"مقالة علمية مجمعة"

طرق مكافحة أمراض النبات عن طريق التخلص أو إنقاص اللقاح المرضى

Review article: Control of Plant Diseases by Eradicate or Reduce the Pathogen Inoculum

إعداد

د./ محمد عبد الرحمن الوكيل

أستاذ أمراض النبات

رئيس تحرير دورية أمراض النبات الدولية

Editor in Chief – Plant Pathology Journal

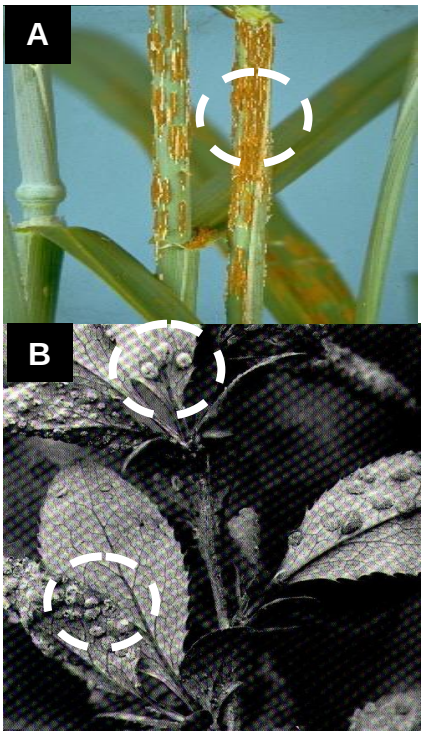
رئيس تحرير دورية العلوم البيئية والتكنولوجية

Editor in Chief – Journal of Environmental Science and Technology

Web: www.mwakil.net

E-mail: mawakil@mans.edu.eg

يناير 2010 – أخر تحديث سبتمبر 2013



اعراض الاصابة بمرض صدأ الساق الاسود على القمح (A) جراثيم يوريدية على القمح (B) جراثيم بكنية واسيدية على نبات الباربرى

تعتبر مكافحة الأمراض النباتية بالطرق الوقائية التى تشمل التخلص أو إنقاص اللقاح المرضى هى أول الطرق الذى يجب إتباعه فى أساليب المقاومة المختلفة ونوجز هذه الطرق فى الآتى.

1-2 الـطرق الـزراعية Cultural Methods

الهدف من هذة الطريقة هو التخلص أو أنقاص تعداد المسبب المرضي.

1-1-2- التخلص من العائل Host Eradication

- إذا كانت معظم النباتات العائلة للمسبب المرضي مصابة فإنه من الضروري التخلص منها جميعاً لمنع إنتشار المرض بصورة وبائية. وقد بدات هذة الفكرة عام 1915 في فلوريدا مع مرض التقرح البكتيري في الموالح وذلك بإعدام مليون شجرة موالح ـ وفي سنة 1984 تكررت نفس الحالة في نفس

المكان وتم إعدام ملايين الأشجار من الموالح. وفي الحشائش أيضاً تكمن بعض الأمراض مثل فيرس CMV لذلك يجب التخلص منها جميعاً.

- في حالة المحاصيل التي تنمو تحت سطح الأرض كالبطاطس و اللفت و البطاطا و الفول السوداني ..... إلخ فإن الأجزاء المتروكة في الأرض كالدرنات في البطاطس قد تكون مصدراً للإصابة مستقبلياً حيث أنها تنبت وتعطي نباتات حاملة للمسبب المرضي تظل به حتي حلول الموسم الزراعي وتنتقل العدوي الي المحصول الجديد. لذلك كان من الضروري التخلص من هذة النباتات لتقليل اللقاح المرضي.

- بعض النباتات التي تعيش علي عائلين متبادلين لإستكمال دورة حياتها مثل صدأ القمح *Puccinia graminis tritici* تحتاج إلي كل من Barberry & Wheat لذلك فإن التخلص من العائل الأقل أهمية من الناحية الإقتصادية يعمل علي إضطراب دورة حياه المسبب المرضي وبالتالي تنكسر دورة المرض. وهذة الطريقة ناجحة جداً في مقاومة مرض صدأ الساق في القمح عن طريق التخلص من شجيرات الباربري (العائل الثاني للمرض).

2-1-2 الدورة الزراعية Crop Rotation

- يمكن التخلص من الأمراض المحمولة في التربة والتي تصيب واحد أو عدة أنواع أو عائلات نباتية وذلك بزراعة محاصيل تتبع عائلات وأنواع نباتية لاتصاب بها وذلك لمدة تتراوح من 3 - 4 سنوات وهذه الطريقة ناجحة لمقاومة الفطريات التي تغزو التربة وتعيش علي عوائل حيه نباتية أو علي بقايا النباتات.

الدورة الزراعية تتبادل فيها المحاصيل المختلفة فى نفس القطعة الواحدة من الارض

- أما اذا كان الفطر من النوع المسمي Soil Inhabitor فمعني ذلك انه ينتج ما يسمي Long Lived Spores أو أنه يعيش معيشة رمية لمدد تتراوح بين 5 - 6 سنوات ولهذا فإن الدوره الزراعية لاتفيد في هذه الحالة. وأيضاً في حالة البكتيريا التي تعيش مدة تزيد عن 8 - 20 عاماً في التربة ، مثل *Agrobacterium tumefacienes*

- **تصلح الدوره الزراعية أيضاًًًً في مقاومة بعض الفطريات مثل Verticillium وبهذا يمكن الحصول علي محصول عالي من النباتات الحساسة للفطر ولفتره تتراوح من 3 - 4 سنوات.**

- **في المناطق ذات الصيف الحار فإن إراحة التربه Fallow لفترة يعمل علي زيادة درجة حرارتها وجفافها فيحدث إختزال شديد في تعداد النيماتودا وبعض المسببات المرضية الأخري.**

- **قد تحتاج بعض الأنظمة الأخري إلي استخدام مبيدات الحشائش للاقلال من فلاحة الأرض Tillage (أو تقليل الفلاحة والبوار) وتسمي هذه العملية Ecofallow وهذه الأنظمه نجحت في إختزال بعض المسببات المرضية مثل عفن الساق Stalk Rot في السورجم والذي يسببة الفطر*Fusarium monilifome*وعلي العكس في حالة فطر Septoria في القمح فقد تبين ان هذه الطريقة تعمل علي زيادة الإصابة.**

3-1-2 التدابير الصحية (الطب الوقائي)Sanitation

وهذه تشمل كل الأنشطة الأدمية الهادفة الي التخلص أو إنقاص كمية اللقاح المرضي الموجود علي النبات سواء في الحقل أوالمخزن وذلك لمنع إنتشار المسبب المرضي إلى النباتات السليمة أو المنتجات النباتية ومن هذة الأنشطة:

أ- التخلص من النباتات المصابه في الحقل وحرقها وحرق الأفرع المصابه للأشجار وبقايا النباتات حيث يعمل ذلك علي الحد من إنتشار المرض.

ب- غسل أيدي المدخنين العاملين في حقول الطماطم لتقليل فرصة الإصابة بفيروس موزيك الدخان TMV وقد أجريت تجارب علي عدد مرات الغسيل فوجد أن غسل الأيدي بالصابون السائل 3 مرات هو الحد الأدني لإزالة الفيروس من ثنايا الأصابع.

ج- غسل الأدوات الزراعية قبل نقلها من مكان لآخر للعمل يعمل علي الحد من انتشار المسببات المرضية في التربة. أما أدوات التقطيع مثل المقصات والسكاكين فتنقع في محلول كلور 10% لعدة ثواني ثم تغسل بالماء وتجفف وتزيت حتي لا تتعرض للصدأ.

د- غسل الثمار والأوعية المحمولة بها و حوائط المخازن يعمل ذلك علي تقليل اللقاح المرضي.

4-1-2 خلق ظروف غير ملائمة للمسبب المرضي
Creating Conditiones Unfavorable to The Pathogen

- في حالة المنتجات المخزنة: يجب تهويتها لمنع تكون رطوبة علي السطح مما يسمح بنمو البكتيريا والفطر.

- في الحقل وفي الصوب : يجب أن تكون المسافات بين النباتات مناسبه لمنع زيادة الرطوبة وانتشار المسببات المرضية مثل الفطر Botrytis.

- الصرف الجيد للتربه يقلل تعداد بعض المسببات المرضية مثل النيماتودا والفطرPythium.

- إختيار الأسمدة المناسبة كمخصبات يؤدي الي تغير في درجة pH التربه إلي درجة غير مناسبة لإنتشار المرض.

- غمر الحقول بالماء أو تجفيفها لفترات طويلة يقلل من تعداد المسببات المرضية بها مثل الفطر Fusarium والنيماتودا ـ وذلك عن طريق تجويع المسبب المرضى وإنقاص الأكسجين المتاح له والتجفيف Desiccation.

- في إنتاج عديد من المحاصيل ، خاصه عند تنميتها في أوعية ، فإن استخدام سماد عضوي ناتج من قلف الأشجار كبيئة للزراعة يعمل علي إقلال تعداد المسببات المرضية مثل Fusarium – Pythium – Rhizoctonia – Phytophthora ويعزي التأثير المثبط إلى تطاير مركبات لها تأثير مميت لهذه الكائنات الحية.

يوضح شرائط لاصقة المستخدمة فى التحكم فى تعداد الحشرات الناقلة للامراض فى الحقل

- إستخدام المخلفات العضوية المدورة خاصة المنزلية والتي ثبت أن لها دوراً في مقاومة بعض الأمراض مثل الفيوزاريوم ـ العفن البني في البطاطس وغيرهم.

5-1-2 مصائد البولى إثيلين والتغطية بالبلاستيك
Polyethylene Trap and Mulches

فى حالة النباتات التى تصاب بالفيروساتالنباتية مثل CMV فى الفلفل والذى ينقلها المن فقد وجد أن استخدام شرائط لزجة صفراء اللون فى وضع عمودى Verticalقريباًُ من حواف الحقل القابل للإصابة يعمل على جذب أعداد كبيرة جداً من المن والتصاقها بالمواد الزجة وبذلك يمكن الحد من تعداد الحشرات الناقلة وبالتالى الإصابة بالفيروس.

- استخدام رقائق عاكسة من القصدير أو شرائط بالبولي إيثلين الشفاف خلال أشهر الصيف الحار يعمل علي رفع درجة حراره الطبقة السطحية من التربة (5سم) الي درجة أعلي من 50م بالمقارنة بالمناطق الغير مغطاة حيث لاتصل حرارتها إلي أعلي من 37 درجة مئوية عادة. لذلك فإن استمرار التغطية لعده أيام أو عده أسابيع وما يسمي بـ Soil Solarization يعمل علي تثبيط الفطريات المحموله في التربه مثل *Verticillium – Cephalosporium*

2-2- الــطرق البيولوجية Biological Methods

يوضح التربة المثبطة المتكونة بمرور الزمن والتى تعمل على الاقلال من نشاط الكائنات الممرضة نتيجة التوازن البيولوجى

- تعنــي المقاومــة البيولوجيــة للمســببات المرضــية الإقلال من تعدادها في الطبيعة نتيجة مهاجمتها بكائنات حيه أخري. في كثير من الأحيان لايقوي المسبب المرضي علي الإستمرار والإنتشار في تربه زراعية معينة فتسمي التربه بالنسبه له تربه مثبطه Suppressive soil ويرجع ذلك إلي:

ا. أن التربه تحتوي علي كائنات حيه دقيقة تضاد المسبب المرضي.

ب. أو أن النبات لم يصاب لأنه سبق أن لقح طبيعياً من قبل أو بعد مهاجمه المسبب بكائنات حيه مضاده. وهذه الكائنات الحيه ربما هى سلالات غير ممرضة من المسبب نفسة وهذة الحالة من المقاومة تسمي Hypovirulence.

- بعض النباتات الراقية يمكن استخدامها كمصائد Trap Plants كما ان بعضها يفرز مواد سامه في التربه تقتل الطفيل وقد أمكن في السنوات الأخيره تنفيذ هذه الطرق في مقاومه عده أمراض نباتية عند زراعة الثوم و البصل و عنب الديب و القطيفة و مخلفات اشجار النيم و مخلفات الحلبة وقلف أشجار الكافور .. إلخ

- **ومما يجب الإنتباه إليه أن التضاد الحيوي (البيولوجي) يتعرض لعديد من الصدمات البيئية لذلك يجب الإحتياط الشديد. ومن المتوقع ان يكون له دور في مقاومة أعداد كبيرة من المسببات المرضية في المستقبل.**

- **المقاومة البيولوجية للحشائش بإستخدام مسببات أمراض النبات إنتشرت في جهات كثيرة من العالم وتتم بإستخدام فطريات أو كائنات حية أخري متخصصة علي هذة الحشائش وتجهيزها في صورة ملائمة يمكن لها مهاجمة هذة الحشائش والقضاء عليها.**

ميكانيكية عمل الكائنات المضادةMechanisms of Action

- **ميكانيكية فعل الكائنات الحية الدقيقة في مقاومة مسببات أمراض النبات والحد من تعدادها غير مفهومة بدقة ولكنها تعزي إلى واحد أو أكثر من العوامل الأربعة الآتية:**

ا- التطفل المباشر Direct Parasitism
ب-التحليل Hydrolysis ثم موت المسبب المرضي.
ج- التنافس مع المسبب المرضي علي الغذاء.
د- التأثير السام الغير مباشر علي الطفيل بواسطة مواد طيارة مثل الإيثلين Ethylene الذى يتحرر نتيجة العمليات الحيوية الناشئة عن التضاد.

- **وبالرغم من أن كل الكائنات السابقة لها تأثير علي المسببات المرضية إلا ان هذة النتائج معملية ولم تستطيع هذة الكائنات ان تتنافس مع الكائنات الموجودة اصلاً في التربة كما لايمكنها المعيشة معها لفترات طويلة وبالرغم من ذلك فيوجد بعض الأمثلة الناجحة لهذا النوع من المقاومة.**

1-2-2 التربة المثبطة Suppressive Soil

- **ينتشر الكثير من المسببات المرضية المحمولة في التربة مثل الفطر *Fusarium oxysporium*المسبب للذبول الوعائي والفطر *Phytophthora cinnamomi*المسبب لعفن الجذور في أشجار الفاكهةوالفطر *Pythium* spp المسبب لمرض السقوط المفاجئ للبادرات Damping off والنيماتودا المتحصولة في الشعير *Heterodera avenae* في أنواع معينة من الأراضي مسببة أمراضاً مدمرة للمحصول وتسمي هذه الأنواع من الأراضي بـ Conductive Soils بينما تنتشر بدرجة أقل بكثير في أنواع اخري من التربة وتسبب أعراضاً أقل شدة وتسمي هذة التربة بـ Suppressive Soils وقد يكون السبب أن التثبيط يتم في باديء الأمر بواسطة واحد أو عديد من الكائنات الحيه الدقيقه التي تضاد المسبب المرضي إلا ان الميكانيكية التي يحدث بها التثبيط غير واضحة بدقة كما أن هذا التضاد قد يكون سببه إما:**

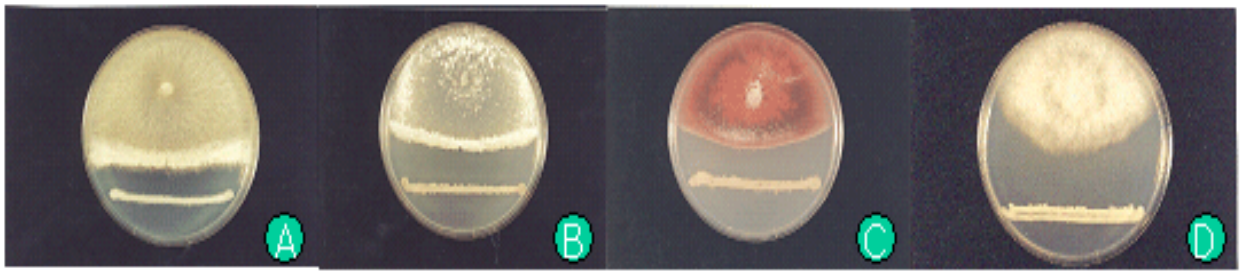
ا- إفراز مضادات حيويه أو تطفل مباشر علي المسبب المرضي أو التنافس علي الغذاء بما لايسمح للمسبب المرضي بالإنتشار أو أرتفاع تعداده الي الحد الذي يسبب معه مرض وبائي. ففي التربة الـ Suppressive يتواجد بها العديد من الكائناتالدقيقة التي تقوم بدورها في التثبيط ومن امثلتها:Trichoderma, Penicillium, Sporidesmium والبكتيريا Pseudomonas, Bacillus فعند خلط تربه Suppressive بتربه Conductive فإن ذلك يعمل علي الأقلال من كمية اللقاح المرضي نتيجة تأثير الكائنات الدقيقة المضافة. وقد نجحت هذه الطريقة في مقاومة كل من العفن الفيتوفثوري في جذور الباباظ. Phytophthora root rot of Papaya وذلك بزراعة بادرات الباباظ فيSuppressive Soil داخل حفر في حدائق ملوثة بالفطر *Phytophthora palmivora*وعلي الجانب الآخر فإن تكرار هذه العملية في الـ Conductive Soil ستزيد تعداد الكائنات الحية الدقيقة المضادة للمسببات المرضية بعد عدة سنوات ويمكن التأكد من عملية التثبيط Suppressiveness هذه بتعقيم تلك التربه علي درجة 60 درجة مئوية لمدة نصف ساعة فهذة تعمل علي التخلص من عملية التثبيط نهائياً وبالتالي تظهر أهمية هذة الطريقة في المقاومة.

2-2-2 خفض اللقاح المرضي من خلال إستخدام كائنات مضادة

Reducing Amount Of Pathogen InoculumThrough Antagonistic Microorganisms

2-2-2-1 المسببات المرضية المحمولة في التربة Soil-Borne Pathogens

- تهاجم بعض الكائنات الدقيقة الغير ممرضة للنبات مسببات مرضية وتتطفل عليها أو تحللها فمثلاً الفطريات Pythium , Phytophthora , Rhizoctonia , Sclerotium and Sclerotinia يتطفل عليها فطريات أخري غير ممرضة وتسمي هذة العملية بإسم Mycoparasitism أو تحللها وتسمي هذة العملية Mycolysis وتتبع هذة الفطريات Hyphomycetes, Chytridiomycetes, Oomycetes وبعض البكتيريا التابعة لـPseudomonade, Actenomycetous Bacteria وهذه تصيب الجراثيم الساكنة للعديد من الفطريات الممرضة للنبات.



Rhizoctonia solani Sclerotinia sclerotiorum Fusarium osxysporum Phytophthora capsici

ومن هذه الفطريات المتطفلة الفطر Trichoderma وأشهر أنواعة ***T. harzianum*** الذي يتطفل علي ميسليوم الفطر Rhizoctonia, Sclerotium كما يثبط نمو العديد من الفطريات منها Fusarium, Phytophthora, Pythium وتقلل أعراض الإصابة بالأمراض التي تسببها (راجع مقرر المقاومة البيولوجية لمسببات أمراض النبات لمزيد من التفاصيل) وبالإضافة للفطريات فهناك البكتيريا التي أهمها البكتيريا Bacillus, Enterobacter and Pseudomonas والتي تتطفل أو تثبط نمو الفطريات الممرضة مثل ***Sclerotium ceptivorum , Phytopthora*** sp. , ***Pythium*** sp. وأيضاً توجد النيماتودا المتطفلة علي الفطريات Mycophagous Nematodes منها ***Aphelenchus avenae*** التي تتطفل علي الفطر Rhizoctonia والفطر Fusarium كما توجد الاميبا Vampyrella المتطفلة علي الفطريات الممرضة منها ***Cochliobolus sativus***.

- تصاب النيماتودا الممرضة للنبات أيضاً بالأمراض فمثلاً النيماتودا Xiphenema, والمتحصولة Cyst Nematode Heterodera، تتطفل عليها فطريات تسمي Nematophagous Fungi منها الـ ***Verticillium chalamydosporium*** اما نيماتودا تعقد الجذور ***M.*** Meloidogyne فيتطفل عليها الفطريات Arthrobotrys,Dactyella أما النوع ***javanica*** فيتطفل علية البكتريا ***Pasteuria penetrance*** (***Bacillus***).

2-2-2-2 المسببات المرضية الهوائية Arial Pathogens

- يوجد العديد من الفطريات تضاد أو تثبط العديد من الفطريات التي تصيب المجموع الخضري للنبات منها ***Chaetomium sp*** الذي يثبط تكوين الجراثيم الأسكية والكونيدية للفطر ***Venturia inaequalis*** في الأوراق الحية والميتة والفطر ***Ampelomyces quisqualis*** الذى يتطفل علي العديد من أمراض البياض الدقيقي.

يبين نبات القطيفة المستخدم كمصائد للنيماتودا

3-2-2 إستخدام النباتات المضاده Antagonistic Plants

- هناك أعداد محدودة من النباتات مثل الأسبرجس Asparagus ، وماري جولد Marigolds وهذه عند زراعتها تفرز مواد سامة لعديد من النيماتودا المتطفلة وعلية فإنها تنقص التعداد الكلى للنيماتودا فى التربة وفى جذور النباتات الأخرى المنزرعة معها . إلا أن هذة النباتات لاتستخدم على نطاق واسع لقلة الجدوى الإقتصادية لهذة العملية.

4-2-2 إستخدام النباتات الصائدهTrap Plants

- عند زراعة نباتات طويلة مثل الذرة أو الراي في عدة خطوط حول مزرعة الفاصوليا أو الفلفل أو الكوسة فإن العديد من حشرات المن الناقلة للفيروسات التي تصيب هذه المحاصيل ستزور النباتات الطويلة أولاً وتمكث عليها فتره من الزمن قبل أن تنتقل الي المحاصيل المذكورة وحيث أن معظم الأمرض الفيروسية المحمولة علي المن لاتعيش بجسم الحشره فترة طويلة Non Persistent وعلية فإن العديد من حشرات المن ستفقد الفيروس المحمول عندما تبدأ في التحرك إلى تلك المحاصيل وبهذا يمكن حدوث إختزال لكمية اللقاح المرضي الفيروسى الذي يصل للمحصول. وتستخدم النباتات الصائدة أيضاً ضد النيماتودا ولكن بطريقة أخري. فبعض النباتات التي تصاب بالنيماتودا لها القدرة علي إفراز بعض المركبات تعمل علي تحفيز فقس البيض ـ أما اليرقات فتدخل هذه النباتات ولكن لايكون لها القدرة علي إستكمال دوره حياتها وإنتاج اناث قادرة علي وضع البيض ـ لذلك تسمي هذه النباتات Trap Crops وإستخدام مثل هذه النباتات في برامج الزراعة يعمل علي إنقاص اللقاح النيماتودي في التربةوأمثلة ذلك:

ا- إستخدام نبات النتاش (نتاش الذباب) أو الكورتلاريا Cortalaria يجذب نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne

ب- إستخدام نبات عنب الديب (*Solanum nigrum*)Black Nightshade يعمل علي إختزال تعداد النيماتودا الذهبية *Heterodera rostochiensis*(Golden nematode)

نبات عنب الديب المقاوم للنيماتودا الذهبية

ج- زراعة نباتات شديدة الإصابة بالنيماتودا وعقب إصابتها وقبل اكتمال دوره حياتها تقلع هذه النباتات وتعدم قبل وصول النيماتودا الي مرحلة الانثي الكامله.

- وعلي أي حال فإن استخدام النباتات الصائده في برنامج المكافحة لايعطي درجة عالية من المقاومة تعوض أو توازي المصاريف المدفوعة لذلك فإن استخدامها يكون محدود.

2-3- الطرق الطبيعية المستخدمه في التخلص أو إنقاص اللقاح المرضي
Physical Methods That Eradicate or Reduce the Inoculum

تتركز هذه الطرق علي إستخدام الحراره سواء المرتفعة أو المنخفضة و الهواء الجاف و الضوء الغير ملائم للطفيل وبطول موجه معين و الأنواع الأخري من الإشعاع.

2-3-1 إستخدام الحرارة Heat Treatment

2-3-1-1 تعقيم التربهSoil Sterilization

- تعقم تربة الصوب ومراقد البذره عاده بواسطه الحراره الكهربائية أو عن طريق بخار الماء أو الماء الساخن وذلك عن طريق وضع التربه في أوعية خاصة يتخللها البخار تحت ضغط أو بإمراره فى أنابيب تتخلل التربة.

- فعند درجة حرارة 50 درجة مئوية فإن أعفان المياه و النيماتودا و بعض الفطريات البيضية Oomycetes يتم القضاء عليها.

- معظم الفطريات الممرضة والبكتيريا والديدان و الرخويات ,Slugs أم أربعة وأربعينCentipedsعادة ما تموت علي درحة حرارة تتراوح بين 60 -70 درجة مئوية.

- عند 82 درجة مئوية تموت معظم البكتيريا الممرضة للنبات و الفيروسات و الحشرات و بذور الحشائش المقاومة للحرارة.

- بعض الفيروسات مثل TMV تموت عند أو قرب نقطة الغليان (95 - 100م) وتعتبر التربة معقمة إذا ظل أبرد جزء فيها مدة نصف ساعة علي درجة 82 درجة مئوية أو أعلي.

- من المهم ملاحظة الا تزيد درجة الحرارة عن ذلك لأن إرتفاعها سيؤدي إلي:
  ا- قتل الكائنات الدقيقة المترممة في التربة.

ب ـ تكون أملاح سامة في التربة مثل أملاح المنجنيز بجانب تراكم غاز الامونيا بمعدل سام وذلك بسبب موت بكتيريا التأزت NitrifyingBacteria قبل قتل البكتيريا المنتجة للامونيا Ammonifying Bacteria

معادلة:

2-1-3-2 معاملة الأجزاء التكاثرية بالماء الساخن

Hot Water Treatment For Propagative Organs

- تستخدم هذه الطريقة لمقاومة بعض المسببات المرضية الكامنة في الأجزاء التكاثرية مثل البذور Seeds و الأبصال و الشتلات وخاصة الموجودة في قصرة البذور وحراشيف الأبصال ... الخ. وقد ظلت هذه الطريقة مستخدمة كطريقة مثلي لسنوات عديدة في مقاومة أمراض معينة مثل التفحم السائب في النجيليات والتي يقضي فيها الفطر شتاؤه داخل البذور ولاتستطيع الكيماويات الوصول الية وكذلك فإن معاملة الأبصال والشتلات بالماء الساخن تخلصة من النيماتودا التي تتواجد بها مثل *Rodopholus similis, Ditylenchus dipsaci* وتعتمد كفاءة هذة الطريقة علي ان هذة الأجزاء تتحمل درجات حرارة أعلي من التي تتحملها المسببات المرضية لفترة زمنية محددة. أي أنها علاقة بين درجة حرارة الماء ، الزمن ، وعلاقة العائل بالطفيل. فمثلاً في حالة التفحم السائب في القمح . تعامل البذور بالماء الساخن علي درجة 52م لمدة 11 دقيقة بينما في الأبصال لمقاومة النيماتودا *D. Dipsaci* تعامل علي درجة 43°م لمدة 3 ساعات.

2-1-3-3 الهواء الساخن لمقاومة أمراض التخزين

Hot Air Treatment of Storage Organs

- وفي هذه الطريقة تعامل بعض أجزاء التخزين بالهواء الساخن وهذا يعمل علي الحد من نسبة الرطوبة المرتفعة وخفض نسبتها علي الأسطح والعمل علي سرعة التئام الجروح وبالتالي العمل علي حمايتها من الأصابة ببعض المسببات المرضية الجرحية.

- فمثلاً تحفظ البطاطا علي درجة 28-32م لمدة أسبوعين فيعمل ذلك علي التئام الجروح وعدم الإصابة بالفطر Rhizopus وايضاً ببكتيريا العفن الطري.

4-2-3-2 المقاومة بإزالة موجات معينة من الضوء
Control By Eliminating Certain Light Wavelengths

- تعتبر الفطريات Alternaria, Botrytis, Stemphylium امثلة للفطريات التي تتجرثم عندما تتعرض للاشعة فوق البنفسيجية عند طول موجى 360nm. وعليه فإنة يمكن مقاومة هذة الفطريات في الصوب البلاستيكية بتغطيتها بأنواع من بلاستيك الفينيل الماصة للأشعة فوق البنفسجية تسمي UV-Absorbing Vinyl film حيث تحجب الأشعة ذات طول موجى أقل من 390nm.

3-3-2 تجفيف الحبوب والثمار المخزنة
Drying Stored Grains and Fruits

- تحمل كل الحبوب والنقليات(الكرزات) Nuts العديد من الفطريات والبكتيريا التى تسبب تحلل لهذه الأعضاء وذلك إذا توافرت الرطوبة اللازمة ومثل هذا التحلل يمكن التغلب عليه اذ جمعت البذور فى مرحلة إكتمال النضج وليس قبلها ثم تركت لتجف فى الهواء الى أن تهبط نسبة الرطوبة بها إلي حوالي 12% ثم تخزن في مخازن ذات تهوية جيدة مع تقليب الهواء بإستمرار عن طريق المراوح والشفاطات وذلك لمنع تراكم الرطوبة الي مستوي أعلي من 12% حتي لايسمح بنشاط فطريات المخازن.

- كل الثمار الشحمية Fleshy Fruits مثل الخوخ - الفراولة يجب جمعها في ساعة متأخرة من اليوم. وأيضاً بعد إنحسار الضباب للتأكد من انها لاتحمل معها رطوبة علي السطح عند تخزينها أو نقلها والتي تسبب تحلل الثمار بالفطريات والبكتيريا.

- العديد من الثمار يمكن حفظها مخزنة لفترة طويلة اذا جففت جيداً حتي لاتهاجمها الأمراض ثم تحفظ في المخزن علي درجة حرارة ثابتة وأمثلة ذلك: العنب و البرقوق و البلح و التين وهذة يمكن تجفيفها شمسياً لإنتاج الزبيب و والقرصيا Prunes و البلح المجفف (الثمور) و التين المجفف.وبهذه الصورة فإنها لاتتأثر بالفطريات والبكتيريا طالما حفظت جافة حتي أن شرائح التفاح و الخوخ و المشمش و الجوافة يمكن ان تظل بعيداً عن الإصابة والتحلل بالفطريات والبكتيريا بالتجفيف الشمسي.

4-3-2 المقاومة بالتبريد

Disease Control By Refrigeration

- تعتبر طريقة التبريد من أكثر الطرق استخداماً في مقاومة أمراض بعد الحصاد Post Harvest Diseases.خاصة النباتات الشحمية ومنتجاتها. فدرجة الحرارة المنخفضة (قرب التجمد) لاتقتل أي مسببات مرضية سواء كانت علي أو في الأنسجة ولكنها تثبط فقط أو توقف نمو ونشاط مثل هذه المسببات المرضية. ومعظم الثمار سريعة التلف Perishable والخضروات تبرد مباشرة عقب الحصاد وتنقل في ناقلات مبردة للمحافظة عليها من التلف وحتي تصل للمستهلك.

- يتم التبريد العادي وخاصة في الثمار العصارية بتوجية تيار شديد من الهواء البارد للإسراع من تبريد هذه المنتجات وطرد الزيادة من الحرارة ولمنع فرصة حدوث أي إصابة وعلية فإن أهمية مقاومة الأمراض عن طريق التبريد لايمكن اغفالها بالنسبة للمنتج أو المستهلك.

5-3-2 المقاومة عن طريق الإشعاع

Disease Control By Radiation

- العديد من الموجات الكهرومغناطسية Electromagnetic radiation
- مثل Lightδ-ray,X-ray, UV وكذلك الإشعاع الجزيئي Particulate Radiation مثل–β Particles, α- Particlesلهم القدرة علي مقاومة أمراض النبات بعد الحصاد في الخضر والفاكهة. ولسوء الحظ فإن هذه الأشعاعات تؤثر علي الأنسجة النباتية لذلك فإن استخدامها لايصلح للإستخدام التجاري.

4-2 الطرق الكيماوية للتخلص من اللقاح المرضي

Chemical Methods That Eradicate Or Reduce The Inoculum

- تعمل الكيماويات المستخدمة في المقاومة علي الحماية المباشرة لأسطح النبات من الإصابة أو التخلص من المسببات المرضية التي أصابت النبات بالفعل. ويوجد عدد محدود من المعاملات الكيماوية هدفها هو الإقلال من اللقاح المرضي قبل وصولة إلى النبات وتتمثل هذه المعاملات في:

أ ـ معاملات التربة (التبخير)

ب ـ تطهير المخازن

ج- مقاومة الحشرات الناقلة للمسببات المرضية.

1-4-2 معاملة التربة بالكيماوياتSoil treatment With Chemicals

- تعامل التربة التي تزرع بالخضروات و أشجار الزينة و المحاصيل ذات القيمة الأقتصادية العالية مثل الفراولة - الدخان 000 إلخ. بالكيماويات لمقاومة النيماتودا وأيضاً البكتيريا والفطريات المحمولة في التربة والحشائش0

- بعض المبيدات الفطرية توضع في التربة كمسحوق بالتبليل أو علي صورة حبيبات وذلك لمقاومة الذبول المفاجيء Damping off و لفحات البادرات و عفن الجذور وعفن التاج وعديد من الأمراض الأخري وذلك عند توفر مياه الري. وفي أحيان أخري يضاف المبيد نفسة الي ماء الري مباشرة خاصة عند إستخدام نظام الري بالرشاشات Sprinklers

- وأهم المبيدات التي تستخدم في معاملة التربة هي: Metalaxyl, Captan, Diazoben, PCNB and Chloroneb. ومن الشائع أن معظم معاملات التربة تتركز علي مقاومة النيماتودا - أما المواد المستخدمة فهي متطايرة Volatileلذلك فإن ابخرتها تتوغل في التربة.

- بعض المبيدات النيماتودية غير متطايرة ولكنها تذوب في مياه الري وتتوزع بها.

2-4-2 التبخير Fumigation

تبخير التربة بالمدخنات لمقاومة النيماتودا

- إستخدام المبيدات المسماه بالمدخنات Fumigants هي أفضل الطرق لمقاومة النيماتودا وبعض المسببات المرضية الأخري ومن أهم المبيدات المستخدمة في المقاومة- Methyl Iodid, Meta Sodium , Chloropicrin , Dazometوهذه تنتج غازات تنتشر في التربة وهي غازاتمتعددة الأغراض للمقاومة قبل الزراعة ولها تأثير علي كثير من الكائنات الدقيقة في التربة بالإضافة للنيماتودا وعديد من الفطريات والحشائش والحشرات. ولكنها للأسف غالية الثمن.

- تتواجد المبيدات النيماتودية المستخدمة كأبخرة في صورة سائل أو مستحلب أو مركزات أو حبيبات وتعامل بها التربة إما بنشرها علي كل الحقل أو بوضعها علي الخطوط المنزرعة بالمحصول

فقط.وفي كلا الحالتين يتم حقن المبيد علي بعد 15 سم أسفل التربة بواسطة أجهزة تركب علي التراكتور. وحيث انها شديدة التطاير فيجب تغطيتها بالبولي إيثلين وتترك لمدة 48 ساعة مغطاه أما اذا كانت المساحة المعاملة محدودة فالاسهل هو حقن المبيد بواسطة محقن يدوي أو بواسطة وضع كمية صغيرة من المبيد في حفر عمقها 15 سم واتساع 15 - 30سم وتغطي في الحال.

- المبيدات النيماتودية لها سمية نباتية Phytotoxcicty لذلك يجب ترك التربة خالية من الزراعة لمدة أسبوعين قبل زراعتها لتجنب الأضرار التي قد تحدثها للنبات. وفي هذة الطرق سنجد أن جزءاً صغيراً فقط من المبيد يكون علي اتصال مباشر أو ملاصق للنيماتودا والكائنات الحية الأخري. لذلك فإن التأثير الأساسي لهذة المبيدات يعتمد علي الإنتشار. وقد وجد أن أحسن درجة حرارة لانتشارها تتراوح بين 10 - 20م مع رطوبة تربة 80% من السعة الحقلية Field capacity أما نوع التربة فهي عامل آخر فيجب زيادة كمية المبيد في الأراضي الغنية في المادة العضوية والأراضي الثقيلة والغروانيه Soil.Colloidal

- في حالة المبيدات ذات درجة التطاير المحدودة مثل Furadun & Temikحيث لاتنتشر في التربة بدرجة عالية لذلك يجب خلطها بالتربة ميكانيكيا أو بواسطة مياة الري أو مياة المطر أو عن طريق الري بالرش وباستثناء المبيدات عالية التطاير فإن معظم المبيدات النيماتودية يمكن استخدامها مع مياة الري.

- وعملياً فإن مقاومة النيماتودا في الأراضي يتم عن طريق تبخير التربة بواحد من المبيدات النيماتودية وذلك قبل الزراعة. علماً بأن هذة المبيدات غير متخصصة لأنها تقاوم كل أنواع النيماتودا بالرغم من ان بعض النيماتودا أصعب من غيرة في الإستجابة للمبيد.

- المبيدات النيماتودية Mylone, Methyl Iodid, Chloropicrin, Vapamمن المبيدات النيماتودية عالية السعر ولكنها واسعة الطيف لذلك يجب عقب إضافتها للتربة تغطيتها بالبولي اثيلين ـ ولهذا السبب يتركز استخدامها علي مراقد البذرة (المشاتل) وفي المساحات الصغيرة.

- المبيد نيمافين (Nemafene) عبارة عن (2 1,2 &1,3 dichloropropane dichloropropan (isomers وهو سائل قابل للإشتعال ذو رائحة مميزة يذوب في الماء والمواد العضوية وهو رخيص السعر ومؤثر علي النيماتودا ويرقات الحشرات وبعض المسببات المرضية. وتعامل به التربة ولزيادة كفاءتة في مقاومة فطريات التربة ينصح بخلطة مع Methyl Iodid or Chloropicrin or Vapam.

- يلاحظ أن جميع المبيدات النيماتودية التي تستخدم قبل الزراعة يمكن تنفيذها علي جميع أنواع الزراعات ولكن عندما تستخدم عقب الزراعة فيكون ذلك للمحاصيل التي لاتؤكل Non Food Crops مثل النجيل - نباتات الزينة - الأشجار الغير مثمرة (الظل - وأشجار الشوارع).ويلاحظ ايضاً ان المبيدات النيماتودية شديدة السمية للأنسان والحيوان لذلك يجب التعامل معها بحرص شديد.

تطهير المخازن Disinfestation of Warehouses

- لمنع المنتجات الزراعية من الإصابات المرضية بالمسببات المتراكمة في المخازن علي مدي سنوات سابقة يجب عمل الآتي:

تطهير المخازن بالرش بالكيماويات

ا - تنظف المخازن جيداً وتحرق المخلفات.

ب - تغسل الحوائط بمحلول كبريتات نحاس (كيلو جرام كبريتات نحاس/10جالون ماء).

أو ترش بمحلول الفورمالين بتركيز 1 : 240. أو تبخير المخزن بالكلوربكرين Chloropicrin بنسبة نصف كيلو كلوربكرين/ 1000قدم^3.

ج - يمكن تبخير المخزن بحرق الكبريت في المخزن بنسبة نصف كجم/1000قدم^3. أو بواسطة غاز الفورمالدهيد حيث يوضع حوالي كيلو جرام برمنجنات بوتاسيوم الي 2 لتر فورمالين تجاري في وعاء معدني كبير (حجم 2جردل) ويتم الإنسحاب بسرعة عقب الإضافة ويمكن إغلاق المخزن وهذة الكمية تكون كافية لانتاج غاز الفورمالدهيد لتعقيم 1000 قدم^3 (حوالي 80م^3) ويلاحظ أن التفاعل سيكون مصحوب بإنتاج حرارة شديدة وفوران لذلك يُحذر إستخدام أوعية زجاجية أو بلاستكية. وفي جميع الحالات يجب إعطاء فرصة للغازات مدة 24 ساعة لتأدية عملها والأبواب والفتحات مغلقة تماماً.

3-4-2 مقاومة الحشرات الناقلة Control of Insect Vectors

- إذا ما كان المسبب المرضي ينتقل عن طريق الحشرات فإن مقاومتها تصبح ضرورية. وأسهل طرق المقاومة للمسبب في هذة الحالة هو مقاومة الناقل وتعتبر هذه الطريقة ناجحة في مقاومة البكتيريا - جراثيم الفطريات المحمولة علي الحشرات

- في حالة الفيروسات - الفيتوبلازما و Fastidious Bacteria والتي تعتبر الحشرات أهم وسائل نقلها فإن مقاومة الحشرات يفيد فقط في التحكم في المرض وليس في مقاومتة لأنه في العادة وبعد المقاومة الكيماوية تتبقي بعض الحشرات المقاومة للمبيد وهذة بتعدادها المحدود تكون كافية لنشر المرض.

- في السنوات الحديثة أمكن إستخدام أسلوب جيد في مقاومة الأمراض الفيروسية عن طريق تغيير عادة التغذية لدي المن الناقل لها وذلك برش النباتات عدة مرات بالزيوت المعدنية في الموسم الواحد حيث يقلل ذلك من سرعة إنتقالها وبقاءها وبالتالي عدم إنتشارها وقد طبقت هذة الطريقة بنجاح في مقاومة CMV علي الخيار والفلفل وايضاً لمقاومة Virus YPotato في الفلفل.