وزارة الزراعة واستصلاح الاراضى
Ministry of Agriculture and Land Reclamation
مركز البحوث الزراعية
Agricultural Research Center

دور الميكروبات فى وقاية النبات

د/ مها الأبحـــر

المقدمة

١- المكافحة المتكاملة للأفات Integrated pest Management	٣
٢- دور المقاومة الحيوية فى المكافحة المتكاملة للأفات	٤
٣- المكافحة البيولوجية لأمراض النبات biological control for plant disease	٤
٤- تفاعلات الكائنات الحية الدقيقة Microorganism Interactions	٥
٤-١- تفاعلات التحلل الفطرى Lysis	٥
٤-٢- تفاعلات التطفل Parasitic Interaction	٥
٤-٢-١- تقسيم الكائنات المتطفلة تبعاً لميكانيكية التطفل و تأثيرها على العائل	٦
٤-٢-٢- العوامل المؤثرة فى عمليات التطفل بين الكائنات الدقيقة	٦
٤-٣- تفاعلات ترمم Saprophytic Interaction	٧
٤-٤- تفاعلات تضاد Antagonism Interaction	٨
٥- المقاومة الحيوية	٩
٦- دور التضاد الحيوي للميكروبات فى المقاومة الحيوية لأمراض النبات	١٠
٧- المقاومة الحيوية للأمراض الكامنة بالتربة	١١
٨- الريزوسفير Rhizosphere	١٢
٩- دور الكائنات التكافلية فى المقاومة الحيوية	١٤
١٠- تأثير البيئة على المقاومة الحيوية للميكروبات	١٥
١١- دور الزراعة العضوية فى المقاومة الحيوية	١٧
١٢- الميكروبات فى مكافحة أفة الحشرات و الحشائش	١٨
	١٨

بتفوق التعداد السكانى عن الإنتاج الزراعى تتولد الفجوة الغذائية و التى تلعب فيها الأفات دور كبير حيث تحدث فقد فى الإنتاج الزراعى و أن إستخدام المبيدات لا يقلل من مشكلة نقص الغذاء و يمكن أن يخفف من الأفات و ليس القضاء عليها لما هناك من إستخدام سيء و غير مرشد لهذه المبيدات و ما يعقبه من تلوث البيئة و الأثر المتبقى على الغذاء، و ستظل مشكلة فقد الغذاء من الأفات مستمرة. و تعتبر الأفة أى كائن حى يسبب ضرر أو حالة مرضية للإنسان و ممتلكاته و منها الحشرة أو النيماتودا أو الحشائش أو الفطريات أو الفيروسات أو البكتيريا أو أى نوع من القوارض، أى أنها من الأحياء المائية و الأرضية سواء كانت نباتات أو حيوانات.

و من أساسيات مكافحة هذه الأفات .. المكافحة الزراعية، المكافحة الحيوية، المكافحة الكيميائية مع دراسة العناصر التى تتداخل مع السلوك و التطور و عمل المكافحة المتكاملة بينهم أى التنسيق المتكامل بين الطرق المختلفة بحيث يكمل إحداها الأخر مما يقلل التأثير الضار على البيئة و مع إجراء هذه الطرق و عمل التكاملو التنسيق بينهم لابد من التعاون و العمل مع الفلاحين و بينهم و بالتالى تصبح المكافحة متكاملة و مستنيرة و ذلك للسيطرة على الأفات بأكثر كفاءة.

تعتبر الوقاية خير من العلاج فى كل الامراض، و يقصد بوقاية النباتات تزويدها بالوسائل التى تجعلها أكثر قدرة على مقاومة الأفة عند محاولتها إصابته و التطفل علية، و من الطرق الوقائية إستخدام الميكروبات المضادة للميكروبات الممرضة كمكافحة بيولوجية و مقاومة حيوية ذو أهمية و قدرة عالية إذا أستخدمت بطريقة علمية و سليمة و التى تعتبر من التكتيكات الإستراتيجية لمكافحة الأفة.

توجد كائنات دقيقة و بأعداد كبيرة و فى حالة نشطة حول الجذور الموجودة فى التربة و على مسافة معينة منها. التربة المعاملة كيميائيا بالمبيدات تكون ملائمة لظهور أمراض الجذور إذا لم تتواجد كائنات دقيقة تقوم بدور المكافحة البيولوجية، لذلك تعتمد الوسائل البيولوجية للمكافحة على تشجيع نمو الأعداء الطبيعية من كائنات غير ضارة تنافس و تضاد فى نموها و نشاطها كائنات أخرى ضارة.

البيئة نفسها تحدد أنواع الكائنات السائدة فيها، فبتغيير الظروف المحيطة فتكون غير صالحة للكائن الممرض بينما تكون صالحة لأعداءه الطبيعية من بكتيريا، فطر، فيروسات.

١- المكافحة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management

هى فى الأساس إستراتيجية بيئية، و تعتمد على العوامل الطبيعية غير المناسبة لتلك الأفات، سواء كانت تلك العوامل كائنات ممرضة أم مفترسة لها، أم متطفلات عليها، أم ظروف جوية أو ممارسات زراعي لا تناسبها، أو أصناف مقاومة لها. تدخل المكافحة الكيميائية ضمن مكونات وسائل المكافحة المتكاملة و لكن كأجراء أخير، و أن المكافحة المتكاملة نظام يستخدم مجموعة من الطرق الملبية فى وقت واحد لكل من المتطلبات البيئية و الإقتصادية و الصحية معتمداً خاصة على إستخدام الأعداء الحيوية و مبدأ الحد الإقتصادى الحرج و ذلك التعريف الحالى للمكافحة المتكاملة حسب منظمة الأغذية و الزراعة الدولية ١٩٧٤ (FAO) و المنظمة الدولية للمكافحة الحيوية عام ١٩٧٧

٢- دور المقاومة الحيوية فى المكافحة المتكاملة للآفات

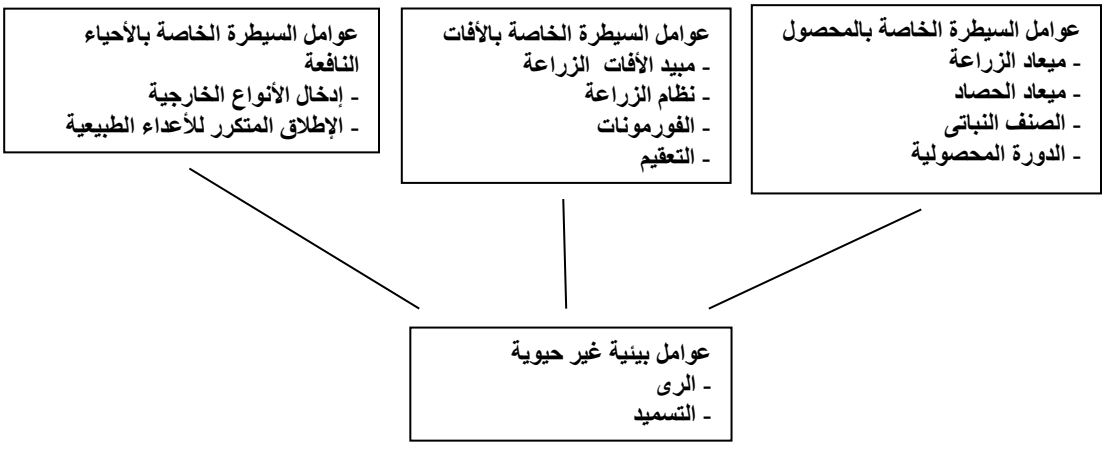
تستلزم الإدارة المتكاملة للأفات IPM إستراتيجيات متزامنة أو متتالية لإستعمال عديد من طريق المقاومة. و من تعريف المنظمة الدولية للمكافخة الحيوية ١٩٦٩: "إن المكافحة المتكاملة هى نظام لوقاية النبات و يدعو إلى إستخدام مختلف طرق الوقاية الزراعية و الحيوية و الكيميائية بحيث يسمح ببقاء الأفات الضارة فى مستوى يمكنتحمله أو دون الحد الإقتصادى الحرج"، فإن المقاومة الحيوية تعتبر طريقة خاصة و ذات قيمة فى مكونات IPM، أو هى مكون أساسى فى الإطار العام لل IPM و يمكن إستغلالها أفضل إستغلال. على سبيل المثال، فإن عند تطبيق مبيد حيوى أو مضاد حيوى على البذور فإنها تزود المحصول بوقاية أطول منه فى حالة معاملة البذور بالمطهرات. بالإضافة لذلك فإنها تعطى فوائد لا يمكن الحصول عليها بإستعمال واقيات البذور الفطرية الكيميائية خاصة المقدرة على الإستعمار و وقاية البذور و البادرات.

المبيدات الفطرية تعطى وقاية أولية و لكنها تتحطم بعد ٢-٣ أسابيع, لكن عند دمج معاملة البذور حيوياً مع إستعمال أقل جرعة ممكنة من المبيدات الفطرية فيكمل كل مهما الأخر و تزيد من حفظ و وقاية المحصول و تحسن درجة مقاومة المرض. من ناحية أخرى، فإن المبيدات الفطرية عند إستعمالها بجرعة أقل من الجرعة المميتة تضعف الكائن الحي الممرض و تجعله أكثر عرضة و تأثيراً بالمهاجمة بكائنات المقاومة الحيوية

المكونات الأساسية للجزء الحيوى لأى نظام زراعى بيئى هى المحصول و البيئة و الأحياء المفيدة التى تقلل من تعداد الأفات أو تسرع من نمو النبات. إن العوامل البيئية منأشعة الشمس و الحرارة و الرطوبة و وفرة

الماء و العناصر الغذائية فى التربة و أيضاً العمليات الزراعية المستخدمة خلال نمو النبات تؤثر بشدة على تداخل هذه المكونات الأساسية للجزء الحيوي، و تلعب الأحياء الميكروبية النافعة دور كبير و هام فى المكافحة, سواء بوجودها طبيعياً فى المكان و العمل على توفير ظروف بيئية مناسبة لها و زيادة أعدادها أو إدخالها بتكرار فى صورة مستحضرات بكميات مناسبة و تؤثر باقى عوامل السيطرة على الأفة فى النظام البيئى على مدى نجاح و تطبيق المكافحة البيولوجية بإستخدام الأحياء الدقيقة كمضادات حيوية.

و هذا الرسم التخطيطى يوضح العوامل المسيطرة فى مكونات النظام البيئى الزراعى.



٣- المكافحة البيولوجية لأمراض النبات Biological control for plant diseases

تعتمد المكافحة البيولوجية على قيام بعض الأحياء الدقيقة بفعل مضاد أو ضار لنمو بعض الطفيليات الممرضة للنبات و خاصة تلك التى تعيش فى التربة و التى عليها تحقيق قدر من المكافحة الطبيعية الفعالة Effective Natural Control بطريقة أسهل و بأقل تكلفة إضافة إلى إنها غير ملوثة للبيئة

٤- تفاعلات الكائنات الحية الدقيقة Microorganism Interactions

و تتمثل فى تفاعلات التحلل و التطفل الفطرى - الترمم - التضاد

٤-١- تفاعلات التحلل الفطرى Lysis

يعرف التحلل الفطرى بأنه تحطيم أو تحلل أو ذوبان أو تفكك المركبات الحيوية فى الكائن الحى بواسطة إنزيمات معينة و هناك نوعان من التحلل الفطرى:

- **التحلل الفطرى الخارجى ...** و هو عبارة عن هضم جزئى إنزيمى لجدار الخلايا الحية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الخارجية.
- **التحلل الفطرى الداخلى ..** عبارة عن ذوبان بروتوبلازم الخلية دون هضم سابق أو مصاحب للجدار سواء كان ذلك بعوامل منتجة ذاتياً أو مبتدأة بعوامل خارجية و هذا يمكن أن ينتج عنه تغيرات ميتابوليزمية داخلية أوالتعرض لمواد سامة.

٤-٢- تفاعلات تطفلية Parasitic Interaction

هو تفاعل تطفلى لكائنين أو أكثر على سطح العائل بحيث يؤثر إحداهما أو كليهما على الأخر و تكون النتيجة تغير فى الصورة المرضية الناتجة عن إصابة كلمنهما منفرداً مما يؤدى إلى:

- إنخفاض شدة الإصابة
- زيادة شدة الإصابة
- حدوث إصابة بطفيل واحد و عجز الأخر عن إحداث الإصابة و ذلك بأشكال من التفسيرات على سبيل المثال:
  - ✓ إصابة الجزء الخارجى للنبات و بالتالى تمنع دخول الفطر الأخر فمن الدراسة على إصابة البسلة بفطر الذبول *F. oxysporum* وجد أن الإصابة تنخفض إذا حقنت التربة بفطر *F. solanipisi* حيث أنه يصيب قشرة الجذر حيث لا تصلح لتقدم الفطر *F. oxysporum*
  - ✓ فطر *Sephalosporium sp* التى تنمو على سطح الجذور أو التى تسبب إصابات خفيفة لجذور النباتات فإنها تخفض من الإصابة بفطريات الذبول حيث يسبب تكوين مواد هلامية أو صمغية داخل الأوعية تعيق تقدم فطر الذبول و هناك الكثير منالتفسيرات فى هذا الصدد.
- إنتقال فطر على فطر أخر من نبات إلى نبات أخر
- فى بعض الحالات النادرة أحد الفطرين يمنع دخول طفيل أخر فى العائل النباتى الذى هو موجود فيه. و الكائنات الدقيقة المتطفلة قد تكون متخصصة بالتطفل على كائن دقيق من نوع واحد فقط و قد تكون واسعة التخصص حيث تتطفل على أنواع عديدة من الكائنات الدقيقة

٤-٢-١- تقسيم الكائنات المتطفلة تبعاً لميكانيكية التطفل و تأثيرها على العائل

٤-٢-١-١ - تنجذب نحو عائلها

و فيه الطفيل ينجذب نحو هيفات فطر العائل و يلتف حوله مثل فطر *Rhizoctonia solani*

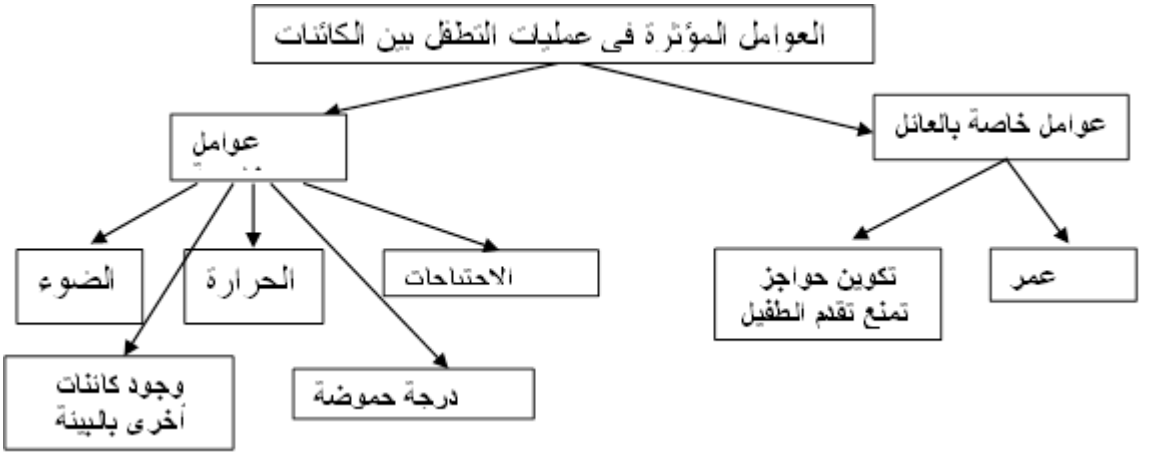
٤-٢-١-٢- ترسل ممصات داخل خلايا العائل أو تنمو هيفاتها داخل عائلها

قد يذيب الطفيل جدر خلايا العائل عند الإصابة و يتم التطفل إما

- بتكوين ممصات تخترق العائل مثل *Didymella oxitalis* يرسل ممصات تخترق جدرعائله و قد يحلل الطفيل جدر العائل الملاصق عن طريق إفراز إنزيم Chiinase و قد يسبب ذلك فى تحلل بروتوبلازم العائل و موته
- إلتصاق هيفات الطفيل مع هيفات العائل و إذابة الجدار الفاصل كما فى تطفل الفطر *Penicillium Vermiculatumi*
- إلتفاف هيفات الطفيل حول هيفات العائل مع إذابة جدار العائل فى بعض مناطق الإلتصاق يترتب على ذلك موت العائل كما فى حالة فطر *Trichoderma harzianum* الذى يلتف حول هيفات الفطر *Rhizoctonia solani* و يخترق جدرها

٤-٢-١-٣- تكون خلايا صغيرة متخصصة

تلتصق بالعائل فقط دون أن تخترقه عن طريق تكوين خلايا منظمة Buffer cells تعمل على إقامة بيولوجية نتوازنة بين كل من الطفيل و عائله كما فى حالة فطر *Clacrisoporium paraticum* الذى يلتصق بعوائله من الفطريات مكوناً الخلايا المنظمة فى أماكن محددة و يكون مع الفطريات العائلة علاقات غذائية متوازنة دون أن يظهر على الفطريات العائلة أضرار واضحة.



٤-٢-٢- العوامل المؤثرة فى عمليات التطفل بين الكائنات الدقيقة

- **عوامل خاصة بالعائل**

✓ **العمر .... التطفل يتم فى أعمار معينة فالفطر** *Rhizoctonia solani* يفضل الهيفات الحديثة التكوين من عوائله عن الهيفات كاملة التكشف

✓ **تكوين حواجز تمنع تقدم الطفيل ....** بعض الفطريات الزيجية تكون حواجز عرضية أمام *Rhizoctonia solani* عند إختراقه و إستمرار تطفله لهيفات الفطر

- **عوامل خارجية**

* **الإحتياجات الغذائية ....** من أهم العوامل المؤدية لحدوث التطفل و يرجع ذلك إلى تأثير العائل من جيث قابليته أو مقاومته للإصابة بدرجة كبيرة لكمية و نوع الغذاء المتوفر له فعند توفر كمية من الجلوكوز ٢٠ جم/لتر فى بيئة PDA كان تطفل *Penicillium Vermiculatumi* واضح جداً على العائل *Rhizoctonia solani* بينما عند إنخفاض الكمية إلى ١٠ جم/لتر فالتطفل لم يكن واضحا.

بالنسبة إلى نوع المواد الغذائية فقد وجد أن الفطر يهاجم بشدة الفطر على بيئة أجار محتوية على أزوت غير عضوى مع سكر سداسى، كما يصاب بشدة فى حالة إستبدال السكر سداسى بالشوفان أو الأرز أو دقيق الذرة و لكن تقل الإصابة إذا كان مصدر الكربوهيدرات فى البيئة سكر خماسى أو سليلوز أو بسلة أو جنين قمح.

* **الحرارة .....** معظم حالات تطفل الفطرات تقع ما بين ٢٥-٣٠ م° و هى تعتبر الدرجة المثلى فمثلا الفطر *Rhizoctonia solani* يتطفل بشدة على عوائله عند ٢٨ م° ويقل التطفل عند ١٨م°

* **الضوء ....** يلعب الضوء دور هام فى بعض حالات التطفل

* **درجة حموضة البيئة ....** لها دور فى إضعاف العائل و سهولة التطفل عليه حيث وجد أن الفطر *Rhizoctonia solani* يتطفل بشدة على كل من الفطرين *Pythium debaryanum & Pythium butleri* عند نمو العائل على بيئة درجة حموضتها ٥.٥ - ٧.٥

* **وجود كائنات أخرى بالبيئة ....** وجود كائنات دقيقة أخرى فى المكان ليس لها علاقة بعملية التطفل و لكنها بطريقة غير مباشرة على الطفليات و عوائلها بإفرازها لبعض المواد التى قد تكون ذات تأثير سيء على الطفيل مما يعيقه عن القيام بعملة التطفل

٤-٣- التفاعل الترممى Saprophytic Interactions

٤-٣-١- البقاء مترمم فى التربة ... هناك شكلان من البقاء فى التربة و هما صورة ساكنة و صورة نشطة

أ- البقاء فى صورة ساكنة .... قد يتأثر نشاط الفطر أو الطفيل بظروف حيوية أو فيزيائية معينة فى التربة و لكن بقاؤه فيها لا ينتهى نظراً لقدرته على تكوين أجسام ساكنة تبقى حية فى التربة لحين تغير الظروف و وجود أو توفر العائل المناسب. بصفة عامة، الجراثيم الجنسية تكون أكثر مقاومة للظروف الغير مواتية من الجراثيم اللاجنسية و أيضا الجراثيم الكلاميدية أكثر مقاومة من الكونيدية

ب- البقاء فى صورة نشطة .... بقاء الفطر على حالة نشطة فى التربة بصور متعددة منها:

١- ينمو على سطح الجذر و يسمى Rhizoplane أو ينمو فى المجال الجذرى فى التربة و يسمى الرايزوسفير

٢- ينمو الفطر على البقايا النباتية سواء سبق تطفله على هذه البقايا أم لا فهناك نوعان

* فطريات ساكنات الجذورثل فطر Root inhibiting fungi لا تستطيع أن تعيش رميا فى التربة إلا على بقايا نباتات العائل الذى سبق إصابته بها *Sephalosporium sp*

* فطريات ساكنات التربة Soil inhabiting fungi تنمو على البقايا النباتية الميتة و العضوية بصفة عامة مثل *Rhizoctonia sp. & Pythium* و هناك شكلان من السلوك الترممى فى التربة ...

- إستيطان ترممى فى التربة
- إستيطان ترممى فى الأنسجة النباتية الميتة فى التربة

٤-٣-٢- البقاء مترمم فى أنسجة العائل الميتة فى التربة

لكى يكون الفطر الممرض قادرا على أن يعيش مترمما فى التربة يجب أن يتمتع بدرجة عالية من قدرة التنافس الرمى و التى تتوقف على الظروف البيئية و ظروف التربة فمثلا فى التربة الثقيلة تقل قدرة التنافس الرمى للفطريات فيوزاريوم و رايزوكتونيا و سكلوروشيوم و ترتفع قدرة التنافس الرمى للفطريات بثيم و فايتوفثورا. و يقتصر التنافس الرمى على بدائية التطفل Primary parasite بعكس الفطريات المتخصصة التطفل Specific parasite و التى لا تستطيع أن تعيش فى تنافس رمى و لكن تبقى فى التربة على شكل تركيبات ساكنة. كما أن الإستيطان الترممى فى الأنسجة النباتية الميتة أيضا تتوقف على قدرة الطفيل الذاتية فى تحليل الوسط الغذائى الذى ينمو عليه فمثلا الفطر الذى لا يستطيع أن يفرز إنزيم السليوليز لايدخل فى منافسة رمية الإستيطات فى وسط يتكون من السليلوز

٤-٣-٣- البقاء مترمم فى الأنسجة النباتية المصابة فى التربة

عندما يعيش فطر ممرض على أنسجة عائله بعد موته فإنه فى الواقع يعيش على بقايا نباتية أستنفذ جانب كبير من محتواها الغذائى و على ذلك فإن فترة بقاؤه هى ما تحتويه هذه الأنسجة من مادة غذائية و تتوقف هذه الفترة على سرعة إستنفاذ المادة الغذائية. و من العوامل التى تساعد على سرعة إستنفاذ المادة الغذائية و تسبب قصر فى مدة بقاء الفطر فى الأنسجة و التهوية الجيدة و الحرارة الدافئة و الرطوبة المناسبة و أيضا مقدار كمية النتروجين فى النسيج النباتى أو فى التربة

٤-٤- تفاعل التضاد Antagonism

يقصد بالتضاد جميع أنواع العلاقات التى يكون فيها كائن حى يعانى من كائن حى أخر بطريق مباشر أو غير مباشر و من هذه العلاقات التضاد الحيوي.

يلعب التضاد الحيوى دور كبير فى المضادات الحيوية لوقاية النبات من الأمراض و كان Debary (1879)

ثم تبعه Marshal أول من لفت الأنظار إلى ظاهرة التضاد Antagonism phenomenon بين الكائنات الحية

و التضاد الحيوى هو عبارة عن نواتج تمثيلية تكون متخصصة أو غير متخصصة ناتجة عن الميكروب مثل عوامل التحلل و الأنزيمات و المواد المتطايرة أو مواد سامة و تؤثر تأثيراً ضارا على واحد أو أكثر من الكائنات الأخرى ، و قد تضر نواتج ميكروب ما نفس الميكروب و فى هذه الحالة تسمى Isoantagonistic

أو قد تضر الميكروبات الأخرى فى نطاق نموها و تسمى Heteroantagonistic و هناك التلوث البكتيرى الذى يوقف نمو الفطريات فى المزارع، و يظهر بينها منطقة تعرف بأسم منطقة التضاد Inhibition zone

٥- المقاومة الحيــوية

و تعتبر المقاومة الحيوي .... إستعمال الكائن الحى الدقيق الطبيعى أو المحور بحيث يكون متوافق مع الكائنات الدقيقة النافعة و غير الضارة بالمحاصيل الزراعية لخفض تأثير الكائنات الحية الدقيقة الغير مرغوب فيها و ذلك سواء فى مجال الحشرات و الأمراض أو حتى فلا الحيوانات الراقية

و من الأسباب التى توجهنا لإستخدام المقاومة الحيوية فى مقاومة أمراض النبات

- إستخدام المبيدات بقواعد غير سليمة و بدون ترشيد و ما تسببه من تلوث البيئة و الأثر المتبقى منها و من تحللها على المنتجات الغذائية
- لعدم فاعلية المبيدات الكيماوية المكتشفة و صعوبة تطبيقها من الناحية العملية أو الإقتصادية فإنه يصعبمقاومة كثير من الأمراض النباتية كيماوياٍ
- بتكرار إستعمال المبيدات الكيماوية فى كثيؤ من المسببات المرضية تظهر سلالات جديدة من الكائنات الممرضة مقاومة و بالتالى يستعمل مبيد أخر أكثر فاعلية و بعد فترة من تطبيقه تظهر سلالة أخرى جديدة و هكذا
- و عند إنتاج أصناف مقاومة فإنها سرعان ما تنكسر مقاومتها عند ظهور طفرة أو سلالة جديدة و بالتالى يستمر البحث عن أصناف مقاومة لكل سلالة جديدة من الكائن الممرض و من ناحية أخرى

هناك أنواع كثيرة لا يوجد منها أصناف مقاومة للأمراض مما يجب من إستعمال المقاومة الحيوية و خاصة إستخدام الكائنات الحية الدقيقة

و من الأسس التى تعتمد عليها المقاومة الحيوية ....

- التضاد الحيوى - التطفل الفطرى - التحلل الفطرى المنافسة - الكائنات التكافلية

فى عام (1917) Waxman أوضح بعد دراسات مستفيضة أن التربة يعيش فيها أعداد كبيرة من الكائنات الحية تعيش نعا فى حالة توازن طبيعى و لكن إذا حدث خلل فى هذا التوازن فقد يؤثر ذلك على نمو و نشاط و بقاء بعض الكائنات و بذلك تتغير نسب العشائر إلى بعضهاالبعض

٦- دور التضاد الحيوي للميكروبات فى المقاومة الحيوية لأمراض النبات

التضادالحيوى من أهم الظواهر التى تستعمل فى المقاومة الحيوية لأمراض النبات فهى تسبب تثبيط نمو الكائن الممرض أو أنها توقف إنبات الوحدات التكاثرية للكائن الممرض، و تعتمد على مقدرة الكائن المقاوم على إنتاج تريقات بكتيرية أو مضادات حيوية تتكون من مواد سامة و هى نواتج ثانوية عن الأيض الغذائى أو أنها تنتج توكسينات (مواد سامة) تسبب وقف النمو الخضرى و موت ميسيليوم الفطر الممرض بطريقة مباشرة.

لقد أعتبرت البكتريا الوميضة من مجموعة Pseudomonas من العناصر المهمة فى المكافحة البيولوجية لممرضات النبات عن طريق إنتاجها مواد سامة ناتجة عن الأيض الغذائى أو بقيامها بنشاط ميكروبى مضاد تنتج أنواع من هذه البكتيريا مضادات حيوية تمنع و تقتل مدى كبير من البكتيريا الممرضة للنباتكما لها القدرة على الهدم السريع للمستعمرات الفطرية الكامنة بالتربة.

الترياقات البكتيرية تنتج من البكتيريا و لا تؤثر على الأنواع البكتيرية القريبة فى التقسيم، و أن أول إستعمال للبكتيريا فى المقاومة الحيوية هو إستعمال بكتيريا *Agrobacterium radiobacter* لمقاومة مرض التدرن التاجى المتسبب عن البكتيريا*A. tumefaciens* بالرغم أنه بعد ذلك ظهرت سلالاتجديدة مقاومة للمضاد.

تؤثر الظروف الكيميائية و الغذائية بالتربة على إنتاج المواد السامة نتيجة التفاعلات الأيضية الناتجة من البكتيريا التى تصيب جذور النبات و تؤثر على درجة حموضة التربة و الأسمدة الكيماوية و المواد السليلوزية على نشاط البكتيريا الممرضة و على نشاط البكتيريا الممرضة و على نوع المضاد الحيوي الناتج.

هناك فطريات كثيرة لها دور فى المقاومة الحيوية لأمراض النبات حيث تفرز مضادات حيوية ذات تأثير على حياة الكائن الممرض و من هذه الفطريات

١- *Athelia bombacina* يفرز مضادا حيوياضد الفطر *Ventura inaequalis*

٢- *Chaetomium globosum* يفرز مضادا حيويا (الكيتونين) ضد فطر جرب التفاح

٣- *Scytalidium sp* يفرز المضاد الحيوي إسكيتاليدين ضد الفطر *Lentinus lepideuss*

٤- *Penicihillium chrysogenum* يفرز مضاد حيوي ضد الفطر *Verticillium alboatrum*

٥- *Trichoderma sp.* واسع الإنتشار فى المقاومة الحيوية و يستعمل بنجاح ضد الفطر *F. oxysporum* على الطماطم و ضد *Pythium ultimuan* على الخيار

و هناك من البكتيريا التى لها دور فى المقاومة الحيوية كثيرة على سبيل المثال و ليس الحصر:

Actinoplanes - Azotobacter - Rhizobium - Pasteuria - Flavobacterium - Erwinia - Cellulomonas - Alcaligenes .... etc

و من الأمثلة الشهيرة و القديمة فى الإستخدام للمقاومة الحيوية:

- بكتيريا *Agrobacterium radiobacter* التى تقاوم مرض التدرن التاجى المتسبب عن *A. tumefaciens*

- *بكتيريا Baciius sp* تحسن نمو النبات و تثبط الكائنات الممرضة المتخصصة و الثانوية

- *بكتيريا Pseudomonas sp* تستعمل منها سلالات البكتيريا الوميضة *P. putida* و *P. fluorescens* مع بعض البذور و التقاوى مثل البطاطس، الفجل، بنجر السكر فتسبب زيادة الإنتاجية و تحسنها

- سلالات *Pseudomonas sp* تقاوم مرض Take-all disease يصيب جذور القمح و يتسبب عن الفطر *Gaeumannomyces graminis* var. *trici* كمعاملة للبذور

و من الأكتينومايستس فى المقاومة الحيوية وجد أن *Strptomyces sp.* ذو تأثير عال و فعال و يباع فى الأسواق تحت إسم Mycostop ضد *F. oxysporum* على نبات *Gerbera jamesonii* و أيضا ضد أمراض يسببها فطر *Pythium ultimuan* على الخيار.

٧- المقاومة الحيوية للأمراض الكامنة بالتربة

المقاومة الحيوية للأمراض الكامنة بالتربة تتم بثلاث تفاعلات

- تفاعلات مع الكائن الممرض و التى تشمل التضاد الحيوى - المضادات الحيوية - المقاومة للمضادات الحيوية - المنافسة على الحديد - التطفل الفطرى - التنوعات الوراثية بين عوامل المقاومة الحيوية
- تفاعلات مع التبات العائل و من أساسياتها الإستعمار و المقاومة المستحثة و التغيرات الوراثية التى تحدث فى العائل مثل التربية لحسن الضيافة Hospitality و أيضا إنتاج طرز Isogenic
- تفاعلات مع المجموعة الميكروبية المحيطة بالنبات

و قد تتواجد المقاومة الحيوية فى التربة طبيعيا أو بإدخال الكائنات المضادة صناعيا و تكون كالأتى:

* المقاومة الحيوية الطبيعية

بالرغم من أن الكائنات الممرضة موجودة و أن العائل النباتى قابل للإصابة فهناك بعض الأراضى عندها المقدرة على تثبيط حدوث المرض فى النبات و يسمى هذا النوع من الأراضى بالأراضى الكابحة Supperessive soils و يكون ذلك عن طريق إما:

- **الكبح ....** إما أن يكون حيوى أو غير حيوى و يرجع الكبح الحيوى إلى وجود بكتيريا غير ممرضة أو أكتينوميستات أو فطريات

- **التطهير الفطرى Mycostasis ....** عبارة عن تثبيط النمو الفطرى و إعاقة إنبات الجراثيم دون تدخل الإنسان و هذه الظاهرة إما أن تكون حيوية أو غير حيوية

و أن مقدرة التربة على تثبيط أو كبح الممرضات يكون بشكل متخصص نسبيا فمثلا توجد بعض الأراضى يمكن أن تثبط بعض أنواع الفيوزاريوم الممرضة بينما بعض الأراضى الأخرى تكون مثبطة لجميع أنواع الفيوزاريوم . يمكن التربة أن تكون فعالة و نشيطة ضد أنواع معينة متواجدة دائما

فى التربة و لكنها تفشل فى كبح أو تثبيط الأنواع الأخرى الغير مستوطنة فيها و بمعنى أخر أن الكبح يكون ضد الكائنات الدقيقة الممرضة و ليس للنوع المترمم و الغير ممرض.

*** المقاومة الحيوية بالإدخال الصناعى**

تعتمد هذه الطريقة على إحداث تغيير أو تكيف فى الظروف البيئية المتعلقة مع العائل سواء من حيث الميكوفلورا أو الظروف البيئية الأخرى، و إن نتيجة العلاقات التطفيلية فى مثل هذه الطريقة تشبه تماما العلاقات النطفلية التى تحدث فى الحالة الطبيعية.

هناك مدى واسع من الأكتينوميستات و البكتيريا و الفطريات و الفيروسات قد أستعملت فى وقاية النبات ضد عديد من الكائنات الممرضة الكامنة فى التربة و أن إصطلاح Allelopathy يعنى إستعمال كائنات حية دقيقة فى المقاومة الحيوية للكائنات الممرضة النباتية و تعتمد الوقاية بالتضاد و الإستعمال المباشر للميكوفلورا المضادة

عموما إن التكنيك الذى يمكن أن يثبت نجاحا فى مقاومة بعض الأمراض يمكن أن لا يكون ناجحا مع أمراض أخرى و بشكل عام فإن الكائن الدقيق الذى يتم إختياره للمقاومة الحيوية يمكن أن يستعمل بالأشكال الأتية:

١- على شكل مسحوق بحيث يضاف مباشرة على شكل كوميات صغيرة على سطح التربة

٢- على شكل معلق بحيث تغمر فيه جذور البادرات

٣- أن يخلط مباشرة مع التربة

٤- أن يستعمل على شكل تغليف للبذور أو التقاوى و هى من الطرق الهامة الشائعة

٨- الريزوسفير Rhizosphere

تنمو ميكروبات كثية و تتركز بأعداد ضخمة حول جذور النباتات النامية و تسمى هذه المنقة بالريزوسفير و هى المنطقة الملاصقة لجذور النباتات و لها دور هام فى إذابة و تيسير العناصر المعدنية للنباتات و مقاومتها لبعض الميكروبات الضارة و للجذور تأثير مشجع لهذه الميكروبات يختلف من نبات لأخر و حسب عمر النبات و تنقسم هذه المنطقة إلى

- منطقة Outer Rhizosphere هى منطقة قريبة من الجذور
- منطقة Rhizosplane تتمثل فى منطقة سطح الجذر المباشر و التى تكون الميكروبات ملتصقة به بأعداد ضخمة من ميكروبات.

- منطقة Inner Rhizosphere هى منطقة القشرة بالجذر
- منطقة تسمى Edasphere هى منطقة بعيدة عن الجذر

تتأثر ميكروبات الريزوسفير نتيجة لنشاط الجذور البيولوجى و تغير الظروف البيئية مما يعقبه من تغيرات الظروف فيزيائية و كيميائية فى الوسط وبالتالى تؤثر على الميكروبات المضادة و تأثيرها على الكائن الممرض.

ميكروبات الريزوسفير لها تأثيرات مفيدة على النبات فهى:

- تلعب دور رئيسفى تغذية النبات و امتصاص كثير من العناصر المعدنية الضرورية لنموها و زيادة جهازيتها من خلال عمليات تمثيل غذائى
- تلعب الميكروهيزا دور فى تيسير امتصاص النبات للفوسفور و العناصر الغذائية
- بعض ميكروبات الريزوسفير لها تأثير مشجع لنمو النباتات بإنتاجها ماد بيولوجية مثل الأوكسينات و الجرلينات
- العلاقات التكافلية لكثير من هذه الميكروبات مع النبات مثل بكتيريا العقد الجذرية و الميكروهيزا و بكتيريا تثبيت النتروجين.

و بالرغم من تأثيراتها المفيدة إلا أنها قد تنافس مع النباتات على بعض العناصر الضرورية الموجودة بكمية محدوده فى التربة (العناصر الصغرى)، الأكسجين، إمتصاص النتروجين و الفوسفور من التربة لتستخدمه فى بناء أجسامها. بعض الميكروبات لها تأثير ضار على نمو النباتات لما تفرزه من مواد ضارة بنمو النبات مثل التوكسينات و السموم الفطرية، و على الصعيد الأخر و هو علاقتها بالميكروبات الممرضة فإنها لها تأثير مباشر مثل الإفتراس و التطفل، تكوين مضادات حيوية، إنتاج أحماض تجعل الوسط ذو حموضة غير مناسبة للميكروبات الأخرى، تنشيط المناعة فى النبات ضد الممرضات.

٩- دور الكائنات التكافلية فى المقاومة الحيوية

كثيراً من الكائنات الدقيقة التكافلية من البكتيريا و الفطريات الشعاعية التى تتوطن أنسجة النبات و أسطح الجذور لها كبير فى مقاومة النبات للفطريات أو الممرضات التى تهاجمه و من أهم أشكال الكائنات الدقيقة التكافلية:

❖ **بكتيريا العقد الجذرية ....** تلعب بكتريا العقد الجذرية *Rhizobium sp.* دور حيوي فى الزراعة عن طريق حثها لتكوين العقد الجذرية على جذور البقوليات تقاوم مرض عفن الجذور و المادة التى تفرزها هذه البكتيريا تسمى Rhizobiotoxine و تستطيع هذه العقد أن تقلل كمية من المخصبات النتروجينية المضافة خلال نمو هذه المحاصيل. وجد أن عملية تكوين العقد يتم تنشيطها عن طريق إشارات من جذور النباتات و كنتيجة لذلك تخلق البكتيريا و تكون إشارات تستحث النسيج المرستيمى لتكوين العقدة بما يمكن البكتيريا من إختراقه من خلال خيط غصابة يقوم النبات بتكوينه.

❖ **الميكروهيزا Mycorrhizae ....** تمثل حالة تعاون بين الفطريات و جذور النباتات الراقية و أن هناك تعايش نافع لفطريات الميكروهيزا و بعض سلالات بكتيريا الرايزوبيوم مما يؤدى إلى زيادة إمتصاص الفوسفور كما تشجع فطريات الميكروهيزا على تكوين العقد الجذرية المثبته للنتروجين على الفاصوليا و فول الصويا. و أستعملت فى المقاومة الحيوية ضد كثير من الكائنات الممرضة خاصة الفطريات الكامنة فى التربة و النيماتودا فلوحظ إنخفاض إصابة اللوبيا بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* عند معاملتها بالميكورهيزا و منها:

- **الميكورهيزا الخارجية Ectomycorrhizae ...** تعمل كعازل ميكانيكى لإختراق خلايا القشرة و هذا يعطيها بعض المقاومة و ظهر تأثيرها على زيادة تكوين الجذور و استطالتها و زيادة وزنها كما فى عقل العنب المعاملة بها.
- **الميكروهيزا الداخلية Endomycorrhizae ....** تحث على إنتاج مركبات طيارة و غير طيارة بواسطة خلايا القشرة التى تثبط الكائن الممرض أو تدعم نمو الكائنات المضادة فى منطقة الجذر.
- **الميكروهيزا الوعائية Vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM) ..** واسعة الإنتشار إذا ما قورنت بالميكورهيزا الخارجية فهى توجد فى أراضى تحت ظروف مناخية متعددة من الإستوائية إلى المعتدلة إلى المناطق القطبية و إن كانت تتأثر بنوع التربة و النبات العائل و الظروف البيئية. و يمكن زراعتها الأن فى غياب جذر النبات العائل كما يمكن الأن عزلها على أطباق الأجار بالطرق الميكروبيولوجية المعتادة.

تتعايش VAM مع جذور معظم نباتات مغطاة البذور خاصة البقوليات و النجيليات كما توجد فى جذور بعض معراة البذور و السرخسيات و الحزازيات و لا تخلو منها إلا جذور بعض نباتات

قليلة تتبع عائلات Figaceae, Betulaceae, Pinaceae التى تتعايش مع فطريات الأكتوميكورهيزا و أستخدمت بنجاح فى المقاومة الحيوية و على سبيل المثال أنها أدت إلى خفض معنوى عالى لذبول الحمص و عفن الجذور و أيضا لوحظ أنها تزيد من قدرة بعض النباتات على إمتصاص المعادن الثقيلة كالكاديوم ذات التأثير الضار و خاصة فى الأراضى المستصلحة والمعاملة بمياه الصرف. من ناحية أخرى الميكورهيزا قد تساهم فى زيادة مستوى عناصر المنجنيز و الألومنيوم إلى مستويات سامة.

- **البكتيريا PGPR ....** نوع من البكتيريا المشجعة لنمو النبات تسمى Plant Growth Promoting Rhizobacteria و يطلق عليها (PGPR) و هى من سلالات و السلالات *P.putida* and *P. fluorescen* و المشابهة لها و إن إصطلاح Rhizobacteria للبكتيريا ذات المقدرة على إستعمار الجذور بشكل كبير.

PGPR تعزل من منطقة الجذور فى النبات و يمكن حقنها مع البذور لتزيد من نمو النبات و بالتالى لزيادة المحصول. تستعمر البكتيريا PGPR الجهاز الجذرى و إحتلال و إستيطان الجذور و تثبط و تقلل من تجمعات الميكروبات الضارة على نمو النبات DRMO (الكائنات الدقيقة غير المتطفلة و لكنها ضارة فى منطقة الرايزوسفير) و بالتالى فإن التنافس الغذائى و التنافس المكانى (الإستعمار) هما القوتان اللتان تعتمدا عليها البكتريا PGPR

١٠- تأثير البيئة على المقاومة الحيوية للميكروبات

معظمالأمراض التى تستعمل معها الكائنات الدقيقة المضادة هى أمراض كامنة فى التربة أو فى البذور و إن معظم االمضادات الحيوية تعزل من التربة و هذا يعنى أن بيئة التربة هى الملائمة لهذه الكائنات. يمكن الوصول إلى المقاومة الحيوية الناجحة لأمراض النبات الكامن فى التربة عن طريق المعرفة الأساسية للعلاقات البيئية للتجمعات الميكروبية المختلفة. التربة عبارة عن تركيب معقد من حيث الكائنات الحية الكثيرة التى تتواجد فيها من حيث إختلاف التركيب الفيزيائى و الكيميائى من منطقة لأخرى و من حيث الظروف البيئية التى تختلف من وقت لأخر.

البيئة الطبيعية تحكمها ظروف بيئية محددة تسيطر على مكونات الميكوفلورا و الفونا بحيث تصبح فى حالة إتزان يصعب التأثير عليها فعملية التوازن البيئى التى تحدث فى التربة طبيعيا و التى يصعب التحكم فيها

مدة طويلة حيث إذا ما تم إضافة بعض الكائنات المضادة إلى التربة لمقاومة مرض ما، فإن هذا الكائن المضاف يزداد فى العدد كثيرا لفترة معينة و لا تستمر طويلا أى أنها تقاوم اموسم أو أُثنين و بعد ذلك تنخفض الأعداد و تعود إلى وضعها الطبيعى فى التربة. هذه المشكلة تمثل عائق لتطبيق المقاومة الحيوية فى الحقل إما بالنسبة للتوازن البيئى على السطح الورقى أو فوق سطح التربة فيكون تأثيره أقل. من ناحية أخرى، إختلاف الظروف البيئية فى المناطق الزراعية المختلفة يكون تأثيرها على المبيد الفطرى أقل من تأثيرها على المقاومة الحيوية، فمثلا بعض العوامل المضادة تحتاج إلى توفر رطوبة معينة فى ظروف الحقل من الصعب توفرها كما فى حالة مقاومة بعض أمراض البياض الدقيقى حيويا.

الأمراض فى التربة تحدث نتيجة تفاعلات بين الكائن الممرض و البيئة و الظروف المحيطة بالعائل النباتى فى منطقة الرايزوسفير التى تتميز بسرعة التغير من حيث كفاءة و عدد الميكروبات الموجودة فيها و ذلك على فترة قياسية قصيرة حيث هذه المنطقة تتعرض إلى تغيرات مفاجئة مثل سقوط الأمطار و الجفاف حيث أنهما يؤديان إلى تغيرات كبيرة فى تركيز الأملاح و رقم الاحموضة و الكفاءة الأسموزية و كفاءة الماء و تركيب جزيئات التربة بينما التغيرات فى الفترة الزمنية الطويلة فإن الرايزوسفير يمكن يتغير بسبب نمو الجذور و التفاعلات مع البيئة الحيوية الأخرى فى التربة و التغيرات الجوية. هذه التغيرات و التوازن البيئى فى منطقة الرايزوسفير ديناميكية طبيعية تجعله موضع مهم لمعرفة التفاعلات التى تؤدى إلى الأمراض و المقاومة الحيوية لهذه الأمراض.

فمثلا:

عند مقاومة مرض عفن جذور بادرات الموالح المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* بحقن التربة بفطر *Trichoderma* فإنه لا يتم بنجاح إلا إذا إرتفعت الحموضة فى التربة قبل إستعمال الفطر، و ذلك يعنى تغيير ظروف التربة و التى تشمل إتباع وسائل مختلفة تؤدى إلى تشجيع نشاط بعض مكونات ميكوفلورا التربة على حساب تثبيط البعض الأخر و من أهم هذه الوسائل إضافة مواد عضوية و بصفة خاصة السماد الأخضر وبقايا المحاصيلالجافة الى التربة أثناء الحراثة.

١١ ـ دور الزراعة العضوية فى المقاومة الحيوية

من ضمن فوائد الزراعة العضوية الكثيرة إنها تجعل من التربة وسط حى تنمو فيه الكائنات المفيدة و تساهم فى إثراء الحياة الفطرية و زيادة أعداد الأعداء الطبيعية و المفترسات المفيدة و أيضا زيادة المواد العضوية و التى تؤثر إضافتها للتربة على المسبب المرضى بعدة طرق منها:

- تأثير مباشر على نشاط الفطر و نموه على جذور العائل و ذلك بإضافة المادة العضوية خاصة الغنية بالكربون و التى تؤدى لزيادة معدل إنتاج Co2 فى التربة و بالتالى هذا الغاز يحد من تقدم الفطر على سطح الجذر نظرا لأن الفطر الممرض حساس لهذا الغاز.
- تأثير مباشر على بقاء الفطر فى التربة من محصول لأخر فى البقايا النباتية، فإن بقاء الفطر فى التربة من موسم لأخر يعتمد على وجود مصدر نتروجينى قابل للذوبان بحيث ينتشر فى الوسط أو يكون صالح للفطر و إضافة السماد العضوى االفقير بالنيتروجين يؤدى إلى إستنفاذ النيتروجين المتوفر فى التربة أثناء عملية التحلل الكربونى و هكذا يؤثر على فترة بقاء الفطر و يقل نتيجة الجوع النيتروجينى
- تأثير غير مباشر على نشاط الطفيل عن طريق زيادة درجة مقاومة العائل و ذلك بإضافة المادة العضوية الفقيرة بالنيتروجين و الغنية بالكربون إلى تثبيت النيتروجين الجوى و أثناء نمو العائل يتحلل النيتروجين المثبت و يصبح فى صورة صالحة للنبات مما يدفع النبات إلى النمو و مقاومة الإصابة بالفطر

١٢- الميكروبات فى مكافحة آفة الحشرات و الحشائش

قد أستخدمت الميكروبات فى مكافحة آفة الحشرات و الحشائش و التى تمثل ضرر للنبات و ذلك بعمل مضادات حيوية من الكائنات الحية الدقيقة و مع مراعاة تداخل العمليات الزراعية و أيضا الظروف البيئية معها عند التطبيق

من أمثلة المكافحة البيولوجية للحشرات:

- ✓ إستخدام مزارع بكتيريا *Bacillus thuringiensis* فى صورة مساحيق قابلة للبلل و هى شديدة الفاعلية ضد عديد من الديدان الأسطوانية مثل ديدان الكرنب و الدودة القارضة
- ✓ أستخدم الجراثيم الكونيدية للفطر *Aschersonia sp.* و أيضا مستحضر تجارى من الفطر *Verticillium Lecanii* فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء
- ✓ يتطفل فطر *Cephalosporium aphidicola* على حشرة من الخوخ الأخضر

من أمثلة المكافحة البيولوجية للحشائش:

- ✓ يستخدم فطر *Alternania sp.* لمكافحة حشيشة الحامول *Cuscuba sp* فى المناطق ذات الأجواء الرطبة.
- ✓ أستخدم فطر *Puccinia suaveolen* لمكافحة حشيشة معمرة *Cinsium ar vense*
- ✓ أستخدم نيماتودا *Angllinapierdis* لمكافحة حشيشة معمرة *Angrophilon*
- ✓ أستخدم نيماتودا *Nathumgina phyllolia* لمكافحة حشيشة من العائلة الباذنجانية *Solanum elongigfolium*

View publication stats