الفطريات والخمائر المستعملة فى مكافحة الأمراض

يُعرف عديد من الأنواع الفطرية التى تستخدم فى مكافحة الأمراض النباتية، كما يُستعمل بعضها فى مكافحة النيماتودا والحشرات؛ الأمر الذى نناقشه تحت هذين الموضوعين.

الميكوريزا

أهمية الميكوريزا

عرفت فائدة بعض فطريات الميكوريزا mycorrhizae التابعة للجنس *Trichoderma* فى مجال المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية منذ عشرينيات القرن العشرين ولقد كان الاعتقاد السائد – حتى وقت قريب – أنها تعمل – أساسًا – من خلال قدرتها على التطفل على الفطريات mycorparasitism، والتضادية الحيوية antibiosis، وقدرتها التنافسية competition على مصادر الغذاء والحيز المكانى، إلا أن التقدمات الحديثة أظهرت – كذلك – أهمية الترايكودرما فى حث تطوير كلاً من المقاومة الجهازية والموضعية.

وتظهر أهمية الميكوريزا فى مكافحة أمراض الجذور من الأمثلة التالية (عن Palti ١٩٨١، و White ١٩٨٧).

المحصول	المسبب المرضى	تأثير الميكوريزا
الفراولة	*Cylindrocarpon destructans*	تقليل الإصابة كثيرًا
الطماطم	*Fusarium oxysporum*	يقل التقزم وتقل الإصابة
	Meloidogyne incognita	تقل أعداد النيماتودا
الخيار	*Fusarium oxysporum*	يقل التقزم وتقل الإصابة
	Meloidogyne incognita	تقل أعداد النيماتودا ويزداد النمو النباتى
البصل	*Pyrenochaeta terrestris*	تقل الإصابة
الجزر	*Meloidogyne hapla*	تقل الإصابة

هذا.. وربما تحدث الحماية لجذور النباتات من الإصابة بالمسببات المرضية بسبب وجود الغطاء الكثيف لفطريات الميكوريزا التى تحيط بالجذور وتشكل عائقًا فيزيائيًّا أمام الإصابات المرضية. ولا تتوفر هذه الحماية إلا فى أجزاء الجذور التى تكون على صلة بفطر الميكوريزا.

ومن المعروف أن فطريات الميكوريزا تغير من فسيولوجيا النبات؛ فالجذور التى تتصل بها تكون أكثر (لجننة) من الجذور غير المتصلة بها، وربما يكون لذلك صلة مباشرة بتقليل حدوث الإصابات المرضية.

وتحتوى النباتات على إنزيمات شيتينية Chitionlytic Enzymes تقوم بتحليل الـ Arbuscules المسنة. ويمكن أن تكون هذه الإنزيمات مؤثرة على الفطريات الممرضة كذلك.

ويكون للتغيرات فى فسيولوجيا الجذور المتصلة بفطريات الميكوريزا تأثيرات أخرى على الكائنات الممرضة؛ فمثلاً.. يزداد الأرجنين الذى يقلل من تجرثم الفطر *Thielaviopsis basicola*، كما يزداد تركيز السكريات المختزلة التى قد تثبط نمو الفطر *Pyrenochaeta terrestris*.

كما أن تواجد فطريات الميكوريزا يؤدى إلى زيادة فى النمو النباتى؛ الأمر الذى يزيد من مقاومة النباتات للإصابات المرضية (عن Miller وآخرين ١٩٨٦).

تستعمر فطريات الميكوريزا خلايا البشرة والطبقات الخارجية من القشرة فى الجذور، وتفرز جزيئات كيميائية تتسبب فى إحاطة ميسيليوم الترايكودرما المتقدم بجدر عازلة. وإلى جانب إرسال الميكوديرما لإشارة البدء فى حث تطوير المقاومة الجهازية فإنها تُسهم — بشدة — فى زيادة معدل النمو وامتصاص العناصر.

وتفرز فطريات الترايكودرما خليطًا من الإنزيمات المضادة للفطريات تتضمن: β-1,3-glucanases، ولهذه الإنزيمات خاصية تداؤبية synergistic مع بعضها البعض، ومع مواد أخرى (Harman ٢٠٠٦).

وتفيد المعاملة بالـ arbuscular mycorrhizal fungi (فطريات الميكوريزا) فى

الوقاية من العديد من المسببات المرضية، كتلك التى تتبع الأجناس.

Phytophthora	*Gauemannomyces*
Fusarium	*Chalara (Thielaviopsis)*
Pythium	*Rhizoctonia*
Sclerotium	*Verticillium*
Aphanomyces	

هذا.. إلا أن تلك الحماية لا تكون ضد جميع المسببات المرضية الفطرية، كما أن مستوى الحماية التى توفرها الميكوريزا يختلف باختلاف كل من نوع الميكوريزا المستعمل والنوع النباتى المُعامل بها.

ولا تقتصر الحماية التى توفرها الميكوريزا على الأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة وتحدث الإصابة بها عن طريق الجذور، بل تتعداها – أحيانًا – إلى تلك التى تصيب النموات الخضرية كذلك.

كما أن الميكوريزا يمكن أن تغير من شدة قابلية النباتات للإصابات الحشرية، حيث تؤثر فى قدرتها على التغذية والتكاثر على النبات العائل وخاصة الحشرات القارضة (Harrier & Watson ٢٠٠٣).

تعد السلالة T-22 من *Trichoderma harzianum* من أكثر سلالات الترايكودرما استعمالاً فى المكافحة الحيوية، وكانت قد أنتجت بطريقة دمج البروتوبلاست؛ بهدف الحصول على سلالة على درجة عالية من القدرة على المنافسة فى المحيط الجذرى rhizosphere، مع قدرة عالية – أيضًا – على المنافسة مع البكتيريا التى تعرف باسم spermosphere bacteria. وكانت السلالتان اللتان أدمجتا من *T. harzianum* هما السلالة T-95، وهى طفرة ذات قدرة عالية على المنافسة فى المحيط الجذرى كانت قد أنتجت فى كولومبيا من سلالة عزلت من تربة مثبطة للرايزكتونيا، والسلالة T-12، وهى التى كانت بدورها أكثر قدرة على المنافسة مع الـ spermosphere bacteria عن T-95 تحت ظروف نقص الحديد، وكانت كلتاهما قويتين فى المكافحة الحيوية.

وعلى الرغم من ظهور سلالات كانت أكثر قدرة على التنافس فى المحيط الجذرى أو أكثر قدرة على التنافس مع الـ spermosphere bacteria، فإن السلالة T-22 كانت أكثرها فاعلية وجمعت الخاصيتين معًا (Harman ٢٠٠٠).

وفيما يلى قائمة بمسببات الأمراض التى أمكن مكافحتها باستخدام الميكوريزا (عن Sharma وآخرين ٢٠٠٤):

المحصول	المسببات المرضية
البطاطس	*Rhizoctonia solani*
البسلة	*Aphanomyces euteiches*
البصل	*Sclerotium cepivorum*
	F. oxysporum f. sp. *cepa*
الطماطم	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*
	F. oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici*
	Phytophthora nicotianae f. sp. *parasitica*
	Phytophthora parasitica
الأسبرجس	*F. oxysporum* f. sp. *asparagi*
	Pyrenochaeta terrestris
الطماطم	*Pyrenochaeta lycopersici*
	Pythium aphanidermatum
الفلفل الحار	*Sclerotium rolfsii*
الطماطم	*Rhizoctonia solani*

ويعطى المرجع (Sharma وآخرون ٢٠٠٤) تفاصيل استخدام الميكوريزا فى المكافحة البيولوجية لأمراض الخضر.

أنواع الميكوريزا الهامة وتحضيراتها التجارية

يُعد الجنس *Trichoderma* من أهم أنواع الميكوريزا.

ومن أهم أنواع الترايكودرما *Trichoderma* المستخدمة فى المكافحة الحيوية، ما يلى:

T. harzianum

T. virens (*Gliocladium virens:* سابقًا)

T. lignorum

T. atroviride

T. polysporum

وإلى جانب تأثيرها فى المكافحة، فإن الترايكودرما تنشط النمو النباتى، وخاصة تحت ظروف الشدِّ البيئى. تستعمر الترايكودرما جذور النباتات وتستحث استجابات دفاعية بالنباتات.

وهى لا تفيد – فقط – فى مكافحة بعض أمراض الجذور والدرنات، مثل الـ *Pythium* والـ *Fusarium* والـ *Rhizoctonia*، وإنما تفيد – كذلك – فى مكافحة بعض أمراض النموات الهوائية عند استعمالها رشًّا على الأوراق.

ومن بين التحضيرات التجارية للترايكودرما، ما يلى:

BTO-TAM

Plant Shield

Root Shield

SoilGard

T-22

Tenet

(Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

ويدخل *Trichoderma viride* فى تركيب عديد من المستحضرات التجارية

المستخدمة فى مكافحة أمراض الخضر، ومنها المنتجات: Antagon Combi، وAntagon TV، و Trichogaurd، و Niprot، و Bioderma، كما يدخل *T. viride* مع الفطر *Paceilomyces* sp. فى تركيب المستحضر التجارى Tridhodex XP. وجميع هذه التحضيرات منتجات هندية (Sharma وآخرون ٢٠٠٤).

آليات فعل الميكوريزا

أدت معاملة بذور الفلفل قبل زراعتها بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى حث تكوين مقاومة جهازية فى النبات وفرت له حماية جزئية من الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici*، وكان ذلك مصاحبًا – فى الوقت ذاته – بزيادة فى تركيز الفيتوألاكسين كابسيديول Capsidiol بلغت – بعد ستة أيام من العدوى بفطر الفيتوفثورا – سبعة أضعاف تركيزه فى النباتات غير المعاملة بالميكوريزا ومحقونة بالفيتوفثورا (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

وتستحث الميكوريزا المقاومة الجهازية فى النباتات.. من خلال مسارات تتضمن حامض الجاسمونك والإثيلين. ولقد وجد أن السلالة T203 من *Trichoderma asperellum* تنظم تعبير الجينات الخاصة بمسارى حامض الجاسمونك والإثيلين أثناء حث المقاومة الجهازية المكتسبة فى نباتات الخيار. كذلك فإن نباتات الخيار التى حقنت بالميكوريزا ثم البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* أظهرت تعبيرًا أكبر للجينات التى تشفر لكل من الـ β-1,3-glucanase، والـ peroxidase مقارنة بالكنترول (Shoresh وآخرون ٢٠٠٥).

الفطر *Coniothyrium minitans*

يُفيد الفطر *Coniothyrium minitans* فى مكافحة الفطرين: *Sclerotinia sclerotiorum*، و *Sclerotinia minor*.

تُعد تحضيرات الفطر التجارية من جراثيمه الكونيدية؛ حيث تجفف وتخلط بالجلوكوز. وعند استعماله يخلط التحضير بالماء ويرش على سطح التربة.

يعمل الفطر *C. minitans* من خلال قتله الأجسام الحجرية للفطرين المرضين.

ومن أهم تحضيراته التجارية Contans WG (Caldwell وآخرون ٢٠١٣).

الخمائر

نجحت المعاملة ببعض أنواع الخمائر فى مكافحة بعض أمراض الخضر، كما يتبين من الأمثلة التالية:

• أمكن الحصول على نتائج جيدة عند محاولة مكافحة اثنين من الفطريات المسببة لمرض العفن الجاف الفيوزارى فى البطاطس – هما: *F. sambucinum* (= *Gibberella pulicaris*)، و *F. solani* var. *corulem* – باستعمال عدة سلالات من الخميرة، ولكن البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أعطت نتائج إيجابية (Schisler وآخرون ١٩٩٥). كذلك أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* بواسطة البكتيريا *P. cepacia* (سلالة B37w) فى بيئة صناعية (Burkhead وآخرون ١٩٩٤).

• أحدثت المعاملة ببعض العزلات من الخمائر *Rhodotorula glutinis*، و *Cryptococcus albidus* إلى مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* فى الفاصوليا (Elad وآخرون ١٩٩٤).

• أدى رش نباتات الخيار ثلاث مرات على فترات أسبوعية بمعلق لبعض طفرات الخميرة *Tilletiopsis washingtonensis* إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، وقد ظهرت هيفات *S. fuliginea* وهى منكمشة ومنهارة فى النباتات المعاملة بالخميرة (AbdEl-Hafiz ١٩٩٩).

استخدام الإنزيمات الشيتينية فى مكافحة الأمراض الفطرية

يُعاب على مختلف المنتجات الميكروبية المستخدمة فى المكافحة الحيوية لشتى المسببات المرضية قِصَر فترة حيويتها ونتائجها غير الثابتة تحت ظروف الحقل. ومن أهم الآليات التى تعمل بها تلك الميكروبات فى مكافحة الفطريات التنافس على المكان والغذاء، وإنتاج مواد أيضية مضادة للفطريات، وإفراز إنزيمات محللة مثل الـ chitinases والـ glucanases.