

COMPARAISON D'EFFICACITE CONTRE LE *Ditylenchus dipsaci*
(KUHN) FIL. DE 4 TRAITEMENTS NEMATICIDES INCORPORES
AUX ENROBAGES DE SEMENCES DE FEVEROLE (*Vicia faba* L.)

B.C. SCHIFFERS, J. FRASELLE & L. JAUMIN

Chaire de Phytopharmacie
Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat
5800 Gembloux (Belgique)

Résumé

*L'application par enrobage de graines de féverole de 4 traitements nématicides, le carbofuran, le carbosulfan, l'oxamyl + carbosulfan et le furathiocarb, à la même dose de 3 mg de matière active par graine, permet de comparer leur efficacité pour le contrôle de *Ditylenchus dipsaci* (KUHN) Fil.*

L'enrobage est conçu comme une formulation à libération lente des matières actives (controlled release), leur assurant une longue persistance d'efficacité tout en garantissant l'absence de résidus au niveau du produit récolté. L'incorporation aux enrobages permet en outre de supprimer les dégâts dus au pulvérisateur.

L'effet des 4 traitements est comparable au niveau des rendements (avec un gain moyen de 15,5%), mais diffère quant au nombre de nématodes présents dans les collets après récolte. Le carbofuran surtout, et le carbosulfan, semblent être les plus efficaces pour limiter le développement des populations de nématodes. La féverole étant une tête de rotation, l'assainissement se fera sentir pour toutes les cultures sensibles à ce parasite dans la rotation.

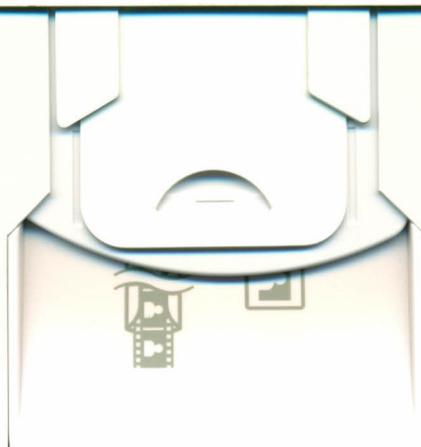
1. Introduction

Le *Ditylenchus dipsaci* (KUHN) Fil. (Nematoda:Tylenchida) est une espèce très polyphage. Il se multiplie abondamment dans les tissus de féverole (*Vicia faba* L.) et se conserve, après récolte, dans les pailles et les débris de plante enfouis dans le sol; ceci représente un danger potentiel pour toutes les cultures hôtes suivantes de la rotation (avoine, maïs, trèfle, et même betterave et pomme de terre) (CAUBEL, 1971; AIT IGHIL, 1983; BERNARD, 1951).

Il se transmet par les semences (HOOPER, 1971; YUKSEL, 1960) et la fumigation se révèle inefficace pour assainir les graines (POWELL, 1974).

Des essais réalisés en 1982 et 1983 ont démontré la possibilité de contrôler efficacement le développement du nématode des tiges dans la féverole en incorporant dans l'enrobage de chaque semence 3 mg de carbofuran ou de carbosulfan (SCHIFFERS et al., 1984). A cette dose, le carbofuran se révèle aussi très efficace en cas d'attaque de pucerons noirs (*Aphis fabae* SCOP.).

Il était intéressant de confirmer ces résultats et de comparer l'activité du carbofuran à celle du carbosulfan,



de l'oxamyl + carbosulfan et du furathiocarb.

2. Matériel et méthodes

2.1. Les graines de féverole

Les graines de féverole (cv. "EXELLE") sont triées et calibrées avant enrobage (avant semis pour le témoin). Leur diamètre moyen est compris entre 8.5 et 9.5 mm et leur poids de mille grains (P.M.G.) est de 481 g.

L'étude de la distribution des diamètres avant et après calibrage, au moyen de l'analyseur d'images (résultats non-publiés), démontre l'intérêt de cette opération pour homogénéiser le matériel à traiter par enrobage.

2.2. Réalisation et principe des enrobages

L'utilisation du rolling ou "enrobage en billes" des graines a été décrite précédemment (FRASELLE et SCHIFFERS, 1982). Elle permet d'entourer chaque graine d'une matrice solide dans laquelle sont incorporées les matières actives. La dose de matière active doit suffire pour une protection aussi longue que possible, sans laisser toutefois de résidus au niveau du produit récolté (ici, les graines). L'enrobage représente une charge de 30% du poids de la semence et correspond à la formule suivante:

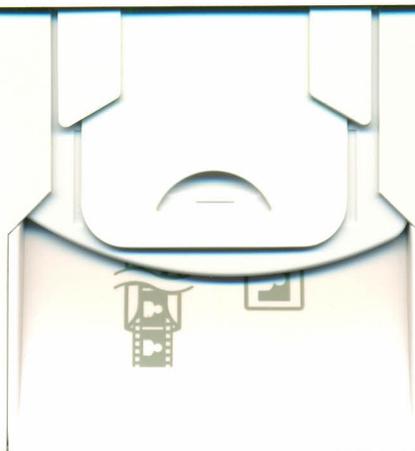
- montmorillonite (BENTONITE) 50%
- dioxyde de silice amorphe 30%
- vermiculite 10%
- collant (sous brevet) 10%

Un autre collant est pulvérisé au cours de l'opération d'enrobage. Cette formulation permet d'obtenir une libération lente et progressive des matières actives (controlled release formulation) (SCHIFFERS et al., 1984).

2.3. Dispositif expérimental et définition des objets

L'essai a été réalisé à la Station d'Amélioration des Plantes, à Gembloux. Il est construit en 4 blocs aléatoires complets de 5 objets. Les parcelles élémentaires sont de 60 lignes de 1.5 m, distantes entre elles de 0.25 m. Elles sont divisées en deux parties: trente lignes servent aux prélèvements de plantes aux fins d'analyse chimique et nématologique; les trente autres lignes restent intactes jusqu'à la récolte pour l'estimation du rendement. Les parcelles ont été ensemencées le 20 avril 1984. Un désherbage à base de 300 g de simazine/ha. en post-semis prélevée est effectué. Les 5 objets se définissent de la façon suivante:

- (T) : témoin dont les graines ne subissent aucun traitement (mais sont triées et calibrées),
- (CF) : dont les graines enrobées reçoivent chacune 3 mg de carbofuran,
- (CBS) : dont les graines enrobées reçoivent chacune 3 mg de carbosulfan,
- (OXA-CBS) : dont les graines enrobées reçoivent chacune 2 mg d'oxamyl + 2 mg de carbosulfan,
- (F) : dont les graines enrobées reçoivent chacune 3 mg de furathiocarb.



2.4. Technique d'extraction des nématodes

Décrite par COOLEN et d'HERDE (1972), et COOLEN (1984), elle est basée sur les différences de densité entre l'eau, les nématodes ($d = 1.086$) et une solution de $MgSO_4$ ($d = 1.18$).

Dix plantes de féverole sont prélevées de façon aléatoire dans chaque parcelle; deux fois cinq "collets" (de la base de la racine au premier entre-noeud) sont broyés, homogénéisés et extraits quantitativement. Le détail des opérations d'extraction a été précédemment publié (SCHIFFERS *et al.*, 1984).

2.5. Dosage des teneurs en carbofuran des tissus et détermination des résidus de carbofuran dans la farine de féverole.

2.5.1. Teneur des tissus

L'extraction du carbofuran présent dans les tissus de féverole et sa purification pour le dosage par chromatographie en phase gazeuse ont déjà été décrits par les auteurs (BAYOUMI *et al.*, 1983).

Le dosage se fait d'abord sur la plante entière et ensuite au niveau des "collets".

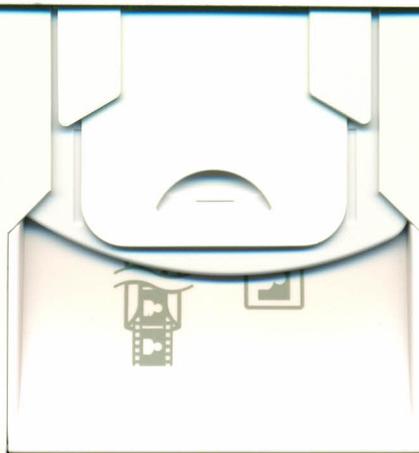
2.5.2. Résidus dans la farine de graines de féverole

50 g de farine sont extraits avec 200 ml d'acétone au Waring-Blendor pendant deux fois 60 secondes. L'échantillon est ensuite filtré sur Büchner; le bol du mixer et le filtre sont rincés avec deux fois 25 ml d'acétone chacun. Une seconde filtration sur G4 est nécessaire (il y a en moyenne dans la farine 3% de particules d'un diamètre inférieur à 40 μm). L'erien à vide est rincé avec deux fois 25 ml d'acétone et le filtre G4 avec trois fois 15 ml d'acétone. Après passage sur un gâteau de sulfate anhydre, le filtrat est concentré sous vide sur bain de vapeur avec un évaporateur rotatif. Le résidu gras obtenu est repris dans exactement 5 ml d'un mélange 9:1 (vol/vol), éther de pétrole: acétate d'éthyle.

4 ml de ce mélange sont transférés quantitativement sur une colonne de verre (20 cm x 25 mm) remplie avec 20 g d'oxyde d'alumine basique désactivée par 10% d'eau. La colonne est éluée avec une première fraction de 50 ml du mélange 9:1 qui est éliminée en raison des impuretés qu'elle contient. L'élution continue ensuite avec 350 ml de ce mélange. L'éluat concentré presque à sec est repris dans 5 ml d'acétate d'éthyle pour le dosage du carbofuran par chromatographie en phase gazeuse.

Le dosage est effectué sur un CARLO ERBA 4160 Fracto-vap équipé d'un détecteur thermoionique NPSD et d'une colonne capillaire (WCOT) de 15 mm x 0.34 mm, phase: CP-SIL 5 CB. Programmation des températures entre 70 et 200°C.

La courbe d'élution du carbofuran sur colonne d'alumine basique et un chromatogramme type du carbofuran (pour une concentration équivalente à 0.060 ppm (atténuation X4)) sont repris dans les figures 1 et 2.



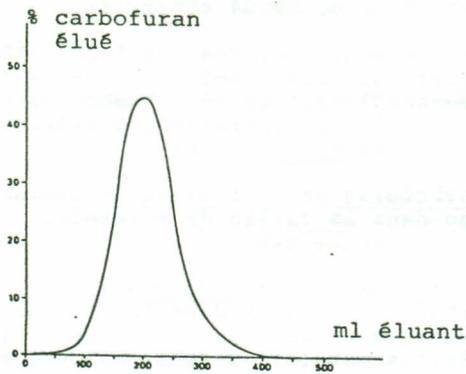


Fig.1- Courbe d'élution du carbofuran sur colonne d'alumine basique.



Fig.2- chromatogramme du carbofuran pour une concentration équivalente à 0.060 ppm (atténuation X4).

3. Résultats

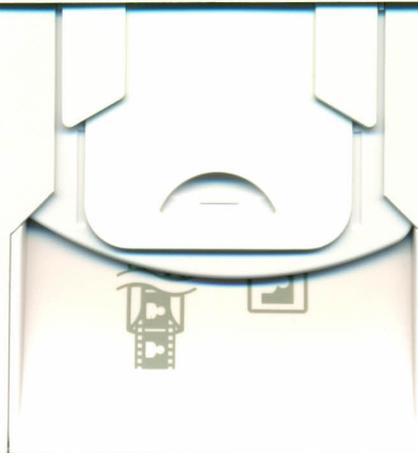
3.1. Evolution du nombre de *D. dipsaci* par g de tissu

Avec la moyenne des résultats d'extraction dans les 4 blocs, on peut dresser le tableau récapitulatif suivant:

TABLEAU 1
Nombre de *D.dipsaci* extraits
par g de tissu de féverole

Dates d'extraction	01.06	13.06	25.06	20.07	14.08	
Nbre de jours après le semis	33 J	45 J	57 J	82 J	107 J	% de contrôle
T	9.62	15.50	31.25	925.00	853.12	0%
CF	0.56	-	0.75	8.37	18.19	98%
CBS	1.37	-	1.50	28.75	87.12	90%
OXA-CBS	0.68	-	2.75	58.37	168.75	80%
FUR	4.06	-	5.00	141.12	412.50	52%

La photo 1 montre un collet de féverole infesté par *D. dipsaci*.



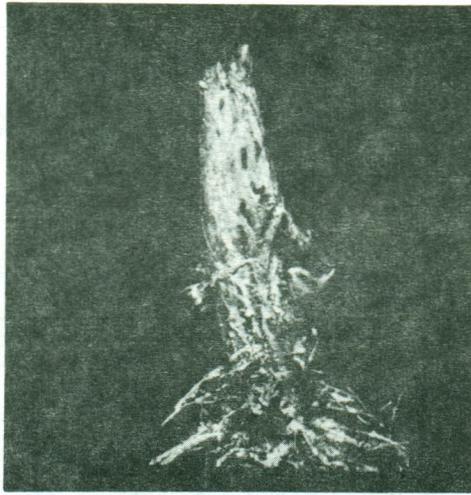


Photo 1.- Collet de féverole infesté par D. dipsaci. (Photo: J.C.L. Hardy).

Evolution du nombre de nématodes par g de féverole

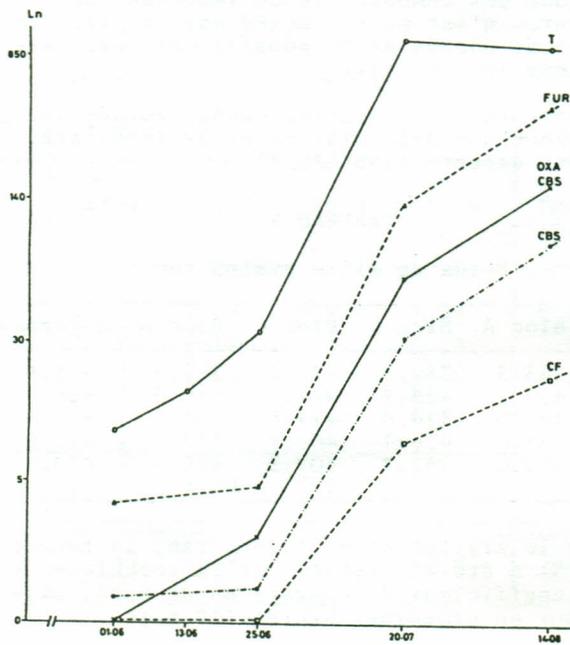


Fig.3- Ln du nombre de nématodes en fonction des dates d'extraction.

3.2. Analyse des rendements et de la qualité de la récolte

3.2.1. Rendements

La totalité de la demi-parcelle réservée à l'estimation des rendements (moins deux lignes de bordure) a été récoltée à part. Après séchage et nettoyage des graines, les poids suivants ont été enregistrés:

TABLEAU 2.

Rendements en g de graines par parcelle

Objets	Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D	Moyennes	%T
T	5 580	5 400	5 400	3 520	4 980	100
CF	5 900	6 080	6 020	5 140	5 785	116
CBS	6 250	4 510	6 100	5 360	5 555	111
OXA-CBS	6 440	5 800	5 780	6 260	6 070	121
FUR	6 040	5 260	6 300	5 140	5 685	114

L'analyse de la variance à 2 critères de classification ne montre pas de différences significatives entre les traitements au niveau des rendements.

3.2.2. Qualité de la récolte

L'étude des composantes du rendement montre que la fertilité des plantes n'est pas affectée par la présence du nématode: le nombre moyen de noeuds et de gousses par noeud est le même chez le témoin et chez les traités.

En perturbant le système conducteur de la féverole, *D. dipsaci* diminue son alimentation et le remplissage des graines: le P.M.G. en est affecté (TABLEAU 3).

TABLEAU 3.

Poids de mille grains (en g)

Objets	Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D	Moyennes	%T
T	383.3	382.7	429.8	387.9	395.9	100
CF	430.2	423.7	424.1	436.0	428.5	108
CBS	421.0	424.9	431.6	402.7	420.0	106
OXA-CBS	444.0	426.1	403.8	420.2	423.5	107
FUR	454.0	382.7	407.5	399.7	410.9	104

Pour le traitement au carbofuran, la teneur en azote des graines (%N) a été déterminée par la technique de Kjeldahl; affectée d'un coefficient de conversion de 6.25, elle est convertie en teneur en protéines brutes (%P.B.):

$$\% \text{ P.B.} = \% \text{ N} \times 6.25 \quad (\text{COMPERE, 1979})$$

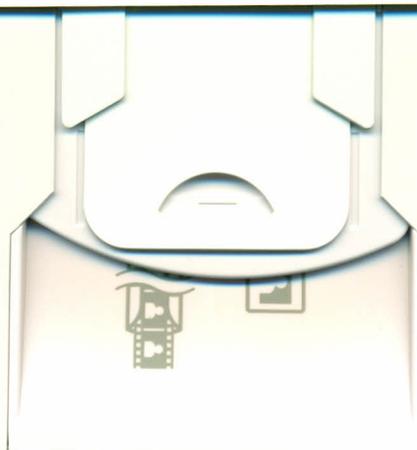


TABLEAU 4.

Teneurs en protéines brutes
des graines (en %)

Objets	Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D	Moyennes
T	26.75	26.69	26.69	26.50	26.66
CF	27.94	27.94	28.31	27.87	28.02

3.3. Teneurs en carbofuran des tissus et détermination des résidus au niveau des graines

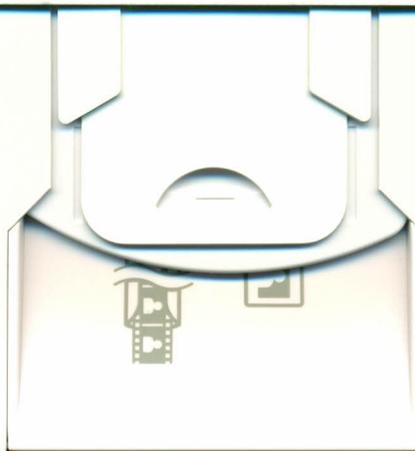
Les teneurs en carbofuran ont été déterminées d'abord sur la plante entière (le 15.06), ensuite sur les "collets" (les 09.07, 27.07 et 17.08), enfin dans la farine des graines.

TABLEAU 5.

Teneurs en carbofuran
(en ppm)

Dates d'extraction	15.06	09.07	27.07	17.08	
Nbre de jours après le semis	47 J	71 J	89 J	110 J	Résidus à la récolte
Bloc A	28.34	5.69	3.71	1.31	0.096
Bloc B	36.93	6.18	3.15	0.25	0.084
Bloc C	14.11	5.09	3.11	0.25	0.034
Bloc D	12.62	5.19	2.06	0.74	0.040
Moyennes	23.00	5.54	3.01	0.65	0.064
% m.s.	12.7	18.1	25.3	31.6	90.4

m.s. = matière sèche



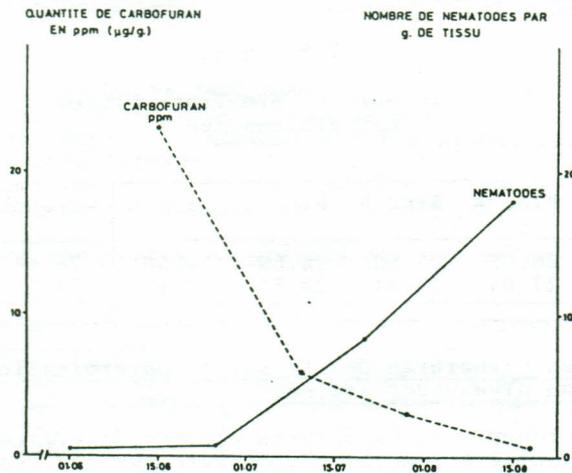


Fig. 4- Evolutions comparées des quantités de carbofuran et de nématodes présents dans les tissus.

4. Discussion des résultats

Au niveau du contrôle du développement de *D. dipsaci* dans les tissus de féverole, les résultats obtenus en 1984 (tableau 1) confirment ceux de 1982 et 1983, à savoir:

- 1° la possibilité de lutter contre ce déprédateur par l'incorporation de nématicides systémiques aux enrobages de semences
- 2° l'excellente efficacité du carbofuran, et, dans une mesure moindre, du carbosulfan.

Entre les deux dernières dates d'extraction, le nombre de nématodes dans les plantes est multiplié par approximativement 3 pour les traitements: les courbes sont parallèles dans la figure 3. Ceci semble indiquer que la limite de la persistance d'action est voisine de trois mois. A ce moment, le développement du nématode s'arrête naturellement à cause de la dessiccation des plants de féverole.

Le furathiocarb, à la dose de 3 mg par semence, n'a pas une persistance d'action suffisante pour empêcher le développement de *D. dipsaci*.

L'action à court terme de l'oxamyl (plus soluble dans l'eau que les autres matières actives) devait se combiner avec celle du carbosulfan plus persistant: on remarquera le peu d'effet sur le développement du nématode d'une action immédiate si la persistance d'efficacité n'est pas assurée; la dose de carbosulfan (2 mg par semence) est insuffisante à cet égard.

Les résidus de carbofuran trouvés au niveau des graines (0.064 ppm en moyenne) (Tableau 5) se situent bien au-dessous du seuil autorisé, pour d'autres cultures où ce produit est utilisé, fixé à 0.50 ppm (A.C.T.A., 1984).

L'effet d'un traitement nématicide se fait sentir au niveau des rendements avec un gain moyen pour l'ensemble des objets de 15.5% (Tableau 2), soit un supplément de 7 à 8 quintaux par hectare. Des augmentations de production de 6 à 12% avaient déjà été constatées en 1982 et 1983 (SCHIFFERS et al., 1984).

L'effet du traitement au carbofuran se fait également sentir au niveau de la qualité de la production: grains plus gros et augmentation de la teneur en protéines brutes de 5%.

5. Conclusions

L'incorporation de carbofuran aux enrobages de graines de féverole se révèle un moyen très efficace pour contrôler le développement du nématode des tiges, Ditylenchus dipsaci.

Une dose de 3 mg par semence est suffisante pour assurer une protection complète jusqu'à la récolte sans laisser de résidus à un niveau inacceptable dans les graines. Cette longue persistance d'action est obtenue par l'effet de controlled release de l'enrobage.

Outre l'effet direct pour la culture de la féverole (gain de production de environ 15% et amélioration de la qualité de la récolte), le traitement nématicide aura un effet indirect sur les autres cultures hôtes de la rotation par l'assainissement des sols.

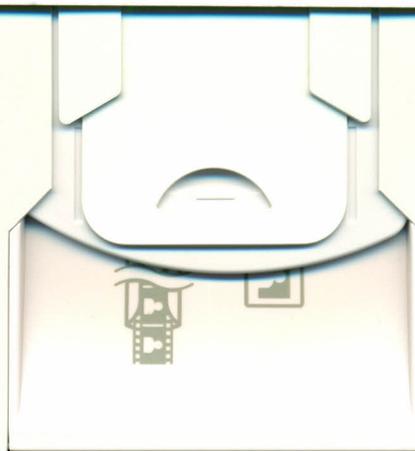
Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier M. NOULARD, Directeur, M. CLAMOT et le personnel de la Station d'Amélioration des Plantes de Gembloux pour leur appui technique. Un merci tout spécial à M. DERENNE pour son aide, ses conseils et la discussion de ce travail.

Ils remercient également MMmes GASIA et ROLAND ainsi que MM. BAYOUMI, DREZE, FLORKINS et GIGOT.

Bibliographie

- ACTA, 1984
Index phytosanitaire
Association de Coordination Technique Agricole, Paris, pp.575.
- AIT IGHIL M., 1983
Variabilité physiologique de deux races, normale et géante, de Ditylenchus dipsaci (KUHN) Fil. parasites de Vicia faba L.
Thèse de doctorat - Centre INRA de Rennes-le-Rheu
Université de Rennes.
- BAYOUMI O.C., SCHIFFERS B.C. et FRASELLE J., 1983
Chromatographic determination of carbofuran and 3-hydroxy carbofuran in plants, soil, water and artificial diets of Mysus persicae.
Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 48/4: 1007-1014.



- BERNARD J., 1952
Recherches sur les plantes hôtes de Ditylenchus dipsaci KUHN
provenant de betteraves fourragères.
Parasitica VIII: 28-39.
- CAUBEL G., 1971
Le Ditylenchus dipsaci en France
Les nématodes des cultures: 193-256
Publication de l'A.C.T.A., Paris, novembre 1971.
- COMPERE J., 1979
Notes de cours d'alimentation animale
Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat,
A.G. des Etudiants, Gembloux.
- COOLEN W. et D'HERDE C., 1972
A method for the quantitative extraction of nematodes from
plant tissues
Ministry of Agriculture. State Agricultural Research Centre,
Ghent, pp.77.
- COOLEN W., 1984
A quantitative method for extraction of nematodes from plant
tissues and soil.
E.P.P.O. Workshop-Münster 1984.
- FRASELLE J. et B. SCHIFFERS, 1982
L'enrobage des semences en tant que vecteur phytosanitaire
pour une protection à long terme
Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, Vol. 47/2: 665-673.
- HOOPER D.J., 1971
Stem eelworm (Ditylenchus dipsaci), a seed and soil-borne
pathogen of field beans (Vicia faba).
Pl. Path. 20: 25-27.
- POWELL D.F., 1974
Fumigation of field beans against Ditylenchus dipsaci.
Pl. Path. 23: 110-113.
- SCHIFFERS B.C., FRASELLE J., HUBRECHT F. et JAUMIN L., 1984
Efficacité contre le Ditylenchus dipsaci (KUHN) Fil. de
nématicides incorporés dans l'enrobage de graines de féverole
(Vicia faba L.).
Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 49/2b: 635-641.
- YUKSEL H.S., 1960
Observations on the life cycle of Ditylenchus dipsaci on onion
seedlings.
Nematologica 5 : 289-296.

Summary

*Comparison of efficiency of 4 nematicides incorporated in
pelleted seeds of field beans (Vicia faba L.) for the con-
trol of the stem nematode, Ditylenchus dipsaci (KUHN) Fil.*

*The incorporation of 4 nematicides in field beans pelleted seeds,
respectively carbofuran, carbosulfan, oxamyl + carbosulfan and furathiocarb
at the same rate of 3 mg a.i./seed, ensures the control of the stem nematode,
Ditylenchus dipsaci.*

