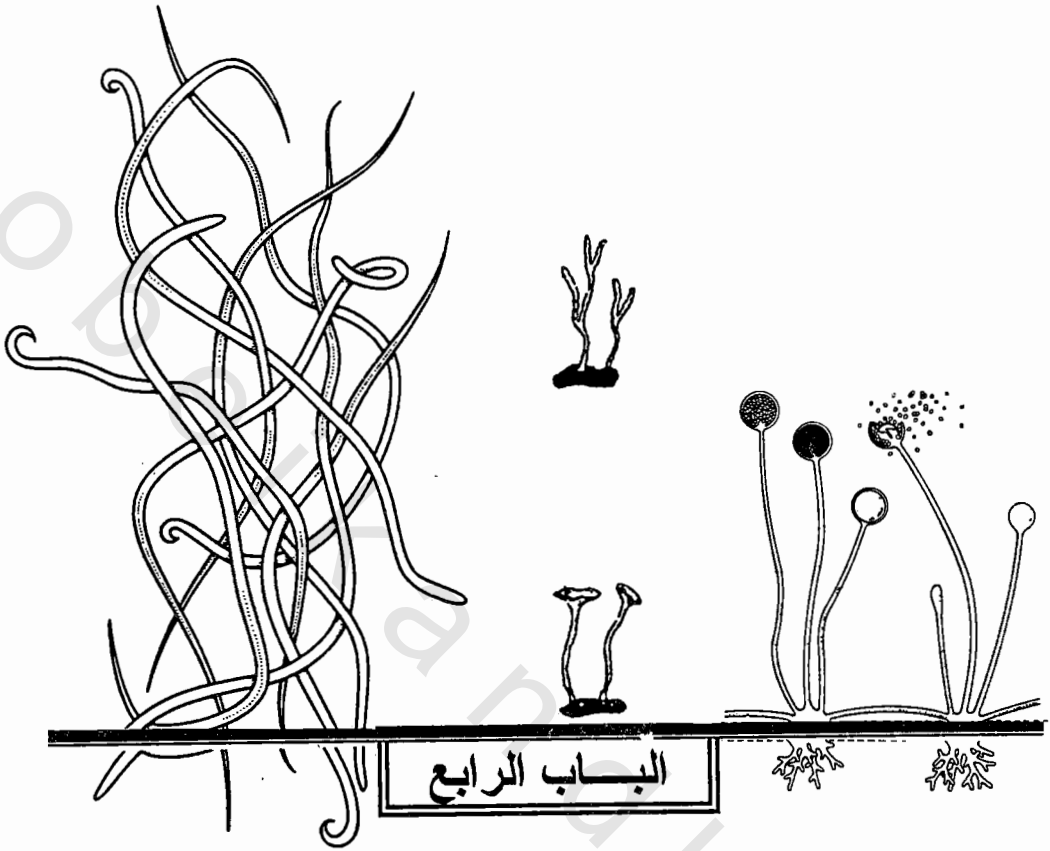


الباب الرابع

الممرضات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية للحشائش

Pathogens Used For Biological Control of Weeds

يتناول الباب الممرضات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية للحشائش ويستعرض بإيجاز شديد لأهمها وهى النيماتودا مع بعض الإسهاب للممرضات الفطرية. حيث يتعرض لمجاميع الفطريات وإكثارها والإتزان بين الممرض الفطرى والحشيشة ثم أهمية الممرضات الفطرية فى برامج المكافحة وأساليب تطبيقها مع الإشارة إلى إستخدام البيوتكنولوجى فى إستخدام الممرضات المحلية وكيفية إدارة تلك الممرضات.

obeikandl.com

الممرضات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية للحشائش

Pathogens used for biological control of weeds

أولاً : مقدمة Introduction

من الأمثلة الكلاسيكية للممرضات النباتية الهامة مرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس potato late bright ومرض الإلم الهولندى Dutch elm disease ومرض اللفحة الكستنائى chestnut blight وصدأ البن. وهى نماذج لممرضات فطرية مدمرة. ومع ذلك قدرة تلك الممرضات على قتل أعداد كبيرة من النباتات وحفظ العشائر النباتية تحت الضبط على أسس دائمة ليست واضحة أو مقبولة. ومن الشائع مشاهدة ممرضات متنوعة بإنتظام على أنواع النباتات المختلفة ومن بينها نباتات المحاصيل وبين الحين والآخر تظهر مستويات مؤثرة لهذه الممرضات. وهذه الحالة شائعة تحت ظروف الزراعة الموسعة لنوع نباتى واحد monoculture وهى ظروف تشجع كلاً من زيادة الممرض النباتى وإنتخاب سلالات جديدة منه أكثر قوة. وقد تؤثر تلك الممرضات بشدة فى إنتاج الفاكهة وثمار المحاصيل والخبوب ولكن يندر أن نشاهد ممرض نباتى سبب موت معنوى للنباتات القائمة رغم أنه يؤثر على إنتاج تلك النباتات. وفيما يخص الممرضات النباتية المستخدمة فى المكافحة البيولوجية للحشائش تركز الإهتمام فى الممرضات النيماتودية والفطرية. وإنصب معظم الجهود على الفطريات.

ثانياً : النيماتودا Nematoda

يوجد عدد من أنواع النيماتودا الممرضة فى مجموعة Tylenchia خاصة الأنواع التى تنتمى إلى عائلة Anguinidae. تحدث هذه النيماتودا أوراماً فى عدد من أنواع الحشائش وبعض أنواع تلك النيماتودا مقاومة للجفاف وهى صفة هامة لبقاء وحياة النوع الممرض. إستخدم عدد من أنواع النيماتودا فى المكافحة

البيولوجية للحشائش عن طريق الإكثار augmentation. من أمثلة تلك الأنواع النيماتودا *Subanguina picridis* التى إستخدمت فى أستراليا لمكافحة الحشيشة الأجنبية المنشأ *Centaurea diffusa* .

ثالثاً : الممرضات الفطرية Fungal pathogens

١ - عناصر المكافحة البيولوجية Biological control agents

توجد الفطريات ذات الأهمية فى المكافحة البيولوجية تحت الأقسام الآتية :

أ - Ascomycotina

لم تستخدم الأشكال الأسكية المكونة للجراثيم ascospore forms كعناصر للمكافحة البيولوجية. ومع ذلك أجريت محاولات لإستخدام بعض أنواع الفطريات الناقصة فى الأجناس *Fusarium* و *Colletotrichum* كمبيدات فطرية للحشائش mycoherbicides. ونظراً لأن الأنواع الأخرى التابعة لهذه الأجناس وجدت فى الـ Ascomycotina لذا فإنه من المحتمل أن جميع الأفراد التابعة لهذه الأجناس تقع أيضاً تحت الـ Ascomycotina .

ب - الـ Basidiomycotina

تحت القسم هذا يقسم إلى ثلاثة صفوف classes وهى :

١- صف الـ Holobasidiomycetes وتشمل عيش الغراب والأنواع القريبة. معظم أفراد الصف فطريات مترممة. لذا معظم الأنواع غير هامة كعناصر للمكافحة البيولوجية للحشائش رغم وجود بعض الإستثناءات.

٢- صف Phragmobasidiomycetes ويشمل الصف بعض الأنواع التابعة للجنس *Septobasidiales* وهى فطريات ممرضة للحشرات القشرية. والأنواع بصفة عامة غير مهمة كممرضات للحشائش.

٣- صف الـ Teliomycetes يشمل الصف رتبتان كبيرتان متباعدتان هما رتبة الأصداء ورتبة السناج وكل منهما مهمة فى المكافحة البيولوجية للحشائش حيث إستخدم عدد من أنواعها فى مكافحة الحشائش الأجنبية.

الأصداء التابعة لرتبة Uredinales ممرضات متخصصة جداً على النباتات الوعائية. والأصداء هى طفيليات إجبارية لذا لا يمكن تنميتها على بيئات غذائية. ويجب أن يتم التلقيح inoculation فى العائل النباتى. وأحد أنماط الجراثيم المختلفة التى تنتج بواسطة المجموعة ما تسمى بالجراثيم اليوريدية urediniospores. وهى أصداء ملونة سهلة التوزيع بالهواء. هذه الأصداء عالية التخصص فى علاقاتها بعوائلها وهو أحد شروط إدخال عناصر المكافحة البيولوجية للحشائش الأجنبية. وثلاث من خمس حالات لإدخالات ناجحة للفطريات ضد الحشائش الأجنبية فى قائمة Julien تتضمن أصداء. وكان أكثر الأصداء أهمية النوع *Puccinia chondrillina* الذى إستخدم لمكافحة الحشيشة الهيكلية skeleton weed (*Chondrilla juncea*). الحشيشة الهيكلية حشيشة أجنبية الموطن تهاجم القمح *Tricticum aestivum* فى مناطق الأراضى الجافة فى أستراليا. يوجد من هذه الحشيشة ثلاثة أنماط وراثية (ذات الأوراق الضيقة - العريضة - المتوسط). ونمط الحشيشة ذات الأوراق الضيقة هو أكثر الأنماط وفرة وتم مكافحته بواسطة الصدأ *P. chondrillina* الذى تم إستيراده من إيطاليا. تلى ذلك إستيراد سلالة أخرى من الصدأ لمكافحة الحشيشة ذات الورق المتوسط. ويشكل المشروع أول إستخدام ناجح لإدخال ممرض نباتى لمكافحة حشيشة أجنبية كما شكل المشروع أول نجاح للمكافحة البيولوجية لحشيشة محصول حولى. تلى ذلك إستخدام أنواع أخرى من الصدأ *Puccinia* فى برامج إكثار المكافحة البيولوجية.

الرتبة الثانية Ustigalinales التى تشمل السناج smuts مثل رتبة الأصداء فهى ممرضات إجبارية على النباتات الوعائية. كثير من فطريات الـ smuts تهاجم الأجهزة الوعائية لعوائلها النباتية وتعمل مثل هذه العدوى على إضعاف النبات وقد تضر بإنتاج البذور. جراثيم الفطريات قاتمة اللون سهلة الإنتشار بالهواء. تظهر الـ smuts كما فى الأصداء قدراً كبيراً من التخصص العائلى وهى مرشحات جديدة

كعناصر للمكافحة البيولوجية للحشائش. من أمثلة التطبيق إدخال ممرض الـ smut الأبيض (*Entyloma ageratinae*) إلى هاواى وأمكن بواسطته مكافحة حشيشة الضباب *Ageratina riparia*.

جـ - الـ Deuteromycotina

لا يمكن تقسيم الفطريات لأن الأشكال الجنسية للأنواع التابعة لها غير معروفة. وللتبسيط - تقسم الأنواع مورفولويجاً إلى صفين هما الـ Hyphomycetes والـ Coelomycetes .. تنمو معظم الأنواع بسهولة على بيئات الزرع وبعض الأنواع إستخدمت كمبيدات فطرية للحشائش mycoherbicides كما تم إدخال بعض الأنواع إلى أماكن جديدة للمكافحة البيولوجية كما فى بعض فطريات الصدأ. على سبيل المثال - أدخل الفطر *Colletotrichum gloesporiodes* f.sp. *clidemiae* (Coelomycetes) إلى هاواى لمكافحة حشيشة *Clidemia hirta* بينما تم إكثار الفطر *C.g.f.* sp. *aeschynomene* كمبيد فطرى للحشائش فى أمريكا لمكافحة حشيشة *Aeschynomene virginica* فى حقول الأرز وفول الصويا. يتم التكاثر فى الفطريات الناقصة بواسطة الجراثيم اللا جنسية التى يطلق عليها كونيديا. والكونيديات الخاصة بالـ Hyphomycetes تنتج حرة معرضة للهواء وعادة ما تنتشر بالهواء. تنتج الـ Coelomycetes كونيديات فى أجسام ثمرية يطلق عليها acervuli و pycnidia. وعادة ما تكون هذه الكونيديات لزجة تنتشر بواسطة الماء والحشرات. وبينما لا يحتاج بعض الأنواع إلى ظروف بيئية خاصة لبدء المرض ولكن قد يحتاج البعض الآخر لظروف بيئية خاصة جداً.

٢ - إكثار الممرضات الفطرية

Augmentation using pathogens

معظم المراجع الكثيرة المتاحة عن المبيدات الحشائشية البيولوجية bioherbicides تقريباً عن الفطريات ورغم ذلك هناك قليل من الإستخدام الفعلى لهذه الفطريات على المستوى التجارى أو الحقلى. ويستخدم علماء الحشائش فى الولايات المتحدة مصطلح المكافحة البيولوجية biocontrol فقط للإشارة إلى

إستخدام الممرضات مثل الفطريات القاتلة للحشائش mycoherbicides غافلين وجود المكافحة البيولوجية الكلاسيكية. ومع ذلك هناك فقط ثلاث فطريات قاتلة للحشائش سجلت وإستخدمت على المستوى التجرى :

١- الـ Devine الفطر المستخدم *Phytophthora palmivora* لمكافحة حشيشة *Morrenia odorata*.

٢- الـ Collego الفطر المستخدم *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene* لمكافحة حشيشة *Aeschynomene virginica*.

٣- الـ Biomall الفطر المستخدم *C.g.*f.sp. *malvae*.

جميع تلك المستحضرات تم سحبها من السوق لأسباب إقتصادية. وهناك ممرض فطرى *Cercospora rodmanii* مرشح أيضاً للتسجيل والإستخدام ضد حشيشة Eichornia *crassipes* ويوجد نحو ٣٥ مشروع جارى فى هذاالمجال. وهناك شركة يابانية طورب فى هذا المجال ثلاثة أنواع من الفطريات القاتلة للحشرات mycoherbicides ضد حشائش الأرز وينتظر أن تطرح فى المستقبل القريب على المستوى التجارى. ومازالت تجرى الأبحاث على كثير من الفطريات الممرضة للحشائش ولكن مشاكل الإنتاج الضخم والتجهيز formulation والتسويق التجارى commercialization المستمرة تحد من إنتشار تلك الممرضات وتمنع إستخدامها. عموماً لم يثبت بعد إمكانية إستخدام المبيدات الحيوية للحشائش bioherbicides كبدائل عملية وإقتصادية للمكافحة الكيماوية أو الميكانيكية.

٣ - الإتزان بين الممرض والعائل

The host-pathogen equilibrium

تمثل الأنظمة الطبيعية مظهراً للإتزان لتفاعل العشيرة بين العائل (الحشيشة) والطفيل (الفطر) والذى قد ينحرف قليلاً هنا وهناك تبعاً للظروف البيئية ولفصل النمو والتغير الوراثى فى مكونات العشيرة. وقد يشاهد دور الممرض (الفطر) فقط إذا أزيل هذا الممرض من البيئة أو إذا إزدادت العشيرة النباتية لمستوى عالى فيبدأ

ظهور الفطر فى صورة وبائية تعمل على عودة العشيرة لحالتها الاولى مرة احرى. وعادة ما يحافظ على عشائر نباتات المحاصيل الزراعيه صناعياً عند مستويات عالية حيث تكون عرضة لمثل تلك الأوبئة epidemics ما لم تتدخل مقاييس وقائية صناعية. تم دراسة دور الممرضات فى الأنظمة البيئية الطبيعية أو التى تدخل فيها الإنسان أو الأنظمة البيئية الزراعية وتشير النتائج إلى صعوبة ملاحظة التأثيرات الضابطة controlling effects للممرضات على العشائر النباتية ومن ضمنها الحشائش ولكن تشير النتائج فى نفس الوقت على عمومية وجودها. وحتى عندما يسبب الفطر الممرض نسبة موت هامة فإن تأثيراته يمكن أن تكون خفية وعادة ما تظهر تلك التأثيرات عند إتحاد تأثير الممرض الفطرى مع ضغوط بيئية أخرى. فتأثير الفقد فى الإزهار والثمار على سبيل المثال فى حالة *Senecio vulgaris* عند عدوى هذه الحشيشة بالفطر *Erysphe fischeri* يكون غير واضح ما لم يعرف ديناميكية إنتاج البذور فى نوع الحشيشة تحت الدراسة. وتأثير إصابة المجموع الخضرى بممرض فطرى قد يعمل على خفض نمو المجموع الجدرى أو بطريقة أخرى قد يؤثر على كميه الماء التى يأخذها النبات من التربة وهو تأثير قد لا يظهر عندما يتعرض النبات أو يقع تحت ضغط بيئى مثل جفاف الصيف فيذبل ويموت. كما قد لا يظهر بوضوح الخفض فى النمو الرأسى أو مساحة سطح أوراق حشيشة *Dichanthium annulatum* عند إصابته بالممرض الفطرى *Sphacelotheca annulata* إلا عندما تتعرض الحشيشة إلى تنافس مع نوع آخر من الحشائش فتذبل وتموت.

مما سبق يتضح صعوبة إدراك الدور الحقيقى الذى يلعبه الممرض فى ديناميكية عشائر الحشائش وأفضل برهان على ذلك هو ظهور دور الممرض عند الإضرار بالإتزان الإيكولوجى ecological equilibrium والأمثلة الكلاسيكية الذى ذكرت سابقاً دليل على ذلك. وأحد الأمثلة المشهورة فى المكافحة البيولوجية للحشائش أمكن ملاحظته فى الحشيشة الأوروبية *Chondrilla juncea* التى دخلت دون ممرضها فى أستراليا حيث إزدادت عشائرها أكثر كثيراً مما فى مستوياتها الطبيعية فى موطنها الأصلى. وعندما إستوردت سلالة الصدأ *Puccinia chondrillina* فى

عام ١٩٧١ من اوروبا احدثت اوبئة عملت على خفض تدريجى فى كثافة عشائر الحشيشة وصلت إلى ما يقرب من ١ إلى ٨٠ % من قيم عشائرها السابقة والتى وصلت إلى المستويات الأوروبية. وفى الوقت الحاضر تأثير الفطر الممرض ليس واضحاً أو يلفت النظر وبعض المزارعين يشكون فى إمكانية تأثير الفطر وذلك لانهم لم يعوا الى عشائر الحشيشة فى الفترة قبل دخول الفطر الممرض.

٤ - أهمية الممرضات فى المكافحة The potential for control

من الواضح إذا تواجدت حشيشة ما دون الممرض أو الممرضات المرتبطة بها طبيعياً تتواجد فرصة إدخال الممرض او الممرضات لإستعادة التوازن الذى يعمل على خفض عشيرة الحشيشة كما هو متوقع عقب الإدخال. وهناك أسلوب آخر من المكافحة يمكن اتباعه إذا تواجد الممرض طبيعيا أو أدخل ولكن نتيجة الاتزان لصالح عشيرة الحشيشة أى ذات عشيرة مرتفعة غير مرغوبة. فى هذه الحالة تتواجد إمكانية لتغير الاتزان لعمل على الإضرار بالحشيشة وذلك عن طريق الإطلاق الكثيف للممرض inoculum of pathogen. من هذه البدائل تشكل طريقتان من طرق المكافحه البيولوجية للحشائش. الأولى وهى المكافحة الكلاسيكية عن طريق ادخال ممرضات خارجية الموطن والثانية تمثل استخدام الفطريات القاتلة للحشائش mycoherbicides والتى تتضمن معاملة الحشائش بتركيزات عالية من فطر ممرض.

واضح أن هناك إتجاهان مختلفان لمكافحة الحشائش بإستخدام الفطريات ومختلفان فى ادارتهما. يهتم الإتجاه الكلاسيكى بالبحث عن ممرضات مرتبطة مع الحشائش المستهدفة او نباتات قريبة منها تقسيمياً فى موطن الحشيشة المستهدفة واستيراد تلك الممرضات الفطرية إلى البلد حيث توجد المشكلة لإعادة الاتزان. ويصب معظم المجهود فى الإهتداء إلى تلك الممرضات وتقييم فعاليتها وأمان إدخالها من ناحية تخصصها ثم الإهتمام بتوطينها وتقييم تأثيرها. بينما يتضمن اتجاه استخدام الفطريات القاتلة للحشائش mycoherbicide الإهتداء إلى ممرض فطرى مناسب مرتبط بالحشيشة حيث توجد المشكلة. لذا عادة ما يستخدم

ممرضات محلية. أى لا يتضمن هذا الاتجاه عادة المشاكل المرتبطة بإدخال ممرض أجنبى ولكن تنحصر المشاكل الكبرى فى إنتاج وتخزين وتطبيق الممرض بكميات كبيرة كما هو الحال فى المبيدات. ولذا يطلق عليه mycoherbicide والمتطلبات الرئيسية لاستخدام الممرض الفطرى فى الاتجاهان واحدة حيث يجب أن يكون الممرض آمن ومؤثر أى يضر أو يقتل الحشيشة دون أن يمثل خطراً على الأنواع النباتية الأخرى. ومن المهم التأكد من آمان (أى تخصص) الممرض قبل إدخاله فى حالة المكافحة الكلاسيكية أو إطلاقه بكميات كبيرة فى حالة mycoherbicide. ومن المرغوب فيه أيضاً أن يظهر الممرض فاعليته مبكراً.

أ - المكافحة البيولوجية الكلاسيكية Classical biological control

من المفترض عدم وجود صعوبة فى الإهتداء إلى الممرض المرتبط طبيعياً مع الحشيشة المستهدفة إذا تم البحث عنه فى المناطق الصحيحة أى الموطن الأصلى للحشيشة. وفى هذا المجال المعلومات الهامة التى تهدى إلى المكان الصحيح للحشيشة تأتى من دراسة التاريخ التوزيعى للحشيشة المستهدفة. ويعنى الموطن الصحيح (الأصلى) لتواجد النوع مركز تطور النوع وهو بالمنطق المكان الذى سيوجد فيه أكبر تنوع من الكائنات ذات التخصص العالى على الحشيشة. ومع ذلك إذا تواجدت الحشيشة فى مناطق أخرى لفترة طويلة فإنه من الممكن أن يرتبط بها أنواعاً من الممرضات التى تأقلمت ونشأت عليها أو سلالات لا توجد فى الموطن الأصلى للحشيشة. ولكن بالتأكيد يمثل الموطن الأصلى المجال الأفضل فى البحث عن ممرضات مناسبة للحشيشة. ويعتقد عدد من العلماء أن فاعلية الممرض فى الموطن الأصلى تناقصت مع زيادة زمن تطور الحشيشة خاصة فيما يتعلق بعناصر المكافحة البيولوجية للحشيشة. بمعنى أن الموطن الأصلى للحشيشة قد لا يكون هو الأفضل فى البحث عن ممرضات الحشيشة وأن الإرتباطات الجديدة بين الممرضات والحشيشة فى الموطن الجديد ستكون فاعليتها مضاعفة فى المكافحة البيولوجية. ولكن يرد على هؤلاء العلماء بأن الممرض يتطور أيضاً مع تطور عائلة النباتى (الحشيشة) ويبقى الموطن الأصلى هو المفضل فى البحث والدراسة.

من الناحية العملية - وجد أن الممرضات العالية التخصص والتطور مثل الطفيليات الإجبارية هى التى تسبب ضرر معنوى للحشيشة. فسلالة الفطر *Phragmidium violaceum* كانت شديدة الأضرار على الأقل ضد إحدى أشكال الحشيشة *Rubus fruticosus* فى شيلى. وفى حالة مشابهة وجد أن إستخدام الفطر *P. chondrillina* ضد الحشيشة *C. juncea* أظهر الحاجة إلى البحث عن سلالات من الممرض الفطرى تكون فائقة التخصص على عوائلها (سلالات مختلفة من الحشيشة). فلقد وجد أن الحشيشة *C. juncea* تتواجد منها أشكال (سلالات) وراثية عديدة واضحة والتى يطلق عليها بظاهرة الـ apomict. ووجد أن سلالات الممرض الفطرى *P. chondrillina* تخصصت لدرجة شكل معين منها يهاجم سلالة معينة من الحشيشة. لذا للوصول إلى مكافحة فعالة من المهم الوصول إلى سلالة الفطر العالية التخصص والتطور.

عادة ما تكون فاعلية سلالة الممرض أكثر أهمية وأصعب من الإهتداء إلى نوع الممرض المرشح للإستخدام. وعادة ما يستخدم فى تقييم الفاعلية شكل نمط العدوى فى المعمل ولكنه لا يعنى دائماً الفاعلية تحت الظروف الحقلية حيث يشاهد تناقض بين عدد الأنواع التى رشحت كعناصر مكافحة على أساس النتائج المعملية والعدد النهائى من الأنواع الناجحة والمؤثرة طبقاً لنتائج الحقل. إن البحث عن عناصر المكافحة البيولوجية فى المجال الأصلى لتواجد الممرضات والذى يتشابه إيكولوجياً ومناخياً مع المناطق حيث توجد مشكلة الحشيشة وفحص فاعلية تلك الممرضات فى موطنها الأصلى يعطى رؤيا إضافية عن الفاعلية الحقلية النهائية التى تلى إدخال الممرض.

تنحصر المشكلة الرئيسية فى المكافحة البيولوجية فى التأكد من التخصص الكافى للممرض الجديد الأجنبى الموطن قبل إدخاله ومنذ سنوات أعدت قواعد فى الولايات المتحدة وأستراليا عن إختيار وإدخال الممرضات الجديدة. عموماً - من المهم التأكيد على تحديد المجال العائلى host-range للممرض بعناية بقدر الإمكان مع إجراء إختبارات مكثفة على الأنواع النباتية القريبة من الحشيشة المستهدفة وإختبار وتفسير درجات الحساسية وتداخلات المقاومة resistant interaction

ومراعاة العوائل البديلة والأنماط المختلفة للجراثيم. ومن المهم ان ينصب البحث إلى المجاميع الفطرية ذات الثبات والتخصص العائلى الجيد والتى تشمل كثير من الممرضات الإجبارية. فهناك كثير من الممرضات لم تؤخذ فى الإعتبار لنقص فى المعلومات الخاصة عن ميكانيكيات التخصص العائلى.

ويتعلق الإهتمام الأخير للمكافحة الكلاسيكية بإستخدام الممرضات النباتية فى توطين كائن جديد دائم البقاء ذات قدرة على إحداث ضرر كبير للحشيشة فى مدى توزيعها. وقد ينشأ تعارض فى الإهتمام إذا كانت الحشيشة هامة فى بعض الحالات.

ومن برامج المكافحة البيولوجية الكلاسيكية النجاح غير العادى فى إدخال السلالة IT32 ضد الشكل A لحشيشة *C. juncea*. كذلك الإدخال الناجح للممرض *P. violacaeum* فى شيلى وإدخال الممرض *Cerosporella* spp. فى هاواى الذى نجح فى مكافحة الحشيشة *Ageratina riparia*. ويوجد فى الوقت الحالى مراحل مختلفة من الدراسة لإستخدام الممرضات الفطرية الأخرى مثل *Uromyces heliotropii* لمكافحة حشيشة *Heliotropium europaeum* والممرض الفطرى *Puccinia jaceae* لمكافحة *Centaurea diffusa* والممرض *Paccinia carduorum* ضد حشيشة *Carduus nutans*.

ب - مبيدات الحشائش الفطرية Mycoherbicides

المصطلح Mycoherbicides ... الفطريات القاتلة للحشائش .. أو الذى يمكن أن يطلق عليه مبيدات الحشائش الفطرية يطلق على الممرضات النباتية الفطرية عند إستخدام أو إطلاق تلك الممرضات بكثافة بغرض مكافحة عشيرة الحشيشة. وعادة ما توجد الفطريات المختارة فى البلد أو المنطقة حيث توجد الحشيشة ولكنها تؤثر على الحشيشة فقط عند إطلاقها بغزارة. إن تطوير إستخدام الفطريات كمبيدات حشائش هو ميدان آخذ فى النمو فى المكافحة البيولوجية للحشائش وتهتم الآن كثير من الشركات الزراعية فى إستثمار بعض مصادرها فى

هذا الإتجاه خاصة بعد تزايد الإهتمام بتأثير المبيدات الضارة على البيئة وتزايد مشكلة الحشائش.

تختلف أهمية تخصص مبيد حشائش فطرى ما عند إكثار الفطر وتطوير إستخدامه خاصة فى الممرض الفطرى المحلى عن الممرض الأجنبى الذى يستورد فى المكافحة البيولوجية الكلاسيكية. فالممرض المحلى موجود فعلاً فى البيئة ولن يلتفت إليه إذا ثبت أنه يسبب مرض لأى محصول فى المنطقة. وإذا ثبت أنه ضار فقط بالحشيشة. يعمل على إكثاره للوصول إلى كمية من اللقاح مناسبة amount inocultum ثم يطبق كما هو الحال مع المبيدات. ومن المهم تسجيل " المبيد الفطرى" رغم أن هناك حاجة لتوضيح التخصص الكافى له فيما يخص الأنواع النباتية الأخرى التى تتعرض للعدوى. ومن الضرورى أيضا التأكد من أن الإطلاق الغزير للقاح الفطرى لن يكون ضارا بأى طريقة للكائنات الأخرى الحية. إن تطبيق ممرض محلى بكثافات كبيرة تحت سيطرة الإنسان تسمح بمرونة أكبر من إستخدام ممرضات أجنبية للعمل على إنتشارها وتثبيتها فى مناطق لم تكن تعرف فيها من قبل. فهناك إمكانية لإستخدام سلالات خاصّة من الفطر الممرض متخصصة العائل النباتى لا تلتقى بعوائل حساسة تحت الظروف التى ينوى إستخدامها. كما أن إستخدام الفطريات كمبيدات يقلل من مشاكل تعارض الإهتمام فيما يخص الحشيشة المستهدفة فعنصر المكافحة موجود فى البيئة وعملية المكافحة تجرى حيث توجد المشكلة.

تتعلق المشاكل الخاصة بظهور مبيد فطرى mycoherbicide جديد بضرورة الوصول إلى منتج فعال يمكن تسويقه وإلى حد ما يمكن التغلب على المشاكل الخاصة بالسمية الغير كافة insufficient virulence أو التجرثم أو كلاهما بالنسبة للمرض بزيادة كمية اللقاح inoculum. ومع ذلك يواجه الإنتاج الضخم التجارى والمحافظة على الممرض فى المخزن والمتطلبات البيئية للعدوى مشاكل كبيرة وهذه ذات أهمية تكنيكية وإقتصادية تتطلب بحث عميق عن بيولوجى ووبائية الممرض موضع الإهتمام وتعاون خاص بين الباحث العلمى وجهة الإنتاج.

كما تواجه النواحى الإقتصادية والتجارية لتطوير وإنماء الـ mycoherbicides مشاكل قانونية رغم أنها ذات طبيعة مختلفة عن تلك الموجودة فى المكافحة البيولوجية الكلاسيكية. وتنحصر متطلبات تسجيل تجهيزات الـ mycoherbicides فى حق براءة المنتج التجارى رغم إنه فى الأساس كائن حى موجود فى البيئة. وتتعلق براءة التجهيزات بطرق التخزين والتطبيق.

بقى أن نعرف ... هل هناك إمكانية لإستخدام سموم الممرضات النباتية فى تجهيزات مبيدات الحشائش؟ فى الحقيقة هناك إمكانية لاستخدام مثل هذه السموم فى المكافحة البيولوجية للحشائش ولكن تأثيرها سيكون قصير الأجل ومحدود لكل تطبيق بينما تجهيزات الـ mycoherbicides التى تحوى جراثيم الممرض الفطرى أو هيفاته ذات فاعلية طويلة الأمد نسبياً وقد تستمر فى عدوى الحشيشة وبالطبع ستعطى مثل تلك التجهيزات تأثيراً لمدة أطول فى الحقل.

أخيراً ... هل هناك إمكانية لإستخدام الـ mycoherbicides ضد النباتات الراقية الطفيلية مثل الـ *Striga* و *Orobanche* spp. .. هناك محاولات جادة لمكافحة الحشائش الطفيلية بالممرضات الفطرية ومن ضمن الممرضات الفطرية المرشحة للإستخدام ضد أنواع الهالوك *Orobanche* spp. الفطر *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* الذى يقضى على ٧٠ % من البذور وهذا الفطر جهز للإستخدام الحقلى فى الإتحاد السوفيتى تحت اسم "Product F" الذى يظل فعالاً لمدة ٨٠ يوماً كما ذكر أيضاً فى الإتحاد السوفيتى أن الممرض الفطرى *Alternaria cuscutacidae* ناجح ضد الحشيشة الـ dodder (*Cuscuta* spp.) ومن بين الممرضات العديدة فطر الـ anthracnose (*Glomerella cingulata*) الذى أظهر فاعلية كبيرة ولكن لم يجرى تطبيق عملى حقلى للمكافحة البيولوجية ضد حشيشة الـ witch (*Striga* spp.).

جـ - المقاومة - الإختلاف فى الحساسية - تطور الممرض والحشيشة

Resistance, variability and coevolution

من الطبيعى أن يتواجد إختلاف فى حساسية الحشيشة لممرض أو سلالة معينة من الفطر. وقد يعيق وجود أشكال من الحشائش الحساسة وغير الحساسة (التابعة لنفس النوع النباتى) من نمو المرض الفطرى فى عشيرة الحشيشة. ولقد إقترح بعض الباحثين بأن أنواع الحشائش التى تنتج من التلقيح الخلطى والتى بالتالى تحتوى على تراكيب وراثية أكثر إختلافاً تكون مناسبة كأهداف للمكافحة البيولوجية بواسطة الممرضات والحشرات. وأن هناك إرتباط موجب بين التربية الداخلية inbreeding ومستوى نجاح برامج المكافحة البيولوجية الكلاسيكية. ولم يقبل علماء الحشرات مثل هذا الاقتراح حيث وجد أن لمعظم عناصر المكافحة البيولوجية الحشرية القدرة فى التعامل مع مدى واسع من الإختلاف الوراثى بين سلالات نوع الحشيشة. وما سبق قد يطبق على الممرضات. ومع ذلك لم يؤخذ فى الإعتبار حساب القدرة التطورية للحشيشة والممرضات المرتبطة بها على وجه الخصوص خلال أجيالها المتتابعة والأسرع فى حالة الممرضات عن الحشيشة وفى البيئة الأصلية للحشيشة نجد أن التوازن بين الحشيشة والممرض قد يكون معقد حيث نجد أكثر من سلالة للممرض الفطرى وإختلاف فى حساسية أفراد الحشيشة لهذه السلالات. ولكن لا يوجد سبب فى عدم الحصول على توازن مشابه فى البيئة الجديدة أى توازن فى كلا النواحى الإيكولوجية والوراثية فأسس قواعد المكافحة البيولوجية الكلاسيكية يجب أن تظل فعالة وإذا لم يحدث ذلك فإننا نتوقع أن نرى أنواعاً من الحشائش المحلية الناتجة من المزاوجة بين الأنواع المتباعدة outbreeding لا يمكن أن تكافح بأى من الممرضات وتصبح حشائش جديدة هامة ومن الناحية العملية - نجد أن الاختلاف بين الأشكال الوراثية (السلالات) لحشيشة *C. juncea* والتى تسبب مشاكل كبيرة يرتبط بكل منها أيضاً سلالات عالية التخصص من المم رض الفطرى وذات ثبات هام وتتطلب مزيداً من البحث والدراسة.

وهكذا فإن تطور المقاومة فى عشائر الحشيشة لن يشكل مشكلة فى المكافحة البيولوجية خاصة إذا أجريت جهود لتوسيع القاعدة الوراثية لعشيرة الممرض عند إستيراده كما هو الحال عندما أجرى إنتخاب بين السلالات العديدة من *Phragmidium violacaeum* لمكافحة عشائر حشيشة *Rubus fruticosus*. ومع ذلك - فى حالة السلالة المستخدمة فى مبيد الحشائش الفطرية إذا لم يتم تغيرها فإنه سينشئ ضغط إنتخابى يعمل على تشجيع إنتاج واحداً أو أكثر من الأشكال المقاومة للحشيشة ضد سلالة الفطر المستخدمة. لذا يجب أن يدخل الإستخدام التجارى لمبيد الحشائش الفطرى فى الإعتبار إستخدام خليط من السلالات أو تحضير عدة سلالات وتغير السلالة المستخدمة عند الطلب. وفى الحقيقة - كثير من التفاعلات بين العائل (الحشيشة) والممرض من المحتمل من وجهة النظر العملية إستخدامها فى برامج مبيدات الحشائش الفطرية وهذا يعنى النظر إلى الممرضات الغير إجبارية non-obligate pathogen التى يبدو أنها تشمل عشائر مختلفة ممرضة التى يمكن أن تنتج مدى من الأنماط المؤثرة الجديدة والتى يكون لها بالتالى القدرة فى التغلب بسرعة على إختلاف المقاومة فى عشيرة الحشيشة كما أن زيادة اللقاح يساعد فى التغلب على هذه المشكلة الهامة. ورغم أن الممرضات الإجبارية obligate pathogens تظهر إختلافاً أقل إلا أنه من غير المحتمل إستخدامها فى الوقت الحاضر فى برامج مبيدات الحشائش الفطرية لصعوبة الإنتاج الضخم منها.

من أمثلة الممرضات الغير إجبارية العزلة الخاصة بالممرض *P. palmivora* التى عزلت من حشيشة لبن العنب *Morrenia odorata*. وعند إختبار تخصصها تجاه ٥٨ نوع نباتى فى ١٢ عائلة. وجد عدد قليل من العوائل النباتية خلاف الحشيشة يصاب ولكن بالتركيز العالى جداً من الفطر الممرض. ورغم أن العزلة الفطرية كانت ممرضة لجذور الموالح فى المعمل إلا أنها لم تظهر أعراضاً مرضية عندما طبقت فى الحقل.

د - أهمية الممرضات ونظرة عامة لها Potential and prospects

ماذا يمكن توقعه بعد التقدم فى تزايد أعداد الممرضات التى دخلت حيز الممارسة العملية وبعد التقدم فى مجال إنتاج مبيدات الحشائش الفطرية ...؟

الميدان الذى يتقدم الآن ببطىء هو الإدارة المتكاملة للحشائش حيث تتكامل فيه طرق المكافحة البيولوجية مع سبل المكافحة الأخرى والتى تشمل إستخدام المبيدات للوصول إلى مستوى مرغوب من المكافحة. وهناك تاريخ طويل فى مجال الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية ولكن فيما يخص الحشائش مازال هذا المجال فى مراحله الأولى. لقد بدأ الآن النظر إلى متطلبات الإدارة المتكاملة للحشائش بواسطة العاملين فى مجال المكافحة البيولوجية وعلماء الحشائش والمهتمين بإنتاج مبيدات الحشائش الكيماوية. ويبدو أن التفاعل بين تأثيرات مبيدات الحشائش والممرضات أصبح ميدان خصب للبحث والدراسة فلقد وجد على سبيل المثال أن التأثير الضار للفطر الممرض *Cochliobolus lunatus* ضد حشيشة *Echinochloa crus-galli* محدود ويمكن أن يزداد كثيراً عند إستخدام ١٠% من الجرعة العادية لمبيد الحشائش الكيماوى.

وتتضمن الإدارة المتكاملة للحشائش القدرة على إدارة البيئة الكلية للحشيشة أى إدارة النظام البيئى الزراعى المحلى وهذا يتطلب معلومات عن إيكولوجى الحشيشة وإيكولوجى عناصر المكافحة البيولوجية والتفاعل بينها وبين الحشيشة فى النظام الزراعى للوصول إلى مستوى المكافحة المطلوب. وعادة ما تغيب المعلومات الإيكولوجية الضرورية فى برامج مكافحة الحشائش. ولكن التوجه الشائع الآن أصبح تجاه الإدارة الكمية للحشائش بدرجة أصبح هناك إمكانية لتحقيق هدف إدارة عشائر الحشيشة بإستخدام الممرضات والسبل الأخرى لمكافحة الحشائش.

وأخيراً - بعد إتساع ميدان البيوتكنولوجى والهندسة الوراثية هناك إتجاه لتحسين فاعلية الممرضات التى يمكن أن تستخدم لمكافحة الحشائش. ولكن مازالت هناك صعوبة فى تحديد الصفات الهامة لتحسين ممرضات الحشائش بواسطة

الهندسة الوراثية فيما عدا إمكانية مقاومة الحشائش للمبيدات الفطرية داخل أنظمة الحماية المتكاملة للمحاصيل.

هـ - أهمية فطر *Sclerotinia sclerotiorum* كمبيد بيولوجى لمكافحة الحشائش الشوكية فى المراعى.

The potential of the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* as a biological herbicide for controlling thistles in pasture.

تعوق كثير من الحشائش الشوكية إستغلال أراضى المراعى فى أستراليا ونيوزيلندا وأمريكا. وأحد أهم تلك الحشائش الـ Californian thistle (*Cirsium arvense*) وهى حشيشة مستديمة ذات توزيع واسع فى المناطق الزراعية المعتدلة. وتوجد فى نيوزيلند فى المراعى وفى المحاصيل. تتزايد عشائر الحشيشة من أفرع عرضية موجودة فى النظام الجذرى الزاحف فى الأراضى المفتوحة ويندر أن تكافح تلك الحشيشة بطريقة مقبولة رغم التوصيات الزراعية التى تتخذ ورغم استخدام مبيدات الحشائش ضد الحشيشة فى أراضى المراعى مثل Mcpa و 2 , 4-d و DICAMBA والتى تعمل أيضاً على إزالة البرسيم المثبت للنتروجين من المراعى المعاملة فتقلل من إنتاجية المرعى. تم عزل فطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى الولايات المتحدة منذ نحو ٢٠ عاماً وطبق فى التربة كممرض فطرى عام ضد حشيشة كاليفورنيا (شكل ١٠) عن طريق تطبيق هيفات الفطر فى تحضير من طحين ناعم للقمح كما أختبر الفطر كمبيد فطرى للحشائش فى مونتانا. والفطر ممرض عام لحشيشة كاليفورنيا وحشائش أخرى منها nodding thistle (*Carduus nutans*) والـ winged thistle (*Carduus tenuiflorus*) والـ Scotch thistle (*Cirsium vulgare*) وبعض هذه الحشائش تتأثر أكثر من الأخرى وتتراوح الأعراض من ضرر سطحى على ورق النبات إلى تعفن عام وموت للنبات. هذا إلى جانب أن الفطر ممرض لعدد من المحاصيل الهامة. ولكن غير ممرض لعدد من نباتات المرعى الأساسية خاصة *Lolium perenne* والبرسيم *Trifolium repens*.

أختير الفطر *S sclerotiorum* أيضاً فى عام ١٩٨٩ فى نيوزيلند لتجهيز مبيد أساسه الفطر لمكافحة الـ Thistles ومن مميزاته أنه سهل الإنماء حيث يمكن إنتاج هيفات الفطر mycelial phase بكميات كبيرة وذات مرضية عالية. ووجد أن الفطر يسبب نسب موت عالية ضد حشيشة كاليفورنيا وحشيشة scotch والـ nodding ولكن نسبة الموت كانت منخفضة فيما يخص حشيشة winged thistle. وحشيشة كاليفورنيا هى الوحيدة التى تخضع حتى الآن إلى التقييم الحقلى وأعطى الفطر نتائج مشجعة عندما طبق تجهيزه. تحوى هيفات الفطر فى طحين القمح kibbled wheat على المجموع الخضرى للحشيشة فى الربيع

شكل ١٠ : حشيشة كاليفورنيا الشوكية من آفات المراعى والمحاصيل فى المناطق المعتدلة.

وكان الفطر مؤثراً فى خفض غطاء الحشيشة فى سنة التطبيق كما أمكن له أن يقتل جزء كبير من الأفرع shoots الموجودة وقت التطبيق. وظهر تأثير الممرض مرة أخرى فى صيف السنة التالية للمعاملة حيث كونت عشائر الحشائش المعاملة أفرع أقل وكان ذلك نتيجة مباشرة للخفض فى حجم النظام الجذرى. وقد يرجع

التأثير على الجذور إلى خفض الحشائش المعاملة فى قدرتها على التمثيل الضوئى فينتج خفض فى دعم النظام الجذرى وخفض فى إنتاج جذور جديدة كما وجد أن الممرض دخل إلى التربة وقتل الجذور بعمق ٣٠٠ مم على الأقل كما تأخر نمو الأفرع shoots الخارجة فى السنة التالية من معاملة الحشائش. ويبدو أن الممرض يبقى فى أنسجة الجذر خلال الشتاء فيضعف أفرع الربيع التالى وقد تحدث أيضاً عدوى جديدة من الأجسام الحجرية التى يمضى بها الفطر الشتاء.

لقد طبق تجهيزه هيفات الفطر (الميسيليم) المخلوطة مع القمح mycelium-on-wheat formulation فى الحقل بمعدل ٥٠٠ كجم للهكتار وهذا المعدل غير إقتصادى فى مساحات المراعى الكبيرة. ومع ذلك يجب أن يطبق مصدر غذائى مع ميسليم الفطر لكى نسمح لفترة النمو الرمى saprophytic growth للفطر لتسهيل العدوى الممرضة ولذا يجب أن تجرى التجارب على مصدر غذائى آخر بديل لإمداد الفطر بالغذاء ويعمل فى نفس الوقت كحامل له.

لقد أظهرت نتائج التجارب الأولى للفطر كمبيد بيولوجى للحشائش أن الفطر *S. sclerotiorum* ذات أهمية فى مكافحة حشيشة كاليفورنيا وأنواع أخرى من الـ thistles فى المراعى مع غياب أى تأثير جوهرى على أعشاب المراعى كالبرسيم عكس إنتاج مبيدات الحشائش الكيماوية مثل MCPA ومع ذلك يوجد لهذا الفطر الممرض مدى واسع من العوائل فهو سيف ذو حدين two-edged-sword فالتأثير الممتاز على الحشائش يدعم من أهمية تسويقه كمبيد بيولوجى للحشائش إلا أنه يمثل خطورة على المحاصيل الحساسة القريبة من المنطقة أو التى ستزرع فى المناطق المعاملة. وهناك إتجاهان لحل هذه المشكلة وهو تجنب الخطر وإتجاه إدارة الخطر risk-management approach. يعتمد الإتجاه الأول على التغير الوراثى ليصبح الممرض أكثر تخصصاً أو غير قادر على الإنتشار كجراثيم أسكية ascospore بعد قتله الحشائش المعاملة أو غير قادر على تكوين الأجسام الحجرية أى استخدام طفرات آمنة من هذا الفطر البرى والبديل الآخر هو الإدارة الآمنة للفطر البرى لتقليل مخاطره.

و - ترويض الفطر البرى Taming a wild fungus

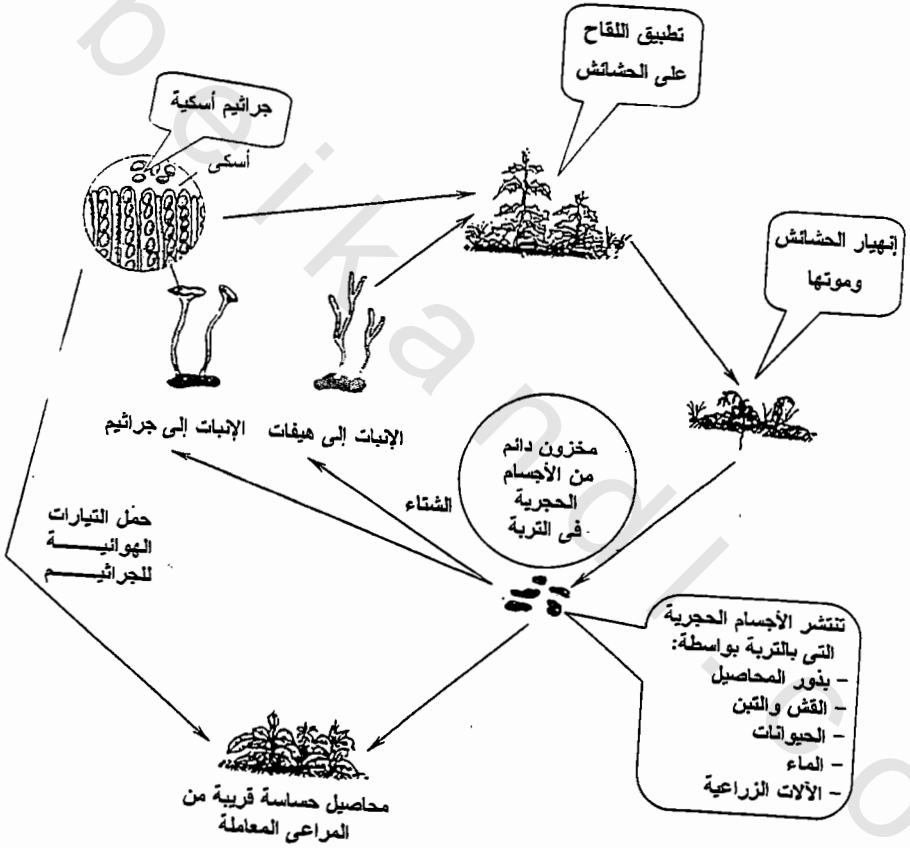
لقد إكتشف العلماء بأن الفطر *S. sclerotiorum* ممرض عام لحشيشة كاليفورنيا ولعدد آخر من الحشائش الهامة القريبة يؤدى إلى مرض العفن الطرى المائى watery softrot disease وأن هناك إمكانية لإستخدامه كمبيد بيولوجى لتلك الحشائش. وأدرك العلماء فى نفس الوقت خطورة هذا الممرض الفطرى البرى على عدد من المحاصيل الهامة. لذا كرس علماء أمراض النبات الجهد والبحث لتحسين إدارة هذا الفطر الممرض للوصول إلى طفرات آمنة الإستخدام.

لقد لاحظ العلماء أنه عقب موت الحشائش المعاملة بالفطر يترك الفطر وراءه أجسام دائمة يطلق عليها بالأجسام الحجرية sclerotia القاتمة اللون التى تسقط من النبات الميت وتعيش فى التربة تحت نباتات المرعى pasture لعدة سنوات.

هذه الأجسام الحجرية الموجودة فى التربة تنتج فى الربيع ميسليات أى خيوط فطرية تصيب مباشرة نباتات المرعى الحساسة له أو تنتج تراكيب جرثومية قمعية الشكل يطلق عليها apothecia تتكون داخلها جراثيم أسكية ascospores (شكل ١١) التى تنطلق بقوة فى الهواء وتحملها التيارات الهوائية من المواقع المعاملة إلى المحاصيل الحساسة المجاورة حيث تسقط الجراثيم على تلك النباتات وتحدث المرض. لذا فإن الفطر الممرض المستخدم فى المكافحة البيولوجية ينتشر من موقع المعاملة فى كلاً من المكان والزمان وأمكن تجنب تلك المخاطر بطريقتين :

١ - طفرة الـ auxotrophic وهى طفرة تنتج عند تعريض جراثيم الفطر للأشعة الفوق بنفسجية لا يستطيع التركيب الطفرى الوراثى للفطر من تخليق حمض أمينى معين لكى تنمو الجراثيم وتقتل الحشيشة. لذا يحتاج الفطر فى تجهيزه الـ mycoherbicide إلى إمداده بهذه الكيماويات. مثل هذه الكيماويات قد تغيب فى كثير من نباتات المحاصيل مما يمنحها مناعة ضد طفرات الجراثيم الأسكية mutant ascospores. ورغم هذا الحل البيوتكنولوجى الرائع إلا أن من مشاكل تلك الطفرات إنخفاض التأثير المرضى لها والمشكلة الثانية تتمثل فى إحتواء بعض المحاصيل الحساسة على الأحماض الأمينية المطلوبة بكميات كافية على أسطح

المجموع الخضرى للمحاصيل لكى تغطى متطلبات الفطر للنمو وإحداث المرض وأمكن حديثاً خلط سلالات من auxtrophs وتكوين ما يسمى بالـ heterokaryons التى مرضيتها تتشابه مع مرضية الأنماط البرية.



شكل ١١ : دورة حياة فطر برى محلى ممرض لحشيشة كاليفورنيا وعلاقته بالمحاصيل الحساسة القريبة.

٢ - طفرة لا تكون أجسام حجرية sclerotiumless أى الوصول إلى سلالة عقيمة ليس لديها القدرة على تكوين أجسام حجرية وأمكن للفريق البحثى فى مونتانا بأمريكا من إنتاج واحد من هذه السلالات ولكن أظهرت الإختبارات أيضاً إنخفاض فى سميتها. وتكونت مجموعة عمل فى نيوزيلند لدراسة البيولوجيا الجزيئية للأجسام الحجرية للفطر وهناك أمل للوصول إلى جين مفرد يتحكم فى تكوين الجسم الحجرى sclerotium مما يؤهل إلى إمكانية هندسة طفرة من فطر لا يكون الأجسام الحجرية وذات مرضية عالية وثبات وراثى فى نفس الوقت.

وإلى أن يصل البيوتكنولوجى إلى حل على العلماء أن يقيموا خطر إستخدام السلالات البرية للممرض الفطرى العالية السمية على المحاصيل الحساسة حيث هناك خطر دائم عقب إستخدام الفطر من الهواء المحمل بالجراثيم الأسكية والأجسام الحجرية فى تربة المواقع المعاملة بحيث لا يرتفع تركيز الجراثيم الأسكية فى مناطق المحاصيل الحساسة عن تركيز اللقاح المتواجد طبيعياً.

ويهتم الباحثون الآن بعدد السنوات التى يأخذها لقاح الفطر المرتفع المستوى من الأجسام الحجرية فى تربة المراعى عقب المكافحة البيولوجية للحشائش المستهدفة. ورغم أن نتائج الدراسات لم تكتمل بعد إلا أن التقديرات الحالية تشير إلى أن معدلات التحلل السنوية تصل إلى ٨٠ % فى السنة وربما يعكس هذا الرقم النشاط الميكروبى العالى فى المراعى حيث تضيف الأغنام إليها كثير من السماد الطبيعى.

وفيما يخص العنصر المكانى لخطر تواجد الجراثيم الأسكية والأجسام الحجرية للفطر فى المنطقة المعاملة وإلى أى مدى يمكن أن تنتقل تلك العناصر إلى المناطق الأخرى الغير معاملة وجد أن ذلك أكثر تعقيداً عند تقديره كمياً. لأن ذلك يجب أن يتضمن تقديراً لإنتاج الجراثيم الأسكية فى المكان المعامل وهروبها من المكان المعامل بالإنتشار الهوائى والكمية التى يمكن أن تضاف منها إلى التركيز الطبيعى الموجود من الجراثيم الأسكية فى المناطق الغير معاملة. وأشارت الدراسات إلى صعوبة إكتشاف الجراثيم الأسكية على إرتفاع أكثر من خمسة أمتار من النبات المعامل رغم أن الجراثيم الأسكية يمكنها أن ترحل لأكثر من ذلك. وظهر حديثاً

الجراثيم الأسكية المنطلقة من الحوافظ القمعية عند سطح التربة لا تهرب جميعها من المناطق المعاملة ويعتمد الجزء الذى ينتقل منها على عدة عوامل متداخلة منها سرعة الرياح وإرتفاع النبات والمساحة الورقية لنباتات المرعى. وترجع أهمية المساحة الورقية إلى الطبيعة اللزجة للجراثيم الأسكية وسهولة التقاط المجموع الخضرى لنباتات المرعى لها. وتشير النتائج إلى أن جزء صغير فقط من تلك الجراثيم الأسكية الذى تقذف من الحوافظ الجرثومية apothecia القمعية الشكل هو الذى له القدرة على الإنتقال من المراعى التى تتسم بغطاء خضرى عالى وهذا يتوافق مع نهاية الربيع والذى يصل فيه إنتاج الجراثيم الأسكية إلى قمته ورغم ذلك فإن إنتقال الجزء البسيط من الجراثيم الأسكية من المنطقة المعاملة والمواقع التى ستهبط فيها ما زال قيد البحث والدراسة. لقد لاحظ المؤلف عدداً من أنواع الـ thistles فى صحراء مصر الغربية حيث ترعى الأغنام والماشية من أمثلتها *Atractylis carduus* و *Centaurea calicitrapa* و *Carthamus glaucus* وبالتأكيد هناك أنواع أخرى تتواجد فى المحميات الطبيعية ومناطق الرعى وتكافح بنفس الأسلوب إذا شكلت مشاكل فى الحاضر أو المستقبل.

إستخدام فطر برى ومحاولة تطويره وتوجيه تأثيره ضد نباتات ضارة يمثل حل بيوتكنولوجى رائع كما أن محاولة إدارة الفطر بطريقة تقلل من تأثيره الضار على النباتات الإقتصادية كل ذلك يمثل عمل علمى وبحثى جاد وشاق ولجهد فريق بحثى وليس لعمل فردى ويحتاج إلى تمويل مالى ضخم للوصول إلى نتائج رائعة وهى أمور نحتاج إليها إذا كنا نتطلع إلى ملاحقة الدول المتقدمة وإلى عودة إلى مجد العرب العلمى الذى توقف.

ز - الأصداء Rusts (Order Uredinales)

الحشيشة الهيكلية *Chondrilla juncea* دخلت مصادفة أستراليا فى سنة ١٩١٠ وبدأت الإنتشار فى الأجزاء الجنوبية الشرقية لتصيب محاصيل الحبوب ووضح أن للحشيشة - كما سبق القول - ثلاثة أشكال مورفولوجية مميزة (ضيقة - وسطية - وعريضة الأوراق). ووجد أن سلالة فطر الصدأ *Puccinia chondrillina* شديدة

الإضرار بشكل الحشيشة ذات الورق الضيق وأطلقت فى الحقول فى سنة ١٩٧١ وإستقر الفطر وإنتشر إنتشاراً واسعاً وأمكن له خفض عشائر الحشيشة بشدة ولكن بعد ١٥ عاماً إنتشرت الأشكال الأخرى من الحشيشة وإزدادت فى نفس أماكن المعاملة وبدأ البحث عن فطريات لهذه الأشكال.

حشيشة الـ St. John's wort (*Hypericum perforatum*) عائلة Clusiaceae عشب مستديم نشأ فى أوروبا وغرب آسيا وشمال أفريقيا وتحتل فى أستراليا نحو ١٨٠٠٠٠ هكتار فى جنوب Wales و ١٧٥٠٠٠ هكتار فى فيكتوريا وعرف فى عام ١٩٨٤ أن الفطر *Melampsora hypericorum* الذى وجد بأستراليا وأحد الفطريات الناقصة *Colletotrichum gloeosprioides* بكندا تسبب فى إصابات قاتلة للحشيشة ووجد أن الفطر الثانى يصيب الطماطم لذا هذا السلوك سيشكل عائقاً كبيراً عند طلب السماح للفطر بالمرور فى الحجر الزراعى الأسترالى ونظراً لتخصص فطر الصدأ بدأ الاهتمام والتركيز عليه ويعد الآن للإستخدام.

الحشيشة الشوكية الملونة variegated thistle (*Silybum marianum*) ذات توزيع واسع فى البحر المتوسط الأوروبى وشمال أفريقيا حيث توجد فى الأراضى الغنية بالعناصر دخلت فى مناطق ذات المناخ المماثل للبحر المتوسط فى كاليفورنيا وشيلى وجنوب أستراليا وشكلت حشيشة هامة للمراعى. ومن قائمة الفطريات التى عزلت فى فرنسا وأسبانيا وفطر الصدأ *Puccinia mariana* وتجرى محاولات لإستخدامه فى مكافحة الحشيشة فى أستراليا.