض النباتية - مكافحة الأمراض النباتية بتغيير ظروف التربة لصالح الطفيل.

227 **الباب الثامن**

تربية النباتات لمقاومة الأمراض

طبيعة المقاومة ضد الأمراض النباتية - العوامل التى تعمل على صد هجوم الطفيل قبل اختراقه لعائله - العوامل التى تعمل على صد هجوم الطفيل بعد اختراقه للعائل - وراثة صفة المقاومة أو المناعة للأمراض النباتية - استيراد تقاوى أصناف مقاومة للمرض أو الأمراض السائدة - الانتخاب - التهجين - التضاعف الكروموسومى - إحداث الطفرات - استخدام الهندسة الوراثية فى إنتاج نباتات مقاومة - مواصفات السلالات النباتية المنتخبة لصفات المقاومة للأمراض.

تابع المحتويات

الصفحة

الباب التاسع 259

مكافحة الأمراض النباتية فى زراعات الصوب

الطماطم - القرعيات - الفلفل.

الباب العاشر 265

المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية

الوسائل الطبيعية - الوسائل البيولوجية - الوسائل الوراثية - الوسائل الكيميائية.

التقديم

بسم الله ، نقدم لأمتنا العربية الطبعة الثانية من مؤلفنا " مكافحة الأمراض النباتية " إستكمالاً لمجموعة مؤلفاتنا السابقة فى مجال أمراض النبات ، ذلك أن مكافحة الأمراض النباتية هى الهدف النهائى لدراسة أى مرض نباتى والتى يمكن التوصل إليها بعد معرفة طبيعة المرض النباتى ومسبباته ودراسة تأثير عوامل البيئة على تكشف المرض.

فى الربع الأخير من القرن العشرين اشتد نضال الإنسان ضد كافة الأحياء كما اشتدت النزاعات بين بنى الإنسان ، بعد أن تزايدت أعداده زيادة كبيرة ، ليجدوا لأنفسهم متسعاً من مكان وكفاية من ماء وغذاء وبعضاً من متطلباتهم الأخرى. وقد تسبب ذلك فى تناقص مستمر فى أنواع الأحياء. ومن المتوقع أن تزداد تلك الحروب فى القرن الحالى ، ضد كافة الأحياء ، فسوف نقلع غابات ونقضى على كثير مما بها من نباتات وحيوانات وسوف نسحب معظم المخزون المائى فى جوف الأرض وسوف يزداد التصحر ، ما دام تزايدنا العددى مستمر وما دامت قدرتنا على زيادة إنتاجنا الزراعى وبخاصة الغذائى منها لا تتواكب مع الزيادة المطردة فى أعدادنا.

فى دراسة تمت سنة 1976 قدر أن ملياراً ونصف من سكان العالم كانوا يعانون من نقص الغذاء وأن خمسمائة مليوناً منهم وصلوا لحد المجاعة ، وقد ظهرت معظم هذه الحالات فى دول العالم الثالث ، خاصة بالمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، رغماً عن زيادة الاهتمام بالإنتاج الغذائى ، ذلك أن 80 % من مساحة الأراضى المنزرعة على مستوى العالم مخصصة لإنتاج المحاصيل الغذائية سواء للإنسان أو للحيوانات التى يتغذى عليها الإنسان. وقد ذكرت الدراسات التى أجريت فى منتصف القرن الماضى عن التزايد المطرد فى أعداد سكان الأرض وعن احتياجاتهم من المنتجات الزراعية ، خاصة الغذائية منها ، أنه يجب أن نزيد من معدلات الإنتاج بمقدار 300 % حتى يمكن أن نفى بتلبية متطلبات سكان الأرض سنة 2000 . يتطلب الوصول إلى هذا المعدل ، أو لتقليل الفجوة بين متطلباتنا وإنتاجنا ، أن نطور من أساليبنا فى الزراعة ، وأن يتواكب التوسع الأفقى مع توسع رأسى ، لا فى الرقعة الزراعية المستحدثة من الأرض فحسب ، بل وفى الأراضى الزراعية القديمة. ولكى نصل إلى توسع رأسى ، أى إلى زيادة كفاءة وحدة الأرض فى إنتاجنا الزراعى لابد من منع معوقات الإنتاج ، ومن أهمها الآفات التى تحد من قدرة الأرض على الإنتاج ، ومن تلك الآفات مسببات الأمراض النباتية.

لقد هيأت الأبحاث والعلوم للزراع فرصة زيادة غلة وحدة الأرض ، ولقد خرجت الجامعات والمعاهد الآلاف من الأخصائيين والمرشدين ، ينتشرون فى ربوع البلاد ، مسلحين بالعلم النافع ، وهم مطالبون بتطبيق ما تعلموه وخلاصة خبراتهم وخبرات غيرهم على أعمالهم ، كذلك فهم مطالبون بالتجديد والاستزادة ، سبيلهم فى ذلك الإطلاع المستمر على مستحدثات العلم وتطوره ، فإلى هؤلاء العاملين فى أرضنا الخضراء من مزارعين ومرشدين زراعيين نقدم هذا الكتاب.

كتاب مكافحة الأمراض النباتية ، حلقة هامة فى سلسلة كتب العلوم الزراعية ، يشمل شرحا وافيا لطرق مكافحة الأمراض النباتية ، كيف بدأت مفاهيمها فى عصور قديمة ، ثم كيف حظيت بإهتمام الزراع وبدراسة البحاث والعلماء ، لقد كانت خطى واسعة ودراسات هادفة أدت إلى نتائج مفيدة وتطبيقات لها ناجحة ، تجمع كل ذلك لجيلنا ، فكانت ثروة علمية تسلمها الجيل الحالى فاستفاد منها وطور فيها. وقد اهتم هذا الكتاب بإظهار أحدث التطورات العلمية للحد من إنتشار الأمراض النباتية ، أو القضاء على مسبباتها أو إضعافها أو إستبعادها، ورفع درجة مقاومة النباتات ضد الأمراض الشائعة. وقد جمع الكتاب بين النظرية العلمية والإجراءات التطبيقية فى مكافحة الأمراض النباتية.

ويسعد المؤلفون أن يقدموا جزيل شكرهم للأستاذ الدكتور نادر شاكر يوسف أستاذ كيمياء المبيدات بكلية الزراعة جامعة الإسكندرية لمراجعته للجزء الخاص بالمبيدات الفطرية ولكتابته لكثير من الرموز الكيميائية لتلك المبيدات.

نسأل الله أن نكون قد وفقنا فى عملنا هذا ،،،

المؤلفون

الباب الأول

الأهمية الاقتصادية لمكافحة الأمراض النباتية

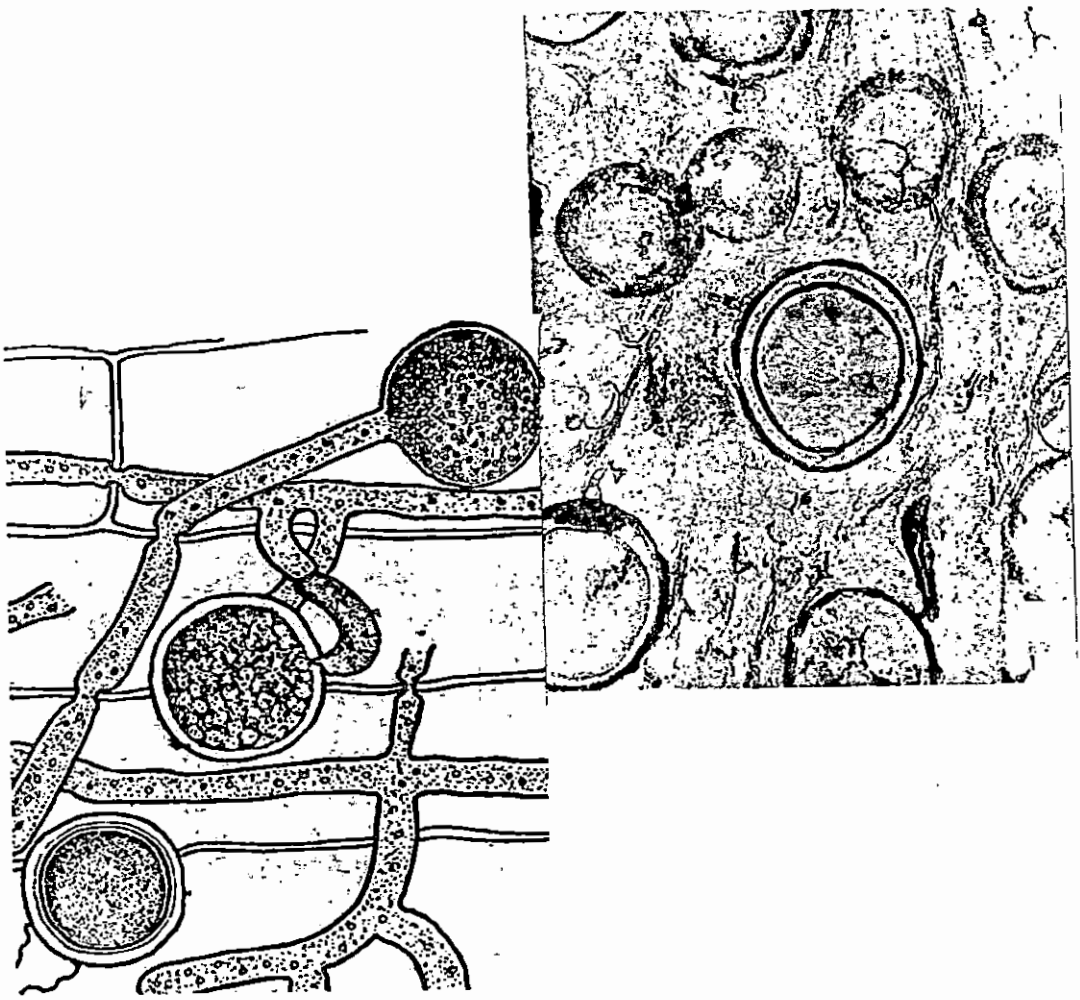
إنعقد مؤتمر للغذاء العالمى فى مدينة آمز Ames بولاية أيوا الأمريكية سنة 1976 حضره 1600 عالم زراعى من سبعين دولة لمناقشة الوضع الحالى والمستقبلى للإنتاج العالمى للغذاء. كان الرأى العام فى هذا المؤتمر يؤمن بأنه عند بداية القرن الحادى والعشرين سيكون العالم فى حاجة إلى ضعف احتياجاته من رغيف الخبز ، مما يتطلب معه الاهتمام الكبير بزيادة الإنتاج الزراعى الغذائى وإلا فسوف تتفاقم المجاعات. وفى إقتراح سابق لمنظمة الأغذية والزراعة سنة 1965 ، أنه يلزم زيادة الإنتاج الزراعى بحلول عام 1985 بمعدل 140% عن إنتاج عام 1965 ، حتى يمكن إيقاف المجاعات وتحاشى نقص الغذاء ، وطبيعى لم يتحقق ذلك فظهرت المجاعات وسوء التغذية فى أماكن مختلفة وبخاصة فى أواسط أفريقيا ودول جنوب شرق آسيا وبعض دول أمريكا اللاتينية.

زيادة الإنتاج الزراعى تتطلب زيادة مساحة الأراضى المنزرعة وزيادة إنتاج وحدة الأرض ، ولزيادة إنتاج وحدة الأرض يجب الإقلال من الخسائر الناتجة عن الآفات والتى تشمل مكافحة الأمراض النباتية.

تهدف دراسة مكافحة الأمراض النباتية الإلمام بالطرق والوسائل التى يمكن بإتباعها الإقلال من الأضرار التى تحدث للنباتات والخسائر فى المحاصيل والتى تنتج عن الإصابة بالأمراض النباتية. لعمل خطة متكاملة ناجحة لمقاومة مرض ما يجب أن يسبق ذلك دراسة دقيقة للتعرف على المرض النباتى والعامل أو العوامل المسببة للمرض ، وكيفية حدوث الإصابة وتكشف المرض ، والظروف البيئية الجوية والأرضية وتأثيرها على كل من الطفيل الممرض والعائل النباتى ، وكذلك على نشأة المرض وانتشاره ، والكيفية التى يتواجد عليها المسبب المرضى بعيدا عن النبات العائل. من ذلك يتضح أن دراسة الطرق التى يمكن إتباعها لمقاومة مرض ما والحد من إنتشاره يجب أن تسبقها دراسة مستفيضة عن المرض النباتى.

ظهور الأمراض النباتية كانت أسبق وجودا من ظهور الإنسان على الأرض بعدة ملايين من السنين ، ذلك أن النباتات ومسببات الأمراض النباتية كانت سابقة لوجود الإنسان بملايين

السنين ، فقد شوهدت أعراض نباتية على نباتات متحجرة كانت موجودة على الأرض خلال أحقاب معينة من عصور جيولوجية قديمة (شكل 1-1)٠



شكل 1-1 : أحد الفطريات التى عاشت منذ حوالى 400 مليون سنة نامية على ساق نبات وجد متحجرا باسكتلندا (يمين) مقارنة بفطر *Pythium* الذى يشبه الفطر المتحجر فى نسيج بادرة برسيم حجازى (يسار)

1-1 تطور طرق المكافحة

ظهر الإنسان على الأرض وكانت له حضارات نبعت فى بقاع مختلفة من الأرض، نبتت منها بدايات العلوم والمعارف ، من ذلك ما لاحظه الإنسان على النباتات الهامة التى كان يستفيد منها من أوقات ضعف ومعاناة ، حيث يظهر عليها أعراض مرضية غير طبيعية تؤثر على نموها وإنتاجها • عرف الصينيون القدماء والإغريق والرومان أمراض الأصداء والتفحمات التى كانت تصيب حبوبهم وكذلك أمراض البياض واللفحة على محاصيل أخرى• كانت تفسيراتهم لأسباب حدوث تلك الظواهر المرضية محاطة بالغموض ومبنية على معتقدات خرافية ، لهذا كانت وسائلهم فى مكافحة الأمراض النباتية مبنية على التقرب إلى الآلهة بتقديم القرابين وعمل الطقوس الدينية ، يبتهلون فيها بالرجاء إلى الآلهة أن تصون محصولاتهم من التلف• من ذلك الاحتفالات الدينية السنوية المعروفة باسم روبيجاليا Rubigalia التى كان يقيمها الرومان ، يضرعون فيها إلى إله الصدأ المسمى روبيجوس Rubigus أن يحفظ محصول القمح ويقيه من الإصابة بالصدأ• وقد كان الرومان يعتقدون أن الإصابة تحدث نتيجة لغضب الإله روبيجوس لما فعله إبن أحد الزراع فى ثعلب هاجم دجاج أبيه ، إذ أمسك بالثعلب ولفه بقش القمح ، ثم أشعل فيه النار وتركه يجرى وهو مشتعل•

خلال القرن السابع عشر مع تزايد السكان ومع التوسع فى إستثمار الأرض بالزراعات الكثيفة إزداد الاهتمام بالتعرف على الأمراض النباتية وأسباب حدوثها ومحاولة الحد من إنتشارها• وقد لوحظت العلاقة بين إنتشار شجيرات الباربرى قريبا من زراعات القمح وشدة إصابة القمح بمرض الصدأ الأسود ، وبالرغم من عدم معرفة الدور الذى تقوم به شجيرات الباربرى فى إصابة القمح بالصدأ آنذاك إلا أنه صدر سنة 1660 بفرنسا أول تشريع خاص بمكافحة الأمراض النباتية والذى يتحتم بموجبه إبادة شجيرات الباربرى فى منطقة روان Rouen وذلك بقصد حماية محصول القمح من الإصابة بمرض الصدأ الأسود•

مع بداية القرن الثامن عشر بدأ اكتشاف تأثير بعض المركبات الكيميائية على الإقلال من الإصابة ببعض الأمراض النباتية التى تصيب المحاصيل الزراعية• من ذلك ما إقترحه همبرج Homberg سنة 1705 من استخدام محلول السليمانى لمعاملة الأخشاب لصيانتها ضد العفن• كذلك فقد اقترح تيلت Tillet سنة 1755 أن تغمر حبوب القمح فى محلول قلوى مستخلص من رماد الخشب ، ثم تجفف ، بعدها تعفر بالجير وذلك للحد من الإصابة بمرض التفحم المغطى فى القمح•

توالت الاكتشافات والاقتراحات للحد من الأمراض النباتيـة وانتشـارها ، ففـى بدايـة القـرن التاسع عشر تمكن بريفوست سنة 1807 من اكتشـاف جراثيم الفطـر المسبب لمـرض التفحم المغطى فى القمح واقترح لمقاومته غمر التقاوى فى محلول من كبريتات النحاس • وفـى سـنة 1821 اقترح روبرتسون Robertson استخدام الكـبريت والصـابون لمقاومـة مـرض بيـاض الخوخ• وفى عام 1833 قام كينريك Kenrick بتحضير مخلوط الجـير والكبريت لمقاومـة البياض الدقيقى فى العنب • وفـى عـام 1850 استخدم الكبريت تعفيرا أو رشـا علـى نباتـات العنب لمقاومة البيـاض الدقيقـى • وفـى عـام 1887 توصـل ميلارديـه Millardet مـع زميلـه جايون Gayon بجامعـة بـوردو بفرنسـا ، إلـى مخلـوط بـوردو Bordeaux mixture الـذى استخدم بنجاح لمكافحة مرض البياض الزغبـى فـى العنـب والـذى اسـتمر يسـتخدم بنجـاح فـى مقاومة أمراض نباتية عديدة حتى عهد قريب •

خلال القرن العشرين ظـهر العديد مـن المبيـدات التـى اسـتخدمت بتوسـع فـى مقاومـة الأمراض النباتية والتى سيأتى الكلام عنها تفصيليا فى أبواب لاحقة من هذا الكتاب •

2-1 الأهمية الاقتصادية للأمراض النباتية ومكافحتها

كان لظهور وانتشار بعض الأمراض النباتيـة بصـورة وبائيـة آثـار واضحـة مختلفـة علـى اقتصاديات الإنسان • وقد كان لبعضـها تـأثير واضـح علـى الأوضـاع المعيشية والاجتماعيـة والسياسية لبعض الشعوب ، وكان من أكبرهـا أثـرا فـى تـاريخ الإنسـانية مـا حـدث لزراعـات البطاطس المنتشرة فى أنحاء أوروبا فى الفترة من عـام 1845 إلـى عـام 1860 مـن إصابـات مرضيـة وبائيـة بمـرض اللفحـة المتـأخرة أدت إلـى ظـهور مجاعـات بيـن السـكان الذيـن كـان اعتمادهم الرئيسى فى التغذية علـى البطـاطس كمصـدر للطاقـة • تسببت تلـك المجاعـات فـى موت مليون من السكان وهجرة مليونا ونصف آخرين إلى الدنيا الجديدة •

وفى الولايات المتحدة الأمريكية وكندا أدت إصابة القمح سـنة 1916 بـالصدأ الأسـود إلـى خسائر فى المحصول قدرت بحوالى ثلاثمائة مليـون بوشـل ، أى مـا يعـادل 10.5 مليـون متـر مكعب أو 45 مليون أردب •

ومـن التـأثيرات التاريخيـة الهامـة للأمـراض النباتيـة علـى الأوضـاع السياسـية مـا يعتقـده البعض من أن أحد الأسباب الهامة التى أثرت علـى مجرى الحـرب العالميـة الأولـى (1914-

1918) سوء الأحوال الإقتصادية والغذائية فى ألمانيا نتيجة للإصابة الوبائية لزراعات البطاطس خلال الحرب بمرض اللفحة المتأخرة.

وقد أدى انتشار بعض الأمراض النباتية على المحاصيل فى بعض البلاد إلى خسائر كبيرة لدرجة أصبحت معها زراعة تلك المحاصيل غير مجزية مما تسبب فى تغيير التركيب المحصولى فى أماكن كثيرة من العالم. من ذلك ما حدث فى جزيرة سيلان (سيريلانكا حاليا) التى كانت تزرع البن كمحصول أساسى حتى اشتدت إصابته بمرض الصدأ سنة 1870 (شكل 1-2) مما أصبحت معه زراعة البن غير مجزية. ومن ذلك الوقت بدأت زراعات البن فى التناقص وزراعات الشاى فى التزايد، حتى أصبح الشاى، وحتى الآن المحصول الرئيسى هناك، وانتقلت زراعات البن إلى أمريكا الجنوبية وبخاصة البرازيل التى أصبحت المنتج الأول للبن فى العالم.

شكل 1-2 : أعراض الإصابة بمرض صدأ البن على ورقة

تعتبر الأمراض النباتية من العوامل الهامة المحددة للإنتاج الزراعى والمتسببة فى تقليل كميات المواد الغذائية المتوقع الحصول عليها من الزراعة، مما يجعل مشكلة الغذاء تزداد تفاقما مع الزيادة المطردة فى سكان العالم. وقد تنبأت منظمة الأغذية والزراعة مبكرا

بمشكلة الغذاء ، حيث نشر سالتر Salter سنة 1947 دراسة ذكر فيها أنه إذا كان على كل شخص من سكان العالم أن يتناول غذاءا صحيا كافيا فإن العالم يكون فى حاجة سنة 1947 إلى الزيادة التالية فى المحاصيل مقارنة بإنتاج العالم قبل الحرب العالمية الثانية (جدول 1-1)٠

جدول 1-1

المحصول	الزيادة المطلوبة %
حبوب	21
محاصيل جذرية ودرنية	27
بقول ونقل	80
خضروات	163
دهون وزيوت	34
لحوم	64
لبن	100

وفى هذا المجال تتضح أهمية معرفة مقدار الخسائر الناتجة عن الإصابة بالأمراض النباتية٠ وقد قدرت خسائر محصول القمح فى استراليا فى موسم 1947-1948 نتيجة لإصابته بمرض صدأ الساق بحوالى 270 ألف طن ، وهى كمية تكفى لتغذية ثلاثة ملايين من الأفراد لمدة عام٠ كما قدرت خسائر الموالح بالأرجنتين سنة 1955 نتيجة لانتشار وباء التدهور السريع بما يزيد عن 305 مليون دولار٠

وفى الجدول التالى (جدول 1-2) بيان للخسائر السنوية بالولايات المتحدة الأمريكية الناتجة عن الإصابة بالأمراض النباتية المختلفة مبنية على تقرير ليكليرج Leclerg سنة 1964٠

جدول 1-2

المحصول	معدل الخسارة السنوية نتيجة الإصابة بالأمراض النباتية
قمح	28 %
ذرة	15 %
بطاطس	23 %
طماطم	23 %
فاصوليا	22 %
قصب سكر	14 %
قطن	14 %
فواكه ونقل	12-30 %

وفى مصر قدرت الخسائر السنوية الناتجة عن الأمراض النباتية سنة 1954 بحوالى 12 مليون جنيه وذلك كما هو مبين فى الجدول 1-3 ٠

جدول 1-3

مجموع الأمراض	الخسائر السنوية (×1000 جنيه)
الأصداء	2118.6
التفحمات	310.8
البياض	253.7
أعفان جذور وسيقان وثمار	1236.2
ذبول	1513.5
أمراض فيروسية	1287.5
تبقع أوراق	1517.9
أمراض موالح	3457.6

وفى دراسة أجريت سنة 1976 إتضح أن الخسائر العالمية السنوية الناتجة عن الأمراض النباتية والإصابات الحشرية ونمو الحشائش ، تصل إلى حوالى ستين مليار دولار .

فى ضوء ما سبق ذكره من بيانات عن خسائر الأمراض النباتية نجد أن النقص الواضح فى المحاصيل الزراعية والخسائر العالمية تظهر بوضوح فى المحاصيل التى تشتد فيها الإصابة بالأمراض النباتية فإذا علمنا أن الغذاء النباتى يمثل 94 % من مجموع الإنتاج الغذائى العالمى مبنيا على أساس الوزن الجاف ، وأن الغذاء الحيوانى يتوقف إنتاجه على الإنتاج النباتى ، يتضح لنا أهمية الحفاظ على النباتات وحمايتها ضد الآفات الزراعية ورعايتها الرعاية اللازمة المؤدية إلى زيادة إنتاجيتها حتى يمكن كفالة تغذية الأعداد الكبيرة المتزايدة من سكان العالم والتى تقدر بمعدل 2.4 % سنويا ، بمتوسط 125 مليون شخص سنويا ، مما رفع من أعداد سكان العالم إلى حوالى 6 مليار نسمة بحلول عام 2000.

مما سبق بيانه يتضح الدور الكبير الذى يجب أن يقوم به المشتغلون بأمراض النبات للإقلال من الخسائر الناتجة عن الأمراض النباتية ، وذلك للحد من انتشار الأمراض النباتية عن طريق اتباع طرق المكافحة الملائمة لكل حالة ، والاستمرار فى التطوير والبحث للتوصل إلى ما هو أفضل فى مجال المكافحة بالنسبة للنبات المعالج والإنسان القائم بالمكافحة والإنسان المستهلك للمحصول النباتى .

الباب الثانى

الحجر الزراعى

فى الأزمنة القديمة ، قبل التقدم فى وسائل المواصلات ، كانت مشكلة انتقال الآفات الزراعية مشكلة بسيطة يسهل مراقبتها والحد منها. فى تلك الأزمنة كانت النباتات تعيش فى حالة من التوازن مع الكائنات التى تتطفل عليها نتجت عن عمليات الانتخاب الطبيعى لكل من العائل والطفيل خلال الأزمنة الطويلة ، وكانت احتمالات ظهور حالات مرضية وبائية نادرة الحدوث إلا فى الحالات التى يحدث فيها تغييرات غير طبيعية فى الظروف البيئية لصالح الطفيل دون صالح النبات العائل. أما فى الأزمنة الحالية فإن التقدم الكبير فى وسائل المواصلات قد سهل الانتقال من مكان إلى آخر مما أدى إلى إزدياد أعداد المسافرين وقلة زمن الرحلات واتساع المسافات التى يقطعها المسافرون ، فالمواصلات الحديثة قربت المسافات ، فأصبحت الجهات المتباعدة مكانيا قريبة زمنيا يمكن الانتقال بينهما فى وحدات زمنية قليلة. وبالتالى فإن المنتجات الزراعية الملوثة بما تحمله من آفات يمكنها أن تنتقل مع المسافرين من أى مكان فى العالم إلى أى مكان آخر فى ساعات محددة. إضافة إلى ذلك فإن وجود المطارات الدولية فى وسط البلاد مكن الآفات من إنهاء رحلتها فى داخل البلاد قريبة من المناطق الزراعية ، بعد أن كانت الرحلات فى الماضى البرية منها أو البحرية تنتهى عادة عند حدود البلاد.

إضافة إلى ما سبق ، فإن نظريات الاكتفاء الذاتى للدول صارت صعبة التنفيذ ، خاصة فى الدول الصغيرة ، وأصبحت التجارة الدولية تشمل معظم المنتجات النباتية التى قد تحمل معها بعض طفيلياتها ، مخترقة بذلك حدود الدول المختلفة.

وقد ساعد على انتقال الطفيليات النباتية عمليات البحث المستمر عن نباتات جديدة أو أصناف نباتية جديدة ، قد تربى لذاتها فى أماكن جديدة ، أو قد تدخل كآباء فى عمليات التربية ، أو قد يحتاج إليها فى أغراض البحث العلمى الأخرى. كل تلك الأسباب أصبحت حافزا ومساعدا للطفيليات النباتية على الانتقال من بلد آخر.

الطفيليات النباتية التى قد تتمكن من الوصول إلى أماكن جديدة عليها ، قد تصبح فى مدى زمنى قصير ، فى بيئتها الجديدة ، طفيليات وبائية ذات خطورة شديدة على محصول أو أكثر ،

ذلك إذا كانت ظروف البيئة الجديدة ملائمة لتكاثرها ونموها وإحداثها للعدوى ، حتى ولو كانت تلك الطفيليات لا تمثل ، فى بلادها القادمة منها ، أية خطورة لوجودها في بلادها الأصلية فى حالة من التوازن الطبيعى ، ولإختلال ذلك التوازن فى البيئة الجديدة .

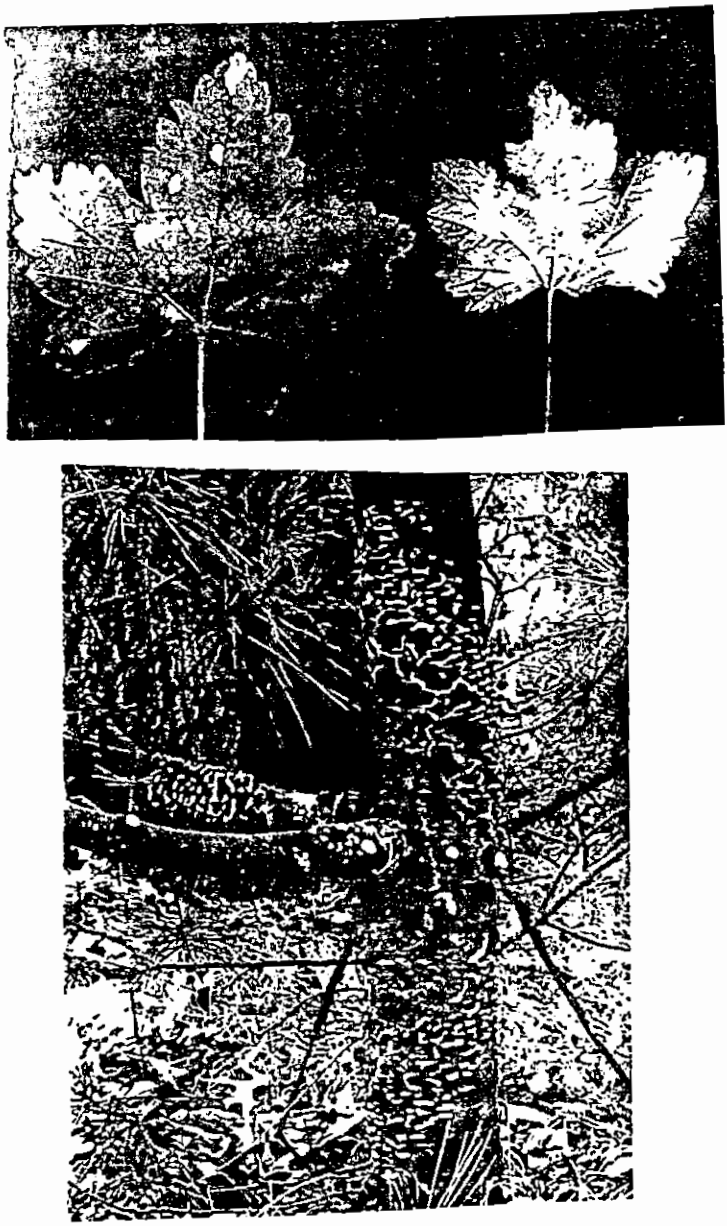
من الأمثلة التاريخية الشهيرة الدالة على خطورة دخول طفيل جديد إلى بيئة غير بيئته الأصلية ، مرض لفحة القسطل (أبو فروة) chestnut blight المتسبب عن الطفيل الفطرى *Endothia parasitica* الذى دخل لأول مرة إلى ولاية نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية سنة 1904 ، قادما من أحد بلاد الشرق الأقصى ، فهاجم الطفيل القادم أشجار القسطل الأمريكى *Castanea dentata* هجوما لا هوادة فيه ، فأهلك خلال عشرة سنوات من دخوله، غابات القسطل الكثيفة الممتدة على الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية من ولاية مين Maine شمالا إلى ولاية شمال كارولينا North Carolina جنوبا (شكل 2-1).

شكل 2-1 : أشجار قسطل بشمال الولايات المتحدة الأمريكية ماتت بمرض اللفحة

فى نفس الفترة التى ظهر وانتشر فيها مرض لفحة القسطل بالولايات المتحدة الأمريكية، كان الفطر *Cronartium ribicola* القادم من أوروبا إلى الولايات المتحدة الأمريكية ، يهاجم أشجار الصنوبر الأبيض *Pinus strobus* مسببا مرض الصدأ البثرى blister rust ، حيث تظهر بثرات الفطر الأسيدية على أشجار الصنوبر الأبيض. يهاجم فطر الصدأ شجيرات الكشمش currant حيث يستكمل عليها دورة الصدأ فيظهر عليها الطوريدن اليوريدى والتيليتى. بحلول عام 1910 كان المرض منتشرا فى كثير من الولايات الأمريكية والتى منها ولايات مينسوتا وشمال كارولينا وواشنجتون وأوريجون وكاليفورنيا ووصل إلى كندا مسببا خسائر كبيرة فى أشجار ولخشاب الصنوبر الأبيض (شكل 2-2).

لقد كانت كارثتى غابات القسطل الأمريكى وغابات الصنوبر بالولايات المتحدة الأمريكية إنذار خطر نبه الأذهان نحو الآفات الدخيلة ، وكانتا حافزا قويا على إصدار قانون الحجر الزراعى فى الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1912 ، ولو أن فكرة الحجر الزراعى قد سبقت ذلك التاريخ. فقد سجل التاريخ أن أول تفتيش صحى قد تم سنة 1891 فى مدينة سان بدرو San Pedro بولاية كاليفورنيا بأمريكا حيث قام إلكسندر كرو Alexander Craw بتفتيش 325 ألف شتلة موالح مستوردة من جزر تاهيتى ووجد بها إصابات تتمثل فى تسعة أنواع من الحشرات. عزل كرو الشتلات وتحفظ عليها ، ثم رفع الأمر إلى المحكمة العليا بمدينة لوس أنجليس حيث حكمت المحكمة ببقاء الأشجار فى معزلها حتى تموت جميع ما تحتويه من حشرات منقولة. ونظرا لطول الإجراءات القضائية فقد طالب كرو بمنح رجاله سلطات كافية للتصرف بإعدام الرسائل القادمة من الخارج فى حالة إحتوائها على إصابات حشرية أو مرضية تمثل خطورة على البلاد ، وقد تم ذلك على مستوى ولاية كاليفورنيا سنة 1903 ، ثم على مستوى الدولة ، بعد كارثتى القسطل والصنوبر الأبيض سنة 1912.

يتضح مما سبق أهمية ، بل وضرورة تنظيم حركة المنتجات الزراعية المحتمل احتوائها على آفات ، ووجوب إقامة حجر زراعى فى كل دولة لحماية محاصيلها من الآفات الدخيلة. ويجب فى سبيل تنفيذ حجر زراعى ناجح ، دراسة الآفات المختلفة التى تصيب العوائل النباتية المستوردة فى الجهات المستوردة منها ، دراسة وافية لمعرفة أوجه خطورة كل منها ، والطرق الممكن اتباعها لمنع دخولها إلى المنطقة المحجورة. تشمل تلك الدراسة طبيعة الطفيل وطريقة انتشاره ومدى تخصصه والعوامل الحائلة دون انتشاره ، ومدى وجود وانتشار الطفيل فى المنطقة المحجورة. ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن الطفيل الواحد قد يشمل عدة سلالات فسيولوجية تختلف فيما بينها فى قدرتها التطفلية وأن السلالات الموجودة فى منطقة ما قد تختلف عن السلالات الموجودة فى منطقة أخرى ، وأن بعض السلالات التى



شكل 2-2 مرض الصدأ البثري لنبات الصنوبر الأبيض

اعلى بثرات يوريدية على أوراق الكشمش.
اسفل ساق شجرة صنوبر أبيض تظهر عليها البثرات الأسيدية.

قد تكون ضعيفة القدرة على التطفل على صنف نباتى قد تكون شديدة القدرة التطفلية على صنف آخر .

يقام الحجر الزراعى لحماية مزروعات الدول ضد الآفات الأجنبية ويعرف بالحجر الزراعى الدولى ، وقد يقام الحجر الزراعى لحماية بعض المناطق الزراعية داخل الدولة ضد آفة أو أكثر موجودة فى منطقة أو مناطق أخرى داخل نفس الدولة ، ويعرف بالحجر الزراعى الداخلى .

1-2 الحجر الزراعى الدولى

سنت معظم دول العالم قوانين الحجر الزراعى الدولى Plant international quarantine ، والذى بمقتضاه تفحص جميع النباتات والحيوانات والمنتجات الزراعية بواسطة مفتشين متخصصين ، عند مداخل تلك الدول ، أى فى الموانى والمطارات والحدود البرية ، وذلك لمنع دخول الآفات الأجنبية التى قد ترد مع الشحنات التجارية والزراعية أو بصحبة المسافرين إلى داخل الدولة . وتشترط معظم الدول فى مفتشى الحجر الزراعى أن يكونوا مؤهلين علميا لذلك ، وأن يحصلوا على تدريبات خاصة وأن يكونوا على دراية واسعة بالآفات المختلفة ومدى انتشارها جغرافيا ودرجة تخصصها والمحاصيل التى تصيبها ، وأن يكونوا كذلك على إلمام تام بالمعاملات المختلفة التى تتبع فى حالات تطهير النباتات أو منتجاتها سواء بالطرق الكيميائية أو الطبيعية .

ونظرا لأهمية التعاون الدولى فى مكافحة آفات النباتات والمنتجات النباتية فقد أبرمت اتفاقية دولية لوقاية النباتات والمنتجات النباتية فى أكتوبر عام 1953 وانضمت إليها مصر وبمقتضاها صدرت تشريعات لتنظيم مراقبة الصادرات النباتية لدول العالم المختلفة ولمنع انتشار ودخول آفات النباتات ومنتجاتها والنهوض بإجراءات مكافحتها .

تمثل قوانين ولوائح وإجراءات الحجر الزراعى ، الحاجز الصناعى الذى يقيمه الإنسان ضد الآفات الزراعية . تختلف إجراءات الحجر الزراعى التى تتبع حسب طبيعة الطفيل ووفقا للأهمية الاقتصادية للعائل . ويمكن تقسيم تلك الإجراءات إجمالا إلى مجموعتين .. حجر زراعى كامل ، وحجر زراعى تنظيمى .

1-1-2 الحجر الزراعى الكامل

النباتات التى تقع تحت حجر زراعى كامل exclusive quarantine يمنع دخولها كلية أو يمنع دخول جزء من أجزائها الحية إذا كانت مستوردة من بلاد معينة أو أيا كان مصدرها. كما يفرض الحجر الزراعى الكامل على الطفيليات المرضية أو التربة التى يخشى من احتوائها على تلك الطفيليات. يفرض الحجر الزراعى الكامل على محاصيل تصاب فى البلاد المستوردة منها آفات خاصة ذات خطورة على محاصيل الدول المستوردة ، وأن هذه الآفات يصعب التأكد من عدم وجودها-على النباتات القادمة من تلك الدول.

ففى الولايات المتحدة الأمريكية يوجد حجر زراعى كامل على حبوب الأرز والذرة وبذور القطن والباربرى والمانجو والزبدية (الأفوكادو) وغيرها ، كما يمنع دخول حبوب القمح من كافة الدول التى تظهر بها إصابات من مرض التفحم اللوانى.

وفى مصر حدد القانون رقم 417 لسنة 1954 الخاص بالحجر الزراعى الدولى والذى عدل بالقانون رقم 52 لسنة 1967 ، وقرار وزير الزراعة رقم 54 لسنة 1967 ، النباتات والمنتجات النباتية وغيرها المفروضة عليها حجر زراعى كامل كالآتى :

1- نباتات القطن *Gossypium* spp. والقطن المحلوج أو غير المحلوج وزغب القطن وبذرة القطن وقشورها ومخلفات القطن ، باستثناء القطن الطبى وعينات القطن التجارية والغزل والخيوط والأنسجة القطنية وبذور القطن المستورد للعصر وزغب القطن المستورد للمصانع الحربية.

2- نباتات الهبسكس بأنواعها *Hibiscus* spp. عدا أزهار نباتات الكاركديه الجافة وخيوط التيل ومنسوجاته.

3- نباتات الخطمية بأنواعه *Althea* spp.

4- نباتات أبو تيلون بأنواعها *Abutilon* spp.

5- نباتات العنب *Vitis vinifera* ، عدا الثمار.

6- ثمار وبذور المانجو *Mangifera indica* .

7- نباتات الموالح بأنواعه *Citrus* spp. ، عدا البذور.

8- نباتات قصب السكر *Saccharum officinarum* .

9- التربة الصالحة للزراعة وكذا التربة المحتوية على مواد عضوية.

10- الآفات الزراعية الحية فى جميع أطوارها ، عدا الحشرات النافعة فيصرح بدخولها بتصريح سابق من وزير الزراعة.

11- المزارع البكتيرية والفطرية الضارة بالنباتات.

12- الآفات الزراعية الحية فى جميع أطوارها.

13- فضلات النباتات والمنتجات النباتية المتخلفة عن استهلاك البواخر والطائرات.

14- الرسائل الأخرى إذا اختلطت بها تربة زراعية أو نباتات أو منتجات زراعية أو مواد أخرى ممنوعة.

15- الأكياس والصناديق والأوعية والعبوات على اختلاف أنواعها وجميع الأشياء الأخرى المستعملة فى تعبئة أو حزم أو نقل جميع الأصناف الممنوعة.

وقد أضيف إلى المحظروات شتلات الكمثرى وذلك بالقرار الوزارى رقم 11 لسنة 1985، ثم أضيفت شتلات الزيتون إلى الحظر بمقتضى القرار الوزارى رقم 177 لسنة 1981.

2-1-2 الحجر الزراعى التنظيمى

بمقتضى الحجر التنظيمى regulatory quarantine يصرح بدخول بعض النباتات أو أجزائها داخل المنطقة المحجور عليها بعد تفتيشها والتأكد من خلوها من الآفات الضارة الممنوع دخولها أو بعد معاملتها لإبادة ما بها من آفات ممنوعة. كما قد يسمح بدخول بعض النباتات دون تطهير. وقد تحجز النباتات أو أجزائها لفترات محدودة فى أماكن خاصة بعيدة عن المزارع ، تعرف بمحطات أو حدائق العزل تكون فيها تحت المراقبة الدقيقة لمدد مختلفة قد تصل إلى سنة أو أكثر فى حالة زراعتها بحديقة العزل ، وذلك للتأكد من خلوها من الآفات الزراعية المحجور عليها. ويجب أن تتوفر فى محطات وحدائق العزل كافة الإمكانيات التى تضمن عدم تسرب أى من الآفات التى قد تظهر إلى خارج منطقة العزل ، فإذا ظهرت على النباتات آفات ممنوعة وجب إعدامها وتطهير المحطة أو المزرعة منها ، أما إذا تأكد خلو تلك النباتات من الآفات الممنوعة صرح بدخولها إلى المنطقة المحجور عليها.

يصرح فى بعض الحالات بدخول النباتات أو أجزائها بعد إجراء معاملات خاصة عليها بغرض القضاء على الآفات التى يخشى منها ، وأغلب هذه المعاملات تكون معاملات كيميائية أو حرارية ، وسيأتى توضيح ذلك عند الكلام على معاملة التقاوى.

قانونى الحجر الزراعى الدولى لمصر رقم 417 لسنة 1954 ورقم 52 لسنة 1967 يمنع دخول النباتات والمنتجات النباتية المصابة بآفات أو أمراض طفيلية غير موجودة بمصر ، ومع ذلك فقد صرح القانون لوزير الزراعة إصدار أوامر وزارية بإباحة دخول بعض النباتات والمنتجات النباتية المصابة بعد تطهيرها لإبادة ما تحتويه من آفات معينة إبادة تامة. وفى فبراير سنة 1955 صدر قرار وزارى بمقتضاه يسمح بدخول أبصال نباتات الزينة المصابة بالفطريات *Fusarium bulbigenum* و *Stagonopra curtisii* و *Ramularia vallisumbrosae* و *Rhizoctonia tuliparum* وذلك بعد غمرها فى محلول 0.3 % من كلوريد الزئبقك (السليمانى) لمدة عشر دقائق ثم تجفف.

بالنسبة للأمراض الموجودة بمصر فقد أباح القانون دخول النباتات المصابة بها بعد تطهيرها بمعرفة مفتشى الحجر الزراعى ، ما عدا النباتات التى لا يسهل تطهيرها من المسببات المرضية فلا يصرح بدخولها. وقد استثنى القانون بعض الحالات المرضية وصرح بدخولها دون اتخاذ إجراءات تطهير. وقد سمح القرار الوزارى رقم 52 لسنة 1967 بدخول النباتات المصابة الآتية دون تطهير :

1- شتلات التفاح والكمثرى والسفرجل والخوخ والمشمش واللوز المصابة بمرض التدرن التاجى المتسبب عن البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* .

2- رسائل البطاطس المصابة بنسبة لا تزيد عن 3 % بأحد الأمراض الآتية :

أ - الجرب العادى المتسبب عن البكتريا *Streptomyces scabies*.

ب - الجرب المسحوقى المتسبب عن الفطر *Spongospora subterranea*.

3- رسائل البطاطس المصابة بنسبة لا تزيد عن 1 % بأحد الأمراض الآتية :

أ - اللفحة المتأخرة المتسببة عن الفطر *Phytophthora infestans*.

ب- عفن الاسكلوروشيم المتسبب عن الفطر *Sclerotium rolfsii*.

جـ- العفن الطرى المتسبب عن البكتريا *Erwinia carotovora* subsp *carotovora*.

د - العفن الجاف المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum*.

هـ - عفن الألترناريا المتسبب عن الفطر *Alternaria solani* .

و - القشرة السوداء المتسببة عن الفطر *Rhizoctonia solani*.

4- رسائل التفاح والكمثرى المصابة بمرض الجرب المتسبب عن الفطريين *Venturia inaequalis* و *Venturia pirini*.

5- رسائل الخوخ المصابة بمرض الجرب المتسبب عن الفطر *Cladosporium carpophilum*.

6- رسائل الخوخ والمشمش واللوز المصابة بمرض التثقيب الفطرى المتسبب عن الفطر *Clasterosporium carpophilum* أو بمرض التثقيب البكتيرى المتسبب عن البكتريا *Bacterium pruni*.

7- رسائل الخوخ المصابة بالبياض الدقيقى المتسبب عن الفطر *Sphaerotheca pannosa* .

8- رسائل المشمش المصابة بالبياض الدقيقى المسبب عن الفطر *Podosphaera oxyacanthae*.

2-2 تحديات الحجر الزراعى الدولى

رغم وجود قوانين الحجر الزراعى الدولى فى معظم دول العالم ورغم الدقة التى تتبع عادة فى تنفيذ تلك القوانين لمنع دخول المسببات المرضية المشمولة بقوانين الدول المختلفة والقادمة من دول أجنبية إلى الدول المحجور عليها ، إلا أن بعض تلك المسببات المرضية يمكنها تحدى إجراءات الحجر الزراعى الدولى وتجد من الوسائل ما يمكنها من المرور إلى داخل المناطق المحجورة. ويتم ذلك بوسائل مختلفة تشمل الآتى :

1- قد تحمل الطفيليات المرضية مع عوائلها وهى فى فترات الحضانة أو السكون دون ظهور أية أعراض مرضية.

2- قد تحمل الطفيليات على المواد المالئة أو مواد التغليف فى صورة جراثيم أو أية أطوار ساكنة أخرى.

3- قد تنقل الطفيليات محمولة على الحشرات الطائرة أو الطيور أو الحيوانات التى قد تتعدى فى انتقالها الحدود الدولية للدول.

4- قد تحمل الطفيليات النباتية على تيارات الهواء وتيارات المياه من دولة إلى أخرى.

5- قد تلتصق الطفيليات بملابس وأحذية المسافرين وبخاصة المزارعين منهم.

الوسيلتان الأولى والثانية لنقل الطفيليات المرضية يقعا تحت رقابة مفتشى الحجر الزراعى الدولى ، وقد يمكن بجهد زائد الكشف عنها. أما الثلاثة طرق الأخرى فتعجز الرقابة البشرية عن إيقافها ومنعها من المرور خلال الحدود الدولية.

تظهر أهمية النقل الحشرى فى نقل مسببات الأمراض الطفيلية داخل مناطق جغرافية متقاربة لا يفصل بينها حواجز مانعة كالجبال والبحار الواسعة والمحيطات والتى لا تستطيع الحشرات تخطيها. أما الطيور فيمكن لبعضها نقل الطفيليات النباتية لمسافات شاسعة لا تعرف فى ذلك حدودا سياسية أو موانع جغرافية طبيعية ، فقد تنقلها من قارة إلى أخرى. فقد قدرت أعداد الجراثيم البكتيدية لفطر *Endothia parasitica* المسبب للفحة أشجار القسطل (شكل 2-1) ، والموجودة على ريش طائرين من طيور نقار الخشب woodpecker كانا يتغذيان على أفرع شجرة قسطل مصابة ، بما يزيد عن نصف مليون جرثومة بكل منهما. ومن المعروف أن هذه الطيور يمكنها قطع مسافات طويلة مهاجرة من الشمال إلى الجنوب وبالعكس. ومن الجدير بالذكر أيضا أن الطيور تلعب دورا كبيرا فى انتشار نبات الدبق mistletoe ، والذى يتطفل على ما يزيد عن 900 نوع نباتى.

تيارات الهواء والماء يمكنها نقل الطفيليات المهيأة لمثل تلك الوسائل مسافات شاسعة. من الأمثلة الواضحة للنقل الهوائى ، الجراثيم اليوريدية للأصداء والجراثيم التيليتية للتفحمات. فقد وجدت جراثيم الصدأ الأسود فى القمح على ارتفاع أربعة آلاف متر فوق حقول القمح المصابة. تحتاج مثل هذه الجراثيم لكى تسقط من هذا الارتفاع حتى تصل إلى سطح الأرض إلى زمن يتراوح ما بين 50 إلى 2200 ساعة ، ويتوقف ذلك على الوزن النوعى للجراثيم وكذلك على رطوبة الهواء فقد وجد أن سرعة سقوط جراثيم الأصداء والتفحمات يتراوح عادة ما بين 0.5 إلى 20 مم / ثانية. وإذا تعرضت تلك الجراثيم أثناء سقوطها إلى تيارات هوائية فإنها لا تسقط رأسيا من أماكن وجودها ، بل تحملها الرياح إلى أماكن أخرى بعيدة عن أماكن صعودها. فإذا كانت سرعة الرياح المعرضة لها أثناء سقوطها هى 10 كم / ساعة فإن الجراثيم اليوريدية للصدأ الموجودة على ارتفاع 4000 متر تسقط فى مكان يبعد عن مكان تصاعدها 500 إلى 22000 كيلومتر ، ذلك ما لم تتدخل عوامل أخرى كتغيير اتجاه الرياح أو تغير سرعته أو تعرضها لتيارات هواء صاعدة أو هابطة أو سقوط أمطار أو ثلوج.

تيارات المياه فى الأنهار والبحار والمحيطات كثيرا ما تكون محملة بالطفيليات النباتية مباشرة أو محمولة على أجزاء نباتية مصابة. قد تنقل تيارات المياه الطفيليات النباتية لمسافات بعيدة متعدية حدود الدول المختلفة ، وخاصة مياه الأنهار التى تمر خلال عدة دول مارة بمناطق زراعية ، ويكون النقل فعالا إذا تشابهت أجواء تلك الدول التى يمر خلالها نهر واحد كما فى حالة نهر الدانوب الذى ينبع من الغابة السوداء بغرب ألمانيا ويصب فى البحر الأسود عند رومانيا ومارا بعدة دول فى جنوب شرق أوروبا وقاطعا خلال رحلته مسافة 2800 كيلومتر.

الوسيلة الأخيرة لنقل الطفيليات بعيدا عن إجراءات الحجر الزراعى هى المحمولة على ملابس وأحذية المسافرين ، وتعتبر هذه الوسيلة من أسرع الوسائل لنقل الطفيليات.

ومن التحديات التى ظهرت رغم إجراءات الحجر الزراعى ظهور مرض صدأ البن المتسبب عن الفطر *Hemileia vatatrix* فى البرازيل سنة 1970 والذى كان وجوده قاصرا على أسيا وإفريقيا ، وكان عاملا محددا أدى إلى توقف الزراع عن زراعة البن فى سيلان واستبداله بزراعات الشاى (شكل 1-2).

لحسن الحظ فإنه فى معظم الحالات تصل الطفيليات الواردة إلى داخل البلاد عن غير طرق الحجر الزراعى ، إلى أماكن بعيدة عن العائل المناسب أو تصل إليه فى أوقات غير مناسبة لحدوث العدوى أو تصل إليه بعد أن تكون قد فقدت حيويتها ، حينئذ تفقد تلك الطفيليات أهميتها ويقضى عليها فى مواقع سقوطها. أما إذا حالفت تلك الطفيليات ظروف مناسبة ووصلت إلى عائل مناسب فى وقت مناسب ، فقد تمثل خطورة كبيرة. لهذا وجب العمل على حصار المرض فى أماكن اكتشافه وقبل أن ينتشر فى البلاد ، مما يتوجب معه فرض حجر زراعى داخلى عليه.

3-2 الحجر الزراعى الداخلى

إذا وصل أحد مسببات الأمراض النباتية الجديدة والممنوع دخوله إلى داخل البلاد رغم إجراءات الحجر الزراعى الدولى ، عندئذ يجب محاصرته فى مناطق دخوله واكتشاف وجوده لمنع انتقاله إلى أماكن أخرى. عرف الحجر الزراعى الداخلى domestic quarantine فى الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1881 قبل صدور قوانين الحجر الزراعى الدولى ، وذلك لمنع انتشار حشرة الفللوكسيرا *Phylloxera* التى تصيب العنب.

فى مصر صرح القانون رقم 539 لسنة 1955 لوزير الزراعة بإصدار أوامر وزارية لتحديد المناطق التى يمكن اعتبارها ملوثة بآفات معينة ، وتعديل حدود تلك المناطق ، ولوزير الزراعة اعتبار أجزاء من تلك المناطق أصبح خاليا من المرض أو أنها داخلة فى دور التطهير ، وكذلك له الحق فى إصدار الأوامر الوزارية لمنع انتقال أو مرور النباتات أو الأشياء التى يحتمل نقلها للمسببات المرضية من المناطق الملوثة إلى مناطق أخرى دون تصريح خاص .

وقد صدر قرار وزارى فى مارس سنة 1956 بفرض حجر زراعى داخلى على الأمراض الآتية :

1- مرض تورد القمة فى الموز المتسبب عن فيروس تورد القمة فى الموز الذى تنقله حشرة من الموز *Pentalonia nigronervosa* وهو مرض منتشر فى مصر ، وقد اعتبر القرار الوزارى كل محافظة منطقة ملوثة منفصلة عن غيرها ، وبمقتضى القرار يمنع نقل خلف الموز وأوراقه الخضراء من محافظة إلى أخرى .

2- العفن الأبيض فى البصل ويتسبب عن الفطر *Sclerotium cepivorum* ، وقد حدد القرار الوزارى منطقتين ملوثتين ، الأولى من مركز الواسطة إلى مركز المنيا ، والثانية من مركز المراغة إلى مركز قنا ، وقد فرض الحجر الداخلى على نباتات البصل والثوم فى هاتين المنطقتين .

3- التدهور السريع أو مرض تريستيزا Tristeza فى الموالح وهو مرض فيروسى يتسبب عن فيروس تريستيزا CTV . واعتبر القرار شبه جزيرة سيناء منطقة ملوثة بهذا المرض وفرض عليها حجر داخلى يشمل نباتات وثمار الموالح والتى يمنع نقلها من شبه جزيرة سيناء إلى داخل الجمهورية ويستثنى من ذلك ثمار الموالح التى يفحصها موظفى الحجر الزراعى .

4-2 الشهادات الزراعية الصحية

تأثرت تجارة المنتجات الزراعية كثيرا بإجراءات الحجر الزراعى الدولى ، فقد تطلب هذا من الدول المصدرة فرض رقابة شديدة على المحاصيل المنزرعة بغرض التصدير ، لمراقبة ظهور الآفات المختلفة بها ومقاومتها حتى يمكن السماح لتلك المحاصيل بالتصدير وتسمح لها

الدول المستوردة بالدخول. وقد نصت قوانين الحجر الزراعى الدولى على ضرورة اصطحاب بعض المحاصيل المستوردة بشهادات زراعية صحية phytosanitary certificates كما هو مبين فى النموذجين المرفقين. تصدر هذه الشهادات من الجهات الفنية المسئولة بالدول المصدرة ومعتمدة لدى الدول المستوردة ، وينص فى تلك الشهادات على خلو تلك المحاصيل من الآفات الممنوع دخولها فى الدول المستوردة ، وأن تكون فى صورة مقبولة للدول المستوردة. ولتحقيق ذلك أبرمت فى مقر منظمة الأغذية والزراعة FAO التابعة لهيئة الأمم المتحدة بروما فى ديسمبر سنة 1951 اتفاقية دولية لوقاية النباتات ، نص فيها على أنه يجب على كل حكومة متعاقدة أن تنشئ مصلحة حكومية لوقاية المزروعات يكون من بين أعمالها فحص رسائل النباتات والمنتجات المنقولة بوسائل النقل الدولى وتطهيرها إذا اقتضى الأمر ذلك وتحرير شهادة زراعية صحية بذلك. كذلك فقد نصت الاتفاقية على أن تقوم كل حكومة متعاقدة بتحرير شهادة زراعية صحية لرسائل النباتات والمنتجات النباتية التى تصدرها ، بحيث تتفق مع تعليمات وقاية المزروعات فى الحكومات المتعاقدة الأخرى والمصدر إليها. كما نصت الاتفاقية أيضا على أن تحرير تلك الشهادات يجب أن يتم بمعرفة أو تحت رقابة ومسئولية موظفين معتمدين من حملة المؤهلات الفنية الذين تتوفر لديهم من الخبرة والمعرفة ما يتيح للهيئات المسئولة فى الدول المستوردة قبول تلك الشهادات عن ثقة.

إنضمت مصر إلى اتفاقية وقاية النباتات سنة 1953 ، وأصدرت الحكومة المصرية القانون رقم 523 لسنة 1955 فى شأن مراقبة النباتات والمنتجات النباتية المصدرة للخارج والقرار الوزارى رقم 726 لسنة 1993 بخصوص الرقابة على البذور المعدة للتقاوى والمصدرة للخارج. وبمقتضى ذلك لا يجوز إخراج النباتات والمنتجات النباتية المصرح بتصديرها من الأراضى المصرية إلا بعد عرضها على موظفى الحجر الزراعى لفحصها ولتقرير ما يجب إتخاذه فى شأنها. وتعطى كل رسالة يصرح بتصديرها شهادة فحص دولية، على أنه يجب أن يتم التصدير فى خلال أسبوع من التصريح ، وإلا اعتبرت جميع الإجراءات التى اتخذت فى شأنها لاغية ، ويلزم فى هذه الحالة إعادة العرض والفحص والحصول على تصريح جديد.

جمهورية مصر العربيه

وزارة الزراعه

الإدارة العامة للحجر الزراعى

١٩ حجر زراعى
زراعه

شهــادة زراعيـــه صحيـــة

نشهـــد :

لن النباتات أو أجزاء النباتات المذكورة بعد أو عينة ممثلة لها تد فحصت جيدا بتاريخ ______ بمعرفة ______ الموظف المختص بالحجر الزراعى فى ______ وقد وجدت طبقا لمعلوماته خالية أساسيا من الآفات والأمراض الضارة وأنه يعتقد أن الرسالة تتمشى مع تعليمات الحجر الزراعى المنفذة فى البلاد المستوردة ولما هو موضح فى الإقرار الإضافي المبين فى هذه الشهادة أو فى غيرها .

التدخين أو عملية التطهير
(حسب رغبة البلاد المستوردة)

التاريخ / / ١٩٨

المعاملة ______

______

______

فترة التعرض ______

الجرعات ______

______

إقرار إضافي ______

______

______

______

______

______

______

الختم

التاريخ ______ سنة ١٩٨

التوقيع ______

الوظيفة ______

بيانات الرسالة

اسم وعنوان المصدر ______

اسم وعنوان المرسل إليه ______

عدد وصفة الطرود ______

العلامة المميزة ______

الموطن الأصلي (إذا طلبته البلاد المستوردة) ______

وسيلة النقل ______

ميناء الوصول ______

اسم الصنف وكميته ______

الاسم العلمى (إذا طلبته البلاد المستوردة) : ______

نموذج شهادة زراعية صحية باللغة العربية

ARAB REPUBLIC OF EGYPT
MINISTRY OF AGRICULTURE
Plant Protection Department
Plant quarantine control

ABI
19 PLANT PORT . " PLART QUABANTINE"

PHYTOSANITARY CERTIFIC. TE

This is to Certify

That the plants. parts of plants or plant products des , below or representative samples of them were thoroughly examined on ---------- by ---------- an authorized officer of the plant Quarantine Control in ---------- and were found to the best of his knowledge to be substantially free from injurious seases and pests: and that the consignment is believed to conform with the current phytosanitary regulations of the importing country both as stated in the additional declaration hereon and otherwise.

FUMICATION OR DISINFECTION TREATMENT

(if required importing country)

Date ---------- *198* ----------

Treatment ----------

Duration of exposure ----------

Chemical and concentration ----------

ADDITIONAL DECLARATION ----------

(stamp of the service)

Date ---------- *198* ----

(signature) ----------

(Rank) ----------

DESCRIPTION OF THE CONSIGNMENT

Name and address of exporter ----------

Name and address of consignee ----------

Number and description of packages ----------

Distinguishing marks ----------

Origin (if required by importing country) ----------

Means of conveyance ----------

Point of entry ----------

Quantity and name of produce ----------

Botanieal name (if required by importing country) ----------

G.O. Govt. Priting Office 6048 1985 _ 50

نموذج شهادة زراعية صحية باللغة الإنجليزية

فى فبراير 1955 صدر قرار وزارى يمنع بمقتضاه دخول أية نباتات أو منتجات نباتية معدة للزراعة إلى داخل مصر إلا إذا كانت مصحوبة بشهادة زراعية صحية من الهيئة الزراعية الرسمية المختصة فى موطنها الأصلى ، تنص على سلامتها من الآفات والأمراض الطفيلية الضارة ، كما يجب أن توضح بها المنطقة التى كانت منزرعة بها • بالنسبة لأبصال الجلاديولس والايريس ، وشتلات الخوخ والبرقوق والتين والموز ، وبذور الفاصوليا الليما والفاصوليا السيفا وفول الصويا والقاوون والكوسة والخس فيجب أن تنص الشهادة على خلوها من الأمراض الفيروسية • وبالنسبة للبطاطس المستوردة للإستهلاك الغذائى فيجب أن تنص الشهادة على أن المحصول بمناطق زراعته خالية من الفطر *Synchytrium endobioticum* مسبب مرض التثآلل (شكل 2-3) ، وأما بالنسبة للبطاطس المستوردة بغرض التقاوى فيجب أن تنص الشهادة ، إضافة إلى ما سبق ، بأنها نتجت من زراعات فحصت خلال موسم النمو وأن إصاباتها بالأمراض الفيروسية لم تتعدى نسبتها 2 % •

شكل 2-3 : أعراض الإصابة بمرض التثآلل على درنات البطاطس

فى عام 1967 صدر قرار وزارة الزراعة المصرية رقم 58 ببيان شروط الترخيص بتسيير واردات رسائل النبات والمنتجات الزراعية وحالات الاعفاء من الترخيص . وفيه أكد القرار على وجوب ان تصحب كل رساله نباتات مستورده لاغراض الزراعه او التكاثر شهادة زراعية صحية من الهيئة الرسمية المختصة فى موطنها الاصلى تثبت سلامتها من الآفات . على ان يوضح بها الاسم العلمى لها والمنطقة التى كانت مزروعة بها . وقد أعفى القرار من ذلك رسائل النباتات والمنتجات المستوردة للاستهلاك وكذلك البذور المستورده بغرض الزراعة أو التكاثر بشرط أن لا يزيد وزنها عن نصف كيلوجرام والأجزاء النباتية المعدة للزراعة أو التكاثر وذلك فى حدود عشر قطع من كل صنف .

ترسل كثير من الدول المستوردة للمنتجات النباتية مفتشيها الزراعيين للعمل مع زملائهم فى الدول المصدرة لفحص المنتجات النباتية المصدرة إلى بلادهم ومراقبتها فى أماكن التعبئة حتى أماكن الشحن ، وأحيانا يكلفون بزيارة المزارع المنتجة ، وذلك ضمانا لمطابقتها لمواصفات بلادهم سواء من الناحية التجارية أو من ناحية خلوها من الآفات ، وتوفيرا لوقت الفحص فى منافذ الدخول ، ومنعا للاضرار التى قد تنتج عن تعطيل خروج تلك النباتات من دائرة الحجر الزراعى ، وتجنبا للخسائر التى قد تحدث نتيجة لرفض قبول الرسالة النباتية ثم إعادة تصديرها . من ذلك نجد أن الولايات المتحدة الأمريكية ترسل مفتشيها الزراعيين إلى أوربا لفحص أبصال الأزهار قبل شحنها ، وكذلك ترسل مفتشين إلى المكسيك لتدخين الفواكه المصدرة إلى الولايات المتحدة قبل شحنها .

5-2 الإعلان عن الأمراض النباتية

يطالب علماء أمراض النبات فى مختلف أنحاء العالم بضرورة إجراء عمليات حصر للآفات والأمراض النباتية فى بلادهم والإعلان عنها notification حتى يسهل على القائمين بتنفيذ الحجر الزراعى فى الدول المستوردة معرفة مدى انتشار الأمراض المختلفة بين محاصيل الدول المصدرة وسبل احتمالات انتقالها من دولة الى اخرى . وفى مصر أجرى ميلنر Melchers سنه 1931 اول حصر للامراض النباتيه بمصر . ثم تبع ذلك حصر اجراهما قسم امراض النبات بجامعه الاسكندريه عامى 1963 و 1966 ذكر فيهما كافة ما سجل من امراض نباتيه بمصر ومسبباتها وتواريخ تسجيل كل منها . وذلك حتى تاريخ

الحصر . كما ذكر فى الحصرين جميع الكائنات الدقيقة التى وجدت مصاحبة لتلك الأمراض .

ومن ذلك ما تقوم به منظمة أوروبا وحوض البحر الأبيض المتوسط لوقاية النبات بباريس من الإعلان عن الآفات والأوبئة التى تظهر فى دول المنطقة المختلفة فى فترات معينة . وقد نصت الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات على ضرورة تعاون الأطراف المتعاقدة فى إنشاء خدمة عالمية للإبلاغ عن آفات النباتات مع استخدام التسهيلات والخدمات الموجودة لدى المنظمات القائمة إلى أقصى حد ، وتقديم تقارير عن وجود أو ظهور أو انتشار الآفات ذات الأهمية الاقتصادية التى تصيب النباتات والمنتجات النباتية والتى تعتبر ذات خطر حالى أو محتمل ، كما تقدم المعلومات عن الوسائل التى تبينت فاعليتها فى مكافحة الآفات .

هذا وتطالب كثير من دول العالم بضرورة إقرار المصدر أو الزارع للمحصول بخلو أو وجود أمراض معينة بالمحصول المصدر ونسبتها إن وجدت ، وإدراج ذلك ضمن الشهادات الزراعية الصحية .

الباب الثالث

الإبادة

تتبع كثير من الدول مع إجراءات الحجر الزراعى الداخلى على الأمراض الخطيرة التى لازالت محدودة الإنتشار ، إجراءات مكافحة أخرى ضد تلك الأمراض فى أماكن تواجدها ، وغالبا ما تلجأ تلك الدول إلى محاولات لإبادة الميكروبات وغيرها من الطفيليات المسببة لتلك الأمراض ، وقد تستلزم إجراءات الإبادة eradication للطفيليات القضاء على النباتات العائلة بما تحتوى عليها من طفيليات • أحيانا تجرى عمليات إبادة جزئية لبعض مسببات الأمراض العامة الإنتشار فى بعض فصول السنة أو كلها •

يقوم المزارعون روتينيا بعمليات إبادة بعض أفراد العائل النباتى فى مزارعهم وحدائقهم المنزلية وصوبهم ، وذلك عند جمع النباتات المريضة والتى تعتبر مصادر عدوى لغيرها ، ثم إحراقها أو دفنها بالتربة • وتكون لهذه العملية أهمية خاصة عندما تتم فى أول الموسم حين تكون الإصابات المرضية محدودة •

عمليات الإبادة العامة تكون قليلة الأهمية ضد المسببات المرضية التى تنتشر بالهواء ، إذ أن الهواء سوف يعيد توزيع الطفيل ثانية ، ولكن عمليات الإبادة يمكن أن تكون ذات فاعلية ضد المسببات المرضية ذات التكاثر والانتشار البصىء كما فى طفيليات التربة •

تتم عمليات الإبادة بوسائل مختلفة ، تختلف حسب طبيعة الطفيل النباتى ومدى انتشاره وعوائله النباتية ومدى أهمية المرض الذى يسببه • ويمكن تقسيم تلك الوسائل إلى إبادة النباتات العائلة الأساسية أو المكملة لدورة حياة الطفيل أو العوائل الثانوية ، أو إبادة الطفيليات بمفردها أو مع أجزاء من عوائلها •

1-3 إبادة النباتات العائلة

النباتات العائلة قد تكون نباتات ذات قيمة اقتصادية وقد تكون غير ذات أهمية. وقد يعيش الطفيل على أكثر من عائل يمكنه أن يكمل دورة حياته فى أى منها ، وقد يتطلب وجود أكثر من عائل لإنهاء الطفيل دورة حياته. لهذا فعمليات الإبادة قد تكون للعائل الأساسى الهام اقتصاديا ، وقد تكون للعائل الثانى ، وقد تكون للعوائل الثانوية. أحيانا قد نلجأ لإبادة جزء من العائل النباتى المحتوى على الطفيل بدلا من القضاء على العائل النباتى بأكمله.

1-1-3 إبادة العائل الأساسى

تلجأ بعض الدول إلى إبادة العائل الأساسى الهام اقتصاديا إذا ظهر عليه مرض وبائى يمثل خطورة على محصول زراعى أو أكثر ، وإذا كان انتشار المرض لازال محدودا ، وإذا كان من المتوقع أن تغطى الفائدة التى تعود من هذه العمليات الخسائر الناتجة عن إعدام النباتات وتكاليف إجراء عمليات الإبادة.

من الأمثلة الشهيرة فى هذا المجال ، عمليات الإبادة التى أجريت فى الولايات المتحدة الأمريكية ضد مرض تقرح الموالح المتسبب عن البكتريا زانثومونـاس سيترى *Xanthomonas citri* ، ويظن أن ذلك المرض دخل أمريكا عن طريق اليابان عام 1911 ، حيث لوحظ فى ولاية فلوريدا عام 1913 ، ثم اتضحت الخطورة الشديدة لهذا المرض مما اضطر معه المسئولون إلى إجراء برنامج إبادة تعاون فيه سبعة ولايات بالإضافة إلى وزارة الزراعة الأمريكية ، وبدأ تنفيذ برنامج الإبادة سنة 1915. بمقتضى ذلك البرنامج أجرى تفتيش دقيق لجميع مشائل وحدائق الموالح ، فإذا وجد فى أى مشتل أو حديقة أية إصابة يتم إعدام كافة الشتلات أو الأشجار حرقا باستعمال الكيروسين. استمرت عمليات الإبادة حتى سنة 1940 حين أعلن أنه قد تم القضاء على المرض نهائيا فى الولايات المتحدة الأمريكية ، بعد أن تم إعدام ما يزيد على ثلاثة عشر مليونا من الشتلات والأشجار. ويعتبر هذا المرض هو المرض النباتى الوحيد ، على مستوى العالم ، الذى أمكن إبادته إبادة كلية فى دولة كبرى.

من الأمراض التى نالت اهتمام كثير من الدول مرض تورد القمة فى الموز المتسبب عن فيروس ينتقل على حشرة من الموز بنتالونيا نيجرونيرفوزا *Pentalonia nigronervosa* . ففى مصر وكثير من الدول التى تزرع الموز ، وفى بعض الولايات الأمريكية يفرض على هذا المرض حجر زراعى داخلى ، وفى نفس الوقت تجرى على هذا المرض عمليات إبادة.

يتم ذلك بأن تسجل مزارع المور ثم توضع تحت رقابة وتفتيش دقيقين فتقلع النباتات المصابة وجميع الخلفات المشتركة معها فى نفس الجورة اولا بأول ، ثم تحرق بعد القضاء على الحشرة الناقلة للفيروس المسبب للمرض بصب ربع لتر كيروسين فى قمة النبات وإشعاله ، ثم يوضع بكل جورة قليل من الجير الحى ثم يطمأ ، على أن ترش المزرعة عقب ذلك ضد الحشرة الناقلة ، مع مراعاة ان تكون الأرض المحيطة بنباتات الموز المصابة لمسافة لا تقل عن 180 سم خالية من الحشائش.

كذلك فقد نال مرض التفحم اللوافى فى القمح المسبب عن الفطر البريدى *Urocystis tritici* اهتمام الولايات المتحدة حيث دخل إليها من استراليا سنة 1918 ، وتمت مكافحته بإحراق المساحات المصابة بالمرض مع إدخال أصناف من القمح مقاومة للمرض ، ونجحت عمليات المكافحة وأصبح هذا المرض لا يمثل خطورة.

ومن عمليات إبادة النباتات العائلة الأساسية الشائعة ما يجرى فى حقول البطاطس حيث تقتلع وتحرق النباتات المصابة بأمراض الساق السوداء المتسببة عن البكتيريا إروينيا كاروتوفورم اتروسبتيكم *Erwinia carotovorum* var *atrosepticum* والذبول الفيوزاريومى المتسبب عن الفطر فيوزاريوم اكسيسبورم *Fusarium oxysporum* والذبول الفرتسيليومى المتسبب عن الفطر فرتسيليوم البوأترم *Verticillium albo-atrum*، وكذلك النباتات المصابة بأمراض التفاف الأوراق والموزايك والإصفرار التقزمى والدرنة المغزلية. وفى الطماطم تجرى فى المزارع عمليات الإبادة للنباتات المصابة بالذبول البكتيرى المتسبب عن بسيدوموناس سولاناسيرم *Pseudomonas solanacearum* والنباتات المصابة بمرض اللفحة الجنوبية المتسببة عن الفطر سكليروشيم رلفزيى *Sclerotium rolfsii*. كذلك فإن فحص نباتات الطماطم الصغيرة وتقليع المصاب منها بأمراض فيروسية وإعدامها يعمل على الحد من انتشار تلك الأمراض لحد كبير. وفى حدائق وصوب الزينة ، يتم إبادة النباتات المصابة بأمراض الإصفرار فى الأستر ، والموزايك التقزمى والبقعة الحلقية فى الداليا ، وموزايك الجلاديولس والأيريس والتيوليب ، وكذلك العفن الطرى فى الكلا.

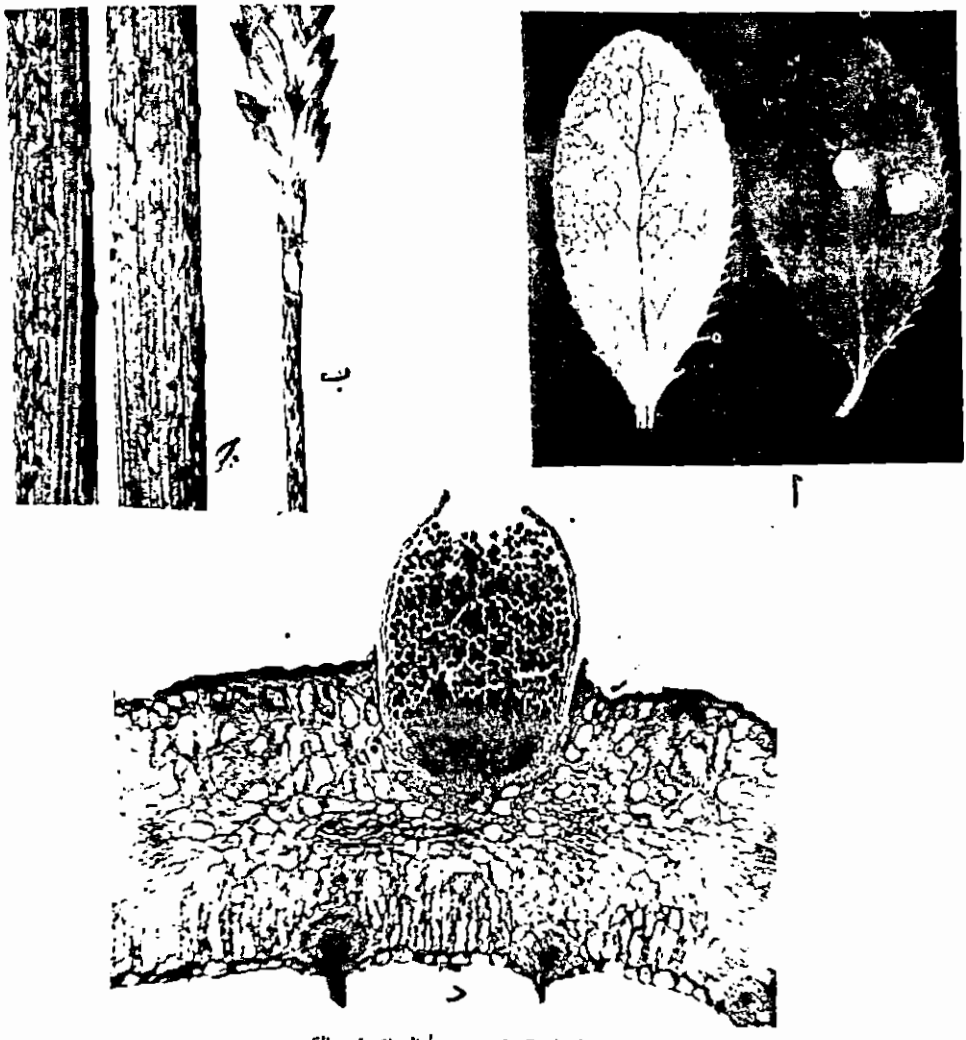
2-1-3 إبادة العائل الثانى للطفيل

يتبع هذا الإجراء فى حالة الأمراض التى تحتاج إلى عائلين لإتمام دورة حياة الطفيل المسبب. لهذا فالقضاء على أحد العائلين يمنع استكمال دورة حياة الطفيل الثنائى العائل. ويحد كثيرا من انتشار المرض، وقد يقلل كثيرا من فرص تكوين سلالات جديدة للطفيل لذلك فإن مكافحة تلك الأمراض تتم بإبادة العائل الثانى القليل الأهمية الاقتصاديه.

من الأمثلة الشهيرة على الأمراض التى تكافح بإبادة العائل الثانى، مرض صدأ الساق فى القمح المتسبب عن الفطر البازيدى باكسينيا جرامينس تريتساى *Puccinia graminis tritici* الذى يستكمل دورة حياته على عائلين هما نباتى القمح والباربرى *Berberis vulgaris*. يمر الفطر فى دورة حياته على خمسة أنواع من الأطوار الجرثومية تتكون فى تتابع على العائلين، حيث يتكون الطورين اليوريدى والتيليتى على نبات القمح، ثم يتكون الطور البازيدى على بقايا نبات القمح بعد الحصاد، ثم تصيب الجراثيم البازيدية نبات الباربرى حيث يتكون عليه الطورين البكنى ثم الأسيدى. تصيب الجراثيم الأسيدية نباتات القمح لتعيد دورة الحياة (شكل 3-1). لهذا فإن كثيرا من الدول تلجأ إلى إبادة شجيرات الباربرى العائل الثانى لطفيل صدأ الساق فى القمح. ونظرا لما وجد من أن إبادة العائل الثانى فى البلاد ذات الجو الدافئ لم تمنع من حدوث المرض، وذلك لإمكان تكاثر الطور اليوريدى وتكراره وإحداث العدوى بجراثيمه من موسم إلى آخر دون الحاجة لاستكمال دورة حياة الفطر، فإن إبادة شجيرات الباربرى لا تكون ذات أثر فعال واضح إلا فى البلاد ذات الشتاء الشديد البرودة.

كثير من دول شمال أوروبا تمنع نمو الباربرى فى المناطق التى تزرع القمح. وفى الولايات المتحدة الأمريكية تقرر سنة 1918 إبادة جميع نباتات الباربرى الموجودة فى مناطق زراعة القمح بالشمال. ولم تكن عمليات الإبادة بالعمليات السهلة، فنباتات الباربرى أدخلها المستعمرون الأوائل معهم إلى الأراضى الأمريكية حيث كانت تزرع كشجيرات للزينة فى الحدائق المنزلية. ونظرا لأن ثمار الباربرى كانت طعاما جذابا للطيور، فقد انتشرت نباتات الباربرى من الحدائق المنزلية بواسطة الطيور إلى أماكن كثيرة بالولايات المتحدة الأمريكية، لهذا فقد كان على فرق الإبادة أن تمسح جميع الأراضى، منزرعة أو غير منزرعة باحثة عن نباتات الباربرى لإعدامها، كما كان على تلك الفرق أن تعيد مسح تلك الأراضى أكثر من مرة للتأكد من عدم ظهور نباتات الباربرى جديدة. كانت عمليات الإبادة

تتم باستخدام مبيدات الحشائش ومنـها مركبى 2.4-D و 2.4.5-T ، ذلك أن تقليع النباتات لا يكفى إذ أن البقايا الأرضية كثيراً ما تنبت مكونة نباتات جديدة.



شكل 3-1 : صدأ الساق فى القمح

أ - أوراق باربرى تحمل بثرات أسيدية.
ب- ساق وسنيبلات قمح عليها بثرات تيليتية.
جـ- ورقتى قمح تحمل بثرات يوريدية وتيليتية.
د- قطاع عرضى فى ورقة نبات باربرى تحمل أوعية بكنية على السطح العلوى ووعاء اسيدى على السطح السفلى ويلاحظ به الجراثيم الأسيدية التى تحدث الإصابة لنبات القمح فى أول الموسم.

فى برنامج إبادة نباتات البارببرى بالولايات المتحدة الأمريكية تم إبادة ما يزيد على ثلاثمائة مليون شجيرة باربرى حتى سنة 1942 ، وزاد العدد عن خمسمائة مليون شجيرة حتى عام 1957 . وقد كان لعمليات إبادة البارببرى أثر اقتصادى جيد على محصول القمح فى مناطق الإبادة ، فقد قللت من الخسائر فى محصول القمح الناتجة عن الإصابة بصدأ الساق من 40 مليون بوشل إلى ١٥ مليون بوشل ، كما قدرت قيمة الزيادة فى المحصول سنة 1957 بما تزيد قيمته عن 30 مليون دولار .

ومن برامج الإبادة الشهيرة للعائل الثانى ما قامت به الولايات المتحدة الأمريكية خلال القرن العشرين لمكافحة مرض الصدأ البثرى للصنوبر الأبيض (شكل 2-2) . حيث تم إعدام ما يزيد عن 1500 مليون شجيرة كشمش *Ribes* العائل الثانى لهذا الصدأ من غابات الصنوبر الأبيض والأماكن القريبة منها .

3-1-3 إبادة العوائل الثانوية

تصيب كثير من الطفيليات ، بجانب عوائلها الأساسية ، عوائل أخرى غير اقتصادية حيث تمضى عليها الفترات التى لا تتوافق مع نمو العوائل الأساسية أو مع قابليتها للإصابة بطفيلياتها أو الاحتفاظ بها حية ، مثل هذه العوائل الثانوية تساعد على بقاء وتكاثر الطفيل من موسم إلى آخر . وقد أعطيت لعملية إبادة الحشائش عناية خاصة كوسيلة فعالة لمكافحة الأمراض النباتية ، وذلك عندما عرف الدور الذى تقوم به الحشائش فى حماية الكائنات المرضية وإعاشتها عند غياب عوائلها الأصلية . ولا يغيب عن الأذهان أن لهذه الوسيلة نتائج باهرة بالنسبة لبعض الأمراض وذات أثر غير واضح بالنسبة للبعض الآخر من الأمراض ، فتنجح إبادة العوائل الثانوية عند صغر المدى العوائلى للطفيل وتفشل غالبا ، فى حالة الطفيليات ذات المدى العوائلى الواسع .

بعض الطفيليات تهاجم عدد محدود من العوائل كما فى الفطر يوستيلاجو مايديس *Ustilago maydis* الذى يسبب مرض التفحم فى الذرة والذى يمكنه أيضا إصابة نبات *Euchluena maxicana* وهى حشيشة تقارب فى جنسها الذرة وتنمو فى حقول الذرة بالمكسيك . ومن الطفيليات الأخرى المحدودة العوائل الفطر بلازموديوفورا براسيكا *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى الكرنب والذى يمكنه أن يصيب كثير من أفراد العائلية الصليبية (شكل 3-2) . كما أن فيروس موزايك الخيار CMV يمكنه أن يصيب بجانب الخيار بعض الحشائش . فى جميع الحالات ذات العوائل

الثانوية المحدودة تفيد إبادة العوائل الثانوية فى الإقلال من إصابة المحصول الأساسى. والإبادة تكون للحشائش البرية وكذلك لتلك التى تنمو مع المحاصيل المختلفة ، فقد وجد أن إبادة الحشائش مثل الشعير البرى والشيلم البرى وذيل الثعلب القابلة للإصابة بالفطر هلمنثوسيوريم سانيفام *Helminthosporium sativum* المسبب لمرض تبقع الأوراق فى القمح قد قلل من إصابة القمح به كثيرا. كذلك ينصح فى رراعات الدخان بإبادة جميع الحشائش القابلة للإصابة بمرض موراىك الدخان مع ملاحظة أن بعض تلك الحشائش قد تكون حاملة للمرض دون أن تظهر عليها أعراض الإصابة بالمرض.

شكل 3-2 : أعراض الإصابة بمرض الجذر الصولجانى على جذور نبات كرنب

وقد اتضحت أهمية العوائل الثانوية فى انتشار بعض النباتات الزهرية المتطفلة مثل هالوك الفول *Orobanche crenata* الذى كان يعتقد حتى عهد قريب أنه طفيل متخصص ، ولكن ثبت أن له عوائل ثانوية كثيرة بجانب الفول بعضها من المحاصيل الاقتصادية مثل البسلة والحمص والترمس والبرسيم والجزر والطماطم وبعضها من الحشائش مثل الحندقوق والخلة وعين القط وأم اللبن.

بعض الطفيليات تصيب عددا كبيرا من النباتات مثل فطريات بيثيوم *Pythium* وفيوزاريوم *Fusarium* وريزوكتونيا *Rhizoctonia* المسببة لأمراض موت البادرات فى عديد من النباتات ، والفطر فيماتوتريكم أمنيفورم *Phymatotrichum omivorum* مسبب عفن الجذور التكساسى فى القطن والذى يمكنه إصابة 1700 نوع من النباتات. مثل تلك الطفيليات ذات العديد من العوائل يصعب مكافحته بإبادة عوائلها الثانوية.

إهلاك الحشائش يكون إما باقتلاعها باليد وحرقها ، أو بالطرق الزراعية المختلفة كالحرث والعزيق أو باستعمال مبيدات الحشائش التى تستعمل حاليا على نطاق واسع.

2-3 إبادة الطفيل مع الجزء المصاب من العائل

تتضح أهمية إبادة الطفيل وعلاج النبات العائل دون القضاء عليه عندما تكون قيمة العائل النباتى مرتفعة ، فإذا كان الطفيل متوطنا فى أجزاء من العائل فيمكن اتباع وسائل جراحية يتم فيها استئصال الجزء المصاب من العائل ثم يباد هذا الجزء المستأصل حتى لا يكون مصدرا لعدوى جديدة. وقد تتبع وسائل كيميائية تقضى على الطفيل فى أماكن تواجده بالنبات ، قد لا تضر بالعائل النباتى وقد تقضى على الجزء المعامل من النبات العائل ، وعموما فالإبادة بالجراحة أو بالكيماويات تعتبر من العمليات العلاجية.

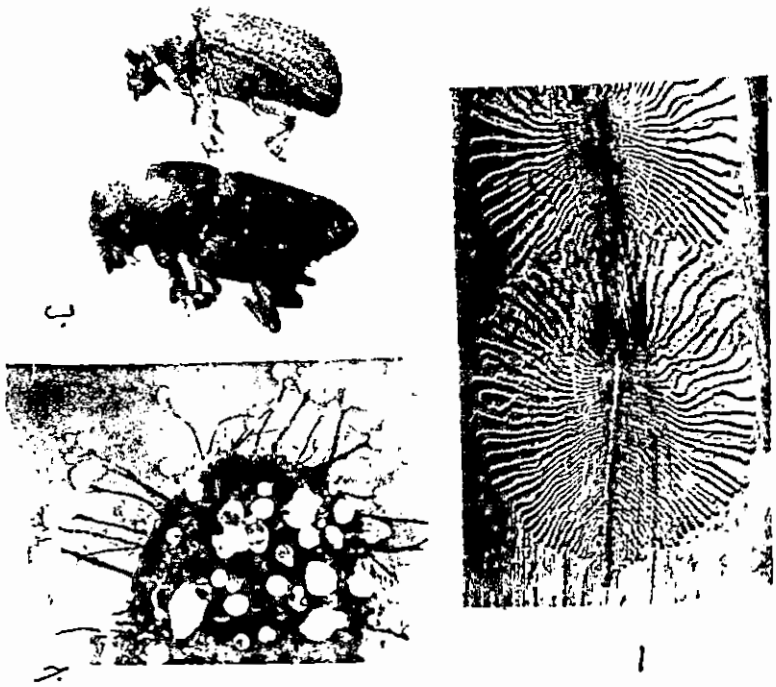
1-2-3 التقليم

ويقصد بالتقليم pruning عملية تهذيب نمو النبات ، ويجرى لأغراض زراعية واقتصادية وصحية ، ويتم أثناؤه قطع بعض أفرع النبات وبعض أطراف الأفرع أو الدوابر أو خف بعض الأزهار أو الثمار. وبالنسبة للأمراض النباتية فإن التقليم يهدف إلى إزالة الأجزاء المريضة بما تحمله من طفيليات ممرضة وإعدامها حتى لا تحدث عدوى تالية لأنسجة سليمة على نفس النبات وحتى لا تكون مصدرا لعدوى لنباتات أخرى قابلة للإصابة. ويراعى العناية التامة عند إجراء عمليات التقليم. فالتقليم قد يؤثر لحد كبير على النموين الخضرى والزهرى للنباتات ، وقد يؤدى إلى تعريض النباتات للإصابة بالصقيع أو لفحة الشمس أو مسببات الأمراض الطفيلية. لهذا فإن التقليم الجائر أو غير المتقن قد يؤدى إلى خسائر أفدح مما لو لم يجرى التقليم أصلا. كذلك فإن التقليم قد ينبه ، فى بعض الحالات إلى نمو خضرى غزير يكون معرضا لهجوم كثير من الكائنات المرضية والحشرية. ولهذا فإنه يجب تجنب

إحداث جروح كبيرة ، تزيد عن 8 - 10 سم فى القطر ، مع مراعاة أن يكون القطع أملسا . وفى حالة قطع فرع بالكامل أن يكون القطع قريبا من قاعدته حتى لا تزال الأنسجة التى تعمل على سرعة الإلتئام .

ينتج عن التقليم جروح كثيرة بالنباتات تسهل مهاجمتها بمسببات الأمراض وبعض الحشرات . ومن ذلك أشجار الدردار التى تهاجم بسهولة بعد التقليم بخنفساء قلف الدرداء التى تنقل مرض الدردار الهولندى dutch elm disease المتسبب عن الفطر سيراتوسستس ألمى *Ceratocystis ulmi* (شكل 3-3) .

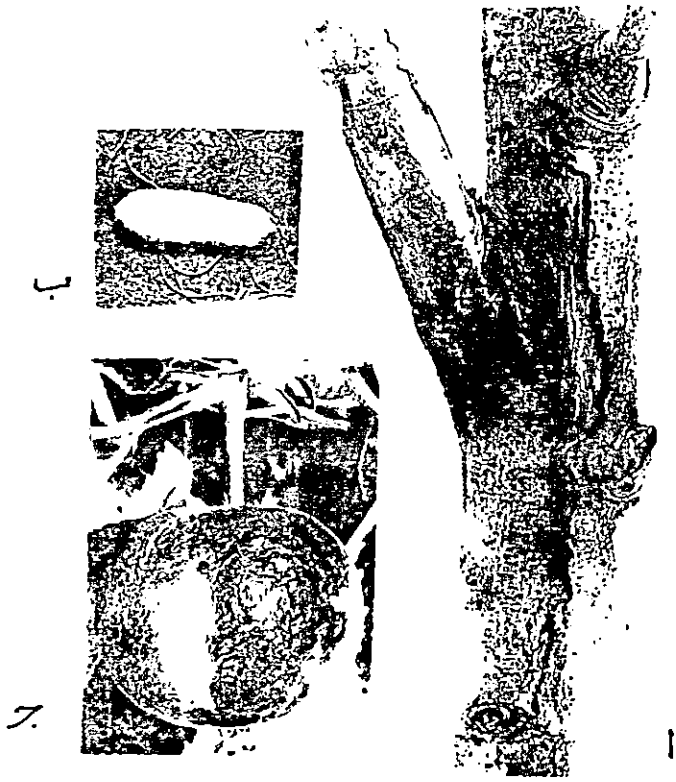
يصلح التقليم لأشجار الفاكهة والغابات والظل وشجيرات الزينة . وقد يجرى التقليم لبعض النباتات العشبية كما فى الطماطم عند تربيته على أسلاك . وتتم عمليات التقليم بغرض



شكل 3-3 مرض الدردار الهولندى

أ . أنفاق التغذية لخنفساء قلف الدردار على ساق شجرة دردار .
ب . خنفساء قلف الدردار .
جـ الحوامل والجراثيم الكونيدية نامية على قلف شجرة دردار داخل الأنفاق .

إزالة الأجزاء المرضية من النبات ، باستخدام مقص التقليم أو مدية التطعيم ، ويراعى أثناء التقليم إزالة جزء من الأنسجة السليمة مع الجزء المصاب ، وذلك لضمان إزالة الطفيل وكذلك لإمكان تكوين نسيج مرستيمى غالق لإلتئام الجرح الناتج عن التقليم . قد يكون التقليم كافياً لمقاومة المرض ، ولكن غالباً ما يعقب التقليم عمليات أخرى لمقاومه المرض ومن الأمثلة التى ينجح فيها التقليم لمقاومة الأمراض حالتى اللفحة الناريه التى تصيب الكمثرى والتفاح والسفرجل (شكل 3-4) ، والتى تسببها البكتيريا إروبيا أميلوفورا *Erwinia amylophora* والعفن البنى فى الأشجار التفاحية وذات النواة الحجرية والمتسبب عن الفطر مونيليا *Monilia* sp. .



شكل 3-4 : اللفحة النارية على أشجار تفاح

أ - أعراض المرض على ساق شجرة تفاح.
ب - بكتيريا مسببة للمرض.
جـ - تقرح على ثمرة تفاح.

لمكافحة اللفحة النارية يجب أن يشمل برنامج المكافحة على تقليم الأجزاء المصابة والتى يمضى الطفيل فيها فترة السكون شتاءا عند حواف التقرحات الناتجة عن المرض ، فإذا لم يتم التقليم تظهر فى الربيع بالأنسجة المصابة إفرازات لزجة تحتوى على البكتيريا الممرضة ، وهذه الإفرازات تنقلها الرياح والحشرات إلى مواقع جديدة على نفس النبات أو نباتات أخرى محدثة إصابات جديدة. وعلى ذلك فإن الفروع الصغيرة التى تظهر بها تقرحات يجب أن تقلم خلال أشهر الشتاء على أن تقطع الفروع تحت القرحة بمسافة تتراوح من 10-15 سم للتأكد تماما من إزالة الأنسجة المحتوية على البكتيريات المرضية. اما التقرحات الكبيرة على الفروع الرئيسية فيجب أن تزال جراحيا كما سيأتى ذكره فيما بعد ، حيث لا ينصح بقطع تلك الأفرع لأن ذلك سيوف يؤثر على إنتاجية الشجرة.

وفى حالة العفن البنى للأشجار التفاحية وذات النواة الحجرية ، يهاجم الفطر المسبب الأزهار والأوراق والبراعم والفروع والثمار ، وقد يمتد هجوم الطفيل إلى الأفرع الكبيرة والجذع محدثا تقرحات ، وتحت الظروف الملائمة للمرض تكون السوق والفروع المتقرحة والثمار المحنطة مصدرا للعدوى الأولى بعد انقضاء فترة السكون. من ثم وجب أثناء التقليم شتاءا إزالة كافة الأجزاء المصابة مع جزء سليم وإحراقها.

يفيد التقليم أيضا فى مقاومة مرض العفن الأسود فى كل من أشجار التفاح والكمثرى المتسبب عن الفطر فيسالوسبرا مالورم *Physalospora malorum* وذلك بتقليم الأغصان المتقرحة.

وفى الأشجار المصابة بالنبات الزهرى المتطفل ، نبات الدبق ، يجب تقليم الأفرع أسفل مكان الإصابة بمسافة حوالى 30 سم. وإذا كان الطفيل متوطنا تزال الأفرع المصابة بأكملها، وبالنسبة للأفرع الكبيرة فيجب نزع النبات المتطفل مع جزء من خشب النبات العائل.

وفى زراعات الصوب حيث تتزاحم النباتات فإن كثيرا من الأمراض تنتقل من نبات إلى آخر بالاحتكاك والملامسة ، ولهذا فإن تقليم الأغصان الصغيرة والأوراق المصابة تقلل كثيرا من انتشار تلك الأمراض ، وذلك كما فى مرض التبقع السبتورى فى الطماطم المتسبب عن الفطر سبتوريا ليلكوبيرسيسى *Septoria lycopersici*. يكون فطر سبتوريا أوعية بكنيدية تحتوى على الكثير من الجراثيم ، فى أماكن الإصابة بأوراق النبات ، تكون مصدرا للعدوى ، لهذا كانت الملاحظة المستمرة للنباتات مع إزالة الأوراق المصابة يؤدى إلى الحد من انتشار المرض. وهذا ما يجب عمله أيضا بالنسبة لمرض البقعة السوداء فى الورد الذى يسببه

الفطر ديبلوكاربون روزى *Diplocarpon rosae* والذى يقضى على نباتات الورد فى الصوب فى حالة إهمال إزالة الأجزاء النباتية التى تظهر عليها الإعراض المرضية.

2-2-3 الكشط

ويقصد بالكشط scraping إزالة الأنسجة المصابة سطحيا مع جزء سليم محيط بالأنسجة المصابة لضمان إزالة الطفيل ، دون استئصال للطرف المصاب كليا. ويجب أن يكون الجرح الناتج عن الكشط نظيفا ناعما ، وأن يتم الاستئصال بأدوات معقمة وخاصة فى الحالات التى يكون فيها الكائن الممرض قد تعمق لمنطقة الخشب والكامبيوم ، كما يجب أن تبلل الأجزاء المستأصلة بمحلول مطهر مناسب ، ثم تغطى بعد ذلك بأحد المعاجين التى تستعمل لتغطية الجروح.

وقد نجح توماس Thomas وآرك Ark سنة 1934 من إزالة قرح الأفرع الكبيرة المتسببة عن اللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح وذلك بكشط المنطقة المصابة ومعها 2.5 سم من جانبى القرحة ومن 5 إلى 7 سم أعلى وأسفل القرح الساكنة ، أما فى حالة القرح النشطة فيشمل الكشط 30 إلى 45 سم أعلى وأسفل القرح. قد تكون الإصابة بهذا المرض فى القلف الخارجى فقط ، وفى هذه الحالة يلزم إزالة القلف المصاب فقط.

ومن الأمراض التى تعالج بالكشط مرض تصمغ الموالح المتسبب عن الفطر فيتوفثورا سترفثورا *Phytophthora citrophthora* ، الذى يحدث الإصابة عادة فى الجزء السفلى من جذع الشجرة قرب سطح التربة وكذلك فى قاعدة الجذر قرب سطح التربة لهذا وجب قبل البدء فى العلاج الجراحى إزالة التربة جيدا من حول الجذع وقاعدة الجذر لكشف جذور التاج، ثم تكشف الأجزاء المصابة بسكين حاد ثم يكشط مسافة 1 سم حول الأجزاء المصابة من جميع الجهات ثم تدهن بأحد العجائن المطهرة (شكل 3-5).

شكل 3-5 : العلاج الجراحى لمرض التصمغ فى شجرة ليمون أضاليا

يمين : شجرة مصابة قبل الجراحة

يسار : الشجرة السابقة بعد الجراحة

3-2-3 معالجة الإصابات العميقة Cavity treatments

قد تمتد الإصابات المرضية لعمق كبير داخل جذع الشجرة فتصل إلى الخشب الصميمى أو الخشب الرخو مما يصعب معه تحديد مدى انتشار المرض. ويمكن فى هذه الحالة معرفة مدى امتداد الإصابة عن طريق أخذ عينات بأجهزة ثاقبة للشجرة ثم تزرع تلك العينات على بيئات مغذية ثم تفحص المزارع الناتجة ميكروسكوبيا. بعد تحديد مدى امتداد المرض، تزال الأجزاء المصابة بعمل فجوة أو أكثر فى الشجرة المصابة لإستئصال الأجزاء المريضة، ويتوقف نجاح الجراحة على مدى انتشار المرض وعلى القائم بالجراحة ومهارته فى الاستئصال، وكذلك يتوقف النجاح أيضا على حالة الشجرة والكائن الممرض. وهذه الجراحات لا تجرى إلا للأشجار ذات القيمة العالية.

من بين الفطريات التى تسبب عفن للخشب الرخو فطر بوليبورس جيلفس *Polyporus gilvus* وبوليستكتس هيرسوتس *Polystictus hirsutus* ، ومن التى تسبب عفن للخشب الصيميمى الفطر بوليبورس سلفيورس *Polyporus sulphureus* وفومس أبلاناتس *Fomes applanatus*.

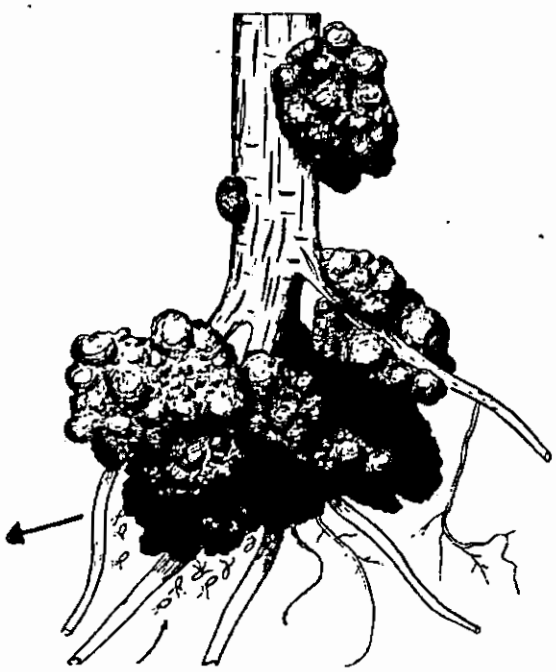
فى جميع عمليات الجراحات النباتية يجب أن تجرى الجراحة بعناية فائقة ، ويراعى تطهير مقصات وسكاكين التقليم بين الحين والآخر ، حيث أنه من المعروف أن أدوات التقليم تعمل على نقل المسببات المرضية. كما يجب أن تجمع متخلفات التقليم المصابة والتخلص منها بالحرق. كذلك يجب تطهير الجروح الناتجة بأحد المطهرات الفطرية مثل عجينة بوردو أو عجينة الزنك والنحاس والجير وتركيبهما كالآتى :

عجينة بوردو 1 كبريتات نحاس : 2 جير حى : 12 ماء

عجينة الزنك والنحاس 1 كبريتات زنك : 1.5 كبريتات نحاس : 1 جير حى : 10 ماء

3-3 الإبادة الكيماوية للطفيليات داخل النبات العائل

فى بعض الحالات أمكن إبادة الطفيل المتمركز داخل أنسجة النبات العائل دون إتباع وسائل جراحية وذلك باستخدام مواد كيماوية ، وذلك كما فى حالة مرض التدرن التاجى المتسبب عن البكتريا أجروباكتيريم تميفاسينس *Agrobacterium tumefaciens* الذى يصيب كثير من النباتات (شكل 3-6). وقد أمكن علاج مرض التدرن التاجى بدهان الأورام و 3 سم من الأنسجة المحيطة بمادة إلجيتول Elgetol ، التى تحتوى على المادة الفعالة صوديوم داينتروكريزول sodium dinitrocresol بنسبة 19 % ، وتخفف عند الاستعمال بكحول الميثيل بنسبة 25 %. كما أمكن إبادة البكتريا المسببة بدهان الأورام وجزء حولها من الأنسجة السليمة بخليط من مواد هيدروكربونية تصنع تحت اسم باكتيسين Bacticin ، ولا يؤثر هذا الدهان على الأنسجة السليمة. كذلك فقد نجحت مركبات أخرى فى هذا العلاج مثل اليود وزيت القرنفل وحمض الخليك ومركب ألفاميثيل نفثالين alfa methyl naphthaline. ويجرى العلاج عادة خلال الفترة من يولية إلى ديسمبر فتموت التورمات ويباد الطفيل قبل مايو التالى.



شكل 3-6 : أعراض مرض التدرن التاجى ، السهم يشير إلى خروج البكتريا المسببة للمرض إلى التربة

وقد ثبت نجاح بعض المواد الجهازية فى القضاء على بعض الطفيليات المتغلغلة فى النباتات العائلة ، من ذلك مركبى صوديوم بيريدينثيول sodium -2- pyridinethiol وسيكلوهكسيميد ثيوسميكاربازون cycloheximide thiosemicarbazone ، اللذان نجحا فى إبادة فطر سيتوسبورا سينكتا *Cytospora cincta* من أشجار الخوخ المصابة بالتقرح.

4-3 إبادة الطفيل خارج النبات

يقصد بهذا الإجراء القضاء على الطفيل المسبب للمرض النباتى فى أماكن تواجده وتكاثره سواء بعيداً عن العائل أو قريباً منه أو محمولاً عليه خارجياً دون الإضرار بالعائل النباتى ، وتعرف تلك العمليات الإبادية بعمليات التطهير . التطهير الذى يجرى بعيداً عن العائل ويتم فى أماكن تجمع الطفيليات النباتية فى التربة يعرف بتطهير التربة، والذى يجرى فى المخازن يعرف بتطهير المخازن. وتطهير العائل النباتى يجرى قبل أن يحدث التطفل الفعلى فتباد الطفيليات الملاصقة له ، وتعرف المطهرات المستخدمة فى هذه الحالة بالمطهرات الظاهرية disinfestants وتطلق على تلك العملية بالتطهير الظاهرى disinfestation. تشمل عمليات التطهير الظاهرى إبادة الطفيليات الملتصقة بالعائل وكذلك الموجودة فى الجو المحيط بالعائل. الحالات التى يتعدى مفعول التطهير سطح العائل إلى الأنسجة الداخلية ويبيد ما بها من طفيليات تعرف بالتطهير الكلى disinfection ، والمطهرات فى هذه الحالة تعرف بالمطهرات الكلية disinfectants.

يتم تطهير النباتات العائلة بوسائل مختلفة تشمل الرش والتعفير ومعاملة النقاوى وتطهير المخازن وتبخير التربة ، التى سيأتى شرحها تفصيلاً فى الباب الخامس من هذا الكتاب ، كما قد تجرى عمليات إبادة الطفيل جزئيا باتباع وسائل زراعية خاصة أو عن طريق تشجيع أو إدخال كائنات حية غير طفيلية للنباتات لها القدرة على إضعاف نمو أو قتل الكائنات الممرضة مما سيأتى شرحه فى البابين السادس والسابع.

الباب الرابع

المكافحة الكيميائية للأمراض النباتية

تتعرض المحاصيل النباتية عادة ، منذ مراحل نموها الأولى حتى تستكمل نموها ونضجها ، لكثير من الآفات المرضية ، التى قد يتسبب عنها فى بعض الأحيان خسائر فادحة ونقص كبير فى المحصول من حيث الكم والجودة وقد يصل الأمر إلى حد من الخطورة يهدد اقتصاديات البلاد بالتدهور ، خاصة إذا كانت هذه البلاد تعتمد أساسا على الزراعة ، أو يتسبب عن تلك الإصابات نقص فى الغذاء يؤدى إلى المجاعة والمرض ، ولهذا فإن الاهتمام بمكافحة مثل هذه الآفات فى مختلف أطوارها أمر حيوى يتوقف عليه رخاء ورفاهية المجتمع الإنسانى ، ومن الأفضل فى غالبية الحالات أن نتقى المسبب المرضى قبل إصابته للنبات وإحداث أضرار له ، وذلك باتباع أساليب وقائية ، إذ أن الوقاية خير من العلاج. والوقاية من المرض هى العمل على منع حدوث الإصابة به ، وبالتالى تلافى حدوث أى ضرر للنبات ، أما العلاج فيأتى دوره بعد حدوث الإصابة الفعلية للنبات ، وعلى ذلك يكون الهدف من الوقاية هو الحد من انتشار المرض والإقلال من الضرر الذى ينجم عنه قدر المستطاع. ورغم تعدد الطرق التى أمكن إتباعها فى مكافحة الأمراض النباتية فإن المقاومة بالطرق الكيميائية لا تزال تحتل مركز الصدارة بين طرق المكافحة المختلفة ، وذلك لسرعة تأثيرها ، وبقاء فاعليتها فترة من الوقت بعد المعاملة ، هذا بجانب سهولة تطبيقها ، وتعدد وسائل إجرائها. وهناك طرق مختلفة يمكن بها استخدام المبيدات الكيميائية لأغراض مكافحة الأمراض النباتية ، فبعض المبيدات يستعمل رشا والبعض الآخر يستعمل تعفيرا على الأجزاء الخضرية للنبات ، كما أن منها ما يستعمل فى معاملة التقاوى كالبذور والحبوب ، والأجزاء الإكثارية الأخرى ، أما المبيدات الغازية والمتطايرة فتستعمل فى أغراض التبخير.

وقد كان للصدفة المحضة ، الفضل فى اكتشاف بعض المبيدات الفطرية ، التى لا تزال حتى يومنا هذا تطبق بنجاح لكفاءتها العالية فى المكافحة. فمنذ عهد يرجع إلى ألف سنة قبل الميلاد ، ذكر هومر Homer استعمال الكبريت لمكافحة الآفات الحشرية، ثم استعمل الكبريت مخلوطا مع الأسفلت ، وكانت الأبخرة المتصاعدة من غليانهما معا تستخدم فى مكافحة الحشرات. ولم يكن معروفا حينذاك طبيعة ومسببات الأمراض النباتية على أسس علمية

سليمة ، إذ أن أنظار العلماء لم تتجه نحو الدراسة العلمية للأمراض النباتيه ، وكشف النقاب عن مسبباتها إلا قبيل القرن التاسع عشر . ومن أساليب المكافحة التى عرفت قبل ذلك الوقت ما ذكره ريمنانت Remnant عام 1637 عن معاملة تقاوى القمح بمحلول كلوريد الصوديوم وذلك للتخلص من جراثيم التفحم المختلطة بها ، وعلى ذلك كان من المتبع عند الزراع الإنجليز غمر حبوب القمح الواردة من استراليا فى ماء المحيط قبل استخدامها كتقاوى . ويعتبر ذلك بمثابة أول إجراء وقائى استخدمت فيه المواد الكيميائية فى معاملة التقاوى . ونظرا لأهمية مرض التفحم على القمح حينذاك من حيث الضرر الذى يحدثه للمحصول ، فإن شولثس Schulthess عام 1761 ، توصل إلى استخدام المركبات الكيميائية بنجاح فى معاملة حبوب القمح قبل زراعتها . ودعم ذلك ما اكتشفه العالم بريفوست Prevost عام 1807 عن أهمية مركبات النحاس فى مكافحة الفطر المسبب لمرض التفحم فى القمح، غير أن أول تطبيق عملى لاستخدام النحاس كمبيد فطرى لم يتحقق إلا عام 1822 ، وكان ذلك فى فرنسا حيث كان الزراع يرشون مزارع العنب بمخلوط من كبريتات النحاس والجير بقصد حماية محصولهم من عبث اللصوص ورواد الطريق . وقد لوحظ أن تلك المعاملة أدت إلى وقاية شجيرات العنب التى تم رشها من مرض البياض الزغبى . وقد أكد ذلك ما لاحظه العالم الفرنسى ميلاردیه Millardet إذ شاهد أثناء مروره بحدائق عنب مرشوشة بالمخلوط المذكور أن الصفوف الخارجية من شجيرات العنب التى يعتنى المزارع برشها كانت خالية من المرض بينما كان المرض منتشرا على الشجيرات الأخرى غير المرشوشة ، فكانت تلك الملاحظة بداية لاكتشاف مخلوط بوردو المعروف .

وقد بدأ استعمال الكبريت كمبيد فطرى على المحاصيل الزراعية فى أواخر عام 1821 وذلك بعد النجاح الكبير الذى أحرزه روبرتسون Robertson فى التمكن من مقاومة مرض البياض الدقيقى فى أشجار الخوخ بالكبريت . بعد ذلك استعمل كندريك Kendrick عام 1833 مخلوطا من الجير والكبريت تم غليهما معا فى الماء وذلك لمكافحة البياض الدقيقى فى العنب ، وقد أدت فاعلية هذا المخلوط فى مقاومة المرض إلى اكتشاف ماء جريسون Eau Grison عام 1851 أو الجير الكبريتى ، الناتج من غليان كميات متساوية من الجير والكبريت معا فى الماء لمدة عشر دقائق . وفى أواخر القرن التاسع عشر ظهرت أهمية استخدام المبيدات الفطرية كوسيلة فعالة وضرورية لمقاومة الأمراض النباتية ، وقد كان مخلوط بوردو والجير الكبريتى يحتلان المركز الأول بين المبيدات الفطرية حتى أوائل القرن العشرين ، غير أنه تبين أن لهما بعض المساوئ إذ كان يؤدى استخدامهما تحت ظروف معينة إلى تأثيرات ضارة بالنباتات المعاملة بهما ، الأمر الذى وجه الاهتمام إلى شحذ الهمم فى البحث عن

مبيدات أخرى أكثر أمانا على النباتات فظهرت على أثر ذلك المركبات النحاسية القليلة الذوبان أى مركبات النحاس المثبت عام 1932 ليستعاض بها عن مخلوط بوردو ولاستخدامها على النباتات الحساسة بالنسبة لمخلوط بوردو . وفى ذلك الوقت ظهرت أيضا المركبات العضوية التى استخدمت كمبيدات فطرية ، ويعتبر الفورمالين أول مركب عضوى استخدم كمبيد فطرى وكان ذلك فى مطلع القرن الماضى ، ثم عرفت بعد ذلك أهمية المركبات الزئبقية العضوية فى هذا المجال عام 1926 . وفى عام 1934 أعلن وليامز Williams وتسدال Tisdal عن أهمية مركبات داى ثيوكربامات dithiocarbamates فى تأثيرها السام على الفطريات ، وقد بدئ فى إنتاج العديد من هذه المركبات وتزايد استخدامها فى مكافحة الأمراض النباتية منذ عام 1942 حتى الآن ، وهى تعتبر من أكثر المبيدات الفطرية استعمالا فى مكافحة عدد غير قليل من الأمراض النباتية الهامة على محاصيل الزراعة الأساسية فى الوقت الحاضر ، ثم توالى ظهور مركبات عضوية أخرى .

ومنذ بداية الحرب العالمية الثانية والتقدم كبير ومطرد فى مجال اكتشاف مبيدات فطرية جديدة . ففى عام 1938 اكتشفت مادة الكلورانيل chloranil واستخدمت فى معاملة البذور . وفى عام 1941 اتجهت بحوث العلماء إلى إنتاج المبيدات الفطرية الجهازية . وفى عام 1943 ظهر مركب الفيجون phygon ، كما ظهرت مركبات الجليودين gliodin عام 1947 ، ومركب كابتان captan عام 1952 . وفى عام 1953 استخدمت المضادات الحيوية فى مكافحة الأمراض النباتية البكتيرية ، فاستعمل الاستربتوميسين streptomycin لمكافحة مرض اللفحة النارية الذى يصيب أشجار التفاح والكمثرى ، ثم ظهر مركب سيبركس cyprex عام 1957 الذى استعمل بنجاح فى مكافحة مرض جرب التفاح والكمثرى . ومنذ نهاية الستينيات من القرن العشرين ظهرت المبيدات الفطرية الجهازية لمكافحة وعلاج كثير من الأمراض النباتية وانتشر استخدامها .

وسنورد فى فصول هذا الباب ، أهم المبيدات المستخدمة فى مكافحة الأمراض النباتية مع تفصيل عن فاعلية وطرق تطبيق كل منها ومدى توافق خلط كل منها بالمبيدات الأخرى دون أن يضر ذلك بنمو النبات المعامل .

والمبيد الفطرى هو المركب الكيماوى الذى له القدرة على قتل النمو الفطرى أو تثبيط نمو جراثيم أو هيفات الفطر الممرض ، ويمكن تقسيم المبيدات الفطرية كالآتى :

1 - **مبيدات وقائية protectants** : وكما يدل اسمها فهى مركبات تستخدم لوقاية البذور وأسطح النباتات أو التربة ، وهى لا تستطيع دخول أنسجة النبات بكمية ملموسة وعلى ذلك فهى تعمل خارج النبات قبل أن يتمكن المسبب المرضى من عدوى النبات.

2 - **مبيدات علاجية therapeutants** : والمبيد العلاجى هو المادة الكيماوية التى تثبط نمو المسبب الممرض وتمنع استكمال دورة المرض فى النبات العائل ، وذلك عند استخدامها عقب الإصابة بالكائن الممرض ولذلك يعرف استخدام هذه الوسيلة بالعلاج الكيماوى chemotherapy.

3 - **مبيدات إبادية eradicants** : وهى مركبات تستطيع أن تستأصل المسببات الطفيلية الكامنة أو النشطة من العائل ، وهى تستطيع البقاء فعالة سواء على أسطح النبات أو داخل أنسجة النبات وذلك لمدة معينة وهى بذلك تعمل كمبيدات وقائية أو مبيدات إبادية.

وتقسم المبيدات إلى مبيدات غير عضوية ومبيدات عضوية ، ومن المبيدات غير العضوية المركبات النحاسية غير العضوية والمبيدات الزئبقية غير العضوية ومركبات الكبريت غير العضوية ، أما المبيدات العضوية فهى كثيرة ومنها مركبات الكبريت العضوية والمركبات الزئبقية العضوية والمركبات الفينولية والمركبات النتروجينية الحلقية ومركبات داى نيترو ومركبات النيتروبنزين الكلورينية والمبيدات الجهازية والمضادات الحيوية والزيوت المعدنية، كما تشمل المدخنات وغيرها.

1-4 المبيدات النحاسية

تعد المبيدات النحاسية copper fungicides من أقدم المبيدات استعمالا وهى قد تستخدم رشا على النباتات ويذوب معظمها بنسبة بسيطة فى الماء أو تستخدم تعفيرا وتحتوى على مواد خاملة وذلك لتسهيل عملية نشرها وتوزيعها على الأجزاء النباتية المختلفة.

ويعتبر من أفضل المبيدات النحاسية وأكثرها انتشارا مخلوط بوردو Bordeaux mixture . وقد ظهرت فى الأسواق مستحضرات تجارية منه معدة للإستعمال المباشر دون ما جهد أو ضياع وقت فى إعداد المخلوط ، ولتلافى الضرر الذى قد ينجم عن استخدامها إذا ما أخطئ فى تحضيرها فى الحقل. ومما يؤخذ على تلك المستحضرات ارتفاع أثمانها مما يزيد من تكاليف الإنتاج الزراعى خاصة عند استعمالها فى المساحات الكبيرة ، بالإضافة إلى

أنها أقل كفاءة فى المكافحة عن مخلوط بوردو المجهز حديثا قبل استخدامه مباشرة. وفيما يلى شرح لأهم المركبات النحاسية المستخدمة فى مجال مكافحة الأمراض النباتية.

1-1-4 كبريتات النحاس Copper sulphate

تعرف باسم التوتيا الزرقاء وتركيبها الكيماوى ($CuSO_4.5H_2O$) ، وقد استعملت فيما مضى فى تطهير تقاوى القمح من جراثيم التفحم المغطى حيث كانت تغمر التقاوى لمدة خمس دقائق فى أوعية بها محلول مخفف من كبريتات النحاس ثم ترفع التقاوى من المحلول ، أو توضع التقاوى على هيئة أكوام وترش بمحلول من كبريتات النحاس وتخلط جيدا ، غير أن مثل هذه المعاملة كانت تؤدى إلى خفض نسبة الإنبات فى الحبوب حتى لو زرعت بعد المعاملة مباشرة. وقد لوحظ أن إضافة الجير إلى محلول كبريتات النحاس أدى إلى تخفيف الضرر الناتج بدرجة ملحوظة ، وبناء على ذلك اقترح ماكى وبريجز Mackie and Briggs عام 1923 استعمال مسحوق كبريتات النحاس بمفرده أو مخلوطا مع الجير المطفأ لمعاملة التقاوى ، غير أنهما وجدا صعوبة فى طريقة خلط التقاوى بالمسحوق نظرا لميله للتجمع والتكتل بالإضافة إلى انخفاض فاعليته فى المكافحة إذا ما قورن بمسحوق كربونات النحاس القاعدية ، وعلى ذلك ففى مثل هذه الحالات يفضل استخدام مسحوق كربونات النحاس القاعدية. ولا ينصح باستعمال محلول كبريتات النحاس كمبيد فطرى للرش على الأجزاء الخضرية للنباتات حتى ولو كان بتركيزات منخفضة وذلك لما يحدثه من تأثير ضار.

تستعمل كبريتات النحاس كثيرا فى مكافحة ريم الأرز الناتج عن تكاثر وتزاحم طحلب الاسبيروجيرا المعروف ، وتجرى المعاملة بوضع كبريتات النحاس فى كيس من القماش بمعدل 2 كجم / للفدان ويعلق الكيس فى فتحة الرى أثناء تملية الأرز فتذوب كبريتات النحاس فى مياه الرى وتنتشر فيه وتقضى على الطحلب ، وتكرر هذه العملية مرتين أو ثلاث مرات خلال الموسم حسب شدة انتشار الطحلب.

ونظرا للتأثير الإبادى لكبريتات النحاس على الفطريات الذى أثبته بريفوست Prevost عام 1807 ضد جراثيم بعض أمراض تفحم القمح فقد إقترح بناء عليه ضرورة معاملة التقاوى بتلك المادة ، إلا أن إستخدام كبريتات النحاس رشا على النموات الخضرية لوقايتها من الأمراض الفطرية لم تعرف طريقها إلى حيز التطبيق إلا عام 1885 ، عندما ظهر جليا فاعلية الرش بمخلوط الجير والنحاس والذى عرف باسم مخلوط بوردو ، وقد شجع ذلك على اكتشاف كثير من المبيدات الأخرى التى يدخل فى تركيبها النحاس. وبالرغم من ظهور كثير

من المبيدات النحاسية المجهزة والتى يسهل استعمالها مباشرة فى الحقل ، إلا أن مخلوط بوردو لا يزال ، وبعد مرور وقت طويل على اكتشافه ، من أحسن وأنفع المبيدات الفطرية النحاسية .

2-1-4 مخلوط بوردو Bordeaux mixture

اكتشف تأثير هذا المركب الهام عقب الكارثة التى حلت بمحصول العنب فى فرنسا عام 1878 الناتجة عن إصابته بمرض البياض الزغبى مما كان له أثر كبير فى كساد صناعة الخمور القائمة على هذا المحصول . وفى أحد الأيام من عام 1882 كان العالم ميلارديه Alexis Millardet الأستاذ بجامعة بوردو يسير فى طريق بجنوب فرنسا بين زراعات العنب ، فلاحظ أن الشجيرات القريبة من الطريق والتى تعمل كسياج للحدائق أكثر اخضرارا وحيوية من الشجيرات البعيدة عن الطريق ، وعندما دقق النظر اتضح له بالفحص الدقيق أن تلك الشجيرات الخارجية قد رشت بمخلوط مكون من كبريتات النحاس ولبن الجير حتى تظهر بمظهر سام ينفر من قطف عناقيد العنب . عاد هذا العالم إلى معمله وقد اختمرت فى ذهنه فكرة دراسة تأثير هذا المخلوط على المرض الذى طالما هدد زراعات العنب بالبوار . وقد أعلن ميلارديه نجاحه فى تكوين مخلوط بوردو لأول مرة عام 1885 وذلك بإضافة محلول من كبريتات نحاس ناتج عن إذابة 8 كجم من كبريتات النحاس فى 100 لتر من الماء ، إلى معلق الجير الناتج من إضافة 15 كجم من الجير الحى إلى 30 لتر من الماء . وعم استعمال هذا المخلوط رشا على شجيرات العنب وذلك باستعمال حزم مجدولة من أفرع الأشجار ، ثم تطور الرش بعد ذلك باستعمال الرشاشات اليدوية الصغيرة . بعد عامين من اكتشاف مخلوط بوردو حدث تعديل فى نسبة الخلط حتى يكون المخلوط مناسبا للرش فاقترح العالمان ميلارديه وجايو Millardet and Gayon عام 1887 أن تكون نسبة الخلط 2 : 1 : 100 أو 1 : 1 : 100 . وعلى العموم فقد اختلفت نسبة المكونات لبعضها حسب ما وجده المزارعون بخبراتهم الشخصية فى المناطق المختلفة ، وقد دلت التجارب على أن كفاءة المبيد فى الحقل تتوقف على نسبة كبريتات النحاس إلى الجير وكذلك على طريقة تحضير المخلوط .

يحضر مخلوط بوردو عادة بإضافة كبريتات النحاس إلى معلق الجير (إيدروكسيد كالسيوم) ، وعلى العموم فإن النواتج النهائية للتفاعل تكون متماثلة مهما كانت طريقة المزج ، وفى المعتاد تستعمل كميات متساوية من كل من كبريتات النحاس والجير الحى فينتج عن ذلك مخلوط بوردو 1% أى بنسبة 1 : 1 : 100 ، والرقم الأول يمثل كمية كبريتات النحاس

بالكيلوجرام والرقم الثانى يمثل كمية الجير الحى بالكيلوجرام والرقم الثالث يمثل كمية الماء باللتر . وقبيل الرش تذاب كمية كبريتات النحاس فى كمية من الماء وكذلك يطفأ الجير الحى فى باقى الماء ، ثم يصفى خلال منخل من السلك الرفيع لفصل الشوائب ، ويستحسن أن تكون الأوعية المستعملة فى الإذابة من الفخار أو الخشب منعا لتفاعل المركبات مع الأوعية المعدنية . يصب محلول كبريتات النحاس على لبن الجير تدريجيا وببطء مع التقليب المستمر . ومن الاحتياطات الواجب مراعاتها فى تحضير مخلوط بوردو أن يكون المخلوط الناتج متعادلا أو يميل قليلا إلى القلوية حيث أن بقاء النحاس فى صورة منفردة فى مخلوط بوردو قد يكون له تأثير ضار على النباتات ، ويمكن اختبار ذلك فى الحقل بغمس قطعة من الحديد أو سلاح مدية فى المخلوط فإذا تكون عليها راسب بنى فمعنى ذلك أن بها نسبة زائدة من النحاس المنفرد وعلى ذلك فيلزم إضافة كمية أخرى من لبن الجير حتى يتم التعادل .

وعند خلط محلول من كبريتات النحاس إلى محلول الجير يحدث تفاعل كيماوى ينتج عنه تكوين راسب غروى جيلاتينى أزرق اللون ، وهذا الراسب يحتوى على النحاس فى صورة مركب قليل الذوبان فى الماء . والتركيب الكيماوى للمركبات الناتجة كانت موضع دراسة وبحث وجدل كثير ، وتختلف طبيعة المركبات الناتجة على حسب نسبة كبريتات النحاس والجير الداخلين فى التفاعل .

وللإستفادة من مخلوط بوردو فى المكافحة يجب أن يستعمل بعد تحضيره مباشرة حيث أن تركه فترة من الوقت بعد خلط مكوناته يقلل من شأنه كمبيد فعال وذلك لحدوث تغيرات كيميائية وطبيعية فيه . والتركيز الذى ينصح به من مخلوط بوردو يتوقف على نوع وطبيعة النباتات وأطوار نموها المختلفة ، ولكن بصفة عامة فإن النباتات الصغيرة الغضة يلزم لها تركيز أقل من النباتات الكبيرة البالغة . وكذلك الحال بالنسبة لطور التزهير وابتداء عقد الثمار فإنه من الأفضل إستخدام تركيز قليل أيضا حتى لا تحدث لها أضرارا . ومما لا شك فيه أن تحضير مخلوط بوردو بهذه الطريقة يستلزم وقتا ومجهودا ، ولتقليل هذا العناء استعملت طريقة أخرى فى أمريكا ، وذلك بإضافة بللورات كبريتات النحاس الحبيبية granulated مباشرة فى الرشاشة المعد فيها الماء ، وبعد إذابتها بالرج الشديد تضاف إليها الكمية المطلوبة من الجير خلال مناخل دقيقة ، ويعرف مخلوط بوردو المحضر بهذه الطريقة بمخلوط بوردو العاجل أو الفورى التحضير intsant Bordeaux . ولتسهيل عملية الخلط والتحضير أكثر من ذلك قامت بعض شركات المبيدات الأوروبية والأمريكية بتجهيز مخلوط بوردو فى صورة صالحة للإستعمال مباشرة بعد إضافته للماء ، ولكن للأسف لم يتفوق أحد

منها على المخلوط المحضر فى الحقل بالطريقة السابق ذكرها ، كما أن درجة إلتصاقها بأسطح النباتات غير جيدة مما يؤدى إلى إزالتها بسرعة بالعوامل الجوية .

وتتأثر قوة التصاق مخلوط بوردو بعوامل مختلفة منها درجة الحرارة التى يحضر فيها المخلوط ونسبة الخلط . وقد وجد أنه تحت الظروف الجوية فى مصر فإن 15 ° - 30 ° م هى درجات حرارة ملائمة لتحضير المخلوط ، وأفضلها 20 ° لتكون فيها قوة الالتصاق كبيرة .

وكما أن مخلوط بوردو كان له أكبر الأثر فى مقاومة كثير من الأمراض النباتية إلا أن له أيضا بعض المساوئ منها ، ضرورة المبادرة فى استعماله عقب تحضيره مباشرة حيث أن بقاؤه فترة من الوقت بعد تحضيره يتسبب فى حدوث بعض تغييرات طبيعية وكيميائية ، كما أنه لا يمكن استعماله على جميع المحاصيل ، فمثلا استعماله على أشجار التفاح بعد عقد الثمار يشوه لون الثمار مقللا من قيمتها التسويقية ، وكذلك الحال بالنسبة لزهور الزينة ، كما تحدث بعض الأضرار على الأوراق الخضراء فى أشجار الخوخ ، وتتسبب فى تساقط أزهار الطماطم وتأخير النمو فى الخيار .

ومن غير المستحب خلط مخلوط بوردو بالمبيدات الحشرية وذلك لأنه يحتوى على إيدروكسيد الكالسيوم ذات التأثير القاعدى المناسب لتحلل كثير من المبيدات الحشرية .

وقد أمكن الحصول على مكافحة فعالة لكثير من الأمراض النباتية باستعمال مخلوط بوردو ، ويستعمل بصفة عامة فى مكافحة أمراض البياض الزغبى وكثير من تبقعات الأوراق ، والجدول 4-1 يبين بعض تلك الاستعمالات .

جدول 4-1
استخدامات مخلوط بوردو فى مكافحة بعض الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
بطاطس	لفحة متأخرة *Phytophthora infestans*	100 : 1 : 1	يبدأ الرش للوقاية من أواخر أكتوبر أو بمجرد ظهور أول أعراض الإصابة ويكرر الرش كل عشرة أيام.
	لفحة مبكرة *Alternaria solani*	100: 0.3 : 0.6	يبدأ الرش للوقاية من الشهر الثانى للزراعة أو بمجرد ظهور أعراض الإصابة ويكرر الرش كل 10-15 يوم.
خرشوف	بياض دقيقى *Oidiopsis taurica*	100 : 1 :1	يبدأ الرش بمجرد ظهور أول أعراض الإصابة ويكرر الرش مرتين أو ثلاثة بين المرة والأخرى أسبوعين.
خوخ	تجعد أوراق *Taphrina deformans*	100 : 0.5 : 0.5	تعطى رشة فى الخريف بعد سقوط الأوراق وأخرى فى الربيع قبل تفتح البراعم ورشة عقب عقد الثمار.
طماطم	لفحة متأخرة *Phytophthora infestans*	100 : 0.5 : 0.5	يبدأ الرش للوقاية ابتداء من منتصف نوفمبر أو ترش عند ظهور أول أعراض المرض ويكرر الرش أسبوعيا.
عنب	بياض زغبى *Plasmopara viticola*	100 : 1 : 1	قد تحتاج أربع رشات ، الأولى قبل الإزهار والثانية عقب عقد الثمار والثالثة عندما تبلغ الثمار نصف حجمها والرابعة قبل نضج الثمار بأسبوعين.

تابع جدول 4-1

استخدامات مخلوط بوردو فى مكافحة بعض الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
فول	تبقع بنى *Botrytis fabae* صدأ *Uromyces fabae*	100 : 0.7 : 0.5	يبدأ الرش للوقاية من منتصف ديسمبر ويكرر كل أسبوعين.
كرفس	لفحة مبكرة *Cerospora apii* لفحة متأخرة *Septoria apii*	100 : 1 : 1	يبدأ الرش عند تكوين الأوراق الأولى يتبعها رشة أخرى بعد عشرة أيام.
كمثرى	جرب *Venturia pirina*	100 : 1 :1	يبدأ الرش عند ظهور أعراض الإصابة ويكرر الرش كل أسبوعين مع إضافة 0.25 % صابون رخو لمخلوط الرش.
موالح	أشنة الموالح أشنات	100 : 0.5 : 0.5	تضاف 2 % زيت فولك لمقاومة الحشرة القشرية السوداء فى نفس الوقت.

4-1-3 كربونات النحاس القاعدية Basic copper carbonate

يوجد هذا المركب فى الطبيعة ويعرف باسم ملاكيت Malachite. وكربونات النحاس القاعدية عبارة عن مسحوق يميل إلى اللون الأخضر ويحتوى على 51-54 % CuCO + 39-42 % $Cu(H_2O)_2$.

ويستعمل هذا المركب على نطاق واسع فى معاملة البذور لوقايتها من مرض ذبول البادرات أثناء إنباتها ، وكذلك فى مقاومة مرض التفحم المغطى فى القمح. ولضمان فاعلية المبيد تخلط الكربونات مع نقاوى القمح خلطا جيدا داخل براميل تدار آليا أو يدويا ، ويجب الاحتراس التام عند معاملة البذور بالمركب حيث أنه يسبب تهيج فى أنسجة القصبة الهوائية والرئتين ولذلك ينصح باستعمال أقنعة واقية أثناء استخدام هذا المركب.

4-1-4 أكاسيد النحاس Copper oxides

ظهر كثير من التجهيزات التجارية من أكاسيد النحاس ومنها بيرونوكس Peronox وكبروسيد Cuprocid وبليتوكس Blitox وفيتولان Fitolan ، واستخدمت هذه المركبات بنجاح على الخضر وأشجار الموالح رشا بمعدل 0.3 % لمكافحة اللفحة المتأخرة واللفحة المبكرة فى البطاطس والطماطم ومرض الأنثراكنوز وعفن ثمار الفلفل ، وفى تبليل التربة لمكافحة موت البادرات.

5-1-4 أكسيكلوريد النحاس Copper oxychloride

ظهرت بعض المركبات التجارية من أكسيكلوريد النحاس ومنها المركب كوبرافيت Cupravit الذى يحتوى على 85 % من اكسيكلوريد النحاس أى ما يعادل 5 % نحاس ، ومنها كوسيد 101 والذى يحتوى على 77 % أكسيكلوريد نحاس ومنها كاليكوب 50 % والذى يحتوى على 50 % اكسيكلوريد نحاس ، ويفيد الرش بأى منها فى الوقاية من اللفحة المبكرة واللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم وتبقعات الأوراق والبياض الزغبى فى العنب ومحاصيل الخضر وفى مكافحة الآشنات وجرب التفاح والعفن البنى فى ثمار الفاكهة ذات النواة الحجرية وذلك بمعدل 0.3 % مع إضافة صابون رخو بنسبة 0.25 % (جدول 4-2).

جدول 4-2

استخدامات اكسيكلوريد نحاس 50 % فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
أشجار فاكهة	آشنات	% 0.5	ترش الأشجار للعلاج ويمكن إضافة زيت معدنى بنسبة 2.5 % لعلاج الآشن والحشرة القشرية معا.
بسلة وبصل	بياض زغبى	% 0.3	يجرى الرش عندما يصل طول النبات 10-15 سم ويكرر كل 7-10 أيام.
خوخ	تجعد أوراق	% 0.4	شتاءا قبل خروج البراعم.
بطاطس	لفحة مبكرة لفحة متأخرة	% 0.25	يجرى الرش أسبوعيا عندما يكون طول النبات 20 سم ويستمر حتى أسبوعين قبل الحصاد.
خيار وفول وقرعيات	بياض زغبى	% 0.3	يجرى الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش أسبوعيا
زيتون	تبقع أوراق	% 0.25	ترش ثلاث مرات فى الفترة من نوفمبر إلى يناير.
طماطم	لفحة مبكرة تبقع بكتيرى	% 0.25	يجرى الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش أسبوعيا.
عنب	بياض زغبى	% 0.3	يجرى الرش عند ظهور الإصابة ويكرر اعتبارا من نصف يونيو مرة كل 15 يوما.
فول سودانى	تبقع أوراق	% 0.25	يبدأ الرش ابتداء من ظهور المرض ويكرر الرش 3-4 مرات.
مانجو	موت الأطراف انثراكنوز لفحة الأزهار	% 0.4	تزال الأفرع المصابة بعد الجمع ثم ترش.
موالح	انثراكنوز	% 0.2	يجرى الرش مرتين مرة قبل الإزهار وأخرى بعد الإزهار.

6-1-4 تأثير المبيدات النحاسية على الفطريات

واصل كل من ميلاردیه وجايو عام 1887 عقب اكتشافهما لمخلوط بوردو وأثره الفعال ضد مرض البياض الزغبى فى العنب ، دراسة تأثير العوامل الجوية على فاعلية المبيد ، وتناولا فى بحثهما دراسة تأثير ثانى أكسيد الكربون الجوى وآثار من املاح الأمونيوم الموجودة فى ماء المطر وقطرات الندى على مخلوط بوردو الموجود على الأجزاء الخضرية من النبات ، فوجدا أن هذين العاملين من شأنهما تكوين نحاس ذائب من هذا المتبقى ، بعد كربنة الزيادة من الجير . وقد دعم بيكرنج Pickering عام 1910 بالتجارب أثر هذه العوامل الجوية على فاعلية المبيد . ولم يكن تأثير هذه العوامل الجوية كاف لتفسير فاعلية المبيد فى بعض الحالات كما فى حالة تأثير ثانى أكسيد الكربون على فاعلية أكسيد النحاسوز ، وكذلك فى حالة مركبات النحاس القاعدية . وفى عام 1911 أعاد جيمينجهام Gimingham التجارب التى قام بها بيكرنج فوجد أن النحاس الذائب من راسب مخلوط بوردو بفعل ثانى أكسيد الكربون ، يترسب ثانية عند استبعاد ثانى أكسيد الكربون . ووجد ريكندورفر Reekendorfer عام 1936 أن النحاس الذى يظهر فى المحلول يكون فى صورة كبريتات أو بيكربونات .

وقد عزى عدد آخر من العلماء التأثير السام للمبيدات النحاسية إلى تكوين نحاس ذائب بفعل إفرازات النبات نفسه ، فوجد بارث Barth عام 1896 أن الإفرازات التى ينتجها النبات هى التى تسبب إنفراد النحاس من مخلوط بوردو المرشوش . وقد وجد بعض العلماء وبينهم كيرتس Curtis عام 1944 أن نقط الإدماع التى يفرزها النبات تحتوى على أمونيا وهذه تسبب ذوبان نسبة من النحاس من متبقى مخلوط بوردو أو أكسيد النحاسوز ، كما وجد كيرتس أيضا أن نقط الإدماع تحتوى على جلوتامين glutamine وأن هذا الأمين قد يكون له علاقة بالتأثير الإبادى للنحاس .

ومن ضمن العوامل التى اختبرت فى المعمل ، إفرازات الجراثيم الفطرية نفسها ، وتأثير هذه الإفرازات على انفراد النحاس من متبقى مخلوط بوردو ، أى أن هذه الإفرازات تقوم بعمل المذيب وأن النحاس المنفرد هو الذى يسبب قتل الجراثيم . أول من فكر فى هذه النظرية هو بارث عام 1896 ، وكذلك سوينجل Swingle فى العام نفسه ولاقت هذه النظرية قبولا لدى كثير من البحاث بعدهم ، حتى أن مك كالان Mc Callan عام 1930 لم يقم وزنا لأى عامل آخر خلاف إفرازات الجراثيم لتكون سببا فى انتحارها . وتتلخص التجربة التى قام بها مك كالان فى أنه قام بإنبات جراثيم الفطر سكليروتينيا فركتيكولا *Sclerotinia*

fructicola فى الماء ثم رشحها واختبر تأثير هذا الراشح على إذابة كمية من النحاس من متبقى مخلوط بوردو فكان لهذا الراشح تأثيرا على قتل محصول من الجراثيم الكونيدية لهذا الفطر • بعد ذلك أثبت مك كالان وويلكنسون عام 1936 وجود حامض المماليك وأحماض أمينية أخرى فى ماء الغسيل لجراثيم الفطر نيروسبورا سيتوفيلا *Neurospora sitophila* ، كما دعما أيضا وجود أملاح هذه الأحماض فى الإفرازات الناتجة من نمو الجراثيم ، وهذه الإفرازات كان فى استطاعتها إذابة مركبات النحاس فى مخلوط بوردو مكونة أيدروكسيدات وأمينات نحاسية ذائبة ، وهذه الأملاح نفسها تكون سامة للجراثيم • وقد بين مارتن وآخرون Martin *et al* عام 1942 أن أملاح حامض المماليك النحاسية cuprimalates تعمل على تسهيل نقل النحاس لتمتصه الجراثيم ، ويتفاعل حمض المماليك ثانية مع المركبات النحاسية مكررا عمليات نقل النحاس إلى الجدار الخلوى للجرثومة حتى يصل تركيز النحاس داخل الجرثومة إلى تركيز سام لها • وعلى ذلك فقد أثبت هؤلاء العلماء أن أملاح النحاس لحامض المماليك لها القدرة على الدخول مباشرة إلى الجراثيم تزيد عن أيونات النحاسيك • وقد وجد هؤلاء العلماء أيضا أن المركبات النحاسية العضوية مثل الأكسينات oxinates لها سمية تزيد عن أيون النحاس وأن هذه المركبات النحاسية العضوية قابلة للذوبان فى الدهون ، وقد أكد هذه الحقيقة دوركى Durkee عام 1958 عند اختباره لمجموعة من هذه المركبات النحاسية • وعلى ذلك فإنه من المرجح أن إفرازات الجراثيم إنما تمهد السبيل لتكوين معقد نحاسى قابل للذوبان فى الدهون حتى يستطيع أن يمر خلال الجدار الخلوى للجرثومة ، وعندئذ يتحلل هذا المعقد النحاسى تاركا أيونات النحاسيك وهذه بدورها تتداخل بطرق شتى فى العمليات الحيوية داخل الجراثيم مما يؤدى إلى منع الإنبات • وعلى ذلك فيمكن تلخيص نظريات تكوين النحاس الذائب والذى يعزى إليه التأثير السام لهذه المركبات إلى ثانى أكسيد الكربون الجوى وأملاح الأمونيوم الذائبة فى ماء المطر أو قطرات الندى أو إلى الإفرازات الناتجة من الأنسجة النباتية السليمة أو المجروحة أو إلى الإفرازات الناتجة من الفطر •

4-1-7 تأثير المبيدات النحاسية على النباتات

قد يحدث بعض الضرر للنباتات التى ترش بالمبيدات النحاسية مثل تكوين بعض البقع الأرجوانية أو البنية على الأوراق أو الثمار نتيجة لقتل بعض خلايا البشرة وإحلال نسيج فلينى محلها ، خصوصا على الثمار ، وفى الحالات الأشد من ذلك قد يحدث تشقق وتشويه فى شكل أو لون الثمار نتيجة لوجود نحاس ذائب فى محلول الرش • وكان من الطبيعى تقليل

نسبة النحاس الذائب إلى الحد الذى يمكن معه تلافى تلك التأثيرات الضارة ، ومن هذه المحاولات إضافة الجير إلى المحلول النحاسى كما فى مخلوط بوردو .

وتلعب الظروف الجوية دورا هاما فى مدى ظهور التأثيرات الضارة على النباتات المرشوشة ، فقد وجد هدريك Hedriek عام 1907 وهاوليت Howlett ومای May عام 1929 أن زيادة الرطوبة الجوية تساعد على ظهورها . كما وجد مك الباين Mc Alpine أن المغالاة فى كمية المبيد المستعملة فى الرش على النباتات تتسبب فى تكوين بقع واضحة تشوه الأوراق والثمار نتيجة لترسيب مادة الرش عليها ، وعلى ذلك فينصح بأن تكون الكمية المستعملة للرش من مخلوط بوردو بالقدر الذى يسمح فقط بتغطية سطح النبات . تؤثر درجة حرارة الجو على ظهور أضرار المركبات النحاسية ، ففى درجات الحرارة المنخفضة تظهر بعض الأضرار نتيجة إستعمال مخلوط بوردو .

وبالنسبة إلى أن محلول الرش يكون فى المعتاد غلافا رقيقا غير شفاف على الأسطح المرشوشة فإن هذا يؤدى إلى بعض تغييرات فى العمليات الفسيولوجية من نتح وتمثيل فى النباتات المرشوشة . وقد وجد أن المبيدات النحاسية تزيد عملية النتح حيث أنها تعمل على زيادة قابلية النفاذية لطبقة الكيوتيكل التى تغطى أسطح الأوراق علاوة على حساسية الثغور لهذه المبيدات النحاسية . أما التأثير على عملية التمثيل الضوئى فالرش بمخلوط بوردو يسبب عادة تقليل نشاط هذه العملية نتيجة لاختراق جزيئات المبيد إلى المسافات البينية لخلايا النسيج الأساسى فى الأوراق مما يؤدى بالتالى إلى تقليل نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون اللازم لنشاط عملية التمثيل كما أن الثغور تكون مغلقة لانسدادها بهذه الجزيئات .

ومن الظواهر الفسيولوجية المفيدة التى تنتج عن الرش بمركبات النحاس هو إستفادة النبات من هذا العنصر فى حالة نقصه فى التربة مما كان له أكبر الأثر فى مكافحة مرض جرب التفاح عند الرش بمخلوط بوردو .

2-4 المبيدات الزئبقية

تستعمل المبيدات الزئبقية mercury compounds بصفة خاصة فى معاملة التقاوى من البذور والكورمات والدرنات والأبصال والريزومات لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية ، ولا تستعمل مباشرة على الأجزاء التى تستخدم كغذاء للإنسان أو لحيوانات المزرعة نظرا لشدة سميتها . يعد استخدام المبيدات الزئبقية غير العضوية وأهمها كلوريد الزئبقيك وكلوريد

الزئبقوز فى المكافحة أكثر خطورة من استخدام المبيدات الزئبقية العضوية ، ويفضل عدم استخدام المبيدات الزئبقية إطلاقاً إلا فى حالة التقاوى المستخدمة فى عمليات التربية.

4-2-1 كلوريد الزئبقيك Mercuric chloride

رمزه الكيميائى $Hg Cl_2$ ، ويعرف باسم السليمانى. استعمل هذا المركب عام 1890 إذ استخدمه سوينجل وكلير مان Swingle & Kellerman فى معاملة تقاوى حبوب القمح ، غير أن تلك المعاملة لم تعد كثيراً فى مكافحة مرض التفحم المغطى. ويستعمل محلول كلوريد الزئبقيك غالبا فى معاملة درنات البطاطس المستخدمة كتقاوى ضد مرض الجرب العادى والجرب المسحوقى والقشرة السوداء ، وذلك بغمر الدرنات لمدة خمس دقائق فى محلول من كلوريد الزئبقيك الحامضى بتركيز 0.2 % كلوريد زئبقيك و 0.1 % حمض الايدروكلوريك وقد ظهر بعد ذلك أن تلك المعاملة لم تعط فى كثير من الأحيان نتائج مرضية. وكذلك استعمل محلول السليمانى فى معاملة كثير من بذور محاصيل الخضر ومنها تقاوى الطماطم بغمرها فى محلول 0.1 % لمدة 15 دقيقة لمقاومة التبقع البكتيرى وقد وجد أن محلول السليمانى يؤثر على نسبة إنبات البذور فى كثير من المحاصيل وعلى ذلك أصبح يفضل استعمال المركبات الزئبقية العضوية التى ثبت أنها أكثر فاعلية وأقل ضرراً من كلوريد الزئبقيك ، كما أنها تقوم بوقاية البادرات لفترة أطول أثناء أطوار النمو الأولى حتى تتكشف وتظهر فوق سطح التربة.

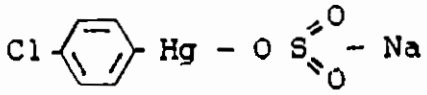
4-2-2 كلوريد الزئبقوز Mercurous chloride

ورمزه الكيميائى Hg Cl أو $Hg_2 Cl_2$ ، وهو أقل استعمالا من السليمانى حيث أنه قليل الذوبان فى الماء وقد استعمل فى معاملة بذور بعض محاصيل الخضر التابعة للعائلة الصليبية وكذلك بذور الكرفس والبصل. وقد استخدم كلوريد الزئبقوز بصفة خاصة فى معاملة تقاوى البصل لمكافحة مرض العفن الأبيض وذلك بمعدل 1-2 كيلو جرام لكل كيلو جرام بذرة مع إضافة مادة لاصقة مثل ميثيل السليلوز methyl cellulose ، يحضر منها محلول بنسبة 5 % فى ماء دافئ. يضاف محلول المادة اللاصقة للبذور وبكميات كافية حتى يتم ابتلالها ثم يضاف إليها جزء من المبيد وتقلب جيدا حتى يتم توزيع المبيد بدرجة متجانسة على سطح البذور ثم يضاف إليها كمية أخرى من محلول المادة اللاصقة وجزء آخر من المبيد وتقلب

ثانية وهكذا حتى تتم المعاملة. ويمكن أيضاً أن يستخدم لهذا الغرض عجينة مكونة من 1.4 كيلو جرام من مسحوق به 4 % كلوريد الزنبقوز مع لتر ماء تغمر فيها جذور شتلات البصل قبل شتلها وذلك لوقايتها ضد مرض العفن الأبيض.

3-2-4 المبيدات الزنبقية العضوية

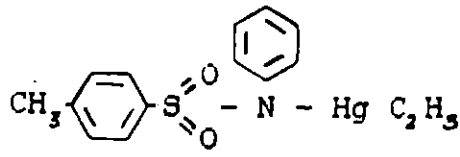
ظهرت المركبات الزنبقية العضوية organo-mercuric compounds نتيجة للجهود التى بذلها العلماء فى إيجاد مركبات أقل سمية لتحل محل المركبات الزنبقية غير العضوية ، فظهر مركب أسبلم Uspulum عام 1915 كأول مركب زنبقى عضوى أنتجته شركة باير الألمانية ، ونسبة الزئبق فيه 18.8 % ، وظهر أيضاً باسم سميسان Semesan فى الولايات المتحدة الأمريكية عام 1924 ، واستخدم لمعاملة البذور لوقايتها من مرض موت البادرات.



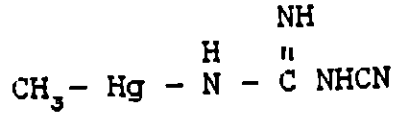
Uspulum
(parachloro phenyl mercuric sodium sulphate)

ظهر بعد ذلك مركبات سريسان Ceresan وسريسان جديد محسن new improred Ceresan وبانوجين Banogen وأريتان Aretan وأجروسان Agrosan G.N.

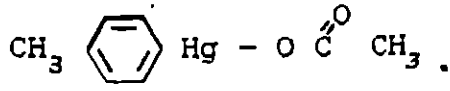
يمكن استخدام تلك المبيدات فى معاملة البذور لقتل جراثيم الفطريات الخارجية التى على سطح البذور وتستخدم كمساحيق أو معلقات للغمر. تتميز هذه المبيدات الفطرية بأن لها تأثير فعال فى إبادة الجراثيم أو الهيفات الفطرية ، وقد استخدمت كثيراً فى معاملة حبوب النجيليات ضد التفحمات وغيرها ولكن نظراً لتأثيرها الفعال ضد الإنسان والحيوان الزراعى وما نتج عن استخدامها من حالات تسمم فقد قل استعمالها واستبدلت بمبيدات عضوية أخرى أقل سمية.



Ceresan
(ethyl mercury-4-toluene sulphonamide)



Panogen
(methyl mercuric dicyanodiamide)



Agrosen G
(tolymercuric acetate)

4-2-4 التأثير السام للمبيدات الزئبقية على جراثيم الفطريات

يتوقف التأثير السام للمبيدات الزئبقية على دخول أيونات الزئبق إلى داخل جراثيم الفطريات ، وقد وجد أن الجراثيم التى عوملت بكلوريد او بروميد الزئبقيك لا تنبت مطلقا إذا زرعت على بيئة غذائية أو على تربة مبللة، بينما لم تتأثر الجراثيم التى عوملت بخلات

الزئبقيك تحت نفس الظروف ، رغم أن مقدار أيونات الزئبق التى تلتصق بسطح الجراثيم adsorbed أكبر فى حالة المعاملة بخلات الزئبقيك إذا ما قورن بمثيله فى حالة المعاملة بكلوريد أو بروميد الزئبقيك. ومن ذلك يتضح أن مدى السمية لا يتوقف فقط على كمية الزئبق التى تتجمع سطحيا على سطح الجرثومة بل تتوقف على مقدار ذوبان جزيئات المركب الزئبقى فى المكونات الدهنية الموجودة فى جدر تلك الجراثيم ثم دخول الزئبق إلى داخل الجرثومة ذاتها. وقد علل بودنر وترينياى Bodner & Terenyi عام 1932 سمية كلوريد أو بروميد الزئبقيك على أساس ذوبانها فى المكونات الدهنية الموجودة فى جدر جراثيم الفطريات المعاملة بأحد المركبين المذكورين. وقد ذكر ووكر Walker قبل ذلك فى عام 1928 أن كلا من فينيل كلوريد الزئبق phenyl mercuric chloride وأليل كلوريد الزئبق allyl mercuric chloride يزيد فى مدى سميته للبروتوزوا *Colpidium colpoda* عن كلوريد الزئبق غير العضوى وفسر ذلك على أن مدى السمية لتلك المركبات يتوقف على مدى ذوبان كل منها فى المواد الدهنية فى الكائن الحى الذى يتعرض لها. وعند دخول المركبات الزئبقية ولو بتركيزات قليلة داخل الجراثيم الفطرية فإنها تتحد مع مجاميع الثيول thiol الموجودة فى مجموعة إنزيمات الخلايا والجراثيم الفطرية ويتسبب عن ذلك موتها.

4-2-5 تأثير المبيدات الزئبقية على البذور

ثبت أن استخدام المركبات الزئبقية العضوية فى معاملة البذور لم يكن له تأثير ضار إذا ما روعى فى معاملة تلك البذور الإجراءات الصحيحة وإضافة المقادير المناسبة من المبيد وقد شجع ذلك منتجى البذور على تجهيز البذور فى علب مغلقة بإحكام بعد معاملتها بطريقة سليمة بالمبيد الزئبقى المناسب. وقد وجد أن المبيدات الزئبقية قد تعمل أيضا على تنبيه الإنبات فى البذور المعاملة بها ، هذا بالإضافة إلى سرعة تكشف البادرات الناتجة. وقد فسر سامبسون ودافيد Sampson & David عام 1928 هذه الظاهرة بأن المبيد الفطرى يعمل فى هذه الحالة على منع أو تثبيط نمو الكائنات الدقيقة الموجودة على سطح البذور المعاملة أثناء تخزينها. وعند الإنبات يعمل المبيد أيضا على تطهير التربة التى تحيط بالبذور النباتية ووقايتها خلال فترة الإنبات من هجوم الطفيليات الكامنة فى التربة التى تعطل نموها أو تسبب موتها.

3-4 الكبريت ومركباته

عرف الكبريت sulphur من قديم الزمان كمبيد حشرى ،وقد ذكره هومر Homer من حوالى ألف سنة قبل الميلاد ، ثم استعمله روبرتسن Ropertson عام 1921 فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخوخ ثم عم استعماله بعد ذلك فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى بصفة عامة بعد أن ثبت نجاحه فى مكافحة البياض الدقيقى فى العنب. ظهرت مركبات الكبريتيد لأول مرة عام 1833 إذ حضرها كنريك Kenrick على صورة الجير الكبريتى المغلى ذاتيا والذى عرف بكبريتيد الكالسيوم.

1-3-4 الكبريت العنصرى

يوجد الكبريت العنصرى elemental sulphur فى الطبيعة على هيئة رواسب سطحية فى أماكن كثيرة من العالم ، كما يوجد فى طبقات القشرة الأرضية والطبقات العميقة من الأرض وكذلك فى مياه المحيطات ، كما يمكن تحضير الكبريت بالطرق الصناعية. تتحكم طريقة إعداده وتصنيعه فى حجم الحبيبات الناتجة وشكلها ، وعلى ذلك يمكن تصنيف أنواع الكبريت العنصرى تبعا للطريقة التى استخدمت فى تحضيره فيوجد منها الكبريت المطحون وزهر الكبريت.

1-1-3-4 الكبريت المطحون Ground sulpur : يحضر الكبريت العنصرى التجارى بقصد استخدامه كمبيد فطرى عن طريق طحن الكبريت الطبيعى الذى يستخرج عادة من المناطق البركانية. ويستخدم فى ذلك آلات الطحن الميكانيكية ، وتختلف حبيبات الكبريت الناتجة اختلافا كبيرا إذ تتراوح أقطارها بين 4-250 ميكرون. نظرا لما ثبت من أن فاعلية الكبريت على الإبادة ، تزداد كلما قلت أحجام حبيباته ، لذا زاد الاهتمام بإنتاج مساحيق من الكبريت ذات حبيبات دقيقة تعرف باسم الكبريت الميكرونى micronized sulphur ، ويضاف إلى هذه المساحيق مواد مبللة wetting agents تسهل امتزاج حبيبات الكبريت بالماء بدرجة متجانسة ، ويحضر الكبريت الميكرونى بطحن الكبريت فى طواحين خاصة تعرف بالطواحين الميكرونية ، والتى يتم الطحن فيها بواسطة الهواء المضغوط والذى يدفع من فتحات خاصة بضغط حوالى 100 رطل للبوصة المربعة. ومن مستحضراته التجارية ثيوفيت Thiovit ، وهو كبريت ميكرونى قابل للبلل يستخدم فى وقاية وعلاج أمراض البياض الدقيقى على محاصيل الخضر والفاكهة ونباتات الزينة ، كما أنه يقاوم بعض أنواع

العناكب مثل أكاروس براعم الموالح ، ولـه تـأثير غذائـى منشط للنمـو ، وللثيوفيت خـواص طبيعية ممتازة حيث يحسن ابتلاله وثباته كمعلق فى الماء وعدم ميله للتجمع فى محلـول الـرش وبذلك تنتشر حبيبات الكبريت فى محلـول الـرش وتتـوزع توزيعـا متجانسـا ومنتظمـا وتعطـى أعلـى نسبة تغطيـة والتصـاق مـع ميسـيليوم وجراثيـم الفطـر علـى أسطح النباتـات ، ويتمـيز الثيوفيت بعدم تسببه فى انسداد بشابير الرشاشات ولا يحدث حروقـا أو أضـرارا علـى الأوراق وترجع هذه الصفات إلى صغر حجم حبيبات الكبريت فهى تتراوح بين 1-8 ميكرون.

وأفضل طريقة لتحضير محلول الرش هو إضافة كمية الثيوفيت المراد استعمالها إلى كمية قليلة من الماء وتمزج جيدا حتى تصبح كالعجينة المانعة ثم تضاف إلى كمية الماء مـع تحريك المحلول ، ويجب استعمال المحلول المحضر فى نفس اليوم.

4-1-3-2 زهر الكبريت Flower of sulphur : تعتـبر هـذه المـادة الأصليـة التـى استعملت كمبيد فطـرى علـى نطـاق كبير ، وتنتـج بتسـخين ثم تبريد أبخـرة الكبريت الناتجـة فيتكثف على هيئة بللورات تعـرف باسم زهرة الكبريت ، يتراوح حجم حبيباتـه بين 2-40 ميكرون. يستعمل زهر الكبريت تعفيرا لعدم قابليته للإبتلال أما إذا أريد اسـتخدامه رشـا فمن الضرورى أن يضاف له مادة تساعد على الابتلال مثل مشتقات حمض السكسـنيك succenic acid وكحولات مكبرته sulphonated alcohols وزيوت مكبرته sulphonatad oils .

يمكن تقسيم الكبريت غير العضوى إلى قسمين تبعا لاستخداماته وهى التعفير والرش :

أ) **كبريت التعفير** : مثل زهر الكبريت والكـبريت المطحـون ذو الحبيبـات الكبيـرة نسبيا التى لم يضاف إليه مواد مبللة. يستعمل كبريت التعفير بمعدلات تختلـف مـن 6-12 كجم / للفدان وذلك تبعا لنوع المحصول وشدة إصابته.

ب) **الكبريت القابل للبلل** : مثل الكبريت الميكرونى المضاف إليـه مـواد مبللـة ،ويحضـر فى صورة معلق فى الماء بتركيز يتراوح من 0.25 - 0.5 % ، ثم يستعمل بطريقـة الـرش ، ومن مستحضراته التجارية مركب كيوميولس س .

4-1-3-3 كيوميولس س Kumulus S : مبيد فطرى لمكافحة البيـاض الدقيقـى وبعض الأمـراض الأخـرى والحـلم علـى محاصيل الحقل ومحاصيل الخضر وأشجار الفاكهـة (جدول4-3). يوجد هذا المركب على هيئة حبيبات سريعة الانتشار فـى المـاء ويحتوى علـى 80 % كبريت ميكرونـى والباقى مواد مبللـة وناشرة. يستخدم الكبريت الميكرونـى فـى مكافحة مرض صدأ الفول بمعدل 0.25 %.

جدول 4-3

استخدامات كيوميلوس فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
بسلة وفاصوليا	بياض دقيقى *Erysiphe polygoni*	5-2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
تفاح	بياض دقيقى *Podosphaera leucotricha*	7-2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش عند انتفاخ البراعم حتى انتهاء الزهور.
	جرب *Venturia inaequals*		ترش الأشجار بعد الإزهار.
	عفن بنى *Monilinia fructicola*		ترش الأشجار بعد الإزهار.
خيار وكوسة	بياض دقيقى *Erysiphe cichoracearum*	4-2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش كل 8-6 أيام.
شعير	بياض دقيقى *Erysiphe graminis*	5-4 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش تبعا لتكرار الإصابة.
عنب	بياض دقيقى *Uncinula necator*	3-2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش فى نهاية فترة السكون ويكرر كل 10-14 يوما خلال الموسم.
فول سودانى	تبقع أوراق *Cercospora arachidicola* *C. Personata*	2-1.5 جم/ لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
	بياض دقيقى *Erysiphe ploygoni*		يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
كرنب	بياض دقيقى *Erysiphe cruciferarum*	4-2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.

تابع جدول 4-3

استخدامات كيوميلوس فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
لوز	بياض دقيقى *Sphaerotheca pannosa*	2-4 جم / لتر ماء	ترش الأشجار قبل الإزهار بالتركيز الأقل وبعد الإزهار بالتركيز الأعلى ويكرر الرش كل أسبوعين.
	جرب *Venturia carpophila*	2-4 جم / لتر ماء	" " " " "
	عفن بنى *Monilinia fructigena*	2-4 جم / لتر ماء	" " " " "
مشمش وبرقوق	بياض دقيقى *Podosphaera tridactyla*	2-4 جم / لتر ماء	" " " " "
	جرب *Venturia carpophila*	2-4 جم / لتر ماء	" " " " "
	عفن بنى *Monilinia fructigena*	2-4 جم / لتر ماء	" " " " "
ورد	بياض دقيقى *Sphaerotheca pannosa*		لوقاية الورد من هذه الأمراض وغيرها ترش النباتات بالكيوميولس س مخلوطا مع بوليرام كومبى (2 جم / لتر ماء) يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر إذا لزم الأمر.
	بقعة سوداء *Diplocarpon roasae*		
	صدأ *Phragimdium mucronatum*		

2-3-4 الجير الكبريتى

أول من حضر الجير الكبريتى lime suphur كنريك Kenrick عام 1833 وذلك عن طريق التفاعل الذاتى بين معلق الجير (إيدروكسيد الكالسيوم) والكبريت ، وقد استخدم فى مقاومة البياض الزغبى فى العنب ،ثم جاء بعد ذلك جريسون Grison عام 1851 ، وكان يعمل رئيسا لعمال حدائق قصر فرساى بفرنسا ، قام بعمل مستحضر مشابه ولكن أكثر منه تركيزا واستعمله فى نفس الغرض ، ثم استعمله بيرس Pierce عام 1880 فى مقاومة مرض التجعد الورقى فى الخوخ. لم تظهر أهمية الجير الكبريتى كمبيد وقانى حتى عام 1907 عندما قام كوردلى Kordley برش هذا المستحضر على أشجار التفاح لمكافحة حشرة سان جوزيه القشرية وذلك فى أوائل الربيع عند ابتداء تكشف الأوراق ، وقد لاحظ أن تلك المعاملة أدت إلى وقاية الأشجار من مرض الجرب بدرجة كبيرة كما لوحظ أنه لم ينتج عنها أية أضرار على النموات الخضرية للأشجار ،وقد شجع ذلك على انتشار استخدامه وتفضيله على المبيدات الأخرى فى مكافحة مرض جرب التفاح.

يحضر الجير الكبريتى عادة بغليان إيدروكسيد الكالسيوم والكبريت معا ، فيتغير اللون تدريجيا من الأصفر إلى البرتقالى ثم يتحول المزيج إلى لون برتقالى داكن يميل إلى الإحمرار ويستخدم فى إعداده 4 كجم كبريت مطحون:4 كجم جير حى : 100 لتر ماء. ويتم التحضير بوضع الجير فى وعاء معدنى مفتوح ثم يضاف إليه حوالى 10 لتر ماء ثم يضاف الكبريت ويسخن المخلوط حتى الغليان ويستمر فى الغليان لمدة ساعة ، يكمل الماء أثناء التسخين إلى حجمه الأصلى لضمان إطفاء الجير ويترك الناتج بعد ذلك ساكنا لمدة ساعات. يؤخذ الرائق العنبرى اللون ، ويكمل الحجم بالماء إلى 100 لتر. يستخدم المخلوط المحضر فى رش الأشجار وهى فى طور السكون فقط.

3-3-4 التأثير السام للكبريت على الفطريات

شغلت ميكانيكية التأثير الابادى للكبريت العنصرى mechanism of fungitoxic action of sulphur أذهان كثير من العلماء على مدى سنوات عديدة ، فمن الآراء القديمة ما كانت تعزو التأثير السام للكبريت إلى خواصه الطبيعية ، فقد اعتقد مانجينى Mangini عام 1871 أن تلامس حبيبات الكبريت بأسطح النباتات يسبب توليد شحنات كهربائية ، وهذه تؤثر على الفطر وتهلكه. واعتقد مارش March عام 1879 أن حبيبات الكبريت التى ترش على أسطح النباتات المصابة بالفطريات تعمل كعدسات تركز أشعة الشمس وتسلطها على سطح

النبات المعامل وكان دليله فى ذلك هو ما لاحظه من ظهور جفاف وحروق فى الأنسجة النباتية المعاملة بالكبريت.

اتجهت البحوث بعد ذلك لدراسة التأثير السام للكبريت على الفطريات دون أن تلامس حبيبات الكبريت هيفات الفطر ، ودلت النتائج على أن التأثير السام يرجع إلى مواد متطايرة مثل بخار الكبريت أو بخار أكسيد الكبريت الذى ينتج من أكسدة الكبريت. وقد استطاع برجمان Bergman عام 1852 مقاومة مرض البياض الدقيقى بنجاح داخل الصوب الزجاجية وذلك بتأثير أبخرة الكبريت التى تنتج من طلاء أنابيب البخار المستخدمة فى تدفئة الصوب بمعلق من الكبريت ، غير أنه اتضح بعد ذلك أن بخار الكبريت ليس له تأثير سام على إنبات جراثيم بعض فطريات البياض الدقيقى مثل *Erysiphe graminis* و *Sphaerotheca pannousa*. ومن المركبات الناتجة من أكسدة الكبريت حمض بنتاثيونيك ($H_2 S_5 O_6$) pentathionic acid وقد كان يعتقد أنه هو الذى يسبب التأثير السام على الفطريات ، ولكن اتضح بعد ذلك أن سمية هذا الحامض وسمية ثانى أكسيد الكبريت SO_2 وثالث أكسيد الكبريت SO_3 ترجع إلى قدرتها العالية لاستقبال أيون الإيدروجين حيث وجد أن سمية هذا الحامض لم يزيد عن سمية المحاليل المائية التى لها نفس تركيز أيون الإيدروجين.

وقد لاحظ بولاسى Pollacci عام 1875 وسلمى Selmi عام 1876 أنه عند تلامس الكبريت بأنسجة النبات الحى فإنه يتكون كبريتيد أيدروجين ، كما لوحظ أن درجة الحرارة المثلى لتكوين كبريتيد الإيدروجين حوالى 35 ° م ولا يتكون الغاز إطلاقا عند 60 ° م ، ويبدو أن تكوين الغاز يتم عن طريق تفاعل أنزيمى فى الخلايا الحية. وعند اختبار الغاز على جراثيم الفطريات وجد أن له سمية عالية إذ يوقف إنبات كثير من جراثيم الأنواع المختلفة من الفطريات التى اختبرت عند تعرضها لتركيزات مختلفة من الغاز. ولكن عندما أعيدت التجارب الخاصة بدراسة التأثير السام لكبريتيد الإيدروجين ومقارنتها بتأثير الكبريت الغروى وجد أن الكبريت الغروى يفوق فى تأثيره السام غاز كبريتيد الإيدروجين بقدر 50 مرة ، خاصة إذا استخدمت فى هذه التجارب الفطريات الحساسة للكبريت. وفى ضوء ذلك اعتقد فى التأثير المباشر direct action للكبريت حيث يعمل الكبريت العنصرى كمستقبل قوى لذرات الإيدروجين ، ويتنافس مع المواد الأخرى المستقبلة للإيدروجين والموجودة بالخلية، وعلى ذلك فهو يتدخل فى تفاعلات نزع الإيدروجين dehydrogenation reactions والتى تحدث فى الخلية ، وبذلك تفسر السمية كنتيجة لدخول عنصر الكبريت لخلايا الفطر عن طريق ضغطه البخارى بنفس السهولة التى يدخل بها الاكسجين. ونتيجة للتشابه الاكترونى لكلا العنصرين وتقارب حجم الذرتين فإن الكبريت ينافس الأكسجين فى مواضع

استقباله على أنزيمات الأكسدة الحيوية التى تجرى داخل النظام البيولوجى. وقد أشار سيانيرى ونورد Scianiri and Nord عام 1942 أن فطر فيوزاريوم *Fusarium* لا يستطيع تمييز ذرات الكبريت من ذرات الأكسوجين ويكون H_2S بدلا من H_2O وذلك فى تفاعل التخمر ، وعلى ذلك يسبب الكبريت اضطرابا فى تكوين المركبات أثناء دورة كربس.

ويعتقد بعض العلماء أنه عند تلامس حبيبات الكبريت لسطح النبات تتكون مركبات عديدة الكبريتيد وهذه تعمل كمثبطات للتفاعلات الإنزيمية للفطريات الممرضة وتؤدى إلى موتها.

4-3-4 تأثير الإبادى للكبريت على النبات

لا يسبب الكبريت أضرار تذكر على النبات إذا ما عوملت به تحت ظروف جوية معتدلة الحرارة ولكن فى الجو الحار الذى تزيد فيه الحرارة عن ٢٧°م يحدث أحيانا احتراق شديد للأوراق ، كما يحدث فى القرعيات ، أو أضرار للثمار ، كما يحدث عند معاملة ثمار التفاح بالكبريت فى المناطق الجافة نوعا ، حيث يصبح جانب الثمرة المعرض للشمس ملفوحا نتيجة سمطة الشمس فى وجود الكبريت. وهناك نباتات حساسة للمعاملة بالكبريت حتى تحت ظروف معتدلة من الحرارة والرطوبة ، وينتج عن المعاملة سقوط الأوراق والثمار ، ويطلق على مثل هذه النباتات sulphur shy. وقد يسبب استعمال الكبريت قلة فى عقد الثمار إذا حدث الرش أو التعفير أثناء فترة إزدهار الأشجار ، فقد وجد أن حبيبات الكبريت التى تتساقط على مياسم أزهار التفاح قد تسبب منع إنبات حبوب اللقاح وبذلك تقل نسبة عقد الثمار.

وقد يسبب الرش بالجير الكبريتى فى بعض الأحيان ضررا على النباتات وتظهر أعراض هذا الضرر فى صورة احتراق فى قمم وحواف الأوراق وظهورها بلون بنى مع تكوين مناطق ميتة بين العروق الورقية الكبيرة. وقد يؤثر الرش بهذا المخلوط على نمو الأوراق الحديثة أو تعطيل اكتمال نموها ويرجع السبب فى ذلك إلى ما قد يوجد فى المخلوط من كبريتيدات ذائبة ، ولهذا فقد أقترح إضافة مادة ناشرة مثل الجيلاتين أو الصابون لتحسين انتشاره والتصاقه بأسطح النباتات المعاملة به. يظهر التأثير الضار على النباتات عند معاملتها بالجير الكبريتى على درجات الحرارة العالية نسبيا.

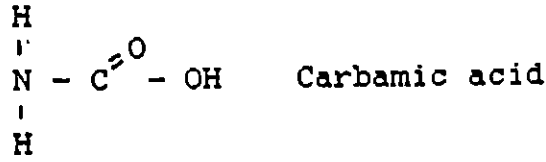
ولا تقتصر فائدة الكبريت ومركباته على مقاومة الفطريات الممرضة فحسب ، بل يتعدى ذلك إلى التأثير المنشط للنبات مما قد يسرع فى عقد الثمار ، فعند استعمال الكبريت فى رش

مزارع العنب فى فرنسا ، أمكن التبكير فى جمع المحصول قبل الميعاد المعتاد بحوالى أسبوعين • وهناك اعتقاد عند زراع الطماطم فى مصر بضرورة تعفير النباتات الصغيرة بالكبريت لضمان عقد الثمار وزيادة المحصول •

4-4 المركبات الكبريتية العضوية

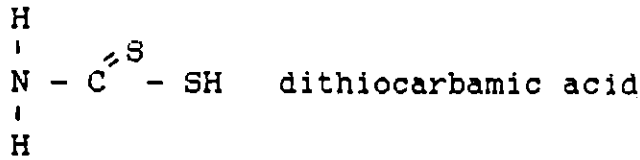
من أهم هذه المركبات مركبات حمض دايثيو كربامات ، وقد اكتشف تيسدال Tisdale عام 1942 التأثير الإبادى لمركبات داى ثيو كربامات ضد الفطريات فى معامل شركة ديبونت Du pont الأمريكية ، ومنذ ذلك الحين أجريت تجارب عديدة عن التأثير السام لهذه المركبات وانتشر استخدامها على نطاق واسع فى معظم دول العالم حتى وقتنا الحالى •

وأساس هذه المركبات هو حمض كرباميك ويشتق هذا الحمض من حمض الكربونيك باستبدال مجموعة هيدروكسيل (OH) بمجموعة أمين (NH_2) •



Carbamic acid

ويشتق حمض داى ثيو كرباميك باستبدال ذرتين أكسوجين من حمض الكرباميك بالكبريت كالآتى :

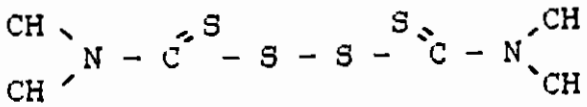


dithiocarbamic acid

ومن حمض داى ثيوكربامیك اشتقت المبيدات الفطرية التالية :

1-4-4 ثيرام Thiram

مسحوق أرجوانى غير قابل للذوبان فى الماء ، يذوب بقلة فى الاثير والكحول ويذوب بكثرة وبشدة فى الكلوروفورم. يحتوى الثيرام على 50-75 % من المادة الفعالة رابع مثيل ثانى كبريتيد الثيرام tetra methyl thirum disulphide (TMTD) .



Thiram
(tetrametyl thiuram disulphide)

والثيرام شائع الاستعمال فى معاملة البذور بالإضافة إلى استعماله كمعلق لتبليل التربة لمكافحة مرض موت البادرات كما يستعمل أيضا كمعلق للرش لمكافحة كثير من أمراض المسطحات الخضراء ، كما أنه يمكن خلطه بالتربة ، ومن الجدير بالذكر أن خلط الثيرام بالطبقة السطحية من التربة فى وقت الزراعة قد أفاد فى وقاية القطن من طفيليات التربة التى قد يتعرض القطن للإصابة بها ، وفى حالة استعماله فى معاملة البذور يستخدم إما كمسحوق بمعدل 0.1-0.3 % أو كمعلق ثقيل القوام فى الماء slurry تركيزه 10-15 % ، ويعامل به بذور البسلة والفاصوليا والبطيخ والخيار والكوسة والقرع العسلى والذرة السكرية والبنجر والكرنب والقرنبيط والباذنجان والفلفل والبصل والطماطم واللفت والفجل وبذور نباتات الزينة. ويستعمل الثيرام لغمر تفاوى البطاطس فى معلق تركيزه 1.5 % لمكافحة مرض القشرة السوداء black scurf المسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani*. وعند استعمال الثيرام لمكافحة أمراض المسطحات الخضراء فيكون ذلك بمعدل 3 – 4 كيلو جرام للفدان.

والثيرام مركب ثابت كيماويا يسبب تهيجا فى أنسجة الأنف والجلد إذا استعمل تعفيرا.

وتوجد عدة تجهيزات تجارية تحتوى على نسب مختلفة من المادة الفعالة ، الثيرام ، مثل أراسان Arasan (50 %) وترسان Tersan (75 %) وثيرام 75 مسحوق قابل للبلل (75%) وبانورام 75 Panoram (75 %) ، بالإضافة إلى أن هناك بعض تجهيزات تجارية أخرى يخلط فيها الثيرام ببعض المبيدات الحشرية ومن أمثلة ذلك دلسان أ - د Delsan A-D (60 % ثيرام + 15 % ديلدرين Dialdrin).

3-4-4 فربام Ferbam

مسحوق أسود قابل للبلل يحتوى على 70 % من المادة الفعالة ثانى ميثايل ثانى ثيوكربامات الحديديك.

$$((CH_3)_2 \ N \ C^{\overset{S}{\diagup}} - S)_3 \ Fe$$

Ferbam
(Ferric dimethyl dithiocarbamate)

ويستعمل الفربام كمسحوق للتعفير أو كمحلول للرش بتركيز من 0.15 إلى 0.2 % لمكافحة الكثير من أمراض الخضر ، مثل مرض اللفحة المبكرة فى الطماطم واللفحة المبكرة والمتأخرة فى الكرفس ، والأنثراكنوز فى الطماطم والفاصوليا والخيار ، والتفحم فى البصل والذرة الرفيعة. والفربام من المركبات التى يكثر استخدامها فى مكافحة الأمراض التى تصيب أشجار الفاكهة ونباتات الزينة فقد ثبت نجاح الفربام فى مكافحة الصدأ فى التفاح ، والجرب فى التفاح والكمثرى ، والبقعة السوداء فى الورد ، كما ويمكن استخدامه فى معالجة التربة بخلطها بالفربام بمعدل 0.4 – 0.8 كيلو جرام من مسحوق الفربام المحتوى على 10- 15 % من المادة الفعالة لكل 10 متر مربع من التربة ، وذلك لمكافحة أمراض موت البادرات.

ويمكن خلط الفربام مع كثير من المبيدات الفوسفورية العضوية وزيوت الرش الصيفية summer oils وكثير من المبيدات الحشرية الأخرى دون أن يحدث أضرارا للنباتات.

وتوجد مستحضرات تجارية تحتوى على المادة الفعالة للفربام تباع فى الأسواق تحت أسماء تجارية مختلفة منها فرمات Fermate وفربرك Ferberk والكربام الأسود Karbam black (70 %).

3-4-4 زيرام Ziram

مسحوق أبيض قابل للبلل يحتوى على 76 % من المادة الفعالة ثانى ميثايل ثانى ثيوكربامات الزنك.

$$((CH_3)_2 \quad N \quad C^{\nearrow S} - S)_2 Zn$$

Ziram
(Zinc dimethyl dithiocarbamte)

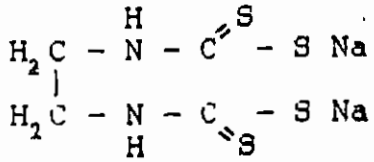
ويستعمل الزيرام كمسحوق للتعفير أو يستخدم رشا بتركيزه 0.15-0.2 % ، وذلك لمكافحة اللفحة المبكرة وعفن الأوراق فى الطماطم والأنثراكنوز فى كل من الطماطم والقرعيات والفاصوليا ، كما يمكن استخدامه فى وقاية قطع البطاطا ، المستعملة كتقاوى ، من الإصابة بمرض العفن الأسود وذلك بغمسها فى معلق الزيرام ، غير أن الزيرام غير فعال فى مكافحة أمراض البياض الزغبى واللفحة المتأخرة فى البطاطس ويمكن استعمال الزيرام بصفة عامة فى مكافحة أمراض نباتية عديدة تصيب محاصيل الخضر والفاكهة والزينة.

ويمكن خلط الزيرام مع كثير من المبيدات الحشرية مثل المبيدات الفسفورية العضوية دون أن يحدث ضررا للنباتات المعاملة ، كما ويمكن خلطه أيضا مع بعض المبيدات الفطرية الأخرى مثل الكبريت.

ويوجد كثير من المستحضرات التجارية التى تحتوى على نسب مختلفة من المادة الفعالة المذكورة مثل زرليت Zerlate وكربام - ز Kerbam-z وكربام أبيض Karbam White وميثاسان Methasan وزنكات Zincate وزربيرك Zirberk وكوروزيت Corozate وبوماسول Pomasol.

4-4-4 نابام Nabam

ويعرف باسم دايثين د - 14 Dithane D-14 ، ويباع تجاريا على هيئة سائل عنبرى اللون قابل للذوبان فى الماء يحتوى على 25 % من المادة الفعالة إيثيلين ثنائى ثيوكربامات ثنائى الصوديوم.



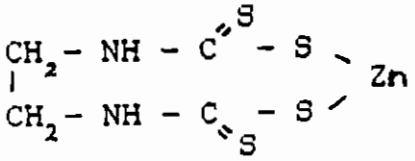
Nabam
(Disoduim ethylene bisdithiocarbamate)

وقد اختبر تأثير النابام كمبيد فطرى عام 1943 ووجد أنه يمكن بواسطته وقاية الورد من كل من البياض الدقيقى المسبب عن الفطر *Sphaerotheca pannosa* وتبقع الأوراق المسبب عن الفطر *Diplocarpin rosae* بالإضافة إلى إمكان وقاية التفاح من مرض الجرب المسبب عن الفطر *Venturia inequalis* والكرفس من اللفحة المبكرة المسببة عن الفطر *Cercospora apii* ، وكذلك أمكن بواسطته مكافحة موت البادرات خصوصا ما كان متسببا عن الفطر بثيوم *Pythium* ، غير أن النابام لم يكن ذى تأثير واضح فى مكافحة اللفحة المبكرة فى الطماطم أو اللفحة المتأخرة فى البطاطس.

ويمكن خلط النابام مع معظم المبيدات الحشرية مثل المبيدات الفوسفورية العضوية كما يمكن خلطه مع بعض المبيدات الفطرية مثل الكبريت القابل للبلل. والنحاس المثبت. قد يسبب النابام عند استنشاقه تهيجا لأنسجة الأنف والحلق.

5-4-4 زينب Zineb

ويعرف أيضا باسم دايثين ز -78 Dithane Z-78 ، وهو مسحوق أبيض قابل للبلل قليل الذوبان فى الماء يحتوى على المادة الفعالة إيثيلين ثنائى ثيو كربامات الزنك.



Zineb
(Zinc ethylene bisdithiocarbamate)

ويرجع الفضل لاكتشاف مركب زينب وكذلك مركب المانب إلى الباحثين هيوبرجر Heuberger ومانز Manns عام 1943 وذلك عندما لاحظا تحسنا كبيرا فى مكافحة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس بإضافة كبريتات الزنك والجير إلى النابام. وقد كان الغرض من إضافة كبريتات الزنك والجير إلى النابام هو العمل على زيادة درجة التصاق المبيد بسطح النبات غير أنه لوحظ زيادة فى فترة بقاء المركب فى الحقل ، وعلى ذلك فإن فائدة وجود المعادن الثقيلة فى المركبات الجديدة هو العمل على زيادة ثبات الطبقة المرشوشة على أسطح النباتات وزيادة تكوين نواتج فعالة وسامة للفطريات. ويمكن تحضير المركب زينب فى الحقل بمزج 0.5 لتر من النابام مع 125 جم من كبريتات الزنك (25 % زنك) فى 100 لتر ماء. يستعمل الزينب (75 %) كمحلول للرش بمعدل 0.15 - 0.25 % أو يستعمل كمسحوق للتعفير بعد تخفيفه بمادة مالئة حتى يصبح تركيزه 8 – 10 % وذلك بمعدل 12-20 كيلو جرام/ للفدان. وقد أثبت الزينب نجاحا كبيرا فى مكافحة أمراض نباتية عديدة على كثير من المحاصيل ، فأمكن استعماله بنجاح فى مكافحة أمراض اللفحة المبكرة والمتأخرة فى البطاطس والطماطم والكرفس وكذلك فى مكافحة البياض الزغبى وتبقع الأوراق والأنثراكنوز ولفحات وأعفان مختلف محاصيل الخضر والفاكهة كما هو مبين فى الجدول رقم 4-4. وقد استعمل الزينب أيضا لمعاملة التربة وذلك بإضافته للطبقة السطحية منها بمعدل كيلو جرام / للفدان.

جدول 4-4

أهم استخدامات الزينب فى مكافحة بعض الأمراض النباتية

المحصول	المرض والمسبب	ملاحظات
أرز	لفحة *Piricularia oryzae*	للوقاية ترش البادرات فى المشتل ثم يتبعها ثلاث رشات فى الحقل المستديم بين الرشة والأخرى ثلاثة أسابيع.
بصل	بياض زغبى *Peronospora destructor*	الرش بمحلول 0.5 % ويستحسن إضافة مادة لاصقة مثل تريتون بتركيز 0.25 % أو أجرال بتركيز 0.1 % أو صابون رخو بتركيز 0.25 % من المحلول.
	عفن بادرات *Botrytis allii* *B. septospora*	غمر الشتلات قبل زراعتها فى محلول تركيزه 0.4 % لمدة خمسة دقائق.
بطاطس وطماطم	لفحة متأخرة *Phytophthora infestans*	للوقاية يراعى عدم تأخر الرش عن أوائل نوفمبر ويستمر الرش للوقاية أو العلاج كل عشرة أيام وفى الجو الرطب يفضل الرش كل 5-7 أيام.
	لفحة مبكرة *Alternaria solani*	يبدأ الرش بمجرد ظهور أعراض المرض ويكرر الرش كل أسبوعين أو ثلاثة أسابيع.
بنجر	تبقع أوراق *Cercospora beticola*	يبدأ الرش بمجرد ظهور أعراض المرض ويكرر الرش كل سبعة إلى عشرة أيام.
تفاح	جرب *Venturia inaequalis*	الرش على ثلاثة دفعات ، الأولى قبل تفتح البراعم، والثانية عقب عقد الثمار ، الثالثة بعدها بأسبوعين.
جلاديوس	تبقع أوراق *curvularia* sp. *Stemphylium* sp.	يبدأ الرش عند إبتداء ظهور أعراض الإصابة.
خس	بياض زغبى *Bremia Lactucae*	يبدأ الرش عند ظهور أعراض الإصابة ويكرر كل 7-10 أيام.

تابع جدول 4-4

أهم استخدامات الزينب فى مكافحة بعض الأمراض النباتية

المحصول	المرض والمسبب	ملاحظات
سبانخ	بياض زغبى *Peronospora effusa*	يبدأ الرش عند ظهور أعراض المرض ويكرر كل 7 - 10 أيام.
عنب	بياض زغبى *Plasmopara viticola*	الرش على ثلاث دفعات ، الأولى قبل الإزهار، والثانية عقب عقد الثمار ، والثالثة قبل نضج الثمار.
فاصوليا	صدأ *Uromyces phaseoli typica*	يبدأ الرش بمجرد ظهور أعراض الإصابة ويكرر كل أسبوعين أو ثلاثة.
قرعيات	بياض زغبى *Peronoplasmopara cutensis*	يبدأ الرش بمجرد ظهور أعراض المرض ويكرر الرش كل 7 – 10 أيام.
	أنثراكنوز *Colletotrichum lagenarium*	" " " "
	تبقع أوراق *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp.	" " " "
قرنفل	صدأ *Uromyces caryophillinus*	يبدأ الرش عند إبتداء ظهور أعراض الإصابة ويكرر كل عشرة أيام.
	لفحة *Alternaria dianthi*	" " " "
كرفس	لفحة مبكرة *Cercospora apii*	يبدأ الرش عند إبتداء ظهور أعراض الإصابة ويكرر كل 7- 10 يوم.
	لفحة متأخرة *Septoria apii*	
كزنب وقرنبيط	بياض زغبى *Peronospora parasitica*	يبدأ الرش عند إبتداء ظهور أعراض الإصابة ويكرر كل 7- 10 يوم.
ورد	البقعة السوداء *Diplocarpon rosae*	يبدأ الرش عند ابتداء ظهور أعراض الإصابة.

ويمكن خلط دايثين ز-78 مع كثير من المبيدات الحشرية مثل المبيدات الفوسفورية العضوية بدون حدوث أى ضرر على النباتات ، وذلك بالإضافة إلى إمكان خلطه مع مبيدات فطرية أخرى مثل مركبات الداى ثيو كربامات الأخرى والكابتان والنحاس المثبت والكبريت القابل للبلل ، ولكن لا ينصح بعملية الخلط مع الجير أو مخلوط الجير والكبريت أو مخلوط بوردو • يسبب الزينب تهيج لأنسجة الأنف والحلق •

وتوجد فى الأسواق تجهيزات تجارية تحتوى على المادة الفعالة ومنها بارزيت Parzate (65 %) وأسبور Aspor (87 %) ولوناكول Lonacol (72 %)•

6-4-4 مانب Maneb

ويعرف أيضا باسم دايثين م-22 Dithane M-22 وقد عرف منذ عام 1950 ، وهو مسحوق أصفر داكن قابل للبلل يحتوى على 80 % من المادة الفعالة ايثيلين ثنائى ثيوكربامات المنجنيز •

استعمل المانب كمحلول للرش بمعدل 0.15 – 0.25 % ، أو كمسحوق للتعفير يخفف إلى 6 - 8 % ، وذلك لمكافحة كثير من أمراض الخضر والفاكهة والزينة وهو من أفضل المبيدات الفطرية المستعملة فى مكافحة اللفحة المبكرة والمتأخرة فى البطاطس والطماطم والتبقع السبتورى فى أوراق الطماطم المسبب عن *Septoria lycopersici* وعفن أوراق الطماطم المسبب عن *Stemphylium solani* وتبقع أوراق الجلاديوليس وغيرها •

كثير من الدول أوقفت استخدام هذا المبيد وذلك لإحداثه أورام غدية وسرطانية فى الفئران وإمكان كونه من المسرطنات للإنسان •

7-4-4 دايثين م – 45 Dithane M-25

ويعرف أيضا باسم مانكوزيب Mancozeb أو مانزيب Manzeb أو كايمان 80 % وترايميلتوكس فورت وهو مبيد فطرى على هيئة مسحوق قابل للبلل • وقد أنتج هذا المركب بواسطة شركة روم وهاس Rohm & Haas للكيماويات الزراعية خلال عام 1962 عن طريق اتحاد أيون الزنك مع المانب ، وهو ذو خواص بيولوجية تختلف عن كل من الزينب والمانب أو عن خليط منهما ، ويتكون بالنسب الآتية :

منجنيز	% 16
زنك	% 2
أيثلين داى ثيو كربامات	% 62
مواد خاملة	% 20

منع استخدام هذا المركب فى كثير من الدول نظرا لإحداثه أورام غدية وسرطانية فى الغدد الدرقية للفئران ولاحتمال كونه مسرطن للإنسان.

8-4-4 كوفرام ز Cufram z

مبيد فطرى ظهر سنة 1966 ، يحتوى على المادة الفعالة إيثلين ثنائى ثيو كربامات ethylene bisdithiocarbamate كما يحتوى على عناصر الزنك والمنجنيز والنحاس والحديد ، ويوصى باستعمال هذا المبيد ضد اللفحة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس.

9-4-4 بوليرام كومبى Polyram combi

ويعرف بالأسماء بوليرام Polyram ، ميتيرام Metiram وبوليكاربازين Polcarbazin، وهو مركب يحتوى على زينب و ethylene bisthiuram polysulphide . وهو مبيد عضوى يستخدم لوقاية عدد كبير من المحاصيل والخضر والفاكهة ومحاصيل الحقل ونباتات الزينة من الأمراض الفطرية التى تصيبها (جدول 4-5). ويرجع التأثير الوقائى الفعال فى هذا المركب إلى الداى ثيو كربامات الذى يمنع إنبات الجراثيم الفطرية كما يمنع امتداد أنابيب تلك الجراثيم. ويوجد على صورة مسحوق قابل للبلل.

جدول 4-5

استخدامات بوليرام فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
بطاطس وطماطم	موت بادرات *Fusarium* spp. *Pythium* spp. *Rhizoctonia solani*	5 جم / كجم بذرة	معاملة بذور.
	لفحة متأخرة *Phytophthora infestans* لفحة مبكرة *Alternaria alternata*	% 0.2	رشات وقائية للنباتات ، من 2 إلى 5 مرات على فترات من 7-10 أيام. يلاحظ تكرار الرش عقب الأمطار.
بصل	بياض زغبى *Peronospora destructor*	0.2 % مع إضافة 25 مل citowett / 100 لتر ماء	يبدأ الرش عندما يكون النبات 4-5 أوراق ويكرر الرش كل 7-10 أيام.
تفاح وكمثرى	جرب *Venturia inaequalis* *V.pirina*	%0.2	ترش الأشجار قبل الإزهار وبعد الإزهار وعقب سقوط البتلات. قد تحتاج الأشجار إلى 6-12 رشة على مرات 7-10 أيام تبعا للظروف الجوية.
برقوق وخوخ	التثقيب *Stigmina carpophila*	% 0.2	يبدأ الرش عند انتفاخ البراعم وقبل الإزهار وبعد الإزهار على فترات 14 يوما.
بنجر	تبقع أوراق *Cercospora beticola*	% 0.2	ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض وقد يكرر الرش إذا لزم الأمر.
جلاديوس	صدأ *Puccinia-gladioli*	%0.2	رش وقائى كل 10 أيام.
خس	بياض زغبى *Bremia lactucae*	% 0.2	تبليل التربة بمعدل 2 لتر/متر مربع عقب الزراعة ثم عقب الشتل.

تابع جدول 4-5

استخدامات بوليرام فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
خيار	بياض زغبى *Pseudoperonospora cubensis* أنثراكنوز *Colletotrichum lagenarium*	% 0.2	رش وقائى 7-10 أيام وعقب الأمطار.
عنب	بياض زغبى *Plasmopara viticola*	% 0.2	يبدأ الرش قبل الإزهار وأثناء الإزهار وبعده وذلك على فترات كل 10-14 يوما.
فاصوليا	أنثراكنوز *Colletotrichum lindemuthianum*	10 جم / كجم بذرة	معاملة بذور ورش وقائى كل 7-10 أيام وخاصة قبل وبعد الإزهار وبعد تكوين القرون الأولى.
فراولة	تبقع أوراق *Mycosphaerella fragariae*	% 0.25	للوقاية ترش النباتات كل 10-14 يوما.
فلفل	أنثراكنوز *Colletotrichum coccodes*	% 0.2	ترش النباتات عندما يصل طولها 5 سم ويكرر الرش كل 7-10 أيام.
فول سودانى	تبقع أوراق *Cercospora* spp.	% 0.2	الرش عند ظهور الأعراض ثم على فترات كل أسبوعين.
قطن	موت بادرات *Fusarium* spp. *Pythium debaryanum* *Rhizoctonia solani*	5 جم / كجم بذرة	معاملة بذور وذلك بإضافة 10 كجم بوليرام كومبى إلى 90 كجم رماد فرن.
قمح	موت بادرات *Fusarium* spp. *Rhizoctonia solani*	5 جم / كجم بذرة	معاملة بذور (يتبع نفس الطريقة كما فى القطن).
مانجو	أنثراكنوز *Colletotrichum* spp.	% 0.2	تبدأ الرشة الوقائية بعد حوالى ثلاثة أسابيع قبل الإزهار وتكرر كل 15 يوما. تحتاج الأشجار إلى 3- 5 رشات.
ورد	بقعة سوداء *Diplocarpon rosae*	% 0.2	رش وقائى كل 10 أيام.

10-4-4 التأثير السام للداى ثيو كربامات

تباينت أراء العلماء حول تفسير التأثير السام للداى ثيو كربامات ، وقد كان يظن أن التأثير السام إنما يرجع إلى مجموعة -S-S- أو مجموعة =C=S ، ولكن الرأى السائد هو أن

مجموعة الداى ثيو كربامات r-N-C-S (r, S) هى المسئولة عن التأثير السام وهى على حالة أيونية (r = مجموعة مستبدلة سواء كانت ذرة أيدروجين أو مجموعة ميثايل)• اكتشفت خواص نابام nabam كمبيد فطرى عام 1943• يختلف النابام عن معظم المبيدات الفطرية الواقية فى أنه قابل للذوبان فى الماء كما أنه غير ثابت وسهل التحلل بالعوامل الجوية التى يتعرض لها فى الحقل• وقد اختلفت الآراء فى تفسير التأثير السام للنابام وأدى هذا إلى وجود اتجاهين مختلفين ، الأول وهو رأى المشتغلين الأمريكان بمحطة أبحاث كونيكتيكت والذى يقول أن التأثير السام للنابام يرجع إلى تحلل الجزىء وتكوين الأيزوثيوسيانات isothiocyanate ، وهذا الاستنتاج مبنى على أساس تشابه الطيف الفطرى fungalspectrum للمركبين• والرأى الثانى وهو رأى المشتغلين الكنديين بأونتاريو والذى يقول أن التأثير السام يرجع إلى تكوين أحادى كبريتيد الثيورام ethylene thiuram monosulphide ، وهذا المركب ذو سمية شديدة على جراثيم الفطريات مما يرجح معه بأنها العامل الأساسى فى التأثير السام لهذه المجموعة ، ومما يقرب بين وجهتى النظر السابقتين ما أعلنه بعض العلماء من وجود إيثيلين أحادى كبريتيد الثيورام فى نواتج تحلل النابام وأن الطيف الفطرى لايثيلين أحادى كبريتيد الثيورام يشابه الطيف الفطرى لايثيلين ثانى أيزوثيوسيانات ethylene diisothiocyanate وأن إيثيلين أحادى كبريتيد الثيورام يتحلل بدوره ويعطى إيثيلين ثانى أيزوثيوسيانات ، وعلى ذلك فإن المركبين الناتجين من تحلل النابام متساويان فى تأثيرهما السام ، وقد وجد بعض العلماء اختلافا كثيرا فى التأثيرات التوكسيكولوجية بين المركب - ميثيل داى ثيو كربامات والمركب ميثيل أيزوثيوسيانات ، حيث سبب المركب الأول ، وليس الثانى ، تغيرا فى نفاذية جدر خلايا الفطر *Rhizoctonia solani*• يتم التأثير السام لثانى أيزوسيانات ، وهى مركبات نشطة غير ثابتة كيماويا ، باتحادها مع مجاميع كبريتيد الإيدروجين التى تعتبر الأساس فى تأدية الأنزيمات الموجودة بداخل الجراثيم والخلايا الفطرية لوظيفتها• وقد وجد بعض العلماء أن مركبات الثيول thiol مثل السيستين cysteine وحمض الثيوجليكوليك thioglycolic acid تقلل من التأثير السام

لمر تبات ثنائي ثاني ثيو كربامات ، وهذا دليل قوى على أن هذه المبيدات تؤدى تأثيرها السام عن طريق إتحادها مع مجاميع (-HS) الموجودة بأنسجة الفطر ٠

يماثل التأثير السام لكل من الزينب والمانب التأثير السام للنابام حيث وجد أن المانب هو القابل نسبيا للذوبان فى الماء بسهولة إلى إيثيلين أحادى كبريتيد الثيورام وهذه تتحول بدورها إلى الأيروثيوسيانات بتعرضها للظروف الجوية فى الحقل ، وكذلك الزينب يسلك نفس السلوك ولو أنه غير قابل تقريبا للذوبان فى الماء ، ومن ذلك نرى أن كلا من المانب والزينب يؤديان تأثيرهما السام بنفس الطريقة التى يسلكها النابام ٠ ومن شأن وجود المعادن الثقيلة فى تلك المبيدات زيادة ثبات طبقة المبيد المرشوش على أسطح النباتات مما يؤدى إلى إطالة فترة بقاء المركب وهذا يتيح فرصة أكبر للأكسدة وتكوين الايزوثيوسيانات ٠

وبوجه عام يحدث التأثير السام للداى ثيو كربامات بتثبيط الأنزيمات المحتوية على مجموعة كبريتيد الإيدروجين (-HS) مثل dehydrogenase triphosphate و succinoxidase و aldhyde dehyrogenase وكذلك تثبيط الأنزيمات المحتوية على نحاس مثل catechol oxidase و ascorbic acid dehydrogenase ٠

كما أن لهذه المبيدات القدرة على إزالة بعض المعادن الثقيلة الأساسية مثل النحاس من خلايا الفطر والتى تكون متحدة مع البروتين وتكوين مركبات معقدة غير عكسية ٠

5-4 مركبات داى ثيو كربامات + مركبات نحاسية

1-5-4 كبروزان Cuprosan

مركب يحتوى على خليط من أكسيكلوريد النحاس والزينب بنسبة 65 % أكسيكلورَيد نحاس و 15 % زينب ٠ ثبت نجاح كبروزان فى مكافحة البياض الزغبى فى العنب ومرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم وذلك بإجراء برنامج رش وقائى بنسبة 0.4 % ٠ يمكن خلط المبيدات الفطرية الأخرى مثل الكاراثين والكبريت دون أن يحدث ضرر للنباتات المعاملة ، هذا بالإضافة إلى إمكان خلطه مع كثير من المبيدات الحشرية والمبيدات المستعملة فى مقاومة الحلم ٠

2-5-4 تراى ميلتوكس فورت Tri-miltox forte

مبيد فطرى فعال لمكافحة اللفحة المبكرة واللفحة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس والتبقع البكتيرى فى الطماطم ولفحة أوراق البسلة والبياض الزغبى فى البصل وتبقع أوراق الكرنب والتبقع البنى فى الفول والبياض الزغبى فى العنب وذلك بمعدل 2.5 جم/ لتر ماء.

ويتركب تراى ميلتوكس فورت من أملاح نحاس بنسبة 21.5 % على ثلاث صور وهى كبريتات وأكسيكلوريد وكربونات النحاس وعلى ثيو كربامات زنك ومنجنيز بنسبة 20 % (مانكوزب) و 6 % مركبات حديد.

وهذا المركب ذو تأثير وقائى ويستطيع حماية النباتات المعاملة به لفترة طويلة وقد يعاد الرش كل 10-14 يوما إذا لزم الأمر وخاصة إذا كان النمو سريعا وقويا.

وفى نفس الوقت يساعد هذا المركب فى عملية التمثيل الكلورفيلى فله تأثير فسيولوجى يزيد من إخضرار النباتات.

ويمكن رش تراى ميلتوكس فورت مع مبيدات أخرى أو مع ثيوفيت أو مع الأسمدة الورقية ويستحسن استخدام المبيد المحضر فى نفس اليوم مع استمرار التقليب أثناء عملية الرش.

3-5-4 كبروأنتراكول 55 Cuproantracol 55 w.p

مبيد فطرى فعال لمكافحة بعض الأمراض الفطرية مثل اللفحة المبكرة والمتأخرة وأنثراكنوز الطماطم والبطاطس والبياض الزغبى فى القرعيات والبصل والعنب وذلك بتركيز 250-350 جم/ 100 لتر ماء ، ويكرر الرش كل 10-15 يوما بدءا من ظهور الإصابة.

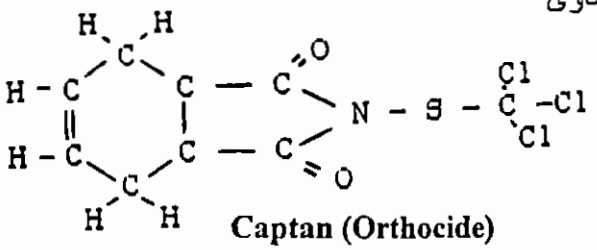
يوجد كبروأنتراكول على صورة مسحوق قابل للبلل ويتكون من أكسى كلوريد نحاس + بروبينب.

6-4 المركبات النيتروجينية الحلقية

تتميز المركبات النيتروجينية الحلقية heterocyclic nitrogen compounds بأنها ذات خواص وقائية وعلاجية لكثير من أمراض أشجار الفاكهة ومحاصيل الخضر ومن أهم تلك المركبات الكابتان.

1-6-4 الكابتان Captan (أرثوسيد Orthocide)

وتركيبه ورمزه الكيماوى



Captan (Orthocide)

(N-trichloromethylthiotetrahydrophthalimide)

حضر الكابتان عام 1946 غير أنه لم يستعمل كمبيد فطرى إلا منذ عام 1952، ويمتاز بأن له تأثير جهازى محدود حيث ثبت ذلك فى نباتات عديدة منها الفول والبسلة والخيار والورد. ويستعمل الكابتان أساسا فى وقاية المجموع الخضرى من الإصابة بالأمراض النباتية. وقد ثبت نجاح الكابتان فى مكافحة العديد من الأمراض النباتية كاللفحة المبكرة والمتأخرة فى كل من الطماطم والبطاطس والتبقع البنى فى الفول والبياض الزغبى والأنثراكنوز فى القرعيات والعنب واللفحة المبكرة فى الكرفس وتجعد الأوراق والعفن البنى فى الخوخ والعفن الأسود فى العنب وتثقيب الأوراق فى البرقوق والعفن الأسود والجرب فى التفاح والكمثرى وذلك بتركيز 0.25 %. ومن مزايا استعمال الكابتان إضفائه على الثمار لونا زاهيا ومظهرا براقا كما أن استعماله يسبب زيادة فى تكشف البراعم مما يتبعه زيادة فى كمية المحصول. ومن التطبيقات الهامة للكابتان أيضا استعماله فى معاملة التربة لمكافحة فطر الريزو كتونيا. هذا بجانب استعماله أيضا فى معاملة البذور. وقد قام المؤلفون باختبار كابتان 50 لمكافحة مرض التبقع البنى فى الفول ومقارنته بمخلوط بوردو المعتاد استعماله فى مكافحة هذا المرض ووجد المؤلفون أنه يمكن استبدال مخلوط بوردو 0.25 % بالكابتان 50 تركيز 0.25 % فى مكافحة التبقع البنى فى الفول بحيث تكون الفترة بين الرشة والأخرى ثلاثة أسابيع ، وذلك لكفاءة تأثيره الوقائى وسهولة تحضير محلوله للرش ورخص تكاليفه. ويوجد الكابتان على صور ثلاث هى :

1 - كابتان 50 قابل للبلل وكان يعرف سابقا باسم أرثوسيد 406 ، ويحتوى على 50 % كابتان ويستعمل رشا بمعدل 0.25 %.

2 - كابتان - س وهو على هيئة مسحوق ويحتوى على 5 % كابتان + 30 % كبريت ويستعمل تعفيرا بمعدل 15-20 كيلو جرام للفدان.

3 - كابتان 75 ويحتوى على 75 % كابتان ويستعمل لمعاملة البذور ومكافحة موت البادرات فى كثير من محاصيل الخضر مثل البسلة والخيار والكرنب والفلفل والسبانخ وبادرات كثير من محاصيل الحقل مثل القمح والقطن والكتان والفول السودانى ، وذلك بمعاملة البذور بمعدل 0.2-0.7 % حسب المحصول ، وقد استعمل أيضاً بنجاح لمعاملة قطع البطاطس المستخدمة كتقاوى وذلك بغمرها فى معلق مائى تركيزه 0.2 %. وقد ثبت نجاحه أيضاً فى معاملة كورمات الجلاديولس لوقايتها من التعفن فى التربة ، وذلك بغمرها فى معلق يحتوى على 1 % لمدة 20-30 دقيقة.

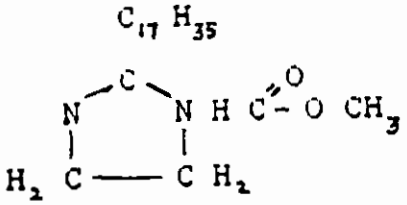
والكابتان غير قابل للذوبان فى الماء وهو مركب ثابت تحت ظروف الحقل العادية ويقل تأثيره بإضافة الجير أو المواد القلوية الأخرى ، ويجب عدم استعماله عقب الرش بالزيوت. والكابتان لا يسبب ضرراً على النبات ولو أنه يسبب بعض التهاب فى الجلد.

وهناك مركب آخر قريب الشبه بالكابتان ويعرف باسم فولبت Folpet وتركيبه الكيميائى N-trichloromethylthiophthalimide وقد أثبت نجاحاً فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخوخ والورد ، ويباع تحت الإسم التجارى Phaltan أو Orthophaltan.

لا ينصح برش الكابتان أو الفوليت على نباتات غذاء الإنسان أو الحيوان بعد تكوين الأجزاء المستخدمة فى الغذاء حيث ثبت أن الكابتان ينبه تكوين أورام فى غدة فوق الكلية وفى رحم وأمعاء الفئران ، كما أن فولبت يحدث فى الفئران أورام غدية فى الإثنى عشر.

2-6-4 جليودين Glyodin

وهو مسحوق برتقالى فاتح لا يذوب فى الماء ولكنه يذوب فى glycol propylene وثانى كلوريد الإيثلين elthylene dichloride وتركيبه ورمزه الكيماوى



Glyodin

(2 - heptodecyl - 2 - imidazoline acetate)

والجليودين مبيد فعال ضد جرب التفاح وكذلك ضد تبقع الورد المسبب من الفطر *Diplocarpon rosae* والبياض الدقيقي في التفاح المسبب من *Podosphaera leuchotricha*.

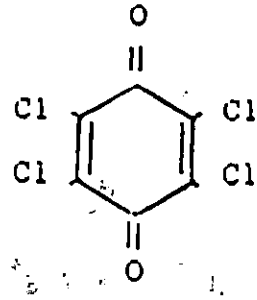
ويباع الجيلودين تحت أسماء تجارية مثل Glyoxalidine و Glyodin Crag و Glyoxide و Crag 341.

7-4 مركبات الكينون

تعتبر مركبات الكينون quinones من المبيدات الفطرية الفعالة في مكافحة بعض الأمراض النباتية الهامة، ومن أهم تلك المركبات الشائع استعمالها كمبيدات قطرية مركب الكلورانيل Chloranil ومركب الدايكلون Dichlone ، وسنذكر فيما يلي خواص واستعمال كل من هذين المركبين :

1-7-4 كلورانيل Chloranil

تركيبه ورمزه الكيميائي



Chloranil

(2,3,5,6-tetrachloro-p-benzoquinone)

جدول 4-6

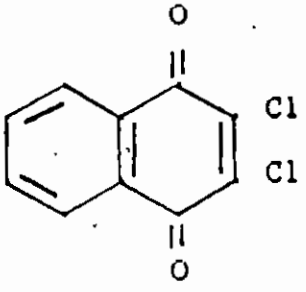
أهم استخدامات الكلورانيل فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	الجرعة		ملاحظات
		معاملة بذور	رش	
بسلة	تعفن بذور *Fusarium* spp. *Pythium ultimum* *Rhizoctonia solani*	% 0.2		معاملة البذور قبل الزراعة
	تعفن جذور *Fusarium solani* *Rhizotonia solani*	% 0.2		" " "
بصل	بياض زغبى *Peronospora destructor*		% 0.15	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
بطاطس	تعفن الساق *Fusarium oxysporum*	% 2		غمر الدرنات قبل الزراعة
	تعفن أسود *Ceratostomella fimbriata*			
ذرة	تعفن حبوب ولفحة بادرات *Diplodia maydis*	% 0.2		معاملة البذور قبل الزراعة
فاصوليا	موت بادرات *Fusarium* spp. *Pythium* spp.	% 0.2		معاملة البذور قبل الزراعة
فول صويا	تعفن جذور *Rhizoctonia solani*	% 0.2		معاملة البذور قبل الزراعة
كرنب	بياض زغبى *Peronospora parasitica*		% 0.4	يبدأ الرش بمجرد ظهور المرض ويكرر أسبوعيا.

بدئ فى اكتشاف التأثير الفعال للكلورانيل فى مكافحة الفطريات خلال عام 1940 ، ثم حضر على نطاق تجارى تحت الإسم التجارى سبرجون Spergon. وهو مسحوق أصفر اللون يحتوى على 94 % من المادة الفعالة و 6 % مادة خاملة. وترجع أهمية هذا المركب إلى نجاح استعماله فى معاملة بذور كثيرة من المحاصيل وقطع التقاوى الإكثارية وذلك لمكافحة موت البادرات وعفن قطع التقاوى ، فقد استعمل بنجاح فى معاملة بذور القطن وفول الصويا والبسلة والفاصوليا والبرسيم والقرع والكرنب والطماطم ودرنات البطاطس والبطاطا (جدول 4-6) ، غير أنه لم يعط نتائج مرضية فى حالة استعماله فى معاملة بذور الباذنجان والفلفل والبنجر. وقد ثبت نجاح الكلورانيل أيضا فى مكافحة التفحم المغطى فى كل من القمح والشعير ومرض تفحم الحبوب فى الذرة الرفيعة. وقد استعمل مركب سبرجون بنجاح عند رشه على الأجزاء الخضرية لمكافحة البياض الزغبى فى بادرات الكرنب المتسبب عن الفطر بيرونوسبورا بارزيتيكا *Peronsopora parasitica* ولكن لا يستعمل هذا المركب عادة كمبيد وقائى على النباتات حيث أنه يتحلل سريعا بعوامل الجو إلى مكونات غير سامة للفطريات وعلى ذلك فإن فترة الوقاية به تكون قصيرة.

4-7-2 دايكلون Dichlone

تركيبه ورمزه الكيميائى



Dichlone

(2.3 – dichloro – 1 , 4 – naphthoquinone)

عرف تأثير الدايكلون الفعال كمبيد فطرى فى عام 1943 أى عقب اكتشاف الكلورانيل وقد ثبت أن فاعليته تفوق بكثير الكلورانيل بالنسبة لمكافحة بعض الأمراض الفطرية. يباع هذا المركب تحت الاسم التجارى فيجون Phygon ، وهو يحتوى على 50 % من المادة الفعالة و 50 % بودرة تلك ، والفيجون غير قابل للذوبان تقريباً فى الماء وقليل الذوبان فى كل من كحول الايثايل وحمض الخليك الثلجى ورابع كلوريد الكربون ، وقد وجد أنه قابل للذوبان فى الزيلول وأرثو - داى كلوروبنزين o-dichlorobenzene. يستعمل الفيجون فى معاملة بذور البقوليات والقرعيات والأرز والذرة الشامية والذرة الرفيعة ، كما أنه يستعمل فى معاملة حبوب القمح لمكافحة مرض التفحم المغطى. وبالنسبة إلى أن مركب دايكلون لا يتحلل بسهولة بالعوامل الجوية ، لذلك فإنه يستعمل بنجاح عند رشه على النباتات لمكافحة أمراض تسقيط أوراق الطماطم المتسبب عن الفطر سبتوريا ليكوبرسيسى *Septoria lycopersici* والبكتيريا فيتوموناس فزيكاتوريا *Phytomonas vesicatoria* وفيتوموناس بانكتولانز *P. punctulans*. كما أن نتائج استخدامه فى مكافحة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس كانت أفضل إذا ما قورنت باستخدام مخلوط بوردو وأكسيد النحاس الأصفر ، وزرليت Zerlate ودايثين ، وقد أدى ذلك إلى الحصول على زيادة كبيرة فى إنتاج المحصول. وقد أعطى الفيجون نتائج طيبة ومؤكدة فى مكافحة مرض جرب التفاح فبينما يستعمل 130 إلى 260 جم من أى من المبيدات الفطرية لكل 100 لتر ماء للوقاية من المرض المذكور استعمل فقط من 50 إلى 100 جم من الفيجون لكل 100 لتر ماء. واستعمل الفيجون كذلك كمبيد وقائى فى مكافحة مرض البياض الزغبى وأمراض عفن الثمار فى العنب (جدول 4-7). ويشبه هذا المركب سابقه فى أنه غير سام للنبات والحيوان ولكنه قد يسبب بعض الالتهابات السطحية إذا لامس جلد الإنسان.

وتؤثر مركبات الكينون على الفطريات باتحادها مع مجاميع كبرتيد الإيدروجين وكذلك مع مجاميع الأمين ، كما توقف عملية الفسفرة وتثبط كل الأنزيمات الخاصة بنزع الإيدروجين وإنزيمات الكربوكسليز carboxylases والمرافق الإنزيمى coenzyme A فى خلايا الفطر، كما تثبط نظام نقل الالكترونات electron transport system.

جدول 4-7

أهم استخدامات الدايكلون فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	الجرعة		ملاحظات
		معاملة بذور	رش	
بسلة	موت البادرات *Pythium ultimum*	%0.25		معاملة بذور •
بنجر	موت البادرات *Phoma betae*	% 0.1		معاملة بذور •
تفاح	جرب *Venturia inaequalis*		% 0.1	يبدأ الرش بعد سقوط بتلات الأزهار أثناء طور الكمون
خوخ	تجعد أوراق *Taphrina deformans*		% 0.2	يبدأ الرش بعد سقوط بتلات الأزهار أثناء طور الكمون
سبانخ	موت بادرات *Pythium ultimum*	% 0.1		معاملة بذور •
طماطم	عفن رمادى *Botrytis cinerea*		% 0.2	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر أسبوعيا •
	وتبقع أوراق *Alternaria* spp.			
فاصوليا	انثراكنوز *Colletotrichum lindemuthianum*	% 0.25	% 0.4	يبدأ الرش بمجرد ظهور المرض ويكرر أسبوعيا •

3-7-4 التأثير السام لمركبات الكينون

يتوقف التأثير السام لمركبات الكينون على قدرة هذه المركبات على الارتباط مع مجاميع SH و NH_2 الموجودة فى خلايا وجراثيم الفطر ، كما تسبب هذه المركبات أيضا خللا فى نظم نقل الالكترونات electron transfer systems •

يؤثر دايكولون على عمليات البناء التى تتم داخل خلايا الفطر *Neurospora sitophila* فيثبط عملية الفسفرة ويثبط بعض الأنزيمات الخاصة بنزع الأيدروجين dehydrogenases وأنزيمات الكربوكسيلز carboxylases والمرافق الأنزيمى A. كما أن تثبيط المرافق الأنزيمي A عملية غير عكسية حيث يتحد المرافق الأنزيمى مع الدايكلون عن طريق استبدال ذرة كلور.

8-4 المركبات الفينولية

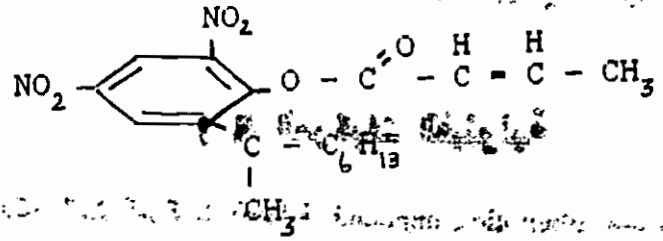
عرف التأثير السام للمركبات الفينولية phenolic compounds منذ عام 1865 وانتشر استعمالها كمواد مطهرة فى الأغراض الطبية ، ولكنها لم تستعمل فى الأغراض الزراعية قبل عام 1943 حينما استعمل ثالث كلوريد الفينول trichlorophenol والذى يعرف تجاريا باسم Dow 6 B (ويحتوى على 65 % من المادة الفعالة) فى معاملة بذور البنجر والبسلة والخيار بمعدل 5 إلى 10 جرام لكل كيلو جرام بذرة.

ويستعمل المركب بنتا كلوروفينول pentachlorophenol الذى يعرف تجاريا تحت أسماء مختلفة منها دوايسيد 7 Dowicide وداويسيد G Dowicide وسانتوبريت Santobrite ، فى معاملة المنتجات السليولوزية مثل المنسوجات والحبال والأخشاب لوقايتها من نمو الفطريات بها ، كما تستعمل أيضا كمادة حافظة للبويات والمواد اللاصقة. وهذا المركب يذوب فى كثير من المذيبات العضوية مثل الأسيتون والبنزين ، ويجب الاحتراس عند استعماله إذ أنه يسبب تهيج لأغشية الأنف والجلد للقائمين باستخدامه دون اتخاذ الإجراءات الوقائية ، وقد استعمل فى صورة ملح الصوديوم sodium pentachlorophenate لرش أشجار المشمش واللوز أثناء طور السكون خلال فصل الشتاء لتطهير الأشجار مما قد يكون عليها من فطريات قبل استئناف نموها فى الربيع الثانى.

يستعمل فينيل فينول phenyl phenol فى وقاية ثمار الموالح من الفطريات التى قد تصيبها أثناء التخزين والتسويق. ولذلك تغلف الثمار بورق جاف سبق غمسه فى محلول فينيل الفينول ، كما استعمل ملح الصوديوم لهذا المركب لرش أشجار المشمش واللوز لمقاومة مرض ذبول الأزهار ولفحة الأغصان المتسبب عن الفطر سكليروتينيا لاكسا *Sclerotinia laxa* . كما استخدم كذلك لمقاومة أمراض تقيب الأوراق المتسبب عن الفطر كورنيم بايجرنيكيى *Coryneum beijerinckii*.

9-4 مركبات داينيتروفينولات

ومن أهم مركبات داى نيتروفينولات dinitrophenols مركب دينوكاب Dinocap ويعرف المستحضر التجارى منه باسم كاراثين Karathane وتركيبه ورمزه الكيميائى :



kerathane

(2,4 – dinitro - 6 (2 - Octayl) phenyl crotonate

أنتج هذا المركب بواسطة شركة روم وهاس Rhom - & Hass Co، الأمريكية ، فى صور مختلفة إما على هيئة مسحوق أصفر قابل للبلل يحتوى على 25 % من المادة الفعالة أو على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 50 % من المادة الفعالة أو فى صورة مسحوق للتعفير . والكاراثين مبيد فعال ضد أمراض البياض الدقيقى على النباتات الحساسة للكبريت بصفة خاصة ، إذ أن مثل هذه النباتات لا يؤثر عليها الكاراثين تأثيرا ضارا . وقد استعمل الكاراثين بنجاح كمبيد وقائى وعلاجى ضد أمراض البياض الدقيقى باستخدامه رشا بتركيز يتراوح بين 0.05 - 0.15 % على أشجار المانجو والتفاح والكمثرى والخوخ والمشمش والعنب وكذلك على المحاصيل القرعية وبعض أصناف نباتات الزينة . ويتبع برنامج علاجى ووقائى لمقاومة أمراض البياض الدقيقى على أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق وذلك برش الأشجار أثناء الشتاء بالكاراثين لإبادة ما قد يكون بها من إصابات سابقة ، إذ أن فطريات البياض الدقيقى تكمن داخل البراعم أثناء فترة الشتاء ، ثم تنشط أثناء الربيع وتهاجم الأوراق الحديثة والبراعم الزهرية والثمار مما يسبب قلة فى نسبة العقد فيها ، ثم تسبب الإصابات الثانوية فى الأوراق أثناء الموسم إصابة البراعم الحديثة الناشئة فى آباط الأوراق مما يتسبب فى إعادة العدوى فى السنة التالية ، وهنا تظهر أهمية المقاومة خلال الشتاء بالكاراثين حيث أنه يمكن بهذه الطريقة تقليل نسبة الإصابة فى الموسم التالى إلى حد كبير وخاصة لو اتبع برنامج وقائى محكم بالرش بالكاراثين أثناء الربيع على فترات مناسبة .

ويمكن خلط الكاراثين بالمبيدات الفطرية الأخرى مثل زينب والفربام والثيرام وكثير من المبيدات الحشرية والمبيدات المستخدمة فى مقاومة الحلم. وينصح بإضافة مادة ناشرة ولاصقة مثل تريتون ب Triton B بمعدل 0.1 % إلى الكاراثين عند استخدامه فى رش النباتات المصابة حتى لا يترسب المبيد ، ولكى تزداد قوة التصاقه على الأوراق المعاملة فتطول فترة فاعليته فى الوقاية.

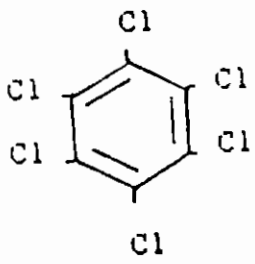
ويتبع هذه المجموعة من المركبات مبيد آخر يعرف تجاريا باسم إلجيتول Elgetol وتركيبه الكيميائى sodium dinitro-o-cresolate، ويستعمل هذا المستحضر لرش أراضى بساتين الفاكهة لقتل الأطوار الساكنة من الفطريات التى تكمن مع بقايا النباتات خلال موسم الشتاء والتى يتكون منها مصدر العدوى الأولية على النموات الحديثة فى أوائل الربيع. ويستعمل هذا المبيد بمعدل واحد كيلو جرام / 100 لتر ماء ، كما يستعمل لنفس الغرض مركب dinitro-o-cyclohexylphenol.

10-4 المبيدات الأروماتية الاستبدالية

تشمل المبيدات الأروماتية الاستبدالية substituted aromatics عدة مبيدات تستخدم فى أغراض مختلفة وأهم تلك المبيدات ما يأتى :

1-10-4 سادس كلوريد البنزين Hexachlorobenzene (HCB)

وتركيبه ورمزه الكيميائى

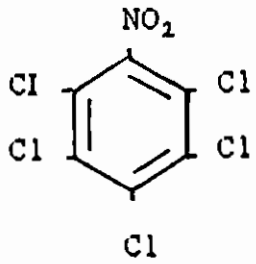


HCB
(hexachlorobenzene)

يستخدم هذا المركب فى معاملة حبوب القمح ضد التفحم المغطى ، كما يستخدم أيضا فى معاملة التربة.

2-10-4 خامس كلوريد نيتروبنزين Pentachloronitrobenzene (PCNB)

ويرمز له بالرمز الكيميائى



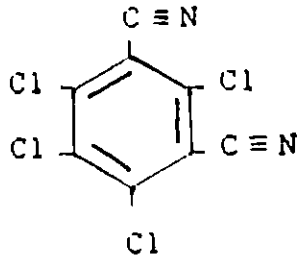
PCNB

(Pentachloro nitro benzene)

ويعرف تجاريا باسم PCNB أو تراكلور Terractor أو فولوسان Folosan أو براسيكول Brassicol أو تريتيسان Tritisan أو تيلكاركس Tilcarex أو كوينتوزين Quintozene. وتوجد منه مستحضرات تجارية بعضها يحتوى على 20 % مادة فعالة والبعض الآخر يحتوى على تركيزات مرتفعة من المادة الفعالة قد تصل إلى 60 أو 75 %. وهذا المركب فعال فى مقاومة بعض الفطريات والاكتينوميستات التى تعيش فى التربة وكذلك ريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* وبوترايتس *Botrytis* spp. وتليشيا كاريز *Tilletia caries* وستربتوميسيس سكابيس *Streptomyces scabies*، وكائنات أخرى غيرها. غير أنه لا يؤثر كثيرا فى مقاومة البعض الآخر من المسببات الممرضة من انواع بيثوم *Phthium* وفيتوفثورا *Phytophthora* وفيوزاريوم *Fusarium* وفرتسليوم *Verticillium*. وقد استعمل هذا المركب بنجاح فى معاملة التقاوى كما حالة معاملة حبوب القمح لوقايتها من مرض التفحم المغطى المتسبب عن تليشيا كاريز.

3-10-4 كلورثالونيل Chlorothalonil

وتركيبه ورمزه الكيميائى



Chlorothalonil
(tetrachloroisophalonitrite)

ومن أسمائه التجارية برافو 50 وداكونيل 75 وداكونيل كزد وداكوبر •

أنتج هذا المبيد عام 1964 وهو مبيد فطرى فعال ضد كثير من أمراض المجموع الخضرى ، كما يستخدم فى معاملة بذور القطن لمقاومة موت البادرات • وكذلك أمراض المسطحات الخضراء •

فى تجارب على الفئران ثبت إحداثه لأورام سرطانية بالكلية والأمعاء ، لهذا فإنه لا ينصح باستخدامه على المجموع الخضرى فى محاصيل الغذاء •

11-4 المركبات النتروجينية الأليفاتية

من المركبات النتروجينية الأليفاتية aliphatic nitrogen compounds المبيد الفطرى دودين Dodine وتركيبه ورمزه الكيميائى

$$C_{12}H_{25} - NH - \underset{\underset{NH}{|}}{C} - NH - CH_2 - C(=O) - OH$$

Dodine
(n - dodecylguanidine acetate)

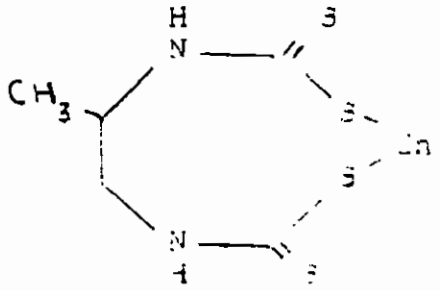
يستخدم الدودين فى مكافحة مرض جرب التفاح والكمثرى ومرض تبقع الأوراق فى الكريز وذلك باستخدامه بطريقة الرش بتركيز 0.5 % ، ويعتقد أن لهذا المركب تأثير جهازى محدود حيث وجد أنه عند رشه على الأسطح السفلية من أوراق التفاح فإنه ينتقل خلال نسيج الأوراق إلى الأسطح العلوية ويقتل جراثيم فطر الجرب الملاصقة للأسطح العلوية لتلك الأوراق. ويمكن خلط الدودين مع كثير من المبيدات الفطرية مثل الكبريت والزينب والفربام والكاراثين ، كما يمكن خلطه مع عديد من المبيدات الحشرية مثل د. د. ت. والسيفين والبراثيون والسيستوكس. ومن مميزات هذا المركب أنه قليل السمية بالنسبة للإنسان.

12-4 مبيدات عضوية أخرى

توجد فى الأسواق مبيدات عضوية كثيرة عدا التى ذكرت سابقا وكلها فعالة فى مكافحة الأمراض الفطرية على أشجار الفاكهة والخضر ومحاصيل الحقل ونباتات الزينة ، ومن هذه المبيدات ما يستطيع مكافحة العديد من الأمراض النباتية مثل اللفحة المتأخرة واللفحة المبكرة فى الطماطم والبطاطس ولفحة الأسكوكتيا على البسلة ولفحة الأرز وأمراض تبقع الأوراق والأنثراكنوز وعفن الرقبة والعفن الرمادى والبياض الزغبى ، وذلك مثل المبيدات إنتراكول وبايكور وبروكلوراز وبرستان وبوتران 75 وديرين ويوبارين ، ومن المبيدات ما هو مختص يقاوم مرضا واحدا فقط مثل مرض البياض الدقيقى ومن هذه المبيدات كمويولان ومورستان ، ومنها ما يقاوم مرض البياض الزغبى فقط مثل إنتراكول ومنها ما يقاوم مرض اللفحة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس مثل باتافول بلاس ، ومنها ما يقاوم العفن الأبيض فى البصل مثل سميسيكلكس 50.

1-12-4 أنتراكول مسحوق قابل للبلل 70 Antracol w.p. (بروبينب Propineb)

وتركيبه ورمزه الكيميائى



Propineb or Antracol

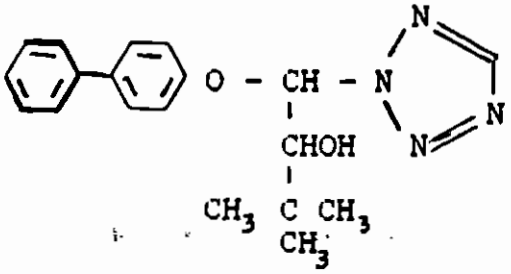
(1-methyl-1,2-ethylanediyl) bis (carbamodithioato)-(2-) Zinc.

مبيد عضوى لمكافحة الامراض الفطرية التى تصيب كثير من محاصيل الخضر والفاكهة والفول السودانى ونباتات الزينة ومن هذه الأمراض اللفحة المبكرة فى الطماطم والبطاطس المسببة من الفطر *Alternaria solani* ولفحة أوراق وقرون البسلة المسببة من *Ascochyta pisi* وتبقع أوراق الفاصوليا المسببة من *Ascochyta phaseolorum* وعفن الرقبة فى البصل المسبب من *Botrytis allii* والبياض الزغبى فى الخس المسبب من *Bremia lactucae* واللفحة المبكرة فى الكرفس المسببة من *Cercospora apii* والبياض الزغبى فى البصل المسبب من *Peronsospora destructor* واللفحة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس المسببة من *Phytophthora infestans* وتبقع أوراق الكرفس المسبب من *Septoria apiicola* ، وكذلك جرب التفاح المسبب من *Venturia inaequalis* وجرب الكمثرى المسبب من *V. pirina* والبياض الزغبى فى العنب المسبب من *Plasmopara viticola* ولفحة الأرز المسبب من *Pyricularia oryzae* والتبقع البنى فى الأرز المسبب من *Bipolaris oryzae* والبقعة السوداء فى الورد المسبب من *Diplocarcarpon rosae* وصدأ الورد المسبب من *Phragmidium mucronatum*. ترش النباتات المصابة بمجرد ظهور الأعراض وذلك بتركيز 1 جم / لتر ماء وقد يكرر الرش مرتين أو ثلاثة مرات إذا لزم الأمر .

ويوجد الأنتراكول على صورة مسحوق قابل للبلل يحتوى على 65 % أو 70 % ، أو قد يوجد المركب على صورة مسحوق تعفير يحتوى على 6 % أو 10 % propineb.

2-12-4 بايكور Baycor

ورمزه الكيميائى



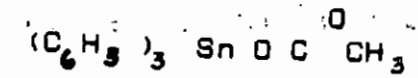
Baycor

مبيد فطرى لمكافحة كثير من الأمراض على عديد من المحاصيل الاقتصادية الهامة فهو يقاوم البياض الدقيقى فى القرعيات والبسلة والفراولة والخوخ الورد ، كما يستخدم فى مكافحة مرض الصدأ فى الفاصوليا والفول السودانى والورد والقرنفل. يستخدم أيضا فى مكافحة تبقع أوراق الفول السودانى والفراولة وفى أنثراكنوز الفاصوليا وجرب التفاح.

يوجد بايكور على صورة مسحوق قابل للبلل يحتوى على 25 % أو 50 % من المادة الفعالة ، كما يوجد أيضا على هيئة مستحلب مركز 300 جم / لتر. ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض وذلك بتركيز 0.02 % ويكرر الرش بعد أسبوعين.

3-12-4 برستان Brestan

ورمزه الكيميائى



Brestan

مبيد فطرى لمكافحة العديد من محاصيل الخضر ومحاصيل الحقل (جدول 4-8) ، كما أنه يقاوم الطحالب التى تنمو على سطح المياه التى ينمو فيها الأرز ، وذلك مثل أنواع *Chara* و *Nitellla* وذلك بمعدل 300 جم من مستحلب برستان مركز / فدان (700 جم / هكتار).

يوجد برستان على عدة صور :

1 - برستان 60 ويحتوى على 54 % خلات فنتين fentin acetate + 18 % مانب.

2 - برستان مستحلب مركز ويحتوى على 54 % خلات فنتين.

3 - برستان 20 ويحتوى على 19 % خلات فنتين.

4 - برستان 10 أو مانب برستان ويحتوى على 9 % خلات فنتين + 62.5 % مانب.

جدول 4-8

استخدامات برستان 60 فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
أرز	لفحة *Pyricularia oryzae*	% 0.05	رش الشتلات قبل نقلها إلى الحقل المستديم ثم الرش فى الحقل بعد شهر.
	تبقع بنى *Bipolaris oryzae*		
بصل	لفحة أرجوانية *Alternaria porri*	% 0.05	يوصى باستخدام مادة ناشرة مع المبيد. يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر كل عشرة أيام.
بطاطس	لفحة متأخرة *Phytophthora infestans*	% 0.05	يبدأ الرش عندما تكون الظروف الجوية ملائمة للإصابة ويكرر الرش كل 7-14 يوما مع زيادة التركيز إلى 0.06 %.
بنجر	تبقع أوراق *Cercospora beticola*	% 0.05	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر كل 14 يوما عند الضرورة.
	بياض دقيقى *Erysiphe betae*		

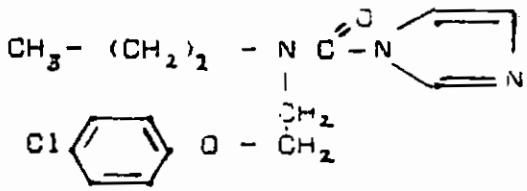
تابع جدول 4-8

استخدامات بريستيج 30 في مكافحة الامراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
فاصولياء	إنثراكنوز *Colletotrichum lindemuthianum* صدأ *Uromyces phaseoli*	% 0.05	يبدأ الرش بمجرد ظهور الاعراض ويكرر الرش بعد 7 يوم
فول سوداني	تبقع أوراق *Cercospora* spp. صدأ *Erysiphe betae*	% 0.05	يبدأ الرش بعد 5 - 6 أسابيع بعد الزراعة وفي حالة الاصابة الشديدة يراد التركيز الى 1.5 %. يكرر الرش كل 10 - 7 أيام.
كرفس	تبقع أوراق *Septoria apii*	% 0.05	يبدأ الرش بمجرد ظهور الاعراض ويكرر الرش بعد 21 يوما.

4-12-4 بروكلوراز Prochloraz

وتركيبه وصيغته الكيميائية



Prochloraz

(1-N-propyl-N-[2(2,4,6-trichlorophenoxy) ethyl] carbamoyl imidazole

مبيد فطرى لمكافحة العديد من الأمراض المتسببة عن الفطريات الأسكية والناقصة على كثير من المحاصيل الاقتصادية.

وتوجد عدة مستحضرات تجارية من بركلوراز منها ما هو على هيئة مستحلب مركز يستخدم رشا على الأجزاء الخضرية من النبات (جدول 4-9) ومنها ما هو على هيئة مسحوق ويستخدم فى معاملة التقاوى ونذكر من هذه المستحضرات الآتى :

سبورتك	Sportak	على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 450 جم / لتر .
سبورتك ب ف	Sportak PF	على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 300 جم / لتر + 80 جم / لتر من carbendazim (مستحضر إنجليزى).
سبورتك ألفا	Sportak alpha	على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 267 جم / لتر + 100 جم / لتر carbendazim .
سبورتك ألفا	Sportak alpha	على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 300 جم / لتر + 80 جم carbendazim (مستحضر ألمانى).

كما يوجد المركب على هيئة مسحوق لمعاملة البذور ويعرف تجاريا باسم أبافيت Abavit ويحتوى هذا المستحضر التجارى على 108 جم / كجم من المركب بروكلوراز كلوريد المنجنيز + 500 جم كربوكسين لكل كيلو جرام.

وقد كان لهذا المركب تأثيره فى مكافحة التفحم السائب وتخطط أوراق الشعير والتفحم المغطى فى القمح وذلك بمعاملة التقاوى بمعدل 2 جم / كجم حبوب.

جدول 4-9

استخدامات بروكلوراز فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
أرز	تبقع بنى *Bipolaris oryzae* لفحة *Pyricularia oryaze*	0.5 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر مرتين كل ثلاثة أسابيع.
بصل	عفن بنى *Botrytis cinerea*	0.5 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش بعد أسبوعين إذا لزم الأمر.
بنجر	تبقع أوراق *Cercospora beticola*	1-0.25 جم / لتر ماء	" " " "
تفاح	بياض دقيقى *Podosphaera lucotricha*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
خس	عفن بنى *Botrytis cinerea*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
خيار وكوسة	بياض دقيقى *Sphaerotheca fuliginea*	0.2 جم / لتر ماء	" " " "
ذرة	عفن الساق *Diplodia maydis*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
شعير	بياض دقيقى *Erysiphe graminis* تلطخ شبكى *Pyrenophora teres*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
طماطم	لفحة مبكرة *Alternaria solani*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
فراولة	بياض دقيقى *Sphaerotheca humuli*	0.5-0.25 جم / لتر ماء	" " " "
فول سودانى	تبقع أوراق *Cercospora* spp.	0.5 جم / لتر ماء	" " " "

تابع جدول 4-9

استخدامات بروكلوراز فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
فول صويا	أنثراكنور *Colletotrichum truncatum* صبغة أرجوانية للبذور *Cercospora kikuchii*	1 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر مرتين كل ثلاثة أسابيع.
قمح	تبقع أوراق *Septoria tritici* تلطخ قنابع *Septoria nodorum*	0.5 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش بعد أسبوعين إذا لزم الأمر.
كرنب	تبقع أوراق *Alternaria brassicicola* عفن رمادى *Botrytis cinerea* عفن سابق *Sclerotinia sclerotiorum*	0.5 جم / لتر ماء	" " " "
مانجو	أنثراكنوز *Glomerella cingulata* تبقع أوراق *Cercospora mangiferae*	0.2 جم / لتر ماء	" " " "

4-12-5 بوتران 75 قابل للبلل Botran 75 w.p.

وتركيبه الكيميائى 2.6-dichloro-4-nitroaniline

مبيد فطرى لمكافحة أمراض عديدة تصيب محاصيل الخضر والفاكهة فى الحقل والبستان كما يستخدم فى معاملة الثمار بعد الحصاد ، كذلك يستخدم فى مكافحة فطريات التربة. (جدول 4-10). يحتوى بوتران 75 قابل للبلل على 75 % مادة فعالة + 25 % مواد خاملة.

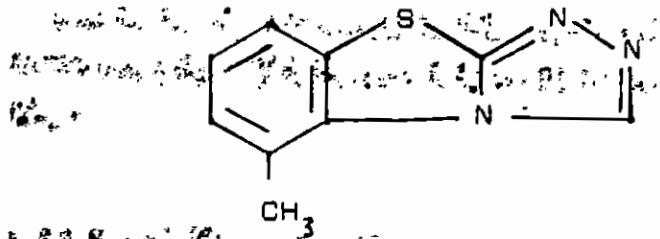
جدول 4-10

استخدامات بوتران 75 قابل للبلل فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
برقوق	لفحة أزهار *Monilinia* spp.	2.5 جم / لتر ماء	ترش الأشجار بمجرد ظهور الأعراض على الأزهار ويكرر عند انتفاخ البراعم.
بصل	عفن أبيض *Sclerotium cepivorum*	10 جم / لتر ماء	يخلط المبيد بالطبقة السطحية للتربة (2-3 سم) قبل الزراعة بأسبوع أو أسبوعين.
بطاطس	عفن طرى أبيض *Sclerotinia sclerotiorum*	2 جم / لتر ماء	يبدأ الرش عند ظهور الأعراض ويكرر كل 10-14 يوما ويمنع الرش قبل جمع الدرنات بأسبوعين.
خس	عفن بنى *Botrytis cinerea*	3 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بعد سبعة أيام من الشتل ، ويكرر الرش عندما تبلغ النباتات منتصف عمرها ، ويمنع الرش قبل الجمع بأسبوعين.
خوخ	لفحة أزهار وعفن بنى للثمار *Botrytis cinerea*	2 جم /. لتر ماء	يبدأ الرش عند ظهور الأعراض على الأزهار ويكرر عند انتفاخ البراعم وعند تمام تكوين الثمار ثم قبل جمع الثمار بثمانية عشر يوما.
عنب	عفن رمادى *Botrytis cinerea*	1.5 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر كل 7-14 يوما يمنع الرش قبل جمع المحصول بأسبوع.
فاصوليا	عفن طرى أبيض *Sclerotinia sclerotiorum*	3 جم / لتر ماء	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش كل 7-14 يوما. ويمنع قبل جمع القرون بأسبوع.

6-12-4 بيم 75 Beam 75

تركيبه ورمزه الكيميائى



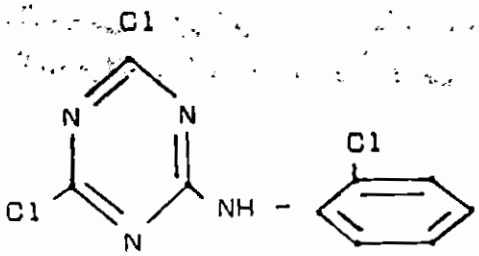
Tricyclazole (Beam 75)

(5-methyl-1,2,4 triazolo (3,4-b) (1,3) benzothiazole.)

ويعرف باسم ترايسيكلازول Tricyclazole وهو يتبع أيضا مجموعة الترايازولات Triazoles وهو مبيد فعال جدا ضد لفحة الأرز المسبب عن الفطر *Pyricularia oryzae* ويستخدم بتركيز 1.5 جم / لتر ماء ويكرر الرش كل ثلاثة أسابيع من إبتداء ظهور الإصابة.

7-12-4 دايرين Dyrene

تركيبه ورمزه الكيميائى



Dyrene

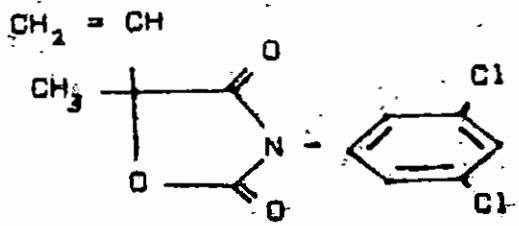
[2,6-Dichloro-N-(2-chlorophenyl)-1,3,5-triazin-2-amine]

مبيد فطرى لمكافحة اللفحة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس والعفن الرمادى فى البصل والفراولة وتبقع أوراق الفراولة والكرفس والقطن وتلطخ قنابع القمح والتلطخ الشبكى فى الشعير.

يوجد المركب على هيئة مسحوق قابل للبلل ، ويستخدم بتركيز 2 جم / لتر ماء. ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض ويعاد الرش بعد 10-14 يوما ، وقد يكرر الرش إذا احتاج الأمر.

8-12-4 رونيلان Ronilan

وتركيبه ورمزه الكيميائى



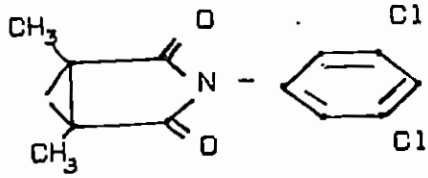
Ronilan

[3-(3,5 dichlorophenyl)-5-ethylenyl-5-methyl-2,4-oxazolidine-dione]

من المبيدات العضوية المتخصصة لمكافحة فطرى *Botrytis* و *Sclerotinia* على كثير من محاصيل الخضر والفاكهة والحقل ونباتات الزينة. يوجد المركب على صورة مسحوق قابل للبلل. ترش النباتات بمجرد ظهور أعراض الإصابة وذلك بتركيز 1 جم / لتر ماء وقد يكرر الرش مرتين أو ثلاث مرات بين المرة والأخرى أسبوعين.

9-12-4 سوميسكلكس 50 قابل للبلل Sumisclex 50 w.p.

ورمزه الكيميائى



Sumisclex (Procymidone)

مبيد فطرى وقائى وعلاجى، متخصص ضد مرض العفن الأبيض فى البصل المتسبب من الفطر *Sclerotium cepivorum* ومرض عفن الرقبة المتسبب من الفطر *Botrytis allii*. يؤثر هذا المركب على تثبيط نمو ميسيليوم تلك الفطريات وكذلك على إنبات جراثيمها. يرجع التأثير الفعال لوجود المادة المعروفة باسم بروسيميدون وتركيبها الكيميائى

N-(3.5-dichlorophenoxy)-1,2-dimethyl-cyclopropane-1,2-dicarboxymid

يستخدم سوميسكلكس فى معاملة بذور البصل قبل زراعتها وذلك بمعدل10 جم/ كجم بذرة حيث أن فطر *B. allii* من الفطريات التى تحمل على بذور البصل ، كما تتقع شتلات البصل قبل نقلها إلى الحقل المستديم فى محلول بتركيز 40 جم / لتر ماء.

هذا المبيد له قدرة متوسطة على النفاذ داخل أنسجة النبات مما يجعله ثابتا تحت ظروف الرطوبة العالية والأمطار.

يسبب هذا المبيد أورام فى الغدة النخامية وأمراض سرطانية فى الكبد عند الفئران.

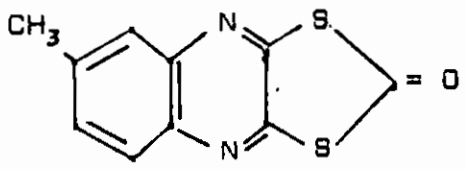
10-12-4 كيوميولان Kumulan

مبيد فطرى متخصص لمكافحة البياض الدقيقى على التفاح المتسبب عن الفطر *Podosphaera leuchotricha*.

يوجد المبيد على هيئة مسحوق قابل للبلل ويحتوى على مادة nitrothal-isopropyl بنسبة 16.7 % + كبريت بنسبة 53.3 % . ترش الأشجار قبل الإزهار بتركيز 3 جم / لتر ماء ، وترش بعد الإزهار بتركيز 2 جم / لتر ، وفى الإصابات الشديدة ترش الأشجار بتركيز 3 جم / لتر ماء.

11-12-4 مورستان Morestan

ورمزه الكيميائى

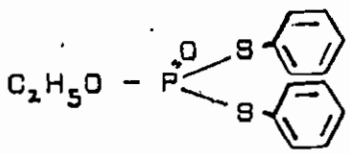


Morestan

مبيد فطرى لمكافحة أمراض البياض الدقيقى على أوراق أشجار التفاح وأشجار النواة الحجرية وشجيرات العنب ونباتات الزينة ، كما أنه يكافح أنواع الحلم .*Tetranychus* spp على ثمار التفاحيات وثمار النواة الحجرية وثمار الموالح والعنب.

12-12-4 هينوزان Hinosan

وتركيبه ورمزه الكيميائى



Hinosan

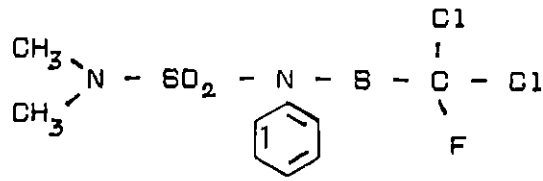
(dithiophosphoric-o-ethyl 8,8-diphenylcoter)

مبيد فطرى متخصص لوقاية وعلاج مرض اللفحة فى الأرز المسبب من الفطر *Pyricularia oryzae* . يستخدم هينوزان بمعدل 100 مل / 100 لتر ماء.

ترش النباتات ثلاث مرات الأولى عند ظهور الإصابة والثانية بعد طرد 10 % من السنابل والثالثة بعد تمام طرد السنابل.

13-12-4 يوبارين 50 % قابل للبلل Euparen 50% w.p.

ورمزه الكيميائى



Euparen (dichlofuanid)

مبيد فطرى لمكافحة الكثير من الأمراض على عديد من العوائل ، ومن أهم الأمراض التي يقاومها هذا المبيد ما كان متسببا عن الفطر *Botrytis* مثل مرض العفن الرمادى على الفلفل والعنب والفراولة والخس والورد ، ومن الأمراض الأخرى مرض اللفحة المبكرة والمتأخرة فى الطماطم والبطاطس والبياض الدقيقى على الورد والعنب والتفاح والفراولة ، والبياض الزغبى على البصل والقرعيات والعنب وجرب التفاح وتثقيب أوراق الخوخ والبقعة السوداء فى الورد وتبقعات الأوراق على الفول. يوجد المركب على هيئة مسحوق قابل للبلل يحتوى على 50 % من المادة الفعالة ، ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض وذلك بتركيز 0.25 % ويكرر الرش كل أسبوعين. يوجد هذا المركب على هيئة مسحوق عديم اللون.

13-4 المبيدات الجهازية

تناولنا فى الفصول السابقة أهم المبيدات الفطرية المستخدمة فى مكافحة أمراض النبات التى تصيب المحاصيل الزراعية سواء كان ذلك عن طريق الوقاية أو العلاج ، ويستلزم ذلك معاملة النباتات بطريق الرش أو التعفير بالمبيدات المناسبة لكل حالة ، وتوزع تلك المبيدات بطريقة أو بأخرى ، على الأسطح الخارجية للأعضاء النباتية المعاملة ، ولا تنفذ تلك المبيدات إلى الأنسجة الداخلية التى قد تتعرض إلى الإصابة بكثير من الطفيليات المرضية الداخلية endoparasites. وقد دعا ذلك كثير من الباحثين إلى ضرورة اكتشاف مبيدات أخرى يمكن أن يمتصها النبات فتنتشر خلال أنسجته الداخلية دون أن تفقد أثرها القاتل على الطفيليات المرضية وبذلك يمكن قتل هذه الطفيليات فى أماكن تغلغلها داخل النبات ، وتسمى مثل هذه المبيدات التى تدخل النبات إما عن طريق التربة والامتصاص بواسطة المجموع الجذرى أو

عن طريق انتشار المبيد من سطوح الأوراق إلى الأنسجة الداخلية للنبات بالمبيدات الجهازية systemic fungicides وقد روعى فى اختيار المبيد الجهازى أن تتوفر فيه الخواص الآتية :

1- أن يكون شديد السمية على المسبب المرضى حيث أن تلك المبيدات أكثر تخصصية من المبيدات غير الجهازية.

2- له قدرة على التغلغل داخل خلايا الطفيل.

3- أن لا يكون ساما أو ضارا على أنسجة النبات المعامل ، كما لا يكون لنواتج تحلله تأثير ضار النبات.

4- أن يكون له تأثير مثبط على الأنزيمات والسموم التى تفرزها الطفيليات الممرضة.

5- أن يمنع هيفات الفطر من تكوين تركيباته مثل المثبت والممصات وأنابيب الإنبات وغيرها.

6- أن يكون له خاصية الامتصاص والانتقال بين الأنسجة النباتية حتى يصل إلى المواضع التى يكمن فيها المسبب المرضى.

وتتوقف الصفات الخاصة بالمبيد الجهازى على طبيعة ونوع المرض النباتى الذى يمكن أن يقاوم بمثل هذا المبيد ، فمثلا تختلف صفات استخدام المبيد الجهازى الخاص بمكافحة أمراض الذبول الوعائى عما يستخدم فى مكافحة عفن الجذور أو عفن القدم أو تبقع الأوراق. ففى حالة أمراض الذبول الوعائى يدخل الطفيل الفطرى أو البكتيرى المسبب للمرض عن طريق الجذور إلى الأوعية الخشبية حيث ينمو وينتشر فيها ، ولمكافحة مرض كهذا وجب استعمال مركب جهازى يمتص وينتشر داخل أوعية الخشب ويبقى فيها فترة تكفى لقتل المسبب الممرض. عند مكافحة أمراض الذبول فى الأشجار مثل أشجار الدردار الهولندى فيتبع طريقة عمل ثقوب فى الشجرة بنظام حلزونى حول محيطها وتملأ هذه الثقوب بالمبيد الجهازى الذى يكون عادة على هيئة عجينة ثم يتم تغطيتها بواسطة مادة شمعية ، فيمتص المبيد الجهازى ببطء وتدريجيا على فترة طويلة بواسطة الأنسجة الملاصقة للمبيد ويصل إلى أوعية الخشب ويبقى تركيزه فيها بدرجة مناسبة وفعالة لفترة طويلة من الوقت. وفى حالة أمراض تبقع الأوراق فلا يلزم أن يكون المبيد الجهازى المستخدم له خاصة الانتقال داخل الأنسجة النباتية لمسافة كبيرة وتشمل النبات كله ، إذ يكفى فى هذه الحالة أن ينتقل المبيد بين أوراق الشجرة فقط دون أن يعم إنتشاره إلى أجزاء النبات الأخرى. أما فى أمراض عفن

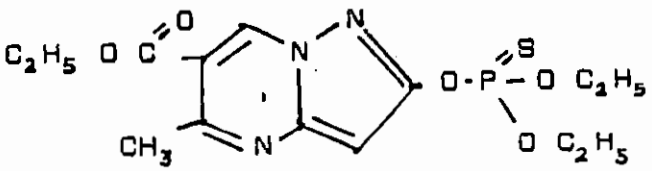
الجذور أو عفن القدم فيفضل أن يستعمل المبيد الجهازى فى صورة محلول يضاف إلى التربة المحيطة بالجذور وتعرف هذه الطريقة بتبليل التربة soil drenching.

أما فى الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور ، حيث قد يوجد الفطر فى القصرة أو فى الفلقة أو الفلقات وكذلك فى محور الجنين فيمكن أن يستخدم المبيد الجهازى كمسحوق وتعرف هذه الطريقة بالمعاملة الجافة للبذور dry seed dressing أو قد يستعمل المبيد فى صورة محلول تغمر فيه البذور لبعض الوقت وتعرف هذه الطريقة بغمر البذور seed dipping.

وقد تحقق الحلم الذى كان يراود علماء أمراض النبات عندما اكتشف منذ حوالى أربعين عاما أن مركب carboximide له صفة الانتقال داخل أنسجة نبات القمح وأمكنه تثبيط نشاط فطر التفحم السائب ، ومنذ ذلك الحين اكتشفت عدة مبيدات فطرية جهازية أخرى تنتمى إلى عدة مجاميع كيماوية ومعظمها اختيارى التأثير ، ومن تلك المبيدات ما يلى :

1-13-4 أفيوجان Afugan

يعرف أيضا باسم بيرازوفوس pyrazophos ورمزه الكيميائى



Afugan

وهو مبيد فطرى جهازى له تأثير وقائى وعلاجى ضد مرض البياض الدقيقى فى عديد من محاصيل الحقل والفاكهة والخضر ونباتات الزينة (جدول 4-11) ويمتصه النبات جيدا خلال الأوراق والساق. وبجانب تأثيره الوقائى والعلاجى فإنه يحسن من طبيعة نمو النباتات المعاملة به. ويوجد المبيد على هيئة مستحلب مركز يحتوى على 30% من المادة الفعالة ، ويجب إيقاف الرش قبل الحصاد بعشرين يوما.

جدول 4-11

استخدامات أفيوجان فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى

المحصول	مسبب المرض	التركيز	ملاحظات
باذنجان وخيار وكوسة	*Erysiphe cichoracearum*	% 0.1	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
بنجر سكر	*Erysiphe betae*	% 0.05	" " " "
تفاح	*Podosphhaera leucotricha*	% 0.1	يبدأ الرش عند ابتداء انتفاخ البراعم ، ويكرر الرش كل 7-14 يوما إذا لزم الأمر.
خرشوف وطماطم وفلفل	*Leveillula taurtica*	% 0.1	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
خوخ	*Sphaerotheca pannosa*	% 0.1	يبدأ الرش عند ابتداء ظهور الأعراض.
عنب	*Uncinula necator*	% 0.05	يبدأ الرش عند ابتداء ظهور الأعراض ، ويكرر إذا لزم الأمر.
فراولة	*Sphaerotheca humuli*	% 0.1	يبدأ الرش عند ابتداء التزهير.
قمح وشعير	*Erysiphe graminis*	% 0.25	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ثم يكرر الرش عند ظهور السنابل ثم يعاد الرش بعد تمام تكوين السنابل.
كرنب	*Erysiphe polygoni*	% 0.1	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
مانجو	*Oidium mangiferae*	% 0.05	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض ، ويكرر الرش كل 7-14 يوما.

4-13-2 إنتراكول كومبى 25 و 71 قابل للبلل Antracol combi w.p. 71,25

مبيد جهازى لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية مثل اللفحة المبكرة والمتأخرة فى الطماطم والبطاطس ومرض تبقع الأوراق السركوسبرى والأنثراكنوز فى الفلفل وتبقع

الأوراق الأسكوكيتى فى البسلة ومرض البياض الزغبى والبياض الدقيقى فى العنب والمانجو والقرعيات والبياض الدقيقى والجرب فى التفاح والكمثرى والبياض الزغبى واللفحة الأرجوانية فى البصل. ترش النباتات والأشجار بتركيز 2.5 جم / لتر ماء ويكرر الرش كل أسبوعين ويجب إيقاف الرش قبل جمع المحصول بأسبوع.

يمكن خلط انتراكول كومبى مع معظم المبيدات الحشرية والأسمدة الورقية على أن يستعمل محلول الرش بعد الخلط مباشرة.

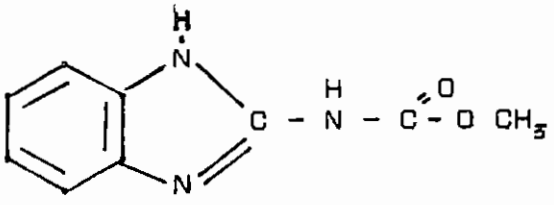
يتكون إنتراكول كومبى من propineb + triadimefon

3-13-4 باترول بلاس Patrol plus

مبيد جهازى ضد اللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم المسبب من الفطر *Phytophthora infestans* . يحتوى المركب على ofurace الذى ينتمى إلى مجموعة acylalanines وتركيبه الكيماوى N(2 oxyterta-hydrofuran-3yl) acetamide ويحتوى المركب التجارى على 5.75 % بالوزن من ofurace وعلى 67 % بالوزن من bis dithiocarbamate ، ويرش باترول بلاس بمعدل 2 كجم / هكتار.

4-13-4 بافستين Bavistin

البافستين من مركبات البنزميد أزول ورمزه الكيميائى



Bavistin

ويعرف باسم كاربندازيم Carbendazim أو ديروسال Derosal ، وله تأثير فعال ضد عدد كبير من الأمراض التى تتبع الفطريات الأسكية والفطريات الناقصة (جدول 4-12) ، ولكنه غير فعال ضد الفطريات البيضية. ينقل هذا المركب جهازيا داخل أنسجة النبات وله تأثير وقائى وعلاجى.

ويوجد هذا المركب على هيئة مسحوق قابل للبلل 50 أو 60 % وعلى هيئة مستحلب 50 %.

جدول 4-12

استخدامات بافستين فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
تفاح وكمثرى	جرب *Vemturia inaequalis* *V. pirina*	% 0.05	يبدأ الرش قبل الإزهار ويكرر كل 10 – 14 يوم. ولتلافى نشوء سلالات مقاومة من الفطر يمكن تبادل البافستين مع بوليرام كومبى. يستمر التأثير العلاجى ضد مرض الجرب مدة ثلاثة أيام بعد حدوث الإصابة.
	بياض دقيقى *Podosphhaera leucotricha*	% 0.05	يبدأ الرش قبل الإزهار ويستمر كل 10 – 14 يوم حتى نهاية نمو الأفرخ.
برقوق خوخ ولوز	عفن بنى للثمار *Monilinia fructicola*	% 0.05	يبدأ الرش عند بدء ظهور الإصابة ويكرر بعد أربعة أسابيع ثم يعاد الرش مرة أخرى قبل جمع المحصول باسبوعين.
عنب	عفن رمادى *Botrytis cinerea*	% 0.05	يكرر الرش ثلاث مرات خلال الإزهار. يبدأ الرش عند بدأ تكوين الأوراق ويكرر كل 14-21 يوما حتى بلوغ حجم الثمار.
	بياض دقيقى *Uncinula necator*	% 0.06	
مانجو	بياض دقيقى *Oidium mangiferae*	% 0 05	ترش الأشجار اسبوعيا قبل الإزهار حتى عقد الثمار.
موز	عفن الطرف القاعدى للثمرة *Botryodiplodia theobromae* *& Colletotrichum musae*	% 0.1-0.05	غمر الثمار لمدة 15 دقيقة ثم تجفيفها قبل التخزين.

تابع جدول 4-12
استخدامات بافستين فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
زيتون	تبقع أوراق *Cycloconium oliginum*	0.05 %0.1-	تحتاج إلى رشتين ، الأولى أثناء التزهير والثانية قبل جمع الثمار .
شعير	تفحم سائب *Ustilago nuda*	2 جم / كجم بذرة	معاملة بذور .
أرز	لفحة *Pyricularia oryzae*	250 جم / هكتار	ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض وقد يكرر الرش إذا لزم الأمر .
فراولة	عفن رمادى *Botrytis cinerea*	% 0.05	يكرر الرش ثلاث مرات ، الأولى عند ابتداء التزهير والثانية فى منتصف فترة التزهير والثالثة عند نهاية فترة التزهير .
	بياض دقيقى *Sphaerotheca maculans*	% 0.05	يكرر الرش كل 10-14 يوما أو عقب القطف .
	تبقع أوراق *Mycosphaerella fragariae*	% 0.05	يكرر الرش ثلاث مرات خلال فترة الإزهار .
بنجر	تبقع أوراق *Cercospara beticola* بياض دقيقى *Erysiphe betae*	% 0.05	ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش مرة أخرى بعد 10-14 يوما .
فول صويا	الصبغة البنفسجية فى البذور *Cercospora kikuchii*	% 0.1	يبدأ الرش عند ابتداء عقد القرون ويكرر الرش كل 14-21 يوما .
فول سودانى	تبقع أوراق *Cercospora arachidicola* *C.Personata*	% 0.1	يبدأ الرش بعد ظهور البادرات ويكرر كل 14-21 يوما .
طماطم	عفن ثمار وتقرح الساق *Didymella lycopersici*	% 0.1	رش النباتات بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش كل 14-21 يوما
قرعيات (خيار وكوسة)	عفن ساق *Sclerotinia sclerotiorum*	0.1 % لتر ماء للنبات	تبليل التربة كل أسبوعين أو أربعة أسابيع بعد الشتل .
	بياض دقيقى *Erysiphe cichoracearum*	% 0.05	

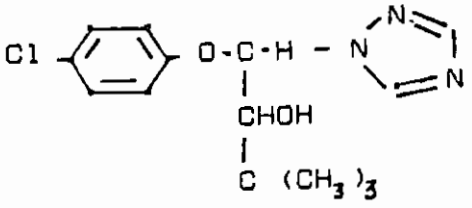
تابع جدول 4-12

استخدامات بافستين فى مكافحة الأمراض النباتية

المحصول	المرض ومسببه	التركيز	ملاحظات
بسلة وفاصوليا	تبقع أوراق ولفحة *Ascochyta* spp.	4 جم / كجم بذرة	معاملة البذور قبل الزراعة.
	بياض دقيقى *Erysiphe* spp.	% 0.05	ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش مرتين أو ثلاث على فترات تتراوح بين أسبوعين أو ثلاثة.
باميا	بياض دقيقى *Leveillula taurica*	% 0.1	يبدأ الرش بمجرد ظهور الأعراض.
بصل	عفن رقبة *Botrytis allii*	2 جم / كجم بذرة أو 2 جم / لتر ماء	معاملة بذور معاملة جافة أو تغمر البذور لمدى ثلاثين دقيقة ، وتحت ظروف الجو الرطبة ترش النباتات مرتين أو ثلاث مرات بالبافستين المخلوط مع بوليرام كومبى بالإضافة إلى معاملة البذور.
كرفس	تبقع أوراق *Septoria apiicola*	% 0.1	ترش النباتات بمجرد ظهور أعراض الإصابة.

5-13-4 بايفيدان Bayfidan

مبيد فطرى جهازى لمعاملة البذور ومكافحة البياض الدقيقى والصدأ على العديد من أمراض محاصيل الخضر والفاكهة ومحاصيل الحقل ونباتات الزينة ورمزه الكيميائى،



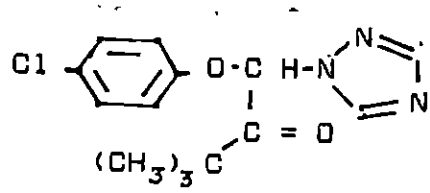
Bayfidan

ويعرف تجاريا باسم Triadimenol ويوجد على هيئة مسحوق قابل للبلل يحتوى على 50 % أو 25 % أو 5 % Triadimenol ، أو يوجد على هيئة مستحلب يحتوى على 50 أو 250 جم Triadimenol / لتر ، أو على صورة مسحوق تعفير يحتوى على 0.5 % Triadimenol .

يسبب البايفيدان أورام فى كبد فئران التجارب ، ولهذا فإنه لا ينصح باستخدامه على محاصيل الخضر وثمار الفاكهة.

6-13-4 بايلتون Bayeton

مبيد فطرى جهازى متخصص وفعال فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى والصدأ على أوراق النجيليات وبعض محاصيل الخضر والفاكهة ونباتات الزينة ، وهذا المركب له تأثير وقائى وعلاجى معا وتركيبه ورمزه الكيميائى.



Bayleton

[1-(4-chlorophenoxy)-3,3-dimethyl 1,2,4 triazol 1-2-butanone triazole.]

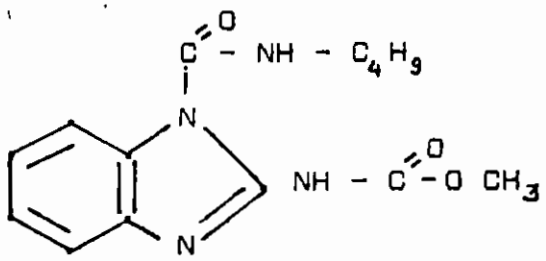
ويوجد البايلتون على صورة مسحوق 25 % قابل للبلل أو على هيئة مستحلب مركز تركيزه 250 جم / لتر . يمكن خلط البايلتون مع المبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش ومنظمات النمو.

يسبب البايلتون أورام فى كبد فئران التجارب ، ولهذا فإنه لا ينصح باستخدامه على محاصيل الخضر أو أوقات تكوين الأجزاء التى تؤكل من المحاصيل الأخرى.

7-13-4 البنوميل Benomyl

اكتشف هذا المركب عام 1968 بواسطة شركة Du pont de Nemours & Co. ٠

يعرف البنوميل تجاريا فى الأسواق باسم بنليت Benlate ويحتوى على 50 % من المادة الفعالة وتركيبه ورمزه الكيميائى



Benomyl

[methyl-1- (butylcarbamoyl)-2- (benzimidazole carbamate)]

يتحرك المركب إلى أعلى داخل النسيج الوعائى للخشب وذلك عند إضافته للتربة أو رشه على المجموع الخضرى للنبات ٠ والبنليت ليس مبيد جهازى فقط ولكنه مبيد بالملامسة أيضا وله تأثير وقائى وعلاجى معا ، كما أنه فعال ضد الحلم أيضا ٠

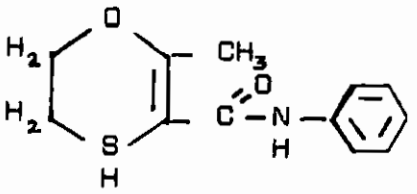
والبنوميل مبيد فطرى جهازى فعال لمكافحة عدد كبير من أمراض الخضر والفاكهة والمحاصيل الحقلية مثل أمراض تبقع الأوراق والبياض الدقيقى فى القرعيات والنجيليات والبقوليات ولفحة الأرز وجرب التفاح وعفن الرقبة فى البصل ، كما وجد أن البنليت له تأثير فعال ضد أمراض التخزين مثل عفن ثمار الموز ، وللوقاية من هذا المرض تغمر ثمار الموز بعد جمعها فى محلول بنليت تركيزه 400 جزء فى المليون لمدة خمسة عشر دقيقة (Micheil et al, 1988) ٠

ويتحلل البنوميل إلى methyl benzimidazole carbamate (MBC) فى الماء سواء قبل أو بعد دخول أنسجة النبات فيرتبط ببروتين الخلايا الفطرية وبذلك يتداخل فى عمليات الانقسام الميوزى والميتوزى كما يؤثر على عملية التنفس ٠ وناتج التحلل له نفس التأثير الفعال للمركب الأصلى ويستمر تأثيره الفعال فترة طويلة تحت ظروف الحقل ٠

يتسبب البنوميل فى إحداث أمراض سرطانية فى كبد فئران التجارب ولاحتمال كونه مسرطن للإنسان فإنه ينصح بعدم استخدامه على محاصيل الخضر أو عند تكوين الأجزاء التى تؤكل من المحاصيل الأخرى.

8-13-4 فيتافاكس Vitavax

اكتشف الفيتافاكس عام 1966 بواسطة العالمان Von Schemmling & Kulika اللذان يعملان بشركة يونيرويال Uniroyal الأمريكية كما اكتشف هذا المركب فى نفس العام. Edgington وآخرون. يتبع هذا المركب مجموعة oxathiins وتركيبه ورمزه الكيميائى



Vitavax

(2,3-dihyro-8-carboxyanilido-6-methl-1,4 oxathiin.)

ووجد هؤلاء العلماء أن مركبات oxathiin ذات تأثير فعال ضد التفحمات والأصداء وفطر *Rhizoctonia solani* ، ويستخدم فى معاملة الحبوب بمعدل 3-5 جم / كحم بذرة (جدول 4-13) ويسبب الفيتافاكس تثبيط بناء الأحماض النووية والبروتينات فى الخلايا الفطرية كما يثبط أنزيم succinic dehydrogenase فى الميتوكوندريا ومن ثم يتجمع فى الريبوسومات.

وتوجد بالأسواق مركب فيتافاكس كابتان الذى يحتوى على 37.5 % فيتافاكس + 37.5 % كابتان ويستخدم فى معاملة تقاوى الذرة الرفيعة ضد عفن الحبوب والتفحمات ، كما توجد بالأسواق مركب بنليت فيتافاكس يمكن استخدامه فى معاملة عقل قصب السكر قبل زراعتها وذلك بنقعها فى محلول منه تركيز 0.03 - 0.07 % لمدة 0.5 إلى 4 ساعة ، ويوجد أيضا فيتافاكس ثيرام ويستخدم بمعدل 0.2 % ، وترش بادرات الطماطم فى المشتل ضد عفن الرقبة ، وفى معاملة تقاوى الفول السودانى والسمسم بمعدل 3 جم / كيلو جرام لمقاومة أعفان الجذور.

جدول 4-13

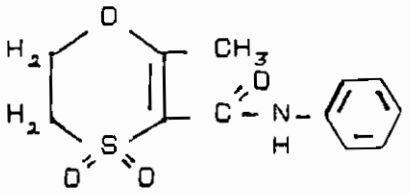
استخدامات فيتافاكس فى معاملة البذور (3-5 جم / كجم بذرة)

لمكافحة أمراض نباتية عديدة

المحصول	المرض	المسبب
أرز	تفحم الساق	*Urocystis occulta*
بصل	تفحم	*Urocystis cepulae*
فول سودانى	موت بادرات	*Rhizoctonia solani*
قطن	خناق	*Rhizoctonia solani*
قمح	تفحم مغطى	*Tilletia caries*
	تفحم سائب	*Ustilago tritici*
كتان	موت بادرات	*Rhizoctonia solani*
ذرة شامية	تفحم رأسى	*Sphacelotheca reiliana*
ذرة رفيعة	تفحم رأسى	*Sphacerothece sorghi*
شعير	تفحم سائب	*Ustilago nuda*

9-13-4 بلانتفاكس plantvax

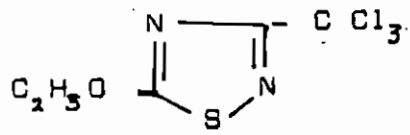
ويتبع هذا المركب oxycarboxin وهو مشتق من الفيتافاكس وله تأثير فعال ضد الأصداء ويستخدم ضد صدأ الفول وصدأ البسلة بمعدل 0.15 % ويشبه فى تأثيره الفعال المركب فيتافاكس ، ورمزه الكيميائى



Plantvax

9-13-4 ترازول Terrazole

وتركيبه ورمزه الكيميائى



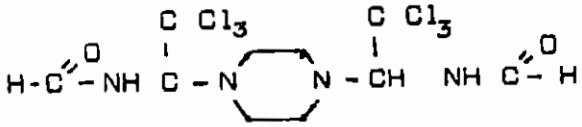
Terrazole

(S-ethoxy-3-trichloromethyl-1,2,4-thiadiazole.)

وهو مركب فعال ضد الفطريات البيضية مثل أنواع من جنس *Pythium* وجنس *Phytophthora*.

10-13-4 ترايفورين Triforine

وتركيبه ورمزه الكيميائى



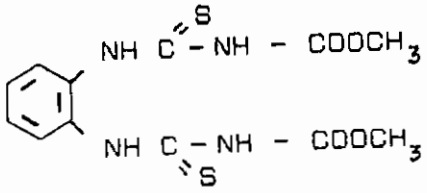
Triforine

[N.N (1,4-piperazinediyl-bis (2,2,2-trichloroethylidene)-bis-formamide.]

وهو يتبع مجموعة البيبرازينات Piperazines ويستخدم ضد أمراض البياض الدقيقى وجرب التفاح والكمثرى والبقعة السوداء فى نباتات الزينة وتبقع أوراق النجيليات وأصداء الحبوب وأمراض المخزن.

4-13-11 توبسين Topsin

ويسمى أيضا توبسين - م Topsin – M ورمزه الكيميائى

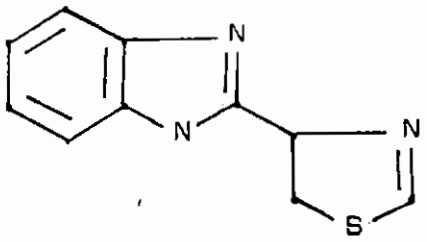


Topsin

وتتبع ثيوفانات Thiophanate وهى من مجموعة البنزيميدازولات Benzimidazoles ، وهو فعال ضد الفطريات التى يمكن أن يستخدم فيها البنليت أى يمكن استخدامه فى مكافحة البياض الدقيقى وأمراض التبقع وبعض الأمراض الناتجة من الفطريات الناقصة مثل *Sclerotium* spp. و *Rhizoctonia solani* كما يفيد فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفلفل والمتسبب عن الفطر *Botrytis cinerea* والذى ينتشر فى زراعات الصوب وذلك بالرش مع بداية التزهير بمعدل 0.1 % ، كما يستخدم فى الإصابة بتبقعات الأوراق فى الفراولة عند ظهور المرض بمعدل 0.15 % وتكرر كل 15 يوم إذا لزم الأمر .

4-13-12 ثيابندازول Thiabendazole

اكتشف عام 1968 وهو من مركبات benzimidazoles ويرمز له بالرمز TBZ ، ورمزه الكيميائى



Thiabendazole

يستخدم هذا المركب أصلا فى مكافحة الديدان المتطفلة بأمعاء الحيوانات. وقد وجد Robenson وآخرون عام 1964 ، أن لهذا المركب تأثير مثبط لنمو الفطريات *Alternaria solani* و *Chaetomium olivaceaum* وبعض أنواع من جنس اسبرجلس وجنس بنسيليوم. وذلك عند إضافته فى بيئة مغذية بتركيز 1-20 جزء فى المليون كما أنه أوقف نمو *Fusarium oxysporum* و *Rhizopus oryzae* عند 100 جزء فى المليون ، كما اكتشف عام 1966 صفة انتقال TBZ خلال جذور النبات إلى الساق والأوراق ، فاستخدم فى مقاومة العديد من المراض الفطرية ويستخدم فى معاملة البذور وغمر الثمار أو الجذور ومقاومة تبقع الأوراق ومعاملة التربة ، وله نفس التأثير للبنليت حيث أنه ينتمى إلى نفس المجموعة. فيؤثر على أنابيب الإنبات وتضاعف الخلايا وانقسام الخلايا الفطرية وعلى تكوين المادة النووية DNA .

4-13-13 جالبين / مانكوزب Galben Mancozeb

مبيد فطرى جهازى لمكافحة أمراض البياض الزغبى والبياض الدقيقى فيستخدم فى مكافحة اللفحة المتأخرة واللفحة المبكرة فى الطماطم ، وذلك بمعدل 1.5 جم / لتر بمجرد ظهور الأعراض ، ويكرر الرش كل 15 يوما ، ويستعمل فى مكافحة البياض الزغبى واللفحة الأرجوانية فى البصل وذلك بالرش بمعدل 1.5 جم / لتر ماء ، ويكرر الرش بعد شهر من الزراعة ، ويكرر الرش كل 10-15 يوما ويفضل استخدام مادة لاصقة بمعدل 0.5 مل / لتر ماء.

ويستخدم فى مكافحة البياض الزغبى فى الخس والبياض الدقيقى فى الباذنجان بالرش بمعدل 1.5 جم / لتر ماء ويكرر الرش كل 15 يوما ، كما يستخدم فى مكافحة البياض الدقيقى فى نباتات الزهور والزينة وذلك بالرش بنفس المعدل السابق ذكره.

ترجع صفات هذا المركب كمبيد جهازى لكل من البياض الزغبى والبياض الدقيقى إلى المركبات التى يتكون منها. يتكون هذا المبيد من بيتا لاكسيل 10 % ومانكوزيب 48 % ومواد خاملة وإضافات خاصة بنسبة 42 %. ونظرا لأن مانكوزيب يحدث أوراما غدية وسرطانية فى الغدد الدرقية لفئران التجارب ولاحتمال كونه من المسرطنات للإنسان فنرى عدم استخدامه فى محاصيل الغذاء.

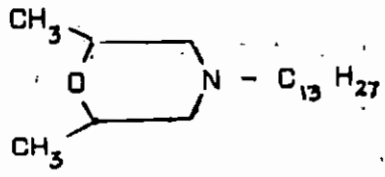
14-13-4 جالبين / نحاس Galben copper

مبيد فطرى جهازى لمكافحة أمراض البياض الزغبى فى البسلة والعنب وأمراض الأسكوكيتا فى البسلة واللفحة المبكرة فى الطماطم والبطاطس وذلك بالرش بمعدل 2.5 جم / لتر بمجرد ظهور أعراض الإصابة ويكرر الرش كل 15 يوما٠

ترجع صفات هذا المركب كمبيد جهازى لمكافحة البياض الزغبى والبياض الدقيقى إلى احتوائه على بيتا-لاكسيل 11 % وأوكسى كلورور نحاس 35 % ومواد خاملة وإضافات خاصة بمعدل 54 %٠

15-13-4 كالكسين Calixin

وتركيبه ورمزه الكيميائى



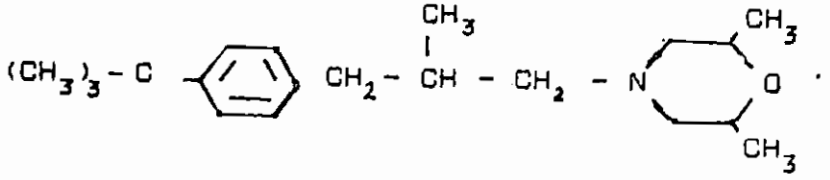
Calixin

(N-tridecyl-2.6-dimethyl morphaline.)

يتبع مجموعة المورفولينات Morpholines ويحتوى على 75 % ترايمورف trimorph وهو من المبيدات الفطرية الجهازية التى لها تأثير على مكافحة أمراض البياض الدقيقى ومرض سيكاتوجا فى الموز المسبب من الفطر *Mycosphaerelle musicola* وأصداء القمح ويستخدم بمعدل 0.045 % لمقاومة البياض الدقيقى فى الخرشوف والتفاح والحلويات وبمعدل 0.025 % مع القرعيات والعنب وبمعدل 0.1 % لمقاومة البياض والأصداء فى القمح والشعير٠ ويوجد مركب آخر يتبع نفس المجموعة وهو ملتاتوكس Meltatox ويعرف باسم Dodemorph ويستخدم فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى٠

16-13-4 كوربل Corbel

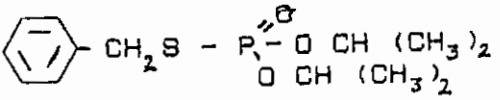
مبيد فطرى جهازى ذو تأثير وقائى ضد أمراض الأصداء والبياض الدقيقى فى القمح والشعير مثل مرض الصدأ الأصفر فى القمح المسبب من الفطر *Puccinia striiformis* والصدأ البنى فى القمح المسبب من الفطر *P.recondita* والبياض الدقيقى فى الشعير المسبب من الفطر *Erysiphe graminis* وتلطخ أوراق الشعير المسبب من الفطر *Rhynchosporium secalis* ويستخدم بتركيز 100 مل / 100 لتر ماء. ترش النباتات بمجرد ظهور الأعراض ويكرر الرش عند الضرورة. ويوجد هذا المركب على هيئة مستحلب مركز ورمزه الكيميائى.



Corbel

17-13-4 كيتازين Kitazin

وتركيبه ورمزه الكيميائى



Kitazin

(0.0-diisopropyl 8-benzyl phosphorothioate.)

وهو مبيد فعال ضد مرض اللفحة فى الأرز ، ويستخدم كيتازين نثرا على التربة بمعدل 120 كجم / للفدان على دفعتين ، فى وجود كمية قليلة من ماء الرى وتحبس المياه أربعة أيام ثم يعاد الرى. تنثر الدفعة الأولى (60 جم) بعد ظهور المرض على الأوراق وتنثر الدفعة الثانية أثناء طرد السنابل.

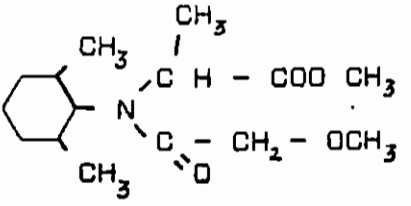
18-13-4 ساندوفان Sandofan

مبيد فطرى جهازى مادته الفعالة أكساديكسيل oxadixyl يمتص المبيد عن طريق الأوراق والجذور وينتقل فى كلا الاتجاهين من أعلى إلى أسفل أو من أسفل إلى أعلى ، ويمتاز هذا المركب بالتغلب على مشكلات ظهور سلالات مقاومة للفطريات سواء الموجود منها أو التى قد تتكون مستقبلا .

يوجد مستحضر مجهز من مادة الأوكساديكسيل على هيئة معجون يمكن استخدامه كمطهر للقضاء على الفطريات الجرحية بالأشجار وخاصة مرض تصمغ أشجار الموالح المسبب من الفطر *Phytophthora citrophthora* ، ويعرف هذا المستحضر باسم ساندوفان معجون Sandofan paste . يتسبب الساندوفان فى إحداث أورام فى خلايا كبد فئران التجارب ، لهذا فإنه لا ينصح باستخدامه على الأجزاء التى تؤكل من النباتات .

19-13-4 ميتالاكسيل Metalaxyl

يعرف تجاريا باسم ريدوميل Ridomil وينتمى إلى مجموعة Acetamides & acylalanines وتركيبه ورمزه الكيمائى



Metalaxyl

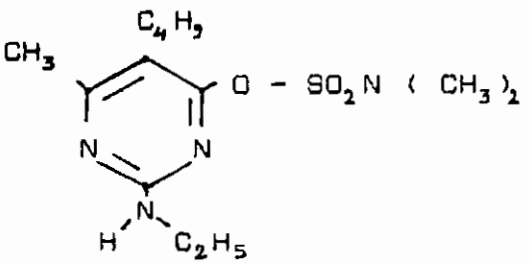
(methyl N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(methoxyacetyl) DL-alanine

اكتشف هذا المركب فى أواخر الستينيات ، وهو مركب وقائى وعلاجى وشديد الفعالية ضد الفطريات البيضية ، حيث يدخل انسجة العائل ويثبط نشاط الفطر ، ووجد أنه يثبط نشاط فطرى اللفحة المبكرة واللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم ، كما يفيد فى مقاومة البياض الزغبى فى العدس بمعدل 0.2 % ويعمل على الحد من الإصابة وعدم زيادتها وإنتشارها إلى الأنسجة السليمة بعد معاملة النباتات به ، حيث قلل من حيوية الأكياس الجرثومية ، كما استخدم الميتالاكسيل فى مكافحة وباء البياض الزغبى فى الدخان المسبب من الفطر *Peronospora tabaci* ، ويستخدم بمعدل 0.15 % ولم يدرس ميكانيكية التأثير الفعال لهذا المركب ، ولكن من المعروف أن له تأثير نوعى محدود.

ويمكن استخدام الميتالاكسيل فى معاملة التربة لمكافحة الجذور والدرنات حيث أن قابليته للذوبان فى الماء تسهل استعماله فى تبليل التربة وامتصاص الجذور والدرنات له ، ولو أنه يمتص عن طريق المجموع الخضرى.

20-13-4- نمرود Nimrod

ورمزه الكيميائى



Nimrod

مبيد فطرى جهازى متخصص لمكافحة أمراض البياض الدقيقى على التفاح والمشمش والعنب والفراولة والقرعيات والبقوليات ونباتات الزينة ، يستخدم نمرود بتركيز 50-100 مل/ 100 لتر ماء. يبدأ الرش بمجرد ظهور الإصابة ويكرر الرش كل 7-10 أيام. يوجد النمرود على صورة مستحلب مركز بنسبة 250 مل / لتر.

14-4 المضادات الحيوية

المضادات الحيوية Antibiotics هى مواد كيميائية تنتجها كائنات دقيقة وتؤثر على كائنات دقيقة أخرى فتثبط من نموها أو تقتلها ، معظم المضادات الحيوية المعروفة حتى الآن تنتجها كائنات تنتمى إلى الأكتينوميستيات والفطريات والبكتيريات . المضادات الحيوية ذات طبيعة معقدة ولا يوجد ارتباط بين تراكيبها الكيماوية . وقد اختبر عدد كبير عن المضادات الحيوية فى مكافحة الأمراض النباتية ولكن ثبت نجاح عدد قليل فى هذا الشأن مثل ستربتوميسين وتتراسيكلين وجريسوفلفين وهكسيمايد وأوروفنجين .

وتعد استخدامات المضادات الحيوية إتجاه حديث نسبيا فى مكافحة الأمراض النباتية ، ولو أن ظاهرة التضاد بين الفطريات كانت معروفة من أكثر من تسعين عاما . ولكى يكون المضاد الحيوى فعالا فى مكافحة الأمراض النباتية يجب أن يتوفر فيه الصفات الآتية :

1 - أن يكون فعالا ضد مسبب المرض .

2 - أن يسهل امتصاصه بواسطة أنسجة النبات .

3 - أن يكون التركيز المستخدم منه غير ضار بالنبات .

4 - أن يكون فعالا داخل أنسجة النبات ولا يفقد فاعليته فيها بسرعة .

ويتوقف اختيار نوع المضاد الحيوى على طبيعة الإصابة بالمرض سواء ذبول وعانى أو إصابة أوراق وغير ذلك - وكذا على طور نمو النبات والظروف البيئية المحيطة به .

تستخدم المضادات الحيوية على الأجزاء الأرضية من النبات مثل الجذور والسوق الأرضية ، كما يستخدم على الأجزاء الهوائية من سوق وأوراق وثمار . والمضادات الحيوية التى تضاف للتربة تدخل النبات عن طريق الجذور والسوق الأرضية ، وتلك التى ترش على المجموع الخضرى تنتشر إلى داخل الأنسجة من سطوح الأوراق والسوق المعاملة، وفى كلتا الحالتين ينتقل المضادالحيوى من مكان امتصاصه إلى أجزاء النبات الأخرى . وقد وجد أن نباتات الطماطم يمكنها امتصاص البنسلين والستربتوميسين عن طريق الجذور ومنها تنتقل إلى الأوراق . تختلف سرعة دخول المضاد الحيوى إلى الأوراق باختلاف المركبات ، فالبنسلين يحتاج من 30 - 40 دقيقة فى حين أن ستربتوميسين يحتاج إلى ثلاثة أو أربعة أيام ، وتتوقف سرعة انتشار المضاد الحيوى خلال أنسجة النبات المختلفة

على نوع النبات المعامل. وتحتفظ النباتات بتلك المضادات الحيوية داخل أنسجتها لمدة تتراوح بين 1-20 يوما وهذه المدة تزيد عن مدة احتفاظ الأنسجة الحيوانية بتلك المركبات.

4-14-1 أجريميسين - 100 Agrimycin – 100

يحتوى هذا المركب على 15 % كبريتات ستربتوميسين و 1.5 % تتراسيكلين ، ويحتوى أجريميسين 500 على 1.755 % كبريتات ستربتوميسين و 0.176 % تتراسيكلين و 42.4 % نحاس غير عضوى. ويستخدم الأجريميسين فى مكافحة الأمراض البكتيرية مثل مرض لفحة الكمثرى ولفحة الهالة الصفراء فى الفاصوليا المسبب من البكتريا *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* ، وتقرح أشجار الموالح المسبب من البكتريا *Xanthomonas campestris* pv. *citri* ، وأمراض لفحة البادرات وتبقع الأوراق والذراعُ الأسود فى القطن وأمراض العفن الطرى ومرض الساق الأسود black leg فى البطاطس المسبب من *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*.

4-14-2 أريوفنجن Aureofungin

يتميز هذا المضاد الحيوى بأن له تأثير على عديد من الفطريات الممرضة للنبات وينتج بواسطة *Streptoverticillium cinnanomeum* pv. *terricola* ، وينقل خلال أنسجة النبات عند رشه على الأجزاء الخضرية أو تبليل التربة ، ومن الأمراض التى أمكن مكافحتها بواسطة أريوفنجن مرض تصمغ الموالح المسبب من أنواع من جنس *Phytophthora* ، والبياض الدقيقى فى التفاح المسبب من الفطر *Podsphaera leucotricha* ، كما أمكن استخدامه بنجاح فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى والبياض الزغبى وأنثراكنوز العنب ، ويستخدم فى معاملة حبوب الأرز لمكافحة مرض التبقع البنى واللفحة. واستخدم بنجاح فى مكافحة مرض العفن البوتريوديبلودى فى المانجو والعفن الالترنارى فى الطماطم وعفن سكليروتينيا فى الخوخ وعفن بيثيوم فى القرعيات وعفن بنسيليوم فى التفاح ومرض تخطط الشعير ، وبجانب تأثيره العلاجى للعائل اتضح أيضا أنه له تأثير مفيد فى نمو النبات.

4-14-3 أنتيميسين Antimycin

ينتج بواسطة عدة أنواع من الاستربتوميسيس *Streptomyces* مثل *S. kitasawensis* و *S. griseus* ويستخدم بنجاح فى مكافحة اللفحة المبكرة فى الطماطم ولفحة بادرات الأرز.

4-14-4 أندوميسين Endomycin

أنتج هذا المضاد الحيوى بواسطة *Sterptomyces endus* ووجد أنه يقاوم بعض الأمراض النباتية مثل صدأ الورقة فى القمح وعفن ثمار الشليك المسبب من الفطر *Botrytis cinerea* ٠

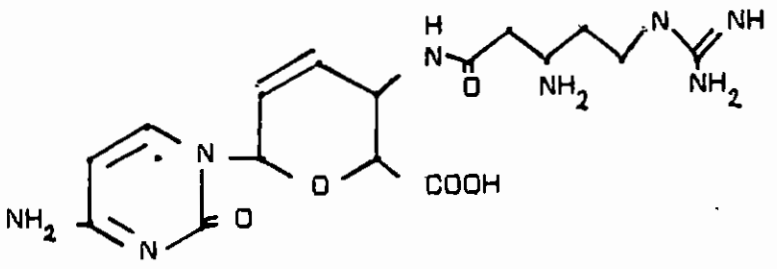
5-14-4 بيتين ج – 8 Beptaene G-8

أنتج هذا المضاد الحيوى بواسطة *Streptomyces anandii* واستخدم فى مكافحة بعض الأمراض النباتية المسببة من أنواع من الفطريات *Colletotrichum* و *Helminthosporium* و *Puccinia* كما أمكن إبادة جميع الفطريات المحمولة على بذور الفلفل عند معاملة البذور بهذا المضاد الحيوى٠

6-14-4 بلاستيسيدين Blasticidins

أنتج هذا المضاد الحيوى بواسطة *Streptomyces griseochromogenes* عام 1955 ، وقد استخدم فى اليابان فى مكافحة مرض اللفحة فى الأرز المسبب من الفطر *Pyricularia oryzae*٠ وهذا المضاد الحيوى فعال ضد الأنواع البكتيرية والفطرية الممرضة للنبات ولكن له تأثير اختيارى على مكافحة مرض اللفحة فى الأرز وذلك بتركيز 5-10 ميكروجرام / لتر ماء٠ بلاستيسيدين له تأثير ضار على تمثيل البروتين فى الخلايا الحية للفطر أو البكتيريا٠

ورمزه الكيميائى :



Blasticidin

(bezylaminobenzenesulfonate)

7-14-4 تتراسيكلين Tetracyclines

ينتج tetracyclines بواسطة أنواع من الجنس *Streptomyces* واستخدم oxytetracyclines فى تبليل التربة أو غمر الجذور لمكافحة مرض التدرن التاجى كما استخدم أيضا مع الستربتوميسن فى مكافحة اللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح ، كما استخدمت التتراسيكلينات tetracyclines حديثا فى مكافحة الأمراض المسببة عن ميكوبلازما.

8-14-4 ثيولوتين Thiolutin

أنتج هذا المضاد الحيوى من الكائن *Streptomyces albus* وهو بروتين قابل للذوبان فى الماء وكان استخدامه محدودا فى مكافحة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس.

9-14-4 جريسوفلفين Griseofulvin

ثبت أن للجريسوفلفين تأثير سام على كثير من الفطريات مثل ألترناريا سولانى *Alternaria solani* المسبب اللفحة المبكرة فى الطماطم ، وبوترايتس سينارياً *Botrytis cinerea* المسبب العفن الرمادى فى الخس ، و *Sclerotinia fructigena* المسبب لعفن ثمار التفاح.

وقد أمكن وقاية بادرات الطماطم من الإصابة بالفطريات المسببة لأمراض تبقع الأوراق أو البياض الدقيقى وذلك بتبليل التربة بالمضاد الحيوى بتركيز مناسب ليمتص عن طريق الجذور. كما ثبت أن لهذا المركب تأثير جهازى إذا استخدم رشا على أوراق الطماطم إذ ينتج عن ذلك وقاية النباتات المعاملة من الإصابة بمرض اللفحة المبكرة. ويتميز هذا المضاد الحيوى ببطء تحلله داخل النبات مما يطيل فترة تأثيره داخل الأنسجة النباتية. ويؤثر هذا المركب على الشكل الظاهرى لنمو الفطريات البازيدية والأسكية والناقصة ، وكذا فطريات العائلة الميكورية مسببا تقزما فى نموها ، وزيادة فى تفريع وانتفاخ هيفاتها ، ثم يأخذ النمو شكلا حلزونيا. يتراوح تركيزه الفعال ما بين 5-10 ملليجرام / مل. ويعتقد بعض الباحثين أن الجريسوفلفين يؤثر على بعض الصفات الطبيعية لجدر الخلايا فى منطقة الاستطالة وذلك عند الطرف النامى للهيفات. ويرى البعض الآخر أن المضاد الحيوى المذكور يعمل على تكوين مناطق ضعيفة بجدر الخلايا الفطرية مما يجعلها لا تتحمل الضغط الأسموزى العادى للبيئة الغذائية التى تعيش فيها مما يسبب انفجار تلك الخلايا ، كما أن هناك رأى ثالث يعزى

التغيرات المورفولوجية فى الهيفات التى تتعرض للمضاد الحيوى إلى تداخله مع مكونات جدر الهيفات من المركبات الكيتينية ، ومما يعزز هذا الرأى أنه وجد أن لهذا المركب تأثير مثبط على الفطريات ذات الجدر الكيتينية فى حين أن تلك التى لا تحتوى جدرها على كيتين مثل الخمائر والفطريات البيضية من رتب البيرونوسبورات فإنها تقاوم فعل ذلك المضاد الحيوى.

ولكن ليس للجريسوفلفين تأثيرا ضارا على تمثيل البروتين والكيتين والدهون كما لا يؤثر على عملية التنفس أو تكوين السكريات.

10-14-4 ستربتوميسين Streptomycin

ينتج ستربتوميسين بواسطة الاكتينوميسيت *Streptomyces griseus* ، ويوجد ستربتوميسين فى الأسواق تحت أسماء تجارية عديدة منها أجريميسين Agrimycin وفيتوميسين Phytomycin وأجريسترب Agristrep . يستطيع ستربتوميسين مكافحة عديد من الأنواع البكتيرية الممرضة للنبات سواء الموجبة أو السالبة لصبغة جرام.

استخدم ستربتوميسين لأول مرة بنجاح فى البستان وعلى النطاق التجارى فى مكافحة مرض اللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح المسبب من البكتيريا *Erwinia amylovora* وذلك فى ولاية ميسورى بالولايات المتحدة عام 1953. وأمكن الحد من الإصابة بالمرض بدرجة كبيرة إذا ما أجرى الرش به فقط أو بعد خلطه بالمضاد الحيوى terramycin وذلك بتركيز 100-500 جزء فى المليون. وللوقاية من هذا المرض فى مصر يلزم رش أشجار الكمثرى بالاستربتوميسين أو بمضادات حيوية جديدة عبارة عن خليط من المواد الفعالة ويكون إحداها ستربتوميسين بتركيز 100 - 120 جزء فى المليون وتبدأ الرشة الأولى عند ابتداء التزهير (10 % تفتح أزهار) وتكرر الرشات كل 4 – 5 أيام وإذا تصادف سقوط أمطار يعاد الرش فى اليوم التالى حتى يتم عقد الثمار. كما يجب رش أشجار الكمثرى أثناء فترة الإزهار الثانوى فى الخريف (الترجيع) بمحلول ستربتوميسين 100 جزء فى المليون وذلك كل أسبوع حتى يتوقف الإزهار الثانوى.

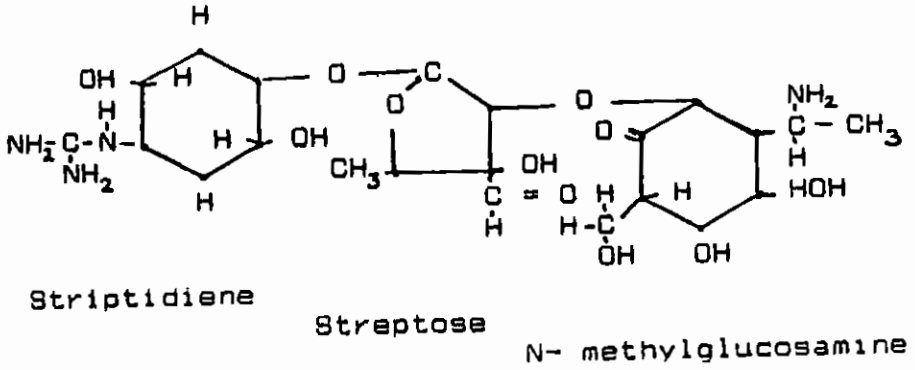
استعمل ستربتوميسين أيضا فى مكافحة مرض لفحة الجوز المسبب من *Xanthomonas campestris* pv *juglandis* برش الأشجار قبل الإزهار وبعده بمحلول تركيزه 100 جزء فى المليون ، كما استخدم فى مكافحة لفحة الهالة فى الفاصوليا المسببة من *Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola* وذلك برش النباتات بتركيز 500 جزء فى المليون من المضاد الحيوى.

استخدم هذا المضاد الحيوى فى مكافحة التبقع البكتيرى فى الطماطم المسبب من *X.campestris* pv *vesicatoria* ، وذلك رشا على النباتات الصغيرة فى المشتل أو الحقل وكذا لوقاية الثمار من الإصابة.

كما استخدم فى مكافحة اللفحة البكتيرية فى الكرفس المسببة من *Pseudomonas syringae* pv *apii* وذلك رشا بتركيز 300-600 جزء فى المليون. كما أمكن مكافحة مرض عفن قطع تقاوى البطاطس المسبب من *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* و *Pseudomonas fluorescens* وذلك بغمر الدرنات المجزأة فى محلول ستربتوميسين بتركيز 100 جزء فى المليون لمدة 10-30 دقيقة.

استخدم ستربتوميسين أيضا فى الوقاية من بعض الأمراض الفطرية مثل وقاية بادرات فاصوليا الليما من الإصابة باللفحة المسببة من الفطر *Phytophthora phaseoli* وذلك برش البادرات بمحلول تركيزه 100 جزء فى المليون.

يرجع التأثير الضار للستربتوميسين على البكتيريات إلى إيقاف الأنزيم الذى يحول حامض البيروفيك إلى حامض أكسالوخليك أى أنه يؤثر على عملية التحول الغذائى اللازمة لحياة البكتيريات. ورمزه الكيميائى



(Streptomycin)

11-14-4 سيكلوهكسيميد Cycloheximide

ويعرف باسم أكتيديون Actidione • كان واكسمان Waksman عام 1944 أول من عرف هذا المضاد الحيوى حيث عزله من *Streptomyces griseus* وهذا المضاد يؤثر على الفطريات فقط ولا يؤثر على البكتيريا ، ويعزى ذلك إلى خاصية النفاذية ، فوجود بروتينات أو دهون حول الكائن المرضى تمنع من نفاذيته الى داخل خلاياه خاصة وأنه غير متأين ، وكذلك كبر حجم جزيئاته تمنع أو تقلل من نفاذيته ، ولهذا فإن ذلك المضاد الحيوى يستطيع النفاذ إلى داخل هيفات الفطريات بينما يفشل فى دخول خلايا البكتيريات • استعمل الاكتيديون على النطاق التجارى فى مكافحة العديد من الأمراض الفطرية وقد أمكن التغلب على سميته لبعض النباتات كالورد وبعض نباتات الزينة الأخرى بإضافة مواد ناشرة إليه قبل استخدامه • وقد أفاد الاكتيديون فى مكافحة أمراض الثمار وكذا تبقع أوراق الفراولة الذى يسببه الفطر *Coccomyces hiemalis* وذلك برشه على الأوراق بتركيز 2 جزء فى المليون ثم يعاد الرش بتركيز 2 جزء فى المليون بعد جمع المحصول •

ثبت أن الاكتيديون له تأثير فعال فى مكافحة البياض الدقيقى فى الفاصوليا المسبب من الفطر *Erysiphe polygoni* وكذلك مرض العفن البنى فى الخوخ المسبب من الفطر *Sclerotinia fructicola* •

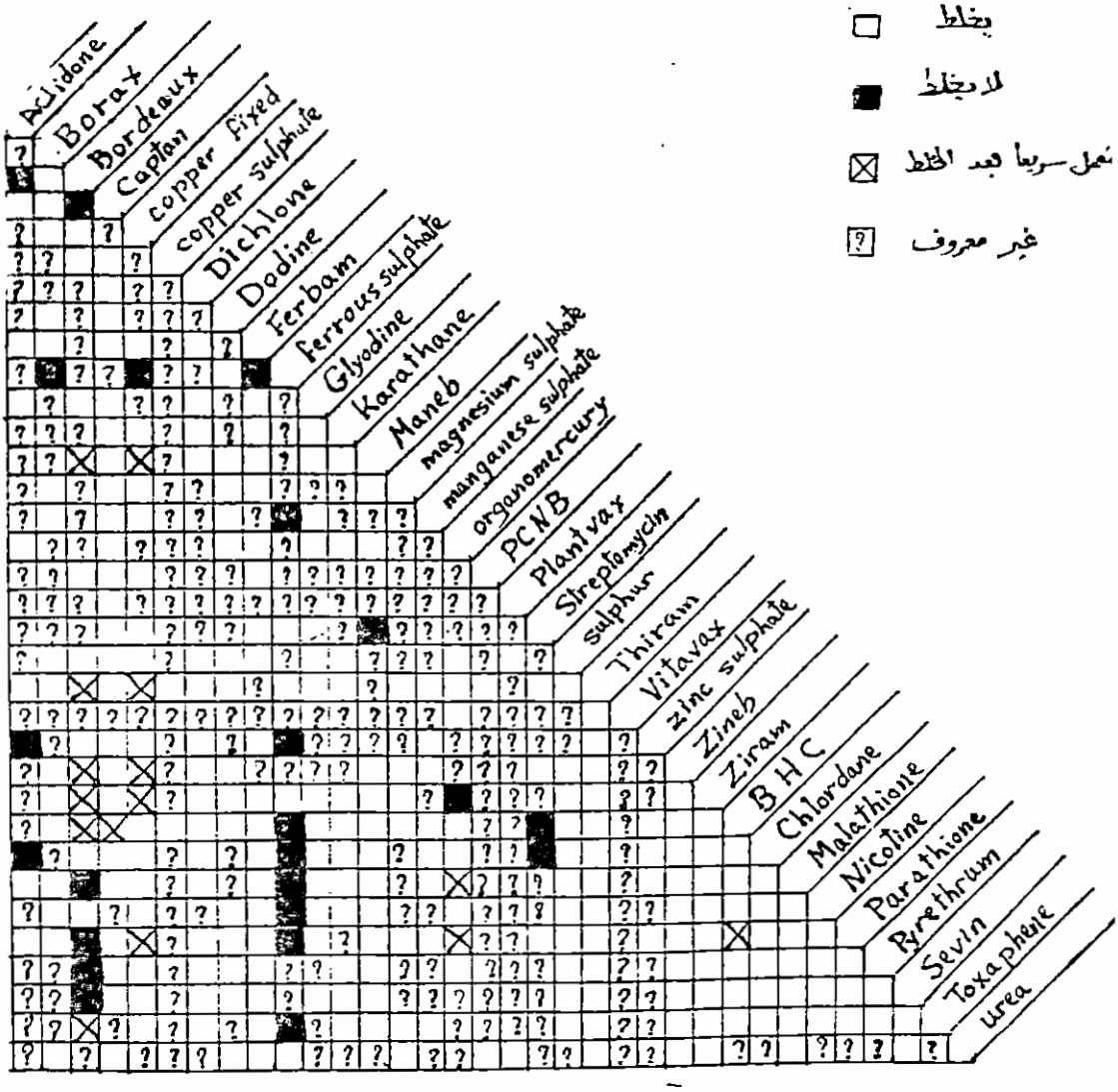
12-14-4 نستاتين Nystatin

انتج هذا المضاد بواسطة *Streptomyces noursei* واستخدم إلى حد ما فى مكافحة الأمراض النباتية مثل الانثراكنوز والبياض الزغبى فى الخيار واستخدم أيضا فى معاملة حبوب الشعير لمكافحة مرض التخطط ، كما استخدم فى معاملة الثمار بعد الحصاد مثل ثمار الخوخ ضد مرض العفن البنى وضد الانثراكنوز الذى يصيب ثمار الموز •

15-4 خلط المبيدات

تتعرض النباتات للإصابة بالطفيليات الممرضة كما تتعرض أيضا للإصابة بالحشرات ، وقد تحدث أكثر من نوع واحد من الإصابات للمحصول الواحد فى وقت معين مما قد يتطلب استخدام أكثر من مبيد فطرى أو حشرى للقضاء على هذه الآفات • ومن الأفضل من الناحية الاقتصادية أن يتم رش تلك المبيدات بعد خلطها معا حيث يوفر ذلك الكثير من الوقت والجهد والمال • وفى بعض الحالات ينتج عن خلط المبيدات معا تفاعلات كيماوية قد تؤدى إلى إضعاف التأثير السام للمخلوط أو إضعاف لأحد مكوناته أو قد ينتج عن الخلط تأثير ضار على النباتات المعاملة ، لذا يراعى عند خلط المبيدات أن يحتفظ كل مبيد فى المخلوط بتأثيره الفعال، كما يراعى أن يكون الخليط مأمون الجانب على النبات • ومثل هذا الخليط من المبيدات يعرف بالمبيدات المتوافقة كيماويا compatible pesticides • أما تلك التى يتسبب عن خلطها تفاعلات تؤدى إلى عدم احتفاظ كل مبيد بتأثيره الفعال أو إحداث أضرار على النباتات فمثل هذه المبيدات تعرف بالمبيدات غير المتوافقة كيماويا incompatible pesticides • وهذا يحدث فى حالة بعض المبيدات الفطرية العضوية مثل مركبات داى ثيوكربامات أو الكابتان أو الكارثين مع كثير من الزيوت المستخدمة كمبيدات حشرية وذلك لحدوث تفاعلات كيماوية غير مرغوبة • وكذلك لا ينصح بخلط بعض المبيدات الحشرية مثل البيريثرم والرتينون والبراثيون والسيفين مع الجير أو الجير الكبريتى أو المواد القلوية ، لأن ذلك من شأنه إضعاف التأثير السام للكربامات والمبيدات الحشرية مثل لندين ومالاثيون ، كما يجب تجنب خلط الكاراثين المستخدم فى مكافحة أمراض البياض الدقيقى مع زرنيخات الكالسيوم • ولهذا الغرض يجرى اختبار توافق خلط المبيدات الفطرية الحديثة مع المبيدات الحشرية قبل تداولها وطرحها فى الأسواق ، ويعمل لذلك جداول خاصة تعرف بجداول الخلط أو جداول التوافق الكيماوى spray compatibillity charts •

شكل 4-14 يوضح إمكانيات خلط بعض المبيدات السائد استخدامها فى مكافحة الأمراض النباتية والآفات الحشرية •



شكل 4-14 : جدول يبين إمكانيات خلط بعض المبيدات الفطرية والحشرية

16-4 برنامج مقترح لمكافحة أمراض وآفات الخوخ

الأمراض والآفات المتوقع ظهورها

تجعد أوراق - بياض دقيقى - عفن ثمار بنى - نيماتودا - حشرات قشرية - سوسة القلف - ذبابة فاكهة - عناكب وأكاروس.

أولا : يراعى عند تقليم الأشجار خلال فترة السكون تقليم وحرق كافة الأفرع المصابة بالأمراض والحشرات خلال موسم النمو السابق وجمع الأوراق والثمار المتساقطة وحرقها.

ثانيا : يراعى مكافحة كافة الحشائش خلال موسم النمو وقبل بداية الموسم الجديد إذ إنها تهيىء جوا ملائما للحشرات ولنشاط مسببات الأمراض.

ثالثا : تجرى عمليات الرش بالمبيدات للضرورة ووفقا للبرنامج التالى على أن يوقف الرش كلية قبل جمع الثمار بثلاث أسابيع.

موعد المعاملة	الآفة أو المرض	المبيد	الاستخدام	ملاحظات
وقت السكون وقبل التقليم	نيماتودا	نيماجون أو فيومازون	18 لتر للفدان تضاف مع مياه الرى بعدها تقلم الأشجار ، ثم ترش بكبريتات حديدوز بمعدل 0.5 % مع إضافة صابون مبشور بمعدل 0.1 %	
بعد التقليم وقبل انتهاء موسم السكون	تجعد أوراق حشرات قشرية سوسة القلف	أكسى كلوريد نحاس زيت شتوى إلسان 50 %	يخلط أكسى كلوريد نحاس 0.3% مع زيت معدنى شتوى 2.5 % . ويرش بمعدل 0.2% ويكرر كل 3 أسابيع.	يوقف الرش قبل جمع المحصول بمدة لا تقل عن شهر.
بعد تساقط الأزهار ثم تكرر كل أسبوعين.	بياض دقيقى عفن بنى ذبابة فاكهة عناكب وأكاروس	كبريت ميكرونى دياثين م - 45 مالثيون 57 % كالثيفول 18.5 %	يخلط كبريت ميكرونى 0.25 % مع دياثين م-45 0.25 % مع مالثيون 0.20 % مع كالثيفول 0.25 %	

ملاحظة تستبعد من البرنامج المبيدات الخاصة بالمرض أو الآفة التى لا تسبب خطورة.

17-4 برنامج مقترح لمكافحة أمراض وآفات الفول

الأمراض والحشرات المتوقعة بمنطقة الرش

ذبول بادرات وعفن جذور – تبقع بنى - صدأ - من - تربس - نافقات أوراق نفاقات أوراق - عنكبوت أحمر - دودة قارضة.

يراعى الآتى :

1 - التبكير فى الزراعة لتقليل فرص الإصابة بالتبقع البنى والأصدأ.

2 - الاعتدال فى الرى لتقليل فرص الإصابات المرضية والحشرية.

3 - يتبع برنامج الرش التالى مع مراعاة حذف المبيدات للأفات التى لا تمثل خطورة.

وقت الزراعة	الآفة أو المرض	المبيد	الاستخدام
قبل الزراعة	ذبول بادرات وعفن جذور	فيتافكس أو كابتان 75	تعامل البذور بإضافة 3 جم مبيد لكل كيلو جرام بذرة.
بعد شهرين من الزراعة	من تربس نطاطات أوراق عنكبوت أحمر	كاراتى	50 سم / فدان
خلال يناير ويعاد الرش بعد 3 أسابيع إذا لزم الأمر.	تبقع بنى صدأ نافقات أوراق	زينب	يخلط الزينب مع الملاثيون بنسبة 0.25 % لكل منهما
حسب الضرورة	دودة قارضة	هوستاثيون 40 %	يعمل طعم سام من المبيد بمعدل 1.25 لتر يضاف إلى 25 كجم ردة ناعمة ويبلل بحوالى 20 لتر ماء وتوزع على فدان.

18-4 برنامج مقترح لمكافحة أمراض وآفات البطيخ

الأمراض والآفات المتوقعة بمنطقة الزراعة

ذبول بادرات - عفن جذور - لفحة الساق الصمغية - تبقع أوراق - حشرات المن - ذبابة بيضاء - نطاطات - خنفساء حمراء - خنفساء المقات - عنكبوت أحمر .

موعد المعاملة	الآفة أو المرض	المبيد	التركيز	الاستخدام
عند الزراعة	ذبول بادرات لفحة الساق الصمغية أعفان جذور	فيتافكس 75 % أو بنليت 50 %	بمعدل 0.1 %	تنقع التقاوى لمدة 24 ساعة فى أحد المبيدين ثم تكمر لمدة 24 ساعة أخرى فى خيش مبلل بنفس المبيد ثم تزرع.
بعد شهر من الزراعة	لفحة الساق الصمغية تبقع أوراق عنكبوب أحمر من ذبابة بيضاء خنفساء حمراء خنفساء المقات	داكونيل 2787 كلثين زيتى أكتليك 50 % لانيت 90 %	بمعدل 0.25 % بمعدل 0.25 % بمعدل 0.3 % بمعدل 0.06 %	ترش المبيدات المذكورة ويمكن خلط الداكونيل والكلثين والأكتليك معا. يستخدم منفردا.
بعد 3 أسابيع من الرشة السابقة	" " "	" " "	" " "	يكرر الرش إذا لزم الأمر.
يكرر الرش عند عقد الثمار	" " "	" " "	" " "	
يكرر الرش السابق كل 3 أسابيع إذا لزم الأمر على أن يوقف الرش قبل الجمع بشهر.				

ملاحظة : يوقف رش المبيدات قرين كل آفة إذا اتضح عدم الحاجة إليها.

الباب الخامس

المعاملات المتبعة فى المكافحة

تقاوم الأمراض النباتية إما قبل حدوث الإصابة فى النبات بوسائل وقائية أو بعد حدوث الإصابة بوسائل علاجية. تهدف الوسائل الوقاية إلى حماية النباتات من المرض قبل حدوثه وذلك بتغليف التقاوى المعدة للزراعة بطبقة واقية من المبيدات أو تغطية أسطح النبات المعرضة للإصابة بطبقة واقية من المبيدات التى تعمل على منع إنبات جراثيم المسببات المرضية ، أو تقتل أنابيب العدوى قبل أن تتمكن من اختراق أنسجة العائل. كما يدخل ضمن الوسائل الوقاية أيضاً عمليات تطهير التربة وتطهير المخازن للقضاء على مسببات الأمراض النباتية فيها. أما الوسائل العلاجية فتهدف إلى قتل المسببات المرضية بعد حدوث الإصابة الفعلية فى النبات ، كما يحدث فى حالات علاج التقاوى المصابة بمسببات مرضية تكمن داخل أنسجة البذور ، وذلك بمعاملتها بماء ساخن أو بمبيدات جهازية ، أو استخدام الرش أو التعفير للنباتات المصابة. ومن الملاحظ أنه لا يمكن تحديد ما إذا كانت عمليات الرش أو التعفير تتم لغرض الوقاية أو العلاج ، إذ أنه لا يمكن تحديد موعد بدء الإصابة قبل ظهور أعراض المرض حيث يحتاج الطفيل إلى فترة زمنية تختلف مداها باختلاف الطفيليات والظروف البيئية ونوع العائل المعرض للإصابة ودرجة مقاومته للمرض ، تعرف تلك الفترة بفترة الحضانة incubation period . تستخدم معظم المبيدات الفطرية المستخدمة رشا أو تعفيرا ضد الطفيليات السطحية ectoparasites ، إذ أن هذه المبيدات ليست لها القدرة على التغلغل داخل أنسجة النبات ، لهذا فإن الرش بتلك المبيدات يهدف أساسا إلى عمل غطاء واق من المبيد على أجزاء النبات قبل الإصابة لفترة معينة ، كما يقوم المبيد فى نفس الوقت بقتل ميسيليوم وجراثيم الفطر المسبب للمرض التى قد تكون موجودة على أسطح النبات فيقلل ذلك من مصدر العدوى للإصابة المستقبلية. ويفيد الرش العلاجى فى قتل الطفيليات التى تعيش على أسطح النبات أو داخل أنسجته إذا ما استخدمت مبيدات جهازية بعد ظهور الأعراض المرضية ، وذلك مثل حالات الإصابة بالبياض الدقيقى الذى يعيش مسببها معظم حياته على سطح النبات ، ومثل مرض الجرب فى التفاح والكمثرى التى تعيش مسبباتها داخل أنسجة النبات وتتجرثم خارجه.

1-5 معاملة التقاوى

نظرا لأهمية التقاوى والدور الكبير الذى تلعبه فى إنتاج المحاصيل من حيث كمية المحصول وصفاته الزراعية والاقتصادية ومقاومته للآفات ، فقد اهتمت المؤسسات العلمية المتخصصة فى كثير من دول العالم بتربية أصناف عالية الإنتاج من المحاصيل المختلفة وخاصة محاصيل الغذاء بوجه عام ومحاصيل الحبوب بوجه خاص ، وقد وجد أن الكثير من هذه الأصناف عالية الإنتاج تكون قابلة للإصابة بالأمراض ، وبعض هذه الأمراض ينقل عن طريق البذور أو قطع التقاوى الخضرية. وتعد البذور من أهم وسائل نقل الأمراض النباتية ، فهى تنقل المرض فى المزرعة من موسم إلى آخر ، كما تنقل المرض من أماكن إنتاج التقاوى إلى أماكن زراعتها. وتحمل التقاوى مسببات الأمراض إما خارجيا على القصرة أو الأغلفة أو تحملها داخليا فى أنسجتها. مثل هذه المسببات المرضية المحتمل وجودها بالتقاوى يسهل مكافحتها بنفقات قليلة قبل الزراعة عن طريق معاملة التقاوى soil treatment المعاملة الملائمة ، فى حين أن ظهور المرض بعد نمو المحصول فى الحقل قد يكلف مصاريف باهظة نتيجة عمليات الرش والتعفير بالإضافة إلى الخسائر الناتجة عن المرض.

كان للصدفة دور كبير فى معرفة أهمية معاملة التقاوى قبل الزراعة فى مقاومة بعض الأمراض التى تصيب النباتات ، ففى عام 1670 تعرضت سفينة محملة بالقمح قادمة من استراليا إلى عاصفة شديدة قرب الساحل البريطانى وجنحت إلى الشاطئ وغرقت. تمكن بعض المزارعين البريطانيين من إنقاذ بعض من ذلك القمح الذى كان مشبعا بماء البحر المالح، مما تعذر معه استخدامه كطعام فاستخدم بعضه فى الزراعة. لاحظ المزارعون أن المحصول الناتج عن التقاوى المملحة يكاد يخلو من إصابات التفحم المغطى ، فى حين أن الزراعات المجاورة المنزرعة بالتقاوى العادية كانت مصابة بهذا التفحم بشدة. استنتج المزارعون أهمية الماء المالح فى مقاومة التفحم المغطى فى القمح ، وقد استخدم بعد ذلك خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر فى معاملة تقاوى القمح قبل الزراعة.

تتم معاملة التقاوى بطرق مختلفة منها المعاملة الميكانيكية والمعاملة الكيماوية والمعاملة الفيزياوية والمعاملة البيولوجية وذلك كما يأتى :

1-1-5 المعاملة الميكانيكية

تهدف هذه المعاملة إلى إزالة الأجزاء النباتية المصابة بطفيليات مختلطة بالتقاوى ، كبقايا من أجزاء نباتية للمحصول ، وكذلك تهدف إلى فصل التقاوى المصابة ، بوسائل مختلفة منها

الغربلة التى يمكن بواسطتها فصل الأجزاء النباتية المختلطة بالبذور ، وفصل البذور الضامرة والصغير الحجم فى الحالات التى يؤدى فيها المرض إلى إنقاص وزن البذور ، وفى الحالات التى تؤدى الإصابة فيها إلى تغيير الشكل الظاهرى كما فى حبوب القمح المصابة بالنيماتودا *Anguina tritici* والتى تسبب تغييرا فى شكل الحبوب وتصبح كبذور الدحريج. يمكن استعمال الغربلة فى فصل بذور بعض النباتات الزهرية المتطفلة مثل بذور الحامول التى تختلط مع تقاوى البرسيم ، كما اتبعت طرق أخرى فى فصل بذور الحامول من البرسيم وبنيت هذه الطرق على أساس خشونة بذور الحامول ، من هذه الطرق خلط بذور البرسيم بمسحوق من برادة الحديد فتعلق برادة الحديد ببذور الحامول دون بذور البرسيم ثم باستعمال مغناطيس يمكن فصل بذور الحامول عن بذور البرسيم.

كما أمكن فصل البذور الملونة عن البذور السليمة وذلك باستخدام جهاز Sortex الذى يعمل إلكترونيا ويستطيع فصل البذور الملونة عن بقية البذور المارة بالجهاز.

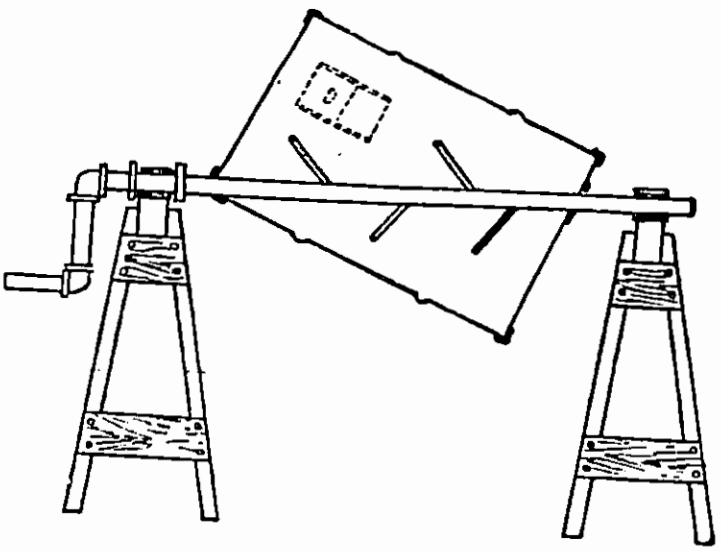
2-1-5 المعاملة الكيماوية Chemical treatment

تعامل التقاوى بالمبيدات الفطرية وذلك لغرضين الأول هو تطهيرها من المسببات المرضية التى قد تكون محمولة خارجيا على التقاوى ، أو من المسببات المرضية التى قد تكون بداخل أنسجة التقاوى ، والثانى هو وقاية التقاوى من هجوم ميكروبات التربة والتى قد تسبب عفنا للتقاوى أو موتا للبادرات قبل خروجها من التربة أو بعد خروجها على سطح التربة. هناك مبيدات عديدة تستخدم فى معاملة التقاوى ، فقد استخدمت سابقا المبيدات الزئبقية مثل سريسان وأجروسان وغيرها ، ولكن مثل هذه المبيدات أوقف استخدامها نتيجة لسميتها الشديدة للإنسان وخاصة بعد الكارثة التى حدث بالعراق عام 1970 حيث استخدم الأهالى حبوب قمح سبق معاملتها بمبيد زئبقى وذلك بعد الغسيل فى الماء بغرض الاستهلاك الآدمى مما نتج عنه موت الكثيرين. وفى الوقت الحالى يقتصر استخدام المبيدات الزئبقية فى كثير من دول العالم المتقدم على معاملة بذور المربى breeder seed. تلى استخدام المبيدات الزئبقية كثير من المبيدات العضوية التى تنتمى إلى مجاميع كيماوية كثيرة مثل كابتان 75 وثيرام وفيجون وسبرجون وتيراكلور ، ثم ظهرت بعد ذلك المبيدات الفطرية الجهازية مثل كربوكسين وبنليت وتوبسين وغيرها ، وقد سبق ذكر هذه المركبات فى الباب الرابع.

يشترط أن يتوفر فى المبيد المستعمل أن يكون ثابتا كيماويا ويستمر مفعوله الوقائى للبذور والبادرات عدة أسابيع وأن يكون سهل التوزيع على أجزاء التقاوى مسببا تغطية متكافئة لأجزائها المختلفة وأن يكون غير ضار بالتقاوى وتستعمل مبيدات التقاوى بطرق مختلفة كما يأتى :

1-2-1-5 معاملة التقاوى الجافة Dry seed dressing : تستعمل فى هذه الطريقة مبيدات غير قابلة للذوبان تقريبا ، وتوجد على هيئة مسحوق دقيقى يوزع على سطح التقاوى ، وذلك بإضافة الكمية اللازمة من المبيد على الوزن الملائم من التقاوى فى وعاء ثم يقفل الوعاء ويرج بشدة عدة مرات حتى يتم توزيع المبيد على التقاوى.

عند معاملة كميات كبيرة من البذور يمكن استخدام جهاز (شكل 5-1) ، وهو عبارة عن إسطوانة معدنية مثبتة فى وضع مائل على محور معدنى أفقى يمتد داخلها من أحد جانبى الأسطوانة بعيدا عن مركزها إلى الجانب الآخر قرب حافته. يخرج من المحور المعدنى فى الداخل 3-4 ريش فى اتجاهات مختلفة ، وللأسطوانة فتحة على محيطها قرب أحد جانبيها ولها باب ينزلق لإغلاقها. تملأ الأسطوانة لحوالى نصفها بالتقاوى ثم يضاف إليها الكمية المناسبة من المبيد ، ويقفل الجهاز ثم يدار 25 دورة على الأقل لتقليب التقاوى وتوزيع المبيد عليها.

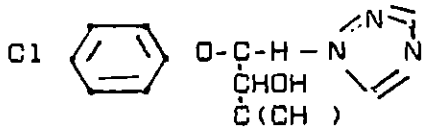


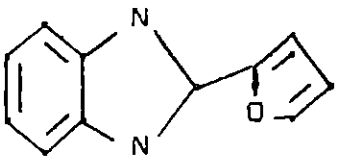
شكل 5-1 : جهاز لمعاملة التقاوى بالمبيدات الجافة

معاملة التقاوى بالمبيدات الجافة التى تكون عادة ذات درجة ذوبان منخفضة جدا لا ينتج عنها موت المسببات مرضية السطحية أو الداخلية مباشرة ولكنها تعمل فقط بعد الزراعة فى تربة رطبة.

ومن المبيدات المستعملة فى المعاملة الجافة للتقاوى ما يأتى :

بايتان Baytan : مبيد فطرى جهازى لمعاملة بذور القمح والنجيليات الأخرى. يوجد البايتان على هيئة مسحوق وتعامل به البذور بمعدل 1.5 جم / كجم بذرة. يحتوى بايتان على مادتين فعالتين هما fuberidazole و triadimenol والتى يرجع إليهما التأثير الجهازى ويرمز لها بالرمزين التاليين :





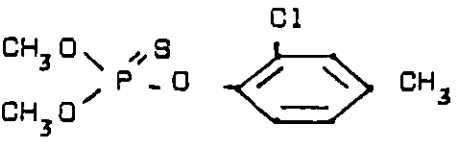
Triadimenol + **Fuberidazole**

Baytan

ركسيل : يستخدم فى معاملة حبوب النجيليات لـ كافحة مرض التفحم السائب والتفحم المغطى والتفحم اللوائى فى القمح وأمراض التفحم السائب والتفحم المغطى وتخطط الأوراق والتلطخ الشبكى فى الشعير وذلك بمعدل 2-3 جم / كجم بذرة.

ريزولكس تى50 Rizolex T 50 WP : مبيد فعال ضد بعض الفطريات الممرضة بالتربة مثل *Pythium* و *Fusarium* و *Rhizoctonia* والتى تسبب ضررا كثيرا على محاصيل الخضر والحبوب وبنجر السكر والفول السودانى وفول الصويا والقطن ونباتات الزينة وذلك بمعدل 3 جم / كجم بذرة.

يوجد هذه المركب على هيئة مسحوق قابل للبل يحتوى على 50 % من المواد الفعالة ، كما يوجد مستحضر تجارى يحتوى على مادتى رولكس بمعدل 20 % وثيرام بمعدل 30 % وتركيبه ورمزه الكيماوى



Rizolex T 50% WP

(O,O - dimethyl - O – (2.6 - dichloro - 4 methyl phenyl phospharothioate.)

سريفاكس وسريفاكس اكسترا Cerevax & Cerevax Extra : مبيد فعال ضد كثير من الفطريات المحمولة بالبذور أو بالتربة وذلك مثل لفحة البادرات وعفن القدم فى القمح والشعير المتسببين من أنواع من جنس *Fusarium* والتفحم السائب فى القمح والشعير المسبب من *U. nuda* والتفحم المغطى فى القمح المسبب من *Tilletia caries* والتفحم المغطى فى الشعير المسبب من *U. hordei* وذلك بمعدل 2.50 جم / كجم بذرة.

فيراكس Ferrax : مبيد فعال ضد كثير من الفطريات التى تحمل بالتقاوى وبالتربة والهواء. ويستطيع هذا المبيد مكافحة العديد من أمراض الشعير والتى تشمل لفحة البادرات وعفن القدم والتفحم السائب والتفحم المغطى وتخطط الأوراق والتى تحمل فطرياتها على البذور ، وأمراض الصدأ الأصفر والصدأ البنى والبياض الدقيقى التى تحمل فطرياتها بالهواء. تعامل البذور بمعدل 5 مل / كجم تقاوى.

يوجد فيراكس على هيئة مستحلب يحتوى على 3 % flutriafol و 40 % ethirimol و 1 % thiabendazole (TBZ) ، ويتميز flutriafol بأنه جهازى يمتص بواسطة التقاوى وجذور النباتات وينقل إلى أعلى النبات خلال أوعية الخشب حيث يتداخل فى إنتاج الارجسترول الذى يدخل فى تركيب أغشية الجدر الخلوية للمسببات الفطرية مما ينتج عنه ضمور فى الجدر الخلوية للمسببات الفطرية وتثبيط نمو الهيفات. كما أن ethirimol جهازى أيضا يمتص بواسطة الجذور وينقل إلى الأوراق خلال أوعية الخشب أيضا حيث يثبط تكوين نيوكليوتيد ويمنع استقرار الجراثيم الفطرية على أسطح الأوراق.

فينست Vincit : مبيد فطرى لمعاملة بذور القمح والشعير لمكافحة الفطريات التى تحمل خارجيا على أغلفة الحبة أو داخليا فى أنسجة الحبة ، وبذلك يمكن مكافحة *Tilletia foetida* و *T. caries* المسببان للتفحم المغطى فى القمح وكذلك *Septoria nodorum* المسبب لتلطخ القنابع فى القمح ، والتفحم المغطى فى الشعير والمسبب من *Ustilago hordei* وتخطط أوراق الشعير المسبب من *Pyrenophora graminea* ، التى تحمل فطرياتها خارجيا على أغلفة الحبة . كما يستطيع فينست مكافحة الفطر *U. nuda* المسبب للتفحم السائب فى القمح والشعير ، والتى تحمل جراثيمها داخل أجنة حبوب القمح والشعير . تعامل التقاوى بمعدل 2 جم / كجم تقاوى أو 2 مل / كجم تقاوى من المستحضر السائل .

يوجد فينست على هيئة مسحوق قابل للبلل أو على هيئة مستحلب ويرجع التأثير السام للمركب إلى إحتوائه على flutriatol الذى يتداخل مع تكوين الأرجسترول الذى يدخل كمكون لغشاء خلايا الفطر المسبب للمرض ، كما يحتوى المركب أيضا على مادة thiabendazol (من مجموعة benzimidazole) الذى يزيد من فاعلية المركب فى مكافحة الأنواع المختلفة من جنس فيوزاريوم التى تهاجم جذور نباتات القمح والشعير .

مونسرن Monceren : مبيد فطرى متخصص وفعال على فطر *Rhizoctonia solani* الذى يحمل على عدد كبير من التقاوى كما أنه يوجد فى التربة . يستخدم مونسرن بمعدل 3-5 كجم تقاوى فى مقاومة لفحة بادرات الكتان وعفن الجذور والذبول فى الفول .

5-1-2-2 المعاملة المبتلة للتقاوى Wet seed dressing : المبيدات المستعملة فى هذه الطريقة تكون قابلة للذوبان فى الماء أو فى صورة مساحيق قابلة للبلل ينتج عن تقليبها فى الماء معلقات بطينة للترسيب . تعمل المحاليل أو المعلقات بتركيزات مناسبة ثم تغمر بها كميات مناسبة من التقاوى وتترك بها زمن محدد ثم تنشل التقاوى وتفرد لتجف ثم تزرع أو تخزن . تفضل المعاملة المبتلة عن المعاملة الجافة فى تطهير ووقاية الأجزاء الخضرية المعدة كتقاوى مثل درنات البطاطس وذلك لسهولة توزيع المبيد على سطح تلك الأجزاء الخضرية ووقايتها من الأمراض التى تصيبها خلال الفترة الأولى لزراعتها عن المسببات المرضية التى ينتج عنها عفن قطع التقاوى ، ويستخدم لذلك محلول فورمالين 0.4 % لمدة ساعة ونصف ثم تنشل قطع التقاوى وتفرد لتجف .

ولكن كثير من المزارعين لا يفضلون هذه الطريقة نظرا لأن عملية التجفيف تحتاج إلى وقت طويل ، وكذلك لخطورتها على التقاوى إذا لم يتم التجفيف جيدا .

بعض أنواع البذور وخاصة بذور البقوليات كالبسلة والفاصوليا وفول الصويا وغيرها تتشرب الماء بسهولة وتنتفخ وتزداد فى الحجم وتنفصل عنها القصرة وتسرع فى الإنبات مما ينتج عنها مشاكل فى التجفيف. ولصعوبة استخدام هذه الطريقة تجاريا مع تلك الأنواع من البذور أمكن استخدام مركب polyethylene glycol (PEG) وذلك بإضافته إلى الماء لتقليل الضغط الأسموزى للمحلول مما يسمح لأنواع كثيرة من البذور بأن تعامل بهذه الطريقة لفترات طويلة دن حدوث أضرار ، حيث أن البذور المعاملة بالغمر فى PEG لا تتشرب بالماء كثيرا إلى حد الانتفاخ ، ولا تنبت بسرعة ويمكن تجفيفها بعد المعاملة. ينتج عن هذه المعاملة التبكير فى ظهور البادرات فوق سطح التربة ؛ كما تكون البادرات متساوية تقريبا فى الطول وخاصة عند زراعة البذور تحت ظروف مناسبة. هناك طريقة أخرى أمكن بها الاستغناء عن الماء كلية وذلك باستخدام مذيبات مثل anhydrous (DCM) dichloromethane أو أسيتون وذلك لحمل المبيد الفطرى إلى البذور فى عدم وجود الماء وعلى ذلك يمكن استخدام المبيدات بعد إضافة حامل المذيب.

3-2-1-5 المعاملة بمعلقات ثقيلة القوام Slurry : تتميز هذه الطريقة بتلافى التأثير الضار على العمال الذى ينتج عن تطاير المبيد عند اتباع الطريقة الجافة وكذلك توفيرا للوقت الذى يلزم لتجفيف التقاوى عند اتباع الطريقة المبتلة. فى هذه الطريقة يعمل معلق مركز من المبيد ثم يضاف هذا المعلق إلى البذور ، ويلزم لذلك أجهزة خاصة لضمان توزيع المعلق على سطح البذور بانتظام ، ولا تتطلب هذه المعاملة تجفيفا للبذور وذلك لأن المعاملة تضيف إلى التقاوى نسبة لا تتجاوز 1 % من الرطوبة.

3-1-5 المعاملة الفيزيائية Physical treatment

تشمل المعاملة الفيزيائية معاملة التقاوى بالحرارة ويستخدم فى ذلك الماء الساخن أو الهواء الساخن كما تشمل المعاملة أيضا تعريض الحبوب لظروف غير هوائية أو يستخدم طريقة التخمير بترك البذور مع عصير ولب الثمار. وتتلخص هذه المعاملات المختلفة فى الآتى :

1-3-1-5 المعاملة بالماء الساخن Hot-Water treatment : تتبع هذه الطريقة فى تطهير التقاوى تطهيرا كاملا ضد بعض الميكروبات التى توجد داخليا بالتقاوى. وللحرارة مفعول واضح فى إهلاك الطفيليات المحمولة بداخل أو على سطح البذور ، وفى بعض الأحوال تعتبر المعاملة الحرارية للتقاوى هى الوسيلة الوحيدة لمقاومة عدد من الأمراض التى

تحمل طفيلياتها داخليا بالبذور ، فـهى تستخدم فى مقاومة كل من التفحم السائب فى القمح والشعير المتسبب عن الفطر *U. nuda* الذى يسكن داخليا فى الحبوب وتتم المعاملة الحرارية لحبوب القمح كالآتى :

1 - تغمر الحبوب فى ماء حرارته 20 - 30 ° م لمدة أربع ساعات وذلك لتنبيه وتنشيط مسيليوم الفطر الساكن.

2 - تنشل الحبوب من الماء البارد ثم تغمر فى ماء ساخن حرارته 52 ° م لمدة 10 دقائق وذلك لقتل الميسيليوم الداخلى.

3 - تنشل الحبوب من الماء الساخن ثم تغمر سريعا فى ماء بارد لتبريد الحبوب حتى لا تؤثر الحرارة المرتفعة على حيوية الحبوب ، ويفضل أن يستبدل الغمر فى الماء البارد بالغمر فى محلول بارد لأحد المبيدات الفطرية مثل السيمسان بنسبة 0.25 %.

فى حالة حبوب الشعير تعامل كالسابق إلا أن مدة الغمر الأولى فى الماء البارد تصل إلى 12 ساعة ثم الغمر فى الماء الساخن على حرارة 53 ° م ولمدة 13 دقيقة.

تتبع المعاملة الحرارية للتقاوى فى بعض محاصيل الخضر كبذور الطماطم ضد الإصابات المبكرة لمرض اللفحة المبكرة المتسبب عن الفطر *Alternatia solani* وبذور الكزنب والقرنبيط ضد مرض الساق السوداء المتسبب عن الفطر *Phoma lingam* وضد مرض تبقع الأوراق المتسبب عن الفطر *Alternaria brassicae* ، وتلك الفطريات تعيش داخليا فى بذور عوائلها ولذا فهى تقاوم بمعاملة البذور بالماء الساخن على درجة 50 ° م ولمدة 25 دقيقة.

لا تقتصر المعاملة الحرارية ضد الطفيليات على التقاوى البذرية بل تشمل أيضا التقاوى الخضرية كالأبصال أو الدرنات والكورمات والريزومات فتعامل أبصال النرجس للمصابة بالديدان الثعبانية *Ditylenchus dipsaci* بواسطة الماء الساخن فتنقع الأبصال أولا فى ماء بارد درجة حرارته 20- 30 ° م لمدة ساعتين ثم تنقل إلى الماء الساخن على حرارة 44 ° م لمدة 3-4 ساعات حسب حجم الأبصال ثم تبرد بالغمر فى ماء بارد وتجفف. كما أفادت معاملة عقل قصب السكر المستخدمة كتقاوى بالماء الساخن على درجة 52 ° م ولمدة 20 دقيقة فى مقاومة مرض التخطط الفيروسى.

2-3-1-5 المعاملة بالهواء الساخن : نجح لثرا Luthra فى مقاومة التفحم السائب فى القمح بتعريض حبوب القمح المخصصة للتقاوى لحرارة الشمس. وتتلخص طريقة ذلك فى نقع الحبوب أولاً فى الماء لمدة 4 ساعات ثم تنشر فى الشمس لمدة 4 ساعات أخرى. وقد حصل على أحسن نتائج عندما كانت أعلى درجة حرارة فى الظل 49 °م.

3-3-1-5 المعاملة بالتعريض لظروف لا هوائية : تعتبر هذه الطريقة أكثر أمانا وأقل ضررا على التقاوى من المعاملة بالماء الساخن واستعملت فى مقاومة فطريات التفحم السائب فى كل من القمح والشعير فتغمر التقاوى فى ماء بارد (15-21 °م) لمدة ساعتين على الأقل ، ثم يصفى الماء وتحفظ التقاوى بعد ذلك فى ظروف لا هوائية تقريبا لمدة يوم أو أكثر. فى بعض الحالات تنتج الظروف اللا هوائية باستمرار الغمر فى الماء لمدة 64 ساعة على درجة حرارة 22 °م ، وفى بعض الحالات الأخرى تنقل البذور إلى أوانى محكمة الغلق وتحفظ فيها لمدة تختلف تبعا لدرجة الحرارة داخل الأوانى ، فتقل مدة الحفظ كلما ارتفعت درجة الحرارة، فتحفظ لمدة 80 ساعة على حرارة 20 °م ولمدة 70 ساعة على 21 °م ولمدة 60 ساعة على 24 °م ولمدة 50 ساعة على 27 °م ولمدة 40 ساعة على 30 °م ولمدة 30 ساعة على 32 °م. بعد ذلك يعاد تصفية الماء وتنتشر التقاوى لتجف مع مراعاة أن لا تزيد حرارة الحبوب أثناء التجفيف عن 38 °م. ويجب معاملة التقاوى بعد هذه المعاملة بأحد المبيدات الواقية.

4-3-1-5 تخمير البذور : تستخدم طريقة التخمير fermentation فى مكافحة مرض التقرح البكتيرى فى الطماطم المسبب من *Cerynebacterium michiganense*. وطريقة ذلك هى أن تخمر البذور مع عصير ولب الثمار على درجة حرارة الجو ، 20-25 °م ، لمدة 72 ساعة تستخرج بعدها البذور ، ويعتقد أن زيادة درجة حموضة العصير الناتج عن التخمير هى المسئولة عن إبادة البكتيريا الممرضة.

4-1-5 المعاملة البيولوجية Biological treatment

زادت أهمية استخدام المعاملة البيولوجية فى مكافحة أمراض البذور فى الوقت الحاضر وذلك للمحافظة على البيئة من التلوث بالكيماويات. وفى الطريقة البيولوجية تعامل البذور بكائنات واقية ذات قدرة على تضاد كائنات التربة المحيطة بالجذور rhizosphere وينتج عن تلك المعاملة وقاية لكل من البذور والجذور وزيادة فى نمو النباتات. لوحظ ذلك فى النباتات التى عوملت بذورها وزرعت فى الصوب أو فى الحقل. وفى تجربة حقلية زرعت فيها ذرة

عوملت بفطر *Trichoderma harzianum* فكانت نباتاتها أكثر نموا ومحصولها أوفر من النباتات التى لم تعامل بذورها بالفطر المذكور (Harman et. al., 1989).

كما أمكن وقاية بادرات الذرة الشامية بمعاملة الحبوب بالبكتيريا *Bacillus subtlis* أو بالفطر *Chaetomium globosum* قبل الزراعة فى الحقل الذى لوثت تربته بالفطر *Fusarium roseum* f. sp *cerealis* وكانت نتائج المعاملة البيولوجية فى وقاية بادرات الذرة الشامية تماثل المعاملة الكيماوية لحبوب الذرة بالكابتان أو الثيرام.

كذلك أمكن مكافحة بعض أمراض فول الصويا المسببة من الفطريات *Colletotrichum truncatum* المسبب للإنثراكنوز وفطر *Pythium ultimum* المسبب لموت البادرات وفطر *Sclerotinia sclerotiorum* المسبب للعفن الأبيض وذلك بمعاملة بذور فول الصويا بفطريات *Trichoderma harzianum* و *Aspergillus tereus* و *Gleocladium roseum*.

ولنجاح استخدام الطريقة البيولوجية يجب اختبار السلالة المستخدمة من الكائن الدقيق الذى يقوم بالوقاية والذى يتوفر فيه صفات وراثية للوقاية وكفاءة عالية على تضاد ميكروبات التربة المحيطة بالجذر ، كما يلزم توفر ظروف تربة مناسبة من رطوبة وعناصر غذائية ورقم أيدروجينى مناسب وغيرها وذلك لضمان نموها وتكاثرها.

2-5 الرش والتعفير

تتعرض كثير من النباتات أثناء فترات نموها لهجوم الطفيليات التى تسبب لها أمراضا نباتية مختلفة ، ويمكن مكافحة بعض هذه الأمراض كيميائيا باستخدام المبيدات المناسبة إما باتباع أساليب وقائية أو طرق علاجية. والمبيدات التى تستخدم فى مثل هذه الحالات قد تكون فى صورة محاليل أو معلقات أو مستحلبات وقد يضاف إليها مواد أخرى تعمل على ثبات المبيد ونشره بسهولة على أسطح الأجزاء النباتية المعاملة أو تعمل على زيادة التصاق المبيد على أسطح النباتات ، فيمنع ذلك من زوالها بالرياح أو الأمطار. وقد تكون المبيدات فى صورة مساحيق جافة تستعمل بعد أن تخفف بمادة مالئة مثل بودرة التلك ليسهل بذلك توزيعها بطريقة متجانسة. تستعمل المبيدات فى صورها السائلة بطرق الرش ، أما المبيدات الجافة التى فى صورة مسحوق فتستعمل بطريقة التعفير. وتستخدم فى عملية الرش والتعفير آلات متنوعة باختلاف نوع المعاملة ومساحة الحقل والمزارع فمنها ما يكون بسيطا يدار باليد ومنها الكبير الذى يدار آليا بموتورات خاصة. ويتوقف النجاح فى عملية المكافحة على اختيار المبيد المناسب والوقت الملائم للقيام بالعملية كما أن لإتقان تنفيذ العملية أهمية بالغة. ولتحديد

المبيد المناسب وكيفية تطبيقه ، والوقت الملائم لعمليات الرش أو التعفير لمكافحة الأمراض التى تصيب محصول معين ، يجب التعرف أولاً على الأمراض التى تصيب ذلك المحصول فى المنطقة التى يزرع فيها ، وأهمية كل من تلك الأمراض على إنتاجية المحصول والظروف الملائمة لانتشار كل منها والموعد التقريبى لبدء ظهوره ، ومن ثم يمكن تحديد الموعد الملائم لبدء تنفيذ برنامج وقائى ضد تلك الأمراض قبل ظهورها . وهناك بعض الأمراض لا تظهر بصفة منتظمة وفى هذه الحالة يسترشد ببدء ظهور أعراض الإصابة لتلك الأمراض بالمزرعة أو بالمزارع المجاورة ، حينئذ تبدأ مباشرة عمليات المكافحة المناسبة قبل تزايد انتشار المرض . وتكرر عمليات المكافحة حسب شدة الإصابة وكفاءة ومدى بقاء المبيد بحالة فعالة على أسطح النباتات المعاملة ، كما يجب أن يراعى الناحية الاقتصادية من حيث تكاليف المكافحة والعائد من نتائجها .

ويراعى عند اختيار مبيد مناسب لمكافحة مرض معين توفر شروط خاصة به أهمها :

1- أن يكون قاتلا للطفيل أو مانعا لنشاطه .

2- أن لا يكون ذو تأثير ضار على النباتات المعاملة .

3- أن تكون المادة الفعالة ثابتة لا يتغير تركيبها أثناء التخزين أو عند تعرضها للجو ، فيبقى مفعولها الابادى مدة كافية .

4 - أن يكون سهل التحضير .

5- أن يكون فى حالة يسهل معها تغطية أسطح النباتات المعاملة بسهولة بدرجة متجانسة .

6- أن يكون له خاصة الالتصاق على أسطح النباتات ، فلا يزول بفعل الرياح أو الأمطار .

7- أن تكون تكاليف استخدامه غير مرتفعة .

ويتوقف نجاح عمليات الرش أو التعفير على مهارة عامل المكافحة ومدى اهتمامه بتغطية الأجزاء النباتية المعرضة للإصابة ، إذ أن بعض الأمراض مثل أمراض البياض الزغبى تحدث الإصابة بها فى معظم الأحيان فى السطوح السفلى للأوراق ، وعلى ذلك فيجب العناية بتغطية الأسطح السفلى للأوراق عند مكافحة تلك الأمراض . أما فى حالة أمراض البياض الدقيقى فيجب أن تغطى مواد الرش أو التعفير السطوح السفلى والعليا للأوراق إذ تحدث العدوى فى مثل هذه الأمراض على كل من السطوح العليا والسفلى للأوراق . تعد معرفة طبيعة المرض وكيفية تكشفه ذات أهمية كبيرة فى تحديد طريقة المكافحة وكيفية تنفيذها .

للحصول على نتائج جيدة من عمليات الرش أو التعفير يعاد الرش أو التعفير بعد سقوط الأمطار وذلك فى حالة استخدام مبيدات تغسل بفعل الأمطار كما يراعى عدم تطبيق تلك العمليات إذا كانت الأرض شديدة الجفاف إذ قد يساعد ذلك على حدوث تساقط فى الثمار والأوراق وكذلك عدم إجراء الرش أثناء هبوب الرياح خوفا من حدوث تسقيط.

يلزم مراعاة اتخاذ احتياجات خاصة عند إجراء عمليات الرش أو التعفير ، وخاصة فى حالة استخدام المبيدات ذات التأثير الضار بصحة الإنسان أو الحيوان ، ومن هذه الاحتياطات ما يأتى :

1- يراعى فى العمال القائمين بعمليات الرش أو التعفير خلو أجزاء أجسامهم المكشوفة من الجروح.

2- منع عمال المكافحة من استخدام أيديهم فى الأكل أو الشراب أو التدخين إلا بعد تنظيف ما تعرض من أجسامهم للمبيد المستعمل تنظيفا جيدا بالماء والصابون.

3- الحذر من استنشاق المبيدات أثناء تحضيرها أو تطبيقها فى الحقل ، ولذا فيراعى أن يكون سير العامل أثناء قيامه بعملية الرش أو التعفير مع اتجاه الريح وليس مضادا له.

4- يجب منع الحيوانات من نزول الأرض المرشوشة أو المعفرة إلا بعد ضمان زوال أى أثر سام للمبيد المستخدم.

5- يجب عدم جمع المحصول للأكل إلا بعد مرور الزمن الكافى لزوال الأثر السام للمبيد.

1-2-5 عملية الرش

يعتبر الرش من أكثر الوسائل المتبعة فى مكافحة الأمراض النباتية انتشارا ، ويشترط فى تجهيز المبيدات المعدة للرش فى صورة محاليل أو مستحلبات أن تتوفر فيها درجات عالية من التجانس وثبات التركيب عند استخدامها فى عمليات الرش. ولكى يكون تركيز المبيد متجانسا فى وسائل الرش جميعه تضاف إليه مواد غروية تعمل على تأخير ترسيب المادة الفعالة الصلبة إذا كانت فى صورة معلق ، أو تمنع التحام قطرات المادة الفعالة السائلة إذا كانت فى صورة مستحلبة ، وذلك عند خلطها بالماء لتحضير سائل الرش. ومن المواد المستخدمة الجيلاتين والصمغ العربى وكازين اللبن ، وهذه تضاف إلى المبيدات المحضرة فى صورة معلقات أما الصابون الرخو وبعض مستحضرات تجارية مثل توين Tween فتضاف إلى المبيدات المحضرة فى صورة مستحلبات.

1-1-2-5 المواد المساعدة أو الإضافيه Adjuvants (additives) : يكسو بعض أوراق النباتات طبقة واقية من الشمع تكسبها نعومة الملمس ، والبعض الآخر من أوراق أو ثمار النباتات تكون زغبية الملمس. من الصعب تغطية السطوح الناعمة مثل أوراق الكرنب والبصل وثمار التفاح والسطوح الزغبية مثل الخوخ بمبيد الرش تغطية كاملة ومتجانسة حيث تتجمع قطرات المبيد وتنساب بسهولة من سطح الأوراق والثمار تاركة مساحات غير مغطاة بالمبيد وبذلك تصبح تلك المساحات غير المغطاة بالمبيد معرضة للإصابة. ويتطلب الحصول على تغطية كاملة إضافة بعض المواد المساعدة لتحسين خواص المبيد الفيزيائية والكيماوية وذلك عن طريق تحسين قدرة المبيد على الانتشار والالتصاق على سطوح الأوراق والثمار.

تشمل المواد المساعدة المواد المبللة wetting agents والمواد الناشرة spreaders والمواد اللاصقة stickers والغرويات colloids.

وعادة تحتوى معظم المبيدات التجارية على المواد المساعدة اللازمة لها ؛ ولكن يلاحظ أن بعض تلك المواد المساعدة قد يكون لها تأثيرات سالبة إذا لم يكن هناك حاجة لإضافتها للمبيد ، وعلى ذلك تستعمل تلك المواد المساعدة فقط عندما يذكر ذلك ضمن البيانات المدونة على علبة المبيد.

المواد المبللة : تستخدم لضمان عدم وجود طبقة غازية تفصل طبقة سائلة عن أخرى صلبة ، فبشرة النباتات مغطاة بطبقة شمعية من الكيوتين كارهة للماء ، لهذا فإنه إذا وضع محلول مائى على بشرة النبات فإنه يفشل فى تبليل البشرة ، فيتجمع الماء ويتكون فى قطرات تسقط من النبات ، وتزداد هذه الخاصية وضوحا فى وجود الشعيرات التى تحجز جيوبا من الهواء. وكذلك فإن بعض الآفات يصعب تبليلها بسائل الرش مثل فطريات البياض الدقيقى. هذا ومعظم المبيدات التجارية تحتوى على ما يكفيها من مواد مبللة إلا أنه فى بعض النباتات ذات الأوراق الشمعية كالكرنب والبصل والبسلة والقرنفل ، أو ذات الشعيرات الكثيفة كالقرع، أو فى حالة رش الآفات الصعبة التبليل ينصح بإضافة مواد مبللة زيادة عن الموجود فى المبيد الجاهز. يلاحظ أن زيادة كمية المواد المبللة عن الحد المناسب تساعد على كثرة الفقد نتيجة لسرعة جريان السائل من أسطح النباتات. ومن أمثلة المواد المبللة الكحولات طويلة السلسلة والدقيق وإسترات الأحماض الدهنية.

المواد الناشرة : المواد الناشرة هى المواد التى تؤدى إلى تسهيل ملامسة محلول الرش بالسطح المرشوش. فالمعروف أن الماء الذى يسقط كمطر وندى على أوراق النباتات يتجمع فى قطرات كبيرة وتنزلق بعيدا عن سطح الورقة تاركة سطح الورقة جافا ، وبمعنى آخر ليس هناك سطح ثابت بين قطرات الماء وسطح الورقة وهنا تظهر وظيفة المادة الناشرة كمادة تهيئ لقيام سطح اتصال بين سطح الورقة وسائل الرش وذلك بخفض الطاقة السطحية العالية المسئولة عن التوتر السطحى للماء والذى يمنع تكون السطح البينى. ويتحقق الانتشار على السطح المعامل عن طريق خواص الابتلال بتبليل السطح المعامل ، فالأساس فى الابتلال هو تكوين سطح بينى بين سائل الرش والسطح الصلب المرشوش بحيث لا تتسكب قطرات الرش تاركة السطح المعامل دون تبليل. ومن الواضح أن الحالة المثلى هو أن يبقى سائل الرش ملتصقا بالسطح المعامل على صورة غشاء رقيق متصل وثابت.

المواد اللاصقة : كان يقصد بكلمة المواد اللاصقة المواد المؤدية إلى تحسين صفات ثبات مادة الرش بالتصاقها على السطح المعامل ، ولكن فى الوقت الحالى يقصد بالمواد اللاصقة تلك التى تستعمل فى تحسين خواص احتفاظ السطح المعامل بتركيز عال من المبيد على أن يظل المبيد ثابتا بالقدر الكافى فوق السطح المعامل.

ومن أمثلة المواد اللاصقة الغراء والجيلاتين والكازين والدقيق واللبن المخفف المنزوع منه الدهن وزيت بذرة الكتان والدكسترين وبعض المواد المعدنية مثل بنتونيت ومخلوط بنتونيت والكبريت.

ومن العوامل التى تؤثر على ثبات التصاق مواد الرش هو حجم حبيبات المبيد المستخدم. تزداد قدرة المبيد على الثبات فوق السطح المعامل كلما صغرت حجم حبيباته إلى حد معين ولذلك فإن الحبيبات الشديدة النعومة أو الخشونة نجدها قليلة الالتصاق ، والحبيبات المسطحة التى على شكل مستطيلات مثلا تتمتع بمساحة أكبر لتلامس السطح المعامل ولذلك فإنها تلتصق بصورة أفضل من الحبيبات الكروية ، ومن العوامل المؤثرة أيضا نجد أن السطح الخشن أو الزغبى للأوراق يزيد من ثبات المبيد.

الغرويات : هى مواد تضاف إلى المعلقات أى المبيدات الصلبة المنتشرة فى الماء وذلك بغرض تأخير تجميع وترسيب المعلق. وتؤخر الغرويات ترسيب المبيدات عن طريق رفعها لدرجة لزوجة وسط الانتشار ، ومن الغرويات التى تضاف إلى المعلقات الجيلاتين والصموغ والغراء وبعض منتجات الألبان.

المستحلبات : وهى مواد تساعد على انتشار مبيد سائل فى الماء ، ومن ذلك الصابون وبعض المنتجات التجارية مثل مركبات التوين Tween•

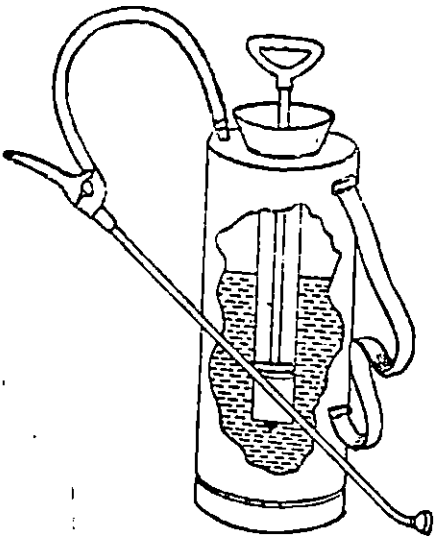
2-1-2-5 آلات الرش : تجرى عمليات الرش بواسطة آلات خاصة تعمل أساسا على تفرقة سائل الرش إلى قطرات دقيقة وتوزيع هذه القطرات توزيعا منتظما على أجزاء النباتات•

أولا : رشاشات تعمل باليد Hand sprayer

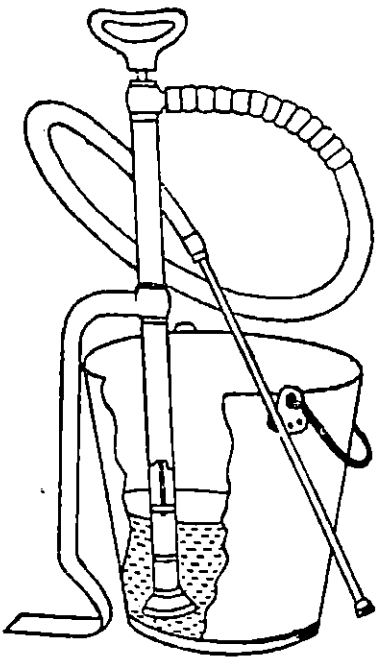
رشاشة الرذاذ Atomizer type : وهى أبسط أنواع الرشاشات ويسع خزانها من ½ إلى 4 لتر ويستعمل فى رش المساحات المحدودة كالحدائق المنزلية والنباتات المنزرعة فى إصص• ويتكون ضغط الهواء بواسطة مكبس يتحرك داخل أسطوانة ، فيندفع الهواء مارا فوق فتحة أنبوبة ممتدة داخل سائل الرش الذى يوجد بالخزان• ومن هذه الرشاشات ما يعمل تحت ضغط متقطع ، ومنها ما يعمل تحت ضغط مستمر ، والأخير يعطى رذاذا مستمرا من سائل الرش طوال مدة تشغيل المضخة ، فى حين أن النوع المتقطع يدفع سائل الرش فى وقت دفع المكبس إلى داخل أسطوانة الضغط فقط• وهذا النوع من الرشاشات يحتاج إلى رج مستمر فى حالة استخدام المبيدات فى صورة معلقات أو مستحلبات• ومن أمثلة رشاشة الرذاذ تلك التى تستخدم فى المنازل لمكافحة الحشرات المنزلية•

رشاشة الهواء المضغوط Compressed-air type : هذا النوع يولد ضغط على الهواء المحجوز فوق سائل الرش بواسطة مضخة كابسة• يسع خزان هذا النوع من 4 إلى 30 لتر ، ويجب عدم ملء الخزان لأكثر من ¾ سعته حيث يلزم وجود حجم كاف من الهواء لإحداث الضغط المطلوب• وضغط الهواء المطلوب لتشغيل هذا النوع من الرشاشات يتراوح ما بين 30 - 50 رطل على البوصة المربعة وتزود بعض هذه الرشاشات بقلاب هوائى أو آلى لتقليب المحلول داخل خزان الرشاشة ، ومن هذا النوع رشاشة الظهر (شكل 5-2)•

رشاشة الجردل Bucket pump : وهى عبارة عن مضخة ماصة كابسة توضع فى جردل به سائل الرش (شكل 5-3) ، وتتصل المضخة بخرطوم ينتهى بمدفع الرش• وهذا النوع من المضخات يعطى ضغطا يتراوح ما بين 150-175 رطلا على البوصة المربعة ، ولهذا فإنه يتلاءم استعمالها مع الحالات التى تتطلب ضغطا عاليا ، كما فى حالة رش الأشجار المرتفعة• ويحتاج تشغيل هذه الرشاشة إلى إثنين من العمال ، أحدهما لتشغيل المضخة والثانى لحمل مدفع الرش وتوجيهه•



شكل 5 -2 : رشاشة ظهر



شكل 5 - 3 : رشاشة جردل

ثانيا : رشاشات آلية Power sprayers

رشاشات آلية صغيرة : ومنها أنواع مختلفة ، بعضها يجر بعجلة أمامية ، والبعض يحمل على عجلتين أو أربع عجلات. تجهز هذه الرشاشات بمضخة ذات إسطوانة واحدة أو أسطوانتين ، وتدفع من 4 إلى 25 لترا من سائل الرش فى الدقيقة ، وتعمل تحت ضغط لا يزيد عادة عن 300 رطل على البوصة المربعة.

رشاشات آلية كبيرة : ومنها أنواع مختلفة ويتراوح سعة الخزان فيها من 500 إلى 2000 لتر وتحمل على إطار حديدى مثبت على أربع أو ست عجلات ويزود هذا النوع بمضخة تدفع من 50 إلى 100 لتر من سائل الرش فى الدقيقة ، وتعمل بضغط يتراوح ما بين من 400 إلى 500 رطلا على البوصة المربعة.

رشاشات الدفع الهوائى Air blast sprayers : هى آلات حديثة بدأت فى الانتشار منذ عام 1960 ، وتقوم برش المبيدات وهى فى صورة محاليل مركزة مستخدمة حجم صغيرة من سائل الرش low volume ، فهى تستخدم ¼ إلى 1/6 كمية الماء المستخدم فى الطرق العادية الأخرى التى يستخدم فيها أحجام كبيرة من الماء high volume. ويحتاج رش الفدان برشاشات الدفع الهوائى إلى 12 - 300 لترا من سائل الرش ، متوقفة على الآلة المستخدمة وأحجام النباتات المعاملة. وتستخدم فى هذه الآلات قوة الهواء لتجزئة وحمل المحلول ، فيمرر سائل الرش على تيار هوائى شديد السرعة ، ويخرج من خلال بشابير خاصة لتجزئتها إلى قطرات دقيقة ، تتراوح أقطارها ما بين 50 إلى 150 ميكرون ، فى حين أن القطرات التى تتساقط من الطرق الأخرى التى تستخدم المحاليل المخففة تكون أكبر من 200 ميكرون. وتمتاز رشاشات الدفع الهوائى بالوفر الشديد فى الماء المستخدم وكذلك فى العمالة اللازمة للقيام بعملية الرش ، ويقدر الوفر فيها بحوالى 70 % ، ويقدر الوفر فى الوقت بحوالى 30 - 50 % وعلاوة على ذلك فهناك وفر فى المبيد المستخدم يقدر بحوالى 20 % . كما يمتاز الرش بهذه الطريقة بأنه يعطى توزيع أفضل للمبيد على جميع أسطح النبات المرشوشة ، حيث أن الهواء المحمل بالمبيد يزيح الهواء العادى ويحل محله فى المنطقة المرشوشة. وقد أمكن استخدام كثير من المبيدات الفطرية بهذه الطريقة منها إكسى كلورور النحاس فى رش البطاطس ضد اللفحة المتأخرة والكبريت الغروى والكاثين القابل للبلل ضد جرب التفاح.

رشاشات لتوزيع المبيد بدون سائل الرش : Ultra low volume (ULV) sprayers :
تستخدم هذه الرشاشات المبيد مباشرة بدون استخدام ماء أو أى سائل آخر لحمله. وتزود كثير من رشاشات ULV بمراوح لدفع هواء بسرعة فائقة لتفرقة وحمل جزيئات المبيد على

سطوح النباتات. وأهم مميزات هذه الرشاشات هو الاقتصاد فى العمالة والوقت وذلك لعدم استخدام الماء. ويستخدم هذا النوع من الرشاشات فى الرش الجوى بالطائرات (شكل 5-4). ولكن يعاب على هذه الرشاشات الخطورة الناجمة عن استخدام المبيدات المركزة دون تخفيفها. كما أن المبيدات التى يمكن تطبيقها باستخدام هذا النوع من الرشاشات قليل.

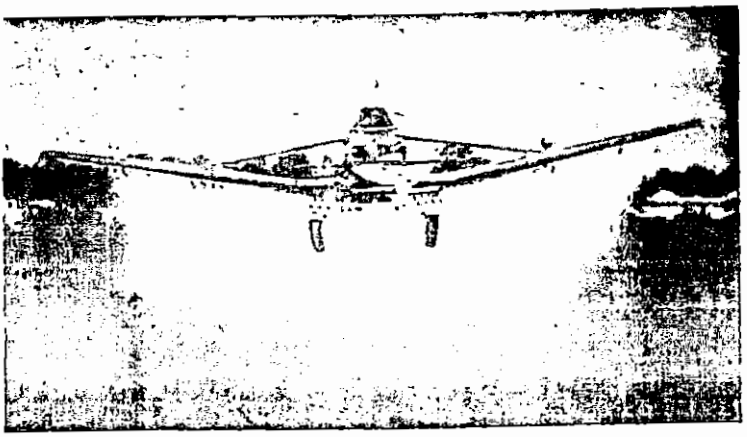
5-2-1-3 أجزاء آلات الرش : تختلف آلات الرش اختلافا كبيرا فى مظهرا وسعتها وكفاءتها ولكن يتفق معظمها فى وجود أجزاء معينة فى كل منها. والأجزاء الأساسية التى تتكون منها آلات الرش هى :

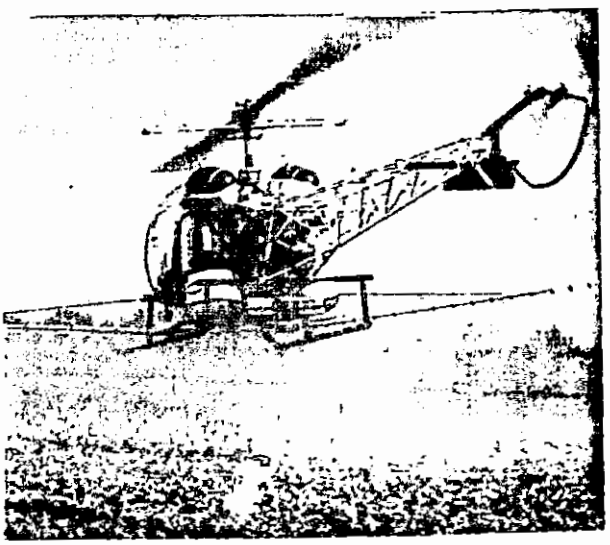
الخزان Tank : وهو وعاء يوضع فيه سائل الرش ، وقد يصنع من الخشب أو من المعادن المطلاة بطبقة غير قابلة للتفاعل مع المبيدات ، وتختلف سعة الخزان من عدة لترات إلى 2000 لتر ، وكثيرا ما يحتوى الخزان بداخله على جهاز تقليب agitator لحفظ المعلقات والمستحلبات فى حالة تجانس أثناء الرش وقد يكون الخزان مجهزا بمصفاة لتصفية المبيد قبل ملء الخزان به وكذلك لتصفيته قبل اندفاعه بواسطة المضخة إلى خارج الخزان.

المضخة Pump : وهى التى تعمل على سحب المبيد من الخزان ودفعه تحت ضغط إلى خارج الخزان وتتركب المضخة من 1 – 4 أسطوانات ، لكل منها مكبس piston خاص يعمل على سحب المبيد من الخزان وضغطه بقوة إلى الخارج خلال صمامات valves ، والصمامات التى توجد فى الأسطوانات تكون عادة من النوع الكروى ball and seat type ، وتصنع من البرونز أو من معدن غير قابل للصدأ. وهذا النوع من الصمامات يسمح للسائل بالمرور فى اتجاه واحد فقط ، ولهذا فإنه يوجد بكل أسطوانة صمامان أحدهما يسمح للسائل بالدخول من الخزان إلى المضخة والثانى يسمح للسائل المضغوط بالخروج من المضخة.

تتوقف كفاءة المضخة على عدد الأسطوانات بها وعلى قطر كل منها ، وعموما فالمضخات التى تعمل ميكانيكيا تتراوح كفاءة عملها ما بين ضخ من 4 إلى 250 لتر فى الدقيقة.

أجزاء نقل الضغط Compression parts : ينتقل سائل الرش من المضخة إلى أنبوبة على شكل حرف T ، يتصل أحد أطرافها بحجرة الضغط compression chamber حيث يتولد ضغط على المحلول بواسطة هواء مضغوط وذلك لدفع المحلول إلى الخارج بقوة ثابتة ، ويتصل الطرف الثانى من الأنبوبة بمنظم الضغط Pressure regulator الذى يقوم بضبط





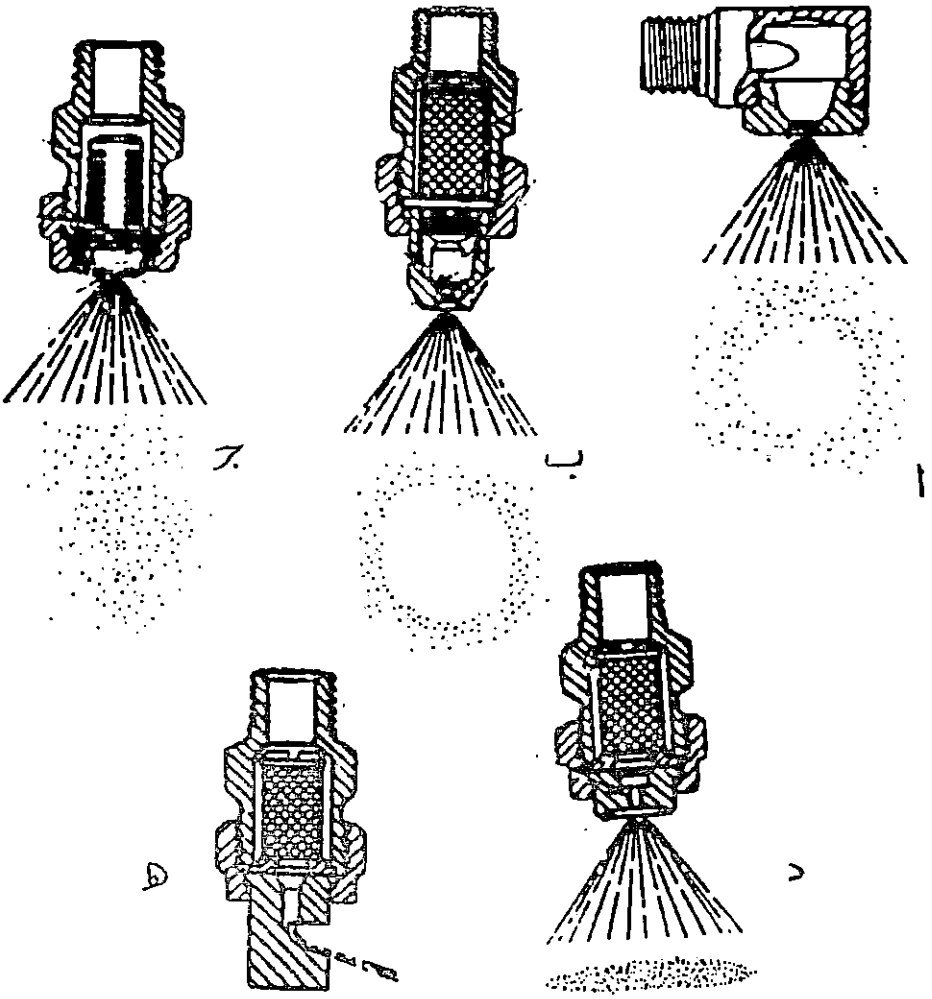
شكل 5-4 : الرش بالطائرات الثابتة الجناح (أعلى) والهليكوبتر (أسفل)

الضغط على مستوى معين ، وفى نفس الوقت يعمل كصمام أمن حيث يمنع زيادة الضغط عن الحد المطلوب ، فإذا زاد ضغط السائل عن الحد اللازم يتأثر زمبرك خاص بالجهاز فيسمح للسائل الزائد بالعودة إلى الخزان. وعادة تزود آلة الرش بمقياس للضغط pressure gauge لمعرفة الضغط الذى يندفع به المحلول أثناء تشغيل جهاز الرش.

مدفع الرش Spray gun : يتركب من أنبوبة أسطوانية ، يختلف طولها ، مصنوعة من معدن خفيف ، ويتصل أحد طرفيها بخرطوم الرش hose الذى ينقل سائل الرش المضغوط من المضخة. ويركب الباشبورى على الطرف الآخر من مدفع الرش. وقد ينتهى مدفع الرش فى بعض الحالات بوصلة عمودية يركب عليها عدد من البشابير ما بين 2 إلى 8 وذلك لزيادة كفاءة عملية الرش وتوفير الوقت والجهد اللازمين لتنفيذها. وللمدفع صمام للتحكم فى مرور سائل الرش إلى الباشبورى يطلق عليه صمام القفل shut off vulve.

حامل بشابير Spray boom : وهى أنبوبة أسطوانية طويلة تتصل من منتصفها بخرطوم الرش ويثبت على طولها عدد من البشابير توضع على مسافات محددة تتفق مع طريقة زراعة المحصول الذى تستخدم فيه ، وتستعمل عادة لرش النباتات التى تزرع فى صفوف ، وقد تصمم هذه الأسطوانة لرش 16 صفا من النباتات مرة واحدة. ويراعى فى حالة الرش لمكافحة الأمراض النباتية أن ترتب البشابير بحيث يمكن رش النباتات من اتجاهات مختلفة فى نفس الوقت لضمان تغطية جميع الأجزاء الخضرية ، وعادة يخصص لكل صف من النباتات ثلاثة بشابير تكون إثنتان منها على وصلتين جانبيتين تثبت على الأسطوانة الرئيسية.

البشابير Nozzles : يوجد منها عدة أنواع ويتكون النوع النموذجى من قاعدة تثبت فى نهاية ماسورة الرش ، وتغطى هذه القاعدة بغطاء محوى screw cap. ويوجد بين القاعدة والغطاء أربع قطع معدنية مرتبة من القاعدة إلى الغطاء كالآتى : مصفاة strainer قرص الالتفاف vortex plate ، وردة washer ثم القرص disc ، الذى يوجد به ثقب واحد وسطى يختلف قطر فتحته ، وعادة تكون الأقراص منمرة من 2 إلى 10 وفقا لقطر فتحة ثقب القرص (شكل 5-5).



شكل 5-5 : أنواع البشابير

أ - بشبور مجوف جانبى الدفع.
ب- بشبور مجوف محورى.
جـ - بشبور مصمت قرصى النوع.
د - بشبور مروحى الرش.
هـ - بشبور صنبورى.

2-2-5 عملية التعفير

تتبع فى حالة استخدام مبيدات فى صورة مساحيق تخفف عادة بخلطها بمادة مالئة مثل بودرة التلك بغرض تسهيل توزيع المبيد على النباتات. وفى بعض الحالات تستعمل مساحيق المبيدات مباشرة بدون تخفيف وذلك فى الحالات التى يستخدم فيها معدلات كبيرة من المبيد كما فى حالة التعفير بالكبريت الزهر.

التعفير غالبا ما يكون أقل كفاءة ضد الأمراض النباتية من الرش وذلك لأن تغطية الأسطح النباتية تكون أقل كمالا فى التعفير منها فى الرش ، كما أن بقايا التعفير تكون أقل ثباتا من بقايا الرش ، إذ أنه يصعب تحضير مادة تعفير تلتصق جيدا بأجزاء النبات الخضرية. ومن عيوب التعفير أيضا عدم إمكان اتباعها مع الأشجار الكبيرة كما أنها كثيرا ما تسبب التهابا فى الأنف والحنجرة ، ومع ذلك فإن التعفير يمتاز عن الرش فى الأماكن التى يصعب فيها الحصول على الماء ، وكذلك فإن آلات التعفير خفيفة الوزن سهلة الحركة على الطرق وأرخص ثمنا من آلات الرش.

1-2-2-5 أنواع العفارات : عفارات يدوية Hand dusters : ومنها أنواع صغيرة تسع من ½ كيلو جرام إلى 2 كيلو جرام ، وأنواع أكبر تحمل على الصدر (شكل 5-6) وتسع من 2 إلى 10 كيلو جرام من المسحوق.

شكل 5-6 : عفارة يدوية

ويراعى ألا يملأ الخزان لأكثر من ثلثى سعته. فى هذه الأنواع يولد تيار هوائى بواسطة منفاخ أو مروحة تدار باليد ، ويمرر الهواء على المسحوق ، يحمل جزء منه إلى الخارج ، وتتحدد كمية المسحوق الخارجة بواسطة منظم خاص. وتستخدم هذه العفارات فى رش نباتات الصوب والحدائق المنزلية والمساحات الصغيرة.

عفارات تعمل بالقوى المحركة Power dusters : ومنها أنواع عديدة تختلف تبعا لمصدر الطاقة ، فمنها ما يعمل بموتورات خاصة ، ومنها ما يعمل بموتورات الجرارات.

تتركب العفارات النموذجية التى تعمل بالموتورات من خزان المسحوق ، يسع ما بين 12 إلى 100 كيلو جرام ، وبها محرك agitator يحرك المسحوق ليمنعه من التجمع والتعجن. وكذلك فإن الحركة المستمرة للمسحوق تساعده على الخروج من فتحة سفلى إلى وحدة النفخ blower unit ، وهى عادة من النوع المروحى fan type الذى يخلق تيارا هوائيا شديدا يلتقط المسحوق الساقط من فتحة وحدة النفخ ويحمله للخارج بعد مروره خلال مركز توزيع distributer head ثم أنبوبة (أو أنابيب) التوزيع delivery tubes . وتزود أنابيب التوزيع ببشابير وهى عادة بشكل ذيل السمكة ، وقد تنتهى أنبوبة التوزيع بأنبوبة أسطوانية متعامدة تحمل عددا من البشابير قد تصل إلى 18 بشبورى ويمكنها أن تغفر شريط من النباتات بعرض 7.50 متر.

وتمتاز العفارات التى تعمل بالقوى المحركة بتوزيع مسحوق المبيد توزيعا منتظما ، كما يجب أن يراعى فى مثل هذه العفارات أو عفارات اليد أن تسقط سحب مسحوق المبيد بعيدا عن العمال الذين يستخدمون هذه العفارات.

3-5 تطهير التربة

تمثل طفيليات النباتات التى تعيش فى التربة الغالبية العظمى لمسببات الأمراض النباتية. بعض هذه الطفيليات يعيش معظم حياته مترمما على المواد العضوية المتحللة بالتربة ويتطفل على النباتات فى أطوار ضعفها إما فى مبدأ حياتها أو فى أواخره وأحيانا فى طور نشاطه ، إذا صادف النبات ظروفا أضعفت من نموه. والبعض الآخر من الطفيليات يعيش على بقايا النباتات فى التربة أو يبقى فى حالة سكون حتى إذا ما صادف عائله يستعيد نشاطه ويتأهب لمهاجمة عائله. تقاوم طفيليات التربة بوسائل مختلفة ، منها ما يدخل ضمن المعاملات

الزراعية ، ومنها ما يقع تحت معاملة التقاوى ومنها ما ينتج عن تربية أصناف مقاومة ، الا أن الطريقة المباشرة لمقاومة هذه الطفيليات هى مهاجمتها فى أماكن تواجدها بالتربة بغرض إبادتها كلياً أو جزئياً وتعرف هذه الطريقة بتطهير التربة.

وتجرى عمليات تطهير التربة soil disinfestation بوسائل متنوعة ، قد تكون طبيعية كالتطهير باستخدام الحرارة أو المياه ، وقد تكون كيماوية تستخدم فيها مواد كيماوية متطايرة أو غير متطايرة.

5-3-1 التطهير الحرارى

من المعروف أن معظم المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية تفقد حيويتها بتعريضها لحرارة 60 °م لمدة 30 دقيقة ، ومعظم النيماتودا بتعريضها لحرارة 50 °م لمدة 30 دقيقة. ولهذا فإنه يمكننا الحصول على تطهير جيد للتربة برفع حرارتها إلى 70 °م لمدة 30 دقيقة. ويتم التطهير الحرارى بوسائل مختلفة منها :

5-3-1-1 المعاملة ببخار الماء Steaming : تعد هذه الطريقة أهم الطرق المتبعة فى تطهير الصوب الزجاجية ، وعادة ترفع حرارة التربة بواسطة بخار الماء لدرجة60 - 100 °م ولمدة تتراوح ما بين 30 إلى 60 دقيقة. وللحصول على أحسن نتائج يجب تجهيز التربة جيدا قبل المعاملة بتفكيكها جيدا وأن تكون فى درجة من الرطوبة تتماثل مع الدرجة الملائمة للزراعة الخضير.

تجرى تلك المعاملة بوسائل مختلفة ففى أحد الحالات تستخدم شبكة خاصة من أنابيب البخار المثقبة steam pipes ، تدفن فى التربة على عمق 3سم وذلك فى خطوط طولية تبعد عن بعضها بمسافات تتراوح بين 30 و 45 سم ، يمرر البخار خلال تلك المواسير فيندفع البخار من ثقوب تلك الأنابيب إلى التربة. وفى أحد الطرق الأخرى تستخدم شبكة أفقية من أنابيب مجوفة تتصل بها رأسيا أنابيب أخرى متجهة إلى أسفل بشكل أسنان يتراوح طولها من 20 إلى 30 سم وذات فتحات صغيرة فى أطرافها وتبعد تلك الأسنان عن بعضها بمسافة30 إلى 40 سم. توضع تلك الشبكة من المواسير فوق سطح التربة ثم تضغط لأسفل حتى تخترق الأسنان التربة. يمرر تيار من بخار الماء فى شبكة المواسير فينطلق البخار خلال فتحات الأسنان السفلية إلى التربة. وتمتاز هذه الطريقة بإمكان نقل شبكة المواسير من مكان إلى آخر لتطهيره.

وفى طريقة ثالثة تستخدم أنابيب صرف drain pipes خزفية أو أسمنتية ذات أقطار تتراوح ما بين 6 إلى 10 سم، تثبت داخل التربة على عمق 30 إلى 40 سم وعلى أبعاد 30 إلى 60 سم يمرر داخلها بخار الماء.

والبعض يستخدم طريقة بسيطة للتطهير الحرارى ببخار الماء وذلك باستخدام صندوق خشبى أو معدنى كبير مساحة قاعدته 5 - 7 متر مربع وارتفاع جوانبه 10 - 15 سم وليس له غطاء. يقلب الصندوق فوق التربة ثم تضغط حواف جوانبه داخل التربة بحيث يكون ارتفاع الفراغ النهائى بين سقف الصندوق وسطح التربة 5 إلى 8 سم. يمرر البخار إلى الفراغ المحجوز بين الصندوق والتربة خلال ثقب فى سقف الصندوق أو أحد جوانبه. وتعرف هذه الطريقة بطريقة الوعاء المقلوب inverted pan .

2-1-3-5 المعاملة بالهواء الساخن : أبسط الطرق هى الاستفادة من الهواء الساخن بفعل أشعة الشمس ، فقد قدرت الحرارة الناتجة من الشمس والتى تمتصها التربة بما يعادل تسعة أعشار كمية الحرارة التى تصل إلى الأرض ، وهذه الكمية تعادل الحرارة الناتجة عن حرق حوالى 2 كيلو جرام فحم لكل متر مربع من التربة. وتكفى تلك الحرارة الناتجة لإحداث تطهير سطحى للتربة فى المناطق الإستوائية والشبه الإستوائية. وقد استخدمت هذه الحقيقة فى مقاومة النيماتودا المسببة لتعقد الجذور فتحرث التربة فى الجو الحار ثلاث مرات على أعماق متزايدة بين المرة والأخرى فترة أسبوع إلى أسبوعين.

كما يمكن تطهير التربة بالتسخين المباشر ، فينصح بتسخين التربة بقاذفات اللهب لرفع درجة حرارتها إلى 75 - 80 ° م بعمق 15 سم ، وذلك لمكافحة فطر *Sclerotium rolfsii* ، كما يمكن تسخين التربة فى تجارب الأصص بالأفران على حرارة 80 - 90 ° م لمدة 10 دقائق ثم تبرده كما يقوم الزراع أحياناً بحرق الحشائش الجافة أو القش فوق مساحات التربة المراد تعقيمها. ويقوم زراع القصب فى مصر بحرق بقايا المحصول بالتربة بعد جمع المحصول وذلك لتعقيم الطبقة السطحية من التربة قبل نمو محصول الخلفة الذى يليه.

يمكن تسخين التربة أيضاً باستخدام التيار الكهربائى وذلك بوسيلتين الأولى مباشرة حيث يمرر فيها تيار الكهرباء خلال التربة من قطب إلى آخر ، وتعمل مقاومة التربة للكهرباء على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية ، يجب فى هذه الوسيلة أن تكون التربة رطبة لتحسين توصيلها للكهرباء. الوسيلة الثانية غير مباشرة حيث يمرر التيار الكهربائى خلال أسلاك مقاومة موجودة بالتربة فترتفع حرارتها وبالتالى ترفع حرارة التربة.

التطهير الحرارى بأى من الطرق السابقة قد ينتج عنه أضرار بالزراعات التالية ما لم تتخذ الاحتياطات الخاصة لتلافى تلك الأضرار ، ومن تلك الأضرار ما يلى :

1 - قد ينتج عن رفع درجة حرارة التربة زيادة فى كميات الأملاح القابلة للذوبان وبخاصة أملاح النشادر التى يرجع إليها التأثير السام للتربة المطهرة حراريا . ويمكن تلافى ذلك بتأخير الزراعة لمدة أسبوعين بعد المعاملة أو بإضافة سماد السوبر فوسفات إلى التربة المطهرة حراريا ليتوازن مع النشادر الزائد .

2 - قد يؤدى تسخين التربة إلى إضعاف الحركة الشعرية لماء التربة ويرجع ذلك إلى إفساد الحرارة المرتفعة للصفات الطبيعية للمواد الغروية وينعكس أثر هذا التغيير على قوام التربة وقدرتها على حفظ الماء .

للسببين السابقين فإن زراعة التربة عقب معاملتها حراريا بيوم أو بيومين يؤدى إلى نقص فى سرعة النمو المبدئية ، ولذلك يجب تأخير الزراعة لمدة أسبوعين أو ثلاثة حتى يزول الأثر الضار نتيجة عملية تطهير التربة حراريا .

2-3-5 تطهير التربة بتجفيفها أو بغمرها بالماء

اتضحت أهمية تبوير الأرض فترة من الزمن مع تجفيفها فى تحسين إنتاج المحاصيل المنزرعة وتقليل إصابتها بطفيليات التربة ، فترك الأرض بورا خلال الصيف يؤدى إلى تقليل أعداد الكائنات الدقيقة المتطفلة نتيجة للجفاف والحرارة . والنيماتودا من أكثر الطفيليات حساسية للجفاف والحرارة . فيرقات وبيض النيماتودا المسببة لتعقد الجذور لا تتحمل الجفاف والحرارة لفترات طويلة ، فتموت اليرقات بعد 10 دقائق من تعرضها لحرارة 45 °م ، وتموت فى الحال بتعرضها لحرارة 55 °م ، كما أن بيض تلك النيماتودا يموت بعد 10 دقائق من تعرضه لحرارة 50 °م ، ويموت فى الحال على حرارة 60 °م ، لهذا فإنه يفيد فى مقاومة الديدان الثعبانية فى البلاد الحارة صيفا ترك الأرض الموبوءة بورا خلال أشهر الصيف الحارة وحرثها ثلاث مرات كل أسبوعين على أعماق متزايدة . وكما يفيد الجفاف فى إهلاك بعض الطفيليات النباتية بالتربة ، كذلك يفيد غمر التربة بالماء كما فى حالة زراعة الأرز ، إلى إهلاك بعض المسببات المرضية . كذلك تتعفن الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى التربة الغدقة خلال 23 - 45 يوما سواء أكان غمر الأرض مستمرا أو متقطعا كل ثلاثة أيام .

من مساوئ عملية الغمر أنها قد تكون وسيلة لنقل بعض المسببات المرضية من مكان إلى آخر.

3-3-5 التطهير الكيماوى

تعد طريقة استخدام المواد الكيماوية فى تطهير التربة من مسببات الأمراض النباتية أكثر الطرق شيوعا ، ويستخدم بصفة خاصة فى الصوب والمساحات الصغيرة ، أما فى المساحات الكبيرة فيحد من إنتشارها إرتفاع أثمان المبيدات المستخدمة. والمبيدات المستخدمة فى تطهير التربة قد تكون متطايرة وتعرف بالمدخنات fumigants أو قد تكون غير متطايرة non-fumigant . تنتج المدخنات غاز أو بخار أو دخان فى التربة يقتل النيماتودا والفطريات والبكتيريا والحشرات والقوارض والحشائش. وهذه المبيدات قد تكون فى صورة صلبة أو سائلة. يتوفر فى تلك المبيدات القدرة على تخلل التربة إلى الأعماق المحتوية على المسببات المرضية.

يعد الفورمالين من أقدم المبيدات المتطايرة إستخداما ، ويباع تجاريا فى صورة محلول يحتوى على 40 % فورمالدهيد ، أو فى صورة مسحوق يحتوى على 15 % فورمالدهيد. يستخدم الفورمالين التجارى بعد تخفيفه بالماء ليصل تركيز الفورمالدهين إلى 2 % ، ويضاف إلى التربة بمعدل 10 لتر / متر مربع من التربة ثم تغطى التربة بعد ذلك بخيش أو ورق لمدة يوم أو يومين بعدها يرفع الغطاء وتعرض التربة إلى الجو الخارجى. يعد الفورمالين فعالا ضد النيماتودا وفطريات التربة التى تسبب موت البادرات وفطر تفحم البصل *Urocystis cepulae* .

تتوقف كفاءة المبيدات المستخدمة على نوع التربة وبقايا النباتات الموجودة بها ، ورطوبة وحرارة التربة وعلى معدل إضافة المبيد إلى التربة وطريقة إضافته. وللحصول على أفضل النتائج عند تدخين التربة يجب تفكيك التربة جيدا حتى تكون خالية من القلاقيل ، فالتربة المفككة السهلة النفاذية تعطى نتائج تدخين جيدة ، كما يجب قبل إجراء التدخين أن تكون بقايا النباتات بالتربة قد تحللت جيدا ، ولهذا فينصح بترك الأرض بعد حرثها جيدا لبضعة أسابيع قبل تدخينها ، فبقايا النباتات غير المتحللة تحمى النيماتودا داخلها من مواد التدخين. كما يجب أن تكون التربة رطبة وليست مبتلة أو جافة ، فالتربة الشديدة الرطوبة قليلة النفاذية ، والتربة الشديدة الجفاف يتطاير منها المبيد بسرعة ، تتراوح رطوبة التربة المناسبة للتدخين ما بين 60 - 80 % من السعة الحقلية وهذه النسبة من الرطوبة مناسبة أيضا لإنبات البذور ،

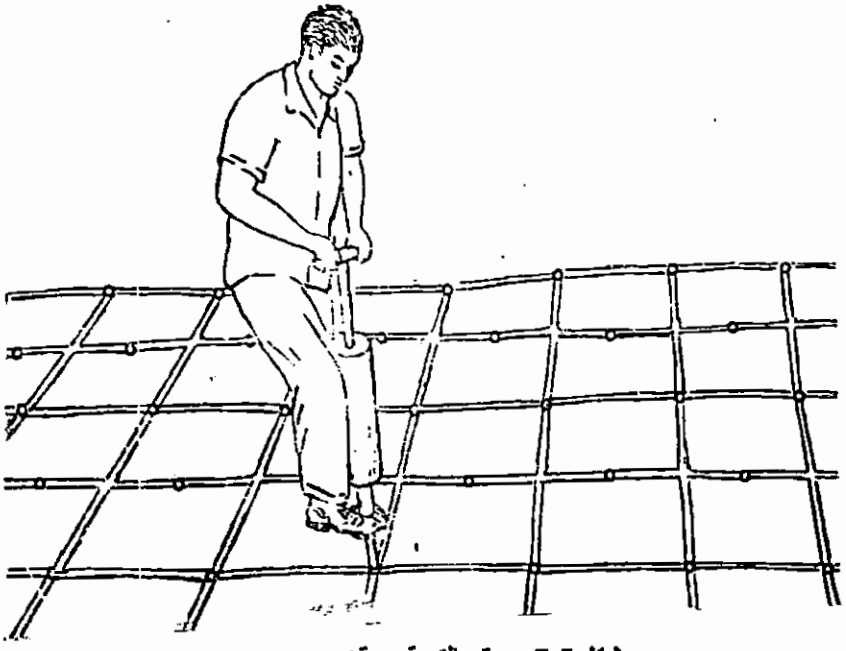
كما يجب أن لا تقل درجة حرارة التربة عن7 ° م ، إذ أن معظم مواد التدخين تفقد فاعليتها فى درجات حرارة أقل من ذلك ، وتزداد نفاذية وفاعلية مواد التدخين بارتفاع درجة الحرارة ، إلا أنه بارتفاع درجات الحرارة تفقد مواد التدخين سريعا من التربة ويمكن تدخين التربة بنجاح فى نطاق حرارى يتراوح بين 12 - 25 ° م.

معظم المدخنات المستعملة سامة للنباتات ، لهذا يجب استخدامها قبل زراعة الأرض بوقت كاف وذلك للتأثير على مسببات الأمراض الطفيلية ثم لتهويتها للسماح لبقايا المبيد بالانتشار خارج التربة. يتوقف زمن التهوية على نوع المبيد ودرجة تركيزه ونوع التربة ودرجة حرارتها ورطوبتها. فمواد التدخين أسرع تطايرا فى الحرارة المرتفعة عن الحرارة المنخفضة ، وفى التربة الجافة عن التربة الرطبة. كما أن حرث وعزق التربة يسرع من تهويتها. ومن الطرق التى يمكن إتباعها إضافة المبيدات المتطايرة إلى التربة ما يأتى :

1- الحقن Injection : وتختلف مسافات الحقن بالنسبة للمدخنات المختلفة ، وتكون فى حدود 30 سم. يمكن تقسيم المساحات الصغيرة للتربة إلى مربعات بعمل خطوط متعامدة على الأبعاد المناسبة ، تحدد أماكن الحقن بحيث تكون عند تقاطع الخطوط فى صف ثم فى وسط الأضلع فى الصف التالى وهكذا ، ثم يحقن المبيد بواسطة محقن يدوى hand injector، ويمكن التحكم فى عمق الحقن بواسطة قرص معدنى يثبت فى أنبوبة المحقن على العمق المناسب ، يتم الحقن على عمق 15 سم تقريبا ، كما يمكن الحكم فى كمية المبيد المطلوب إنزاله فى كل حقنة بواسطة تدريج على يد أنبوبة مكبس المحقن (شكل 5-7).

2- وضع المبيد فى باطن الخط furrow : تعمل خطوط على الأبعاد المطلوبة بحيث يكون عمق بطن الخط بين 15 - 20 سم ، ويمكن إضافة المبيد فى المساحات الصغيرة بعد وضعه فى وعاء خاص مقفل وبه ثقبان أحدهما لإنزال المبيد والآخر لدخول الهواء. يصب المبيد بطول بطن الخط ثم يردم سريعا. تستخدم فى حالة معالجة مساحات كبيرة آلات خاصة تقوم بفج الخطوط وإنزال المبيد إلى بطن الخطوط ويتحكم فى كميات المبيد منظم خاص. من هذه الآلات ما يجر باليد أو بالحيوانات ، ومنها ما يحتاج إلى جرارات الحرث. يتبع عملية إضافة المبيد مباشرة عملية تسوية الأرض لتغطية المبيد وذلك بواسطة زحافات قد تجر بواسطة نفس الجرار (شكل 5-8).

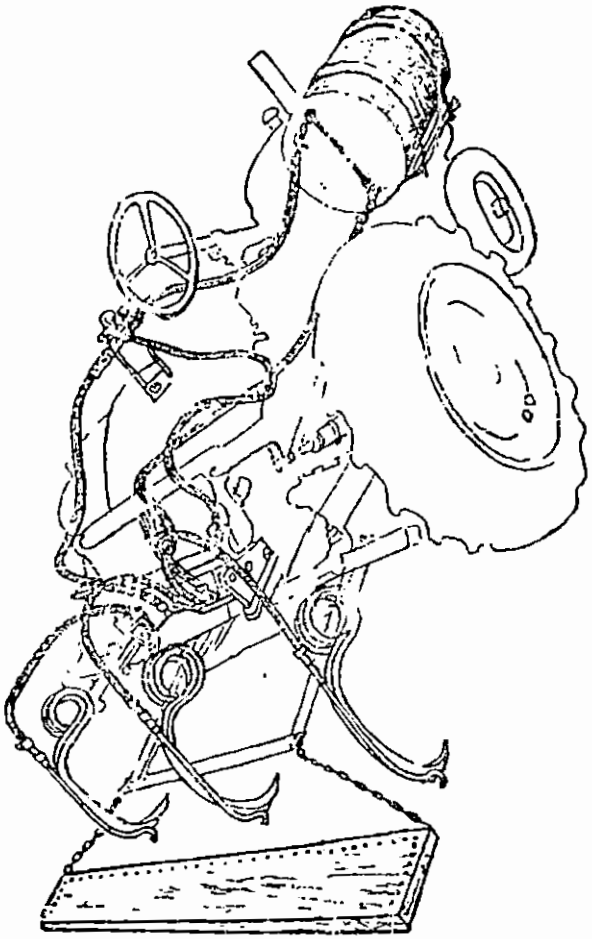
3 - إضافة المبيد لماء الرى : ويجرى ذلك مع المبيدات القابلة للذوبان أو الاستحلاب فى الماء وذلك كما فى مركب الفابام Vapam.



شكل 5-7 : حقن التربة بمحقن يدوى

4- **خلط المبيد المسحوقى** أو الحبيبى بالتربة أو بالسماد وتوزيعه على التربة وذلك كما فى مركب نيماكور Nemacur •

يجب بعد التدخين العمل على حفظ مادة التدخين مدة كافية بالتربة وذلك بتغطية التربة بغطاء يمنع تسرب مواد التدخين مثل قماش الخيام أو البلاستيك أو الورق ، يجب لإحكام التغطية تثبيت أطراف القماش أو الورق ويمكن إجراء ذلك بدفنها فى التربة لعمق 12 سم ، ثم تشبع التربة حول الأطراف الخارجية للمنطقة المدخنة بالماء• كما يمكن التغطية بالماء وذلك بتجربة الماء سريعا على سطح التربة فيكون طبقة رقيقة من الماء تمنع تطاير مواد التدخين إلى الهواء الجوى• فى هذه الحالة يبلل سطح التربة قبل المعاملة لعمق ½ 1 سم ثم تعاد التجربة بعد المعاملة لعمق 3 سم ويبقى السطح مبللا لمدة أربعة أيام• كما ثبت أن تغطية التربة بقماش البلاستيك الرقيق عقب المعاملة بمواد التدخين ، ثم زراعة النباتات أو الشتلات بعد ذلك خلال ثقوب تعمل فى القماش البلاستيك ، يزيد من فاعلية المبيد ويقلل من الكمبات المستخدمة• وقد نجحت هذه الطريقة ضد فطر الذبول الفيوزاريومى فى الطماطم مع استخدام



شكل 5-8 : آلة تبخير التربة
تقوم بفج الخطوط وإنزال المبيد ، وتجر خلفها زحافة

خليط من كلوروبكرين 15 % وميثيل أيزوثيوسيانات 17 % ومركب D.D 68 % بمعدل 140 - 200 لتر للفدان وضد اللفحة البكتيرية للطماطم باستخدام خليط من كلوروبكرين 50% ومركب D.D. 50 % بمعدل 200 لتر للفدان.

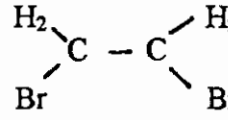
تختلف كائنات التربة فى درجة حساسيتها لمدخنات التربة ، وكذلك فى قدرتها على إعادة استيطان التربة المدخنة ، فالفطر تريكوديرما فيريدى *Trchoderma viride* يمتاز بقدرته السريعة على استيطان التربة المعاملة بالفورمالين أو الكلوروبكرين أو مخلوط D.D. .

1-3-3-5 المبيدات المدخنة Fumigants : من المبيدات المستخدمة تدخيناً ما يلى :

1 - بروميد الميثيل methyl bromide : ويرمز له بالرمز $CH_3\ Br$ وهو غاز عديم اللون تحت درجات الحرارة العادية ، فهو يغلى على 3.6 °م ويعبأ تحت ضغط كثافته النوعية 1.7 ونظراً لسرعة تطايره فيجب تغطيته عقب المعاملة مباشرة بغطاء متين. وهو مبيد شديد السمية للديدان الثعبانية والحشرات ، كما أنه يعطى مقاومة فعالة ضد مرض موت البادرات وكثير من فطريات التربة ، مثل فطر فيتوفثورا سيتروفثورا *Phytophthora citrophthora* المسبب لتصمغ الموالح ، كما أمكن استخدامه بنجاح فى مقاومة الهالوك فى التربة الملوثة ببذوره. ويستخدم هذا المبيد بمعدل 75 - 80 كيلو جرام مادة فعالة للفدان ضد الديدان الثعبانية والهالوك ، وبمعدل 300 كيلو جرام للفدان ضد الفطريات. وهذا المبيد شديد السمية للنباتات ، ولكن نظراً لسرعة تطايره فإن تهوية التربة لمدة 3 أيام كاف لتطايره من التربة. كذلك فإن بروميد الميثيل شديد السمية للإنسان وهو فى نفس الوقت عديم الرائحة تقريباً ، ولذلك فإنه يخلط تجارياً بغاز آخر له رائحة للتحذير من أخطاره ، ومن المواد التى تخلط معه الكلوروبكرين بنسبة 2 % ، ويباع بأسماء تجارية منها بدفيوم Bedfume ودوفيوم Dowfume M C_2 .

2- ثانى كلوريد الإيثلين ethylene dichloride : ويرمز له بالرمز $CH_2\ CI\ CH_2\ CI$ وهو سائل طيار يغلى على 83.7 °م ، كثافة الغاز النوعية 3.5 ويستعمل أساساً كمبيد حشرى ولكنه ذو تأثير متوسط على النيماتودا.

3 - ثانى بروميد الإيثلين ethylene dibromide (E.D.B) : ويرمز له بالرمز

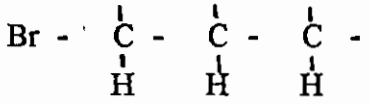


، وهو سائل عديم اللون ثقيل القوام ، يغلى على حرارة 131 °م ،

متطاير كثافته النوعية 6.5 ، وهو مبيد جيد ضد النيماتودا ولكنه ضعيف ضد الفطريات. ويستخدم ضد النيماتودا بمعدل 15 لتر مادة فعالة للفدان ، وعند استخدامه يجب تخفيفه بمواد بترولية مذيبة قبل إضافته للتربة ، يفضل عدم استخدامه فى الأرض التى سوف تزرع بمحاصيل أبصال نظرا لحساسية الأبصال لعنصر البروم.

4 - كلوريد البروبان ثنائى البروم (DBCP) I,2 dibromo-3-chloropropane :

ويرمز له بالرمز



يباع تجاريا بأسماء مختلفة منها فيومازون Fumazone وهو سائل طيار ثقيل لونه أصفر باهت وقد يباع فى صورة صلبة محببة. هذا المبيد له سمية عالية ضد النيماتودا ، يستعمل بمعدلات منخفضة قد تصل إلى 3 لتر للفدان ، وسميته للنباتات ضعيفة مما يمكن معه استخدام هذا المبيد والنباتات قائمة وخاصة أشجار الفاكهة ، ويستخدم للعنب بمعدل 8 لتر مادة فعالة للفدان. يضاف المبيد السائل حقنا فى التربة أو مع ماء الرى أو يخلط المبيد الصلب مع الأسمدة قبل إضافتها للتربة.

5 - مخلوط د . د (D.D. mixture) : ويتركب هذا المخلوط من أجزاء متساوية من المركبين الآتيين

1.3 dichloropropene

1.2 dichloropropane

هو عبارة عن سائل لونه بنى ، يستخدم على نطاق واسع كمبيد نيماتودى وخاصة ضد ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وديدان التحوصل *Heterodera* spp. وديدان التقرح الجذرى *Pratylenchus* spp. ، ويستخدم بنسبة 40 - 80 لتر للفدان ، تزاد إلى 100 لتر فى حالة المشاتل ، ونظرا لسميته للنباتات وبطء تطايره فيجب عدم زراعة الأرض قبل مرور 2-4 أسابيع من المعاملة.

6 - الكلوروبكرين chloropicrin : ويرمز له بالرمز $CCl_3\ NO_2$ وهو سائل عديم اللون يغلى على 112 °م ، سريع التطاير بخاره أثقل من الهواء غير قابل للإشتعال ، مسيل للدموع شديد الفاعلية ضد كثير من آفات التربة الفطرية والنيماتودية والحشرية ، يستخدم بنسبة 180 كجم للفدان. ونظرا لشدة سميته للنباتات فيجب تهوية التربة منه جيدا قبل الزراعة.

7 - فابام Vapam : وهو مركب تجارى يحتوى على 31 % مادة فعالة ويوجد تجاريا فى صورة محلول مائى تركيزه 40 % مادة فعالة ، وتركيبه ورمزه الكيميائى

$$CH_3 - NH - C(=S) - S - Na.\ 2\ H_2O$$

Vapam

(sodium N-methyl dithiocarbamate dihydrate)

يذاب المركب فى الماء ويستخدم غمرا لسطح التربة أو مع ماء الرى أو تحقن به التربة. يتحلل المركب فى التربة ناشرا غازاته السامة المتطايرة الفعالة ضد الفطريات وكثير من النيماتودا ويستخدم هذا المركب بمعدل لتر لكل 5 م^2 من التربة.

8 - ميتام سائل Metam – fluid : مبيد مدخن للتربة لمكافحة النيماتودا والفطريات والحشائش. توجد المادة الفعالة sodium metam بتركيز 560 جم / لتر. ويصلح استخدامه فى مراقد البذرة والمشائل والصوب.

يختلف معدل استخدام الميتام السائل تبعا لأنواع النيماتودا فيتراوح بين 75 - 150 مل / متر مربع من التربة ، ففى حالة مقاومة نيماتودا تعقد الجذور يستخدم تركيزه 75- 100 مل / متر مربع من التربة وفى حالة النيماتودا المتحوصلة يستخدم تركيز 100 - 150 مل / لتر مربع من التربة.

أثار إستخدام مدخنات التربة استفسارات حول احتمالات أضرارها بإحداثها تغييرات كيماوية وطبيعية وبيولوجية مما قد يكون له تأثير ضار بنمو النباتات. تتلخص تلك الاحتمالات الضارة فى النقاط الآتية :

1 - يؤدى كثرة استخدام المبيد الطيار إلى تجمع بقايا سامة للنباتات بالتربة فتزداد كمية الكلوريدات والبروميدات عند التبخير بمواد تحتوى على تلك الهالوجينات ، وهذه تكون ضارة بالنباتات الحساسة لهما مثل نباتات البصل والثوم والموالح والقرنفل وحنك السبع ، هذه النباتات حساسة بصفة خاصة للبروم ، لهذا فلا ينصح بزراعة تلك النباتات عقب التدخين بمواد حساسة لها ، هذا ومعظم مدخنات التربة تتلاشى فى وقت قصير نسبيا.

2 - يؤدى إستخدام المبيد إلى قتل كثير من كائنات التربة المفيدة بجانب الكائنات الضارة. فإبادة بكتيريا التأزت بالتدخين يؤدى إلى تجمع الآزوت فى التربة فى صورة أمونيا. وكذلك فالتدخين قد يؤدى إلى زيادة المعادن النادرة فى التربة لإبادته كائنات دقيقة كانت تقوم بتثبيت هذه المعادن. وقد أمكن الاستفادة من هذه الملاحظة فى علاج نقص المنجنيز فى بعض الأراضى بتدخينها بمخلوط .D.D ، واتضح أن كثيراً من الكائنات المفيدة المتوطنة أصلا فى التربة تعود ثانية إلى التربة وتثبت نفسها فيها وتستعيد مكانتها بسرعة.

3 - يؤدى تدخين التربة مرة إلى ضرورة تدخينها بعد ذلك سنويا. وقد ثبت صحة ذلك ، فتدخين التربة ضد النيماتودا لا يؤدى عادة إلى إبادة ما تحتويها من نيماتودا إبادة تامة ، وأعداد النيماتودا الضئيلة التى تنجو من التدخين تتكاثر وتصبح فى نهاية عام من التدخين أعدادا كبيرة قد تزيد عن أعدادها قبل التدخين فى العام السابق ، ويرجع ذلك إلى أن المجموع الجذرى للنباتات المنزرعة فى الأراضى المدخنة يكون أكثر نموا عنه فى الأراضى غير المدخنة مما يكون بيئة صالحة لنمو وتكاثر النيماتودا.

تعتبر إعادة إستيطان المسببات المرضية للتربة بعد تدخينها من أهم مشاكل التدخين ويمكن الإقلال من ذلك بمراعاة الآتى :

1 - إستخدام مدخنات أو مبيدات تربة متخصصة ، أى تقضى على الطفيل المطلوب دون القضاء على الرميات الموجودة بالتربة.

2 - إستخدام التركيزات المطلوبة من المبيد خاصة فى المبيدات ذات المدى الواسع إذ أن تقليل كميات المبيد تؤدى إلى عدم القضاء كلية على الطفيل وقد يقضى كلية على بعض الرميات ، وإذا زاد المبيد عن المطلوب قد يقضى على طفيليات ورميات التربة ، وعند ذلك فإن الكائنات التى تعود للتربة أولا تنمو نموا غزيرا فإذا كانت طفيلية فإنها تعود بحالة أشد من ذى قبل.

3 - إضافة كائن دقيق مضاد لطفيليات التربة بعد المعاملة ، مع إضافة بعض محسنات التربة العضوية التى ينمو عليها الكائن الدقيق بسهولة ، فينتشر فى التربة قبل أن تتمكن الطفيليات من العودة إليها.

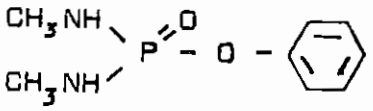
5-3-3-2 المبيدان غير المدخنة : معظم هذه المبيدات جهازية وتصل إلى النيماتودا التى بالتربة عن طريق إضافة المبيد السائل إلى ماء الرى ، مثل النيماجون Nemagon ،

أو بخلط المبيد مع التربة وهو فى صورة حبيبة مثل نيماكور محبب 10% granular Nemacur 10% أو التميك Temik أو يوزع المبيد على المجموع الخضرى مثل أكساميل (فايديت) Oxamyl (Vydate) ٠

ومن أهم المبيدات غير الطيارة المستخدمة فى تطهير التربة ما يأتى :

أولا : مبيدات فوسفورية عضوية Organic phosphorus :

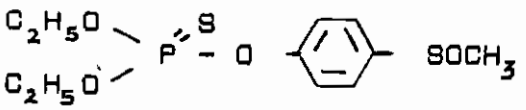
1 - نليت Nelite أو داى أميفوس diamiphos ورمزه وتركيبه الكيميائى :



Nelite (diamiphos)
(O-phenyl-N,N-dimethyl phosphora diamidate)

وهو مركب قابل للذوبان فى الماء ويسهل انتشاره مع ماء الرى أو بخلطه بالتربة٠ وهو مبيد فعال ضد نيماتودا تعقد الجذور ٠

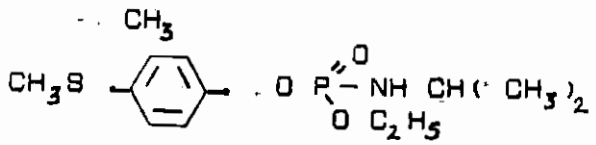
2 - تراكور ب Terracur P تركيبه ورمزه الكيميائى :



Terracur P
(O,O - diethyl O- (4-methylsulfinyl) phenyl phosphoro thioate)

مبيد سائل أصفر يذوب بصعوبة فى الماء ولذلك يستخدم فى صورة مسحوق قابل للبلل بتركيز 25 % أو مسحوق تعفير 10 % وكذلك محببات بتركيز 2.5 و 10.5 %٠

3 - نيماكور Nemacur : تركيبه ورمزه الكيميائى :



Nemacur

(Ethyl 3-methyl - 4 - (methylthio) phenyl - 1 - methyl ethyl phosphoramidate)

مبيد جهازى ذو فاعلية لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور المتحوصلة ، يخلط المبيد مع الطبقة السطحية للتربة المجاورة للنباتات (خربشة) ، ثم يطلق ماء الرى فتمتصه الجذور مباشرة والجزء المتبقى يسرى مع ماء الرى إلى طبقات التربة ، وبذا يقضى على مختلف أنواع النيماتودا بالتربة. النيماكور يساعد على إنتاج شتلات سليمة قوية ، كما يزيد من سرعة النمو والتزهير المتجانس مما يعطى محصولا وفيرا. يمكن استخدام نيماكور فى المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر وأشجار الفاكهة (جدول 22).

جدول 23

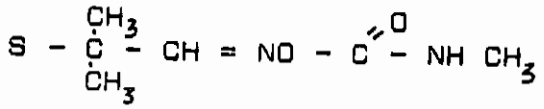
إستخدامات النيماكور فى مكافحة النيماتودا

المحصول	معدل الاستعمال	ملاحظات
بطاطس	13 كجم / للفدان	يستعمل تكبيشا مع زراعة التقاوى ثم تروى الأرض مباشرة.
طماطم فى المشتل	20 كجم / للفدان	للتربة الثقيلة يستعمل نثرا على التربة وتخربش ثم تزرع البذرة وتروى.
	10 كجم / للفدان	للتربة الرملية يستعمل نثرا على التربة.
عنب	25 كجم / للفدان	ينثر المبيد حول شجيرات العنب وتخربش التربة ثم تروى وذلك خلال مارس.
فول سودانى	10 كجم / للفدان	تعامل التربة بعد الزراعة.
قطن	15 كجم / للفدان	يستعمل نثرا على الخطوط بعد الخف وقبل الرية الأولى ويتم الرى بعد الخربشة.
موز	30 كجم / للفدان	ينثر المبيد حول النباتات ويخلط وتروى التربة وذلك خلال ابريل.

ثانيا : مبيدات كربامات وأوكسيمات Carbamates and Oximes :

وهى مبيدات جهازية ومن أهمها الآتى :

1 - الديكارب Aldicarp ويعرف باسم تميك Temik وتركيبه ورمزه الكيميائى

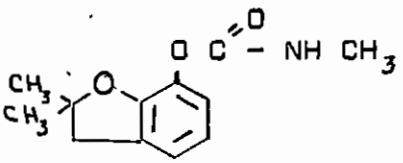


Aldicarb (Temik)

(2- methyl - 2 - methylthio propinoaldehyde - O - methylcarbamoyl oxime)

المركب قابل للذوبان فى الماء بمعدل 6 جم / لتر ويذوب فى معظم المذيبات العضوية وهو فعال ضد النيماتودا ويلزم بعد إضافته رى التربة بالماء حتى يسهل إمتصاصه بواسطة جذور النباتات. يوجد المركب على هيئة محببات بتركيز 10 % و 15 % ، ويستخدم فى زراعات الموالح بمعدل 17 إلى 25 لتر للفدان وذلك خلال شهرى فبراير ومارس بعد جمع المحصول.

2 - كربوفيوران Carbofuran أو فيورادان Furadan وتركيبه ورمزه الكيميائى :



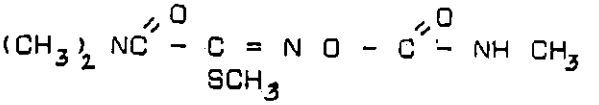
Furadan (Carbofuran)

(2,3-dihydro-2,3 dimethyl benzofuran-7-yl-methyl carbamate)

مركب يذوب فى الماء بمعدل 700 مجم / لتر ويذوب فى المبيدات العضوية ، وهو فعال ضد النيماتودا فى التربة ، ويوجد على صورة مساحيق قابلة للبلل أو الإنتشار فى الماء flowable أو محببات granules. ويستخدم كربوفيوران 10 % G نثرا على سطح التربة حول أشجار الموالح والعنب والخوخ بمعدل 40 كجم / فدان خلال شهرى فبراير ومارس ،

حيث يخلط جيدا بالتربة ثم تروى الأرض ، كما يستخدم المبيد فى مشاتل الطماطم قبل الزراعة بمعدل 2 كيلو جرام للفدان.

3 - أكساميل Oxamyl أو فايديت Vydate وتركيبه ورمزه الكيميائى :



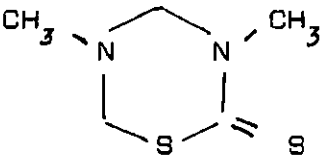
Vaydate

[N<N-dimethyl-2-methylcarbamoyl oxy imino-2-(methylthio) acetamide]

المركب قابل للذوبان فى الماء بمعدل 280 جم / لتر ويذوب فى معظم المذيبات العضوية، وهو فعال ضد النيماتودا وينتقل عن طريق المجموع الجذرى عند إضافة المركب للتربة ، ويوجد المركب على صورة سائل بتركيز 34 % أو على صورة محببات ، ويستخدم السائل بمعدل 2 لتر للفدان وذلك قبل الزراعة.

4 - بازاميد محبب Basamid granular : مبيد لتطهير التربة من النيماتودا والفطريات والحشائش ويعد كمعقم للتربة soil sterilant ويكافئ فى مفعوله التعقيم بالبخار.

يعرف تجاريا باسم dazomet وتركيبه ورمزه الكيميائى



Dazomet

(Tetra hydro - 3,5-dimethyl - 2-hydro - 1,3,5-thiadiazin - 2 - thione)

يختلف معدل إضافته إلى التربة تبعا لأجناس الفطريات ويتراوح هذا المعدل بين 8.5 -34 جم / متر مربع.

4-5 تطهير المخازن

تطهر المخازن بغرض إبادة الكائنات الدقيقة والآفات الضارة بالمحاصيل المخزنة أو المراد تخزينها. وتختلف المعاملة تبعا للمحصول المخزن أو المراد تخزينه والآفة أو الآفات السائدة فى المخزن أو التى يخشى منها. وتعد فى حكم المخازن ، أماكن الشحن سواء فى السفن أو السيارات التى تقوم بنقل النباتات ومنتجاتها.

ويراعى فى المخازن ، بوجه عام ، ضمانا لنجاح عمليات التطهير أن تكون نظيفة خالية من المهملات وبقايا التخزين السابق. ولهذا فإنه يراعى قبل إدخال محاصيل جديدة فى المخزن أن تزال جميع بقايا وآثار المحصول المخزن سابقا ، ثم تغسل الأرضيات والجدران إن أمكن. وينصح برش الجدران بالجير قبل كل موسم ، كما ينصح بالتطهير الكيماوى بعد الغسيل وقبل التخزين وخاصة فى حالة وجود إصابات سابقة. ومقاومة الآفات الحشرية والفئران مهم جدا فى مقاومة الأمراض النباتية ، وذلك لأن تلك الآفات الحشرية تحدث جروحا بالنباتات ، وكثيرا ما تكون مصدرا من مصادر العدوى بالمسببات المرضية.

يمكن تطهير المخازن الخالية من المحاصيل باتباع أحد المعاملات الآتية :

1 - رش المخزن بمحلول من كبريتات النحاس بتركيز 0.4 %.

2 - تبخير المخزن بالغاز الناتج من معاملة محلول الفورمالين ببلورات من برمنجنات البوتاسيوم بمعدل 0.5 لتر من الفورمالين التجارى الذى يحتوى على 40 % فورمالدهيد يضاف إليها 0.25 كيلو جرام من برمنجنات البوتاسيوم ، وذلك يكفى لمعاملة فراغ من المخزن قدره 10 أمتار مكعبة. ويلزم لإجراء هذا التبخير اتباع احتياطات خاصة وذلك لأن غاز الفورمالدهيد الناتج هو غاز سام مهيج للأغشية المخاطية مما يجب معه سرعة ترك المخزن بمجرد إضافة البرمنجنات للفورمالين. قبل إجراء عملية التبخير تحسب سعة المخزن ثم تقدر الكميات المطلوبة من كل من الفورمالين والبرمنجنات ، ثم تقفل جميع منافذ المخزن قفلاً محكماً ما عدا فتحة واحدة للخروج. توزع أوعية عميقة فى أجزاء مختلفة من المخزن ويفضل أن تكون من سعة 20 لتر ، ويوضع بها الفورمالين بحيث لا تزيد كمية الفورمالين فى الوعاء الواحد عن 0.1 من سعة الوعاء وذلك لأن الفورمالين يرتفع لاعلى مسافة كبيرة بمجرد إضافة البرمنجنات ، بعد ذلك تضاف الأوزان المناسبة من بللورات البرمنجنات إلى الفورمالين مبتدئاً من الأوعية البعيدة عن الباب ومتجها بسرعة لباقى الأوعية

نحو الخارج ، ثم يترك المخزن بسرعة ويغلق غلقا محكما ، ويترك كذلك مدة 24 ساعة على الأقل ، ثم يفتح ويهوى لمدة أسبوعين قبل التخزين.

3 - يتم تدخين المخزن بحرق الكبريت ، ويستخدم لذلك الكبريت الزهر بمعدل 150 جم / 10 م^3 من سعة المخزن. يوضع الكبريت فى أوعية معدنية توزع على أجزاء مختلفة من المخزن وتوضع الأوعية على قواعد من الطوب لتلافى أخطار الحريق ، ثم يشعل الكبريت بعد اتخاذ الاحتياطات المتبعة فى حالة استخدام الفورمالين. يغلق المخزن جيدا لمدة 24 ساعة ثم يهوى بعدها.

ينصح فى حالة التدخين بالفورمالين أو بحرق الكبريت برش أرضية وجدران المخزن قبل المعاملة ، رشا خفيفا بالماء لأن ذلك يزيد من فاعلية التدخين.

كثيرا ما نضطر إلى تدخين المخزن أثناء وجود المحاصيل الزراعية بها بغرض إبادة الآفات الموجودة بجو المخزن أو بالمحاصيل المخزنة ، وفى هذه الحالة يشترط فى المبيد المستخدم أن يكون فعالا ضد الآفات المراد مقاومتها وغير ضار بالمنتجات النباتية المخزنة ، وأن لا يترك بتلك المحاصيل آثارا ضارة بصحة الإنسان.

كما يفضل فى مبيدات المخازن بصفة عامة أن تكون غير قابل للإنفجار أو الاشتعال ، وأن تكون مؤثرة فى الآفات بتركيزات منخفضة ولفترة تعريض قصيرة ، كما يجب عدم تسببها فى تآكل الأدوات المستخدمة فى التخزين ، وأن تكون رخيصة الثمن متناسبة مع الفائدة المرجوة منها.

من أهم المبيدات استخداما للتدخين فى المخازن فى وجود المحاصيل غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يستخدم فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى العنب المتسبب عن الفطر *Botrytis cinerea*. وعادة يستخدم ثانى أكسيد الكبريت السائل المعبأ فى أسطوانات تحت ضغط ، فتسخن الأسطوانات فى حمامات مائية خارج المخزن ، ويمرر الغاز خلال أنابيب إلى داخل المخزن حيث توجد مراوح تساعد على انتظام توزيع الغاز فى جو المخزن. ويبخر العنب أولا قبل التبريد بتركيز 1 % من ثانى أكسيد الكبريت لمدة 20 - 25 دقيقة ، ثم يعاد التبخير كل 7 - 10 أيام فى المخازن المبردة بتركيز ½ % لمدة 20 - 25 دقيقة فى كل مرة.

يقدر فراغ المخزن بطرح الحجم الحقيقى الذى يشغله العنب من سعة المخزن ، ثم يحسب وزن ثانى أكسيد الكبريت المطلوب حسب المعادلة.

وزن ثانى أكسيد الكبريت بالكيلو جرام

$$= \text{حجم الفراغ بالمتر المكعب} \times \frac{\text{التركيز المطلوب}}{100}$$

فلتبخير فراغ قدره 24 مترا مكعبا على درجة الصفر المئوى بتركيز 0.25 % يلزم كمية من ثانى أكسيد الكبريت قدرها 24 × 0.25 × 0.01 = 0.06 كيلو جرام.

ويعدل الوزن المطلوب حسب درجة حرارة المخزن.

يمكن الحصول على ثانى أكسيد الكبريت من أملاح الكبريتيت ، فتستخدم بللورات ثانى كبريتيت الصوديوم sodium bisulphite فى تبخير العنب بخلطها مع نشارة الخشب الذى يدخل فى تعبئة الصناديق أو توضع على الأوراق التى تبطن الصناديق. فيتفاعل الملح مع بخار الماء فى الجو معطيا غاز ثانى أكسيد الكبريت.

لا يصلح ثانى أكسيد الكبريت لمعاملة ثمار أصناف العنب المختلفة ، إذ أن الأصناف الأمريكية والشرقية حساسة للغاز وتتأثر تأثرا ضارا به. أما أصناف العنب الأوروبى فهى التى تبخر بالغاز بنجاح.

من الغازات الأخرى المستخدمة فى التبخير بالمخازن غاز ثالث كلوريد الآزوت nitrogen trichloride (NCl_3) ، الذى يستخدم فى مقاومة لمراض عفن الموالح وكثير من الخضروات، وقد وجد أن تركيز الغاز الناتج من تبخير 175 ملليجرام لكل متر مكعب من فراغ المخزن يقتل جراثيم الفطريات *Penicillium* spp. و *Alternaria* spp. و *Colletotrichum* spp. و *Phytophthora* spp. . ويستخدم هذا الغاز بتركيز 40 - 140 ملليجرام / متر مكعب لمدة 4 ساعات لمكافحة أعفان الليمون ، وبتركيز 200 - 400 ملليجرام / متر مكعب ولمدة 4 ساعات لمكافحة أعفان الطماطم والفلفل ، وبتركيز 800 - 900 ملليجرام / متر مكعب ولمدة 6 ساعات لمكافحة عفن القاوون. ومن عيوب ثالث كلوريد الآزوت أنه سام وشديد الانفجار ويجب عند استخدامه تخفيفه بالهواء لدرجة كبيرة وأن تكون المخازن مجهزة بمراوح حتى لا يتركز الغاز مسببا أضرارا للمواد المخزنة.

يستخدم النشادر وأملاح الأمونيوم بتركيز 2000 - 5000 جزء فى المليون لتقليل إصابة ثمار الموالح بالفطر *Penicillium digitatum* المسبب لمرض العفن الأخضر ، ومن مركبات الأمونيوم المستخدمة كربونات وبيكربونات الأمونيوم وهى تمتاز عن النشادر بانطلاق الغاز منها تدريجيا.

يستخدم المركبين أكسيد الأيثلين ethylene oxide وأكسيد البروبيلين propylene oxide لتبخير الفواكه المجففة ، ويراعى عند استخدام أى من هذين الغازين أن يكون فى جو خامل مثل غاز ثانى أكسيد الكربون وذلك لأنهما شديدى الانفجار مع أكسوجين الهواء الجوى. أكسيد الإيثلين أشد فاعلية من أكسيد البروبيلين ، وفاعليته تعادل خمسة أمثال فاعلية أكسيد البروبيلين ويستعمل بمعدل 2 كيلو جرام لكل عشرة أمتار مكعبة من فراغ المخزن.

يفيد بروميد الميثيل فى مكافحة حشرات الحبوب والفطريات المحمولة على سطح البذور .

الباب السادس
المكافحة بالعمليات الزراعية

يحدث المرض النباتى الطفيلى عند توفر ثلاثة عوامل أساسية ، نبات عائل قابل للإصابة بالطفيل ، طفيل قادر على إحداث الإصابة بالنبات العائل ، ظروف بيئية تتوافق مع قدرة الطفيل على إحداث المرض وتتلاءم مع استعداد النبات العائل على الإصابة. تؤثر عوامل البيئة على كل من العائل والطفيل ، فإن أمكن التحكم فى تلك العوامل لتعمل فى صالح العائل وليس فى صالح طفيلياته أمكن الحد من فرص حدوث الإصابات المرضية.

إن التحكم فى عامل أو أكثر من عوامل البيئة التى يزرع فيها المحصول يعتبر صعب التنفيذ ، فمثلا لا يمكن بسهولة التحكم فى درجات حرارة الجو أو التربة ، أو فى درجة الرطوبة الجوية أو فى شدة الإضاءة وغيرها من عوامل الجو ، والتى يمكن اعتبار كل منها بمفرده أو مجتمعا مع غيره من عوامل أخرى ذو أثر هام فى حدوث العدوى ونجاح تكشف المرض ، غير أن هناك بعض الإجراءات التى يمكن إتباعها للتحكم فى بعض عوامل البيئة ومنها إجراء تعديلات فى بعض العمليات الزراعية تؤدى إلى إحداث تغيير فى عامل أو أكثر من عوامل البيئة والوصول إلى ظروف غير ملائمة لحدوث الإصابة وإنتشار المرض ، ومن أمثلة ذلك إتباع إجراءات معينة فى عمليات خدمة التربة التى تؤثر فى مدى تفككها وقدرتها على حفظ الرطوبة وبعض الخواص الطبيعية الأخرى ، والعمليات التى تؤثر على كائنات التربة كإتباع دورة زراعية مناسبة تتعاقب فيها محاصيل معينة ، وإضافة مواد معينة للتربة تحدث تغييرات فى درجة حموضتها ، أو فى توفر عناصر كيمائية معينة ، واختيار الموقع المناسب للزراعة ، والتغيير فى مواعيد الزراعة ، وكذلك التحكم فى مياه الرى من حيث كميته والفترات بين الريات وطريقة الرى.

وقد أثبتت الدراسات ونتائج الأبحاث فى هذا المجال أنه يمكن الحد من الأضرار والتقليل من الخسائر التى تحدثها بعض الأمراض النباتية بإتباع تحويرات معينة فى العمليات الزراعية المتبعة ، لتهيئة ظروف ملائمة لنمو قوى للعائل وفى نفس الوقت لا تتلاءم تلك الظروف مع هجوم الطفيل للعائل وإصابته ، وبناء عليه فإن ذلك قد يكفل هروب العائل من الإصابة أو الحد منها لدرجة كبيرة.

وفيما يلى بيان بأهم العمليات الزراعية التى تؤثر فى الحد من انتشار مسببات الأمراض النباتية وتقليل فرص إصابتها لعوائلها.

1-6 الدورة الزراعية

يقصد بالدورة الزراعية crop rotation توالى زراعة محاصيل إقتصادية دوريا فى مساحة من الأرض قبل زراعة المحصول الذى زرع فى أول الدورة مرة أخرى. وقد عرف منذ أقدم العصور أن الزراعة المستمرة لمحصول واحد بنفس قطعة الأرض يعمل على خفض إنتاجية المحصول سنة بعد أخرى ، كما عرف أن لبعض المحاصيل مثل المحاصيل البقولية أثر مفيد على المحاصيل الأخرى التى تليها فى نفس الأرض. هذا ، وتعتبر الدورة الزراعية، بصفة عامة ، من أقدم وأكثر الطرق فاعلية لمقاومة الأمراض النباتية التى تنشأ عن الطفيلات التى تعيش فى التربة والتى تصيب المحاصيل المختلفة. ذلك بالإضافة إلى ما للدورة من فوائد أخرى ، كأثرها المفيد فى زيادة خصوبة الأرض وفى مكافحة الآفات المرضية والحشرية والحشائش الضارة. وسيكون اهتمامنا فى هذا الجزء بالحديث عن أهمية الدورة الزراعية فى مكافحة الأمراض النباتية ، ولا يعنى هذا إغفال العوامل الأخرى المؤثرة فى إنتشار الأمراض النباتية مثل خصوبة التربة ورطوبتها ودرجة حموضتها وإنتشار الحشرات والحشائش وغير ذلك.

يراعى فى تصميم الدورة الزراعية أن تكون المحاصيل المتتابعة غير قابلة للإصابة بنفس الطفيليات ، وعلى ذلك يمكن الحد من تكاثر وإنتشار مسببات الأمراض النباتية ذات المدى العوائلى الضيق والتى لا تستطيع المعيشة فى غياب العائل القابل للإصابة بها فترات طويلة. وقد نجحت تلك الوسيلة ، أى تطبيق دورة زراعية ، فى كثير من الحالات لمكافحة بعض أمراض الجذور التى لا يتيسر مكافحتها بالمبيدات الكيمائية إما لإرتفاع تكاليف المكافحة أو لصعوبة تنفيذ إجراءات المكافحة عمليا فى الحقل على نطاق واسع.

ولابد لنجاح دورة زراعية فى مكافحة مرض ما أن يصحبها مكافحة للحشائش التى تنمو مع المحاصيل المختلفة والتى قد تعول المسبب المرضى وتجدد نشاطه وتكاثره خلال فترة غياب العائل الأساسى ، وذلك كما فى حالة هالوك الفول الذى يمكنه أن يتطفل على العديد من الحشائش خلال غياب الفول وغيره من المحاصيل القابلة للإصابة به.

فى بعض الحالات ، وتحت ظروف اقتصادية معينة يتحتم زراعة محصول واحد ، بصورة مستمرة دون اتباع دورة زراعية ، كما فى كثير من زراعات القمح بالولايات المتحدة الأمريكية وزراعة الأرز فى اليابان وزراعة القصب فى كوبا. يرجع ذلك إلى أن تلك المحاصيل تدر ربحا كبيرا فى تلك البلاد يغطى مكافحة الأمراض التى تزداد شدتها سنة

بعد أخرى نتيجة التزايد التدريجى للكائنات المرضية فى التربة لتوافر الظروف الملائمة لتكاثر وانتشار لقاحها.

فى حالة الطفيليات المرضية ذات المدى العوائلى الواسع ، أو تلك التى يمكنها أن تعيش فى حالة نشطة بالتربة بعيدة عن عوائلها لفترات طويلة ، فإن تأثير إتباع دورة زراعية معينة لا يؤدى إلى نتائج فعالة فى مكافحة الأمراض التى تنشأ عنها. ولكنه يمكن القول أن التخطيط لإتباع دورة زراعية معينة يؤدى بوجه عام إلى تخفيف الأضرار التى قد تنشأ عن الطفيليات الممرضة التى تعيش بالتربة ، كما يحد من إنتشار تلك الأمراض بصورة وبائية.

تعتبر الفطريات من الطفيليات الهامة التى تعيش فى التربة وتؤثر فى نمو الكثير من المحاصيل. وقد قسم جاريت Garrett سنة 1956 فطريات التربة إلى مجموعتين أساسيتين على أساس معيشة الطور النشط من دورة حياتها كالآتى :

1- فطريات تسكن الجذور root inhabitant fungi ، أى أنها تمضى طورها النشط فى علاقة تطفلية مع جذور النباتات.

2 - فطريات تسكن التربة soil inhabitant fungi ، أى فطريات تمضى طورها النشط مترممة فى التربة.

وأوضح جاريت أن الفطريات التى تسكن الجذور تتميز بنمو نشط للطور الطفيلى منها على جذور عوائلها النباتية النامية ، ثم تلجأ إلى المعيشة الترممية فى التربة عند غياب عائلها، وهى فى حالة نمو ضعيف أو فى حالة سكون.

أما الفطريات التى تسكن التربة فيمكنها أن تعيش رميا فى التربة لفترات طويلة فى حالة نمو نشط ، ولكنها قد تلجأ ، تحت ظروف معينة إلى مهاجمة جذور بعض النباتات ، وتمضى طورا ضعيفا مختصرا ، وهى فى حالة طفيلية.

غالبية الأمراض الخطيرة التى تصيب جذور كثير من المحاصيل الزراعية تتسبب عن فطريات تعيش فى التربة وتقع ضمن المجموعة الأولى التى تعتمد لدرجة كبيرة على نمو العائل الحى القابل للإصابة بها ، وعلى ذلك فمن الممكن مكافحة الأمراض التى تتسبب عن مثل هذه الفطريات بالتحكم فى تعاقب زراعة محصول غير قابل للإصابة بمرض معين إثر محصول آخر يكون قابلا للإصابة بنفس المرض ، أى باختيار دورة زراعية مناسبة لهذا الغرض وهذا يتطلب معرفة دقيقة بتطفل المسبب المرضى والمدى العوائلى له.

من أمثلة أمراض الجذور التى تفيد فى مقاومتها إتباع دورة زراعية مناسبة مرض عفن الجذور التكساسى والمتسبب عن الفطر فيماتوتريكوم أمنيوفورم *Phymatotrichum omnivorum* والذى يمكنه إصابة أكثر من ألفى نوع من النباتات التى تنتمى للعديد من العائلات ، وقد أمكن الحد من إصابته للقطن بإتباع دورة زراعية تدخل فيها المحاصيل النجيلية التى لا تصاب بالفطر المذكور .

وتشير الأبحاث إلى أن اتباع دورة رباعية تشمل القطن واللوبيا والقمح والذرة أنقصت نسبة إصابة القطن بالمرض من حوالى 40 % إلى 5 %.

وقد وجد أن إتباع وسائل أخرى مع الدورة الزراعية يفيد كثير فى تقليل الإصابة ذلك أن لهذا الفطر القدرة على تكوين أعداد كبيرة من الأجسام الحجرية تكمن فى التربة محتفظة بحيويتها لمدة 12 سنة تصل فيها إلى عمق 30 سم. من تلك الوسائل ، وجوب العناية بخدمة الأرض لتوفير مهد صالح لإنبات البذور ولاستئصال الحشائش التى قد يتخذها الطفيل كعوائل له. كما اتضح أن اتباع دورة زراعية يتخللها ترك الأرض بور فى موسم زراعى معين مع حرثها وتعريضها للشمس أو غمرها بالمياه أدى إلى الإقلال من الإصابة فى حالة بعض الأمراض مثل الذبول الفيوزاريومى والفرتسليومى وأمراض عفن جذور الحبوب.

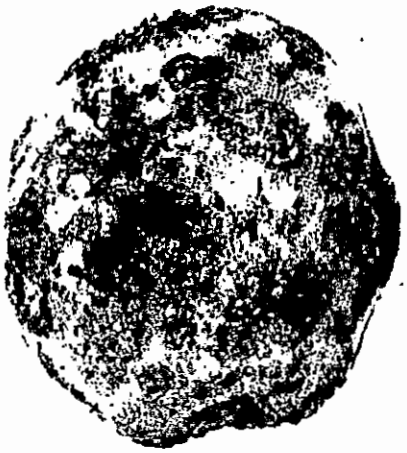
من أهم أمراض القمح التى لقيت عناية خاصة فى دراستها للوصول إلى طريقة فعالة فى مكافحتها مرض عفن الجذور المتسبب عن الفطر أفيوبولس جرامينس *Ophiobolus graminis* ، فقد وجد أن الأحياء النباتية الدقيقة التى تعيش فى التربة ، وكذلك وفرة الآزوت للإمتصاص بالتربة ، يؤثران تأثيراً كبيراً على حيوية ونشاط الفطر المذكور بالتربة ، لهذا كان لزراعة محاصيل معينة شرهة فى إمتصاص الآزوت الصالح من التربة ، فى دورة زراعية مع القمح، أثر كبير فى الحد من الإصابة بهذا المرض.

وقد ساعد إتباع دورة زراعية للبطاطس فى الإقلال من إصابة البطاطس بأمراض اللفحة المتأخرة والذبول الفيوزاريومى والذبول الفرتسليومى وفى مكافحة فطر الريزوكتونيا فى البطاطس وخاصة عندما يراعى عدم استخدام محاصيل فى الدورة تكون قابلة للإصابة بمسببات تلك الأمراض. كما وجد أن إتباع دورة زراعية للكرنب لا يوجد بها محاصيل قابلة للإصابة بمرض الجذر الصولجانى المتسبب عن الفطر بلازموديوفورا براسيكى *Plasmodiophora brassicae* (شكل 3-2) ، كان له أثر واضح فى الإقلال من الإصابة بالمرض ، فى حين أن ذلك لم يكن مؤثراً على شدة الإصابة بمرض الذبول الناتج عن الفطر فيوزاريوم أكسيسبورم كونجليتنس *F. oxysporum conglutinans* .

كما وجد أن إنتشار فيوزاريوم أكسيسبورم كيوبنز *F. oxysporum cubense* المسبب لمرض بناما فى الموز يعتبر عاملاً محدداً لزراعة الموز فى بعض مناطق زراعته بأمريكا الوسطى ، وقد تبين أن إتباع دورة زراعية فقط لم يكن كافياً للحد من المرض ، ولكن إتباع طريقة غمر الأرض بالماء وتركها بور خلال الدورة الزراعية أفاد كثيراً فى مكافحة المرض.

نجحت الدورات الزراعية كوسيلة لمكافحة كثير من الأمراض البكتيرية ، من ذلك مرضى ذبول الطماطم البكتيرى المتسبب عن البكتيريا سيدوموناس سولانسيارم *Pseudomonas solanacearum* الذى أمكن الإقلال منه بإتباع دورة زراعية يتبادل فيها الطماطم مع الذرة الرفيعة على أن لا يدخل فى تلك الدورة الباذنجانيات ، كما أمكن مكافحة مرض الذبول البكتيرى فى الموز المتسبب عن سلالة خاصة من الفطر السابق بإتباع دورة زراعية يتعاقب فيها الموز مع محاصيل أخرى غير قابلة للإصابة بالسلالة الفطرية السابقة مع تبوير الأرض لفترة معقولة.

كذلك فقد نجحت الدورة الزراعية الثلاثية فى مكافحة الجرب العادى فى البطاطس المتسبب عن البكتيريا ستربتوميسيس سكابيس *Streptomyces scabies* (شكل 16-1).



شكل 6-1 درنة بطاطس مصابة بالجرب العادى

عرف ، منذ زمن بعيد ، تأثير الدورة الزراعية على الإقلال من أعداد النيماتودا الموجودة بالتربة والتى يمكنها إصابة عائل معين. وستظل الدورة الزراعية ، رغم اكتشاف الكثير من المواد الفعالة ضد النيماتودا ، من أنسب الوسائل لمكافحتها. ومن الحالات التى نجحت فيها مكافحة مرض تعقد الجذور النيماتودى فى ولاية فلوريدا الأمريكية إتباع دورة زراعية تتبادل فيها محاصيل قابلة للإصابة بالمرض مثل البطاطس والدخان والبطيخ والقطن مع أخرى غير قابلة للإصابة بتلك النيماتودا مثل القمح والشيلم والفول السودانى ، وقد ساعد على المكافحة ترك الأرض بورا خلال موسم معين فى الدورة الزراعية. كذلك فقد أمكن فى ولاية جورجيا الأمريكية الحد من إصابة أشجار الخوخ بمرض تعقد الجذور بزراعة كروتالاريا سبكتابيلس *Crotalaria spectabilis* بين الأشجار صيفا ، وزراعة نباتات الشوفان شتاءا.

يوصى باستخدام الدورة الزراعية كوسيلة لمكافحة الأمراض الفيروسية التى تنتقل عن طريق التربة ، ويتوقف ذلك لحد كبير على مدة حيوية الفيروس فى التربة وكذلك على وسيلة نقله. وقد وجد أن مرض موزايك الكرفس كان شديد الوطأة فى الأماكن التى يزرع فيها الكرفس بصفة مستمرة ، فى حين أن الإصابة بهذا المرض قلت فى الأماكن التى يتبادل فيها الكرفس مع محاصيل أخرى غير قابلة للإصابة بفيروس مزايك الكرفس. وبالنسبة لتأثير وسيلة نقل الفيروس على إنتشار المرض فقد وجد أن التربة الملوثة بفيروس موزايك القمح ظلت محتفظة بقدرتها على إحداث المرض حتى بعد حفظها لمدة أربعة سنوات فى الصوبة وكان الرأى المرجح أن الفيروس المسبب يعيش فى كائنات ميكروسكوبية من قاطنات التربة. فقد وجدت فيروسات أخرى يمكنها المعيشة فى كائنات دقيقة بالتربة من ذلك فيروس العرق الكبير big vein فى الخس الذى يعيش داخل جراثيم الفطر البيديوم برلسيكى *Olpidium brassicae* الذى يعمل كناقل للفيروس. كذلك فإن بعض الفيروسات ومنها الفيروس المسبب لمرض التبقع الحلقى فى الطماطم والدخان تنتقل بواسطة نيماتودا زيفينيما أمريكانم *Xiphinema americanum*. بعض الأمراض الفيروسية كتجعد القمة فى البنجر وموزايك الخيار تنتقل عن طريق بذور الحامول التى تحتفظ بحيويتها فى التربة لمدد طويلة. كذلك فإن كثير من النباتات الزهرية المتطفلة ذات مدى عوائلى واسع. لهذا فإنه يجب مراعاة ناقلات الفيروسات المختلفة ومدة حياتها فى التربة بعيدة عن عوائلها عند تصميم دورة زراعية للفيروسات التى تعيش داخل ناقلات حية بالتربة.

يتضح من كل ما سبق أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على مدى فاعلية الدورة الزراعية كوسيلة لمكافحة أمراض النبات ، سنتناولها فيما يلى :

6-1-1 مدى اتساع النطاق العائلى للطفيل ومدة حيويته فى التربة

الدورة الزراعية ذات تأثير فعال فى مكافحة الطفيليات المتخصصة على عائل واحد أو المحدودة العوائل مقارنة بالطفيليات متعددة العوائل ، إلا أن من بين هذه الطفيليات المحدودة العوائل ما يمكنها أن تعيش وتتكاثر فى بقايا المحاصيل بالتربة وذلك كما فى فطريات الفيوزاريوم المسببة لذبول القطن أو الطماطم أو الكتان لمدد غير محدودة. بعض الطفيليات لا تتكاثر بالتربة ، ولكنها تختلف فى مدة احتفاظ أجزائها التكاثرية بحيويتها فى التربة ، فجراثيم الفطر المسبب للتفحم المغطى فى القمح تحتفظ بحيويتها فى التربة لفترة قصيرة ، فى حين أن الجراثيم الساكنة للفطر المسبب لمرض الجذر الصولجانى فى الكرنب يمكنها الاحتفاظ بحيويتها لعدة سنوات. من ذلك يتضح لنا أنه كلما كانت قدرة الأجزاء التكاثرية للطفيل على الكمون فى التربة لفترات طويلة كلما تحتم إطالة فترة الدورة الزراعية. ويصعب الاعتماد بوجه عام على الدورة الزراعية كوسيلة وحيدة لمكافحة الأمراض النباتية المتسببة عن كائنات ذات مدى عوائلى واسع ، وكذلك بالنسبة للطفيليات التى يمكنها أن تعيش فى حالة مترممة فى التربة ، وأيضا تلك الطفيليات التى تكون أجسام تكاثرية تستطيع البقاء حية لفترات طويلة.

6-1-2 مدة الدورة وترتيب المحاصيل بها

يتحكم فى اختيار وترتيب المحاصيل الداخلة فى الدورة الزراعية عدة عوامل منها الآفات والأمراض النباتية التى تصيب المحاصيل المختلفة ومدى إجهاد المحاصيل المختلفة للتربة ونوعية التربة والظروف الجوية السائدة فى فصول السنة المختلفة والقيمة الاقتصادية للمحاصيل المنزرعة وإمكانية تسويقها. ويهمنا مدى قابلية النباتات المنزرعة للإصابة بالأمراض وتأثير تلك المحاصيل على كائنات التربة المرضية ومدة بقاء المسببات المرضية بالتربة ، فالمحاصيل التى تنتمى لعائلة نباتية واحدة لا ينصح بزراعتها على التوالى نظرا لاحتمال إصابتها بنفس المسببات المرضية ، كما لا ينصح بتتابع محاصيل تكون نموات أرضية متشابهة مثل الدرنات والجذور المتشحمة حيث يزيد ذلك من احتمال إصاباتها بكائن مرضى واحد ، فالبطاطس والبنجر قابلان للإصابة بالبكتيريا ستربتوميسس سكابيز *Streptomyces scabies* (شكل 6-1).

فترة بقاء المحصول بالأرض يجب أن تكون موضع اعتبار عند تصميم الدورة ، ذلك أنه كلما زادت فترة بقاء المحصول بالأرض كلما زادت فرص تعرضه للإصابة ، فالبرسيم الحجازى لا يجب أن يظل فى الأرض الموبوءة بالبكتيريا كورينيبكتيريم إنسديوزم *Corynebacteriumn insidiosum* أكثر من عامين لأن ذلك يقلل محصوله بنسبة كبيرة لإصابته بالذبول.

كما يراعى عند زراعة أرض موبوءة بكائن مرضى كمسبب الجرب العادى فى البطاطس أن تزرع بمحاصيل غير قابلة للإصابة بالمسبب المرض ، لأن ذلك يعمل على تجويع الكائن الممرض والقضاء عليه. وتتوقف فاعلية هذا الإجراء على مدى قدرة الطفيل على المعيشة الترممية.

كما يراعى فى تتابع المحاصيل ، الحشائش التى تسود فى تلك المحاصيل وعلاقتها بالمحاصيل الأخرى فى الدورة ، فمثلاً لا يزرع الشوفان فى دورة منزرع فيها كرنب حيث تكثر حشيشة الخردل البرى فى زراعة الشوفان ، وأن الخردل يصاب بالفطر المسبب لمرض الجذر الصولجانى الذى يصيب الكرنب.

3-1-6 السماد العضوى والمخلفات النباتية

تنتشر كثير من الأمراض النباتية عن طريق التسميد العضوى ، وخاصة تلك الطفيليات التى تكون أجساماً ساكنة كبعض مسببات أمراض التفحم أو تلك التى تعيش داخل بقايا الأنسجة المريضة كمسبب مرض التدرن التاجى. كذلك فإن بعض المسببات المرضية يمكنها أن تمر سليمة خلال القناة الهضمية للحيوانات. لذلك يجب مراعاة عدم استخدام السماد العضوى وما يضاف إليه من مخلفات نباتية محتمل إحتوائها على مسببات أمراض نباتية يمكن أن تصيب المحصول الذى سيزرع ، إلا بعد مضى فترة من الزمن كفيلة بالقضاء على هذه الطفيليات نتيجة للتخمرات التى تحدث. هذا بالإضافة إلى أن بعض الكائنات المرضية يشجعها وجود مواد عضوية كثيرة كمسببات التفحم اللوانى فى القمح وذبول الطماطم ، كما أن البعض الآخر من الطفيليات يثبط نشاطها وجود مواد عضوية. من ذلك يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم الدورة الزراعية أثر الأسمدة العضوية.

2-6 اختيار المكان المناسب لزراعة المحصول

التربة هى مهد التقاوى ومكان نمو الجذور ومصدر أساسى لتغذية النباتات ، كما أنها بيئة لمعيشة ونمو الكثير من طفيليات النبات. تختلف النباتات فى احتياجاتها من التربة ، لهذا كان إختيار التربة عاملا هاما يؤثر على المحصول النامى ومدى تعرضه للآفات وقدرته الإنتاجية. فزراعة المحصول المناسب فى المكان المناسب ذو أهمية كبيرة فى مكافحة كثير من الأمراض النباتية ، فتفضل زراعة أشجار الفاكهة فى الأماكن ذات المستوى المائى المنخفض والتى يتوفر فيها تهوية جيدة ، إذ أن تلك الأراضى تسمح للجذور بالنمو المتعمق ، كما أنها تقلل من الرطوبة الأرضية والجوية وعدم تزايدها فى البيئة المحيطة بالأشجار. كذلك فإن النباتات المنزرعة على التلال تقل بها الإصابة بالأمراض عن تلك المنزرعة بالوديان ، ومن أمثلة تلك الأمراض تجعد أوراق الخوخ وجرب التفاح واللفحة المتأخرة فى البطاطس والبياض الزغبى فى البصل. ويعلل خلو زراعات العنب ، المجاورة لبحيرة إرى Erie بالولايات المتحدة الأمريكية ، من مرض العفن الأسود إلى التهوية الجيدة الناتجة عن التيارات الهوائية المعتدلة فى تلك المنطقة. أيضا فى الولايات المتحدة الأمريكية ينتشر مرض تفحم البصل بالولايات الشمالية ولهذا فتكثر زراعة البصل فى الولايات الجنوبية ، وقد فسرت قلة الإصابة فى الولايات الجنوبية إلى إرتفاع درجة الحرارة بها مما تتسبب فى سرعة نمو البادرات والهروب من الإصابة. كذلك يوصى بزراعة الفاصوليا فى المناطق الجافة للحصول على محصول خال من مرض الأنثراكنوز.

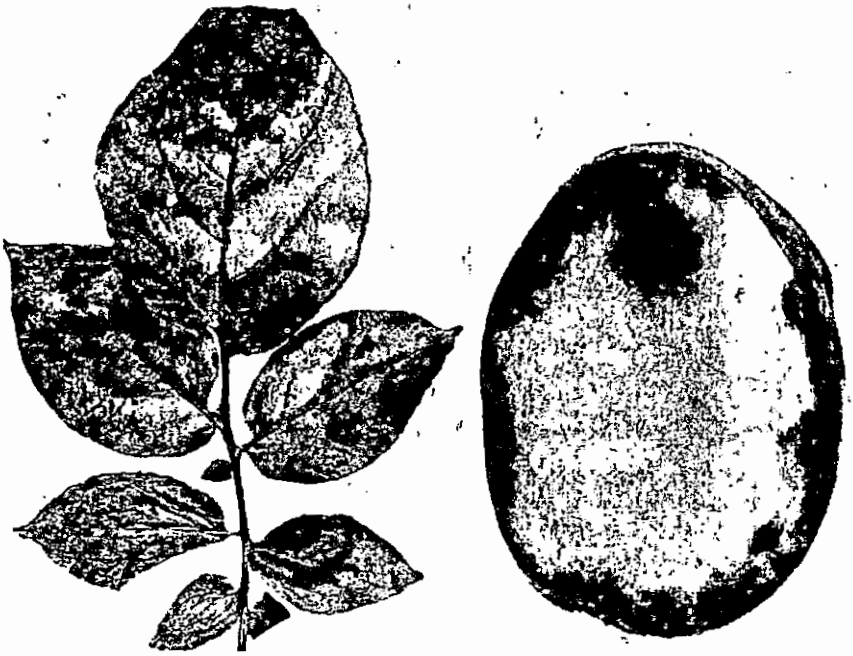
ويجب إختيار موقع مشاتل الخضر بحيث تكون معزولة بقدر الإمكان عن المناطق المزدحمة بحقول الخضر حتى تقل فرص الإصابة المرضية فى نباتات المشتل وخاصة الأمراض الفيروسية كما فى موزايك الكرنب وإصفرار البصل التقزمى.

3-6 إعداد مكان الزراعة

خدمة التربة قبل الزراعة بالحرث أو العزيق ثم التزحيف أو التخطيط عمليات لها أهميتها من الناحية الزراعية حيث يعمل على تفكيك التربة وتهويتها وإزالة الحشائش والعمل على زيادة خصوبتها. ويمكن عن طريق عمليات الحرث والعزيق أيضا الإقلال من تكاثر وإنتشار الكائنات المرضية التى تكمن بالتربة أو تعيش بها حتى تجد النبات العائل وتصيبه.

يفيد الحرث العميق فى مكافحة كثير من المسببات المرضية التى تعيش بالتربة ، حيث أن معظمها يوجد فى الطبقة العليا من التربة حتى عمق 15 - 30 سم ، وتهدف عمليات

خدمة التربة إلى تفكيكها وتهويتها ودفن بقايا المحصول السابق لتسهيل تحلله وإهلاك المسببات المرضية وغيرها من الآفات والتخلص من الحشائش. فدفن أوراق العنب الجافة المصابة بالبياض الزغبى والتى تحتوى على الجراثيم البيضية للفطر بلازموبارا فيتيكولا *Plasmopara viticola* فى آخر الموسم بطريق الحرث يمنع إنبات الجراثيم البيضية وتكوين الأكياس الجرثومية للفطر ، وينتج عن ذلك الإقلال من الإصابات الجديدة فى أول الموسم التالى. كما أن دفن بقايا درنات البطاطس المصابة بمرض اللفحة المتأخرة يعتبر وسيلة فعالة للحد من مصدر لقاح مسبب المرض فيتوفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* (شكل 6-2).



شكل 6-2 : اللفحة المتأخرة فى البطاطس
يمين : أعراض على درنة مقطوعة نصفيا.
يسار : أعراض على ورقة.

تتضح أهمية تفكيك التربة فى مدى الإصابات المرضية ، فزراعة تقاوى قمح ملوثة بالفطر تيليشيا كاريس *Tilletia caries* فى تربة صلبة غير مفككة ، أدت إلى زيادة كبيرة فى نسبة الإصابة بمرض التفحم المغطى ، مقارنة بالزراعة فى تربة مفككة ، ويمكن إرجاع ذلك إلى زيادة نسبة الرطوبة فى التربة غير المفككة عن الحد الملائم أو إلى تأخير الإنبات لصلابة وتماسك التربة. ينطبق ذلك أيضا على إصابة القطن بمرض الخناق المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* ، ذلك لأن تأخير إنبات وتكشف بادرات القطن فوق سطح التربة عندما تكون غير مفككة يتيح فرص كبيرة للإصابة.

يفيد الحرث ، بالإضافة إلى ما سبق ، فى توزيع المواد السامة التى قد تتجمع فى التربة نتيجة لإفرازات جذور بعض النباتات أو كناتج من نواتج تحللها بعد موتها مثل حمض الفريوليك ferulic والكيوماريك cumaric والفانيليك vanillic ، وتوجد تلك المواد السامة فى بقع من التربة يكثر فيها وجود مواد عضوية متحللة. وعادة لا تنتشر هذه المواد السامة فى التربة بصفة عامة ، وعلى ذلك فحرث التربة وتقليبها يعمل على تخفيف أثر مثل هذه المواد السامة التى تسبب ظهور بقع بنية على جذور البادرات لكثير من النباتات.

4-6 تحديد مواعيد الزراعة

يراعى فى اختيار مواعيد الزراعة أن تكون ملائمة لنمو جيد للنباتات ومتعارضة مع ظروف حدوث تطفل ناجح بالمسببات المرضية ففى بعض الأحيان لا تنبت جراثيم الطفيل إلا تحت ظروف جوية معينة فإذا كانت قابلية النبات للإصابة أو جزء من أجزائه محددة بطور معين من النمو ، فإنه يمكن الإقلال من فرص حدوث الإصابة بالتحكم فى ميعاد الزراعة بحيث تكون النباتات غير قابلة للإصابة عندما تكون الظروف البيئية مناسبة لتكاثر طفيله وبذلك يهرب النبات من الإصابة. من ذلك التبكير فى زراعة القمح الشتوى عندما تكون درجات الحرارة والرطوبة غير ملائمين لإنبات جراثيم التفحم المغطى وبالتالى تهرب البادرات من الإصابة. كذلك وجد أن زراعة القمح فى باكستان فى وقت مبكر ، عندما تكون درجة الحرارة تزيد عن 28 °م ، يقيها من الإصابة بمرض التفحم اللوانى. وزراعة العروة الشتوية للبطاطس مبكرا يؤدى إلى إنتاج محصول مبكر ، قليلا ما يصاب باللفحة المتأخرة. ومن الأمثلة الواضحة لأهمية ميعاد الزراعة وعلاقته بالإصابة بالطفيليات الممرضة ، مرض تفحم البصل المتسبب عن الفطر يوروسستس سبيولى *Urocystis cepulae* ، الذى يمكنه إصابة البادرات بدءا من ثانى أو ثالث يوم للإنبات ولفترة ثلاثة أسابيع

من الزراعة ، بعدها تصبح النباتات مقاومة للمرض ، كما أن العدوى تحدث على حرارة تقل عن 29 °م. لهذا فإن التبكير فى زراعة البصل فى الجو الحار ، بحيث يكمل النبات عمره القابل للإصابة ، تحت ظروف حرارية غير ملائمة لحدوث التطفل تؤدى إلى نجاة النباتات من الإصابة بالمرض.

5-6 مسافات الزراعة وأعماقها

من المعروف أن إنتقال المرض النباتى من نبات إلى آخر يكون ميسرا فى حالات تزاحم النباتات ، خاصة فى حالات الإصابة بأمراض التربة كأمراض الذبول وعفن الجذور ، فقد لوحظ أن النباتات المنزرعة فى سطور أو على خطوط دون إزدحام تصاب بالأمراض بدرجة أقل من النباتات المتزاحمة. كما يساعد التزاحم على انتشار الأمراض التى تنتقل عن طريق مياه الرى أو الأمطار كمرض البقعة الزاوية فى القطن ، كذلك الأمراض التى تناسبها الرطوبة العالية فى البيئة المحيطة بالنباتات كما فى حالة أمراض البياض الزغبى والتبقع السركسبرى. لذلك يجرى عمليات الخف المناسبة بعد اكتمال تكشف البادرات ، كما يجرى تقليم الأفرع المتشابكة والمتكاثفة لأشجار الفاكهة لزيادة التهوية وللحد من إنتشار الإصابات المرضية ، كما فى تقليم أشجار المانجو للحد من إنتشار مرض البياض الدقيقى.

زيادة العمق الذى تزرع فيه البذور يزيد من فرص تعرض البادرات بالأمراض المتسببة عن طفيليات التربة مثل مسببات أمراض موت البادرات وخناق القطن وبعض أمراض التفحم، وذلك لطول فترة تعرض البادرات ، قبل ظهورها فوق سطح التربة ، لمهاجمة الطفيليات الممرضة التى تعيش فى التربة. وقد وجد أنه كلما زاد عمق زراعة القمح كلما زادت معدلات الإصابة بأمراض التفحم اللوائى والتفحم المغطى. كذلك وجد أن زراعة البطاطس على عمق قليل يخفض من إصابتها بمرض القشرة السوداء المتسبب عن الفطر ريوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* .

6-6 توفير العناصر الغذائية

النبات القوى الذى يحصل على كافة احتياجاته الغذائية يعتبر بوجه عام أكثر مقاومة للأمراض من النبات الضعيف النامى تحت ظروف غذائية سيئة. ويحتاج النبات ، عادة إلى توازن غذائى للحصول على نمو طبيعى ، فهو يحتاج إلى خمسة عشر عنصرا أساسيا لنموه الطبيعى ، وغياب أو نقص فى أحد تلك العناصر قد يتسبب عنها أعراضا مرضية ، وقد

يؤدى إلى زيادة القابلية للإصابة ببعض الأمراض الطفيلية. ثلاثة من تلك العناصر وهى الأكسوجين والكربون والإيدروجين يحصل عليها النبات من الهواء الجوى والماء. العناصر الباقية بعضها يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبيا وتعرف بالعناصر الكبرى macroelements ، وهى الآزوت والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد والكبريت ، والبعض الآخر يحتاج النبات إليها بكميات ضئيلة وتعرف بالعناصر النادرة microelements وهى المنجنيز والموليبدينم والبورون والزنك والنحاس. ولا يقتصر التأثير المرضى على نقص تلك العناصر ، بل قد يتسبب عن زيادة بعضها كالبورون أعراضا مرضية لبعض النباتات.

ونظرا لفقد التربة لمقادير كبيرة من العناصر الغذائية بتوالى زراعتها بالمحاصيل المختلفة فإنه يجب تعويض ذلك بإضافة الأسمدة المناسبة وبالنوعية والكميات المطلوبة لتعويض النقص ولتلبية احتياجات النباتات المراد زراعتها مستقبلا. وتتأثر صحة النباتات وقدرتها على مقاومة الأمراض بمدى توازن العناصر الغذائية فى التربة ، ويعتقد بوجه عام أن زيادة عنصر الآزوت يقلل عادة من مقاومة النباتات للأمراض ، فتزداد إصابتها ، وذلك كما فى حالات ذبول القطن الفيوزاريومى والفرتسليومى والبياض الدقيقى فى النجيليات واللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح ، فى حين أن زيادة عنصر البوتاسيوم يزيد بطريق مباشر أو غير مباشر من مقاومة النباتات للإصابة بالأمراض. زيادة عنصر الفوسفور قد يزيد من الإصابة فى بعض الحالات وقد يقلل منها فى حالات أخرى ، ويتوقف ذلك على المسببات المرضية ، فتزداد إصابة نباتات الكتان بالصدأ عند زيادة التسميد الفوسفاتى ، فى نفس الوقت نجد أن قلة الفوسفور تعرض كثير من النباتات لهجوم فطريات عفن الجذور. ومن المعروف أن زيادة الآزوت تؤثر على المحتويات الداخلية وتؤدى إلى نمو خضرى غزير وغض مع تقليل فى سمك أدمة الخلايا مما يجعل الأنسجة النباتية أكثر قابلية للإصابات المرضية ، بينما يؤثر البوتاسيوم على تكوين الجدر الخلوية وزيادة سمكها مما يساعد على مقاومة النباتات ضد هجوم الطفيليات ، ويتسبب النقص فى البوتاسيوم فى الحصول على تركيب نباتى ضعيف ، ويتبع ذلك سهولة حدوث الإصابات المرضية.

تشذ بعض الحالات عن القاعدة ، فزيادة التسميد الآزوتى للبنجر يساعد على مقاومته لمرض عفن الجذور المتسبب عن الفطر سكليروشيم رلفسياى *Sclerotium rolfsii* ، كما أن النقص فى الآزوت يزيد من إصابة القطن باللفحة البكتيرية المتسببة عن زانثومونـاس مالفاسيارم *Xanthomonas malvacearum*.

7-6 التغيير فى درجة حموضة التربة

تؤثر درجة حموضة التربة على نمو الكائنات الدقيقة التى تعيش فيها ، كما تؤثر على نمو المحاصيل المختلفة التى تزرع بها ، فكل من الطفيليات والنباتات العائلة يمكنها المعيشة فى نطاق معين من حموضة التربة يختلف حسب نوع الطفيل ونوع النبات. فى بعض الحالات تكون درجات الحموضة الملائمة لنمو النباتات لا تتوافق مع درجات الحموضة الملائمة لبعض الكائنات الممرضة لهذا النبات ، فمثلا نباتات العائلة الصليبية يناسبها التربة التى يميل تفاعلها إلى القلوية فى حين أن هذا التفاعل لا يلائم نمو الفطر بلازموديوفورا براسيكى *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى المحاصيل التابعة لهذه العائلة (شكل 3-2) ، لهذا فإن إضافة الجير إلى التربة يغير من درجة حموضة التربة مما يفيد فى مكافحة المرض المذكور. فى حالات أخرى نجد أن قلوية التربة تتلاءم مع إنتشار مرضى الجرب العادى والمسحوقى فى البطاطس ، ولهذا فإضافة الكبريت للتربة بغرض رفع درجة حموضتها يؤدى إلى خفض نسبة الإصابة بالمرض. غير أنه لم تتضح فائدة إضافة الكبريت فى بعض الحالات لمكافحة الجرب فى البطاطس ، وقد يعزى ذلك لعدم إحتواء التربة ، فى الحالات التى لم يفد فيها الكبريت فى مكافحة المرض ، على البكتيريات المؤكسدة للكبريت والتى تعمل على إنتاج حامض الكبريتيك ، وبناء على ذلك فقد إقترح بعض الباحثين إضافة الكبريت للتربة بعد تلقيحها بتلك البكتيريات. وتتراوح كمية الكبريت الممكن إضافتها للفدان ما بين 150 إلى 250 كيلو جرام. كما يمكن إستخدام كبريتات الأمونيوم بدلا من الكبريت لرفع درجة حموضة التربة. ومن الفطريات التى يناسبها الوسط القلوى الفطر أفيوبولس جراميئيس *Ophiobolus graminis* الذى يسبب مرض عفن جذور القمح.

8-6 الرى والصرف

تعتبر الرطوبة المرتفعة سواء كانت بالجو أو التربة ، من العوامل المهيئة لإحداث الأمراض النباتية وإنتشار كثير منها. كثير من الفطريات المسببة لعفن الجذور تتكاثر وتنمو وتزدهر فى التربة المبتلة ، كما أن الرطوبة الزائدة تؤثر تأثيرا ضارا على جذور النباتات فتضعف وتسهل إصابتها بالطفيليات الممرضة للجذور. ومن ذلك إصابة الموالح بمرض التصمغ الناتج عن الفطر فيثوفثورا سيتروفثورا *Phytophthora citrophthora* الذى ينتشر فى الأراضى ذات المستوى المائى المرتفع أو عند الرى الزائد وخاصة إذا لامس الماء جذوع الأشجار. ويعزى السبب لارتفاع نسب الإصابة بأمراض موت البادرات وعفن التقاوى إلى

زيادة ماء الرى وسوء صرفها. وقد وجد أن الكرنب يصاب بشدة بمرض الجذر الصولجانى عندما تكون الرطوبة الأرضية 60 % أو أكثر من السعة الحقلية ، ويقل المرض كثيرا عندما تقل الرطوبة الأرضية عن 45 % من السعة الحقلية. كذلك فإن أعلى نسبة لإصابة القطن بمرض الذبول الفيوزاريومى تحدث تحت رطوبة أرضية من 70 - 80 % من السعة الحقلية وتقل كلما قلت الرطوبة عن ذلك.

لا يجب إغفال الدور الذى يلعبه الماء الأرضى فى نشر لقاح الكائنات المرضية الأرضية حيث يعمل كوسط تسبح فيه الجراثيم المتحركة أو كوسيلة لنقل المسببات المرضية من مكان إلى آخر.

زيادة الماء فى التربة قد يكون سببا مباشرا لحدوث بعض الأمراض غير الطفيلية كالإصفرار والتقزم وقلة التفريع القاعدى فى النجيليات والإحمرار فى القطن والتصمغ فى أشجار الحلويات.

مما سبق يتضح أنه بالتحكم فى الرطوبة الأرضية يمكن الإقلال من فرص حدوث الإصابات المرضية لكثير من الأمراض النباتية ، ويمكن التحكم فى الرطوبة الأرضية بالإجراءات الآتية :

6-8-1 إختيار الأرض

فى المناطق التى تختلف فيها مواصفات الأراضى الزراعية وطوبوغرافيتها يكون إختيار الأرض لزراعة محاصيل معينة له أهمية خاصة على صحة النبات ، ويراعى فى الاختيار نوع التربة والإرتفاع وإنحدار الأرض ومستوى الماء الأرضى ومتوسط المطر السنوى ، وغير ذلك من العوامل التى لها علاقة بكمية الماء بالتربة.

6-8-2 الرى

فى المناطق التى تقل بها الأمطار فى مواسم نمو المحاصيل يكون الرى هو الوسيلة الرئيسية التى يمكن بواسطتها التحكم فى الرطوبة الأرضية. تتبع فى مصر ثلاثة طرق للزراعة ، تختلف فى تأثيرها على الرطوبة الأرضية وبخاصة فى الفترة الأولى من الزراعة. فى الطريقة الأولى والتى تعرف بالطريقة الحراتى أو الخضير تبذر التقاوى فى أرض رطبة ثم تحرث ولا تروى رية زراعة ، والطريقة الثانية وتعرف بالطريقة العفير وفيها تبذر التقاوى على أرض جافة ثم تروى رية زراعة ، والطريقة الثالثة وتعرف بالطريقة

البعلية وكانت تتبع فـى أرض الحياض التـى كـانت تغمـر بمياه النيـل أثنـاء الفيضـان ، وبعد إنحسار الماء تبذر التقاوى ولا تروى بعد ذلك • وقد وجد أن مرضـى التفحم اللوانـى والتفحم المغطى فى القمح يزيدان فى حالة الزراعة الحراتى ، عنـها فـى الزراعـة العفير ، وقـد علل ذلك بإرتفاع نسبة الرطوبة الأرضية فـى الزراعـة الحراتـى بالإضافـة إلـى أن الحبوب تكـون على أعماق أكبر مقارنة بالزراعة العفير • طريقة الرى تؤثر على إنتشار بعـض الأمـراض ، فرى الموالح المنزرع فى أحواض بطريقة الغمر يساعد على إصابة الأشجار بـالتصمغ ، أمـا إذا منع الماء من الوصول إلى جذوع الأشجار بعمل بتون حول الأشجار أو بتخطيط أحواض الرى بحيث تكون صفوف الأشجار خارجـها يساعد علـى الإقـلال مـن الإصابـة • كذلـك فـإن الـرى بـالرش وخاصـة فـى المساء قـد يساعد علـى نـشر مسببات الأمـراض وسـرعة إنتشـار الأمـراض النباتيـة ، ويظـهر ذلـك بوضـوح فـى إصابـة الطمـاطم باللفحـة المتـأخرة والمبكـرة وإصابة البسلة بلفحة الأسكوكيتا والفاصوليا بالأنثراكنوز •

3-8-6 الصرف

للصرف الجيد للمياه الزائدة والناتجة عن الـرى أو الأمطـار وذلـك عن طريـق مصـارف مكشوفة أو مصارف مغطاة يساعد على مكافحة كثير من الأمراض مثل أمراض التصمـغ فـى الموالح والتصمغ فى الحلويات وأمراض عفن الجذور وذبول البادرات •

وفى دراسة بمصر وجد أن خفض مستوى الماء الأرضى قلل من إصابة أشجار الحلويـات بمرض الصدأ المتسبب عن الفطر باكسينيا برونـى سبينوزا *Puccinia pruni-spinosae* ، وكذلك مرض التثقيب المتسبب عن الفطـر كلاستيروسـبوريم كـاربوفيللم *Clasterosporium carpophilum* ، ومـرض البيـاض الدقيقـى المتسـبب عـن الفطـر سـفيروثيكا بـانوزا *Sphaerotheca pannosa* اللـذان يصيبـان الخـوخ ، وكذلـك مـرض البيـاض الدقيقـى فـى القرعيات المتسبب عن الفطر إيريسيفى سيكوراسيرم *Erysiphe cichoracearum* •

9-6 إقتلاع النباتات المريضة

تجرى هذه العملية بالمرور الدورى على الزراعات وتقليع المريض منها والتخلص منـه ، وذلك لتقليل مصادر العدوى ، ويتبع هذه الإجراء علـى نطـاق واسـع فـى كثـير مـن زراعـات الخضر وخاصة فى الزراعات المخصصة لإنتاج التقاوى • ففى حقول إنتاج تقاوى البطـاطس يكون التفتيـش دوريـا ومنتظمـا فـى أطـوار نمـو النباتـات المختلفـة لمراقبـة ظـهور الأمـراض

المختلفة وإقتلاع النباتات المصابة قبل استفحال المرض وإعدام تلك النباتات وبخاصة الأمراض الفيروسية مثل إلتفاف الأوراق والتبرقش والإصفرار التقزمى والقمة القرمزية. التبكير فى فحص النباتات وإقتلاع المصاب تؤدى إلى تقليل اللقاحات المرضية وبالتالى تقليل فرصة إحداث إصابات جديدة وبالتفتيش على نباتات الطماطم منذ صغرها يمكن منع إنتشار الكثير من الأمراض الفيروسية كالتبرقش وتجعد الأوراق والأمراض البكتيرية والفطرية مثل ذبول الطماطم البكتيرى واللفحة المتأخرة فى الطماطم.

تتبع هذه الوسيلة أيضا فى الحد من إنتشار كثير من الأمراض التى تصيب نباتات الزينة ، وبصفة خاصة الأمراض الفيروسية مثل إصفرار الأستر والتبقع الحلقى فى الداليا وتبرقش الجلاديولس ، وكذلك فى حالات بعض الأمراض المتسببة عن فطريات أو بكتيريات كما فى أمراض الذبول الفيوزاريومى والفرتسليومى والبكتيرى فى الداليا والتدرن التاجى فى كثير من النباتات المتسبب عن البكتيريا أجروباكتيريم تيومفسينس *Agrobacterium tumefaciens* (شكل 3-6) والعفن الطرى فى نبات للكلا المتسبب عن البكتيريا إيروينيا أرويدى *Erwinia aroidae*.

وفى محاصيل الفاكهة يوصى بتقليع الأشجار فى بعض الحالات التى يصعب علاجها وذلك كما فى مرض تورد الموز والمتسبب عن فيروس تنقله حشرة من الموز ، وفى أشجار الخوخ المصابة بشدة بالأمراض الفيروسية مثل الإصفرار والتبرقش والتورد والثمرة الصغيرة.

وكذلك فى حالات إصابة التفاح والكمثرى إصابة شديدة بمرض اللفحة النارية المتسبب عن البكتيريا إيروينيا أميلوفورا *Erwinia amylovora* (شكل 3-4). كما إتبعت هذه الوسيلة فى مكافحة مرض بنما فى الموز المتسبب عن فطر فيوزاريوم اكسيسبورم كيوبنس *F. oxysporum cubense*.

ويصعب تطبيق هذه الطريقة فى المحاصيل الحقلية لكثرة عدد النباتات المنزرعة ، ولكن يمكن إتباعه فقط فى أطوار النبات الأولى إذا كان المحصول منزرعا على خطوط أو سطور ويسهل مرور العاملين عليها.

10-6 إختيار الوقت المناسب لجمع المحصول

إختيار ميعاد الحصاد أو ميعاد جمع المحصول ذو أهمية كبيرة بالنسبة لحدوث وإنتشار بعض الأمراض ، فالتأخير فى جمع الجذور الدرنية للبطاطا يقلل من الإصابة بالأمراض التى تنتشر خلال فترة التسويق والتخزين ، حيث تكون الجذور الدرنية ناضجة تماما وبها نسبة قليلة من الرطوبة.

وقت جمع المحصول خلال اليوم وخاصة بالنسبة للثمار الغضة السريعة التلف كالفراولة له تأثير على تعرضها لأمراض عفن الثمار خلال فترة التسويق ، من ذلك فقد ثبت أن الجمع المبكر فى الصباح لثمار الفراولة يعمل على عدم تلفها سريعا بفعل الميكروبات ، ذلك أن الأنسجة الباردة تقاوم التلف الميكانيكى أكثر من تلك المرتفعة الحرارة ، كما أن الميكروبات المسببة للعفن تكون أقل نشاطا فى جو الصباح البارد عنها فى جو الظهيرة الحار.

11-6 تجهيز المحصول للتسويق

يجب مراعاة تقليل الأضرار الميكانيكية على المحصول خلال عمليات الجمع والتدريج والتعبئة والنقل ، ذلك أن الجروح التى تحدث للمنتج النباتى تكون مداخل سهلة لمسببات الأمراض التى تحدث خلال عمليات التسويق والتخزين. فقد وجد فى بريطانيا أن إصابة درنات البطاطس بفطريات الفيوزاريوم تزيد كثيراً عقب تدريجها فى الماكينات وقد أرجع ذلك إلى ازدياد الجروح بالدرنات بفعل ماكينات التدريج ، ولذا يجب اختيار ماكينات التدريج ، سواء بالنسبة للبطاطس أو غيرها من المحاصيل مثل الموالح ، بحيث لا تحدث عن عملية التدريج جروح بقدر الإمكان.

عمليات الغسيل للمنتج النباتى قبل التعبئة قد يكون عاملاً مساعداً للإصابة بمسببات أمراض العفن كالعفن الأزرق والأخضر المسبب عن فطريات بنسيليم *Penicillium* وإصابة درنات البطاطس بالعفن الطرى البكتيرى ، ولهذا وجب فى حالة غسل المحصول سرعة تجفيفه جيداً وإذا كان المحصول معداً للتصدير أو التسويق الطويل وجب إضافة مواد مطهرة لماء الغسيل كما سيجىء شرحه فى موضع آخر من هذا الكتاب. أدوات التقطيع وأوعية التعبئة قد تكون وسيلة لنشر بعض الأمراض ، فدرنات البطاطس المصابة بالعفن الحلقى المتسبب عن البكتيريا كورينيبكتريم سبيدونيكم *Corynebacterium spedonicum* ، تظهر عليها إفرازات لزجة تحتوى على البكتيريا المرضية. تلك الإفرازات اللزجة تكون مصدر عدوى للدرنات الملاصقة عند التعبئة كما تكون مصدراً لتلوث العبوات مثل الأجولة

والصناديق والأسبتة ، كذلك تلوث ماكينات التدريج وسكاكين التقطيع وأيدى العمال . لهذا وجب مراعاة عدم تعبئة منتج نباتى مريض وسط المنتج السليم وكذلك ضرورة تطهير العبوات والأدوات المستخدمة وكذلك أيدى العمال كلما لامست منتجات نباتية مصابة بأمراض تنتشر فى المخزن والتسويق .

فيروس موزايك الدخان TMV الذى يصيب الدخان والطماطم مسببا مرض التبرقش ينتقل أيضا إلى النباتات فى الحقول عن طريق لفائف التبغ التى يدخنها العمال وكذلك التبغ الذى يمضغونه ، ولهذا وجب تحريم التدخين ومضغ الدخان فى حقول الدخان والطماطم وتطهير أيدى العمال وآلات التقليم أو القطف كلما لامست نباتا مصابا .

12-6 تحصين النباتات

يقصد بتحصين النباتات العمل على زيادة مقاومة تلك النباتات عن طريق ما يسمى بالمناعة المكتسبة acquired immunity وهى طريقة معروفة فى أمراض الإنسان والحيوان . المناعة المكتسبة هى المناعة الناتجة عن إصابة سابقة بطفيل معين ، فبعد الشفاء منه تتواجد أجسام مضادة antibodies فى جسم العائل نتيجة لمهاجمة الطفيل له . وقد لوحظت حالات من المناعة المكتسبة فى النباتات عند إصابتها ببعض الطفيليات الفيروسية ، فقد وجد أن نباتات الدخان المصابة بفيروس مرض البقعة الحلقية ring spot virus ، إذا استمرت فى نموها بعد الإصابة فإن الأوراق الحديثة تقل فيها الإصابة تدريجيا حتى تختفى تماما بعد ذلك ، وتنتج أوراق سليمة خالية من أعراض المرض . كذلك فإنه عند زراعة عقل من النباتات التى كانت مصابة بالفيروس فإن النباتات الناتجة عنها لا تصاب بالفيروس المذكور ، فقد اكتسبت مناعة ضده بالإصابة السابقة . المناعة المكتسبة فى تلك الحالة لا تقتصر على سلالة الفيروس الذى أحدث الإصابة ولكنها قد تكتسب ضد سلالات أخرى منه .

وقد ظهرت أهمية اختبارات المناعة المكتسبة لتحديد مدى قرابة سلالات الفيروس لبعضها فقد أمكن بهذه الطريقة معرفة أن فيروسات تبرقش الكرفس وتبرقش الخيار وتبرقش الزنبق هى سلالات لفيروس واحد .

يمكن الاستفادة من ظاهرة المناعة المكتسبة فى النباتات التى تتكاثر خضريا ، حيث أن تلقيح النباتات بسلالات ضعيفة من الفيروس تجعل كافة الأجزاء الخضرية المأخوذة من تلك النباتات الملقحة غير قابلة للإصابة بالسلالات الفيروسية ذات القدرة المرضية العالية . فقد لاحظ سالامان Salaman سنة 1933 أن نباتات الدخان ، المصابة بسلالة ضعيفة من

فيروس البطاطس X ، قاومت الإصابة بسلالة أخرى من نفس الفيروس ذات قدرة مرضية عالية ، وأطلق على هذه الظاهرة الوقاية المتبادلة cross protection ، إلا أن فائدة هذه الطريقة من الناحية التطبيقية غير مضمونة العواقب ، فقد تنشأ من السلالات الفيروسية الضعيفة والتى تستخدم فى التلقيح طفرات ذات قدرة مرضية عالية تفتك بالمحصول ، أو قد ينتج عن اجتماع السلالتين القوية والضعيفة معا إصابة مرضية شديدة.

عرفت أيضا المناعة المكتسبة ضد الأمراض الفطرية ، ولكن وجد أن تأثيرها لم يكن عاما كما هو الحال فى الأمراض الفيروسية ، وقد وجد أن تأثيرها قد يكون محددا فى مناطق العدوى السابقة فقط. وقد أمكن حماية درنات البطاطس ضد سلالة ممرضة من الفطر فيتوفثورا إنفستانز *Phytophthora infestans* (شكل 6-21) بعدوى سابقة بسلالة غير ممرضة من نفس الفطر. وقد أمكن وقاية نباتات فول الصويا ضد الفطر فيتوفثورا ميجاسبرما سوجى *P. megasperma sojae* بعدوى سابقة بالفطر فيتوفثورا كاكتورم *P.cactorum*. وقد عللت هذه الظاهرة فى الحالتين السابقتين بإفراز العائل للواقى النباتى phytoalexin خلال فترة العدوى الأولى بالفطر الضعيف ، ويمنع الواقى النباتى بعد ذلك نمو الفطر القوى الممرض إذا حدثت العدوى به عقب ذلك.