

ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ TOXIQUE DE *CESTRUM PARQUI* VIS-A-VIS DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA*

W. Hlaoua¹, N. Horrigue Raouani et I. Chaieb

Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem Sousse 4042, Tunisie

Résumé. Pour la recherche d'une alternative à la lutte chimique, l'extrait saponique brut (ESB) et l'extrait sec de *Cestrum parqui* (Solanaceae) sont testés à différentes doses *in vitro* et en pots sur *Meloidogyne incognita*. *In vitro*, l'ESB a inhibé l'éclosion des œufs et a causé une mortalité supérieure à 90% des juvéniles du second stade. L'inhibition de l'éclosion et la mortalité des juvéniles sont proportionnelles à la dose et à la durée d'exposition à l'extrait. En pots, l'extrait sec a réduit le taux de multiplication et l'indice de galles de *M. incognita* sur racines de tomate.

Mots clés: Activité nématocide, contrôle, extrait de plant, nématode à galles.

Summary. Study on the toxic activity of *Cestrum parqui* on *Meloidogyne incognita*. As an alternative to chemical pesticides, different doses of saponic and dry extracts (SE and DE) of *Cestrum parqui* (Solanaceae) were tested, *in vitro* and in pots, on *Meloidogyne incognita*. *In vitro*, the SE inhibited eggs from hatching and caused mortality of more than 90% of the nematode second stage juveniles. Inhibition of hatching and mortality of juveniles were correlated with the dose and the period of exposure to the extract. In pots, the DE reduced the reproduction factor (Pf/Pi) and galling index of *M. incognita* on tomato roots.

Key words: Control, plant extract, nematocidal activity, root-knot nematode.

Le groupe des *Meloidogyne* est le genre des nématodes sédentaires le plus nuisible aux cultures puisqu'il parasite plus de 2000 espèces de plantes dans le monde. Les dommages occasionnés par les *Meloidogyne* sont estimés entre 5 et 10% des pertes agricoles mondiales (Sasser *et al.*, 1983). Durant les dernières décennies, la lutte contre ces nématodes a utilisé surtout les produits chimiques qui présentent l'inconvénient d'être toxiques, polluants et coûteux (Dalmasso et Missonnier, 1986; Zia *et al.*, 2001). Par conséquent, le recours à des produits d'origine biologique et des amendements organiques s'avère nécessaire pour préserver l'environnement (Oka, 2001; Abd-Elgawad et Mohamed, 2006; Zasada et Ferris, 2004; Riegel et Noe, 2000; Oka *et al.*, 2000a). Ces produits paraissent prometteurs pour contrôler les populations de *Meloidogyne* car ils ont montré une grande efficacité contre plusieurs nématodes phytoparasites; de plus ils ne sont pas coûteux et le matériel est abondant (Giannakou *et al.*, 2004; Amaral *et al.*, 2003; Ploeg et Stapleton, 2001; De Jin *et al.*, 2005; Ambrogioni *et al.*, 2006). Les plantes constituent une source naturelle de composés à activité nématocide tels qu'alcaloïdes, phénols, huiles essentielles (Oka, 2001) ainsi qu'alcools et esters (Nogueira *et al.*, 1996).

Cestrum parqui L'Herit (Solanaceae) est un arbuste ornemental dont les feuilles ont des propriétés bio-insecticides vraisemblablement liées à la présence de sa-

ponines dans la plante (Ammar *et al.*, 1995; Chaieb, 2001; Barbouche *et al.*, 2001). Le présent travail consiste à explorer *in vitro* l'effet toxique des saponines des feuilles de *C. parqui* sur les œufs et les larves de *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. et à tester en pots l'action de l'extrait sec sur le développement du nématode sur des plants de tomate.

MATERIELS ET METHODES

Préparation des extraits des feuilles de *C. parqui* et de *M. incognita*.

Les feuilles de *C. parqui* sont prélevées au jardin de l'INA de Tunis. L'extrait sec est obtenu par broyage des feuilles préalablement séchées à l'étuve à 43 °C pendant trois jours (Chaieb, 2001). L'extrait saponique brut (ESB) est extrait selon le protocole décrit par Barbouche *et al.* (2001).

Les masses d'œufs de *Meloidogyne* sont prélevées sous stéréomicroscope à partir des racines des plants de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (cv. Rio Grande) infestées par *M. incognita* dont l'identité spécifique a été vérifiée par les profils estérasiqes (Fargette, 1987). Les juvéniles sont récupérées après 48 h d'éclosion dans des éclosiers contenant de l'eau distillée, en étuve à 27 °C.

Etudes *in vitro*

Effet de l'ESB sur les œufs. De l'ESB est dilué dans de l'eau distillée pour obtenir les doses de 0,2%, 0,4% et 0,8%. Sept répétitions de 4 ml de chaque dose sont pré-

¹ Corresponding author e-mail: bhlaoua@yahoo.fr

parées dans des boîtes de Pétri de 5 cm de diamètre. Sept boîtes contenant 4 ml d'eau distillée sont utilisées comme témoin.

Dix masses d'œufs (environ 350 œufs/masse), sont placées dans les boîtes de Pétri pour chaque dose d'ESB. Le nombre total des juvéniles écloses est dénombré sous stéréomicroscope après 24 et 48 h. Les pourcentages d'éclosion et de mortalité des juvéniles sont déterminés pour chaque traitement. Les doses létales (DL_{50} et DL_{90}) pour respectivement 50% et 90% de juvéniles tuées sont déterminées pour les deux durées d'incubation. Le bleu de Meldola (1‰), colorant spécifique des tissus morts est utilisé pour vérifier la viabilité des œufs: ceux-ci sont morts quand ils prennent la coloration (Jourand *et al.*, 2004).

Effet de l'ESB sur les larves. Il est étudié sur les juvéniles (J2) écloses âgées de 48 h avec des concentrations initiales de 0,4%, 0,8% et 1,6%, à raison de sept répétitions de 2 ml pour chaque dose en boîtes de Pétri de 5 cm de diamètre. Sept boîtes contenant 2 ml d'eau distillée sont utilisées comme témoin. Deux ml de 150 larves en suspension dans de l'eau sont ajoutés dans chacune des boîtes des différents traitements pour obtenir les doses finales de 0,2%, 0,4% et 0,8% d'ESB.

Après 24 et 48 h de séjour dans les différentes doses d'ESB, les juvéniles supposées mortes (immobiles avec un habitus courbé) sont dénombrées et les pourcentages de mortalité calculés pour chaque dose. Les DL_{50} et DL_{90} sont déterminées pour les deux durées d'incubation.

Etude *in vivo*

Des pots d'un litre sont remplis par 900 g de terre végétale désinfectée à 120 °C pendant une heure. Des plants de tomate (cv. Rio Grande) âgés de quatre semaines sont repiqués dans ces pots. Les plants sont infestés par 1000 œufs de *M. incognita* déposés au niveau des racines. Quatre traitements sont expérimentés en blocs aléatoires avec sept répétitions.

Le premier traitement est le témoin avec des plants irrigués uniquement par de l'eau distillée. Dans le deuxième et le troisième traitement, chaque plant est irrigué en alternance, un jour sur deux, par 10 ml des deux doses (0,4% et 0,8%) d'ESB. Dans le quatrième traitement, le sol est mélangé avec 2% de poudre de l'extrait sec des feuilles de *C. parqui*. Les pots sont placés dans un compartiment de serre à la température de 27-28 °C et une photopériode de 16 h. Les plants sont alimentés par une solution nutritive standard (7 mg N, 12 mg P, 40 mg K, 2 mg Mg; 4,3 mg S; 0,011 mg B; 0,019 mg Cu; 0,05 mg Fe; 0,05 mg Mn; 0,019 Zn; 0,001 mg Mo pour 100 ml d'eau) à raison de 100 ml/plant/semaine pendant douze semaines (Razi et Hasni, 1993).

À l'arrachage, le poids, la longueur végétative et racinaire des plants sont mesurés. L'indice de galles est déterminé selon Barker (1978). L'extraction des nématodes à partir des racines est effectuée selon la tech-

nique de double centrifugation (De Grisse, 1969). La population finale de *M. incognita* par plant est évaluée après comptage de tous les stades des nématodes sous stéréomicroscope. Le taux de multiplication de *Meloidogyne* (Pf/Pi) est déterminé pour les différents traitements par le rapport de la population finale sur la population initiale qui est la dose d'inoculum.

Analyses statistiques. L'égalité des variances des données est vérifiée par le test de Bartlett. Ces données sont ensuite soumises à l'analyse de variance (ANOVA) par le logiciel SPSS 10.0. Les moyennes sont comparées à l'aide du test Duncan, au seuil de 5%.

RESULTATS

Etudes *in vitro*

Effet de l'ESB sur les œufs de M. incognita. Après 24 et 48 heures d'incubation à 27 °C, et quelle que soit la dose du traitement, l'ESB a réduit l'éclosion de *M. incognita*. Cette réduction est significative par rapport aux pourcentages d'éclosion observés chez les témoins ($P < 0,05$). La comparaison de l'effectif des juvéniles écloses entre les différentes doses d'ESB utilisées n'a pas montré de différence après 24 h de traitement. Mais après 48 h, un écart significatif d'éclosion des juvéniles est observé entre les doses 0,2% et 0,8% (Fig. 1).

L'examen après coloration au bleu de Meldola a montré un nombre significativement important d'œufs supposés morts dans les masses traitées à l'ESB (Fig. 2A, B et Fig. 3). Ces œufs sont de couleur sombre et ont une structure interne désorganisée. A l'inverse, les œufs des masses non traitées présentent des juvéniles intacts dont on discerne la structure interne (Fig. 2C).

Effet de l'ESB sur les juvéniles. Les différentes doses d'ESB occasionnent une augmentation significative de

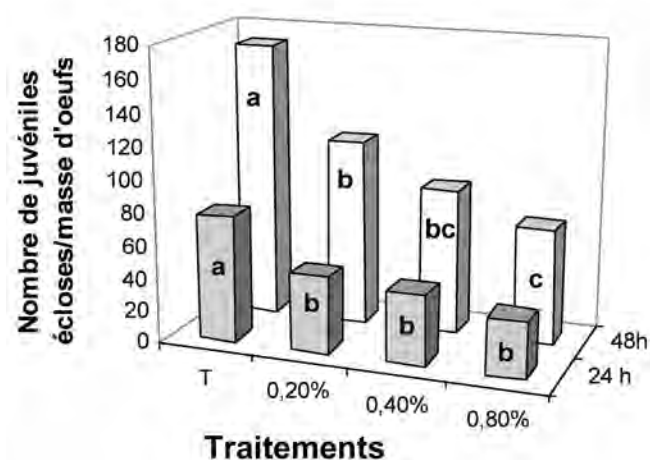


Fig. 1. Variation du taux d'éclosion des juvéniles de *Meloidogyne incognita* après 24 h et 48 h de traitement à différentes doses d'ESB (T = témoin non traité). Les valeurs affectées par la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$.

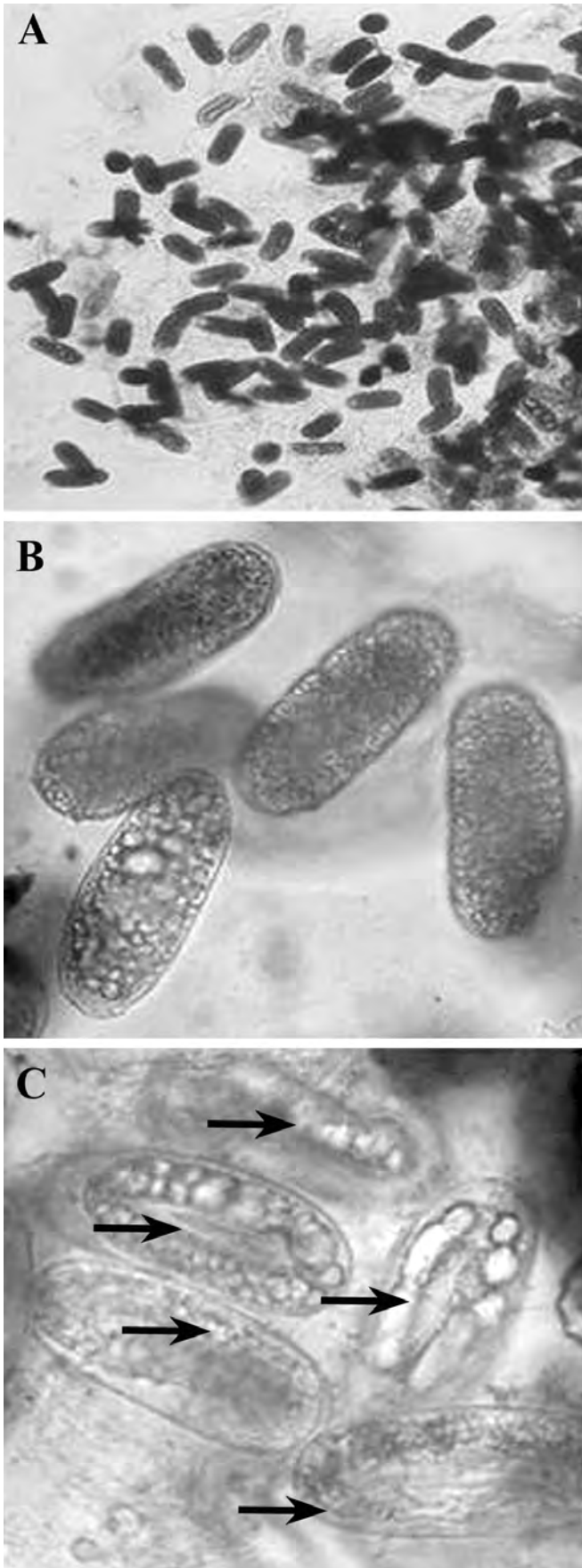


Fig. 2. Aspect des œufs de *Meloidogyne incognita* traités ou non par l'ESB après 48 h et à la dose de 0.8%. A: à partir de masse d'œufs traitées (×100). B: œufs supposés morts (×400). C: œufs de masses non traitées (×400).

la mortalité des juvéniles à partir des masses d'œufs mises en éclosion, après 48 h de traitement. L'augmentation de la mortalité est la plus importante avec les doses de 0.4 et 0.8% (Fig. 4).

Les traitements à l'ESB sur les juvéniles préalablement écloses de 48 h d'âge ne provoquent une augmentation significative de la mortalité qu'aux doses de 0,4 et 0,8% aussi bien après 24 h que 48 h de traitement (Fig. 5). La mortalité des juvéniles à ces doses atteint des pourcentages dépassant 90%.

Les doses létales d'ESB (DL_{50} et DL_{90} après 24 et 48h) pour les juvéniles sont calculées en fonction des pourcentages de mortalité des juvéniles et des doses testées et sont fournies dans le Tableau I. Les doses nécessaires pour tuer 50 et 90% des juvéniles âgées de 48 h sont nettement moins importantes que celles nécessaires pour tuer les juvéniles provenant des masses d'œufs. La

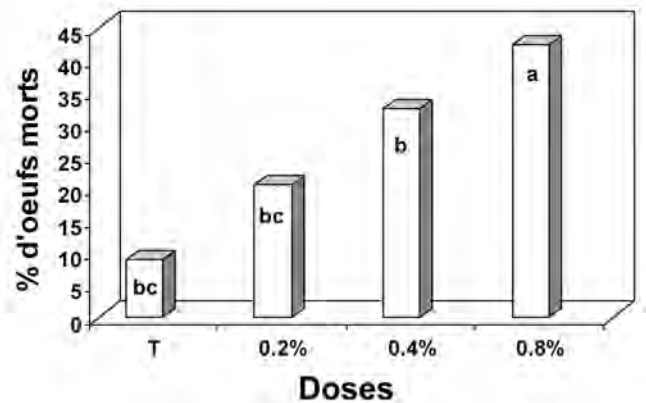


Fig. 3. Effet des différentes doses d'ESB sur la mortalité des œufs dans les masses d'œufs de *Meloidogyne incognita* après 48 h d'incubation (T = témoin non traité). Les valeurs affectées par la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$.

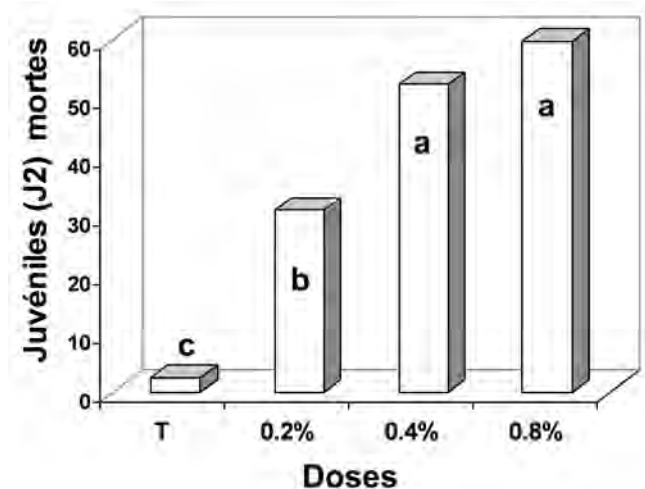


Fig. 4. Effet des différentes doses d'ESB sur la mortalité des juvéniles (J2) de *Meloidogyne incognita* après 48 h d'incubation des œufs (T = témoin non traité). Les valeurs affectées par la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$.

DL90 pour les juvéniles écloses pendant le traitement est supérieure à 0,8% d'ESB, ce qui explique que le pourcentage de mortalité résultant de cette dose n'a pas dépassé 60% (Fig. 4).

Etude *in vivo*

L'apport d'ESB sous forme liquide aux doses de 0,4 et 0,8% n'a pas augmenté significativement la croissance des plants de tomate tant au niveau des tiges que des racines. L'extrait sec des feuilles sous forme de poudre à la dose de 2% occasionne par contre une augmentation significative de la croissance végétative et racinaire des plantes de tomate.

L'examen comparatif des racines de plantes témoins non traitées ou traitées avec les doses de 0,4% et 0,8% d'ESB a mis en évidence différents indices de galles variant de 0 à 5 avec un indice de galles moyen plus faible que les témoins. Cependant, seul le traitement avec l'extrait sec à 2% occasionne une réduction significative de cet indice de galles (Tableau II).

Ce résultat est confirmé par l'évaluation de la population finale de *M. incognita* dans les racines des plantes à la fin de l'essai. La multiplication du nématode qui a été relativement faible, avec un taux maximum de 0,7, n'a été affectée que par le traitement en poudre à la dose de 2% (Fig. 6).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre étude *in vitro* a montré que les saponines contenues dans l'extrait de feuilles de *C. parqui* ont une activité ovicide et larvicide sur *M. incognita*. Elle confirme des résultats antérieurs avec les huiles essentielles de 25 espèces de plantes aromatiques causant l'inhibition

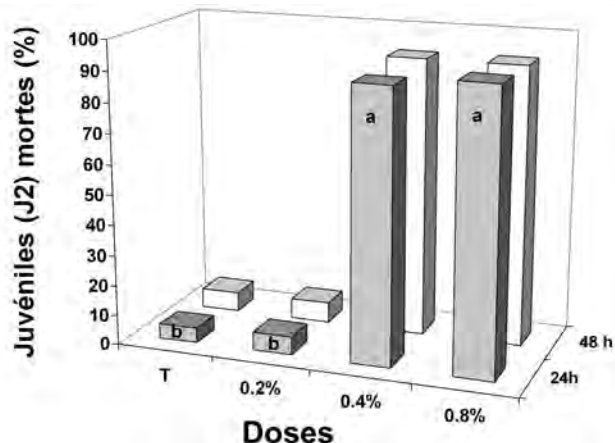


Fig. 5. Effet des différentes doses d'ESB sur la mortalité des juvéniles (J2) âgées de 48 h de *Meloidogyne incognita* après 24 h et 48 h d'immersion dans les différentes doses d'ESB (T = témoin non traité). Les valeurs affectées par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes à P < 0,05.

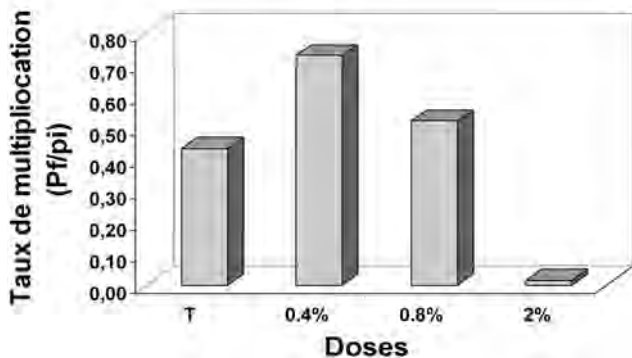


Fig. 6. Multiplication de *Meloidogyne incognita* sur plants de tomate traités par l'ESB (concentrations 0.4 et 0.8%) et par 2% d'extrait sec des feuilles de *Cestrum parqui* (T = témoin non traité).

Tableau I. Doses DL₅₀ et DL₉₀ d'ESB responsables de la mortalité de 50% et de 90% de juvéniles (J2) de *Meloidogyne incognita* après 24 et 48 h d'immersion. (* : Coefficients significatifs de la régression linéaire à P ≤ 0,05).

Juvéniles Écloses	Mortalité après 24 h			Mortalité après 48 h		
	DL ₅₀	DL ₉₀	r ²	DL ₅₀	DL ₉₀	r ²
A partir des masses d'oeufs	0.51%	0.99%	0.85*	0.58%	1.13%	0.83*
Agées de 48 h	0.36%	0.69%	0.72*	0.36%	0.68%	0.73*

Tableau II. Paramètres de croissance des plantes de tomate et indices de galles de *Meloidogyne incognita* selon les doses de traitements par l'ESB et l'extrait sec des feuilles de *C. parqui*. (Les valeurs affectées par la même lettre ne sont pas significativement différentes à P < 0,05).

Traitement	Tiges		Racines		
	Longueur (cm)	Poids (g)	Longueur (cm)	Poids (g)	Indice de galles
Témoin	22,3 b	7,6 b	15,2 c	1,4 b	2,3 a
0,4% (liquide)	25,8 b	7,1b	16,1 bc	1,5b	1,5 ab
0,8% (liquide)	27,1 b	7,1b	21,8 b	1,6 b	0,8 ab
2% (extrait sec)	36,3 a	12,2 a	36,3 a	3,1 a	0,3 b

de l'éclosion et l'immobilisation de 80% des juvéniles écloses *in vitro* de *M. javanica* (Treub) Chitw. à la concentration de 1 ml/l (Oka et al., 2000b). Les travaux de Zia et al. (2001) ont montré les mêmes effets sur les juvéniles de *M. javanica* traitées par l'extrait méthanolique de *Trigonella foenum-graecum* L. à la concentration de 10 mg/ml. Dans le même contexte, la flavipine extraite de *Chaetomium globosum* Kunze et présente chez plusieurs espèces d'*Aspergillus* réduit aussi fortement l'éclosion *in vitro* des juvéniles de *M. javanica* et diminue la mobilité des juvéniles à une concentration ne dépassant pas 120 µg/ml (Nitao et al., 2002).

Comme plusieurs jus de composts étudiés par Kerkeni et al. (2007), l'ESB a inhibé l'éclosion et a provoqué la mortalité d'un grand nombre des œufs. L'inhibition de l'éclosion et la mortalité des juvéniles *in vitro* augmentent avec la dose et la durée d'exposition à l'extrait saponique du *C. parqui*. Chandravadana et al. (1994) ont montré que la serpentine, principale composante des alcaloïdes des racines de la plante médicinale *Catharantus roseus* G. Don. (Apocyanaceae) cause des mortalités respectives de 10, 25, 40 et 100% des juvéniles de *M. incognita* après 48 h d'exposition aux concentrations respectives de 0,2%, 0,35%, 0,5% et 1%. Même les faibles concentrations de serpentine présentent un effet nématocide significatif à l'encontre des juvéniles de *M. incognita* soumises en cas d'exposition prolongée. Pour Haseeb et Butool (1996), les taux d'éclosion et de mortalité des juvéniles de ce nématode sont fortement influencés par la dose et la durée d'exposition aux extraits de sept plantes de la famille des solanacées.

Les apports d'ESB en solution liquide (concentrations 0,4% et 0,8%) ont eu un effet nématocide réel sur les œufs et les juvéniles écloses sans cependant empêcher la production des masses d'œufs et en conséquence la multiplication de *M. incognita*. Par contre, l'apport d'extrait sec à la dose de 2% a fortement affecté la multiplication du nématode que l'on a constatée par un nombre réduit de galles sur les racines de tomate. Vis-à-vis de *M. javanica*, Oka et al. (2001) ont observé également l'activité nématocide des extraits aqueux des feuilles d'*Inula viscosa* (L.) Aiton et celle d'extrait sec à la concentration de 0,1% (w/w). McLeod et Steel (1999) ont fait la même constatation avec des broyats des feuilles de 15 plantes de la famille des Brassicaceae à différentes concentrations et ont montré une réduction significative du taux de multiplication de *M. javanica*. Contre ce nématode, Zasada et Ferris (2004) ont trouvé les mêmes résultats par l'amendement du sol avec le broyat de *Brassica hirta* Moench et *B. juncea* (L.) Czerniak.

L'application d'extrait sec des feuilles en pots a diminué la population de *Meloidogyne*; elle a réduit l'indice de galles et a amélioré la croissance des plants de tomate. Ces résultats confirment les travaux de Kokalis-Burle et al. (1999) qui ont montré que la combinaison de chitine et de benzaldehyde diminue le degré d'infestation du sol par les *Meloidogyne* et améliore le développement des plants de tomate. De même Kerkeni et al.

(2007) ainsi que Riegel et Noe (2000) ont noté une corrélation positive entre la suppression de *M. incognita* induite respectivement par les jus des composts et le fumier des volailles d'une part et l'amélioration des paramètres de croissance des plants de tomate et de coton d'autre part.

Il ne faut pas aussi négliger une éventuelle phytotoxicité de l'extrait sec vis à vis des plantes nouvellement repiquées comme l'ont observée Oka et al. (2001) pour celui des feuilles d'*Inula viscosa* sur concombre qui s'est traduite par une masse végétative plus faible et des racines plus courtes.

Cette étude a montré les potentialités nématocides de *C. parqui* dont on connaissait déjà les propriétés insecticides (Barbouche et al., 2001). *Cestrum parqui* agit par un effet double en conditions expérimentales *in vitro*: inhibiteur de l'éclosion et létal pour les juvéniles écloses de *M. incognita*. L'inhibition de l'éclosion et la mortalité des juvéniles sont proportionnelles aux concentrations et durées d'exposition à l'ESB. Les meilleurs résultats sont obtenus à une concentration de 0,8% sous forme liquide. Seul l'extrait sec à une concentration de 2% limite le taux de multiplication de *M. incognita* sur les plants de tomate.

LITERATURE CITÉE

- Abd-Elgawad M.M.M. et Mohamed M.M.M., 2006. Efficacy of selected bio-control agents on *Meloidogyne incognita* on eggplant. *Nematologia Mediterranea*, 34: 105-109.
- Amaral D.R., Rocha Olivera F.E. da, Oliveira D.F. et Campos V.P., 2003. Purification of two substances from bulbs of onion (*Allium cepa* L.) with nematocidal activity against *Meloidogyne exigua* Goeldi. *Nematology*, 5: 859-864.
- Ambrogioni L., Capella A., D'Errico F.P. et Guarnone A., 2006. Un approccio integrato su colture orticole; controllo dei nematodi in fertirrigazione. *Informatore Agrario*, 62 (21): 27-34.
- Ammar M., Barbouche N. et Ben hammouda M.H., 1995. Action des extraits décomposés des feuilles de *Cestrum parqui* et de *Olea europea* sur la longévité et la croissance du criquet *Schistocerca gregaria*. *Medelingen van De Faculteit Landbouw Wetenschappen Universiteit Gent 60/3a*: 831-835.
- Barbouche N., Hajjam B., Lognay G. et Ammar M., 2001. Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extrait de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 5: 85-90.
- Barker K.R., 1978. Determining nematode population responses to control agents. Pp. 114-125. In: *Methods for Evaluating Plant Fungicides and nematocides* (Zehr E.I., ed.). *American Phytopathological Society*, St. Paul, Minnesota, USA.
- Chaieb I., 2001. Etude du potentiel bio insecticide du *Cestrum parqui* l'Hérit (Solanaceae) sur quelques lépidoptères nuisibles aux cultures. *Mémoire de D. E. A. ESHE Chott Meriem*, Tunisie, 60 pp.
- Chandravadana M.V., Nidiry E.S.J., Kan R.S. et Rao M., 1994. Nematocidal activity of Serpentine against *Meloido-*

- gyne incognita*. *Fundamental and Applied Nematology*, 17: 185-192.
- Dalmasso A. et Missonnier J., 1986. La lutte intégrée contre les nématodes des cultures: intérêt des variétés résistantes. *Phytoma-Défense des Cultures*, 402: 13-16.
- De Grisse A.T., 1969. Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasites. *Medelingen Rijkskulten Landbouw Wetenschappen Gent*, 34: 351-366.
- De Jin R., Suh J.W., Park R.D. Kim Y.W., Krishnan H.B. et Kim K.Y., 2005. Effect of chitin compost and broth on biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Nematology*, 7: 125-132.
- Fargette M., 1987. Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne* 2. Esterase phenotypes observed in West African populations and their characterisation. *Revue de Nématologie*, 10: 45-56.
- Giannakou I.O, Karpouzas D.G.. et Prophetou-Anthanasidou D., 2004. A novel non-chemical nematicide for the control of root-knot nematode. *Applied Soil Ecology*, 26: 69-79.
- Haseeb A. et Butool F., 1996. Evaluation of nematicidal properties of some members of the family Solanaceae. *Biore-source Technology*, 57: 95-97.
- Jourand P., Rapior S., Fargette M. et Mateille T., 2004. Nematostatic effects of a leaf extract from *Crotalaria virgulata* subsp. *grantiana* on *Meloidogyne incognita* and its use to protect tomato roots. *Nematology*, 6: 79-84.
- Kerkeni A., Horrigue-Raouani N. et Ben Khedher M., 2007. Effet suppressif de cinq extraits de compost vis-à-vis du nematode à galles *Meloidogyne incognita*. *Nematologia Mediterranea*, 35: 15-21.
- Kokalis-Burelle N., Rodriguez-Kabana R. et Klopper J.W., 1999. Organic amendments and natural chemicals as components of transplant mixes for control of root-knot nematode. *Phytopathology*, 89, 6 abstract supplement 41.
- McLeod R.W. et Steel C.C., 1999. Effect of brassica-leaf green manures and crops on activity and reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Nematology*, 1: 613-624.
- Nitao J.K., Mayer S.L.F., Oliver J.E., Schmidt W.F. et Chitwood D.J., 2002. Isolation of flavipin, a fungus compound antagonistic to plant-parasitic nematodes. *Nematology*, 4:55-63.
- Nogueira M.A., Oliveira J. et Ferraz S., 1996. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna aterrima*. *Phytochemistry*, 42: 997-998.
- Oka Y., 2001. Nematicidal activity of essential oil components against the root knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Nematology*, 3: 159-164.
- Oka Y., Koltai H., Bar-Eyal M., Mor M., Sharon E., Chet I. et Spiegel Y., 2000a. New strategies for the control of plant parasitic nematodes. *Pest Management Science*, 50: 983- 988.
- Oka Y., Nacar S., Pteivsky E., Yaniv Z. et Spiegel Y., 2000b. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root knot nematode. *Phytopathology*, 90: 10-15.
- Oka Y., Ben-Daniel B.H. et Cohen Y., 2001. Nematicidal activity of powder and extracts of *Inula viscoa*. *Nematology*, 3: 735-742.
- Ploeg A.T. et Stapleton J.J., 2001. Glasshouse studies on the effects of time, temperature and amendment of soil with broccoli plant residues on the infestation of melon plants by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Nematology*, 3: 855-861.
- Razi I. et Hasni H., 1993. Effect of fertilizer placements and irrigation frequencies on growth, mineral nutrition and yield of tomatoes grown in soilless culture. *Acta Hort (ISHS)*, 342: 349-356.
- Riegel C. et Noe J.P., 2000. Chicken litter soil amendment effects on soil microbes and *Meloidogyne incognita* on cotton. *Plant Diseases*, 84: 1275-1281.
- Sasser J., Eisenback J.D., Carter C.C. et Triantaphyllou A.A., 1983. The international *Meloidogyne* project - its goals and accomplishments. *Annual Revue of Phytopathology*, 21: 271-288
- Zasada I.A. et Ferris H., 2004. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1017-1024.
- Zia T., Siddiqui I.A. et Hasnain N., 2001. Nematicidal activity of *Trigonella foenum-graecum* L. *Phytotherapy Research*, 15: 538-540.