الفصل السابع

النيماتودا الكلوية:

أنواع الجنس *Rotylenchulus*

Reniform Nematodes:

Rotylenchulus Species

A.F. Robinson
Agricultural Resaerch Services,
United States Department of Agriculture,
2765 F&B Rd, College Station, TX 77845, USA

النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* spp. هي نيماتودا نصف داخلية التطفل على الجذور، وتوجد عادة في المناطق المدارية وتحت المدارية من العالم، وهناك بعض الأنواع أيضاً التي وجدت في المناطق ذات المناخ الدافئ المعتدل. وقد اشتق اسم الكلوية "Reniform" من الاسم العلمي للنوع الممثل لهذه المجموعة وهو النوع *R. reniformis* (Linford and Oliveira, 1940) ويعني أن الإناث الكاملة لهذه النيماتودا تأخذ شكلاً يشبه الكلية، وهو الشكل المميز لكل أفراد الجنس *Rotylenchulus*. ولمزيد من المعلومات حول النوع *R. reniformis* يمكن الرجوع إلى: (Varaprasad, 1986)، و(Gaur and Perry, 1991a)، وكذلك لمزيد من المعلومات حول الجنس *Rotylenchulus* يمكن الرجوع إلى (Robinson *et al.*, 1997).

حياتية (بيولوجية) النيماتودا الكلوية
Biology of Reniform Nematodes

التصنيف والتعريف Taxonomy and Identification

يعتمد تصنيف هذه النيماتودا إلى مستوى الجنس أساساً على الصفات المورفولوجية للإناث دودية الشكل التي تمثل طور ما قبل التطفل Preparasitic vermiform females. ويمكن التصنيف إلى مستوى النوع بالاعتماد على وجود أو غياب الذكور، والخواص المورفولوجية للإناث غير الكاملة Immature females بما فيها طول الرمح، وموقع الفتحة التناسلية، وشكل الرأس (مستدير أو مخروطي عريض الطرف)، وشكل نهاية الذيل (هراوي أو ملعقي مستدير) (Germani, 1978b؛ والجدول رقم ٧,١). وقد تم تسجيل تسعة أنواع من هـذا الجنس حتى الآن

obeikandi.com

وهي: *R. anamictis*، و*R. borealis*، و*R. clavicaudatus*، و*R. leptus*، و*R. macrodoratus*، و*R. macrosoma*، و*R. parvus*، و*R. reniformis*، و*R. sacchari*. ويعد النوع *R. reniformis* النوع الممثل لهذا الجنس، وهو الأكثر شيوعاً. أما المدى العوائلي فيختلف من نوع لآخر (Robinson *et al.*, 1997).

لوحظت الاختلافات في معدل التكاثر والضرر لسبع عشرة عشيرة من نيماتودا النوع *R. reniformis* تم تسجيلها في الولايات المتحدة الأمريكية، والدول المطلة على المحيط الهادي والبحر الكاريبي على نباتات القطن *Gossypium hirsutum* وفول الصويا *Glycine max* (McGawley and Overstreet, 1995). وفي الهند، وجد اختلاف بين عشيرة من نيماتودا النوع *R. reniformis* وعشائر أخرى لنفس النوع من حيث عدم قدرتها على التكاثر على نبات الخروع *Ricinus communis* أو القطن (Dasgupta and Seshadri, 1971). وفي اليابان، تم تمييز ثلاث عشائر متباينة من حيث الشكل المورفولوجي والقدرة التكاثرية، وقد تم وصفها تبعاً لوجود أو عدم وجود الذكور إلى: عشيرة عديدة الذكور Male numerous، وعشيرة يندر فيها وجود الذكور Male rare، وعشيرة لا يوجد فيها ذكور بالمرة Male absent (Nakasono, 1983).

الجدول رقم (٧,١). مفتاح لتعريف أنواع الجنس *Rotylenchulus* spp. (Robinson *et al.*, 1997) بتحوير عن (Germani 1978b).

١.	طول الرمح أكثر من ٢٧ ميكروميتراً	*R. sacchari*
	طول الرمح = ١٠ – ١٥ ميكروميتراً	٢
	طول الرمح = ١٦ – ٢٦ ميكروميتراً (الذكور موجودة)	٥
٢.	الذكور موجودة	٣
	الذكور غائبة أو نادرة الوجود	٤
٣.	ف[1] = ٥٥ – ٦٦٪	*R. borealis*
	ف = ٦٧ – ٧٢٪	*R. anamictus*
٤.	الرأس مخروطي الشكل، عريض الطرف	*R. leptus*
	الرأس مستدير الشكل	*R. parvus*
٥.	ف = ٥٥ – ٦٣٪	٦
	ف = أكثر من ٦٣٪	٧
٦.	نهاية الذيل صولجانية الشكل	*R. clavicaudatus*
	نهاية الذيل مستديرة الشكل	*R. macrosoma*
٧.	طول الرمح = ١٦ – ٢١ ميكروميتراً	*R. reniformis*
	طول الرمح = ٢٢ – ٢٦ ميكروميتراً	*R. macrodoratus*

ف[1] = المسافة من مقدمة جسم الأنثى حتى موقع الفتحة التناسلية الأنثوية ÷ الطول الكلي للجسم × ١٠٠

obeikandi.com

وتختلف هذه العشـائر أيضاً من حيث مداها العوائلي، وقدرتها على التكاثر دون الحاجة إلى ذكور Parthenogenetically. وبخلاف ذلك، نجد أن الاختلافات فيما بين عشائر النيماتودا الكلوية من الصعب فهمها، كما أنه لا توجد اختبارات قياسية يمكن بواسطتها التفريق بين السـلالات أو تحت الأنـواع داخل النوع *R. reniformis* أما الاختلافات داخل الأنواع الأخرى من الجنس *Rotylenchulus*، فلم تتناولها أي من الدراسات حتى الآن.

التأثير Impact

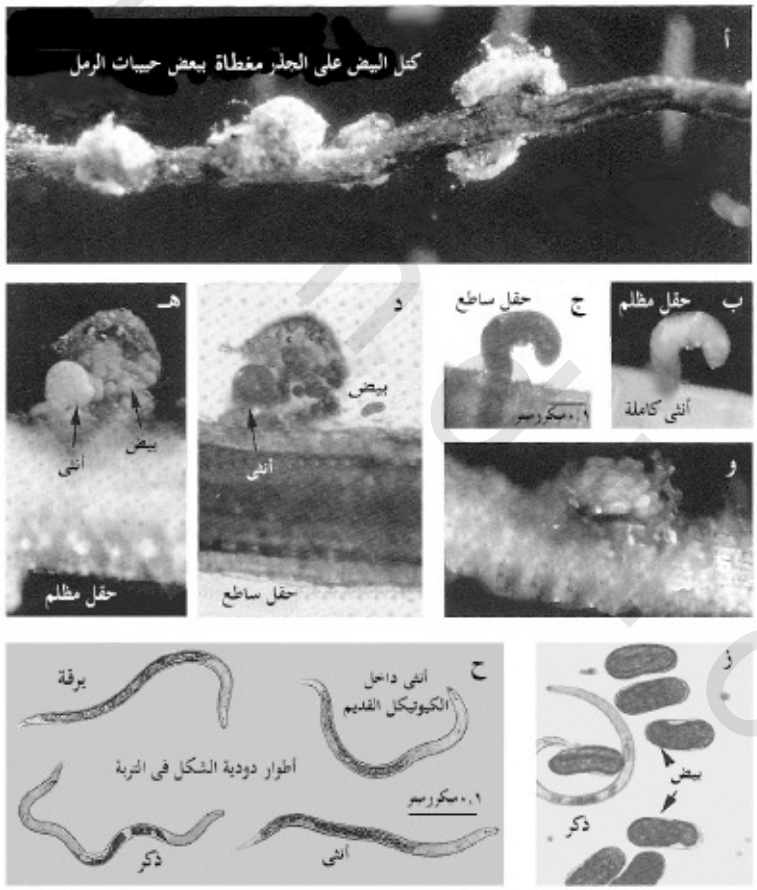
تعد دراسات المدى العوائلي للنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* محدودة جداً مقارنة بنيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات. وتشمل العوائل المعروفة للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* أكثر من ٣٠٠ نوعاً من النباتات تقع في ٧٧ عائلة نباتية (Robinson *et al.*, 1997). ومن بين ٣٦٤ نوعاً نباتياً تم اختبار مدى ملاءمتها كعوائل للنيماتودا الكلوية *R. reniformis*، كانت النباتات غير العائلة لا تمثل أكثر من ١٤٪ من هذا المجموع. وتشمل عوائل هذه النيماتودا العديد من نباتات ذوات الفلقة الواحدة والفلقتين كذلك. أما دراسات المدى العوائلي التي تناولت الأنواع الأخرى من الجنس *Rotylenchulus* فقد كانت محدودة، وتركزت بصفة أساسية على تقدير تأثيرات كل نوع من النيماتودا على المحاصيل في موطنه الذي سجل فيه لأول مرة.

تركزت أغلب دراسات الفقد المحصولي الذي تسببه الإصابة بالنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* spp. حول النوع *R. reniformis* على القطن وفول الصويا واللوبيا *Vigna unguiculata* في الولايات المتحدة الأمريكية، وعلى محاصيل مختلفة من البقول التي تشمل كل من: الفاصوليا السوداء *Vigna mungo*، والحمص *Cicer arietinum*، واللوبيا، والفاصوليا الخضراء *Phaseolus aureus*، وفاصوليا الحصان *Dolichos biflorus*، وبازلاء الحمام *Cajanus cajan* في الهند. ومن بين المحاصيل الأخرى التي تم اختبار مقاومتها للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* كل من: الخروع، والباباي *Carica papaya*، والفلفل *Capsicum* spp.، والبطاطس *Solanum tuberosum*، والبطاطا الحلوة *Ipomoea batatas*، والتبغ *Nicotiana tabacum*، والطماطم *Lycopersicom esculentum*. وعادة يكون توزيع النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في الحقل متجانساً، إلا أنه نادراً ما تموت النباتات نتيجة للإصابة، وغالباً ما تكون الأعراض الناتجة عن الإصابة غير ملحوظة (Robinson *et al.*, 1999a ؛ Blasingame, 1994). وعادة لا تتعدى نسبة الفقد المحصولي نتيجة الإصابة بهذه النيماتودا في الحقل ٢٥٪، وبالرغم من ذلك، فاقت نسبة الفقد في محصول القطن بأمريكا نتيجة للإصابة بهذه النيماتودا ٦٠٪ (Jones *et al.*, 1959 ؛ Overstreet, 1996).

دورة الحياة Life Cycle

لم تتم دراسة دورة حياة كل أنواع النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* spp. بالتفصيل، ولكن يبدو أن دورة الحياة لكل تلك الأنواع متقاربة وتماثل ما ذكره سيفاكومار وسيشادري Sivakumar and Seshadri (1971)، وجور وبيري Gaur and Perry (1991a)، وروبينسون وآخرون Robinson *et al.* (1997). وباختصار، هناك أربعة أطوار

يرقية دودية الشكل يشار إليها بالرموز J_1، وJ_2، وJ_3، وJ_4، وكل منها متبوع بانسلاخ (الشكل رقم ٧,١). يظهر الطور اليرقي الأول J_1 داخل البيضة، وتفقس البيضة عن الطور اليرقي الثاني J_2، ويبقى الطور اليرقي الثالث J_3 والطور اليرقي الرابع J_4 غير مغلفين ببقايا الكيوتيكل السابق بعد الانسلاخ. ولا يتغذى أي من هذه الأطوار اليرقية بالمرة. وتحت الظروف الملائمة، يتم التطور الجنيني والفقس في غضون ٥ – ٨ أيام، ويستغرق التطور إلى الأطوار الأخرى حتى آخر انسلاخ حوالي ٨ – ١٨ يوماً أخرى (Nakasono, 1983 ؛ Nath *et al.*, 1969). وقد يتأخر التطور إلى عدة أسابيع في حالة الجفاف (Gaur and Perry, 1991b ؛ Womersley and Ching, 1989) أو عوامل أخرى. وفي الأنواع التي تتكاثر خلطياً Amphimictics، ينبثق الانسلاخ الأخير عن عدد متساوٍ من الذكور والإناث دودية الشكل الأصغر حجماً من الطور اليرقي الثاني (Bird, 1983).



الشكل رقم (٧,١). أطوار حياة النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*: أ) كتل البيض على جذور نبات القطن؛ ب) أنثى النيماتودا على سطح جذر نبات القطن بعد إزالة كتلة البيض كما توضحه طريقة الحقل المظلم؛ ج) كما في (ب) ولكن بطريقة الحقل الساطع؛ د) أنثى كاملة التكوين وكتلة بيض مكسورة الجانب لمشاهدة ما بداخلها من بيض كما توضحه طريقة الحقل الساطع؛ هـ) كما في (د) ولكن بطريقة الحقل المظلم؛ و) البيض بعد تحريره من كتلة البيض؛ ز) مقارنة بين حجم البيض وحجم الذكر دودي الشكل؛ ح) يرقات وذكور وإناث ما قبل التطفل، وكلها أطوار دودية الشكل.

تخترق النيماتودا الكلوية الجذر في المنطقة الموازية لمحوره حيث توجد الخلايا حديثة التكشف. تخترق أنثى ما قبل التطفل الدودية الشكل نسيج القشرة في الجذر، ويكون اتجاهها متعامداً على محور الجذر، وتتوقف عندما تصل برأسها إلى الأسطوانة الوعائية، بينما تظل مؤخرة الجسم بارزة خارج الجذر. تتغذى الأنثى بشكل دائم على خلية واحدة في نسيج البشرة الداخلية (الإندودرمس) Endodermis، أو نسيج الدائرة المحيطية (البريسيكل) Pericycle أو القشرة العميقة. وتعمد الأنثى إلى تكوين مدمج خلوي Syncytium يتكون من شريط منحن من الخلايا الوعائية كبيرة الحجم Hypertrophied vascular cells في نسيج البشرة المحيطية عادة، ويتكون هذا المدمج باندماج ستوبلازم عدد من الخلايا المتجاورة بعد ذوبان جدرها (الشكل رقم ٧,٢). أما الأنسجة المحيطة بالمدمج الخلوي، فهي على عكس ما يحدث في العقد الجذرية التي تكونها نيماتودا تعقد الجذور في الجذور المصابة، لا تزيد سرعة انقسامها. ويتشابه المدمج الخلوي الذي تكونه النيماتودا الكلوية مع الخلايا العملاقة التي تكونها نيماتودا تعقد الجذور في احتوائه على سيتوبلازم قابل للصبغ بصبغة السفرانين، ذي شبكة إندوبلازمية متفرعة مما يدل على حدوث عمليات نسخ وتخليق للبروتينات. أما نيماتودا النوع *R. macrodoratus* فهي تستثنى من ذلك، حيث وجد أنها قد كونت في سبعة أنواع نباتية تمت دراستها، خلايا مغذية Nurse cells مفردة كبيرة الحجم وحيدة النواة (Cohn, 1976 ؛ Cohn and Mordechai, 1977 ؛ Inserra and Vovlas, 1980).

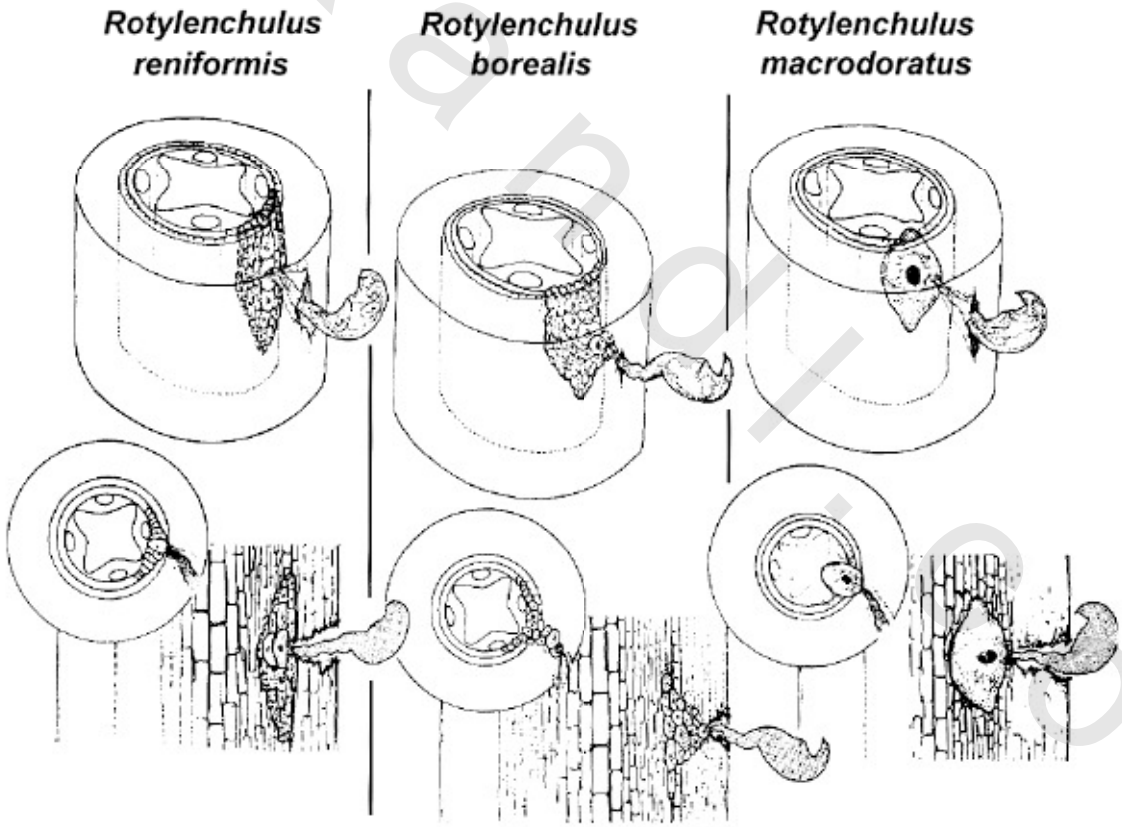
وخلال ١٠ – ٢٠ يوماً من بدء التغذية، واعتماداً على درجة الحرارة ونوع النيماتودا، يبدأ الجزء الخلفي للأنثى في الانتفاخ لتأخذ الأنثى الشكل الكلوي المميز (الشكل رقم ٧,٢)، ويكتمل نمو المبايض والرحم، ثم تضع الأنثى ٤٠ – ٢٠٠ (حوالي ٦٠ عادةً) بيضة في كتلة جيلاتينية لزجة تفرزها غدد المهبل. تظل كتلة البيض متصلة بنهاية جسم الأنثى خارج الجذر، وتلتصق بها حبيبات التربة لتخفيها. ويعتقد أن الإناث الساكنة لجميع الأنواع ما عدا النوعين *R. leptus* و*R. parvus* يتم إخصابها بواسطة الذكور التي توجد بأعداد وفيرة. ويبدو أن الذكور لا تتغذى، كما أنها تظل دودية الشكل حرة في التربة دائماً. أما النوع *R. parvus* وبعض العشائر اليابانية من النوع *R. reniformis*، وربما أيضاً النوع *R. leptus* فتفتقر إلى وجود الذكور، وتتكاثر بكرياً Parthenogenetically (Dasgupta and Raski, 1968 ؛ Nakasono, 1983).

المقاومة Resistance

الميكانيكيات Mechanisms

تدخل الإناث دودية الشكل (أنثى ما قبل التطفل) جذور النباتات المقاومة والقابلة للإصابة على حد سواء. ومن ثم، يبدو أن المقاومة تعتمد على استجابة النبات بعد حدوث الإصابة. وقد أوضحت دراسة بالمجهر الألكتروني

لجذور فول الصويا المصابة بالنيماتودا الكلوية *R. reniformis* (Rebois *et al.*, 1975) أن تطور المدمج الخلوي Syncytium في النباتات القابلة للإصابة يمر بمرحلتين اثنتين هما: ١) مرحلة استهلالية Initial phase يحدث فيها تحليل جزئي وانفصال للجدار الخلوي، و٢) مرحلة بنائية Anabolic phase تتميز بزيادة تفرع العضيات والترسيبات الثانوية للجدار الخلوي. أما في النباتات المقاومة فتتسارع المرحلة الاستهلالية مؤدية إلى تحلل الخلية. وقد شوهد رد فعل مماثل في نباتات القطن الأمريكي *G. hirsutum* وقطن العالم القديم *G. arborerum* يتبعه موت موضعي Necrosis للخلايا وحصار للنيماتودا بتلك الخلايا الميتة فتموت كذلك (Shepherd and Huck, 1989 ؛ Carter, 1981). أما المقاومة في أشجار المانجو *Mangifera indica* فيبدو أنها تحدث نتيجة للتغير في مستوى الأوكسينات Auxin levels (Badra and Khattab, 1982).



الشكل رقم (٧,٢). مساقط عرضية وطولية وثلاثية الأبعاد لمناطق التغذية التي تحدثها النيماتودا الكلوية: *R. reniformis*، و*R. borealis*، و*R. macrodoratus*.
(رسم A. Troccoli عن Robinson *et al.*, 1997).

مصادر المقاومة Sources of resistant germplasm

تم اختبار مقاومة مصادر نباتية تنتمي إلى سبعة عشر محصولاً تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis*، وقد أسفر ذلك عن التعرف على العديد من السلالات والأنواع المحصولية والنباتات البرية ذات الصلة المقاومة لتلك النيماتودا (الجدول رقم ٧.٢). وإضافة إلى ذلك، تم أيضاً تقييم حوالي ٣٠٠ نوع نباتي من حيث كونها عوائل مستقبلة، أو ناقلات للنيماتودا أثناء التداول في الأوعية ضمن العمليات الصناعية النباتية أو الغذائية، أو كمحاصيل مفيدة في الدورات الزراعية (Robinson *et al.*, 1997). وقد أوضحت النتائج تغايراً كبيراً في توفر صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في المحاصيل المختلفة. فقد كانت نباتات الخردل *Brassica nigra*، والشوفان *Avena sativa*، والبصل *Allium cepa*، وقصب السكر *Saccharum officinarum*، والقنب *Crotalaria juncea*، والقمح الشتوي *Triticum aestivum* منيعة تماماً تجاه معظم العشائر المختبرة من تلك النيماتودا. بينما كانت بعض الأصناف من الذرة *Zea mays*، وفول الصويا والطماطم عالية المقاومة. أما اللوبيا فقد تم التعرف على بعض أصناف قليلة منها تحمل صفة المقاومة لهذه النيماتودا. وعلى العكس من ذلك، لم توجد أية سلالة أو صنف ذات مستوى مفيد من المقاومة في القطن الأمريكي، ولكن وجدت فقط بعض الأصناف أو السلالات التي تحمل صفة التحمل، حيث تنمو وتنجح جيداً في التربة التي تحتوي على كثافة عددية عالية من تلك النيماتودا (Cook *et al.*, 1997). وقد كانت أربع سلالات من القطن تم تطويرها في ولاية لويزيانا الأمريكية تتميز باحتوائها على درجة منخفضة من المقاومة (Jones *et al.*, 1988). وقد أعيقت محاولات نقل صفة المقاومة من بعض أنواع القطن البري *Gossypium* إلى أنواع القطن الأمريكي بسبب ظاهرتي التعدد الكروموسومي Ploidy وعدم التوافق Incompatibility بين تلك الأنواع. أما في البطاطا الحلوة فقد كانت هناك مشكلة أخرى، وهي أن صفة المقاومة كانت دائماً مرتبطة وراثياً بصفة التشقق التي تحدثها النيماتودا في الجذور المخزِّنة Storage roots (Clark and Wright, 1983).

توارث صفة المقاومة Inheritance of resistance

يبدو أن صفة المقاومة للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* تتوارث في معظم الأحيان بطريقة مختلفة عن الطرق التي تتوارث بها صفة المقاومة للأنواع الأخرى من النيماتودا الساكنة. وفي القطن الأمريكي، هناك فقط ثلاثة أصناف تجارية وعلى الأقل ٢٠ سلالة نباتية لها صفة المقاومة المعتدلة أو العالية تجاه نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* race 3 (Robinson *et al.*, 1999a). وأغلب هذه الأصناف والسلالات قد اشتق مقاومته من واحد أو أكثر من المصادر الثلاثة التالية: الصنف القديم "Clevewilt 6" (Jones *et al.*, 1991)، والأصل المكسيكي المسجل في وزارة الزراعة الأمريكية تحت رقم SA 2516 (Shepherd, 1974)، والسلالة "Acala N6072" (Hyer *et al.*, 1979). أيضاً تم الحصول على مصدر للمقاومة من سلالة غير محددة من القطن المصري *G. barbadense* (Hyer and Jorgenson, 1978). وقد اتضح أن جميع التراكيب الوراثية من القطن الأمريكي *G. hirsutum* المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* تدعم تكاثر النيماتودا الكلوية *R. reniformis*. وتتفاوت معدلات تكاثر النيماتودا الكلوية *R. reniformis* بدرجة يمكن معها اعتبار بعض السلالات النباتية الناتجة من الصنف "Clevewilt 6" سلالات مقاومة جزئياً. وعليه، فإن توارث صفة المقاومة يعد معقداً، وهناك حاجة لمصادر جديدة للمقاومة (Muhammed and Jones, 1990).

الجدول رقم (٢ , ٧). الطرق المستخدمة في تقييم مقاومة التراكيب الوراثية النباتية للنيماتودا الكلوية ***Rotylenchulus reniformis***.

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
فاصوليا سوداء	١٧	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ جم تربة)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	II
حمص	٩	أصص بقطر ١٥ سم	طمي : رمل : كومبوست ٧ : ٢ : ١	٥	I
حمص	٤٩	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ جم تربة)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	II
بن	٣	أصص سعة ١ لتر	تربة معقمة ببروميد الميثايل	٧	III
قطن أمريكي	٢٤	أصص بقطر ٣٠ سم	تربة ملوثة	٤، ٢٠	III
قطن أمريكي	١٠	صندوق	طميية رملية	لم تذكر	III
قطن أمريكي	٢٦	أوعية مفلطحة	طميية سلتية	لم تذكر	III
قطن أمريكي	٨٤٠[د]	أصص ١ ل (٥٠٠ جم)	طمي سلتي : رمل نهري ٥٠ : ٥٠	١[هـ]	I
قطن أمريكي	١٣	أصص سعة ٥٠٠ سم[٣]	رمل : بيتموس : فيرميكيولايت ٣ : ١ : ١ (حجماً)	٦	I

openkanali.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Routaray *et al.*, 1986	أ، ب، هـ، ح	٧ أيام + ١٢ يوماً	٠,٢	٠,١٣	١٠٠
Anver and Alam, 1990	أ	شهران		١,٣	٥٠٠٠
Sahoo *et al.*, 1986	أ، ب، هـ، ح	٧ أيام + ١٢ يوماً		٠,١٣	١٠٠
Macedo, 1974	ح	أربعة أشهر		–	غير معروف
Birchfield and Brister, 1963	ح، ط	لم تذكر		–	غير معروف
Minton *et al.*, 1964	ل	حتى حصاد التيلة		–	غير معروف
Neal, 1954	ك	٩٩ يوماً		٩	غير معروف
Muhammad and Jones, 1990	هـ، و	٤٠ – ٥٠ يوماً أو ٣٢ يوماً	٤ – ٧	٢ – ٤	٢٠٠٠ – ٣٥٠٠
Cook *et al.*, 1997	أ، ب، ج	أسبوعان + ستة أسابيع أو أسبوعان + عشرة أسابيع		٨	٤٠٠٠

obeikandi.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
قطن أمريكي	٥٩	أصص سعة ٥٠٠ سم^{٣}	خليط معقم بالبخار تحت ضغط من الرمل والفيرميكيولايت (٦ : ١ حجماً)	٦	I
قطن أمريكي	٥٠	أصص سعة ٥٠٠ سم^{٣}	خليط معقم بالبخار تحت ضغط من الرمل والفيرميكيولايت (٦ : ١ حجماً)	٦	I
قطن (أقاربه)	٢٠٠	كؤوس سعة ١٧٨ سم^{٣}	طمي معقم بالبخار تحت ضغط	٦، و٢ نبات/ كأس	I
قطن مصري	١٦	صناديق خشبية سعة ٣٠٧ ل	تربة ملوثة طبيعياً	١٠	III
قطن مصري	٦	أصص بقطر ٢٥ سم	طمي معقم بالبخار تحت ضغط	٤	I
لوبيا	٢٠	أصص بقطر ١٥ سم	خليط ٣ : ١ : ١ من تربة طمية رملية : رمل : دبال	٥	II
لوبيا	٤	أصص بقطر ١٥ سم (١٣٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٣	II

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Robinson *et al.*, 1999b	أ، ب، و	عشرة أيام + ٥٦ يوماً		٨	٤٠٠٠
Robinson and Percival, 1997	أ، ب، و	عشرة أيام + ٥٦ يوماً		٨	٤٠٠٠
Yik and Birchfield, 1984	ج	٣٥ يوماً		١١	١٠٠٠
Khadr *et al.*, 1972	ك	ثمانية أسابيع		٦	١٢٠٠٠
Khadr *et al.*, 1972	ك	ثمانية أسابيع؟		٧	٧٢٠٠٠
Khan and Husain, 1988	أ، ل	أسبوع + يومان		٠,٢٥	١٠٠٠
Makadia *et al.*, 1987	أ، ج، ل	١٥ يوماً + ٤٥ يوماً	٠,٤	٠,٢	٥٠٠

obeikandi.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
لوبيا	٦	أصص بقطر ١٥ سم	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٢	I
لوبيا	٧	كؤوس ورقية سعة ١٠٠ سم^3	تربة طمبية رملية معقمة بالبخار تحت ضغط	١٠	I
فاصوليا خضراء	١	كؤوس ورقية سعة ١٠٠ سم^3	تربة طمبية رملية معقمة بالبخار تحت ضغط	١٠	I
فاصوليا خضراء	١٧	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	II
فاصوليا خضراء	٢٦	أصص بقطر ١٥ سم (٥٠٠ جم)	تربة طمبية رملية معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	I
فاصوليا خضراء	٥٣	٢٥٠ جم	تربة	٣	I
فاصوليا الحصان	١٤	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	II
زيتون	٦	أصص بقطر ٢٠ سم	تربة طمبية رملية	٤	II
باباظ	٤	أصص بقطر ١٥ سم	تربة	٥	I

openkanal.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Thakar and Patel, 1985	ح، ي	خمسة أيام + ٢٠ يوماً		٠,١	٢٠٠
Gaur, 1986	ب، ح	سبعة أيام + ٢٢ يوماً		٣,٥	٣٥٠
Gaur, 1986	ب، ح	سبعة أيام + ٢٢ يوماً		٣,٥	٣٥٠
Routaray *et al.*, 1986	أ، ب، هـ، ح	سبعة أيام + ١٢ يوماً	٠,٢	٠,١٣	١٠٠
Patel *et al.* 1989a	ح	ستة أيام + ١٢ يوماً	٠,٤	٠,٠٨	٢٠٠
Patel and Thakar, 1986	ب، د، هـ، ح	٢٠ يوماً		٠,٥	١٠٠
Nayak *et al.*, 1987	أ، ب، هـ، ح	سبعة أيام + ١٢ يوماً	٠,٤	٠,١٣	١٠٠
Al-Sayed and Abdel-Hameed, 1991	أ؟ ب؟	شهران + أربعة أشهر		٠,٧	٢٠٠٠
Patel *et al.*, 1989b	ح	١٢ يوماً بعد التلقيح		٠,١	٢٠٠

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
فلفل	١٢	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	I أو II
فلفل	٢	أصص بقطر ٢٠ سم أو ٣٠ سم	تربة من الحقل	لم تذكر	III
بازلاء الحمام	٦٤	أصص بقطر ١٠ سم (٣٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	I
بازلاء الحمام	٨٣	أصص بقطر ١٠ سم (٣٠٠ جم)	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٥	I
بازلاء الحمام	٢٩٦	أصص بقطر ١٥ سم (٥٠٠ جم)	تربة ملوثة	٣	III
البطاطس	٤١	أصص بقطر ٢٠ سم	خليط تربة	٤	III
البطاطس	٥	أصص بقطر ١٠ سم	خليط تربة	٦	I
البطاطس	٤	أصص بقطر ٢٠ سم	خليط تربة	٨	III
فول الصويا	١٠	بنش بارتفاع ٣٠ سم	تربة طمية رملية ناعمة معاملة بالحرارة	أربع مجموعات، وخمسة نباتات بكل مجموعة	I

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Routaray *et al.*, 1988	أ، ب، هـ	١٥ يوماً + ١٢ يوماً أو ٢٨ يوماً	١ أو ٢, ٠	٠, ٧ أو ٠, ١٣	٥٠٠ أو ١٠٠، على الترتيب
Birchfield and Brister, 1962	هـ	لم تذكر		٠, ٦ –٠, ٨	٤٢٠٠ – ١٤٠٠٠
Patel *et al.*, 1987	ح	ستة أيام + ١٢ يوماً	٠, ٧	٠, ٧	٢٠٠
Chavda *et al.*, 1988	ح	ستة أيام + ١٢ يوماً	٠, ٤	٠, ٤	٢٠٠
Thakar and Yadav, 1985	ب، هـ	شهر واحد		٢	٨٠٠؟
Rebois and Webb, 1979	هـ	شهر + شهران		١, ٥	٩٠٠٠
Rebois and Webb, 1979	هـ	ثمانية أيام + ثلاثة أسابيع		٧	٥٠٠٠
Rebois and Webb, 1979	أ، هـ	شهر + ١, ٢ وثلاثة أشهر		١, ٥	٩٠٠٠
Rebois *et al.*, 1970	هـ، ح	صفر يوماً + سبعة أسابيع		؟	١٥٠٠

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
فول الصويا	٥	أصص بقطر ٢٠ سم	تربة طمية رملية ناعمة	ثلاثة أصص، وعشرة نباتات بكل أصيص	II
فول الصويا	٦٥	قطح حقلية	تربة طمية طينية ملوثة طبيعياً	٣	IV
فول الصويا	٨	أصص بقطر ٢٠ سم	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٣، ٦، ٦	I
فول الصويا	٢٠	أصص بقطر ٢٥ سم	تربة معقمة	٣	I
فول الصويا	١٩	أصص بقطر ٢٠ سم	تربة ملوثة طبيعياً	ثلاثة أصص، وأربعة نباتات بكل أصيص	III
فول الصويا	٣٢١[د]	أصص مربعة ٦, ٧ × ٦, ٧ سم	خليط تربة + رمل	٥[هـ]	III
فول الصويا	٥٧٢[د]	أصص مربعة ٦, ٧ × ٦, ٧ سم	خليط تربة + رمل	١[هـ]	III
فول الصويا	٢	أصص مربعة ٦, ٧ × ٦, ٧ سم	خليط تربة + رمل	١٠	III

openkandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Rebois *et al.*, 1970	أ، هـ، ح	صفر يوماً + سبعة أسابيع		٢٥	١٥٠٠
Lim and Castillo, 1979	د، و، ح، ط	١١ أسبوعاً	٠,١٤		–
Rebois *et al.*, 1968	أ، ح	لم تذكر		١,٧، ٠,٩، ٠,٢	٣٠٠، ١٩٠٠، ٣٣٠٠
Birchfield *et al.*, 1971	أ، ز	أربعة أشهر أو شهران		١,٦، ٢,٥	٣٠٠٠٠، ٢٠٠٠٠
Birchfield and Brister, 1969	أ، هـ	٩٠ يوماً		٠,١	١٢٥ (٥٠٠ لكل أصيص)
Williams *et al.*, 1981	ز	٢١ يوماً		٤	١٧٦٠
Williams *et al.*, 1981	ز	٢١ يوماً		٤	١٧٦٠
Williams *et al.*, 1979	ز	١٤، ١٧، ٢١، ٢٤، ٢٨، ٣١ يوماً		٣,٦ – ٥,٦	١٦٠٠ – ٢٥٠٠

obeikandi.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
فول الصويا	٣٠	أصص بقطر ١٠ سم (٥٠٠ سم٣)	تربة طمية رملية ناعمة (ssc ٤ : ٥ : ٩١)	٥	I
فول الصويا	٤	خطان، كل منهما طوله ٣٠ م	تربة طمية سلتية (٩ : ssc ٧ : ٨٤)	٧٢*	IV
فول الصويا	٢٨٨	أصص بقطر ١٠ سم	تربة طمية رملية ناعمة	٥	I
بطاطا حلوة	٢٤	أصص بقطر ١٥ سم	تربة ذات مستوى تلوث نيماتودي معروف	٤	III
بطاطا حلوة	٤٤	أصص بقطر ١٠ سم	لم تذكر	لم تذكر	I ؟
بطاطا حلوة	١٠	قطع حقلية	تربة طمية سلتية	٤، ٩، ٩	IV
تبغ	٣	أصص بقطر ١٥ سم	تربة طمية رملية معقمة بالبخار تحت ضغط	٦	I
تبغ	١٣	أصص بقطر ١٥ سم (٨٠٠ جم)	خليط تربة : دبال ١ : ٤	٤	I

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المراجع	معايير المقاومة*	فترة التجربة	معدل اللقاح		
			العدد/ جم تربة	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ نبات
Robbins *et al.*, 1994a, b	أ، ب	إنبات + ٦٠ يوماً		٢	١٠٠٠
Robbins *et al.*, 1994a, b	أ	١٠٤ أيام		٧,٦	–
Robbins *et al.*, 1999	أ، ب، ز، ح	أسبوع + ١١ – ١٥ أسبوعاً		٢	١٢٠٠
Martin *et al.*, 1966	أ	٩٨، ٦٨، ١٤٥ يوماً		٢,٠، ٠,٣، ٠,١	٥٠٠، ٦٤٠، ٢٤٠٠
Clark *et al.*, 1980	أ	٥٨ يوماً		٠,٨	٦٠٠
Clark and Wright, 1983	أ	١١٥، ١١٣ يوماً		٣,١، ٣,١٨	–
Heald and Meredith, 1987	أ، ج	شهر + ٦٣ يوماً		١٠	٢٥٠٠٠
Patel *et al.*, 1986	أ، ب، ح	ثمانية أسابيع + ٤٥ يوماً	٣,١	٤,٠	١٠٠٠

obeikandi.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

المحصول[أ]	عدد التراكيب الوراثية	حجم الوعاء أو الأصيص[ب]	بيئة نمو الجذور	المكررات	طريقة التلقيح[ج]
طماطم	٣٧	أنابيب زجاجية ٢,٥ × ٧,٥ سم	تربة معقمة بالبخار تحت ضغط	٣	II
طماطم	٩	أصص بقطر ٢٠ سم	تربة طمبية رملية	٢ – ٣ أصص، و١٠ – ١٥ نبات بكل أصيص	I
طماطم	٢٠	أصص بقطر ١٥ سم	تربة طمبية رملية	٤	II
طماطم	٢	أصص سعة ٢ لتر	تربة	١٠	I

[أ] فاصوليا سوداء = Phaseolus mungo، حمص = Cicer arietinum، بن = Coffea spp.، قطن أمريكي = Gossypium hirsutum، قطن مصري = G. barbadense، لوبيا = Vigna unguiculata، فاصوليا خضراء = Phaseolus aureus، فاصوليا الحصان = Dolichos biflorus، زيتون = Olea europaea، باباظ = Carica papaya، بازلاء الحمام = Cajanus cajan، بطاطس = Solanum tuberosum، فول صويا = Glycine max، بطاطا حلوة = Ipomea batatas، تبغ = Nicotiana tabacum، طماطم = Lycopersicon esculentum.

[ب] الأصص ذات القطر ١٠، و١٥، ٢٠، و٢٥، و٣٠ سم يفترض أنها تسع ٠,٧٥، و٢,٥، و٦، و١٢، و٢٠ لتراً، على الترتيب، كما يفترض أن وزن التربة = ١,٢ جم/ سم٣ ما لم يذكر غير ذلك في المرجع الأصلي.

[ج] طرق التلقيح: I = أطوار يرقية من النيماتودا في معلق مائي، II = إناث غير مكتملة النمو في معلق مائي، III = تربة سابقة التلوث في أصص، IV = تربة سابقة التلوث في قطع حقلية، V = بيض في معلق مائي.

openkandil.com

تابع الجدول رقم (٢, ٧).

معدل اللقاح			فترة التجربة	معايير المقاومة[د]	المراجع
العدد/ نبات	العدد/ سم٣ تربة	العدد/ جم تربة			
١٠٠	٢,٧	١,٣	عشرة أيام + ١٢ يوماً	ح	Balasubramanian and Ramakrishnan, 1983
١٠٠٠	٠,١٧		٤ – ٦ أسابيع	د، هـ، ح	Rebois *et al*., 1973
٢٠٠٠	٠,٨		إنبات + عشرة أيام + ٣٥ يوماً	ب، د، هـ، ح	Montasser, 1986
١٠٠٠٠	٥		٧٦ يوماً	أ	Germani, 1978a

[د] معايير المقاومة Resistance parameters، حيث:

أ = أطوار نيماتودا دودية الشكل تستخلص من كمية معينة (قياسية) من التربة، ب = عدد البيض الكلي/ نبات،ج = عدد البيض/ جم جذور، د = عـدد البيض/ كتلة بيض، هـ = عدد كتل البيض/ المجموع الجذري، و = عدد كتل البيض/ جم جذور، ز = مقياس كتل البيض، ح = العدد الكلي للإناث الساكنة/ الجذر، ط = عدد الإناث الساكنة/ جم جذور، ي = معدل الإناث مكتملة النمو، ك = ظهور أعراض الذبول الفيوزاريومي فقط، ل = المحصول.

[هـ] دراسة وراثية Inheritance study.

[د] دراسة ارتباط Correlation study.

obeikandl.com

أما في فول الصويا، فقد أوضحت الدراسات الأولية أن صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* من الممكن توقع ظهورها في التراكيب الوراثية المقاومة لنيماتودا حوصلات فول الصويا (Rebois *et al.*, 1968 ؛ Rebois *et al.*, 1970). ولكن هذا التنبؤ لم يكن مدعوماً بدراسات وراثية بعد ذلك (Birchfield *et al.*, 1971 ؛ Hartwig and Epps, 1977 ؛ Gilman *et al.*, 1979 ؛ Anand, 1992). وقد افترض أن هناك زوجين من الجينات لها تأثيرات غير متساوية في التحكم في صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في فول الصويا (Harville, 1985 ؛ Williams *et al.*, 1981). وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن أصناف فول الصويا المقاومة لنيماتودا حوصلات فول الصويا التي اشتقت مقاومتها من الصنف "Peking" (كالأصناف "Forrest" و"Centennial")، أو من الصنف "PI-437-654" (كالصنف "Hartwig")، أو من الصنف "PI-90.763" (كالصنف "Cordell")، هي أيضاً أصناف مقاومة للنيماتودا الكلوية *R. reniformis*، بينما الأصناف التي اشتقت مقاومتها لنيماتودا حوصلات فول الصويا من الصنف "PI-88.788" فلم تكن مقاومة للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* (Robbins and Rakes, 1996 ؛ Davis *et al.*, 1996 ؛ Robbins *et al.*, 1994a;b).

وفي الطماطم، يبدو أن جينات المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* غير مرتبطة بجينات المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وعلى العكس من ذلك، وجد أن صفة المقاومة في الطماطم تجاه نيماتودا حوصلات بنجر السكر *Heterodera schachtii* كانت مرتبطة بصفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية في ٢٢ صنفاً تم اختبارها (Robbins *et al.*, 1973). وقد وردت تقارير عن المناعة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في عدد من أصناف الطماطم *Lycopersicon esculentum* هي: "Kalyampur Sel I"، و"Kalyampur Sel III"، و"LA 121"، وكذلك الصنف "PI-375.937" من النوع *L. pimpinellifolium* (Rebois *et al.*, 1977 ؛ Balasubramanian and Ramakrishnan, 1983).

وبسبب الترافق الجزئي بين المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية والمقاومة تجاه نيماتودا حوصلات فول الصويا في كل من فول الصويا (Rebois *et al.*, 1970)، والطماطم (Rebois *et al.*, 1977)، قام ربوا وويب Rebois and Webb (1979) باختبار المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في ٤١ صنفاً من الطماطم يحتوي أغلبها على الجين *H1* المقاوم لنيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis*. وقد وجدت صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية في عدة تراكيب وراثية من البطاطس تشمل الصنف "La Rouge" وربما أيضاً الصنف "Red La Soda". وعموماً، فقد وجد أن صفة المقاومة للنيماتودا الكلوية تنعزل مستقلة عن الجينات ؛ *H1*، و*H2*، و*H3* المقاومة لنيماتودا حوصلات البطاطس.

إستراتيجية تقييم الأصول الوراثية

Strategy for Evaluating Germplasm

تم تقييم صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية في عدد صغير من المحاصيل النباتية (الجدول رقم ٧,٢)، وذلك بالمقارنة بتقييم صفة المقاومة تجاه المجموعات الأخرى من النيماتودا، وخاصة نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات. وقد تكون طرق العمل المذكورة في المراجع مناسبة بشكل عام، ولكن معظمها كانت تحويرات لطرق عمل تم تطويرها أساساً لاختبار صفة المقاومة لأنواع أخرى من النيماتودا. وعند تطوير طرق جديدة للعمل مع أنواع النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* spp.، فإنه يجب الأخذ في الاعتبار بعض الصفات الحياتية المميزة للنيماتودا. فالنيماتودا الكلوية تتميز بدورة حياة قصيرة، ومرور فترة طويلة بين حدوث الفقس وقيام النيماتودا بعملية اختراق النباتات، وتأخر عملية التطور في النيماتودا قبيل قيامها باختراق النبات، والمدى العوائلي الواسع، والتكاثر الخلطي (ما عدا النوعين *R. parvus*، و*R. leptus* وبعض العشائر اليابانية من النوع *R. reniformis*)، والتأقلم على الحياة في التربة ناعمة القوام، والعدد الكبير من النيماتودا دودية الشكل في التربة، وارتفاع مستوى الحد الحرج للضرر، والقدرة العالية على البقاء طيلة فصل الشتاء.

عم نبحث: المناعة، أم المقاومة، أم التحمل؟

Which are you looking for: immunity, resistance or tolerance?

المناعة Immunity

قد تمثل النيماتودا الكلوية *R.* reniformis آفة هامة على نباتات الزينة في بعض المناطق. وعادة يكون الاهتمام بحدوث الفقد في إنتاجية نباتات الزينة أقل كثيراً من الاهتمام بمواصفات التصدير. وتعتبر بعض الولايات الأمريكية مثل: أريزونا، وكاليفورنيا، ونيومكسيكو بالإضافة إلى دولتي شيلي، وسويسرا أن النيماتودا الكلوية كائن مجهري ضار ينبغي أن تطبق عليها قوانين الحجر الزراعي. ولهذا تأثير خطير على تصدير نباتات الزينة من بعض المناطق في ولايتي فلوريدا، وتكساس، حيث توجد النيماتودا هناك بصفة طبيعية. وبسبب قدرة النيماتودا الكلوية *R. reniformis* على البقاء في التربة في غياب العائل لفترات طويلة، فقد أصبح من الحرج جداً الحكم على نوع ما من نباتات الزينة بأنه عائل أو غير عائل (Inserra *et al.*, 1994 ؛ Starr, 1991)، وكذلك تقرير مدى تكاثر النيماتودا على الحشائش التي تنمو مصاحبة لنباتات الزينة.

ويتطلب إثبات صفة المناعة تقييماً دقيقاً لملاءمة الجذور لتطور وتكاثر النيماتودا. أما تقييم الفقد المحصولي فيأتي في مرتبة متوسطة، كما يجب مقارنة التكلفة الإنتاجية بحذر مقابل المخاطر الاقتصادية للتقديرات النباتية الخاطئة (McSorley and Littel, 1993).

المقاومة والتحمل Resistance and Tolerance

المقاومة هي مقدرة أي نبات على إيقاف أو تثبيط تكاثر النيماتودا بدرجة ما (انظر الفصل الثاني). ويجب أن يكون للتركيب الوراثي الذي يخفض أو يحدّ من تكاثر النيماتودا في التربة القدرة أيضاً على إنتاج محصول جيد. أما الأصناف المتحملة فتنتج جيداً في التربة الملوثة بالنيماتودا، حتى حينما تصل الكثافة العددية للنيماتودا في التربة إلى مستويات عالية جداً. ومن الناحية النظرية، يظل استخدام الصنف المتحمل مستمراً في نظام الزراعة وحيدة المحصول Monoculture ما دامت طرق المكافحة قادرة على إبقاء الكثافة العددية للنيماتودا تحت مستويات الحد الحرج. وهذه الظروف هي نفسها التي تحكم النيماتودا الكلوية *R. reniformis* في مناطق إنتاج القطن الرئيسية في الولايات المتحدة الأمريكية (Heald and Robinson, 1990). وقد تم تطوير عدة سلالات عالية الإنتاج وصنف واحد من القطن الأمريكي تتميز بتحملها للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* (Cook *et al*., 1997). وقد تنتخب النباتات المتحملة في قطع تجريبية حقلية، لكن الأصناف المقاومة يجب اختبارها في أوعية حيث يمكن التحكم في أعداد النيماتودا التي يتم بها تلقيح النباتات في هذه الأوعية، وكذلك تقدير العدد النهائي للنيماتودا. وحتى صفة التحمل أيضاً، نجد أنه من الصعب تقييمها في النباتات المفردة في الحقل، حيث تختلف الكثافة العددية الابتدائية للنيماتودا من نبات لآخر، وكذلك تداخل المجموع الجذري لكل نبات مع المجموع الجذري للنباتات المجاورة. ومع ذلك، فإن إمكانية اختبار صفة التحمل في النباتات للنيماتودا الكلوية تكون عادة أفضل مقارنة بالعديد من أنواع النيماتودا الأخرى، وذلك بسبب ميل النيماتودا الكلوية إلى التوزيع المتساوي في أرجاء الحقل. وإذا ما تمت الاختبارات في الأصص أو القطع التجريبية الحقلية، فإننا نحتاج إلى أعداد كبيرة من النيماتودا الكلوية (> خمس نيماتودا/سم^3 تربة) للحصول على ضرر واضح على النبات، وإذا ما تم تقييم عدد كبير من التراكيب الوراثية، فقد يكون من الضروري زراعة النبات أو الشتلة في تربة ملوثة بالنيماتودا بدلاً من زراعتها في تربة تم تلقيحها بمعلق من النيماتودا. وسوف يناقش ذلك فيما بعد عند الحديث عن إعداد اللقاح.

اللقاح Inoculum

المحافظة على اللقاح Maintenance

يمكن المحافظة على المزارع الأصلية للنيماتودا الكلوية بتنمية تلك النيماتودا على العديد من النباتات العائلة في أصص تحتوي على عدة أنواع من التربة الخليط. ويمكن الحصول على كثافة عالية من هذه النيماتودا بتنميتها على الطماطم، والكنتالوب *Cucumis melo* var *cantalupensis*، أو القطن. ولكن الاختيار الأفضل قد يكون هو العائل المعروف بنموه الجيد واحتياجاته القليلة في ظل ظروف الإمكانيات المتاحة داخل البيوت الزجاجية، وأن يكون لهذا العائل القدرة على النمو في ظل ظروف درجات الحرارة المرتفعة (٢٦ – ٣٢ °م) التي تشجع النيماتودا على التكاثر.

وبذلك فإنه من الممكن الحصول على أعداد كبيرة من النيماتودا الكلوية بسهولة طوال العام عن طريق تنميتها على طماطم صنف "Rutgers" أو قطن صنف "Stoneville 474" في صناديق جيدة الصرف، كبيرة الحجم (٠,٣ م عمقاً، و١,٣ م عرضاً، و٢ م طولاً) تحتوي على تربة سلتية طميية (٦٪ رمل، و٧٠٪ سلت، و٢٤٪ طمي).

التجهيز Preparation

يمكن تجميع بيض النيماتودا الكلوية *R. reniformis* وتنقيته وتفقيسه بنفس الطرق المستخدمة لمثل ذلك في بيض نيماتودا تعقد الجذور. ولكن نظراً لأن كتل بيض النيماتودا الكلوية أصغر من مثيلتها في نيماتودا تعقد الجذور (خُمس – عُشر حجم كتل بيض نيماتودا تعقد الجذور)، فإن البيض يكون أكثر عرضة للضرر بواسطة هيبوكلوريت الصوديوم المستخدم في الاستخلاص. وفي حالة استخدام بيض النيماتودا الكلوية كلقاح فإنه يجب أن نتذكر أن اليرقات التي تفقس من البيض مباشرة ليس لها القدرة على عدوى النباتات، وأنه يلزمها المرور بثلاثة انسلاخات حتى تصل إلى الطور القادر على العدوى. وقد تغلب Balasubramanian and Ramakrishnan (1983) وغيرهم (الجدول رقم ٧,٢) على هذه المشكلة بالإبقاء على اليرقات في الماء حتى اكتمال الانسلاخات الثلاثة، ثم استخدامها في عدوى النباتات. وبهذه الطريقة، يمكن الحصول على يرقات متزامنة التطور، ولكنها مختلفة من حيث فترة الجوع التي مرت بها. ومن الأسرع الحصول على الأطوار اليرقية للنيماتودا مباشرة من التربة، وذلك باستخدام طريقة الترويق Elutriation، يليها طريقة المناخل، أو الطرد المركزي والطفو، وقمع بيرمان. وتضمن طريقة قمع بيرمان حيوية وحركة النيماتودا بنسبة ١٠٠٪ ولكن بشرط عدم بقاء النيماتودا في ساق القمع لفترة أطول من ٢٤ ساعة. وقد يتلوث معلق النيماتودا في قمع بيرمان بالنيماتودا حرة المعيشة المحمولة بواسطة الحشرات، أو بأية كائنات أخرى – كذلك الذي يحدث غالباً – ومن الممكن منع هذا التلوث بسحب ٢٠ – ٥٠ مل ماء من قاع القمع بعد ٤ – ٦ ساعات، ثم جمع النيماتودا الكلوية التي تنزل في ساق القمع خلال الثماني عشرة ساعة التالية لذلك. وفي حالة الأقماع المطورة بواسطة روبينسون وهيلد Robinson and Heald (1991) فإن أغلب أفراد النيماتودا الكلوية تنزل إلى ساق القمع بعد ٦ – ٢٤ ساعة من وضع التربة فوق نسيج الاستخلاص في القمع.

تفاوتت كثيراً الكثافة العددية المستخدمة من النيماتودا الكلوية كلقاح، حيث تراوحت بين ٢٠٠ نيماتودا/أصيص بقطر ١٥سم (٠,١ نيماتودا/سم^3 تربة) وذلك عند تلقيح نباتات الباباظ (Patel *et al.*, 1989b) إلى ٢٠٠٠ نيماتودا/أصيص سعة ١٧٨سم^3 تربة (١١ نيماتودا/سم^3 تربة) عند تلقيح نباتات القطن (Yik and Birchfield, 1984). وقد أجريت عدة تجارب ناجحة على القطن والنيماتودا الكلوية باستخدام كثافة لقاح قدرها ٤٠٠٠ نيماتودا/أصيص سعة ٥٠٠ سم^3 تربة (٨ نيماتودا/ سم^3 تربة). كما استخدمت أغلب الدراسات التي أجريت على فول الصويا كثافة لقاح من النيماتودا الكلوية قدرها ١ – ٥ نيماتودا/سم^3 تربة. وتبعاً للمراجع، فإن حد الضرر

الذي أوصت به إدارة الخدمات الإرشادية الزراعية بالميسيسيبي (أمريكا) للنيماتودا الكلوية على القطن هو ٢، و١٠ نيماتودا/سم^{٣} تربة في العينات التي تم جمعها في الربيع والخريف، على الترتيب. وهذه الأرقام مبنية على أعداد النيماتودا دودية الشكل فقط Vermiform nematodes، وذلك بالمقارنة بكثافة اللقاح المستخدمة في عدوى التجارب لنباتات القطن وفول الصويا.

وأبسط طرق تلقيح النباتات بالنيماتودا الكلوية هي زراعة أو شتل النباتات مباشرة في تربة ملوثة باللقاح، حيث يستخلص اللقاح من المزارع المنماة في البيوت المحمية ويخلط خلطاً جيداً مع التربة (Williams *et al.*, 1979). وقد يكون من الضروري خلط التربة الملوثة بالنيماتودا بأخرى معقمة، وبنسب معينة، وذلك من أجل الحصول على الكثافة المطلوبة من اللقاح. وعند الرغبة في عمل ذلك، فإنه يوصى بتقدير الكثافة الابتدائية من النيماتودا المستخلصة بأي من طرق الاستخلاص المعروفة (الترويق، الطرد المركزي، قمع بيرمان)، واستخدامها في تلقيح صنف محصولي معين في سلسلة من التركيزات (التخفيفات). ويمكن إعداد سلسلة التخفيفات في أفضل صورة، وذلك بخلط التربة الملوثة مع أخرى غير ملوثة من نفس القوام والتركيب في خلاط دوار يشبه خلاط الأسمنت، مع الأخذ في الاعتبار عدم إيذاء النيماتودا بعدم تعريضها إلى الجفاف أو الخلط الميكانيكي القوي. ومن هذه التجارب، يمكن التأكد بثقة من معرفة المستوى المطلوب من اللقاح النيماتودي اللازم لعدوى البادرات دون أن يسبب لها أعراض التقزم، أو أن يتسبب في موتها في أي فترة ما من عمر التجربة. وقد تقع الكثافة المثلى من اللقاح في تلك الحالة بين ٠,١ و١٠ نيماتودا/سم^{٣} تربة.

التطبيق Application

توجد قاعدة هامة عند تقليب اللقاح النيماتودي وهي أن تجانس اللقاح مهم، ولكن الأهم هو عدم الإضرار بالنيماتودا. ويمكن استخدام إبرة محقن جانبية الثقب ذات طول يكفي للوصول إلى منتصف الأصيص، وذلك لحقن ١ مل من المعلق المائي للبيض أو النيماتودا/١٠٠سم^{٣} تربة. ولجعل معلق البيض أو النيماتودا في أعلى حالة من التجانس حول النبات، يتم حقن اللقاح في عدة نقاط (٣ – ١٠ نقاط حول قاعدة ساق النبات دون تعريض الجذر للضرر). ومن الضروري بالطبع تقليب معلق البيض أو النيماتودا جيداً قبل تلقيح النباتات، وكذلك إجراء عملية تلقيح النباتات بطريقة عشوائية حتى إذا ما حدث تغير في كثافة اللقاح بسبب عدم تجانسه أو ترسبه لا يؤثر ذلك على معاملات التجربة بطريقة تؤدي إلى فشلها. وإذا أجريت التلقيحات في البيت الزجاجي أو خارجه، فإنه يجب الحذر من تعرض اللقاح الموضوع في زجاجات شفافة محكمة الغلق إلى ضوء الشمس المباشر حيث إن ذلك قد يرفع درجة حرارته إلى درجات قاتلة. أما عند استخدام التربة الملوثة بالنيماتودا كلقاح فإنه يجب اختبار تأثير عملية خلط التربة على حيوية النيماتودا قبل البدء في الاستخدام.

المزرعة النباتية Plant Culture

البيئة Environment

تنمو النيماتودا الكلوية جيداً في ظل ظروف درجات الحرارة المتوسطة، وتتراوح درجة الحرارة المثلى لحركة (Robinson and Heald, 1993 ؛ Robinson, 1989;1994) وتطور (Nakasono, 1978 ؛ Rebois, 1973 ؛ Heald and Inserra, 1988) النيماتودا الكلوية بين ٢٥ و٣٢ °م. ويصل معدل تطور النيماتودا على درجة حرارة ٢١,٥ °م إلى نصف معدل تطورها على درجة حرارة ٢٩,٥ °م. أما الحدود الدنيا والقصوى للتطور فهي ١٥ °م و٣٦ °م ، على الترتيب. أما حد الضرر الذي تبدأ عنده النيماتودا في الموت فهو ٤١ °م ، ويموت ٥٠٪ من العشيرة بعد ساعة واحدة من تعرضها لدرجة حرارة ٤٥ °م ، وبعد عشرة دقائق من تعرضها لدرجة حرارة ٤٧ °م (Heald and Robinson, 1987).

وفي الأراضي الزراعية، تظهر النيماتودا الكلوية بكثافات عالية في التربة ناعمة القوام (Robinson *et al.*, 1987 ؛ Heald *et al.*, 1988 ؛ Starr *et al.*, 1993 ؛ Blasingame, 1994 ؛ Koennig *et al.*, 1996). وأفضل أنواع التربة للمحافظة على عشائر النيماتودا الكلوية *R. reniformis* هي التربة السلتية الطميية (٦٪ رمل، و٧٠٪ سلت، و٢٤٪ طمي). وفي حالة النباتات التي تزرع في الأوعية النباتية، تتعرض مثل هذه الأنواع من الترب إلى الانضغاط، مما يجعلها سيئة الصرف والتهوية، كما يتمزق فيها جزء كبير من الجذور أثناء عملية أخذ الجذور منها لاستخلاص بيض النيماتودا. ومن ثمَ، فإن التربة متوسطة القوام مثل: التربة الطميية أو الطميية الطينية الرملية أو السلتية الطميية قد تكون أفضل. وقد تم الحصول على أفضل النتائج عند اختبار ٥٠٠٠ نبات قطن عندما استخدم خليط من التربة ٦ رمل ناعم : ١ فيرميكيولايت مدعوماً بالدولوميت وتركيبة للعناصر الصغرى تتحرر عناصرها في التربة ببطء (A.F. Robinson, unpubl. ؛ Robinson *et al.*, 1996b ؛ Robinson and Percival, 1997 ؛ Cook *et al.*, 1997) (الجدول رقم ٧,٢). وبالرغم من ذلك، فقد يكون الاختيار الأفضل هو التوليفة التي يتوصل إليها الباحث بخبرته فيما بين النيماتودا والنبات والظروف البيئية.

مدة التجارب Duration

عند إجراء تجارب التقييم الأولية لصفة المقاومة في مصادر وراثية نباتية ما تجاه النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus* spp.، فمن الممكن الاستفادة من ميزة قصر فترة دورة حياة تلك النيماتودا، وذلك بتنمية البادرات لمدة ٣٥ يوماً فقط على درجة حرارة ٢٥ – ٣٠ °م. ومن ثم، فإن كمية اللقاح، وبيئة النمو، والمكان والزمان المطلوبين قد تكون جميعها عند حدودها الدنيا. ويمكن تحديد حجم الأوعية النباتية التي تنمى فيها النباتات بمعرفة معدل نمو المحصول موضع الاختبار. وقد استخدم ذلك بنجاح عند اختبار نباتات فول الصويا (Williams *et al.*, 1979)، والقطن (Yik and Birchfield, 1984)، والطماطم (Balasubramanian and Ramakrishnan, 1983)،

والبطاطس (Rebois and Webb, 1979). وبعد تعريف التراكيب الوراثية المقاومة، يمكن اختبار صفة المقاومة مرة أخرى بطريقة أكثر دقة بتنمية النباتات حتى وصولها لدرجة النضج، وذلك في أصص داخل البيت المحمي، وتحت الظروف الحقلية كذلك.

إعادة زراعة النباتات المختبرة Repotting plant selections

في دراسات تربية النباتات، قد يكون من المرغوب إعادة زراعة الجذور (النباتات) بعد اختبارها من أجل الحصول على البذور. ولكن لسوء الحظ قد يكون النبات قد مات بسبب إصابته بالنيماتودا الكلوية. ويجب أن يكون الباحث حذراً وموقناً بأن الجذور النباتية المصابة لا يمكنها أن تتخلص من هذه الإصابة، وأن شتل مثل هذه الجذور سوف ينقل العدوى والتلوث بالنيماتودا إلى الحقل الذي شتلت فيه.

القياسات Measurements

التكاثر Reproduction

يمكن اختبار قدرة النيماتودا على التكاثر على صنف نباتي ما بطريقة غير مباشرة ، وذلك عن طريق غسل الجذور برفق وصبغها لعدّ إناث النيماتودا وكتل البيض. وتؤدي طريقة بيرد وآخرين Byrd *et al.*, (1983) لصبغ النيماتودا بصبغة الفوكسين الحامضي بعد ترويقها بمادة هيبوكلوريت الصوديوم إلى بروز إناث النيماتودا وكتل البيض على سطح الجذر فيسهل رؤيتها، كما أن هذه الطريقة لا تحتاج إلى استخدام مادة الفينول السامة. وتصطبغ إناث النيماتودا الكلوية *R. reniformis* جيداً بصبغة الفوكسين الحامضي، كما أنها تصطبغ أيضاً بصبغة أزرق القطن المستخدمة في صبغ نيماتودا تعقد الجذور.

وقد وجد ليم وكاستيلو Lim and Castillo (1979) أنه في التجارب الحقلية لفول الصويا كان عدد النيماتودا لكل وحدة وزنية من الجذر هو المقياس الأكثر فاعلية إحصائياً واقتصادياً من بين خمسة مقاييس تم استخدامها لتقدير صفة المقاومة تجاه النيماتودا الكلوية *R. reniformis*. وعوضاً عن ذلك، يمكن استخدام التربة التي زرعت فيها النباتات المختبرة لتستخلص النيماتودا منها (النيماتودا الفاقسة من البيض). وفي هذه الحالة يستخدم كل من؛ قمع بيرمان التقليدي، وطريقة المناخل وأطباق بيرمان في استخلاص يرقات النيماتودا الكلوية بنفس الفاعلية والكفاءة. وهناك طريقة أخرى لاستخلاص هذه اليرقات قد تكون أكثر سرعة وسهولة وهي الطريقة التي وصفها ييك Yik (1981). وفي هذه الطريقة، تؤخذ كمية معلومة من الجذور (١ – ٥ جم جذور طازجة) من كل نبات، وتقطع إلى قطع صغيرة بطول ١ سم، ثم تنقع في محلول هيبوكلوريت صوديوم ٠,٥٪ لمدة عشر دقائق، ثم تمزق في حجم قياسي من الماء (١٠٠ مل). يمرر بعد ذلك المعلق الناتج على منخلين؛ العلوي قطر ثقوبه ٧٥ ميكروميتراً ليحجز

الشـوائب والبقايا النبـاتية، والسـفلي قطـر ثقـوبه ٢٥ ميكروميتراً ليحجز البيض. بعد ذلك يتم تقدير عدد البيض/مل من المعلق بالطرق المعروفة.

الضرر النباتي Plant damage

لا تسبب النيماتودا الكلوية أعراضاً واضحة يمكن رؤيتها بوضوح على النباتات المصابة. وأغلب المقاييس المستخدمة في قياس الضرر هي عبارة عن تقدير الانخفاض في المحصول والتقزم في النباتات. وفي القطن، يمكن ملاحظة التأخير في موعد التزهير وعقد الثمار كذلك (Lawrence and McLean, 1996 ؛ Jones *et al*., 1959). قد تسبب النيماتودا الكلوية *R. reniformis* اصفراراً أيضاً على الكثير من النباتات، وقد وجد أن ذلك يكون مرتبطاً بنقص عنصر البوتاسيوم في الجذور والأوراق كما هو الحال في نباتات اللوبيا والذرة (Heffes *et al*., 1992).

الدلائل الجزيئية Markers

لا توجد حتى الآن وسائل متاحة من الدلائل الجزيئية لتعريف صفة المقاومة في النباتات تجاه النيماتودا الكلوية، ولكن إذا توفر ذلك فإنه سيكون أداة قوية في التشخيص نظرا لعدم وضوح الأعراض التي تسببها هذه النيماتودا على جذور النباتات المصابة للعين المجردة.

المراجع

References

Al-Sayed, A.A. and Abdel-Hameed, S.H. (1991) Resistance and susceptibility of olives to *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 29, 1221-1226.

Anand, S.C. (1992) Registration of 'Hartwig' soybean. *Crop Science* 32, 1069-1070.

Anver, S. and Alam, M.M. (1990) Susceptibility of chickpea accessions to the reniform nematode *Rotylenchulus reniformis*. Tests of agrochemicals and cultivars 11. *Annals of Applied Biology* 116, 94-95.

Badra, T. and Khattab, M.M. (1982) Chemically induced resistance to *Rotylenchulus reniformis* by ethephon growth regulant and relevant pathometabolites in mango seedlings. *Nematologia Mediterranea* 10, 49-56.

Balasubramanian, P. and Ramakrishnan, C. (1983) Resistance to the reniform nematode *Rotylenchulus reniformis* in tomato. *Nematologia Mediterranea* 11, 203-204.

Birchfield, W. and Brister, L.R. (1962) New hosts and nonhosts of reniform nematode. *Plant Disease Reporter* 46, 683-685.

Birchfield, W. and Brister, L.R. (1963) Susceptibility of cotton and relatives to reniform nematode in Louisiana. *Plant Disease Reporter* 47, 990-992.

Birchfield, W. and Brister, L.R. (1969) Reaction of soybean varieties to the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Plant Disease Reporter* 53, 999-1000.

Birchfield, W., Williams, C., Hartwig, E.E. and Brister, L.R. (1971) Reniform nematode resistance in soybeans. *Plant Disease Reporter* 12, 1043-1045.

Bird, A.F. (1983) Growth and moulting in nematodes: changes in the dimensions and morphology of *Rotylenchulus reniformis* from start to finish of moulting. *International Journal for Parasitology* 13, 201-206.

Blasingame, D. (1994) *Know Your Cotton Nematodes...Your Hidden Enemies*. R-P 11255. Cotton Foundation, Memphis, Tennessee.

Byrd, D.W.J., Kirkpatrick, T. and Barker, K.R. (1983) An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. *Journal of Nematology* 15, 142-143.

Open Karnak.com

Carter, W.W. (1981) Resistance and resistant reaction of *Gossypium arboreum* to the reniform nematode. *Journal of Nematology* 13, 368-374.

Chavda, J.C., Patel, B.A. and Patel, D.J. (1988) Screening of pigeonpea lines to *Rotylenchulus reniformis*. *International Nematology Network Newsletter* 5, 28-29.

Clark, C.A. and Wright, V.L. (1983) Effect and reproduction *Rotylenchulus reniformis* on sweet potato selections. *Journal of Nematology* 15, 198-203.

Clark, C.A., Wright, V.L. and Miller, R.L. (1980) Reaction of some sweet potato selections to the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 12, 218.

Cohn, E. (1976) Cellular changes induced in the roots by two species of the genus *Rotylenchulus*. *Nematologica* 22, 169-172.

Cohn, E. and Mordechai, M. (1977) Uninucleate giant cell induced in Soybean by the nematode *Rotylenchulus macrodoratus*. *Phytoparasitica* 5, 85-93.

Cook, C.G., Robinson, A.F. and Namken. L.N. (1997) Tolerance to *Rotylenchulus reniformis* and resistance to *Meloidogyne incognita* race 3 in high-yielding breeding lines of upland cotton. *Journal of Nematology* 29, 322-328.

Dasgupta, D.R. and Raski, D.J. (1968) The biology of *Rotylenchulus parvus*. *Nematologica* 14, 429-440.

Dasgupta, D.R. and Seshadri, A.R. (1971) Races of the reniform nematode *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Journal of Nematology* 1, 21-24.

Davis, E.L., Koenning, S.R., Burton, J.W. and Barker, K.R. (1996) Greenhouse evaluation of selected soybean germplasm for resistance to North Carolina populations of *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 28, 590-598.

Gaur, H.S. (1986) Invasion and reproduction of the reniform nematode on some cultivars of cowpea and green gram. *International Nematology Network Newsletter* 3, 8-10.

Gaur, H.S. and Perry, R.N. (1991a) The biology and control of the plant parasitic nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Agricultural Zoology Reviews* 4, 177-212.

Gaur, H.S. and Perry, R.N. (1991b) The role of the moulted cuticles in the desiccation survival of adults of *Rotylenchulus reniformis*. *Revue de Nématologie* 14, 491-496.

Germani, G. (1978a) Test preliminaries de sensibilité de deux cultivars de tomate et d'un cultivar d'araschide a dues souches de *Rotylenchulus reniformis* (Nematoda: Tylenchida). *Revue de Nématologie* 1, 109-112.

Germani, G. (1978b) Caractéres morphobiométriques de trios espéces oust africanes de *Rotylenchulus* Linford and Oliveira, 1940 (Nematoda: Tylenchida). *Revue de Nématologie* 1, 241-250.

Gilman, D.F., Marshall, J.G., Rabb, J.G., Lawrence, J.L., Boquet, D.J. and Bartleson, J.L. (1979) Performance of soybean varieties in Louisiana, 1976-78. *Louisiana Agriculture* 1979, 22.

Hartwig, E.E. and Epps, J.M. (1977) Registration of Centennial soybeans (Reg. No. 114). *Crop Science* 17, 979.

Harville, B.G. (1985) Genetic resistance to reniform nematodes in soybean. *Plant Disease* 69, 587-589.

Heald, C.M. and Inserra, R.N. (1988) Effect of temperature on infection and survival of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 20, 356-361.

Heald, C.M. and Meredith, J.A. (1987) Response of three tobacco cultivars to three *Rotylenchulus reniformis* populations. *Nematropica* 17, 95-98.

Heald, C.M. and Robinson, A.F. (1987) Effect of soil solarization on *Rotylenchulus reniformis* in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Nematology* 19, 93-103.

Heald, C.M. and Robinson, A.F. (1990) Survey of current distribution of *Rotylenchulus reniformis* in the United States. *Journal of Nematology* 22, 695-699.

Heald, C.M., Inserra, R.N. and Vovlas, N. (1988) Parasitism and reproduction of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on cantaloupe in two soils. *Nematropica* 18, 53-58.

Heffes, T.A.P., Coates-Beckford, P.L. and Robotham, H. (1992) Effects of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on growth and nutrient content of *Vigna unguiculata* and *Zea mays*. *Nematropica* 22, 139-148.

Hyer, A.H. and Jorgenson, E.C. (1978) Notice of release of three root-knot nematode resistant cottons, non-commercial breeding stocks of cotton, N9281, N9308, N9211. USDA-ARS and California Agricultural Experiment Station, University of California.

Hyer, A.H., Jorgenson, E.C., Garber, R.H. and Smith, S. (1979) Resistance to root-knot nematode in control of root-knot nematode-Fusarium wilt disease complex in cotton. *Crop Science* 19, 898-901.

Inserra, R.N. and Vovlas, N. (1980) The biology of *Rotylenchulus macrodoratus*. *Journal of Nematology* 12, 97-102.

Inserra, R.N., Dunn, R.A. and Vovlas, N. (1994) Host response of ornamental palms to *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 26, 737-743.

Jones, J.E., Newsom, L.D. and Finley, E.L. (1959) Effect of reniform nematode on yield, plant characters and fiber properties of upland cotton. *Agronomy Journal* 51, 353-356.

Jones, J.E., Beasley, J.P., Dickson, J.I. and Caldwell, W.D. (1988) Registration of four cotton germplasm lines with resistance to reniform and root-knot nematodes. *Crop Science* 28, 199-200.

Jones, J.E., Dickson, J.I., Aguillard, W., Caldwell, W.D., Moore, S.H., Hutchinson, R.L. and Rogers, R.L. (1991) Registration of "LA 887" cotton. *Crop Science* 31, 1701.

Khadr, A.S., Salem, A.A. and Oteifa, B.A. (1972) Varietal susceptibility and significance of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*, in *Fusarium* wilt of cotton. *Plant Disease Reporter* 56, 1040-1042.

Khan, T.A. and Husain, S.I. (1988) Response of cowpea cultivars to *Rotylenchulus reniformis*. *Nematropica* 2, 159.

Koenning, S.R., Walters, S.A. and Barker, K.R. (1996) Impact of soil texture on the reproductive and damage potentials of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita* on cotton. *Journal of Nematology* 28, 527-536.

Lawrence, G.W. and McLean, K.S. (1996) Reniform nematode and cotton production in Mississippi. In: Dugger, P. and Richter, D. (eds) *Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences*, Nashville, Tennessee, 9-12 January 1996. National Cotton Council of America, Memphis, Tennessee, pp. 251-253.

Lim, B.K. and Castillo, M.B. (1979) Screening soybeans for resistance to reniform nematode disease in the Philippines. *Journal of Nematology* 11, 275-282.

Linford, M.B. and Oliveira, J.M. (1940) *Rotylenchulus reniformis*, a nematode parasite of roots. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 7, 35-42.

Macedo, M.C.M. (1974) Suscetibilidade de cafeeiros ao nematóide reniforme. *O Solo* 66, 15-16.

Makadia, B.M., Patel, D.J., Jogani, D.K. and Shah, H.M. (1987) Reactions of root-knot nematode resistant and susceptible cowpea varieties to reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *GAU Research Journal* 12, 62-64.

Martin, W.J., Birchfied, W. and Hernandez, T.P. (1966) Sweet potato varietal reaction to the reniform nematode. *Plant Disease Reporter* 50, 500-502.

McGawley, E.C. and Overstreet, C. (1995) Reproduction and pathological variation in populations of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 27, 508.

McSorley, R. and Littell, R.C. (1993) Probability of detecting nematode infestations in quarantine samples. *Nematropica* 23, 177-181.

Minton, E.B., Smith, A.L. and Cairns, E.J. (1964) Population dynamics of 7 nematode species under 10 cotton selections. *Phytopathology* 54, 625.

Montasser, S.A. (1986) Resistance in tomato cultivars to the reniform nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Pakistan Journal of Nematology* 4, 79-82.

Muhammad, N. and Jones, J.E. (1990) Genetics of resistance to reniform nematode in upland cotton. *Crop Science* 30, 13-16.

Nakasono, K. (1978) Effect of soil temperature on development, reproduction and sex ratio of *Rotylenchulus reniformis*: differences between the amphimictic and parthenogenetic populations. *Japanese Journal of Nematology* 8, 32-42.

Nakasono, K. (1983) Studies on morphological and physio-ecological variation of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940 with an emphasis on differential geographical distribution of amphimictic and parthenogenetic populations in Japan. *Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences, Japan* 38, 63-67.

Nath, R.O., Swamp, P.G. and Rao, G. (1969) Studies on the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Phytopathology* 22, 99-104.

Nayak, D.K., Routaray, B.N. and Das, S.N. (1987) Relative susceptibility of some horsegram cultivars against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *International Nematology Network Newsletter*, 4, 19-20.

Neal, D.C. (1954) The reniform nematode and its relationship to the incidence of *Fusarium* wilt of cotton at Baton Rouge, Louisiana. *Phytopathology* 44, 447-450.

Overstreet, C. (1996) The impact of reniform nematode on cotton production in the U.S.A. *Nematropica* 26(3), 216.

Patel, D.S. and Thakar, N.A. (1986) Reaction of some mungbean varieties to the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Journal of Nematology* 15, 239.

Patel, D.J., Desai, M.V. and Patel, D.B. (1986) Susceptibility of tobacco varieties to *Rotylenchulus reniformis*. *Tobacco Research* 12, 202-203.

Patel, B.A., Chavda, J.C., Patel, S.T. and Patel, D.J. (1987) Reaction of some pigeonpea lines to reniform nematode (*Rotylenchulus reniformis*). *International Pigeonpea Newsletter* 6, 57-59.

Patel, B.A., Chavda, J.C. and Patel, D.J. (1989a) Screening of certain greengram lines against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *International Nematology Network Newsletter* 6, 25-26.

Patel, B.A., Patel, D.J. and Patel, B.A. (1989b) Reaction of papaya varieties to *Rotylenchulus reniformis*. International Nematology Network Newsletter 6, 24.

Rebois, R.V. (1973) Effect of soil temperature on infectivity and development of *Rotylenchulus reniformis* on resistant and susceptible soybean, *Glycine max*. *Journal of Nematology* 5, 10-13.

Rebois, R.V. and Webb, R.E. (1979) Reniform nematode resistance in potato clones. *American Potato Journal* 56, 313-319.

Rebois, R.V., Johnson, W.C. and Cairns, E.J. (1968) Resistance in soybeans, *Glycine max* L. Merr., to the reniform nematode. *Crop Science* 8, 394-395.

Rebois, R.V., Epps, J.M. and Hartwig, E.E. (1970) Correlation of resistance in soybeans to *Heterodera glycines* and *Rotylenchulus reniformis*. *Phytopathology* 60, 695-700.

Rebois, R.V., Eldridge, B.J., Good, J.M. and Stoner, A.K. (1973) Tomato resistance and susceptibility to the reniform nematode. *Plant Disease Reporter* 57, 169-172.

Rebois, R.V., Madden, P.A. and Eldridge, B.J. (1975) Some ultrastructural changes induced in resistant and susceptible soybean roots following infection by *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 7, 122-139.

Rebois, R.V., Steele, A.E., Stoner, A.K. and Eldridge, B.J. (1977) A gene resistance to *Rotylenchulus reniformis* in tomato, and a possible correlation with resistance to *Heterodera schachtii*. *Journal of Nematology* 9, 280-281.

Robbins, R.T. and Rakes, L. (1996) Resistance to the reniform nematode in selected soybean cultivars and germplasm lines. *Journal of Nematology* 28, 612-615.

Robbins, R.T., Rakes, L. and Elkins, C.R. (1994a) Reniform nematode reproduction and soybean yield of four soybean cultivars in Arkansas. *Journal of Nematology* 26, 656-658.

Robbins, R.T., Rakes, L. and Elkins, C.R. (1994b) Reproduction of the reniform nematode on thirty soybean cultivars. *Journal of Nematology* 26, 659-664.

Robbins, R.T., Rakes, L. and Jackson, L. (1999) Reniform nematode resistance ratings for 288 soybean cultivars to help select rotational crops for reniform infested fields. *Proceedings, Beltwide Cotton Conferences*, January 4-7, 1999, Orlando, Florida.

Robinson, A.F. (1989) Thermotactic adaptation of two foliar and two root-parasitic nematodes. *Revue de Nématologie* 12, 125-131.

Robinson, A.F. (1994) Movement of five nematode species through sand subjected to natural temperature gradient fluctuations. *Journal of Nematology* 26, 46-58.

Robinson, A.F. and Heald, C.M. (1991) Carbon dioxide and temperature gradients in Baermann funnel extraction of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 23, 28-38.

Robinson, A.F. and Heald, C.M. (1993) Movement of *Rotylenchulus reniformis* through sand and agar in response to temperature, and some observations on vertical descent. *Nematologica* 39, 92-103

Robinson, A.F. and Percival, A.E. (1997) Resistance to *Meloidogyne incognita* Race 3 and *Rotylenchulus reniformis* in wild accessions of *Gossypium hirsutum* and *G. barbadense* from Mexico. *Journal of Nematology* 29, 746-755.

Robinson, A.F., Heald, C.M., Flanagan, S.L., Thames, W.H. and Amador, J. (1987) Geographical distributions of *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita* and *Tylenchulus semipenetrans* in the lower Rio Grande Valley as related to soil texture and land use. *Journal of Nematology* 1, 20-25.

Robinson, A.F., Inserra, R.N., Caswell-Chen, E.P., Volvas, N. and Triccoli, A. (1997) *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop resistance. *Nematologica* 27, 127-180.

Robinson, A., Bowman, D., Cook, C., Jenkins, J., Jones, J., May, O., Oakley, S., Oliver, M., Robinson, M., Smith, C., Starr, J. and Stewart, J.McD. (1999a) Nematode Resistance. In: Kirkpatric, T. and Rothrock, C. (eds) *Compendium of Cotton Diseases*. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Robinson, A.F., Cook, C.G. and Percival, A.E. (1999b) Resistance to *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita* race 3 in the major cotton cultivars planted science 1950. *Crop Science* 39 (3), 850-858.

Routaray, B.N., Sahoo, H. and Das, S.N. (1986) Evaluation of greengram and blackgram varieties against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Indian Journal of Nematology* 16, 27-29.

Routaray, B.N., Sahoo, H. and Das, S.N. (1988) Evaluation of some chilli cultivars against *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of the Indian Botanical Society* 67, 220-221.

Sahoo, H., Routaray, B.N., and Das, S.N. (1986) Evaluation of bengalgram varieties against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of The Indian Botanical Society* 65, 86-89.

Shepherd, R.L. (1974) Registration of Auburn 623 RNR cotton germplasm (Reg. no. GP 20). *Crop Science* 14, 911.

Shepherd, R.L. and Huck, M.G. (1989) Progression of root-knot nematode symptoms and infection on resistant and susceptible cottons. *Journal of Nematology* 21, 235-241.

Sivakumar, C.V. and Seshadri, A.R. (1971) Life history of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Journal of Nematology* 14, 148-151.

Starr, J.L. (1991) *Rotylenchulus reniformis* on greenhouse-grown foliage plants. *Journal of Nematology* 23, 634-638.

Starr, J.L., Heald, C.M., Robinson, A.F., Smith, R.G. and Krausz, J.P. (1993) *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* and associated soil textures from some cotton production areas of Texas. *Journal of Nematology* 25, 895-899.

Thakar, N.A. and Patel, C.C. (1985) Screening of few cowpea varieties against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940. *Indian Journal of Nematology* 14, 204.

Thakar, N.A. and Yadav, B.S. (1985) Screening pigeonpeas for their resistance to reniform nematode. *International Pigeonpea Newsletter* 4, 42-43.

Varaprasad, S. (1986) *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940- a comprehensive account of systematics, biology and management. In: Swarup, G. and Dasgupta, D.R. (eds) *Plant Parasitic Nematodes of Indian, Problems and Progress*. Indian Agriculture Research Institute, New Delhi, pp. 194-210.

Williams, C., Gilman, D.F., Fontenot, D.S. and Birchfield, W. (1979) A rapid technique for screening soybean for reniform nematode resistance. *Plant Disease Reporter* 63, 827-829.

Williams, C., Gilman, D.F., Fontenot, D.S. and Birchfield, W. (1981) Inheritance of reaction to the reniform nematode in soybean. *Crop Science* 21, 93-94.

Womersley, C. and Ching, C. (1989) Natural dehydration regimes as a prerequisite for the successful induction of anhydrobiosis in the nematode *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Experimental Biology* 143, 359-372.

Yik, C.P. (1981) Resistance germplasm in *Gossypium* species and related plants to the reniform nematode. Louisiana State University Dissertation, Department of Plant Pathology and Crop Physiology.

Yik, C.P. and Birchfield, W. (1984) Resistant germplasm in *Gossypium* species and related plants to *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 16, 146-153.