

النيما تودا خارجية التطفل

Ectoparasitic Nematodes

J.L. Starr and L.F. Bendezu

Department of Plant Pathology and Microbiology,

Texas A&M University, College station, TX 77843-2132, USA

تشمل هذه المجموعة من النيما تودا المتطفلة على النباتات التي تتطفل خارجياً على عوائلها عدداً كبيراً ومتنوعاً من الأجناس التي تتطفل على أغلب المحاصيل الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية (الجدول رقم ١١.١). وقد تكون عملية الفصل بوضوح بين النيما تودا خارجية التطفل المتجولة والنيما تودا داخلية التطفل المتجولة مسألة غير سهلة دائماً، فالنيما تودا التاجية *Hoplolaimus* والحلزونية *Helicotylenchus* قد تمثلان كلا المجموعتين في آن واحد. وبالرغم من التسليم بأن نيما تودا تعقد الجذور ونيما تودا الحوصلات هما المسؤولتان أساساً عما يحدث من فقد في المحاصيل الزراعية بسبب النيما تودا، فإن هناك عدة أنواع من النيما تودا خارجية التطفل (الجدول رقم ١١.١) التي تعد من الممرضات الهامة لمحصول معين في منطقة معينة (على سبيل المثال، النيما تودا الحلقيية *Cricomemella xenoplax* على الخوخ في جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية). وفي معظم الأحوال، وخاصة في المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية المنخفضة، لم يتم بذل الجهود الكافية لإثبات الفقد المحصولي في المحاصيل الزراعية نتيجة لتطفل النيما تودا خارجية التطفل عليها. وفي بعض دراسات الحصر المحدودة للنيما تودا المصاحبة لمحصول الذرة الرفيعة في بتسوانا وزيمبابوي، وجد أن ظاهرة ضعف النمو في هذا المحصول تكون مصحوبة دائماً بوجود كثافة عددية عالية من كل من: النيما تودا الإبرية *Longidorus*، ونيما تودا التقرم *Tylenchorhynchus*، والنيما تودا الخنجرية *Xiphinema* (Starr, unpublished data)، ولكن ليس هناك دليل واضح على أيهم المسبب لتلك العلاقة المرضية. وكمجموعة، نجد أن النيما تودا خارجية التطفل بصفة عامة لا تصنف بين الممرضات النباتية الشرسة، ولا بد من وجود أعداد كبيرة منها لكي تسبب أضراراً واضحة في النباتات المصابة. ويستثنى من ذلك النيما تودا اللاسعة *Belonolaimus longicaudatus* التي تسبب أضراراً شديدة لكل من القطن، والذرة، وفول الصويا، حتى لو وجدت بأعداد قليلة جداً تقترب بالكاد من المستوى الذي يمكن الكشف عنه Detection level.

الجدول رقم (١١، ١). النيماطودا خارجية التطفل المترافقة مع أضرار الفقد الاقتصادي في المحاصيل النباتية (Evans et al., Luc et al., 1990).
(1993).

النيماطودا	المحصول
<i>Aphelenchus</i>	طماطم، فطر المشروم.
<i>Belonolaimus longicaudatus</i>	ذرة، قطن، بطاطس، فول سوداني، قصب سكر، فاصوليا، فلفل، كرفس، نجيل، فراولة، فول صويا، ذرة رفيعة، برسيم، جوز.
<i>Cacopaurus</i>	جوز.
<i>Criconebella</i>	خوخ، برقوق، جوز، عنب، فول سوداني، تبغ.
<i>Dolichodorus heterocephalus</i>	ذرة حلوة، فاصوليا، كرفس.
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	قصب سكر.
<i>Hemicriconemoides kanayaensis</i>	شاي.
<i>Hemicycliophora arenaria</i>	موالح.
<i>Hemicycliophora nudata</i>	ذرة، فاصوليا، قصب سكر، جزر.
<i>Hoplolaimus</i>	ذرة، قطن، قصب سكر، موز، صنوبر، نجيل.
<i>Longidorus elongatus</i>	قصب سكر، بنجر سكر، بطاطس، طماطم، خس، توت القصب، فراولة، خوخ، كرز، نعناع، مخروطيات، برسيم، نجيل.
<i>Paratylenchus</i>	كرفس، برقوق، أناناس، توت القصب، برسيم.
<i>Scutellonema siamense</i>	فلفل أسود.
<i>S. brachyurus</i>	كاكاو، قصب سكر.
<i>Trichodorus/Paratrachodorus</i>	بنجر، بطاطس، بازلاء، بصل، ذرة، طماطم، فلفل، قطن، تبغ، موالح، عنب، قصب سكر، برسيم حجازي، برسيم، نجيل.
<i>Tylenchus</i>	كرنب الرؤوس.
<i>Xiphinema</i>	عنب، لوز، الفواكه ذات النواة الحجرية، تفاح، كمثرى، حشيشة الدينار، فراولة، توت، فاصوليا، طماطم، تبغ، ذرة رفيعة، قصب سكر، نجيل، برسيم، موالح، مخروطيات.

العلاقات بين العائل والطفيل

Host-Parasite Relations

تعد النيماطودا خارجية التطفل من الأنواع التي تقيم علاقات محدودة غير متعمقة مع عوائلها، كما تتميز بميكانيكية بدائية في التطفل ينتج عنها غالباً موت خلايا العائل (Wyss, 1981). وحتى عندما يكون التفاعل بين رمح

النيماتودا وخلية العائل قصيراً في مدته مقارنة بما يحدث في حالة النيماتودا الساكنة (Hussey *et al.*, 1992)، فإن النشاط الغذائي لهذه المجموعة من النيماتودا إذا لم يؤد إلى موت الخلية (Wyss, 1987)، فإنه يؤدي إلى إحداث عقد جذرية (كما في حالة النيماتودا الخنجرية على العنب، والنيماتودا الإبرية على الفراولة أو الشيلم)، كما تؤدي بعض الأنواع الأخرى من هذه النيماتودا إلى تحورات خلوية في نسيج العائل (Hussey ; Bleve-Zacheo *et al.*, 1987) (Hussey *et al.*, 1992). وقد يحدث موت الخلايا نتيجة لتطفل هذه النيماتودا بسبب الأعداد الكبيرة منها التي تتغذى على منطقة واحدة من نسيج النبات العائل في نفس الوقت (Klinger, 1975 ; Streu *et al.*, 1961). وتتكون العقد الجذرية على جذور النباتات المصابة بالنيماتودا الخنجرية بسبب الانقسامات الميتوزية المتكررة التي تحدث في خلايا النسيج المصاب دون أن يتبع ذلك انقسامات سيتوبلازمية (Rumpenhost and Weischer, 1978) (Wyss *et al.*, 1980)، بينما تسبب العقد الجذرية في جذور النباتات المصابة بالنيماتودا الإبرية عن التضخم الذي يحدث في مجموعة من الخلايا الفارغة المحاطة بخلايا وحيدة الأنوية متحورة (Griffiths and Robertson, 1984). ويبدو أن الإفرازات التي تفرزها النيماتودا من الغدة الظهرية للمريء أمراً ضرورياً لعملية تحلل الجدر الخلوية في النبات العائل، ثم بعد ذلك تحلل سيتوبلازم الخلايا المجاورة (Robertson *et al.*, 1984). وقد تم إثبات إنتاج (Smant *et al.*, 1998) وإفراز (Wang *et al.*, 1999) إنزيمات السليوليز Cellulase enzymes بواسطة النيماتودا داخلية التطفل الساكنة. وفي حالة النيماتودا الحلقيية *Cricomemella xenoplax*، تتحور الروابط (الخيوط) السيتوبلازمية Plasmodesmata بين الخلية المغذية والخلايا المجاورة بطريقة تسهل عملية انتقال العناصر الغذائية الذائبة إلى الخلية المغذية (Hussey *et al.*, 1992). ويتلخص التحور الحادث في هذه الروابط السيتوبلازمية في اتساع أقطارها، وفقدانها للأنيبيبات الدقيقة Desmotubules، واستطالتها عن طريق ترسبات شبه كالوزية. وتؤدي تغذية النيماتودا الغمدية *Hemicycliophora typica* على أطراف جذيرات نباتات الأرز إلى حدوث فجوات في تلك الجذيرات تحاط بخلايا ذات جدر خلوية متحللة جزئياً مشابهة لخلايا المدمج الخلوي *Cyncytia* (Bleve-Zacheo *et al.*, 1987). وإضافة إلى ذلك أيضاً، ربما تقوم إفرازات الغدد المرثية الظهرية بإسالة السيتوبلازم الخلوي لتسهيل عملية بلعه بواسطة النيماتودا. وقد ينتهي النشاط الغذائي للنيماتودا على خلية مغذية معينة في بضع دقائق كما في حالة النيماتودا الخنجرية *X. index*، أو حتى في ساعات كما في نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus dubius* (Wyss, 1987)، وقد يمتد إلى ثمانية أيام كما في النيماتودا الحلقيية *C. xenoplax* (Hussey *et al.*, 1992). وتتغذى معظم أنواع النيماتودا خارجية التطفل على مجموعة من الخلايا لعدة ساعات، وتتوقف عندما تصعب عملية انتقال السيتوبلازم الخلوي بسبب موت الخلايا، أو عندما تكون النيماتودا قد ابتلعت ما يكفيها من السيتوبلازم. وخلال عملية التغذية، تقوم النيماتودا الحلقيية *C. xenoplax* بتكوين أنبوب تغذية Feeding tube، ويصبح مظهر السيتوبلازم والعضيات الخلوية بالقرب من

أنبوب التغذية مختلفاً عن مثيله البعيد عن أنبوب التغذية ورمح النيما تودا (Hussey *et al.*, 1992). وقد وجد أن النشاط الغذائي للنيما تودا خارجية التطفل يؤثر على التعبير الجيني Gene expression في خلايا العائل، حيث أوضح Barthels *et al* (1997) انخفاضاً في التعبير الجيني لجين التبليغ (GUS) Reporter gene للخلايا المغذية عديدة الأنوية التي كونتها النيما تودا الخنجرية *X. diversicaudatum*. وبالرغم من أنه من الثابت أن التحورات في خلايا العائل التي تحدثها النيما تودا خارجية التطفل غير معروفة تفصيلياً كما هو الحال بالنسبة للنيما تودا داخلية التطفل، إلا أن هذه التحورات قد تكون معقدة بالدرجة التي تكفي لاستخلاص أن عدم حدوث هذه التحورات قد ينتج عنه عدم قابلية النبات للإصابة بتلك النيما تودا. وبالمثل، يؤدي التغير في استجابة النبات للنشاط الغذائي للنيما تودا الذي ينتج عنه تقليصاً للمدة الزمنية للتغذية في مكان واحد في النبات إلى انخفاض قابلية النبات للإصابة بهذه النيما تودا. وتقتصر كل الأدلة المعروفة أن العلاقة بين النيما تودا خارجية التطفل وعوائلها هي علاقة معقدة.

المقاومة تجاه النيما تودا خارجية التطفل

Resistance to Ectoparasitic Nematodes

أدى ضعف الاهتمام بالنيما تودا خارجية التطفل، وخاصة إذا ما قورنت بالنيما تودا داخلية التطفل الساكنة أو المهاجرة، إلى نقص شديد في المحاولات التي بذلت لتعريف مصادر للمقاومة أو التحمل أو حتى تطوير أصناف مقاومة أو متحملة للإصابة بهذه النيما تودا. ويلخص الجدول رقم (١١.٢) بعض النيما تودا. المجهودات الحالية لتعريف المقاومة أو التحمل في مجموعة من الأصناف. وقد كان هناك محصولان اثنان فقط (الفول السوداني والخوخ) وهما اللذان حظيا باختبار أعداد كبيرة من التراكيب الوراثية من كل منهما. وبرغم هذه المجهودات المحدودة، فقد وجدت صفتا المقاومة والتحمل في أغلب المحاصيل التي تم اختبارها. وتقتصر هذ النتائج أنه ربما يمكن العثور على المزيد من مصادر المقاومة والتحمل للإصابة بتلك الأنواع من النيما تودا إذا ما بذلت مجهودات أكبر في اختبار التراكيب الوراثية المتاحة من النباتات.

وبسبب أهمية النيما تودا كإحدى مكونات صور المعقد المرضي في بعض المحاصيل، فقد تم توجيه قدر كبير من المجهودات نحو الاهتمام بصفتي المقاومة والتحمل للإصابة كصور مرضية مقارنة بالمجهودات التي وجهت للنيما تودا ذاتها. وفي حالة ظاهرة قصر أعمار الخوخ، وعلى الرغم من عدم العثور على أصناف مقاومة للنيما تودا الحلقيية *C. xenoplax* (Westcott and Zehr, 1991؛ Westcott *et al.*, 1994)، فقد تم تعريف بعض التراكيب الوراثية من الخوخ ذات مقاومة محسنة تجاه هذه الظاهرة، مما أدى إلى زيادة عمر أشجار الخوخ المزروعة في حقول ملوثة بالنيما تودا وبعض الكائنات الممرضة الأخرى التي تشارك في هذا المعقد المرضي (Beckman *et al.*, 1997).

المصدر	التحمل	المقاومة	عدد النباتات المخيرة	اليماتودا	النبات
Giblin-Davis <i>et al.</i> (1992)	نعم	نعم	٤١	<i>Belonolaimus longicaudatus</i>	نجيل بومردا
Pasha and Tiyagi (1997)	-	نعم	١٠	<i>Tylenchorhynchus brassicae</i>	قرنبيط
Bowman and Shunith (1994)	نعم	-	٨٤	<i>Hoplaiminus colombus</i>	قطن
Cotro <i>et al.</i> (1990)	-	نعم	١٢	<i>Xiphinema index</i>	عنب
Mehan <i>et al.</i> (1993)	-	نعم ^١	١٥٩٩	<i>T. berylinense</i>	فول سوداني
Siva Rao <i>et al.</i> (1986)	-	نعم ^١	٤٨	<i>T. berylinense</i>	فول سوداني
McSorley and Gallaher (1997)	-	لا	٤	<i>Mesocricotema</i> spp.	ذرة
Ismail <i>et al.</i> (1994)	-	نعم	٨	<i>Helicotylenchus parandodigonicus</i>	ذرة
Patel and Patel (1995)	نعم	نعم	١٧	<i>T. vulgaris</i>	تبغ <i>Nicotiana</i> spp.
Westcott and Zehr (1991)	-	لا	٣٦٤	<i>Cricomonella xenoplax</i>	خوخ <i>Prunus</i> spp.
Westcott <i>et al.</i> (1994)	-	لا	٤١٠	<i>Cricomonella xenoplax</i>	خوخ <i>Prunus</i> spp.
Stirling <i>et al.</i> (1989)	لا	-	١٤	<i>Paratylaxidius australis</i>	أرز
Busey <i>et al.</i> (1993)	-	نعم	٨	<i>B. longicaudatus</i>	نجيل سانت أوجستين
Henn and Dunn (1989)	لا	لا	٧	<i>Hoplaiminus galentus</i>	نجيل سانت أوجستين
Eldin and Siddiqui (1995)	نعم	لا	٦	<i>X. basist</i>	دوار الشمس
Harris (1983)	-	نعم	٣٧	<i>X. index</i>	عنب <i>Vitis</i> spp.

اليماتودا خارجية التطفل

١. بني تقييم صفة المقاومة على أساس شدة الأعراض على القرون، وليس على أساس معدل تكاثر.

وفي أغلب التقارير التي أوجزت في الجدول رقم (١١،٢)، تم قياس صفة المقاومة اعتماداً على معدل تكاثر النيماطودا. وقد كانت هناك بعض الاستثناءات كذلك في التقارير التي أوردت صفة المقاومة في الفول السوداني تجاه نيماطودا التقزم *T. berylineatus* (Siva Rao et al., 1986؛ Mehan et al., 1993). وبسبب التفرحات الواضحة التي تتكون على قرون الفول السوداني نتيجة لتطفل النيماطودا، فقد قيست صفة المقاومة في تلك الحالة باستخدام دليل وصفي لشدة هذه التفرحات على مقياس صفر - ٥، بناءً على النسبة المئوية للمساحة السطحية المغطاة بالتفرحات في القرون. وقد استخدم هاريس Harris (1983) كلاً من معدل تكاثر النيماطودا والأعراض على الجذور لتحديد وتعريف صفة المقاومة في العنب *Vitis spp.* تجاه النيماطودا الخنجرية *X. index*، وذلك باستخدام دليل للضرر الجذري على مقياس صفر - ٣ يقيس معدل انتفاخ أطراف الجذور المصابة بالنيماطودا. وبناءً عليه كانت قيمة دليل الضرر الجذري في أحد أصناف العنب *V. vinifera* القابل للإصابة مساوياً للرقم ٢، وكان معدل تكاثر النيماطودا (Pf/Pi) مساوياً للرقم ٩،٩، بينما كانت قيمة دليل الضرر الجذري على بعض أصناف العنب *Vitis spp.* المقاومة مساوياً للرقم صفر، وكان معدل تكاثر النيماطودا على هذه الأصناف أقل من الرقم ١.

حاول ويستكوت وزيهير Westcott and Zehr (1991) تمييز الخصوبة Fecundity عن تأثيرات قدرة الحمل Carrying capacity عند اختبار مقاومة أصناف الخوخ *Prunus spp.* للنيماطودا الحلقيية *C. xenoplax* في الأصص حيث يكون نمو الجذور محدوداً. وقد استخدموا لذلك المعادلة الآتية:

$$Pf/Pi = 1 + A(2^{[d-\gamma]/\beta} - 1)$$

حيث: d = درجة الحرارة اليومية وقاعدتها 9°C ،

γ = معامل تصحيح مبني على حجم الأصيص عند استخدام أصص صغيرة ذات قيمة مساوية للصفر.

β = عدد درجات الحرارة اليومية اللازمة لوصول العشيرة النيماطودية إلى ضعف عددها.

A = الزيادة النسبية المتضاعفة.

وتستخدم قيم β لمقارنة أصناف الخوخ تحت افتراض أن المقاومة لتكاثر النيماطودا الحلقيية *C. xenoplax* سوف تزيد هذه القيمة. وعلى عكس الخصوبة، تعرف قدرة الحمل (C) بأنها حاصل قسمة معدل تكاثر النيماطودا (Pf/Pi) على وزن الجذور (w) (Westcott and Zehr, 1991) أي أن:

$$C = (Pf/Pi)/W$$

وقد قرر ويستكوت وزيهير Westcott and Zehr (1991) أن القيمتان β و C لا يتعلق كل منهما بالآخر، كما أن القيمة β لا تتعلق أيضاً بحياة الأشجار (كمقياس للتحمل) في الحقول الملوثة بالنيماطودا. ولأنه لم يتم تعريف أصناف مقاومة للنيماطودا الحلقيية *C. xenoplax* في تلك الدراسة فإن هذا الهدف (تحديد وتعريف المقاومة) يتطلب المزيد من الاختبارات ضمن نظام يقوم باختبار التراكيب الوراثية المراد اختبارها مع أصناف مقارنة قابلة للإصابة.

ليس هناك الكثير من المعلومات حول توارث صفة المقاومة في النباتات تجاه النيماتودا خارجية التطفل. وفي هذا الصدد، قام ميرديث وآخرون Meredith *et al.* (1982) باختبار نسب الانعزال لصفة المقاومة (التي كانت تسمى تحملاً، ولكن مصطلح مقاومة هو المصطلح الأنسب) تجاه النيماتودا الخنجرية *X. index* في نسل ٣٣ هجيناً فيما بين سبعة أصناف من العنب *Vitis spp.* وقد استخدموا في ذلك دليل ضرر (على المقياس ١ - ٤) مبني على معدل انتفاخ أطراف الجذور أكثر منه على معدل تكاثر النيماتودا، وذلك للتمييز بين النباتات المقاومة والقابلة للإصابة. وقد تم تصنيف النباتات التي كان معدل تضررها الجذري أقل من (١) كنباتات مقاومة، بينما تلك النباتات التي كان معدل تضررها الجذري يساوي أو يزيد عن (٢)، فقد صنفت كنباتات قابلة للإصابة. وبالرغم من وجود عدد قليل من نباتات الجيل الثاني F2 في كل هجين (٢ - ٨٤ نباتاً)، فقد أوضح تحليل مربع كاي أنه في جميع الهجن (عدا اثنين) كانت نسبة الانعزال تشير إلى جين واحد أو اثنين للتحكم في هذه الصفة.

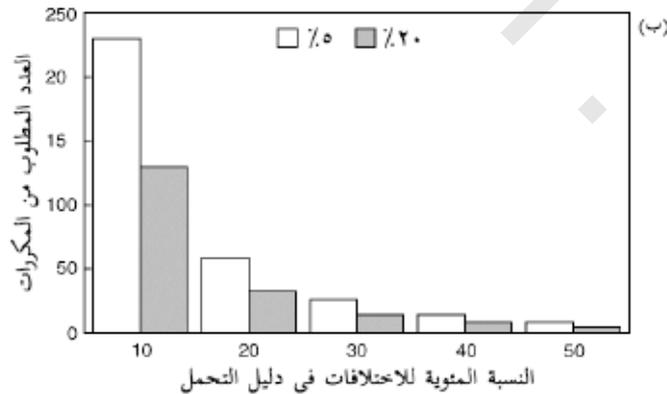
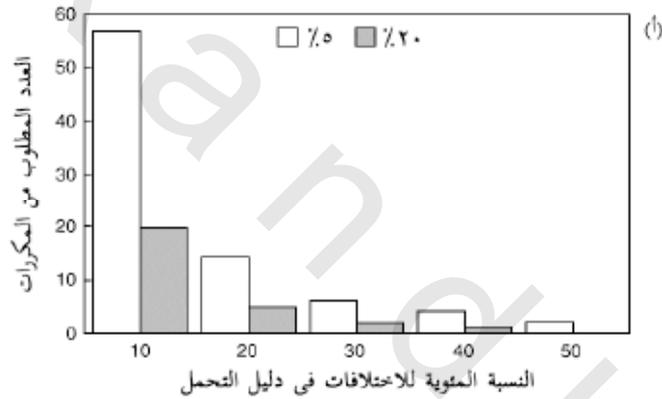
التحمل للنيماتودا خارجية التطفل

Tolerance to Ectoparasitic Nematodes

قد تكون صفة التحمل كما عرفها روبرتز Roberts وآخرون في الفصل الثاني من هذا الكتاب صفة مفيدة وبنفس كفاءة صفة المقاومة في الحد من الفقد المحصولي الناجم عن تطفل النيماتودا خارجية التطفل. بل ومن الممكن أن يكون لصفة التحمل استخدامات أوسع، اعتماداً على الميكانيكيات المتاحة، مقارنة بصفة المقاومة. ولأن صفة التحمل في حد ذاتها عبارة عن قدرة النبات على تحمل الإصابة والنمو والإنتاج تحت ظروف الإجهاد، إذاً فلو كان الإجهاد الواقع على النبات بسبب أنواع مختلفة من النيماتودا خارجية التطفل متساوياً، فإن رد فعل النبات (وتحمله لأنواع مختلفة من النيماتودا) قد يكون متساوياً أيضاً. وهذه نظرية فرضية تحتاج إلى اختبارات تأكيدية صارمة. وقد يكون اختبار صفة التحمل في النباتات أصعب من اختبار صفة المقاومة، وذلك لأنها (أي صفة التحمل) محكومة بجين واحد، ومن هنا فإن التغيرات في رد فعل النبات قد يكون كبيراً. وقد استخدم بومان وشميت Bowman and Shmitt (1994) تحليل التباين المعروف باسم تباين الخطأ التجريبي التجميعي Pooled error variance لتحديد أقل عدد من التكرارات يمكن استخدامه لقياس الاختلافات الخاصة في صفة التحمل في نباتات القطن للنيماتودا التاجية *Hoplolaimus columbus*. وفي تلك الدراسات التي أجريت في البيت الزجاجي، كان العدد المطلوب من التكرارات لكل صنف قطن هو ٢٣١ تكراراً، وذلك لتمييز ١٠٪ فقط من الاختلافات في صفة التحمل عند مستوى احتمال خطأ تجريبي ٥٪، بينما كان عدد التكرارات المطلوبة لقياس ٥٠٪ من الاختلافات عند مستوى احتمال خطأ تجريبي ٢٠٪ هو خمسة مكررات فقط (الشكل رقم ١١.١). وفي تجارب القطع الحقلية، كان عدد التكرارات المطلوبة لقياس ١٠٪ من الاختلافات عند مستوى احتمال خطأ تجريبي ٥٪ هو ٥٧ تكراراً، ولقياس ٣٠٪ من الاختلافات عند مستوى احتمال خطأ تجريبي ٢٠٪ هو تكرران فقط. وبالرغم من قابلية هذه القيم للتغير الشديد

مع التغير في كل من نوع المحصول، ونوع النيما تودا وكذلك الظروف البيئية، فإنها قد تفيد في توضيح كيفية تعريف صفة التحمل. ومن الواضح أيضاً، أنه عند اختبار مقاومة عدد كبير من التراكيب الوراثية، فإنه يجب استخدام مستوى احتمال خطأ تجريبي أكبر من المستوى المعتاد وهو ٥٪، وأن يُجرى الاختبار كذلك لعدد أكبر نسبياً من الاختلافات. ومن الممكن أيضاً استخدام اختبارات قياسية أكثر صرامة لتأكيد الاختبارات الأولية.

هناك سؤال آخر يجب وضعه في الاعتبار عند إجراء اختبارات صفة التحمل، وهو: ما قيمة الاختبارات التي تجري في أصص صغيرة في البيت الزجاجي أو البيئات الأخرى المشابهة مقارنةً بالاختبارات الحقلية؟ فمن الواضح أن نمو النباتات ورد فعلها للعدوى بالنيما تودا قد يختلف كثيراً في المساحات المحدودة عما قد يكون عليه تحت الظروف الحقلية. وبخلاف ذلك، فإنه في القطع الحقلية قد يكون من الصعب أيضاً الحصول على توزيع متجانس لكثافة النيما تودا في التربة في كل قطعة، وهذه الاختلافات في الكثافة العددية للنيما تودا قد تؤدي إلى مزيد من التباين في ردود أفعال النباتات المختبرة.



الشكل رقم (١١،١). تقدير عدد المكررات المطلوبة في اختبارات التمييز بين تراكيب القطن الوراثية المختلفة في درجة تحملها للنيما تودا التاجية *Hoplotaimus columbus*، بناءً على أكبر معدل اختلافات عند مستوى احتمال خطأ تجريبي ٥٪، و ٢٠٪: أ) نتائج اختبارات حقلية، ب) نتائج اختبارات بيوت زجاجية.

(عن: Bowman and Schmitt, 1994)

وتعد القطع الحقلية الصغيرة Field microplots التي وصفها باركر وآخرون (Barker et al. 1979) نموذجاً وسطياً يكون فيه نمو النباتات مماثلاً للنمو الطبيعي في القطع الحقلية Field plots مع درجة أكبر من التحكم في الكثافة العددية للنيماتودا في التربة. وقد تعوض التكاليف التي تنفق في إنشاء هذه القطع الحقلية الصغيرة بإمكانية استخدامها في العديد من الاختبارات وتقييم صفة التحمل في العديد من الأصناف.

تعريف النوع وإنتاج اللقاح واعتبارات أخرى

Species Identification, Inoculum Production and Other Considerations

كما هو الحال في جميع الأبحاث حول صفة المقاومة تجاه النيماتودا المتطفلة على النباتات، من الضروري أن يكون لدينا عشيرة نيماتودية معروفة تعريفياً جيداً. وبسبب الانتشار المحدود لصفة المقاومة في النباتات تجاه النيماتودا خارجية التطفل، لا توجد حتى الآن أية تقارير عن وجود سلالات داخل الأنواع النيماتودية يمكن بناؤها على الاختلافات في الشراسة الإراضية لتلك الأنواع على التركيب الوراثية المقاومة. أيضاً لا تتوفر الكثير من المعلومات حول خصوصية العلاقة بين التركيب الوراثي للنيماتودا والتركيب الوراثي للنبات فيما يخص صفة التحمل، وقد تكون هذه الخصوصية مفقودة بين التركيب الوراثية النباتية المتحملة. وكما تمت مناقشته سابقاً، نجد أن تحمل النبات للإجهاد المفروض عليه بواسطة النشاط التطفلي لنوع واحد من النيماتودا قد ينتج عنه أيضاً تحمل هذا النبات لأنواع أخرى من النيماتودا لها نفس النشاط التطفلي. وفي صدد آخر، أجريت الكثير من الدراسات المكثفة حول تصنيف العديد من أجناس النيماتودا خارجية التطفل في السنوات القليلة الماضية. وفي حالة النيماتودا الخنجرية *Xiphinema*، نجد أنه قد تم تعريف الكثير من الأنواع التي لم تكن معروفة من حوالي ٢٠ سنة تقريباً، ويمكن للأشخاص الذين يفتقدون الخبرة المتخصصة في تصنيف النيماتودا أن يستعينوا بالأشخاص ذوي الخبرة في تأكيد تعريفاتهم التي قاموا بها لما لديهم من عشائر نيماتودية.

يعد الحفاظ على المزارع النيماتودية المعدة للحصول على اللقاح أمراً صعباً في حالة الكثير من أنواع النيماتودا خارجية التطفل، إذا ما قورن ذلك بنيماتودا تعقد الجذور أو نيماتودا الحوصلات، وذلك لأن النيماتودا خارجية التطفل عادة تكون أقل خصوبة، وذات دورة حياة أطول. فدورة حياة النيماتودا الإبرية *Longidorus* والنيماتودا الخنجرية *Xiphinema spp.* تزيد عادة عن العام، مقارنة بأربعة أسابيع فقط هي دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* وقد تنتج أنثى واحدة من نيماتودا تعقد الجذور على عائل جيد ما يقرب من ألفي بيضة، بينما تنتج الأنثى الواحدة من النيماتودا خارجية التطفل ما لا يزيد عن ١٠٠ بيضة وقد يزيد معدل تكاثر نيماتودا تعقد الجذور (Pf/Pi) على عائل حولي قابل للإصابة عن الألف مرة، بينما وجد ميريديث وآخرون (Meredith et al. 1982) أنه بعد ثمانية أشهر من التحضين، لم يزد معدل تكاثر النيماتودا الخنجرية عن ٩,٩، وذلك على صنف العنب *Vitis spp.*

القابل للإصابة. وبالإضافة إلى ذلك، قد يكون من الصعب استخلاص خليط من مختلف أطوار النيماتودا خارجية التطفل من التربة لاستخدامه في عملية التلقيح، مقارنة بسهولة الحصول على حوصلات نيماتودا الحوصلات *Globodera* أو *Heterodera*، أو بيض نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* من الجذور النباتية المصابة. وفي العديد من الدراسات التي تمت الإشارة إليها في الجدول رقم (١١،٢)، استخدم الباحثون تربة ملوثة بالنيماتودا كمصدر للثقاب؛ وقد تم الحصول على هذه التربة من مزارع بيوت زجاجية أو من حقول ملوثة. وقد يكون استخدام التربة الملوثة التي تم جمعها من الحقل محدوداً، وذلك لاحتمال تلوث هذه التربة أيضاً بأنواع أخرى من النيماتودا أو الممرضات البكتيرية أو الفطرية.

ولضمان نجاح اختبارات البحث عن صفة المقاومة أو التحمل للإصابة، فإنه من الضروري الحصول على معلومات شاملة وفهم دقيق لبيولوجية النيماتودا المقصودة. وقد نتساءل، هل هناك اعتبارات معينة تجاه درجة الحرارة، أو نوع التربة، أو نسبة الرطوبة بها؟ الإجابة نعم، فالنيماتودا اللاسعة *Belonolaimus longicaudatus* تتطلب تربة خشنة القوام تحتوي على ٨٠٪ رمل، وذلك لكي تحيا وتتكاثر. كما قد تكون بعض الأنواع النيماتودية حساسة نسبياً للتذبذب في درجة حرارة ورطوبة التربة. وقد استخدم لونسبيرى وآخرون (1978) *Lownsbery et al.* صناديق تسع ١٢ لتراً من التربة توضع داخل أوعية تحتوي على رقائق أو نشارة الخشب، وذلك للتغلب على مثل هذه التذبذبات خلال فترة دراسة القدرة الإراضية للنيماتودا الحلقيّة *C. xenoplax* على أشجار الجوز.

الملخص

Summary

أسفرت الجهود المحدودة السابقة حول تعريف وتطوير صفة المقاومة تجاه النيماتودا خارجية التطفل عن نجاح ملحوظ يدعو إلى بذل المزيد من الجهود في هذا الصدد. وقد تم اختبار عدد محدود جداً من التراكيب الوراثية النباتية لبيان مقاومتها أو تحملها للإصابة ببعض الأنواع من النيماتودا. وبالرغم من أن الفقد المحصولي بسبب الإصابة بالنيماتودا خارجية التطفل يكون عادةً محدوداً نسبياً، إذا ما قورن بالفقد الذي تحدثه النيماتودا داخلية التطفل الساكنة، فإن هناك العديد من أنواع النيماتودا خارجية التطفل التي تمثل أهمية اقتصادية في بعض المناطق وإن كانت محدودة، وتحتاج هذه الأنواع النيماتودية إلى بذل المزيد من الجهود لإنتاج أصناف مقاومة.

المراجع

References

Barker, K.R., Daughtry, B.I. and Corbett, D.W. (1979) Equipment and techniques for establishing field microplots for the study of soil borne pathogens. *Journal of Nematology* 11, 106-108.

- Barthels, N., van der Lee, F.M., Klap, J., Goddijn, O.J.M., Karimi, M., Puzio, P., Grundler, F.M.W., Ohl, S.A., Lindsey, K., Robertson, L., Robertson, W.M., Montagu, M.V., Gheysen, G. and Sijmons, P.C. (1997) Regulatory sequences of *Arabidopsis* drive reporter gene expression in nematode feeding structures. *Plant Cell* 9, 2119-2134.
- Beckman, T.G., Reighard, G.L., Okie, W.R., Nyczepir, A.P., Zehr, E.I. and Newall, W.C. (1997) History, current status, and future potential of Guardian™ (By520-9) peach rootstock. *Acta Horticulturae* 451, 251-258.
- Beleve-Zacheo, T., Lamberti, F. and Chinappen, M. (1987) Root cell response in rice attacked by *Hemicycliphora typica*. *Nematologia Mediterranea* 5, 129-138.
- Bowman, D.T. and Schmitt, D.P. (1994) Screening cotton for tolerance to *Hoplolaimus columbus*. *Plant Disease* 78, 695-697.
- Busey, P., Giblin-Davis, R.M. and Center, B.J. (1993) Resistance in *Stenotaphrum* to the sting nematode. *Crop Science* 33, 1066-1070.
- Coiro, M.I., Taylor, C.E., Borgo, M. and Lamberti, F. (1990) Resistance of grape rootstocks to *Xiphinema index*. *Nematologia Mediterranea* 18, 119-121.
- Eldin, E.M. and Siddiqui, M.A. (1995) Plant-parasitic nematodes associated with sunflower at Abu-Naama, Sudan and observations on host suitability of sunflower cultivars to *Xiphinema basiri*. *Afro-Asian Journal of Nematology* 5, 148-150.
- Evans, K., Trudgill, D.L. and Webster, J.M. (eds) (1993) *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK, 648 pp.
- Giblin-Davis, R.M., Cisar, J. L., Bilz, F.G. and Williams, K.E. (1992) Host status of different bermudagrasses (*Cynodon* spp.) for the sting nematode, *Belonolaimus longicaudatus*. *Supplement to Journal of Nematology* 24, 749-756.
- Griffith, B.S. and Robertson, W.M. (1984) Morphological and histochemical changes occurring during the lifespan of root-tip galls on *Lolium perenne* induced by *Longidorus elongatus*. *Journal of Nematology* 16, 223-229.
- Harris, A.R. (1983) Resistance of some *Vitis* rootstocks to *Xiphinema index*. *Journal of Nematology* 15, 405-409.
- Henn, R.A. and Dunn, R.A. (1989) Reproduction of *Hoplolaimus galeatus* and growth of seven St Augustine grass (*Stenotaphrum secundatum*) cultivars. *Nematologica* 19, 81-87.
- Hussey, R.S., Mims, C.W. and Westcott, S.W., III. (1992) Ultrastructure of root cortical cell parasitized by the ring nematode *Criconebella xenoplax*. *Protoplasma* 167, 55-65.
- Ismail, A.E., Hasabo, S.A. and Abdel-Massih, M.I. (1994) Reaction of some corn cultivars to the infection of *Helicotylenchus pseudodigonicus*. *Afro-Asian Journal of Nematology* 4, 161-164.
- Klinger, J. (1975) Beobachtungen über die parasitische Aktivität des nematoden *Macroposthonia xenoplax* an Rebenwurzeln. *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz* 82, 722-728.
- Lownsbery, B.F., Moody, E.H., Moretto, A., Noel, G.R. and Burlando, T.M. (1978) Pathogenicity of *Macroposthonia xenoplax* to walnut. *Journal of Nematology* 10, 232-236.
- Luc, M., Sikora, R.A. and Bridge, J. (1990) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK, 629 pp.
- McSorley, R. and Gallaher, R.N. (1997) Effect of compost and maize cultivars on plant-parasitic nematodes. *Supplement to Journal of Nematology* 29, 731-736.
- Mehan, V.K., Reddy, D.D.R. and McDonald, D. (1993) Resistance in groundnut genotypes to Kalahasti malady caused by the stunt nematode, *Tylenchorhynchus brevilineatus*. *International Journal of Pest Management* 39, 201-203.
- Meredith, C.P., Lider, L.A., Raski, D.J. and Ferrari, N.L. (1982) Inheritance of tolerance to *Xiphinema index* in *Vitis* species. *American Journal of Enology and Viticulture* 33, 154-158.
- Pasha, M.J. and Tiyagi, S.T. (1997) Response of cauliflower cultivars/accessions to stunt nematode *Tylenchorhynchus brassicae*. *Tests of Agrochemicals and Cultivars* 13, 92-93.
- Patel, S. and Patel, H.R. (1995) Screening of *Nicotiana* spp. against stunt nematode. *Tobacco Research* 21, 86-87.
- Robertson, W.M., Trudgill, D.L. and Griffiths, B.S. (1984) Feeding of *Longidorus elongatus* and *L. leptcephalus* on root-tip galls perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Nematologica* 30, 222-229.
- Rumpenholt, H.J. and Weischer, B. (1978) Histopathological and histochemical studies on grapevine roots damaged by *Xiphinema index*. *Revue de Nématologie* 1, 217-225.

- Siva Rao, D.V., Srinivasan, S. and Raja Reddy, C. (1986) Reaction of selected groundnut cultivars to nematode infection (*Tylenchorhynchus brevilineatus*) under field conditions. *Tropical Pest Management* 32, 168-169.
- Smant, G., Stokkermans, J.P.W.G., Yan, Y., de Boer, J.M., Baum, T.J., Wang, X., Hussey, R.S., Gommers, F.J., Henrissat, B., Davis, E.L., Helder, J., Schjots, A. and Bakker, J. (1998) Endogenous cellulases in animals: Isolation of β -1, 4-endoglucanase genes from two species of plant parasitic nematodes. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 95, 4906-4911.
- Stirling, G.R., Vawdrey, L.L. and Shannon, E.L. (1989) Options for controlling needle nematode (*Paralongidorus australis*) and preventing damage to rice in northern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29, 223-232.
- Streu, H.T., Jenkins, W.R. and Hutchinson, M.T. (1961) Nematodes associated with carnations, *Dianthus caryophyllus*, L. with special reference to the parasitism and biology of *Criconemoides curvatum* Raski. *New Jersey Agricultural Experimental Station Bulletin* 800.
- Wang, X., Meyers, D., Yan, T., Baum, T.J., Smant, G., Hussey, R.S. and Davis, E.L. (1999) In planta localization of a beta-1,4-endoglucanase selected by *Heterodera glycines*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 12, 64-67.
- Westcott, S.W., III and Zehr, E.I. (1991) Evaluation of host suitability in *Prunus* for *Criconebella xenoplax*. *Journal of Nematology* 23, 393-401.
- Westcott, S.W., III, Zehr, E.I., Newhall, W.C., Jr and Cain, D.W. (1994) Suitability of *Prunus* selections for the ring nematode (*Criconebella xenoplax*). *American Society for Horticultural Science* 119, 920-924.
- Wyss, U. (1981) Ectoparasitic root nematodes: feeding behavior and plant cell responses. In: Zuckerman, B.M. and Rohde, R.A. (eds) *Plant Parasitic Nematodes*, Vol. III. Academic Press, New York, pp. 325-351.
- Wyss, U. (1987) Video assessment of root responses to Dorylaimid and Tylenchid nematodes. In: Veech, J.A. and Dickson, D.W. (eds) *Vista on Nematology: A Commemoration to the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists*. Society of Nematologists, Hyattsville, Maryland, pp. 211-220.
- Wyss, U. (1997) Root parasitic nematodes: an overview. In: Fenoll, C., Grundler, F.M.W. and Ohl, S.A. (eds) *Cellular and Molecular Aspects of Plant-Nematode Interactions*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 5-22.
- Wyss, U., Lehmann, H. and Jank-Ladwig, R. (1980) Ultrastructure of modified root-tip cells in *Ficus carica*, induced by the ectoparasitic nematode *Xiphinema index*. *Journal of Cell Science* 41, 193-208.