الفصل السادس

نيماتودا الأوراق:

الجنس *Aphelenchoides*

Foliar Nematodes: *Aphelenchoides* species

D. De Waele
Laboratory of Tropical Crop Improvement, Catholic University Leuven (K.U.Leuven), Kasteelpark Arenberg 13,3001 Leuven, Belgium

يشمل الجنس *Aphelenchoides* عدة أنواع من النيماتودا المتطفلة على النباتات الراقية، وأنواع أخرى مصاحبة للحشرات، وأخرى آكلة للفطريات. وأهم الأنواع المتطفلة على النباتات داخل هذا الجنس هي الأنواع: *A. besseyi* Christie، و*A. fragariae* (Ritzema Bos) Christie، و*A. ritzemabosi* (Schwartz) Steiner and Buhrer، و *A. arachidis* Bos.

ويعرف النوع *A. besseyi* أساساً كمسبب لمرض القمة البيضاء في الأرز، ويوجد في أنحاء متفرقة بالعالم في معظم مناطق إنتاج الأرز (Fortuner and Orton Williams, 1975 ؛ Franklin and Siddiqi, 1972). وتتغذى هذه النيماتودا خارجياً على الأنسجة المرستيمية للسيقان والأوراق والبراعم في النباتات القابلة للإصابة. وتبدو أعراض الإصابة على خلفات نباتات الأرز المصابة بشكل ابيضاض في قمة الأوراق يمتد لمسافة ٣ – ٥ سم، وشيخوخة وتمزق في الأوراق. وتعد الأوراق العليا وورقة السنبلة Panicle leaf الأكثر تأثراً بالإصابة، حيث تتحلزن وتتجعد مما يؤخر خروج السنبلة. وتبدو السنابل المصابة أقصر من السليمة وتحتوي عدداً أقل من الحبوب. أما الأزهار في النباتات المصابة فقد تكون عقيمة وتنتج حبوباً فارغة بيضاء اللون مشوهة ضعيفة القدرة على الإنبات. وإذا حدثت الإصابة مبكراً بعد الإنبات، فقد تنخفض أطوال النباتات بمقدار النصف. وتنتقل النيماتودا *A. besseyi* عن طريق البذور، ويمكن لليرقات البقاء في طور سكون جاف Anhydrobiotic stage داخل البذور. وعند استعادة الحبوب للرطوبة، تنشط اليرقات الساكنة، وتهاجر الحبوب متحركة نحو الأجزاء النامية من السيقان والأوراق في البادرة. والعائل المهم الثاني للنيماتودا *A. besseyi* هو الفراولة التي تتشوه أوراقها نتيجة للإصابة، ويتقزم النبات بكامله وتنخفض نسبة الإزهار، ومن ثم ينخفض المحصول (Franklin and Siddiqi, 1972).

أما النوع *A. ritzemabosi* الذي يعرف بنيماتودا أوراق الكريزانثمم فهو يتطفل خارجياً أو داخلياً على العديد من نباتات الزينة وخاصة نبات الكريزانثمم الذي سجلت عليه هذه النيماتودا لأول مرة كل من: أوروبا، والاتحاد السوفيتي السابق، وأمريكا اللاتينية (المكسيك والبرازيل)، وآسيا (الهند والصين واليابان) (Siddiqi, 1974). أما العائل المهم الثاني لهذه النيماتودا فهو الفراولة، وعادة ما يشاهد هذا النوع مع النوع *A. fragariae* معاً على نباتات الفراولة. وتصيب نيماتودا أوراق الكريزانثمم *A. ritzemabosi* أيضاً إلى جانب ذلك عدداً من النباتات بخلاف نباتات الزينة مثل: التبغ (Shephered and Barker, 1990)، والبرسيم الحجازي (Gray *et al.*, 1994)، والفاصوليا الجافة (Franc *et al.*, 1996). وفي نبات الكرايزانثمم، تشاهد النيماتودا *A. ritzemabosi* في الأوراق، ولكنها قد توجد أيضاً في محور النبات والأجزاء الداخلية من البراعم. وفي العادة، تهاجر النيماتودا من السيقان، وتدخل إلى الأوراق من خلال الثغور. وتظهر نتيجة لذلك مساحات ملونة على الأوراق تحدها عروق الورقة. كما تتجعد أيضاً الأوراق وتتشوه نتيجة للإصابة. ويستمر تطور التلون في الأوراق حتى يتحول إلى موت موضعي Necrosis. وقد تتركز النيماتودا في منطقة التاج، وتخترق السيقان الجديدة بمجرد خروجها. وتتميز هذه النيماتودا بحركتها المستمرة ويمكنها أن تتحرك من نبات إلى آخر مع قطرات الماء المتناثرة.

تتطفل النيماتودا *A. fragariae* أيضاً خارجياً أو داخلياً على العديد من النباتات، وعلى الفراولة بصفة خاصة، وهي العائل الذي سجلت عليه لأول مرة في كل من: أوروبا، والاتحاد السوفيتي السابق، وأمريكا، وأمريكا اللاتينية (المكسيك)، وآسيا (اليابان) (Siddiqi, 1975). وتتطفل هذه النيماتودا خارجياً على الفراولة داخل انثناءات أنسجة التاج وداخل البراعم الجارية. ونادراً ما توجد هذه النيماتودا داخل أنسجة الأوراق، ولو حدث ذلك فإنه يحدث بطريقة عرضية فقط. وتسبب النيماتودا تشوهاً وتجعداً في الأوراق، ومناطق ملونة خشنة الأسطح، وصغراً في حجم الأوراق، وتجعداً لحوافها، واحمراراً في أعناقها، وقصراً في طول سلاميات المدادات الجارية، وخفضاً في كمية الأزهار، وموتاً للبرعم التاجي. وتعد النباتات الحزازية أيضاً من العوائل الهامة لهذه النيماتودا، حيث تدخل النيماتودا إلى أوراقها من خلال الثغور عندما تكون تلك الأوراق مغطاة بفيلم رقيق من الماء. ويؤدي التطفل الداخلي للنيماتودا في أوراق النباتات المصابة إلى ظهور أعراض تبقع نموذجية في الأوراق. وتشمل العوائل الأخرى من نباتات الزينة كلاً من: البيجونيا، وأبصال النرجس Lilies، وأزهار الربيع Primroses، وزهور الأزالية Azaleas (Siddiqi, 1975).

تعد نيماتودا الفول السوداني *A. arachidis* Bos. طفيلاً داخلياً يخترق قرون الفول السوداني في التربة (Bos, 1977 ؛ Bridge and Hunt, 1985)، وهي تتغذى على الأنسجة الداخلية لأغلفة القرون، والأنسجة البرانشيمية لكل من: قصرات البذور Testa، والجذور، والسويقة الجنينية السفلى (Bridge *et al.*, 1977). وتنحصر العدوى الكثيفة

بتلك النيماتودا فقط حول المكان الأصلي الذي بدأت العدوى فيه (Bos, 1977). ولكن الحصر الذي أجري في ٤٧ منطقة لإنتاج الفول السوداني في أربعة مناطق جغرافية في نيجيريا (Khan and Misrai, 1992) أوضح أن هذه النيماتودا واسعة الانتشار في مناطق الفول السوداني هناك. هذا ولم يثبت أن النيماتودا *A. arachidis* تخفض إنتاجية الفول السوداني، ولكنها بالقطع تخفض القيمة التسويقية لمحصول البذور لأن البذور المصابة تنكمش وتتجعد بعد تجفيفها وتتلون أغلفتها باللون البني الداكن. أيضاً تؤدي الإصابة بهذه النيماتودا إلى تعريض وتهيئة البذور المصابة للإصابة ببعض الفطريات الممرضة مثل: *Rhizoctonia solani*، و*Sclerotium rolfsii*، و*Macrophomina phaseoli*، و.*Fusarium* spp التي قد تؤدي الإصابة بها إلى خفض نسبة إنبات البذور وخروج البادرات (McDonald *et al.*, 1979). وقد تظهر أعداد كبيرة من النيماتودا *A. arachidis* في جذور الذرة، والذرة الرفيعة، والدخن، وقصب السكر، والأرز، وقد تسبب فقداً في إنتاجية هذه المحاصيل (Bos, 1977).

مصادر المقاومة

Sources of Resistance

وردت التقارير حول الاختلافات في قابلية أصناف الأرز للإصابة بالنيماتودا *A. besseyi* منذ عام ١٩٤٩م، ويبدو أنها بدأت في الانتشار منذ ذلك التاريخ حيث ظهرت صفة المقاومة (Bridge *et al.*, 1990؛ De Oliveira, 1989؛ Da Silveira *et al.*, 1990)، والمقاومة المتوسطة (Sivakumar, 1988) في معظم مناطق إنتاج الأرز. وفي روسيا، تم تقييم المقاومة تجاه النيماتودا *A. besseyi* في ١٠٠٣ أصناف أرز من مناطق زراعية مختلفة بيئياً، وذلك تحت ظروف البيت الزجاجي. وقد أسفرت هذه الاختبارات عن ظهور ثلاثة أصناف منيعة ("Bluebonnet"، و"Bluebonneta 50"، و"Strabonnet")، وعشرة أصناف عالية المقاومة، و١٦٤ صنفاً قابلاً للإصابة أو عالي القابلية للإصابة (Popova *et al.*, 1994). ولكن المثير حقاً في هذه النتائج هو أنها أسفرت عن عدة أصناف تتميز بصفة المقاومة تجاه كل من: النيماتودا *A. besseyi*، وبعض مسببات الأمراض النباتية الهامة على الأرز. فالصنف "Pecos" لم يكن فقط مقاوماً للنيماتودا *A. besseyi*، بل أيضاً لكل من: الفيروس Hoja blanca، ومرض لفحة الأرز المتسبب عن الفطر *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia oryzae*)، ومرض التبقع البني في الأرز المتسبب عن الفطر *Cochliobolus miyabeanus* (Bollich *et al.*, 1985). أما الصنف "Namyeongbyeo" الناتج عن التهجينات التي اشترك فيها الآباء "Milyang 40"، و"Milyang"، و"IR10157"، و"IR5533" فلم يكن صنفاً متوسط المقاومة للنيماتودا *A. besseyi* فقط ولكن أيضاً لعدة أمراض فيروسية، ولمرض لفحة أوراق الأرز البكتيري المتسبب عن البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*، ولمرض لفحة الأرز، وبعض نطاطات أوراق الأرز التي تنتمي لعائلتي Cicadellidae وDelphacidae في رتبة متشابهة الأجنحة Homoptera (Sohn *et al.*, 1987). ويبدو أن صفة المقاومة تجاه النيماتودا *A. besseyi* هي صفة محكومة وراثياً، وتنتقل عبر صنف الأرز الياباني Asa-Hi (Nishizawa, 1953). وفي

الولايات المتحدة الأمريكية، أسفرت جهود التربية خلال الأربعين عاماً الماضية عن الأصناف المقاومة؛ "Fortuna"، و"Nira"، و"Bluebonnet"، وبصفة خاصة؛ الصنف "Rexora". ويعد الصنف "Bonnet 73" من أشهر ذرية هذه الأصناف، إذ إنه صنف متعدد المقاومة لكل من النيماتودا *A. besseyi*، وعدد من ممرضات الأرز الأخرى (Zelenskii and Popova, 1991). وبالإضافة إلى المصادر المتعددة من المقاومة للنيماتودا *A. besseyi* الموجودة في الأرز، فقد وجدت صفة المقاومة تجاه هذه النيماتودا أيضاً في ٢٢ تركيباً وراثياً من بين ١٩١٩ تركيباً وراثياً لنباتات دخن ذيل الثعلب *Setaria italica* تم اختبارها في الصين (Cui *et al.*, 1989).

أورد عدد من الباحثين أصنافاً من الكرايزانثمم والفراولة تختلف في قابليتها للإصابة بالنيماتودا *A. ritzemabosi* (Siddiqi, 1974؛ Siddiqi, 1975؛ Szczygiel and Danek, 1975؛ Nakagoma and Kato, 1977؛ وانظر أيضاً البحث المرجعي عن *A. fragariae*؛ و*A. ritzemabosi* على الفراولة الذي أجري عام ١٩٥٠م في الاتحاد السوفيتي السابق بواسطة Szczygiel, 1977). ووجدت صفة المقاومة تجاه النيماتودا *A. ritzemabosi* أيضاً في البنفسج الإفريقي (Strider, 1979)، والبرسيم الحجازي (Gray *et al.*, 1994). كما أوضح والاس Wallace (1961) أن تفاعل شدة الحساسية هو السبب في مقاومة الكريزانثمم للنيماتودا *A. ritzemabosi*.

ويمكن منع انتقال النيماتودا *A. arachidis* عبر بذور الفول السوداني إما بتجفيف البذور، أو معاملتها بالماء الساخن (Bridge *et al.*, 1997). ونتيجة لذلك، لم تجر أية أبحاث للبحث عن مصادر للمقاومة تجاه هذه النيماتودا.

اعتبارات عامة عند التقييم لصفة المقاومة تجاه نيماتودا الجنس *Aphelenchoides*

General Considerations for Screening for *Aphelenchoides* Resistance

تعريف Identification

تتشابه أنواع الجنس *Aphelenchoides* فيما بينها كثيراً من حيث الشكل المورفولوجي، مما يجعل مسألة تصنيفها من خلال دراسات المجهر الضوئي فقط أمراً صعباً. وقد درس كايرول ودالماسو Cayrol and Dalmasso (1975) العلاقات بين الأنواع: *A. besseyi*، و*A. ritzemabosi*، و*A. fragariae* ووجدوا أن خليطاً من يرقة واحدة من أحد الأنواع وعشرة ذكور من أحد النوعين الآخرين قد أعطى نتائج إيجابية لخمسة من ستة احتمالات للتهجين بين الأفراد، مع ملاحظة وجود صفات وسطية للأفراد الناتجة من هذا التهجين. ويمكن الحصول على معلومات حول الصفات المورفولوجية والقياسات المورفومترية للأنواع *A. besseyii*، و*A. ritzemabosi*، و*A. fragariae*، و*A. arachidis* في المراجع: Franklin and Siddiqi (1972)، وSiddiqi (1974؛ 1975)، و Bridge and Hunt (1985)، كما يوجد ملخص لها في الجدول رقم (٦.١).

الجدول رقم (٦,١). الصفات المورفولوجية والقياسات المورفومترية المستخدمة في التمييز بين الأنواع: *Aphelenchoides arachidis*، *A. besseyi*، *A. fragariae* و*A. ritzemabosi*.

	A. arachidis	*A. besseyi*	*A. fragariae*	*A. ritzemabosi*
الإناث				
الطول الكلي للجسم (مم)	١,٠٠ – ٠,٥١	٠,٨٨ – ٠,٥٧	٠,٨٠ – ٠,٤٥	١,٢٠ – ٠,٧٧
[١] النسبة a	٥٠ - ٣٩	٥٨ – ٣٢	٦٠ – ٤٥	٤٥ – ٤٠
[٢] النسبة c	٤٢ - ٢٥	٢١ – ١٤	٢٠ – ١٢	٢٤ – ١٨
عدد الخطوط في الحقل الجانبي	٢	٤	٢	٤
موقع الفتحة الإفرازية	خلف الحلقة العصبية بمسافة تعادل قطر الجسم	عند مستوى الحلقة العصبية المركزية	عند مستوى الحلقة العصبية المركزية أو خلفها بقليل	خلف الحلقة العصبية المركزية بما يعادل نصف إلى ضعفي عرض الجسم
طول الكيس الرحمي الخلفي	يمتد لحوالي نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج	يمتد إلى أقل من ثلث المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج	يمتد إلى أكثر من نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج	يمتد إلى أكثر من نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج
عدد صفوف البويضات في المبيض	١	٤ - ٢	١	متعددة
شكل الذيل	شبه أسطواني، ذو نهاية مستدقة الطرف غير حادة	مخروطي، ذو نهاية مقرعة لعدة أشكال ذات ٣ – ٤ بروزات مستدقة	مخروطي، ينتهي بنهاية بسيطة تشبه الشوكة بدون أية بروزات	مخروطي متطاول، ذو مشجب طرفي يحمل ٢ – ٤ بروزات
الذكور				
الطول الكلي للجسم (مم)	١,٠٤ – ٠,٥٦	٠,٧٢ – ٠,٤٤	٠,٨٦ – ٠,٤٨	٠,٩٣ – ٠,٧٠
[١] النسبة a	٦٠ – ٣٧	٤٧ – ٣٦	٦٣ – ٤٠	٥٠ – ٣١
شكل شوكتي السفاد	منحن ظهرياً، ١٥ – ٢٥ ميكروميتر	بدون بروزات ظهرية في نهايته الطرفية	منحن ظهرياً، ذو طول ١٤ – ١٧ ميكروميتر، ذو بروزات متوسطة ظهرية أو بطنية الموقع عند نهايته الطرفية	منحن ظهرياً، ذو طول ٢٠ – ٢٢ ميكروميتر، بدون بروزات ظهرية أو بطنية الموقع عند نهايته الطرفية

[١] النسبة a = الطول الكلي للجسم مقسوماً على أكبر عرض للجسم

[٢] النسبة c = الطول الكلي للجسم مقسوماً على طول الذيل.

أشارت دراسة قام بها إبراهيم وآخرون Ibrahim *et al.* (1994) أن طريقة التفريد الكهربى في وسط من الهلام Gel electrophoresis هي طريقة مفيدة وتشكل الأساس الكيموحيوي لفصل أنواع الجنس *Aphelenchoides*. كما قامت الدراسة أيضاً بمقارنة طرز مشابهات إنزيم الإستريز غير المتخصصة، وطرز البروتين بين ثلاث عشائر من النيماتودا *A. besseyi* (من مزارع الأرز في كل من: سيراليون، والهند، والفلبين)، و*A. bicaudatus* (من نبات *Setaria palmaefolia* الذي نشأ أصلاً في غينيا الجديدة)، و*A. arachidis* (من الفول السوداني من نيجيريا)، و*A. fragariae* (من النباتات السرخسية من كاليفورنيا)، و*A. hamatus* (من الفراولة من إنجلترا)، و*A. nechaleos* (من الأرز من فيتنام)، و*A. Paranechaleos* (من الأرز من سيراليون)، وذلك باستخدام طريقة التفريد الكهربي على جل عديد الأكريلاميد Polyacrylamide gel electrophoresis المعروفة اختصاراً بالرموز PAGE وطريقة SDS-PAGE، على الترتيب. كانت الحزم Banding التي ظهرت في التفريد الكهربي لكل من: مشابه إنزيم الإستريز، والبروتين لجميع الأنواع والعشائر المختبرة مميزة جداً. وكان لكل نوع الحزم المميزة له فقط، كما وجدت حزم بارزة تميز بين الأنواع. ويبدو أن حزم طرز إنزيم الإستريز كانت أكثر فائدة في التفريد بين الأنواع من طرز البروتين. بينما لم تكن هناك فروقاً ملحوظة في علامات طرز إنزيم الإستريز والبروتين المفصولة من النيماتودا النامية على مزارع أي من الفطرين *Botrytis cinerea*، أو *Rhizoctonia solani*.

السلالات، والطرز الحيوية، والطرز الإمراضية Races, biotypes, pathotypes

بالرغم من أنه قد لوحظ أن الفراولة لا تصاب بعشائر النيماتودا *A. besseyi* التي تم عزلها من نباتات الكريزانثمم (Noegel and Perry, 1963)، إلا أنه لا يوجد دليل قاطع على وجود سلالات واضحة داخل النوع *A. besseyi*. وفي الحقيقة، التقارير التي تناولت مقاومة أصناف الأرز للنوع *A. besseyi*، لم تتناول وجود السلالات النيماتودية داخل هذا النوع كمشكلة. وأيضاً لم ترد تقارير حول وجود سلالات في الأنواع؛ *A. ritzemabosi*، و*A. fragariae*، و*A. arachidis*. وبالنظر إلى المدى العوائلي الواسع والاختلافات في مواطن تلك الأنواع على النباتات المختلفة، قام بوركهارت Burckhardt (1973) باختبار عشائر متجانسة من نسل أنثى واحدة متشابهة لعشائر من النوع *A. ritzemabosi* والنوع *A. fragariae* من عوائل نباتية مختلفة، ولاحظ أنه لا توجد فروقات في سلوك تلك الأنواع تجاه نباتات الاختبار المختلفة، أو في القياسات المورفومترية، أو النسب الجنسية التي من الممكن أن تدل على وجود سلالات حيوية Biological races. وفي حصر عام، وجدت يرقات عديدة من نيماتودا النوع *A. arachidis* في جذور الذرة، والذرة الرفيعة، والدخن، وقصب السكر، والأرز، وبعض الأعشاب البرية، وفي عينيتين اثنتين فقط من الفول السوداني (Bos, 1977). وقد جاءت العينتان المصابتان من الفول السوداني من مناطق توجد في المنشأ الأصلي للنوع *A. arachidis*. ولم تتعرض نباتات الفول السوداني للإصابة بالنوع *A. arachidis* عندما تمت زارعة نباتات الذرة والذرة الرفيعة – شديدة القابلية للإصابة – بينها، وبناءً على هذه الملاحظات،

اقترح بوس Bos (1977) وجود طرازين حيويين Biotypes من النوع *A. arachidis*، أحدهما يصيب الفول السوداني ومحاصيل الحبوب، والآخر يصيب محاصيل الحبوب فقط. ولكن لا توجد أية تقارير أخرى تؤيد هذا الاقتراح.

اللقاح Inoculum

تنمية اللقاح Culturing

يمكن استخدام عدة طرق لتربية أنواع نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. بكميات كبيرة يصل وزنها إلى عدة جرامات بسهولة، وذلك باستخدام مزارع أحادية (وحيدة نوع النيماتودا) Monoxenic cultures، وذلك بأن تربى النيماتودا على نسيج كالس. فمثلاً يعطي كالس البرسيم الحجازي المنمى على بيئة آجار مغذٍ تحتوي على 2,4-D والملقح بخمسين فرداً من النيماتودا حوالي ٧٧٠٠٠ فرد من النيماتودا بعد شهرين من التلقيح (Krusberg, 1961). ويعد كالس البرسيم الحجازي والبرسيم المصري أيضاً مناسبين لتربية نيماتودا النوع *A. ritzemabosi* (Bossis and Caubel, 1982). ويمكن تربية أنواع نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. بسهولة أيضاً على بعض الأنواع المختلفة من الفطريات، فمثلاً تتغذى نيماتودا النوع *A. besseyi* وتتكاثر على كل من فطريات؛ *Fusarium solani* (Huang *et al.*, 1972)، و*Aureobasidium pullalans* (Huang *et al.*, 1994)، و*Alternaria tenuis* (Todd and Atkins, 1958)، و*A. alternata* (Rajan *et al.*, 1989). وكذلك تتغذى وتتكاثر نيماتودا النوع *A. ritzemabosi* على الفطر *Botrytis cinerea* (Hooper and Cowland, 1986)، ونيماتودا النوع *A. arachidis* على كل من الفطرين؛ *Macrophomina phaseolina* و*B. cinerea* (Bridge *et al.*, 1977).

ويمكن تربية النباتات المصابة بأنواع نيماتودا الجنس *Aphelenchoides* والمحافظة عليها في البيوت الزجاجية بغرض استخدامها فيما بعد كلقاح. وقد وصف هوبر وكاولاند Hooper and Cowland (1987) عملية الإنتاج المكثف لنيماتودا النوع *A. ritzemabosi* على نباتات الكوسة صنف "Marrows"، حيث يمكن الحصول على ١٨٠٠٠-٢٥٠٠٠ فرد من النيماتودا/جم من النسيج النباتي المصاب، وذلك بتلقيح النباتات بألف فرد من النيماتودا في نصف مل من معلق النيماتودا، وتحضينها لمدة ٦ - ١٠ أسابيع من التحضين على درجة حرارة ١٦-١٨ °م. كما تتكاثر نيماتودا النوع *A. fragariae* أيضاً على الكوسة ولكن ليس بنفس كفاءة نيماتودا النوع *A. ritzemabosi*.

وتعد دورة حياة نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. دورة حياة قصيرة، ولذلك يمكن الحصول على كميات كبيرة من النيماتودا في فترة زمنية قصيرة. فمثلاً تستغرق دورة حياة النوع *A. besseyi* عشرة أيام على درجة حرارة ٢١ °م، وثمانية أيام فقط على درجة حرارة ٢٣ °م (Franklin and Siddiqi, 1972). وعلى درجة حرارة ١٨ °م تستغرق دورة حياة نيماتودا النوعين *A. ritzemabosi* و*A. fragariae* حوالي ١٠ - ١٥، و١٠ - ١١ يوماً، على الترتيب (Siddiqi, 1974).

التخزين Storage

تستخدم بعض الدراسات الأطوار الكاملة من نيماتودا النوع *A. besseyi* وهي في حالة كمون جاف Anhydrobiotic stage كمصدر للقاح. وقد أوضحت الدراسات حول موضوع تجفيف النيماتودا، أن الظروف الرطوبية المتوسطة (التي تسمح بسحب الماء من النيماتودا ببطء) تمكن جميع الأطوار النيماتودية للنوع *A. besseyi* من الدخول في طور الكمون الجاف بنجاح (Rajan *et al.*, 1989). يمكن أيضاً تخزين نيماتودا النوعين ؛ *A. ritzemabosi*، و*A. fragariae* على درجات الحرارة المنخفضة قبل استخدامها في التلقيح. ويمكن لكلا النوعين من النيماتودا البقاء أيضاً في الأنسجة النباتية المصابة (كالفراولة مثلاً) المخزنة على درجة حرارة ١ – ٢ °م تحت الصفر لعدة أشهر (Tacconi, 1973 ؛ Hirling, 1972).

التلقيح والاستخلاص Inoculation and Extraction

يمكن الحصول على لقاح نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. بسهولة عن طريق تمزيق الأنسجة النباتية المصابة واستخلاص النيماتودا منها بطريقة قمع بيرمان. ويجب أن تلقح نباتات الأرز بنيماتودا النوع *A. besseyi* وهي في حالة تسمح بمساعدة النيماتودا على اختراق الأنسجة الإنشائية. وتبعاً لاقتراح كي وآخرين Qiu *et al.* (1991)، تخترق نيماتودا النوع *A. besseyi* نباتات الأرز أساساً في الفترة ما بين زراعة الحبوب وظهور البادرة ذات الثلاثة أوراق. وفي تجارب أو مزارع الأصص، تلقح بادرات الأرز عادة بحوالي ٥٠٠ – ١٠٠٠ فرد من نيماتودا النوع *A. besseyi* لكل بادرة. وقد قام بوبوفا وآخرون Popova *et al.* (1994) بعدوى المجموع الخضري لمائة نبات من الأرز مزروعة في صناديق بلاستيكية (٥٥ × ٢٥ × ٣٠ سم) بنيماتودا النوع *A. besseyi* مستخدمين طريقة الرش (٥٠٠٠٠٠ نيماتودا/م^{٢})، أو أنابيب بلاستيكية (١,٥ – ٢سم وقطر ٢مم) مثبتة على الورقة الثانية أو الثالثة من نباتات الأرز، ومضافاً إليها قطرة أو قطرتان من معلق مائي للنيماتودا يحتوي على ٥٠٠ نيماتودا/نبات. ونظراً لأن نيماتودا النوع *A. ritzemabosi* من النيماتودا شديدة الحركة في الماء (يكفيها لذلك فيلم فقط من الماء)، فيمكن رشها في معلق من الماء على النباتات، وذلك باستخدام بخاخ الرذاذ. وبالرغم من أن النيماتودا قد تخترق النباتات في غضون ١٥ – ٣٠ دقيقة، إلا أنه يجب الحفاظ على النباتات في ظروف بيئية رطبة (> ٩٥٪) لمدة ٢٤ ساعة.

ويتحدد معدل تكاثر نيماتودا النوع *A. besseyi* بمدى الحيطة والحذر عند استخدام طريقة تمزيق الأنسجة النباتية في الخلاط، أو في أطباق بتري، ثم نقلها إلى قمع بيرمان. ويجب أيضاً مراعاة تقشير حبوب الأرز قبل البدء في العمل. وقد وصف ماثور ولال Mathur and Lal (1989) طريقة بسيطة للكشف عن وجود نيماتودا النوع *A. besseyi* في حبوب الأرز، وذلك بنقعها في الماء في أطباق بتري لمدة ست ساعات، بعدها تزال القشرة من على الحبوب،

فتبدأ النيماتودا الموجودة تطفو خارجة من الحبوب وتخرج من طور الكمون الجاف. أيضاً، أمكن الحصول على كميات كبيرة من النوعين *A. ritzemabosi*، و*A. fragariae* من نباتات الكريزانثمم والفراولة، وذلك بواسطة طريقة قمع بيرمان ولكن باستخدام مخفف فوق أوكسيد الهيدروجين H_2O_2 بدلاً من الماء (Hirling, 1971a). وتؤدي زيادة فترة عملية الاستخلاص إلى أربعة أسابيع إلى زيادة المتحصل عليه من النيماتودا بمقدار ١,٣ – ٧,٩ أضعاف. هذا وقد قارن بومر وول Bohmer and Well (1978) بين أربعة من طرق الاستخلاص هي: قمع بيرمان باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين، وطريقة سينهورست بالرش، وطريقة التهوية للعالم Wyss، وطريقة الرش القمعي المزدوج، من حيث فاعلية كل منها في استخلاص نيماتودا النوعين *A. ritzemabosi* و*A. fragariae* من منطقة تيجان نباتات الفراولة. وقد وجد أن طريقة الرش القمعي المزدوج قد استخلصت أغلب الموجود من النيماتودا في غضون ٩٦ ساعة.

تقدير المقاومة والتحمل Assessment of resistance and tolerance

قد تتغير الأعداد المستخلصة من نيماتودا الأنواع *A. besseyi*، و*A. ritzemabosi*، و*A. fragariae* من الأنسجة النباتية المصابة كثيراً. فمثلاً، عند تقييم درجة إصابة الأجزاء القلبية من نبات الفراولة (البراعم، الأوراق المنثنية، الأجزاء الزهرية الصغيرة) بنيماتودا النوعين: *A. fragariae*، و*A. ritzemabosi* نجد أن عدد الأجزاء القلبية المطلوبة للحصول على وزنة قدرها ٢٠ جم من هذه الأنسجة تتغير تبعاً للموسم. ومن ثم فإن ذلك يؤثر أيضاً على درجة الإصابة بالنيماتودا. وقد اعتبر أن عدد النيماتودا/قلب هو المقياس الأفضل لتقييم معدل تكاثر النيماتودا (Hirling, 1971b). ويعد معدل التكاثر عاملاً هاماً في تحديد درجة المقاومة ولكنه ليس المؤشر الغالب في تحديد القدرة الإمراضية للنيماتودا. فمن المهم أيضاً تحديد رد فعل (استجابة) النبات للإصابة معبراً عنه في شكل تطور أعراض مرض القمة البيضاء على النباتات في طور ٤ – ٥ ورقات نباتية كدلالة على استجابة النبات لنيماتودا النوع *A. besseyi*. وعلى العكس من ذلك، وخاصة في الحقل، قد يكون تعبير العرض المرضي على النبات متفاوتاً بدرجة كبيرة، وذلك بسبب التأثير القوي للظروف البيئية على تطور النيماتودا وكذلك الضرر الواقع على النبات (Bridge *et al.*, 1990). وقد تكون درجة القابلية للإصابة في النبات المحكومة بمعدل تكاثر النيماتودا، محكومة أيضاً من جانب آخر بالطريقة المستخدمة في الحصول على اللقاح النيماتودي.

درس لي وإيفانز Lee and Evans (1973) تأثير مستخلصات بادرات ١٥ صنفاً من الأرز على جذب نيماتودا النوع *A. besseyi*، ووجدا أن هناك علاقة بين درجة انجذاب النيماتودا ودرجة القابلية للإصابة في البادرات

ذات العمر ثمانية أسابيع لتلك الأصناف عند تنميتها في الأصص. وعلى العكس من ذلك، عندما تستخدم درجة انجذاب النيماتودا كمقياس لدرجة القابلية للإصابة فإنه يجب على الباحث أن يضع نصب عينيه تلك الملاحظات التي أوردها جاكت وماثور Gokte and Mathur (1988) والتي مفادها أن انجذاب نيماتودا *A. besseyi* إلى بادرات الأرز يكون متأثراً بكل من عمر البادرة، والطور اليرقي للنيماتودا نفسه، ودرجة الحرارة.

المراجع

References

Bohmer, B. and Weil, B. (1978) Methodenvergleich zur Extraktion von Blatt-und Knospennematoden (*Aphelenchoides* spp.) aus Erdbeer Pflanzensporossen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutdienstes* 30, 85-88.

Bollich, C.N., Webb, B.D., Marchetti, M.A. and Scott, J.E. (1985) Registration of Pecos rice. *Crop Science* 25, 885-886.

Bos, W.S. (1977) *Aphelenchoides arachidis* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoidea), an endoparasite of the testa of groundnuts in Nigeria. *Zeitschrif für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschütz* 84, 95-99.

Bossis, M. and Caubel, G. (1982) Elevage monoxenique de nematodes Phytoparasites sur cals de tissues. *Sciences Agronomiques, Rennes* 2, 115-125.

Bridge, J. and Hunt, D.J. (1985) *Aphelenchoides arachidis*. *C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* Set 8, No. 116.

Bridge, J., Bos, W.S., Page, L.J. and McDonald, D. (1977) The biology and possible importance of *Aphelenchoides arachidis*, a seed-borne endoparasitic nematode of groundnuts from northern Nigeria. *Nematologica* 23, 253-259.

Bridge, J., Luc, M. and Plowright, R.A. (1990) Nematode parasites of rice. In: Luc, M., Sikora, R.A. and Bridge, J. (eds) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International. Wallingford, UK, pp. 69-108.

Burckhardt, F. (1973) Biologische Rassen bei *Aphelenchoides fragariae* und *Aphelenchoides ritzemabosi* *Mitteilungen aus der Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft* 151, 298.

Cayrol, J.C. and Dalmasso, A. (1975) Affinités interspécifiques entre trios nematodes de feuilles (*A. fragariae, A. ritzemabosi et A. besseyi*). *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Biologie* 10, 215-225.

Cui, G.X., Zheng, G.C. and Dong, Z.P. (1989) [Screening of foxtail millet materials resistant to *Aphelenchoides besseyi*]. *Acta Agriculture Boreali Sinica* Supplement, 145-152.

Da Silveira, S.G.P., Curi, S.M. and Tisseli, O. (1990) [Reaction of rice breeding lines to seed nematode *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942.] *Nematologia Brasileira* 14, 54-60.

Da Oliveira, J.V. (1989) Evaluation of the resistance of four irrigated rice genotypes to the nematode *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942. *Agronomia Sulriogradense* 25, 11-18.

Fortuner, R. and Orton Williams, K.J. (1975) Review of the literature on *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, the nematode causing "white tip" disease in rice. *Helminthological Abstracts Series B, Plant Nematology* 44, 1-40.

Franc, G.D., Beaupré, C.M.S., Gray, F.A. and Hall, R.D. (1996) Nematode angular leaf spot of dry bean in Wyoming. *Plant Disease* 80, 476-477.

Frankilin, M.T and Siddiqi, M.R. (1972) *Aphelenchoides besseyi*. *C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes*. Set 1, No. 4.

Gokte, N. and Mathur, V.K. (1988) On the attractiveness of paddy seedlings to *Aphelenchoides besseyi*. *Indian Journal of Nematology* 18, 239-243.

Gray, F.A., Williams, J.L., Griffin, G.D. and Wilson, T.E. (1994) Distribution in the Western United States of alfalfa and cultivar reaction to mix populations of *Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchoides ritzemabosi*. *Supplement to Journal of Nematology* 26, 705-719.

Hirling, W. (1971a) Zur Technik der Untersuchung von Erdbeerflanzen und Chrysanthemumblattern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil I. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Plflanzenschütz* 44, 171-174.

Hirling, W. (1971b) Zur Technik der Untersuchung von Erdbeerflanzen und Chrysanthemumblattern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil II. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Plflanzenschütz* 44, 182-185.

Hirling, W. (1972) Zur Technik der Untersuchung von Erdbeerflanzen und Chrysanthemumblattern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil III. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Plflanzenschütz* 45, 6-10.

Hooper, D.J. and Cowland, J.A. (1986) Fungal hosts for chrysanthemum nematode, *Aphelenchoides ritzemabosi*. *Plant Pathology* 35, 128-129.

Hooper, D.J. and Cowland, J.A. (1987) Courgette marrows for the mass culture of some nematodes. *Nematologica* 33, 488-490.

Huang, C.S., Huang, S.P. and Lin, L.H. (1972) The effect of temperature on development and generation periods of *Aphelenchoides besseyi*. *Nematologica* 18, 432-438.

Huang, C.S., Huang, S.P. and Chiang, Y.C. (1979) Mode of reproduction and sex ratio of rice white-tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*. *Nematologica* 25, 255-260.

Ibrahim, S.K., Perry, R.N. and Hooper, D.J. (1994) Use of esterase and protein patterns to differentiate two new species of *Aphelenchoides* on rice from other species of *Aphelenchoides* and from *Ditylenchus angustus* and *D. myceliophagus*. *Nematologica* 40, 267-275.

Khan, F.A. and Misari, S.M. (1992) Plant-parasitic nematodes associated with groundnut crop in four ecological zones of Nigeria. *Journal of African Zoology* 106, 263-272.

Krusberg, L.R. (1961) Studies on the culturing and parasitism of plant-parasitic nematodes, in particular *Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchoides ritzemabosi* on alfalfa tissue. *Nematologica* 6, 181-200.

Lee, Y.B. and Evans, A.A.F. (1973) Correlation between attractions and susceptibilities of rice varieties to *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942. *Korean Journal of Plant Protection* 12, 147-151.

Mathur, V.K. and Lal, A. (1989) A simple technique for the detection of white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) in rice germplasm under exchange. *Indian Journal of Nematology* 19, 71.

McDonald, D., Bos, W.S. and Gumel, M.H. (1979) Effects of infestation of peanut (groundnut) seed by the testa nematode, *Aphelenchoides arachidis*, on seed infection by fungi and seedling emergence. *Plant Disease Reporter* 63, 464-467.

Nakagome, T. and Kato, K. (1977) Injuries to *chrysanthemum* cultivars caused by infestation by *Aphelenchoides ritzemabosi*. *Research Bulletin of the Aichi Ken Agricultural Research Center, B Horticulture* 9, 86-91.

Nishizawa, T. (1953) Studies on the varietal resistance of rice plants to the rice nematode disease 'Senchu shingare byo' (VI). *Bulletin of the Kyushu Agricultural Experimental Station* 1, 339-349.

Noegel, K.A. and Perry, V.G. (1963) A foliar disease of *Chrysanthemum* incited by strawberry summer crimp nematode. *Proceedings of the Soil Science Society of Florida, 22nd Annual Meeting*, pp. 162-166.

Popova. M.B., Zelenskii, G.L. and Subbotin, S.A. (1994) The assessment of resistance in cultivars of *Oryza sativa* L. to *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942. *Russian Journal of Nematology* 2, 41-44.

Qiu, T.X., Yan, M.F. and Lu, Q. (1991) Study on the occurrence, regulation and control of *Aphelenchoides besseyi*. *Zhejiang Nongye Kexue* 6, 290-292.

Rajan, Mathur, V.K. and Lal, A. (1989) Improved culturing technique for *Aphelenchoides besseyi* by inducing anhydrobiosis. *Indian Journal of Nematology* 19, 10-13.

Shepherd, J.A. and Barker, K.R. (1990) Nematode parasites of tobacco. In: Luc, M., Sikora, R.A. and Bridge, J. (eds) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International. Wallingford, UK, pp. 493-517.

Siddiqi, M.R. (1974) *Aphelenchoides ritzemabosi*. *C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* Set *3, No. 32.*

Siddiqi, M.R. (1975) *Aphelenchoides fragariae*. *C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* Set 5, No. 74.

Sivakumar, C.V. (1988) White tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) resistance in rice. *Indian Journal of Nematology* 18, 342-344.

Sohn, J.K., Lee, S.K., Koh, J.C., Kim, H.Y., Yang, S.J., Hwang, H.G., Hwang, D.Y. and Chung, G.S. (1987) A new rice variety with multiple resistance to diseases and insect pests: Nemyeongbyeo. *Research Report of the Rural Development Administration Crops, Korea Republic* 29, 18-28.

Strider, D.L. (1979) Control of *Aphelenchoides ritzemabosi* in African violet. *Plant Disease Reporter* 63, 378-382.

Szczygiel, A. (1977) Review of Soviet literature on plant parasitic nematodes associated with strawberries. Research Institute of Pomology Experimental Station, Brezna, Poland, 63 pp.

Szczygiel, A. and Danek, J. (1975) Susceptibility of strawberry cultivars to leaf and bud nematodes (*Aphelenchoides* spp.). *Fruit Science Reports* 2, 47-57.

Tacconi, R. (1973) Danni da nematode alla fragola. *Informatore Fitopatologico* 23, 13-16.

Todd, E.H. and Atkins, J.G. (1958) White tip disease of rice. I. Symptoms, Laboratory culture of nematodes and pathogenicity test. *Phytopathology* 48, 632-640.

Wallace, H.R. (1961) Browning of *chrysanthemum* leaves infested with *Aphelenchoides ritzemabosi*. *Nematologica* 6, 7-16.

Zelenskii, G.L. and Popova, M.B. (1991) Breeding rice for resistance to the rice leaf nematode in USA. *Selektsiya i Semenovodstvo (Moskva)* 5, 59-60.