

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*، *A. arachidis*، *A. fragariae* (Ritzema Bos) Christie و *A. ritzemabosi* (Schwartz) Steiner and Buhner و Christie .Bos

ويعرف النوع *A. besseyi* أساساً كمسبب لمرض القمة البيضاء في الأرز، ويوجد في أنحاء متفرقة بالعالم في معظم مناطق إنتاج الأرز (Franklin and Siddiqi, 1972؛ Fortuner and Orton Williams, 1975). 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 3 - 5 سم، وشيخوخة وتمزق في الأوراق. وتعد الأوراق العليا وورقة السنبل *Panicle leaf* الأكثر تأثراً بالإصابة، حيث تتحلزن وتتجدد مما يؤخر خروج السنبل. 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 تشوه أوراقها نتيجة للإصابة، ويتقزم النبات بكامله وتنخفض نسبة الإزهار، ومن ثم ينخفض المحصول (Franklin and Siddiqi, 1972).

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

تتطفل النيماطودا *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 النيماطودا خارجياً على الفراولة داخل انتشاءات أنسجة التاج وداخل البراعم الجارية. ونادراً ما توجد هذه النيماطودا داخل أنسجة الأوراق، ولو حدث ذلك فإنه يحدث بطريقة عرضية فقط. وتسبب النيماطودا 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 النيماطودا، حيث تدخل النيماطودا إلى أوراقها من خلال الثغور عندما تكون تلك الأوراق مغطاة بفيلم رقيق من الماء. ويؤدي التطفل الداخلي للنيماطودا 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 نيماطودا الفول السوداني *A. arachidis* Bos. طفيلياً 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 تنكش وتتجدد بعد تجفيفها وتلون أغلفتها باللون البني الداكن. أيضاً تؤدي الإصابة بهذه النيماتودا إلى تعريض وتهيئة البذور المصابة للإصابة ببعض الفطريات الممرضة مثل: *Rhizoctonia solani*، *Sclerotium rolfsii*، *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 (De Oliveira, 1989؛ Bridge et al., 1990؛ 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 *(Pyricularia oryzae) Magnaporthe grisea*، ومرض التبغ البني في الأرز المتسبب عن الفطر *Cochliobolus miyabeanus* (Bollich et al., 1985). أما الصنف "Namyongbyeo" الناتج عن التهجينات التي اشترك فيها الآباء "Milyang 40"، و"مilyang"، و"IR10157"، و"IR5533" فلم يكن صنفاً متوسط المقاومة للنيماتودا *A. besseyi* فقط ولكن أيضاً لعدة أمراض فيروسية، ومرض لفحة أوراق الأرز البكتيري المتسبب عن البكتيريا *Xanthomonas campestris pv. oryzae*، ومرض لفحة الأرز، وبعض نطاطات أوراق الأرز التي تنتمي لعائلتي Cicadellidae و Delphacidae 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 النيما تودا *A. besseyi*، وعدد من ممرضات الأرز الأخرى (Zelenskii and Popova, 1991). وبالإضافة إلى المصادر المتعددة من المقاومة للنيما تودا *A. besseyi* الموجودة في الأرز، فقد وجدت صفة المقاومة تجاه هذه النيما تودا 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 الكرايزانثيم والفراولة تختلف في قابليتها للإصابة بالنيما تودا *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 النيما تودا *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 الكرايزانثيم للنيما تودا *A. ritzemabosi*. ويمكن منع انتقال النيما تودا *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 النيما تودا.

اعتبارات عامة عند التقييم لصفة المقاومة

تجاه نيما تودا 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 Dalmaso (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 لخمس 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)، و Siddiqi (1974؛ 1975)، و Bridge and Hunt (1985)، كما يوجد ملخص لها في الجدول رقم (٦،١).

| الإناث | <i>A. ritzemabosi</i> | <i>A. fragariae</i> | <i>A. besseyi</i> | <i>A. arachidis</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| الطول الكلي للجسم (مم) | ١,٢٠ - ٠,٧٧ | ٠,٨٠ - ٠,٤٥ | ٠,٨٨ - ٠,٥٧ | ١,٠٠ - ٠,٥١ |
| النسبة a | ٤٥ - ٤٠ | ٦٠ - ٤٥ | ٥٨ - ٣٢ | ٥٠ - ٣٩ |
| النسبة c | ٢٤ - ١٨ | ٢٠ - ١٢ | ٢١ - ١٤ | ٤٢ - ٢٥ |
| عدد الخطوط في الخقل الجانبي | ٤ | ٢ | ٤ | ٢ |
| موقع الفتحة الإفرازية | خلف الحلقة العصبية المركزية بما يعادل نصف إلى صغرى عرض الجسم | عند مستوى الحلقة العصبية المركزية أو خلفها بقليل | عند مستوى الحلقة العصبية المركزية | خلف الحلقة العصبية بمسافة تعادل قطر الجسم |
| طول الكيس الرخمي الخلفي | يبدأ إلى أكثر من نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج | يبدأ إلى أكثر من نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج | يبدأ إلى أقل من ثلث المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج | يبدأ لحوالي نصف المسافة بين فتحتي التناسل والإخراج |
| عدد صفوف البويضات في البيض متعددة | ٤ | ١ | ٤ - ٣ | ١ |
| شكل الذيل | مخروطي متطاول، ذو مشجب طرفي يحصل ٤ - ٢ بورزات | مخروطي، ينتهي بنهاية بسيطة تشبه الشوكة مخروطي، ذو نهاية مقنعة لعدة أشكال ذات ٣ - ٤ بورزات مستديرة بدون أية بورزات | مخروطي، ذو نهاية مقنعة لعدة أشكال ذات ٣ - ٤ بورزات مستديرة | شبه أسطواني، ذو نهاية مستديرة الطرف غير حادة |
| الذكور | | | | |
| الطول الكلي للجسم (مم) | ٠,٩٣ - ٠,٧٠ | ٠,٨٦ - ٠,٤٨ | ٠,٧٢ - ٠,٤٤ | ١,٠٤ - ٠,٥٦ |
| النسبة a | ٥٠ - ٣١ | ٦٣ - ٤٠ | ٤٧ - ٣٦ | ٦٠ - ٣٧ |
| شكل ذكورتي السقاد | متحن ظهرياً، ذو طول ٢٠ - ٢٢ ميكرومتر، بدون بورزات ظهوية أو بطنية الموضع عند نهاية الطرفية | متحن ظهرياً، ذو طول ١٤ - ١٧ ميكرومتر، ذو بورزات متوسطة ظهوية أو بطنية الموضع عند نهاية الطرفية | متحن ظهرياً، ذو نهاية الطرفية | متحن ظهرياً، ١٥ - ٢٥ ميكرومتر |

٣. النسبة c = الطول الكلي للجسم مقسوماً على طول الذيل.

٤. النسبة a = الطول الكلي للجسم مقسوماً على أكبر عرض للجسم

أشارت دراسة قام بها إبراهيم وآخرون (1994) Ibrahim et al. 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 مشابهاة إنزيم الإستريز غير المتخصصة، وطرز البروتين بين ثلاث عشائر من النيما تودا *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 الكهربى على جل عديد الأكريلاميد Polyacrylamide gel electrophoresis المعروفة اختصاراً بالرموز PAGE وطريقة SDS-PAGE، على الترتيب. كانت الحزم Banding التي ظهرت في التفريد الكهربى 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 النيما تودا النامية على مزارع أي من الفطرين *Botrytis cinerea*، أو *Rhizoctonia solani*.

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

بالرغم من أنه قد لوحظ أن الفراولة لا تصاب بعشائر النيما تودا *A. besseyi* التي تم عزلها من نباتات الكريزانثم (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 النيما تودية داخل هذا النوع كمشكلة. وأيضاً لم ترد تقارير حول وجود سلالات في الأنواع؛ *A. ritzemabosi*، و *A. fragariae*، و *A. arachidis*. وبالنظر إلى المدى العوائل 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 نيما تودا 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 زراعة 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 تربي 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 pullulans* (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)، و نيماتودا 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. fragariae* و *A. ritzemabosi* حوالي ١٠ - ١٥، و ١٠ - ١١ يوماً، على الترتيب (Siddiqi, 1974).

التخزين Storage

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

التلقيح والاستخلاص Inoculation and Extraction

يمكن الحصول على لقاح نيما تودا الأوراق *Aphelenchoides spp.* بسهولة عن طريق تمزيق الأنسجة النباتية المصابة واستخلاص النيما تودا منها بطريقة قمع بيرمان. ويجب أن تلتحق نباتات الأرز بنيما تودا النوع *A. besseyi* وهي في حالة تسمح بمساعدة النيما تودا على اختراق الأنسجة الإنشائية. وتبعاً لاقتراح كي وآخرين (Qiu et al., 1991)، تحترق نيما تودا النوع *A. besseyi* نباتات الأرز أساساً في الفترة ما بين زراعة الحبوب وظهور البادرة ذات الثلاثة أوراق. وفي تجارب أو مزارع الأصص، تلتحق بادرات الأرز عادة بحوالي ٥٠٠ - ١٠٠٠ فرد من نيما تودا 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) بنيما تودا النوع *A. besseyi* مستخدمين طريقة الرش (٥٠٠٠٠٠ نيما تودا/م^٢)، أو أنابيب بلاستيكية (١.٥ - ٢ سم وقطر ٢ مم) مثبتة على الورقة الثانية أو الثالثة من نباتات الأرز، ومضافاً إليها قطرة أو قطرتان من معلق مائي للنيما تودا يحتوي على ٥٠٠ نيما تودا/نبات. ونظراً لأن نيما تودا النوع *A. ritzemabosi* من النيما تودا 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 النيما تودا قد تحترق النباتات في غضون ١٥ - ٣٠ دقيقة، إلا أنه يجب الحفاظ على النباتات في ظروف بيئية رطبة (< ٩٥٪) لمدة ٢٤ ساعة.

ويتحدد معدل تكاثر نيما تودا النوع *A. besseyi* بمدى الحبيطة 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 نيما تودا 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 الكريزانشم 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 الإراضية 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 كقياس لدرجة القابلية للإصابة فإنه يجب على الباحث أن يضع نصب عينيه تلك الملاحظات التي أوردها جاكت وماثور (1988) Gokte and Mathur 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 Pflanzenschutzdienstes* 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. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 84, 95-99.
- Bossis, M. and Caubel, G. (1982) Elevage monoxenique de nematodes Phytoparasites sur calcs 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 trois 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.
- Franklin, 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 Chrysanthemumblättern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil I. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Pflanzenschutz* 44, 171-174.
- Hirling, W. (1971b) Zur Technik der Untersuchung von Erdbeerflanzen und Chrysanthemumblättern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil II. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Pflanzenschutz* 44, 182-185.
- Hirling, W. (1972) Zur Technik der Untersuchung von Erdbeerflanzen und Chrysanthemumblättern auf Blattalchen (*Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi*). Teil III. *Anzeiger Für Schadlingskunde und Pflanzenschutz* 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. *Seleksiya i Semenovodstvo (Moskva)* 5, 59-60.