

تفاعلات الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms Interactions

أولاً : التفاعل الطفلي Parasitic Interaction

يقصد بالتفاعل الطفلي تفاعل كائنين أو أكثر على سطح العائل ، بحيث يؤثر أحدهما أو كليهما على الآخر ، وتكون نتيجة ذلك تغيراً في الصورة المرضية الناتجة عن إصابة كل منهما منفرداً. أما إذا لم يكن هناك تغير في الصورة المرضية ، وكان كل طفيل يحدث الإصابة في وجود الآخر بالدرجة نفسها ، التي يحدثها عندما يكون منفرداً ، عندها لا يكون هناك تفاعل بين المسببين.

يؤدي التفاعل الطفلي إلى :

- 1- زيادة في شدة الإصابة.
- 2- انخفاض في شدة الإصابة.
- 3- حدوث إصابة بطفيل واحد وعجز الآخر عن إحداث الإصابة.

من أوائل من درس هذا الموضوع عالم هندي أسمه Vasudava ، وذلك أثناء دراسته على نبات القطن عند إصابته بالفطر *R. solani* . وجد أن النباتات التي تصاب بهذا الفطر يزداد عددها إذا أصيبت بالفطر *Fusarium solani* ، وعلى العكس من ذلك فإن إصابة النباتات بالفطر *Macrophomenia phaseolia* تتأثر بمصاحبة أنواع الفيوزاريوم.

كما وجد في دراسة على أصناف القطن ، أن زراعة نبات القطن في تربة محقونة بالفطر *Macrophomenia* والفطر *Fusarium oxysporum* ، أن الإصابة بكل منهما تقل عن الإصابة في القطن المزروع في تربة بواحد فقط من الفطرين. كذلك وجد أن إصابة نباتات القطن بالفطر *R. solani* تنخفض إذا سمدت التربة بسماد أمونيا نشادرى أو بالسماذ البلدى.

درس العالم إسلام خان تأثير التفاعل الطفلي لستة من فطريات التربة التي تصيب جذور نبات القطن ، وهى : *Fusarium oxysporum*, *R. solani*, *Pythium sp.*, *Macrophomenia phaseola*, *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora sp.* ، وجد أن هناك شكلين من العلاقة عند تفاعل هذه الفطريات مع بعضها بالنسبة لنبات القطن.

الشكل الأول: تفاعل يؤدي إلى انخفاض في شدة المرض ، وهذا يبدو واضحاً عند وجود *Fusarium*

oxysporum مع الفطريات الأخرى على الصنف المقاوم للذبول ، وعلى الرغم من أن هذا الصنف مقاوم للذبول ، إلا أنه لا يقاوم عفن الجذور ، فالإصابة بكل من فطريات عفن الجذور منفردة تكون في العادة أعلى منها إذا كانت مصاحبة للفطر فيوزاريوم.

الشكل الثاني : تفاعلات تؤدي إلى زيادة في شدة الإصابة ، ومن أمثلتها التفاعلات التي تشمل على الفطر فيوزاريوم أو رايزكتونيا.

كذلك وجد عند دراسة التفاعل التطفلي على نبات الذرة عند حقنها بالفطريات *Sephalosporium madies* مسبب شلل الذرة و *S. acromonium* مسبب مرض أسوداد الحزم و *Macrophomenia phaseoliae* ، *Fusarium moniliformum* ، أنه عند حقن الأربعة فطريات مجتمعة ، أو منفردة عن طريق التربة ، أو عن طريق الساق ، فإن الإصابة تشدد إذا حقن *S. madies* عن طريق التربة وحقنت بقية الفطريات عن طريق الساق. أما عند وجود الفطريات جميعها في التربة أو حقنها في الساق ، فلم تتأثر شدة المرض. ولتعليل هذه الظاهرة فإنه بالنسبة لشلل الذرة فإن فطر الذبول يجب أن تحدث إصابة به عن طريق البادرة ، فإذا حقن الفطر عن طريق الساق ، لا يحصل له ظروف ملائمة ، وإذا هو لم يفتح الطريق لبقية الفطريات فإنها لا تظهر تأثيرها.

كذلك في دراسة على إصابة البسلة بفطر الذبول *F. oxysporum pisi* ، وجد أن الإصابة تنخفض إذا حقنت التربة بالفطر *F. solani pisi* مع الفطر الأول. تعلل هذه الظاهرة ، بأن الفطر الثاني يصيب قشرة جذر البسلة ، بحيث تصبح غير صالحة لتقدم الفطر الأول. كذلك وجد أن فطر فيوزاريوم الذبول نفسه يسبب انخفاضاً في إصابة نباتات البسلة بالفطر *F. solani* ، وذلك عند حقنه قبل الفطر الأخير ، ووجد أيضاً أنه إذا حقنت كميتان متساويتان من التربة بكل فطر منفرداً ، ثم خلطت الكميتان قبل الزراعة ، فإن الإصابة بالفطر تزداد ، وبالتالي يظهر فعل توافقي من ناحية المرضية ويغيب الفعل التضادي.

لوحظ أن عدداً من أنواع الفطر *Sephalosporium sp.* التي تنمو على سطح الجذور أو التي تسبب إصابات خفيفة لجذور نباتات مختلفة ، هذه الأنواع تقلل أو تخفض من إصابة النباتات بفطريات الذبول. وجد (Beddi, 1966) نوعاً من الـ *Sephalosporium* يقلل إصابة البامية بفطر فيرتسليم البواترم ، ووجد كذلك أن هناك نوعين من الفطر نفسه يقللان إصابة القطن بفطري فيرتسليم وفيوزاريوم ، وفسرت هذه الظاهرة بأن التطفل الخارجي للفطر سيفالوسبوريوم على سطح الجذر يسبب تكوين مواد هلامية أو صمغية داخل الأوعية تعيق تقدم فطريات الذبول. كذلك لوحظت هذه الظاهرة مع الفطر نفسه عند وجوده مع فطر فيوزاريوم ذبول الطماطم والقطن.

وجد في دراسة أخرى أن فطر الذبول المتأخر الذي يصيب الذرة *S. madiis* يسبب إصابة سطحية على جذور نباتات القطن ، وأن هذه الإصابة تسبب إنخفاضاً كبيراً في إصابة القطن بفيوزاريوم الذبول ، ولقد تبين أن وجود الفطر الأول على جذور القطن ينبه أو يشجع تكوين جذور جانبية ، مما يزيد من درجة تحمل النباتات للإصابة بالفيوزاريوم ، ولم يمكن الكشف عن أى فعل تضادى بين الفطرين ، كما أنه لم تكن هناك دلائل على وجود أو إفرازات مواد هرمونية تنبه تكوين الجذور الجانبية ، إلا أنه يمكن تفسير هذه الظاهرة بإحدى التفسيرات الآتية:

- 1- تكون القشرة الخارجية للجذور غير صالحة لتقدم الفطر فيوزاريوم.
 - 2- أثناء وجود الفطر سيفالوسبوريوم على سطح الجذر ، فإنه يفرز مواد تمنع تقدم فطر الذبول.
 - 3- ازدياد قوة النبات نتيجة تكوين الجذور الجانبية ، مما يجعلها أكثر تحملاً للفطريات.
- في بعض الحالات النادرة ، وجد في التفاعل التطفلي ، أن أحد الفطرين يمنع دخول طفيل آخر في العائل النباتي الذي هو موجود فيه ، كما هو الحال عند إصابة القمح ببط التفحم النتن ، فإن الإصابة بالفطر *T. Foetidea* تمنع الإصابة بالفطر *T. caries* .
- هناك نوع آخر من التفاعل ، وهو أنتقال فطر على فطر آخر من نبات إلى آخر.

ثانياً : التفاعل الرمي Saprophytic Interaction

أ- البقاء في التربة :

يجب التفرقة بين شكلين من أشكال البقاء في التربة ، الأول البقاء في صورة ساكنة والثاني البقاء في صورة نشطة.

1- البقاء في صورة ساكنة

قد يتأثر نشاط الفطر أو الطفيل بظروف حيوية أو فيزيائية معينة في التربة ، ولكن بقاءه فيها ، لا ينتهى نظراً لقدرته على تكوين أجسام ساكنة ، تبقى حية في التربة لحين تغير الظروف ، ووجود أو توفر العائل المناسب. وبصفة عامة ، فإن تركيبات الجراثيم الجنسية تكون أكثر مقاومة للظروف غير المواتية ، من الجراثيم اللاجنسية ، كذلك فإن الجراثيم الكلاميدية أكثر مقاومة من الجراثيم الكونيدية ، بل إنه في فطر فيوزاريوم الذبول ، بالذات ، فإن بقاء الفطر يتوقف ، في غياب الغائل ، على كمية الجراثيم الكلاميدية الموجودة في التربة. تكون الجراثيم البازيدية أقل تحملاً للظروف غير المناسبة ،

وهى سريعة الإنبات بمجرد سقوطها في التربة. وبشكل عام فإن معظم الفطريات الرمية تستطيع أن تبقى لمدة طويلة على شكل سكلوروشيات أو رايزومورفات أو أحبال ميسيليومية.

2- البقاء على حالة نشطة

يكون بقاء الفطر على حالة نشطة في التربة على صور متعددة منها:

أ- قد ينمو على سطح الجذر ويسمى Rhizoplane أو ينمو في المجال الجذري في التربة ، ويسمى رايزوسفير ، خاصة في المجال الجذري للنباتات غير القابلة للإصابة ، أو قد يسبب إصابات موضعية أو محدودو على جذور نباتات أخرى مثل الحشائش أو المحاصيل الأخرى.

ب- يمكن أن ينمو الفطر على البقايا النباتية ، سواء سبق تطفله على هذه البقايا أم لم يسبق. فالفطريات التي لا تستطيع أن تعيش رمية في التربة إلا على بقايا نباتات العائل الذي سبق إصابته بها ، هذه الفطريات تسمى ، فطريات ساكنات جذور Root inhabiting fungi ، مثل فطر سيفالوسبوريوم. أما الفطريات التي تنمو على البقايا النباتية الميتة ، والعضوية بصفة عامة تسمى فطريات ساكنات التربة Soil habiting fungi ، مثل الفطر رايزوكتونيا وبثيم.

يوصف هذا النوع من الفطريات بأنه ذو سلوك ترمي Saprophytic behavior . هناك شكلان من أشكال السلوك الترمي في التربة ، الأول يسمى إستيطان ترمي في التربة ، والثاني إستيطان ترمي في الأنسجة النباتية الميتة في التربة.

ب- البقاء الترمي في أنسجة العائل الميتة في التربة:

لكي يكون الفطر الممرض قادراً على أن يعيش مترمماً في التربة ، يجب أن يتمتع بدرجة عالية من قدرة التنافس الرمي ، حتى يستطيع أن ينافس الفطريات كاملة الترمم في التربة. يقتصر التنافس الرمي للفطريات المسببة للأمراض عادة على الفطريات بدائية التطفل Primary parasite بعكس الفطريات متخصصة التطفل Specific parasite ، وهذه عادة لا تستطيع أن تعيش في تنافس رمي ، ولن تبقى في التربة على شكل تركيبات ساكنة.

يتوقف نجاح الطفيل في الإستيطان الرمي للأنسجة النباتية على قدرته الذاتية في تحليل الوسط الغذائي الذي ينمو عليه ، فمثلاً الفطر الذي لا يستطيع أن يفرز إنزيمات السليلوليز لا يدخل في منافسة رمية الأستيطان وسط يتكون من السليلوز. وكذلك تتوقف المنافسة الرمية بين الفطريات على الظروف

البيئية وظروف التربة. وإذا كانت التربة غير مؤثرة على أحد المتنافسين ، فإن الأخير (لايفرز أنزيم السليلوليز) لا يدخل في تنافس رمى مع غيره.

ج- البقاء الترمي في الأنسجة النباتية المصابة:

عندما يعيش فطر ممرض على أنسجة عائله بعد موته ، فإنه في الواقع يعيش على بقايا نباتية أستنفذ جانب كبير من محتواها الغذائي ، وعلى ذلك فإن فترة بقائه تتوقف على مقدار ما تحتويه هذه الأنسجة من مادة غذائية ، ويتوقف طول هذه الفترة على سرعة أستنفاد المادة الغذائية.

إن العوامل التي تساعد على سرعة أستنفاد المادة الغذائية ، تسبب قصراً في مدة بقاء الفطر في الأنسجة. وأهم هذه العوامل ، التهوية الجيدة والحرارة الدافئة والرطوبة المناسبة وهناك عامل آخر أضافه العالم Garrt ، وهو مقدار كمية النيتروجين في النسيج النباتي أو في التربة. إذا إنه من المفروض أن النيتروجين الذائب في التربة يشجع نمو الأنسجة النباتية ويدخل ضمن محتوياتها. كذلك وجد أن ارتفاع نسبة النتروجين يطيل فترة بقاء الفطر ، إلا أن هناك أستثناءات لهذه القاعدة منها:

1- بالنسبة للفطريات التي تقل فترة بقائها بزيادة النيتروجين ، يمكن تفسير ذلك بأن احتياجات هذه الفطريات من النيتروجين تكون قليلة ، نظراً لضعف قدرتها على تحليل السليلوز ، أو أن هذه الفطريات تستعمل النيتروجين بطريقة إقتصادية ، بحيث تكون عندها المقدرة على تحويل هذا النيتروجين من الهيفات كبيرة السن على الهيفات النامية صغيرة السن ، وهذا يجعل هذه الفطريات أقل احتياجاً للنيتروجين الخارجى.

2- هناك بعض الفطريات تقل فترة بقائها كثيراً بزيادة النيتروجين ، وقد يكون ذلك إما لأن هذه الفطريات تحلل السليلوز بسرعة وبنسبة عالية بالنسبة اما يتطلبه من النيتروجين ، مما يجعلها أقل اعتماداً على مصادر النيتروجين الخارجية ، أو أن إضافة النيتروجين أو إرتفاع نسبة النيتروجين تشجع نمو الكائنات الرمية الأخرى المنافسة (أو المضادة) ، مما يسبب القضاء على هذا النوع من الفطريات.

ثالثاً التضاد Antagonism

يقصد بالتضاد جميع أنواع العلاقات التي يكون فيها كائن حى يعانى من كائن حى آخر. ومن هذه العلاقات:

1- التضاد الحيوي Antibiosis

يمكن تعريف التضاد الحيوي ، بأنه مقدرة كائن حي على إفراز مادة أو أكثر من المواد الأيضية تؤثر تأثيراً ضاراً على واحد أو أكثر من الكائنات الأخرى. لا يقتصر التضاد الحيوي على الكائنات الدقيقة بل أن بعض النباتات تفرز جذورها مواد مضادة ، بحيث تؤثر على طبيعة الكائنات الدقيقة التي تنمو في المجال الجذري.

هناك أصناف من النباتات تكون مقاومة للإصابة بالمرض ، وذلك لأن جذورها تفرز مواد مضادة تؤثر على الكائنات الممرضة ، ومن الأمثلة على ذلك ، وجد أن نباتات الكتان تقاوم الإصابة بمرض الذبول نتيجة الاختلاف في ميكوفلورا المجال الجذري ، وهذا الاختلاف ينشأ بالتالي نتيجة لإفراز الجذر لحمض الهيدروسيانيك.

من المعروف أن المضادات الحيوية المكتشفة حتى الآن (1997) ، منها 95% ناتج عن كائنات دقيقة معزولة أصلاً من التربة. لقد درس تأثير هذه المضادات الحيوية في المعمل على أطباق بترى أو في تربة معقمة أو متعادلة بصورة أو أخرى. لقد أعترض كثير من الباحثين على أن المضادات الحيوية تفرز في التربة غير المعقمة ، أو أن يكون لها دور في التفاعلات الميكروبية في التربة غير المعقمة. تدل بعض الأبحاث على أن المضادات الحيوية لا يظهر لها أثر في التربة غير المعقمة ، إما لتحللها بإنزيمات الكائنات الدقيقة كما في حالة مادة Penicillen ، أو لادمصاصها على سطح حبيبات التربة كما في حالة الستربتومايسين أو لتأثرها بالرقم الهيدروجيني pH في التربة. فمن المعروف أن كلاً من الفريدين ، والكلورومايسين متعادل ، والستربتومايسين قاعدي ، وهذا يدل على أن التربة لا تكون دائماً مناسبة للمضادات الحيوية، أو يمكن أن يقف عمل المضادات الحيوية أو تأثيرها نتيجة لتفاعلات كيميائية غير معروفة.

يرى العالم (Garret, 1965) أن كل العوامل المذكورة سابقاً لا تعني أن المضادات الحيوية ليس لها دور في تفاعل الكائنات الدقيقة في التربة ، هذا التفاعل يجب أن لا نتخلية بالصورة التي يظهر بها على أطباق بترى أو في التربة المعقمة ، بل يجب أن يكون تصور تأثيره في حدود ميكروبات قليلة ، وأن يكون فعله إخلاء الوسط الغذائي الضيق المساحة من الكائنات الدقيقة المنافسة ، ويجب أن ينظر إلى المضادات الحيوية بأنها مواد عضوية متحولة ، وعلى هذا الأساس فإن ادمصاصها في التربة يساعد على حفظها من التحول لفترة أطول ، وبالتالي يكون ذلك لمصلحة الكائن الدقيق.

النتيجة مما سبق ، أن بعض الكائنات الدقيقة في التربة وجذور النباتات تفرز مواد مضادة. وجد أن التربة غير المعقمة توقف إنبات جراثيم بعض الفطريات ، ولكن وجد أن هذه الظاهرة يمكن تخطيتها أو التغلب عليها بإضافة مادة الغلوكوز بنسبة 0.1% ، وكانت هذه أول إشارة إلى سمية التربة. ولقد أكدت تجارب كثيرة أن التربة تمنع إنبات جراثيم الفطر إلا في وجود منبة ، هذا المنبة إما أن يكون في صورة مادة غذائية أو إفراز جذرى أو في صورة بقايا نباتية ، هذه المادة المنبهة لا يقتصر دورها على كونها مادة غذائية إذ أنها تقوم بدورها حتى بتركيزات منخفضة جداً. من هنا نحصل على نتيجة أن التربة فيها سمية توقف إنبات الجراثيم الفطرية ، ويمكن التغلب على هذه السمية بإضافة مادة غذائية أو مادة منبهة.

أعترض علماء كثيرون على هذا التعليل لتفسير عدم إنبات جراثيم الفطريات في التربة ، وقد ذهب بعض العلماء إلى قول بأن عدم إنبات الجراثيم لا يعدو أن يكون نتيجة لنمو بعض الكائنات الدقيقة على المادة الغذائية الموجودة على سطح الجرثومة الحية ، وشبه ذلك بالكائنات الدقيقة التي تنمو على سطح الجذر ، هذه الكائنات الدقيقة تمنع إنبات الجرثومة إلا بعد إضافة مادة غذائية منبهة. وقد أعترض بعض العلماء على سمية التربة اعتماداً على الأسس الآتية:

- 1- لم يستطع أحد التأكد من وجود مادة سامة في التربة عن طريق الفصل.
- 2- طرق البحث المستعملة ، منها وضع الجراثيم في أكياس السلوفان أو على الآجار تشجع نمو الكائنات الدقيقة المضادة.
- 3- المضادات الحيوية بصفة عامة مواد متحولة ، وبالتالي لا تتجمع في التربة ولا تسبب سمية فيها.

II: التطفل الفطري Hyperparasitism = Mycoparasitism

مقدمة

عندما يتطفل فطر على فطر آخر فإن هذه الظاهرة تسمى التطفل الفطري *Mycoparasite* . أول من اكتشف هذه الظاهرة هو العالم (Weindling , 1932) عندما لاحظ أن الفطر *Trichoderma lignorum* ، يمكن أن يتطفل على عدد من الفطريات الكامنة في التربة في المعمل ، وأقترح أنه من الممكن مقاومة بعض الفطريات الممرضة في التربة ، عن طريق تزويد التربة بمقدار كبير من هذا المتطفل. وبالتالي فإنه فكرة المقاومة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية بواسطة التطفل الفطري ولدت في تلك الفترة. في السنوات اللاحقة لهذا التاريخ حوالى 66 سنة ، حدثت فيها دراسة وأبحاث كثيرة على هذا الموضوع ، ولكن التطبيق العملي في الحقل لهذه الظاهرة لا يزال بأعداد قليلة وليس بالكثرة الملاحظة في التجارب المعملية.

هناك عدة طرق بواسطتها يهاجم المتطفل الفطري تركيبات الفطر الآخر منها:

1- اختراق الهيفا مباشرة:

يمكن للفطر المتطفل أن يخترق هيفا الفطر العائل وينمو داخل هذه الهيفا ، كما يحدث للفطر *R. solani* مع كثير من الفطريات الطحلبية *Phycomycete* والفطر *Didymella exitialis* في الفطر مسبب المرض الماحق في القمح *G. graninis tritici* و *Mycena citricolor* في الفطر *Mucor* ، وبالتالي يتغذى الفطر المتطفل على محتويات عائله (الفطر المتطفل عليه) ويقضي عليه.

2- التفاف هيفا المتطفل حول ميسيليوم الفطر العائل:

يمكن أن تلتف هيفات الفطر المتطفل حول ميسيليوم الفطر العائل ، في بعض الحالات يحدث اختراق لهيفات الفطر المتطفل عليه وأحياناً لا يحدث إختراق. هذا يحدث مع الفطر *Trichoderma viride* ، في هذه الحالة فإن الفطر المتطفل يفرز إنزيمات تهضم الميسيليوم في الفطر المتطفل عليه، أو أن الفطر المتطفل يمكن أن يفرز مواد مضادة يمكن أن تثبط نمو الفطر المتطفل عليه أو تسبب له تحللاً داخلياً. أو أن الفطر المتطفل يطلق أحماضاً أمينية تثبط نمو الفطر المتطفل عليه كما في *Didymella exitialis* . أحياناً يكون الفطر المتطفل عضو التصاق ، ثم يكون ممصاً *haustoria* في هيفا الفطر المتطفل عليه.

هناك أمثلة كثيرة من الفطريات التي تتطفل على الكائنات الممرضة النباتية ، قليل من هذه الأجناس درس دراسة وافية بهدف أستعماله في المقاومة الحيوية ، إلا أن أستعمال هذه المتطفلات في المقاومة الحيوية العملية قليل نسبياً وذلك لأسباب الآتية:

- 1- هناك صعوبة اقتصادية في أستعمال المتطفلات الفطرية في المقاومة الحيوية ، وذلك بسبب إرتفاع تكاليف تحضير اللقاح وتكاليف إضافته إلى تربة الحقل.
- 2- إنخفاض نسبة نجاح المقاومة الحيوية للمرض في حالة ملائمة الظروف البيئية للكائن الممرض وعدم مناسبتها للطفيل.

- 3- قلة معرفة الظروف البيئية اللازمة حين إستعمال المتطفل الفطرى وصعوبة تحديد الهدف من استعمال هذا المتطفل.
- 4- قلة المعرفة العملية بظروف مسبب المرض ومدى ملاءمتها للفطر الذى يتطفل عليه.
- 5- استمرار التغيرات الحيوية في التربة وكثرة العوامل التي تتحكم بها.