



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

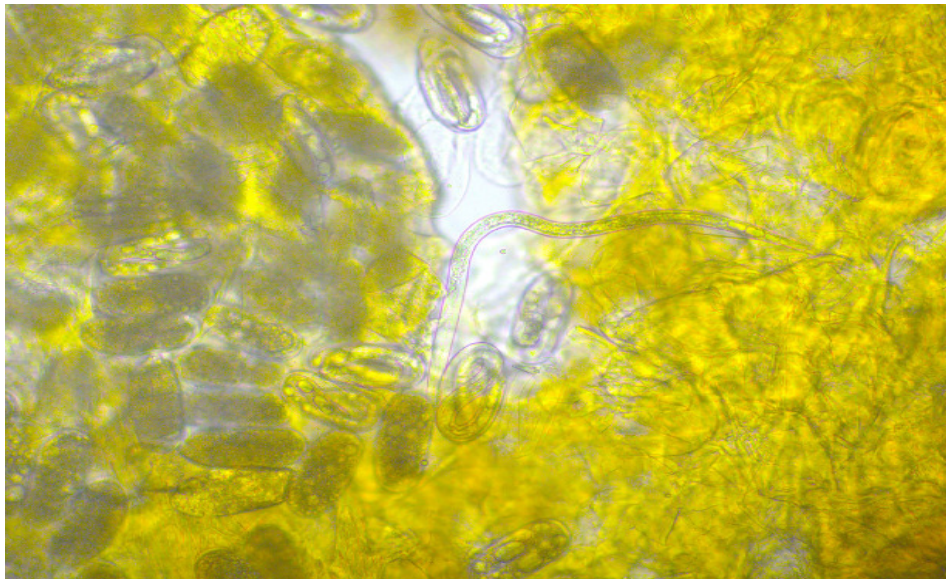
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ - ΑΜΑΛΙΑΔΑ

(πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ VACCIPLANT ΕΝΑΝΤΙΩΝ ΚΟΜΒΟΝΗΜΑΤΩΔΩΝ
(*Meloidogynesp.*)



ΧΑΝΔΟΛΙΑΣ ΧΡΙΣΤΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Φυτοπροστασίας και Φαρμακολογίας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας κατά τα έτη 2018-2019 υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Ειρήνη Καραναστάση.

Αρχικά, κρίνω σκόπιμο να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου για την ανάθεση και την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς και για την επιστημονική καθοδήγηση της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο φυτοπροστασίας και φαρμακολογίας του Τμήματος γεωπονίας της Αμαλιάδας. Σκοπός της είναι η μελέτη νηματοδοκτόνου χρήσης του φυτοπροστατευτικού προϊόντος Vacciplant με την δραστική ουσία Lamarin απέναντι σε νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* sp.

Οι νηματώδεις είναι λεπτοί σκουλικόμορφοι μικροοργανισμοί που προκαλούν μειώσεις υποβαθμίσεις έως και καταστροφή. Έτσι στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η χρήση του φυτοπροστατευτικού προϊόντος Vacciplant για καταπολέμηση απέναντι στους νηματώδεις *Meloidogyne* sp.

Για το εν λόγω πείραμα χρησιμοποιήθηκε ο κατάλληλος πληθυσμός νηματωδών σε φυτώρια ντομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *Belladonna*) καθώς και ομαδοποίηση τριών δόσεων και μετέπειτα αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Κατά την στατιστική επεξεργασία διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά υπήρξαν ενδείξεις για περεταίρω μελέτη.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	5
1.1 ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ.....	5
1.2 ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ	7
ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>MELOIDOGYNE</i>	19
Ιστολογία (Φυμάτια: Εξογκώματα)	27
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	27
ΠΡΟΛΗΨΗ	28
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ-ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ	28
Φυσικές μέθοδοι – Καλλιεργητικά μέτρα.....	28
Βιολογική Καταπολέμηση	32
Χημική Αντιμετώπιση	34
Η δραστική ουσία Lamiranin	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΡΑΡΤΟ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	40
ΥΛΙΚΑ.....	41
ΜΟΛΥΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ VACCIPLANT.....	41
ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	44

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Οι νηματώδεις κατατάσσονται στο Ζωικό Βασίλειο, Υποβασίλειο Metazoa Φύλον Nemata Cobb 1919 (Chitwood, Filipjev et al., 1959) και μετά τα Αρθρόποδα απαρτίζουν την πολυπλυθέστερη και πιο ευμετάβολη ομάδα από τα Μετάζωα.

Η λέξη Νηματώδης (Nematoda ή Nematelminthes) προκύπτει από την ελληνική λέξη «νήμα», περιγράφονται ως λεπτοί σκουληκόμορφοι δραστήριοι μικροοργανισμοί και εντοπίζονται σε γλυκά, θαλάσσια ή υφάλμυρα νερά, όπου υπάρχει οργανική ουσία, με ελεύθερη διαβίωση ή ως ζωικά ή φυτικά παράσιτα προξενώντας σοβαρές ασθένειες. Η διάδοση τους στη γη είναι ευρεία, αφού λόγω της εσωτερικής και εξωτερικής μορφολογίας που έχουν προσαρμόζονται και ζουν όπου μπορεί να υπάρξει ζωή (Hirschmann, 1960).



Εικόνα 1.1 Προνύμφη 2ου σταδίου νηματώδη *Meloidogyne*.

https://www.google.gr/search?q=%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CF%82&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-xfDekq7aAhUKyqYKHQo9Ba4Q_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=jbOZKhxqjxaG5M:

Η ύπαρξη των νηματωδών χρονολογείται τόσο παλιά όσο και η ανθρώπινη ιστορία, Το 4000 π.Χ., οι ζωοπαρασιτικοί νηματώδεις αναφέρονται σε Αιγυπτιακές γραφές σε αντίθεση με την ύπαρξη των φυτοπαρασιτικών νηματωδών η οποία μέχρι τον 17^ο αιώνα παραμένει άγνωστη. Η αιτία οφείλεται στο μικροσκοπικό τους μέγεθος (0,3-10mm) και της διαβίωσής τους, μέσα και έξω από τους φυτικούς ιστούς αλλά και μέσα στο έδαφος. Το 1743 ο TurbervillNeedham περιέγραψε τον νηματώδη του σίτου, αρχικά ονομαζόμενου *Vibriotritici* και γνωστό σήμερα ως *Anguinatritici*, πραγματοποιώντας την πρώτη επιστημονική αναφορά στους φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις. Η πρώτη αναφορά στην Ελλάδα γίνεται το 1935 όπου ο Κ. Ισαακίδης αναγνώρισε τον *Ditylenchusdispaci* σε γαρύφαλλο και τον *A. tritici* σε σιτάρι (Κύρου, 2004).

Ως φυτικά παράσιτα προσβάλουν γενικά όλες τις καλλιέργειες, διαβιούν στο έδαφος γύρω από τις ρίζες των φυτών και πολλές φορές αποτελούν σπουδαίο περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης και της παραγωγής των φυτών με ευρεία διάδοση σε όλο τον κόσμο (Dao, etal., 1970). Οι ζημιές που προκαλούν μπορούν μακροσκοπικά εύκολα να αποδοθούν σε άλλους παθογόνους και αίτια, καθώς είτε καταστρέφουν τμήμα καλλιέργειας είτε (σε συνδυασμό με άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς) την καταστρέφουν ολοκληρωτικά. Οι περισσότερες προσβολές με κριτήριο τον οικονομικό

συντελεστή προκαλούνται από τους νηματώδεις των ριζοκόμβων του γένους *Meloidogyne* (root-knotnematodes) ή νηματώδεις του εξοιδητικού των ριζών (Τριανταφύλλου, 1960) και στους κυστογόνους των γενών *Heterodera*-*Globodera* (cystnematodes).

Όμως θα πρέπει να αναφερθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό νηματωδών αποτελεί ωφέλιμους οργανισμούς αφού αποδεδειγμένα μόνο το 30-50% παρουσιάζει φυτοπαρασιτική δράση. Οι ωφέλιμοι αυτοί νηματώδεις τρέφονται με έντομα, βακτήρια, ακάρεα, μύκητες αλλά και φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις συμβάλλοντας έτσι στην ακμαιοτήτα τόσο του εδάφους όσο και των φυτών. Ακόμα είναι πολύ πιθανό μέσα στο έδαφος να βρεθούν σε μικρές συγκεντρώσεις και σε διάφορα βιολογικά στάδια νηματώδεις που παρασιτούν στους ανθρώπους και στα ζώα (Bunt, 1975).

1.2 ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Τα κυριότερα είδη φυτοπαρασιτικών νηματωδών εμπίπτουν στην στην τάξη Tylenchida με βασικότερες οικογένειες: Anguinidae (*Ditylenchus*, *Anguina*), Belonolaimidae (*Belonolaimus*, *Tylenchorhynchus*), Hoplolaimidae (*Hoplolaimus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*), Pratylenchidae (*Pratylenchus*, *Radopholus*), Heteroderidae (*Heterodera*, *Meloidogyne*, *Globodera*), Criconematidae (*Criconema*, *Criconemoides*, *Hemicycliophora*), Tylenchidae (*Tylenchus*).

Επίσης σημαντικά είδη ανήκουν στην Τάξη Aphelenchida, οικογένειες Aphelenchidae (*Aphelenchus*), Aphelenchoididae (*Aphelenchoides*), την Τάξη Dorylaimida: Longidoridae (*Longidorus*, *Longidoroides*, *Paralongidorus*, *Xiphinema*, *Xiphidorus*), και την Τάξη Triplonchida (*Trichodorus*, *Paratrichodorus*).

Η ονομασία “Secernentea” προέκυψε απο την αλλαγή της ονομασίας “Phasmidia” που είχε χρησιμοποιηθεί προγενέστερα για τον προσδιορισμό ομάδας ορθοπτέρων (Linstow, 1905; Dougherty, 1958).

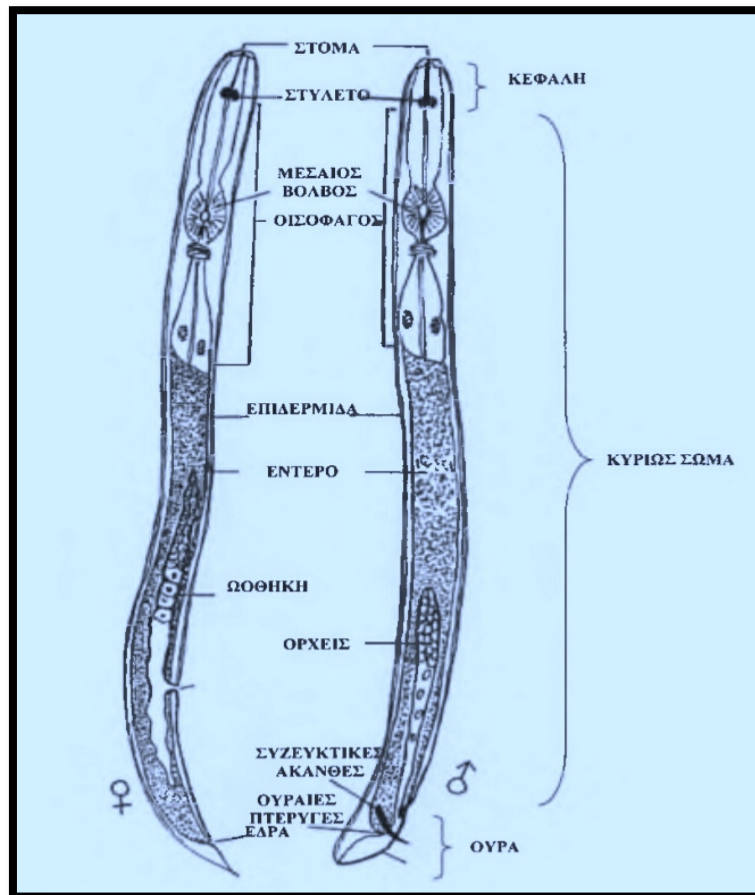
Η συστημακή ταξινόμηση των νηματωδών βασίζεται κυρίως στα μορφολογικά χαρακτηριστικά που φέρουν τα θυληκά άτομα και ακολούθως στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αρσενικών, των νυμφών αλλά και των ωών.

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις, κατά κανόνα διαθέτουν ένα λεπτό, διαφανές σκωληκόμορφο σώμα το οποίο περιβάλλει και προστατεύει η ανθεκτική επιδερμίδα τους. Το μήκος τους κυμαίνεται από 0.5 έως 2mm. Αρκετά είδη δεν είναι ορατά δια γυμνού οφθαλμού με εξαίρεση τα ακμαία θυληκά άτομα *Meloidogyne*, *Globodera* και *Heterodera*. Ανά κυβικό εκατοστό καλλιεργούμενου εδάφους μπορεί να καταμετρηθούν από 5 έως και 100 νηματώδεις. Επίσης σε μερικά είδη ενώ οι αρσενικοί διατηρούν το σκωληκόμορφο σχήμα τους σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης τους, οι θηλυκοί καθώς αναπτύσσονται διογκώνονται και παίρνουν διάφορα σχήματα (σφαιροειδές, λεμονοειδές, νεφροειδές και απιοειδές, Κύρου 2004).

Επιπλέον οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις δεν διαθέτουν εξωτερικές προσαρτήσεις, σκελετό, τρίχες ή άκρα καθώς και αναπνευστικό σύστημα, αυτιά και οφθαλμούς. Η λειτουργία των αισθήσεων βασίζεται σε νευρικές απολήξεις, οι οποίες έχουν μορφή αισθητήριων θηλών και βρίσκονται στο εμπρόσθιο και οπίσθιο τμήμα του σώματός τους. Το επιδερμίδιο, η υποδερμίδα και το μυϊκό στρώμα καλύπτει το υπόλοιπο σώμα.

Για λόγους μελέτης πραγματοποιείται νοητή διάκριση σε τρία υποτομήματα: την κεφαλή, το κυρίως σώμα και την ουρά. Στο πρώτο υποτομήμα περιλαμβάνονται το στοματικό άνοιγμα (έξι χείλη-χειλικοί λοβοί) και η στοματική κοιλότητα όπου περιέχεται το στιλέτο. Το κυρίως σώμα αποτελεί το τμήμα μεταξύ κεφαλής και ουράς. Στα αρσενικά άτομα η ουρά ονομάζεται και αμάρα ενώ στα θυληκά ως αμάρα.

Η παλινδρομική και ταχεία κίνηση του στιλέτου επιτυγχάνει την διάτρηση κυτταρικών τοιχωμάτων και την απορρόφηση των συστατικών τους και πραγματοποιείται με την βοήθεια εξειδικευμένων μυών.



Εικόνα 12 Ενδεικτικό διάγραμμα της μορφολογίας του σώματος ενός φυτοπαρασιτικού νηματώδη. (Πηγή: <https://www.apsnet.org>)

ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το πεπτικό σύστημα των φυτοπαρασιτικών νηματωδών αποτελείται από το στοματικό άνοιγμα, τους χειλικούς λοβούς, τη στοματική κοιλότητα, τον μυώδη οισοφάγο, την καρδιά, τον εντερικό σωλήνα και τον βραχύ ορθό που ανοίγεται στην κοιλιακή επιφάνεια (θυληκά έδρα, αρσενικά αμάρα). Το πεπτικό τους σύστημα είναι πλήρες και περιγράφεται και σαν ένας εσωτερικός σωλήνας μεταξύ στόματος και έδρας.

Ο οισοφάγος, ο οποίος έχει σημαντικό ρόλο για την ταξινόμησή τους, αποτελεί χαρακτηριστικό όργανο. Το γενικότερο σχήμα και διάπλασή του παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις ανάλογα το είδος των νηματωδών. Διαθέτει ένα ή και περισσότερα μυώδη εξογκώματα, τους βολβούς, μετά η άνευ μυζητικής βαλβίδας. Ο βολβός ο οποίος διαθέτει βαλβίδα αποτελεί οισοφαγική κατασκευή η οποία επιτυγχάνει την απομύζηση ή την απορρόφηση τροφών. Όταν ο βολβός εντοπίζεται στο μέσο του οισοφάγου ονομάζεται «μεσαίος» ενώ

όταν εντοπίζεται στο τέλος αυτού οπίσθιος, καρδιάς, βασικός ή τελικός. Ο οισοφάγος είναι εφοδιασμένος με ένα νευρικό σύστημα υπεύθυνο για την συγχρονισμένη ρύθμιση των μυϊκών οισοφαγικών ινών και της δραστηριότητας των οισοφαγικών αδένων (Chitwood and Chitwood, 1950; Hirschmann, 1971). Σε εγκάρσια τομή το κεντρικό κοίλωμα του οισοφαγικού αγωγού διαιρείται σε τρία συμμετρικώς διατεταγμένα τμήματα (3σκελής-3ακτινωτός) τα οποία διακρίνονται σε ένα νωτιαίο και σε δύο πλαγιοκοιλιακά. Τα τμήματα του οισοφάγου διακρίνονται σε:

- 1. Το σώμα:** Απαρτίζεται από από το κυλινδρικό εμπρόσθιο τμήμα πρόσωμα και ακολούθως από το διογκωμένο τμήμα το μετασώμα (μεσαίος βολβός).
- 2. Ο ισθμός:** Το πολύ βραχύ και στενό κυλινδρικό τμήμα που ενώνει το μετασώμα με τον οπίσθιο ή τελικό βολβό

Οι περισσότεροι νηματώδεις διαθέτουν τρεις οισοφαγικούς αδένες, που βρίσκονται δια μέσου των τοιχωμάτων του οισοφάγου, ένας νωτιαίος και δύο πλαγιοκοιλιακοί, μπορεί όμως να είναι 5 ή και περισσότεροι. Οι οισοφαγικοί αδένες μέσω των εκκρίσεών τους χρησιμεύουν στην πέψη της τροφής.

Οι οισοφάγοι κατατάσσονται σε τρεις γενικούς κύριους τύπους: κυλινδρικός (π.χ. *Mononchus*), διμερής κυλινδρικός ή δορυλαιμοειδής (π.χ. *Longidorus*) και τριμερής κυλινδρικός ή τυλεγχοειδής (π.χ. *Tylenchorhynchus*) (Hirschmann, 1971).

Τον οισοφάγο ακολουθεί ένας απλός, μακρύς σωλήνας, ευθύς, δίχως μύες που αποτελείται από ένα στρώμα επιθηλιακών κυττάρων, που ονομάζεται εντερικός σωλήνας. Αποτελείται από τρία μέρη το πρόσθιο αδενώδες, το μεσαίο και το οπίσθιο. Το κυρίως έντερο συνδέεται μέσω του σφιγκτήρα με έναν πεπλατυσμένο σωλήνα, τον ορθό, όπου αποβάλλει τις τροφές στο περιβάλλον. Το ορθό καταλήγει με τη σειρά του στην έδρα των θηλυκών ή την αμάρα των αρσενικών που βρίσκονται χαμηλά στην κοιλιακή περιοχή του σώματος και από εκεί τελικά απορρίπτονται οι τροφές προς το περιβάλλον (Κύρου, 2004).

ΨΕΥΔΟΚΟΙΛΩΜΑ

Το ψευδοκοίλωμα, το οποίο βρίσκεται κάτω από την επιδερμίδα και το μυϊκό στρώμα, είναι γεμάτο με υγρό και περιέχει όλα τα εσωτερικά όργανα. Επίσης συντηρεί υψηλή εσωτερική πίεση-σπαργή που είναι απαραίτητη για την

κίνηση του νηματώδη. Επιπλέον θεωρείται ότι λειτουργεί σαν κυκλοφοριακό και αναπνευστικό σύστημα.

ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το νευρικό σύστημα των νηματωδών λαμβάνει περιβαλλοντικά ερεθίσματα διοχετεύοντας τα σε ένα κέντρο συντονισμού στο πλαίσιο νευρικού ελέγχου παρέχοντας αντιδράσεις στα όργανα εκτέλεσης (μύες και αδένες). Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις διαθέτουν αμφίδια, φασμίδια, γεννητικές ή χειλικές θηλές, ημιζόνιο και σμήριγγες, τα οποία αναπτύσσουν δράση ως κύριοι αισθητήρες του ερεθίσματος (χημικό, θερμικό ή απτικό) και συνδέονται με τους νευρικούς ιστούς. Το νευρικό σύστημα αποτελείται από το κεντρικό νεύρο που λειτουργεί σαν «εγκέφαλος» διαθέτοντας έναν περί-οισοφαγικό κεντρικό δακτύλιο νεύρων. Επιπρόσθετα υπάρχει ένα περιφερειακό σύστημα νεύρων με σειρές που εκτείνονται από το δακτύλιο νεύρων έως και τα αισθητήρια όργανα.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ

- **Φασμίδια:**

Τα φασμίδια αποτελούν αισθητήρια όργανα αφής των νηματωδών και βρίσκονται πλευρικός στο πίσω μέρος (ουρά) ως ένα ζεύγος επιδερμικών θυλάκων που ομοιάζουν με τα αμφίδια. Αποτελούνται από ένα βραχύ αγωγό που καταλήγει στην επιφάνεια της επιδερμίδας σαν επιφανειακός πόρος ή θηλή και συνδέεται εσωτερικά με το πλάγιο ουραίο νεύρο.

Ο διαχωρισμός μεταξύ των κλάσεων Phasmidia και Aphasmidia στηρίζεται στην ύπαρξη ή μη των φασμιδίων (Chitwood, 1933). Ο διαχωρισμός ορισμένων ομάδων βασίζεται πάνω σε ταξινομικούς χαρακτήρες όπως η παρουσία ή η απουσία των φασμιδίων, η ακριβής θέση εντοπισμού τους στο σώμα του νηματώδη και η δυνατότητα διάκρισής τους. Έτσι, η Τάξη Dorylaimida χαρακτηρίζεται από απουσία φασμιδίων, ενώ η Tylenchida κατατάσσεται στα Phasmidia, αν και συνήθως υπάρχει πρόβλημα ευκρίνειας. Εξαίρεση αποτελούν τα είδη του γένους *Heterodera*, τα οποία δεν φέρουν φασμίδια (Thorne, 1961, Luc. Et al., 1987).

- **Χειλικές θηλές:**

Οι χειλικές θηλές είναι επιδερμικές ανορθώσεις (κατασκευές). Εντοπίζονται γύρω από το στοματικό άνοιγμα συνδέονται με νεύρα που

ξεκινούν από τον νευρικό δακτύλιο. Αναμφίβολα λειτουργούν σαν αισθητήρια όργανα, πιθανότατα αφής.

- **Σμήριγγες:**

Οι σμήριγγες είναι επιμήκης κατασκευές διαρθρωμένες με την επιδερμίδα και με δυνατότητα κίνησης.. Είναι δυνατόν να βρεθούν σε οποιαδήποτε σημείο του σώματος. Κατηγοριοποιούνται σε ουραίες και σωματικές σμήριγγες και συνδέονται με σωματικά μη εξειδικευμένα νεύρα. Στα Secernentea (Φασμίδια) οι σωματικές σμήριγγες συνήθως λείπουν, ενώ στα Adenophorea (Αφασμίδια) είναι μακριές (Κύρου, 2004).

- **Γεννητικές Θηλές:**

Συνδέονται με νεύρα και έχουν διάφορους σχηματισμούς. Βρίσκονται στην κοιλιακή επιφάνεια των αρσενικών νηματωδών και στο πίσω άκρο πριν ή μετά την έδρα στα θηλυκά. Μπορεί να καλύπτονται είτε από τις ουραίες πτέρυγες είτε να απαρτίζουν ανορθώσεις από λεπτό επιδερμικό στρώμα (Κύρου, 2004).

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

- **Αυχενικές αισθητήριες θηλές (Deirids):**

Ορισμένοι νηματώδεις διαθέτουν ένα ζεύγος αισθητήριων θηλών στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου, το οποίο εμφανίζεται σαν ελαφρές προεξοχές της επιδερμίδας. Αυτές οι θηλές ονομάζονται deirids, που φαίνεται πως λειτουργούν σαν όργανα αφής.

- **Πόροι:**

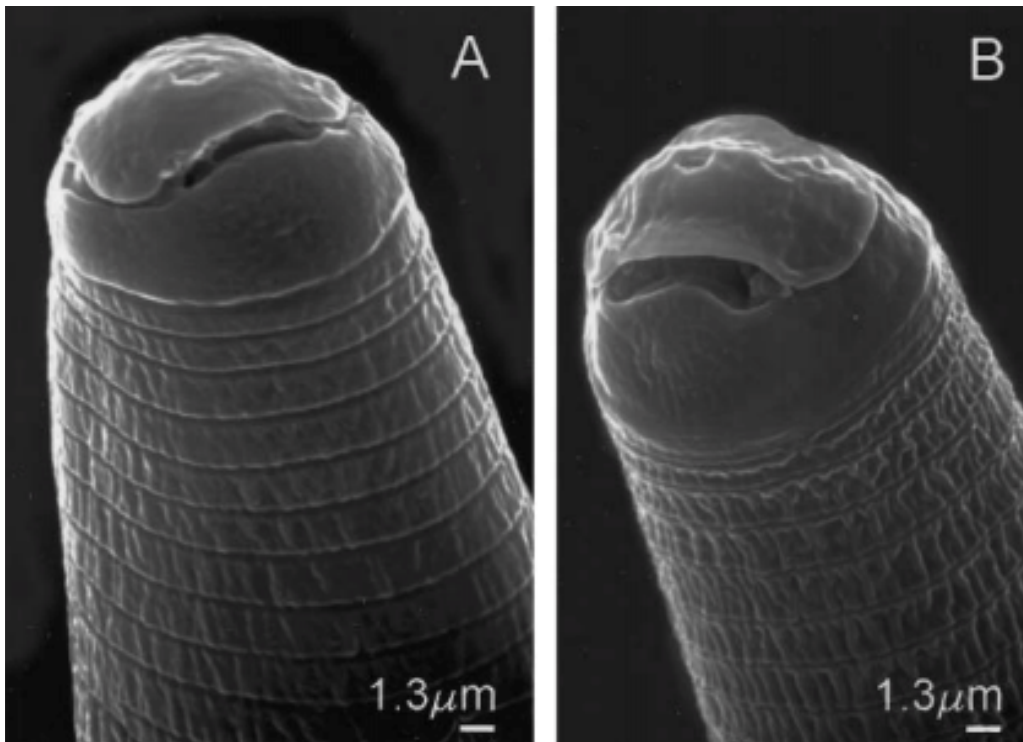
Την επιδερμίδα των νηματωδών συχνά την διαπερνούν πόροι διάφορης μορφής που συνήθως είναι συνδεδεμένοι με αδένες. Οι πόροι οι οποίοι είναι διαφορετικής διάταξης είναι και χρήσιμοι για ταξινομικούς λόγους.

- **Ημιζόνιο:** Το ημιζόνιο βρίσκεται στην κοιλιακή πλευρά του νηματώδη κοντά στον απεκκριτικό πόρο με σχήμα ημικυκλίου. Ο ρόλος του δεν είναι

ακόμη διευκρινισμένος, ωστόσο θεωρείται ότι σχετίζεται άμεσα με το νευρικό σύστημα (Hirschmann, 1971).

- **Αμφίδια:**

Όλοι οι νηματώδεις πλάγια της κεφαλής διαθέτουν δύο αβαθή, συνήθως δυσδιάκριτα βοθρία ένα σε κάθε πλευρά που ονομάζονται αμφίδια. Τα αμφίδια είναι αισθητήρια χημειοτακτικά όργανα και βοηθούν τους νηματώδεις να προσεγγίζουν τον ξενιστή τους.



Εικόνα 1.3 Πλευρική όψη της κεφαλής αρσενικού *Meloidogyne floridensis* (Πηγή: http://nematodes.org/genomes/meloidogyne_floridensis/)

Όργανο Z

Στα θηλυκά άτομα του γένους *Xiphinema*, διαπιστώνεται η ύπαρξη ενός μυώδους οργάνου που ονομάζεται όργανο Z. Η λειτουργία αυτού του οργάνου δεν έχει ακόμα εξακριβωθεί. Εντοπίζεται στο τμήμα μεταξύ της σπερματοθήκης και της μήτρας και αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό χαρακτήρα για το συγκεκριμένο γένος (Luc, 1961, Flegg, 1966, Luc & Dalmasso, 1975).

ΑΠΕΚΚΡΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το απεκκριτικό σύστημα στα ζώα χρησιμεύει στο να συλλέξουν, να αποτοξινώσουν και να εξαλείψουν τα τελικά προϊόντα του μεταβολισμού, κυρίως αζωτούχα κατάλοιπα που προκύπτουν από τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών.

Τα Adenophorea έχουν ένα αδενώδες απεκκριτικό κύτταρο που εντοπίζεται στην περιοχή του οισοφάγου. Το κύτταρο αυτό έχει την δυνατότητα να επιμηκύνεται και να συνδέεται μέσω ενός αγωγού κατευθείαν με τον απεκκριτικό πόρο οποίος εκβάλλει κοιλιακά στο ύψος του νευρικού δακτυλίου.

Αντίθετα, τα Secernentea έχουν ένα ζεύγος πλάγιων απεκκριτικών αγωγών οι οποίοι ενώνονται και εκβάλλουν σε κοινό απεκκριτικό πόρο, κοιλιακά. Σε αυτή την κλάση ο απεκκριτικός πόρος είναι ευδιάκριτος, σε αντιδιαστολή με τα Adenophorea όπου δεν περιβάλλεται από το επιδερμικό στρώμα (Crofton, 1966, Hirschmann, 1971). Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις (Tylenchida) έχουν έναν μόνο αγωγό που έχει ως κατάληξη τον απεκκριτικό πόρο (Κύρου, 2004).

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Τα γεννητικά όργανα των θηλυκών νηματωδών αποτελείτε είτε από ένα, είτε συχνότερα από δύο γεννητικούς βραχίονες (γεννητικός αδένας). Ένας πλήρης γεννητικός βραχίονας αποτελείται από την ωοθήκη, τον βραχύ σωληνωτό αγωγό, ο οποίος στο άκρο του σχηματίζει την σπερματοθήκη και από την διευρυμένη σωληνωτή μήτρα. Οι δύο βραχίονες, έρχονται σε επαφή στο μέσο του σώματος συνήθως την μήτρα, και ακολουθεί ο κόλπος ο οποίος εκβάλλει προς τα έξω μέσω του γεννητικού πόρου. Στην περίπτωση μονού βραχίονα μπορεί να κατευθύνεται είτε προς τα μπρος (μονόδελφος-πρόδελφος) είτε προς τα πίσω (οπισθόδελφος). Όταν οι βραχίονες είναι δύο εκτείνονται εκατέρωθεν του κόλπου με αναδιπλούμενες ή μη ωοθήκες (δίδελφος), (Κύρου 2004).

Τα γεννητικά όργανα των αρσενικών νηματωδών εντοπίζονται στο οπίσθιο μέρος του σώματος κοντά στην αμάρα. Αποτελούνται από δύο γεννητικούς βραχίονες που είτε κατευθύνονται και οι δύο προς την ίδια πλευρά είτε ο ένας σε αντίθετη κατεύθυνση από τον άλλο, ή από ένα βραχίονα που κατευθύνεται προς τα εμπρός. Κάθε γεννητικός βραχίονας περιλαμβάνει έναν όρχι και τον σπερματικό αγωγό, που συνδεόμενος με τη σπερματική κύστη σχηματίζει τον εκσπερματικό αγωγό, ο οποίος εκβάλλει στην αμάρα. Τα όργανα συνουσίας στα αρσενικά άτομα είναι μία ή δύο συζευκτικές άκανθοι (spiculés). Σε ορισμένα είδη υπάρχουν επιδερμικοί σχηματισμοί στην περιοχή

της αμάρασοι οποίοι ονομάζονται ουραίες πτέρυγες (bursae) και λειτουργούν σαν όργανα περίπτυξης κατά την διάρκεια της συνουσίας (Filipjev et al., 1959, Thorne, 1961).

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Οι νηματώδεις συνήθως χωρίζονται σε θηλυκά και αρσενικά άτομα (γονοχωριστικά). Πιο σπάνια έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο ορισμένων αμφιφυλετικών ατόμων, τα οποία εκτός των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του ενός φύλου διαθέτουν και δευτερεύοντα χαρακτηριστικά του άλλου φύλου. Σε είδη όπου τα αρσενικά και τα θηλυκά εμφανίζονται με την ίδια περίπου συχνότητα, η αναπαραγωγή συνήθως γίνεται αμφιμικτικά (διασταύρωση φύλων). Παρθενογενετική αναπαραγωγή παρατηρείται στις περιπτώσεις εκείνες που τα θηλυκά υπερέχουν των αρσενικών ή τα αρσενικά σπανίζουν και απουσιάζουν. Υπάρχουν και μερικά είδη που είναι ερμαφρόδιτα (ωάρια και σπερματοζωάρια παραγόμενα από το θηλυκό) και αναπαράγονται με αυτογονιμοποίηση.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Τα στάδια ανάπτυξης του βιολογικού κύκλου των νηματωδών είναι το εμβρυικό, τέσσερα προνυμφικά και το ενήλικο ή τέλειο στάδιο. Ο θηλυκός νηματώδης (αναλόγως το είδος) γεννά τα ωά του μέσα ή έξω από τις ρίζες των φυτών. Ο αριθμός των ωών που εναποτίθεται από ένα θηλυκό άτομο κυμαίνεται από 100 ή και λιγότερα μέχρι 2000 ή και περισσότερα και εξαρτάται και από το είδος (*Globodera* sp. 500-600 ωά, *Aguinatritici* 2000 και άνω). Η εκκόλαψη των ωών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, κυρίως από την παρουσία νερού, το οποίο είτε δρα μόνο του είτε μεταφέρει ουσίες από τις ρίζες των φυτών της κάθε καλλιέργειας επάγοντας την εκκόλαψη των ωών.

Τα προνυμφικά στάδια ονομάζονται και ατελή, καθώς έχουν όλα τα όργανα τους ανεπτυγμένα εκτός του αναπαραγωγικού συστήματος, το οποίο υπάρχει μόνο υποτυπωδώς (Κολιοπάνος, 1999) και εξελίσσεται κατά την διάρκεια των 4 προνυμφικών σταδίων. Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για την συμπλήρωση του βιολογικού τους κύκλου κυμαίνεται συνήθως από 15 έως 50 ημέρες και εξαρτάται από το είδος του κάθε νηματώδη και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Κύρου, 2004).

ΚΙΝΗΣΗ

Οι νηματώδεις, με τη βοήθεια του μυϊκού τους συστήματος, κινούνται με κυματοειδή κίνηση σε ελάχιστη ποσότητα νερού μέσα στο έδαφος ή στην

επιδερμίδα των υπεργείων φυτικών μερών. Με αυτόν τον τρόπο οι νύμφες μετά την εκκόλαψη τους βρίσκουν στο έδαφος το φυτό-ξενιστή ή μετακινούνται από ρίζα σε ρίζα όπου και διατρέφονται. Συνήθως αυτή η κίνηση σπάνια ξεπερνά 1-2 μέτρα το χρόνο, συνήθως περιορίζεται σε μερικά εκατοστά. Κανένα είδος δεν μπορεί να μετακινηθεί όταν δεν υπάρχει λεπτή μεμβράνη νερού στο έδαφος ή στην επιφάνεια του φυτού. Η κίνηση στο έδαφος επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, το πορώδες του εδάφους, τον εδαφικό τύπο και την οσμωτική πίεση.

ΔΙΑΤΡΟΦΗ- ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Λόγω ορισμένων ριζικών εκκριμάτων οι νηματώδεις έλκονται χημικά από τις ρίζες και κινούνται μέσα στο χώμα προς αυτές. Στον προορισμό τους φέρνουν το στοματικό τους άνοιγμα σε επαφή με το φυτικό ιστό και στη συνέχεια καταφέρνουν με το σιλέτο τους πολλαπλά χτυπήματα (οι νύμφες 2^{ου} σταδίου του *Heterodera glycines* κάνουν 80 χτυπήματα ανά λεπτό, ενώ οι νύμφες 2^{ου} σταδίου του *Meloidogyne* μέχρι 200 χτυπήματα ανά λεπτό). Σε συνδυασμό με την βοήθεια ενζύμων (π.χ. πηκτινασών) που εκκρίνουν οι ίδιοι οι νηματώδεις οι μεμβράνες των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτικών ιστών τελικά καταρρέουν. Μέσα από το άνοιγμα που δημιουργείται εισάγεται το σιλέτο τους (εκτοπαρασιτικοί) ή τμήμα του προσθίου σώματος (ημι-ενδοπαρασιτικοί) ή και ολόκληρο το σώμα τους (ενδοπαρασιτικοί) εντός του φυτικού ιστού. Ακολούθως εκκρίνουν ένζυμα στο εσωτερικό των φυτικών κυττάρων, τα οποία προέρχονται από τους αδένες του οισοφάγου τους και προκαλούν μια «προκαταρκτική» πέψη των κυτταρικών συστατικών. Όταν η τροφή στο σημείο παρασιτισμού εξαντληθεί, οι νηματώδεις είτε μετακινούνται εντός ή πάνω στους φυτικούς ιστούς προς εύρεση ενός νέου σημείου, είτε πεθαίνουν.

Ο αριθμός των νηματωδών, που προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών μπορεί να φτάσει τεράστια νούμερα. Για παράδειγμα, σε ένα γραμμάριο ρίζας ανανά, βρέθηκαν 23.800 άτομα του είδους *Pratylenchus minutus*.

Ανάλογα με τον τρόπο παρασιτισμού, οι νηματώδεις χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Παρασιτικοί υπέργειων φυτικών τμημάτων:

Προσβάλλουν το υπέργειο τμήμα των φυτών (στελέχη, φύλλα, καρπούς, άνθη). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα είδη *Anguina*, *Aphelenchoides*, *Bursaphelenchus*, *Ditylenchus*, *Fergusobia*, *Rhadinaphelenchus*.

2. Προαιρετικά φυτοπαρασιτικοί:

Τρέφονται είτε σε φυτικές ρίζες είτε με μύκητες ή βακτήρια του εδάφους. Τα είδη αυτά έχουν σπiléτο και βρίσκονται στη ριζόσφαιρα των φυτών, π.χ. *Coslenchus costatus*, *Cephalenchus emarginatus*, κλπ.

3. Εκτοπαρασιτικοί:

Τα είδη αυτά διαβιούν μόνιμα εντός του εδάφους και απομυζούν την απαιτούμενη τροφή από τις ρίζες των φυτών.

4. Ημιενδοπαρασιτικοί:

Οι νηματώδεις αυτοί βυθίζουν μερικώς το πρόσθιο τμήμα του σώματός τους εντός του φυτού-ξενιστή. Π.χ., *Belonolaimus*, *Dolichodorus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Merlinius*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, *Tylenchulus*, (*Globodera*, *Heterodera*).

5. Ενδοπαρασιτικοί:

Εισέρχονται εντός των ριζών και ζουν μόνιμα εντός αυτών π.χ., *Ditylenchus*, *Hirschmaniella*, *Meloidogyne*, *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Radopholus*, (*Globodera*, *Heterodera*).

Οι ζημιές που μπορούν να προκληθούν στα φυτά από νηματώδεις είναι:

- Μηχανικές. Βλάβες που προκαλούνται από τον τρόπο που τρυπούν οι νηματώδεις με το σπiléτο τους τον ιστό του φυτού ή από την κίνηση τους ανάμεσα ή μέσα στα κύτταρα του φυτού.
- Νεκρώσεις. Επιδερμικές ή κυτταρικές που προκαλούνται κατά τον παρασιτισμό από δευτερογενή αίτια (ένζυμα, παθογόνα) ή κατά την είσοδο ορισμένων ειδών νηματωδών μέσα στους φυτικούς ιστούς.
- Μολύνσεις. Διάφορες ιώσεις ή άλλες ασθένειες εύκολα μπορούν να μεταδοθούν στα φυτά κατά τον παρασιτισμό τους, από διάφορα είδη νηματωδών.
- Παρακμή του φυτού. Από την απορρόφηση των χυμών του φυτού για την διατροφή των παράσιτων. \

Για να συμπαιράνουμε προσβολή από νηματώδεις στα φυτά θα πρέπει μέσα στην καλλιέργεια να εμφανίζονται κατά κηλίδες φυτά φτωχής ανάπτυξης και ασθενικά, σε σύγκριση με άλλα σποραδικά υγιή φυτά, με μεγάλη και ζωντανή ανάπτυξη. Στην περίπτωση που οι νηματώδεις προσβάλλουν το υπόγειο μέρος των φυτών, τα συμπτώματα στο υπέργειο μέρος του φυτού μοιάζουν με εκείνα που προκαλούνται από δυσλειτουργίες στην ρίζα του φυτού ή όταν υπάρχει έλλειψη ορισμένων θρεπτικών στοιχείων (τροφοπενίες).

Συμπτώματα υπέργειου τμήματος:

- Η ζωηρότητα και η ευρωστία των φυτών χάνεται μεμονωμένα ή κατά κηλίδες, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό.
- Μικροί και με υποβαθμισμένη ποιότητα οι καρποί λαχανικών και φρούτων.
- Μάρανση στα φυτά σε διάφορο βαθμό και σε σοβαρές προσβολές νεκρώσεις.
- Νεκρώσεις και μεταχρωματισμοί παρουσιάζονται στα στελέχη και στα φύλλα.
- Παραμορφώσεις στα στελέχη, βλαστούς και φύλλα (αναδιπλώσεις, συστροφές) και μετατροπή των σπόρων σε σποροκηλίδες.
- Καθυστέρηση της βλάστησης, νανισμός.
- Εμφάνιση φυματίων στα φύλλα, στελέχη και καρπούς.
- Νέκρωση βραχιόνων, μικροφυλλία, φυλλόπτωση (κυρίως σε δένδρα).

Συμπτώματα υπογείου τμήματος:

- Κόμβοι και εξογκώματα πάνω στις ρίζες.
- Μεταχρωματισμός των ριζών, εξελκώσεις.
- Σάπισμα των ριζών, νεκρώσεις.
- Συστροφές και διόγκωση των λεπτών ριζιδίων.
- Υπερβολική διακλάδωση των ριζών (θυσσανωτή ρίζα).
- Διακοπή της ανάπτυξης της ρίζας, παραγωγή πλαγίων ριζιδίων.

Απαραίτητα στοιχεία για την επιβίωση τους είναι το νερό και το οξυγόνο. Προκειμένου να αντέξουν την έλλειψη νερού οι νηματώδεις συστρέφονται σε σπείρα. Έτσι, έχουν βρεθεί άτομα περιελιγμένα με περιεκτικότητα σε νερό μόνο 2-5%, ενώ η μέση φυσιολογική σύστασή τους είναι περίπου 75%. Η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται και από τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον που ζουν όπως η θερμοκρασία σχετική υγρασία του εδάφους, ο αερισμός, ο εδαφικός τύπος, η ύπαρξη κατάλληλου ξενιστή κλπ.

Το σώμα των νηματωδών, που προστατεύεται από την επιδερμίδα τους σε έναν βαθμό, εκτενέστερα προστατεύεται από το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Σπάνια είναι εκτεθειμένοι στον κίνδυνο των φαρμάκων, τόσο στην επιφάνεια του εδάφους, όσο και στην επιφάνεια των φύλλων, όπως μερικά έντομα (μελίγκρες, κάμπιες) ή τα σπόρια μερικών μυκήτων (περονόσποροι, κερκόσπορες, ωίδια).

Διασπορά

Η διάδοση τους μπορεί να γίνει με:

- Μεταφορά μολυσμένου χώματος, φυτών και φυτικών προϊόντων. Κάθε μέσο μεταφοράς μπορεί να βοηθήσει την εξάπλωση τους. Επίσης, τα υποδήματα των εργατών, τα εργαλεία, οι σάκοι, τα ζώα, τα τρακτέρ κλπ.
- Φύτευση μολυσμένων σπόρων, κονδύλων, βολβών, φυταρίων κλπ.
- Νερό της βροχής και των αρδεύσεων, με τις πλημμύρες.
- Ανεμοθύελλες, που μπορούν να διασπείρουν τόσο τα ωά όσο και τις κύστες των νηματωδών.
- Έντομα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΔΕΥΤΕΡΟ

ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *MELOIDOGYNE*

Σε ένα θερμοκήπιο στην Αγγλία το 1855, ο Berkeley πρωτοανέφερε προσβολή ριζών σε φυτά αγγουριάς από το γένος *Meloidogyne*. Η διαπίστωση ότι ο νηματώδης αυτός είναι υποχρεωτικό παράσιτο έγινε από τον Goeldi (1887) που περιέγραψε ένα νηματώδη (root-knot) ο οποίος προκαλεί εξογκώματα στις ρίζες καφεοδένδρων στην Βραζιλία.. Μέχρι σήμερα έχουν διαπιστωθεί περί τα 80 είδη, τέσσερα από τα οποία είναι αδιαμφισβήτητα τα πιο σημαντικά φυτοπαρασιτικά είδη νηματωδών στον πλανήτη. Αυτά τα τέσσερα είδη, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* και *M. javanica*, έχουν διανεμηθεί ευρέως σε αγροτικές περιοχές σε όλο τον κόσμο και είναι εξαιρετικά πολυφάγα με ευρύτατο κύκλο ξενιστών. Πρόσφατα, στην λίστα των παθογόνων καραντίνας συμπεριλήφθησαν και τα είδη νηματωδών *M. fallax* και *M. chitwoodii*.

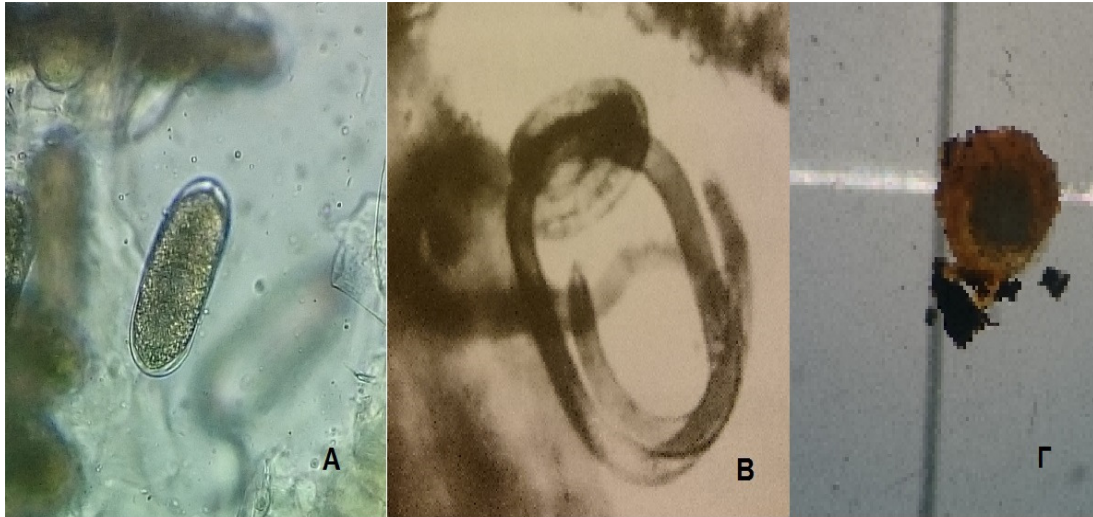
Συστηματική κατάταξη

Σήμερα το γένος *Meloidogyne* κατατάσσεται στην τάξη: Tylenchida. Υπόταξη: Tylenchina. Υπεροικογένεια: Tylenchoidea. Οικογένεια: Heteroderidae.

Μορφολογία

Θηλυκό: Εμφανής γενετήσιος διμορφισμός. Το σώμα τους είναι απιοειδές έως και σφαιρικό μήκους 0,4-1,3mm με λαιμό κοντό ή μακρύ που προεξέχει. Η επιδερμίδα είναι μαλακή, μέτρια χονδρή, με λευκή μαργαρώδη απόχρωση. Το στίλετο τους είναι κοντότερο και λεπτότερο των *Heterodera* 10-24mm (συνήθως 14-15μm), με μικρά εξογκώματα στη βάση και με ελαφριά νωτιαία κύρτωση. Φασμίδια βρίσκονται σε όλες τις πλευρές της ουράς στην κάτω μεριά της έδρας, σαν μικρά στίγματα. Η εναπόθεση των ωών γίνεται εκτός του σώματος σε παχύρρευστο ζελατινώδη ώοσακο, που σχηματίζεται από τις εκκρίσεις 6 αδένων δια μέσου της έδρας. Το περίνεο (η περιοχή που περιβάλλει το γεννητικό άνοιγμα και την έδρα) ενός θηλυκού νηματώδη, κατά την εξέταση του σε μικροσκόπιο εμφανίζει ένα αποτύπωμα γραμμών και καμπύλων για κάθε είδος, το οποίο ονομάζεται περιεδρικό αποτύπωμα. Οι ραβδώσεις αυτές σχηματίζονται από την πίεση που ασκεί η καλυπτρίδα και η αντικειμενοφόρος πλάκα στο θηλυκό. Παραλλαγή υπάρχει μεταξύ των ατόμων, αυτά τα αποτυπώματα είναι αρκετά σταθερά μέσα σε ένα είδος. Ο προσδιορισμός των ειδών αυτού του γένους μπορεί να γίνει με κριτήριο την μορφολογία του περιεδρικού αποτυπώματος.

Αρσενικό: Παραμένει σκωληκόμορφο με τελικό μήκος 700-1,900μm μετακινούμενο ελεύθερα. Η κεφαλή είναι χαμηλή συνήθως και μη προεξέχουσα. Το αρσενικό αυτού του γένους διαφέρει από το *Heterodera* ως προς την χειλική περιοχή, η οποία έχει μια ευδιάκριτη καλύπτρα, που περικλείει έναν χειλικό δίσκο περιβαλλόμενο από πλάγια και μεσαία χείλη. Επίσης, διαφέρει ως προς τον λεπτότερο κεφαλικό σκελετό και το λεπτότερο και κοντότερο στίλετο 14-30μm που σε πολλά είδη έχει μήκος 18-24μm. Οισοφαγικοί αδένες με κοιλιακή επικάλυψη του εντέρου. Η ουρά είναι πολύ μικρή, αποστρογγυλεμένη και μήκους $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ του σωματικού εύρους. Έχει 1-2 όρχεις



Εικόνα 2.1 (Α) Ωό, (Β) ανεπτυγμένα αρσενικά εκτός ριζικών ιστών και (Γ) ωόσακος.

(Πηγή εικόνας Β: Κύρου, 2004)

Προνύμφη 2^{ου} σταδίου: Παθολόγο στάδιο με σώμα σκληρόμορφο λεπτότερο και λιγότερο εύρωστο του *Heterodera*, με μήκος περίπου 250-600μm (συνήθως 0,3-0,5μm). Ο κεφαλικός σκελετός είναι λεπτός. Η ουρά είναι κωνοειδής και ευρέως στρογγυλεμένη ή επιμήκης, στενή με στρογγυλεμένη κορυφή. Γενικά το μήκος της ουράς ποικίλλει, με ακραίο τμήμα πάντα υαλώδες, το μήκος του οποίου υποβοηθεί στην διάκριση των ειδών. Το σπιλέτο είναι λεπτό, συνήθως κάτω των 20μm με κώνο όσο το μήκος του ή και λιγότερο, με λεπτά εξογκώματα στη βάση. Εκβολή νωτιαίου οισοφαγικού αδένου 2-8μm όπισθεν της βάσης του σπιλέτου. Οι νύμφες 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου είναι διογκωμένες σταθεροποιημένες μέσα στο ριζικό ιστό δίχως σπιλέτο και διαμέσου της επιδερμίδας του 2^{ου} σταδίου, που διατηρεί την λεπτή ουραία απόφυση (χαρακτηριστικό γνώρισμα των *Meloidogyne*— Εικ. 2.2).

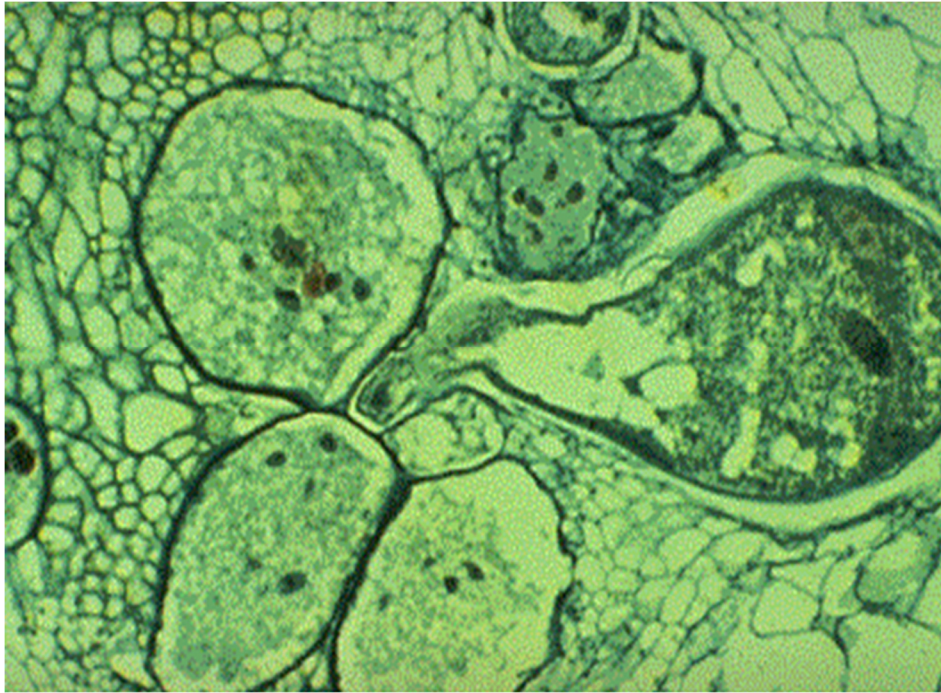


Εικόνα 2.2 Προνύμφη 2^{ου} σταδίου (Πηγή: https://www.google.com/search?tbm=isch&q=meloidogyne+spp&spell=1&sa=X&ved=0ahUK Ewid3smtnorjAhW5QEEAHa0qBwQQBQg6KAA&biw=1920&bih=969&dpr=1#imgsrc=QRtY_Fa6f-QxuM:)

ΔΙΑΤΡΟΦΗ-ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

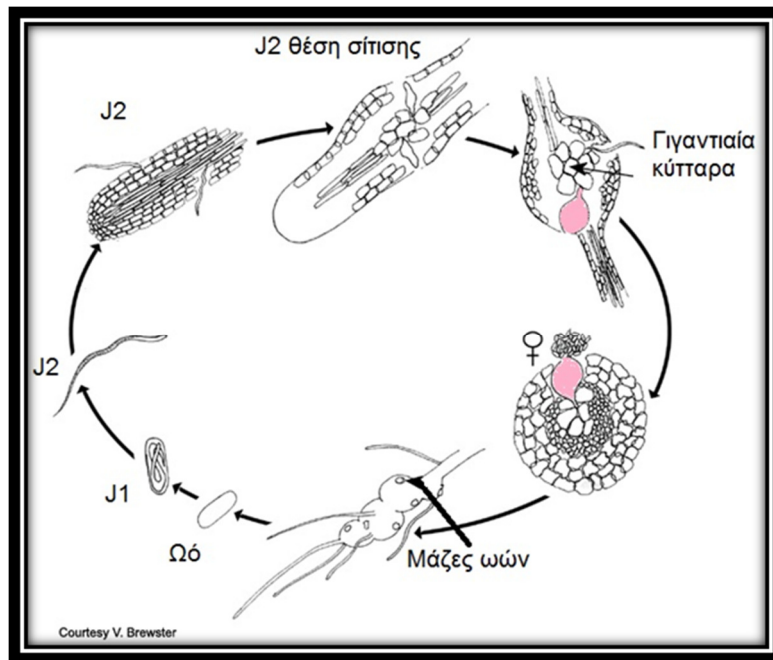
Η έναρξη της μόλυνσης πραγματοποιείται όταν η προνύμφη 2^{ου} σταδίου με την βοήθεια του σιλέτου διαπεράσει την ρίζα, κυρίως στην ζώνη επιμήκυνσης και στους τρυφερούς ιστούς του άκρου της ρίζας. Έπειτα κινείται διακυτταρικά μέσα στον φλοιό, στην περιοχή κυτταρικής διαφοροποίησης. Τα κύτταρα δεν χρησιμεύουν ως τροφή και απλά συμπιέζονται. Πιο σπάνια τρέφονται και με φλοιώδη κύτταρα. Η προνύμφη, συνήθως στο κύριο φλοιώμα ή στο παρακείμενο παρέγχυμα, παίρνει την κατάλληλη θέση και αρχίζει και τρέφεται με μια ομάδα 5 ή 6 κυττάρων. Σε περιορισμένο χρονικό διάστημα τα κύτταρα αυτά υφίστανται διάφορες σημαντικές μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές από την εκκίνηση της μόλυνσης και από τις εκκρίσεις του οισοφαγικού αδένα. Τα κύτταρα μεγαλώνουν, υπερτροφούν και το κυτταρόπλασμα παρουσιάζει πυκνή και κοκκώδη εμφάνιση. Τα κύτταρα υφίστανται διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις, χωρίς να πραγματοποιείται κυτοκίνηση και έτσι γίνονται πολυπύρνα. Ο νηματώδης μετατρέπει τα κύτταρα αυτά σε περίπλοκα θρεπτικά, από τα οποία προσλαμβάνει τη τροφή του για να συνεχίσει την ανάπτυξή του και ονομάζονται γιγαντιαία κύτταρα (giant cells). Η προνύμφη διογκώνεται και χάνοντας την κινητικότητά της από το σημείο αυτό τρέφεται αποκλειστικά από τα γιγαντιαία κύτταρα. Στην περίπτωση που τα κύτταρα δεν

προσελκύσουν την προνύμφη αυτή δεν αναπτύσσεται, δεν ενηλικιώνεται και ούτε αναπαράγεται.



Εικόνα 2.3 Γιγαντιαία κύτταρα (*giant cells*).

(Πηγή:https://www.google.gr/search?q=meloidogyne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7jbWyK3aAhXPJ1AKHSruBMAQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=qWb22Wg42f7veM)



Εικόνα 2.4 Κύκλος παρασιτισμού *Meloidogyne*. (Πηγή: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/nematodes/pages/rootknotnematode.aspx>)

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ-ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ

Συμπτώματα υπέργειου τμήματος

Στο υπέργειο τμήμα δεν συναντώνται συμπτώματα που ξεκάθαρα οφείλονται στους νηματώδεις *Meloidogyne*. Συμπτώματα που θα μπορούσαν να οφείλονται σε νηματώδεις είναι:

- ✓ Αναστολή της ανάπτυξης των φυτών
- ✓ Μαράνσεις των φύλλων (τις θερμές ώρες της μέρας που επανέρχονται τις βραδινές ώρες είτε μετά την περιφερειακή ξήρανση των φύλλων)
- ✓ Συμπτώματα έλλειψης αζώτου και ιχνοστοιχείων
- ✓ Όχι ακμαία φυτά
- ✓ Πρόωρες νεκρώσεις
- ✓ Περιορισμένη καρποφορία
- ✓ Απώλειες στην παραγωγή

Είδη των *Meloidogyne* μπορούν να προκαλέσουν σε ορισμένα φυτά την εμφάνιση φυματίων στα φύλλα και στελέχη (Linford, 1941). Τα συμπτώματα επίσης εξαρτώνται από:

- ✓ Αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών πχ ξηρασία
- ✓ Γονιμότητα εδάφους
- ✓ Πληθυσμό των νηματωδών
- ✓ Το είδος του ξενιστή



Εικόνα 2.5 Προσβολή φυτών τομάτας από τον νηματώδη *M. javanica*.

(Πηγή: <http://www.nagref-her.gr/en/content/foto-nimatodologia-3>)

Συμπτώματα υπογείου τμήματος

Ο παρασιτισμός στις ρίζες από τους *Meloidogyne* χαρακτηρίζεται από: - γιγάντια κύτταρα τα οποία ονομάζονται κοινοκύτταρα με διαφορετική φυσιολογία και μορφολογία από τα υγιή. Αυτά τα τροποποιημένα κύτταρα, στα οποία οι προνύμφες παρασιτούν μέχρι να ενηλικιωθούν, προκαλούν σοβαρές ανατομικές μεταβολές σε φυτικούς ιστούς και οδηγούν σε δυσλειτουργία του αγγειακού κυλίνδρου.

-δημιουργία εξογκωμάτων στους υπόγειους βλαστούς και στις ρίζες, τα οποία ποικίλλουν σε μέγεθος και σχήμα, είναι αποτέλεσμα υπερτροφίας και υπερπλασίας των κυττάρων της ρίζας και ονομάζονται φυμάτια. Το σχήμα ο αριθμός και το μέγεθος των εξογκωμάτων επηρεάζεται από το είδος *Meloidogyne*, την ηλικία του φυτού την ανθεκτικότητα της ποικιλίας αλλά και τον πληθυσμό των νηματωδών που προσβάλλουν την ρίζα. Τα γιγαντιαία κοινοκύτταρα σχηματίζονται μέσα στα φυμάτια και είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των νηματωδών παρόλο που τα ίδια τα φυμάτια δεν παίζουν κάποιον ρόλο για τον νηματώδη. Σε όλη την ριζόσφαιρα παράγονται πολλά μικρά και μεγάλα εξογκώματα δημιουργώντας οπτικά ένα ριζικό σύστημα σαν τερατώδες. Σε περίπτωση έντονης προσβολής παρατηρείται μειωμένη ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων, νερού καθώς και μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων προς τον βλαστό. Κατά συνέπεια το βασικότερο υπέργειο σύμπτωμα είναι η καχεξία των φυτών, με μειωμένη ανθοφορία, καρπόδεση και κακή ποιότητα καρπών. Η μεγάλη παρουσία προνυμφών μπορεί να σταματήσει την ανάπτυξη μέσα σε 24 ώρες. Τότε τα κύτταρα δεν διαιρούνται, διακόπτεται η ανάπτυξη του κεντρικού κυλίνδρου, και εμφανίζεται μερική υπερτροφία στα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού. Με αφορμή την ζημιά αυτή το φυτό προσβάλλεται από έντομα, μύκητες, ιούς και άλλα είδη νηματωδών οδηγώντας σε πλήρη καταστροφή το φυτό.



Εικόνα 2.6 Προσβολή ριζών τομάτας από *Meloidogyne* sp.

(Πηγή: <http://www.clfs.umd.edu/entm/pdiag/nematology/rootknot.html>)

Ιστολογία (Φυμάτια: Εξογκώματα)

Οι νηματώδεις που ανήκουν στο γένος *Meloidogyne* δημιουργούν εξογκώματα τα οποία είναι υπερτροφικά κύτταρα του φλοιού γύρω από τον νηματώδη. Αυτά αναπτύσσονται γρήγορα για να τραφούν οι προνύμφες 2^{ου} σταδίου, που μπορούν να εκκρίνουν ρυθμιστικές ουσίες ανάπτυξης μέσα στον ξενιστή από τους νωτιοκοιλιακούς οισοφαγικούς αδένες (Bird, 1974; Jones, 1981).

ΔΙΑΔΟΣΗ ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Η κίνηση της προνύμφης των νηματωδών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες και είναι πολύ αργή εξου και η απόσταση που διανύει ετήσια είναι 1-2 μέτρα. Η ταχεία διάδοση των *Meloidogyne* από αγρό σε αγρό ή και σε μεγαλύτερες αποστάσεις οφείλεται κυρίως στη δραστηριότητα του ανθρώπου (Wallace, 1963).

Τα *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* συναντιούνται σε τροπικά, υποτροπικά εύκρατα μέτριας θερμοκρασίας κλίματα, έχουν μεγάλη διάδοση και θεωρούνται κοσμοπολιτικά. Τα είδη αυτά είναι πολυφάγα με ξενιστές που ανήκουν σχεδόν σε όλες τις οικογένειες καλλιεργούμενων και μη φυτικών ειδών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Η αντιμετώπιση των νηματωδών προϋποθέτει προσδιορισμό του είδους. Αυτό συμβαίνει διότι το κάθε είδος νηματωδών έχει διαφορετικό τρόπο ζωής, διαφορετικές συνήθειες και ιδιότητες, πάνω στις οποίες εδράζεται η καταπολέμησή τους. Κατά συνέπεια μακροσκοπική εξέταση πρέπει να συμπληρώνεται και με εργαστηριακή. Τα κριτήρια στα οποία θα βασιστεί η καταπολέμηση των νηματωδών είναι:

- ✓ Διάδοση (μικρή, μεγάλη, γύρω καλλιέργειες αν τις προσβάλλει)
- ✓ Αριθμός ξενιστών (μικρός μεγάλος) παμφάγοι η όχι

Πρακτικά, δύο είναι οι βασικές κατευθύνσεις αντιμετώπισης των νηματωδών: Πρόληψη και καταπολέμηση (Wallace, 1963).

ΠΡΟΛΗΨΗ

- Απαλλαγμένο από νηματώδεις το πολλαπλασιαστικό που είναι προς χρήση (σπόροι, βολβοί, μοσχεύματα, κόνδυλοι, φυτάρια για μεταφύτευση, δενδρύλλια φυτωρίων)
- Απολύμανση γεωργικών εργαλείων ή άλλων υλικών με θερμό νερό ή ατμό ή με ένα χημικό παρασκεύασμα.
- Για την πρόληψη ή αποκλεισμό εισόδου επικίνδυνων νηματωδών σε μια αμόλυνη περιοχή θεσπίζονται νομοθετικά μέτρα για την διενέργεια φυτοϋγειονομικού ελέγχου στα διακινούμενα φυτικά υλικά και μέσα συσκευασίας γεωργικών προϊόντων.

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ-ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ

Φυσικές μέθοδοι – Καλλιεργητικά μέτρα

Με βάση την ήδη γνωστή τη βιολογία των νηματωδών καθώς και , τις επιδράσεις του περιβάλλοντος και τα φυτά πάνω στα οποία μπορούν να διατραφούν και να αναπαραχθούν, τα παρακάτω χαμηλού κόστους μέτρα μπορούν να βοηθήσουν στην μείωση του πληθυσμού των νηματωδών:

- Κατεργασία εδάφους

Κατά την θερινή περίοδο και μετά την συγκομιδή για την αναστροφή των ριζών (καλλιέργεια, ζιζάνια) και την έκθεση των νηματωδών στον αέρα και ήλιο.

- Προετοιμασία του αγρού και διατήρηση της γονιμότητας.

Όταν κατά την εγκατάσταση στον αγρό τα φυτά πραγματοποιήσουν καλό φύτρωμα σε καλά προετοιμασμένο έδαφος τότε εμφανίζεται μεγαλύτερη αντίσταση σε προσβολές νηματωδών, εντόμων και ασθενειών που μπορεί αργότερα να εμφανιστούν.

- Πρώιμη καλλιέργεια

Με την πρώιμη καλλιέργεια δίνεται η δυνατότητα στο φυτό να αποφύγει ευάλωτα στάδια έχοντας αναπτύξει ριζικό σύστημα προτού δραστηριοποιηθούν οι νηματώδεις, με την άνοδο της εδαφικής θερμοκρασίας.

- Αμειψισπορά

Με τον όρο αμειψισπορά εννοούμε την συστηματική εναλλαγή καλλιεργειών. Ο πληθυσμός μειώνεται (δεν τρέφονται) δεν πολλαπλασιάζονται και πεθαίνουν όταν οι ξενιστές δεν εντοπίζονται από τους φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις. Ως εκ τούτου αν καλλιεργηθούν φυτά τα οποία δεν επηρεάζονται από νηματώδεις σε προσβεβλημένο έδαφος, με την πάροδο του χρόνου θα μπορεί να καλλιεργηθεί και πάλι η ευαίσθητη ποικιλία αφού θα έχει μειωθεί ο πληθυσμός. Η αμειψισπορά μπορεί να διαρκέσει 1-2 χρόνια και εξαρτάται από:

- Το είδος του νηματώδη
- Τη σχέση αριθμού νηματωδών και βαθμού ζημίας της καλλιέργειας
- Την ετήσια τιμή της ελάττωσης του πληθυσμού των νηματωδών δίχως ξενιστή.

- Αγρανάπαυση

Ο πληθυσμός των νηματωδών μπορεί να μειωθεί κατά την απουσία της καλλιέργειας, το καλοκαίρι εκθέτοντας τις ρίζες σε αέρα και ήλιο σε συνδυασμό με όργωμα (1-2 φορές την περίοδο). Ειδικότερα συνιστάται για είδη που δεν αντέχουν τη ξηρασία όπως οι νηματώδεις *Meloidogyne*.

- Ανθεκτικές ποικιλίες

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις βασίζονται στην ύπαρξη ζωντανών ξενιστών για να ολοκληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο καθότι είναι υποχρεωτικά παράσιτα. Οι νηματώδεις μέσω του σιλέτου είτε ολόκληροι διαπερνάνε τα ζωντανά κύτταρα του ξενιστή προκειμένου να τραφεί, να αναπαραχθεί και να μεγαλώσει. Το φυτό χαρακτηρίζεται ως σε «**ευπαθές**», «**ανθεκτικό**», «**ανεκτικό**» και «**απρόσβλητο**» από την δυσκολία που θα αντιμετωπίσει ο νηματώδης. Όταν ο νηματώδης δεν συναντήσει κάποια δυσκολία θεωρείται «ευπαθές». Αν κάποιο στάδιο της βιολογικής εξέλιξης επιβραδυνθεί εξαιτίας κάποιας αντίδρασης ή χαρακτηριστικού ανάμεσα σε παράσιτο και ξενιστή τότε το φυτό θεωρείται «ανθεκτικό». Η παρασιτική σχέση που δημιουργείται μεταξύ παρασίτου και φυτού είναι φυσικό επακόλουθο ότι θα προκαλέσει ζημιά στον ξενιστή. Εάν η ζημιά αυτή δεν εκδηλώνεται ή είναι ασήμαντη και το παράσιτο εξακολουθεί να υπάρχει τότε το φυτό χαρακτηρίζεται «ανεκτικό». Σε περίπτωση που το φυτό δεν επηρεαστεί ακόμα και από παρουσία μεγάλου πληθυσμού νηματωδών τότε το φυτό λέγεται «απρόσβλητο». Η ανθεκτικότητα των φυτών σε προσβολές νηματωδών προκύπτει ύστερα από κατάλληλες διασταυρώσεις, με φυσική ή με τεχνητή επιλογή. Η δυσκολία παρουσιάζεται στον περιορισμένο αριθμό εμπορεύσιμων ποικιλιών με γνωστή ανθεκτικότητα στους νηματώδεις.

- Κατάκλιση

Όταν παρατηρείται μεγάλη ποσότητα νερού τότε οι νηματώδεις πεθαίνουν λόγω έλλειψης οξυγόνου και τροφής, εξού και η παρατεταμένη κατάκλιση αποτελεί μια καλή λύση. Υπάρχει αισθητή μείωση νηματωδών μετά από διάστημα 12 μηνών και μετά από 22 ½ μήνες μπορούν οι νηματώδεις να σκοτωθούν. Η κατάκλιση του εδάφους για διάστημα 4 μηνών μπορεί να σκοτώσει όλες τις προνύμφες των νηματωδών και ριζοκόμβων αν και τα αυγά επιβιώνουν. Το μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι το αυξημένο της κόστος λόγω της μεγάλης ποσότητας νερού που απαιτεί και καθιστά μη καλλιεργήσιμο το έδαφος για τουλάχιστον 2 χρόνια. Αντίθετα θεωρείται ένα πρακτικό μέσο καταπολέμησης νηματωδών σε περιοχές που γίνονται φυσικές πλημμύρες αφού μειώνεται το κόστος. Σε αυτή την μέθοδο υπάρχει ο κίνδυνος διάδοσης ορισμένων παράσιτων.

- Θερμό νερό

Στην παρούσα μέθοδο πραγματοποιείται ανύψωση της θερμοκρασίας του φυτού με εμβάπτιση σε θερμό νερό με αποτέλεσμα χωρίς να επηρεάζονται οι φυτικοί ιστοί να σκοτώνονται οι νηματώδεις. Απαιτείται όμως μεγάλη ακρίβεια στη ρύθμιση τόσο της θερμοκρασίας όσο και την διάρκεια επέμβασης καθώς τα όρια των δύο είναι στενά. Η μέθοδος αυτή συνιστάται για πολλά βολβώδη ανθοκομικά είδη όπως στην βιγόνια για τους νηματώδεις των ριζοκόμβων (*Meloidogynespp.*), στην τουλίπα για τον νηματώδη *Ditylenchusdispaciklπ.* (Bryden et al., 1967).

- Υδρατμός

Με την χρήση υδρατμού μπορεί να επιτευχθεί απολύμανση και απομόνωση του εδάφους. Λόγω υψηλού κόστους όμως είναι αρκετά δύσκολη και χρησιμοποιείται σε γλάστρες, σπορεία, θερμοκήπια και γενικά σε περιορισμένη έκταση. Ο ατμός διοχετεύεται από ένα λέβητα στο έδαφος με ένα σύστημα τρυπημένων σωλήνων. Η απολύμανση ή απονημάτωση επιτυγχάνεται με την ανύψωση της θερμοκρασίας σε όλη τη μάζα του εδάφους, στους 82,2°C για 30 λεπτά το ελάχιστο. Οι σωλήνες τοποθετούνται στο έδαφος σε βάθος 15εκ. από τη στιγμή που η θερμοκρασία θα φτάσει στους επιθυμητούς βαθμούς στην επιφάνεια του εδάφους είναι και το σημείο εκκίνησης υπολογισμού του χρονικού ορίου. Κατά τη διοχέυση του ατμού, το έδαφος, που καλό είναι να έχει κάποια υγρασία, σκεπάζεται με πλαστικό κάλυμμα, για την παραμονή του ατμού και την καταστροφή των νηματωδών καθώς και άλλων επικίνδυνων εχθρών των καλλιεργειών, όπως μύκητες, βακτήρια, πολλούς ιούς των φυτών, έντομα εδάφους και σπόρους άλλων ζιζανίων (Dimock, 1956). Οι θερμοκρασίες 52-60 °C θανατώνουν ακαριαία τους νηματώδεις.

- Ηλιοαπολύμανση

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτείται να απομακρυνθούν τα υπολείμματα της καλλιέργειας που προηγήθηκε οι συνεκτικοί βώλοι και οι πέτρες και το έδαφος θα πρέπει να είναι ποτισμένο (στο ρώγο του), οργωμένο και ισοπεδωμένο. Έπειτα ο αγρός καλύπτεται με λεπτό διαφανές πολυαιθυλένιο για ένα περίπου μήνα κατά τη θερμότερη περίοδο του έτους. Με αυτή την τεχνική αυξάνεται η θερμοκρασία του εδάφους σε επίπεδα θανατηφόρα για πολλά παθογόνα και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη καταπολέμηση του *Globoderarostochiensis* στη Β. Αμερική (LaMondiaandBrodie, 1984). Η χρήση της ηλιακής ενέργεια έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην καταπολέμηση των νηματωδών *Meloidogyne* σε καλλιέργεια κηπευτικών σε θερμοκήπιο βιομηχανικής μορφής



Εικόνα 3.1 (Α) Ηλιοαπολύμανση σε θερμοκήπιο και (Β) ηλιοαπολύμανση σε υπαίθρια καλλιέργεια.

(Πηγή: <http://www.ecotimes.gr>)

- Συγκαλλιέργεια

Η επιθυμητή καλλιέργεια ταυτόχρονα με ένα ή περισσότερα φυτά διαφορετικής οικογένειας ορίζεται ως συγκαλλιέργεια. Έχοντας στόχο την μείωση των νηματωδών, χρησιμοποιούνται φυτά με αποδεδειγμένη ανασταλτική δράση λόγω κάποιων τοξικών ουσιών που εκκρίνονται από την ριζόσφαιρά τους. Η αλληλεπίδραση αυτή των φυτών ονομάζεται «**αλληλοπάθεια**» και έχει χημικά αίτια. Παράδειγμα η Νιγηρία στην οποία συνηθίζονται μικτές φυτείες με σκοπό την καταπολέμηση ασθενειών Συγκεκριμένα καλλιέργεια σόγιας μαζί με πιπεριά, αμάρανθο και κολοκύθα έδειξε σημαντική μείωση της προσβολής των ριζών στα φυτά της σόγιας από νηματώδεις *M. javanica* (Agu, 2008). Επίσης, μείωση του νηματωδολογικού

πληθυσμού *M. incognita* έχει αναφερθεί και σε συγκαλλιέργεια τομάτας με ένα ψυχανθές (*Arachis pinto* ή *Pueraria phaseoloides*) λόγω έκκλισης από τις ρίζες τους ορισμένων διαλυτών λεκτινών (Marban-Mendoza et al., 1992). Γνωστά φυτά που χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια για το σκοπό αυτό σε λαχανοκομικές κυρίως αλλά και δένδρωδεις καλλιέργειες (Govindaiah et al., 1991) είναι κάποια φυτά κατιφέ (*Tagetes* spp) και καλεντούλας. Ειδικότερα, φυτά του γένους *Tagetes* spp μπορούν να καταστείλουν την ανάπτυξη σε 14 γένη νηματωδών *Meloidogyne* spp και *Pratylenchus* spp (Kalaiselvam and Devaraj, 2011), ενώ 29 ποικιλίες αυτών είναι ανθεκτικές σε νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (Hooksetal., 2010). Τα πιο κοινώς χρησιμοποιούμενα και αποτελεσματικά είδη είναι τα *Tagetes erecta*, *T. patula*, *T. tenuifolia* (Siddiqui and Alam, 1988) και *T. minuta*. Η δράση τους οφείλεται σε μια ουσία *α-terthienyl* που εκκρίνεται από τις ρίζες ζωντανών φυτών και εμποδίζει την εκκόλαψη των αυγών ενώ έχει και νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο και ιοκτόνο δράση (Krueger et al., 2013)



Εικόνα 3.2 Πολλαπλή συγκαλλιέργεια με καλαμπόκι, φασόλι και ανανά (Πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi93Pfkv63aAhVSJFAKHbNKCK0Q_AUICygC&biw=1517&bih=653#imgrc=US46EWmRZrIFM:)

Βιολογική Καταπολέμηση

Στόχος της βιολογικής καταπολέμησης αποτελεί η αύξηση των παρασίτων και αρπακτικών των νηματωδών στο έδαφος, ώστε να αυξηθεί η θνησιμότητα των φυτοπαρασιτικών νηματωδών (Paraceretal., 1966)

Ο νηματοβόρος μύκητας **Arthrobotrysoligospora** είναι αποτελεσματικός εναντίον του *Meloidogyne incognita*. Ο νηματώδης λόγω αυτού του μύκητα έρχεται πιο κοντά στο μυκήλιο του απελευθερώνοντας χημικές ουσίες και σχηματίζοντας δίκτυα τριών διαστάσεων ο νηματώδης ή ακινητοποιείται ή πεθαίνει. Ύστερα από την ακινητοποίηση του νηματώδη ο μύκητας παράγει μια υφή η οποία διαπερνά το εξωτερικό περιβλήμα του νηματώδη αφομοιώνοντας τα περιεχόμενα θρεπτικά συστατικά του. Κατά παρόμοιο τρόπο δρα και ο μύκητας **Arthrobotrysdactyloides** εναντίον των νηματωδών. Αυτός ο μύκητας όμως, αντί για δίκτυα σχηματίζει δαχτυλίδια και προκαλώντας σύσφιξη του θύματος του, έως ότου παραλύσει ή πεθάνει, παράγει μια υφή και αφομοιώνει τα θρεπτικά συστατικά του νηματώδη (Drechsler, 1937). Ο μύκητας **Verticilliumchlamidosporium** στο έδαφος επίσης περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τον πληθυσμό των *Globoderaspp.*, *Heteroderaspp.* και *Meloidogynespp.* (Kerryetal., 1992). Ο μύκητας ο **Nematophthoragynophila**, καταστρέφει τα θηλυκά άτομα του κυστογόνου νηματώδη των σιτηρών *H. avenae* ελαττώνει τη γονιμότητα του και παρασιτεί τα ώα.

Το βακτήριο **Pasteuriapenetrans** καταπολεμά επιτυχώς τους νηματώδης του γένους *Meloidogyne* και θα μπορούσε να αποτελέσει θετικό παράγοντα σε ένα σύστημα ολοκληρωμένης καταπολέμησης (GowenandTzortzakakis 1994, TzortzakakisandGowen 1994, Zaki 1990). Επιπλέον, στελέχη των rhizobacteria **Pseudomonas aeruginosa** και **P. fluorescens** έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τον περιορισμό της δράσης των *Meloidogyne* 2 σε φυτά

-Φυτά Παγίδες

Καλλιεργούνται φυτά σε θερμοκήπια και αγρό που είναι ευπαθή στους νηματώδεις με σκοπό να περιορισθεί ο πληθυσμός τους. Όταν πραγματοποιηθεί η εισβολή στις ρίζες τους, ξεριζώνονται και καταστρέφονται προτού ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Στη συνέχεια γίνεται εγκατάσταση της επόμενης καλλιέργειας. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως στα είδη των νηματωδών που τα θηλυκά άτομα μετατρέπονται σε κύστες που είναι ορατές πάνω στις ρίζες των φυτών, πριν ακόμα φτάσουν στο τελικό στάδιο της ανάπτυξης τους. Όπως ο κυστογόνος νηματώδης των ζαχαρότευλων (*H. schachtii*) και των σιτηρών (*H. avenae*). Για τον πρώτο σαν ευπαθές φυτό «παγίδα» καλλιεργείται η ράπα, για τον δεύτερο η βρώμη (Franklin, 1951, Stone, 1961). Τα μειονεκτήματα είναι:

- Δεν είναι δυνατόν να απομακρυνθούν όλες οι ρίζες από το έδαφος

- Για την απομάκρυνση θα πρέπει να γνωρίζουμε το συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού κύκλου των νηματωδών και είναι δύσκολο να γίνει με ακρίβεια.
- Ο πληθυσμός μπορεί αντί να μειωθεί να αυξηθεί εάν δεν εκριζωθούν την κατάλληλη χρονική στιγμή λόγω απρόβλεπτων καιρικών συνθηκών.
- Το κόστος της καλλιέργειας της ευαίσθητης ποικιλίας πρέπει να καλύπτεται από το αποτέλεσμα της καταπολέμησης.

Ένας άλλος τρόπος είναι η φύτευση μη ξενιστών φυτών (π.χ. *Hesperia matronalis*), τα οποία ενώ διεγείρουν την εκκόλαψη των αυγών και προσβάλλονται από προνύμφες, δεν επιτρέπουν την ολοκλήρωση το βιολογικού κύκλου. Και σε αυτές τις περιπτώσεις η ελάττωση του πληθυσμού πρέπει να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο για να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος καταπολέμησης (Ouden, 1956).

Χημική Αντιμετώπιση

Τα χημικά νηματοδοκτώνα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες με βάση τον τρόπο μετακίνησης στο έδαφος:

A) Καπνιστικά: Πολύ πτητικές ουσίες, εφαρμόζονται προφυτρωτικά λόγω της φυτοτοξικότητας

- Πολύ επικίνδυνες και τοξικές δραστικές ουσίες
- Εφαρμόζεται καταλλήλως σε όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου των νηματωδών όπως και σε μύκητες, βακτήρια και σπόρους ζιζανίων
- Κατόπιν εφαρμογής απαιτείται πότισμα ώστε να ενεργοποιηθούν και να εκδηλώσουν την τοξική τους δράση
- Η θερμοκρασία είναι ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει την πτητικότητά τους. Για αυτό τον λόγο εφαρμόζονται κυρίως την άνοιξη όπου οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους τους επιτρέπουν να παραμείνουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να δράσουν.
- Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το Chloropicrin και το Dazomet που απελευθερώνει ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (MITC). Το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο έχει την δυνατότητα να διεισδύει μέσω του δερματίου των νηματωδών και αντιδρά με αμινοξέα, οξειδάσες και τις νουκλεοφιλικές θέσεις των πρωτεϊνών.

-Dazomet

Αποτελεσματικό στην καταπολέμηση νηματωδών, ζιζανίων, μυκήτων εντόμων και βακτηρίων αλλά και για απολύμανση εδάφους. Η εφαρμογή του πραγματοποιείται πριν την σπορά ή την σπορά σε πολλές καλλιέργειες, υπαίθρου και θερμοκηπιακών, σε υγρό έδαφος με υποκαπνισμό. Μετά την

εφαρμογή του, απελευθερώνεται το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (MITC) το οποίο παρουσιάζει την τοξική δράση. Υπάρχει όμως και η πιθανότητα να παρουσιάσει φυτοτοξικότητα εάν δεν διασπαστεί τελείως. Σαν δείκτης απουσίας των 34 φυτοτοξικών υπολειμμάτων εφαρμόζεται το φύτρωμα σπόρων κάρδαμου (*Epidium sativum*). Είναι πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς και επικίνδυνο για το περιβάλλον για αυτό και είναι απαραίτητη η προσοχή κατά την χρήση του. Αντίθετα η δράση του σε ωφέλιμους οργανισμούς του εδάφους πχ. γαιοσκώληκες, αράχνες, κτλ., είναι μικρή και αναστρέψιμη και σύντομα αυτοί επαναποικίζουν το έδαφος (Ufer et al., 1993). Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά με το εμπορικό όνομα Basamid 98GR.

Ο συνδυασμός με ηλιοαπολύμανση ή άλλες βιολογικές μεθόδους αυξάνει την απόδοση των καπνιστικών. Στην Ιταλία, εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης και dazomet, στο 1/2 και 1/4 της συνιστώμενης δόσης, αντιμετώπισαν ικανοποιητικά τον νηματώδη *M. incognita* σε καλλιέργεια καρότου (Di Vito et al., 2000).

E- Chloropicrin

Δρα ως υποκαπνιστικό και έχει δράση επαφής. Ενεργεί κατά των νηματωδών καθώς έχει ευρύ φάσμα κατά των εντομών, μυκήτων και μικροβίων. Εφαρμόζεται στο έδαφος πριν την σπορά ή τη μεταφύτευση σε καλλιέργειες θερμοκηπίου. Πραγματοποιείται απευθείας έκχυση στο έδαφος ή μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Επιπλέον αποτελεί και απολυμαντικό εδάφους. Κατάλληλο για καλλιέργεια ντομάτας, πιπεριάς, μελιτζάνας, αγγουριού, πεπονιού, καρπουζιού, κολοκυθιού, γαρίφαλου, χρυσάνθεμου, ζέριμπερας, γλαδίολος, λιλίου, τριανταφυλλιάς. Η συγκέντρωση δεν πρέπει να υπερβεί το 1 ml ή 1,37 gr/lit (δηλαδή 1000 ppm) για να μην δημιουργηθούν προβλήματα στο σύστημα άρδευσης. Στην Ελλάδα πήρε έγκριση με το εμπορικό όνομα **TRIPICRINVP** και προορίζεται μόνο για επαγγελματίες χρήστες και για καλλιέργειες υπό κάλυψη.

B) Μη καπνιστικά:

- Εκλεκτικά ως προς τους νηματώδεις.
- Τα καρβοξαμιδικά νηματωδοκτόνα, τα οργανοφωσφορικά, τα δικαρβοξιμίδια, και τα καρβαμιδικά νηματωδοκτόνα κατατάσσονται σε αυτή την κατηγορία. Διεσδύουν απευθείας στο δερμάτιο και αναστέλλουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης και χολινεστεράσης καθώς και άλλων δευτερεύουσας σημασίας εστερατικών ενζύμων.
- Αποδυναμώνουν την νευρομυική λειτουργία επομένως μειώνουν το ρυθμό των διεργασιών της ανάπτυξης και αναπαραγωγής του νηματώδη.

Λόγω αδυναμίας κίνησης και εύρεσης τροφής οι νηματώδεις οδηγούνται σε έμμεση θανάτωση.

- Η εφαρμογή πραγματοποιείται πριν και μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας ενώ η παρουσία νερού συμβάλλει θετικά. Η υπερβολική υγρασία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη έκπλυση αυτών συνεπώς απαιτείται προσοχή σε αμμώδη εδάφη και εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία.

Η ομάδα των οργανοφωσφορικών περιλαμβάνει το ethoprophos, fenamiphos και fosthiazate, η ομάδα των καρβοξαμιδικών περιλαμβάνει toflurogram και η ομάδα των καρβαμιδικών περιλαμβάνει το oxamyl.

Ethoprophos

Κατάλληλο για θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες με νηματωδοκτόνο και εντομοκτόνο δράση. Εφαρμόζεται κατά την διάρκεια της σποράς ή της μεταφύτευσης ή σε ήδη εγκαταστημένους αγρούς. Υπάγεται στα οργανοφωσφορικά και δρα δια της επαφής προκαλώντας αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Υδρολύεται γρήγορα σε αλκαλικό περιβάλλον ενώ σε ουδέτερα ή ελαφρώς όξινα εδάφη είναι σταθερό (Γιαννακού και Προφήτου Αθανασιάδου, 2001). Προτείνεται μια το πολύ χρήση σε διάστημα δύο χρόνων καθότι προκαλείται μείωση της δράσης του λόγω αυξημένης μικροβιακής αποδόμησης. Οι πρώτοι που απομόνωσαν και ταυτοποίησαν στελέχη των βακτηρίων *Pseudomonas putida* και *Enterobacter* ως υπεύθυνα για τη βιοαποδόμηση του ethoprophos είναι οι Karpouzas et al. (2000). Στο υδάτινο περιβάλλον είναι πιθανό να προκαλέσει μακροπρόθεσμες δυσμενείς επιπτώσεις καθώς είναι τοξικό στους υδρόβιους οργανισμούς (Mena Torres et al., 2012). Στην Ελλάδα κυκλοφορεί στην αγορά με το εμπορικό όνομα Mocap 10GR.

Fenamiphos

Νηματωδοκτόνο που υπάγεται στην ομάδα των οργανοφωσφορικών. Ενδείκνυται για μόνιμα θερμοκήπια σε καλλιέργειες πιπεριάς, μελιτζάνας, τομάτας, μπανάνας και καλλωπιστικών φυτών. Είναι διασυστηματικό και δρα δια επαφής προκαλώντας αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Η επαναλαμβανόμενη χρήση του στο ίδιο έδαφος οδηγεί σε επιταχυνόμενη μικροβιακή διάσπαση και για αυτό προτείνεται μία εφαρμογή ανά καλλιεργητική περίοδο. Επίσης είναι πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς και τις μέλισσες παρόλο που δεν είναι φυτοτοξικό σε καμία καλλιέργεια. Έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην εγχώρια αγορά με τα εμπορικά ονόματα Nemaicur 240CS και Nemaicur 40EC.

Fosthiazate

Συνιστάται για την καταπολέμηση των κομβονηματοδών του γένους *Meloidogyne* σε θερμοκηπιακή και υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας καθώς κυστονηματοδών του γένους *Globodera* σε καλλιέργεια πατάτας. Εφαρμόζεται προφυτρωτικά μια φορά τον χρόνο μόνο και η φύτευση της καλλιέργειας πραγματοποιείται ύστερα από 3 μέρες. Ανήκει στα οργανοφωσφορικά και δρα δια επαφής και στομάχου. Προκαλεί τον θάνατο των νηματωδών αφού πρώτα τους έχει παραλύσει. Είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον (Pantelalis et al., 2006) παρόλο που δεν είναι φυτοτοξικό και παραμένει επιβλαβές για τα παραγωγικά ζώα, τα άγρια ζώα, πουλιά και υδρόβιους οργανισμούς. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά με τα εμπορικά ονόματα Nemathorin 10G και Nemathorin 150EC.

OxamyI

Δρα εναντίων των νηματωδών καθώς και ενάντια σε αλευρώδεις και αφίδες σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες καρπουζιού, πιπεριάς, πεππονιού, μελιτζάνας, αγγουριού και τομάτας καθώς και σε υπαίθριες καλλιέργειες μπανάνας, καρότου, καπνού και πατάτας. Εφαρμόζεται με διαφυλλικούς ψεκασμούς στο έδαφος και σε ορισμένα φυτά. Ανήκει στα καρβαμιδικά και είναι διασυστηματικό με διπλή δράση, επαφής και στομάχου. Στοχεύει στο νευρικό σύστημα και προκαλεί αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Δεν είναι βλαβερό για τα φυτά, παρόλο που είναι τοξικό για τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς, αφού δεν διαθέτουν νευρικό σύστημα. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά με ονόματα εμπορίου Vydate 5G, Vydate 10G και Vydate 10SL.

Fluopyram

Ανακαλύφθηκε το 2001 από την εταιρία Bayer CropScience και παρουσιάζει έντονη δράση εναντίον των ενηλίκων των νηματωδών. Επίσης περιορίζει την εκκόλαψη των αβγών τα οποία βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο και καθυστερεί την ανάπτυξη τους. Η νέα δραστική ουσία της ομάδας των SDHis καταπολεμά τους νηματώδεις και το ωίδιο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, κολοκυθάκι, κολοκύθα, πεπόνι και καρπούζι. Σε βιοχημικό επίπεδο παρουσιάζει ένα νέο τρόπο δράσης καθώς παρεμποδίζει τη μιτοχονδριακή αναπνοή μπλοκάροντας τη μεταφορά των ηλεκτρονίων στην αναπνευστική

αλυσίδα του Succinate Quinone Reductase (σύμπλοκο II- παρεμποδιστής SQR). Περίπου 30 λεπτά ύστερα από την εφαρμογή εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα καθώς οι νηματώδεις αρχίζουν να κινούνται πιο αργά ενώ μετά από 1-2 ώρες παραλύουν ολοκληρωτικά. Επιπρόσθετα το Fluorogranδιαθέτει και μυκητοκτόνο δράση. Παρουσιάζει διεισδυτική δράση, διελασματική κίνηση καθώς και ακροπέταλη κίνηση μέσω των αγγείων του ξύλου. Εφαρμόζεται στο έδαφος μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης με το εμπορικό όνομα VelumprimeSC.

Η ευρεία χρήση μικρού και μεγάλου φάσματος σκευασμάτων τεκμηριώνει χωρίς αμφιβολία ότι η χημική καταπολέμηση προσφέρει γρήγορη και ικανοποιητική προστασία στην καλλιέργεια. Παρόλα αυτά η χρήση χημικών σκευασμάτων κρύβει και αρκετά μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος
- Υφίσταται κίνδυνος φυτοτοξικότητας σε γειτονικά φυτά
- Η αποτελεσματικότητα που βασίζεται στις επαναλαμβανόμενες εφαρμογές με μεγάλες δόσεις μπορεί να ακολουθηθεί από επιπτώσεις στον χρήστη και στο περιβάλλον.

Η δραστική ουσία Lamiranin

Η δραστική ουσία Lamiranin προέρχεται από τα φαιοφύκη ή καφέ φύκη *Laminaria*. Το γένος αυτό αποτελείται από 31 είδη καφέ φυκών, κοινά ονομαζόμενων Κέλπιες (Kelp). Εντοπίζονται στον βόρειο Ατλαντικό ωκεανό και στον βόρειο Ειρηνικό, σε βάθος 8-30 μέτρα. Το Lamiranin βρίσκεται αποκλειστικά στα φύλλα και είναι ο κύριος πολυσακχαρίτης αποθήκευσης που αντιπροσωπεύει έως και το 35% του ξηρού βάρους των φαιοφυκών.



VACCIPLANT

Το φυτοπροστατευτικό προϊόν Vacciplant διατίθεται στην αγορά σε μορφή πυκνού διαλύματος. Η σύνθεση του αποτελείται από laminarin 4,5% (β/ο) και από βοηθητικές ουσίες 94,9% (β/β). Αποτελεί ενεργοποιητή της φυσικής άμυνας των φυτών που οφείλεται στο Laminarin.

Το σκεύασμα βοηθάει τα φυτά στην αναγνώριση της προσβολής από το παθογόνο. Έτσι πριν την εγκατάσταση της ασθένειας ενεργοποιούνται μηχανισμοί άμυνας (εναπόθεση λιγνίνης στα κυτταρικά τοιχώματα). Τα φυτά, τα οποία οργανώνουν την άμυνα τους έναντι των ασθενειών, ενεργοποιούν βιοχημικούς μηχανισμούς άμυνας (παραγωγή φυτοαλεξινών, PR-πρωτεϊνών, αντιβιοτικών ενζύμων) ενισχύοντας την αντοχή τους.

Χρησιμοποιείται σε θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες τομάτας προληπτικά ανά 7-10 ημέρες από την έναρξη της βλάστησης, όταν οι συνθήκες (θερμοκρασία/υγρασία) είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη των ασθενειών. Εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση της βακτηρίωσης, του βοτρυτή και του ωιδίου στη τομάτα.

Πλεονεκτήματα σκευάσματος:

- Λόγω της ενεργοποίησης των μηχανισμών άμυνας του φυτού επιτυγχάνεται προληπτική φυσική διασυστηματική προστασία.
- Κανένας κίνδυνος υπολειμμάτων στις καλλιέργειες από τη χρήση του (εφαρμόζεται μέχρι και την ημέρα συγκομιδής (PHI=0)). Ασφαλές για τον καταναλωτή.
- Προϊόν με φυσική προέλευση και ασφαλές για τον χρήστη και το περιβάλλον. Δεν έχει τοξικολογική σήμανση.
- Εφαρμόζεται ιδανικά μαζί με μυκητοκτόνα στα Προγράμματα Ολοκληρωμένης Φυτοπροστασίας για ποιοτικότερη, ασφαλέστερη και αποδοτικότερη παραγωγή με άριστη σχέση κόστους – ωφέλειας.
- Η προστασία της καλλιέργειας αυξάνεται από την ενσωμάτωσή του στα προγράμματα φυτοπροστασίας.
- Συνδυάζεται με τα περισσότερα συνήθη φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το φυτοπροστατευτικό προϊόν Vacciplant, διαθέτοντας την δραστική ουσία lamirapin, δραστηριοποιεί την άμυνα των φυτών ντομάτας εναντίων της βακτηρίωσης, του ωιδίου και του βοτρυτή.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ενδιαφέρον για αντιμετώπιση νηματωδών χωρίς χημικές μεθόδους. Η ενασχόληση και η πραγματοποίηση της μελέτης αυτής υποκινήθηκε από αυτό το γεγονός. Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να διερευνήσει την επίδραση του φυτοπροστατευτικού σκευάσματος Vacciplant ενάντια στους κομβονηματώδεις *Meloidogynesp*. Η επίδραση αυτή μελετήθηκε σε φυτά μολυσμένα από ωόσακους *Meloidogynesp* και αξιολογήθηκε ο πληθυσμός των νηματωδών πριν και μετά το πέρας των επεμβάσεων καθώς και η ανάπτυξη του φυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΡΑΡΤΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΥΛΙΚΑ

- Φυτάριατομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *Belladonna*)
- Διαφανή πλαστικά ποτήρια 300ml
- Αποστειρωμένο φυτόχωμα εμπορίου
- Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών
- Εργαστηριακός εξοπλισμός για απομόνωση νηματώδων κ.α.

ΜΟΛΥΝΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ VACCIPLANT

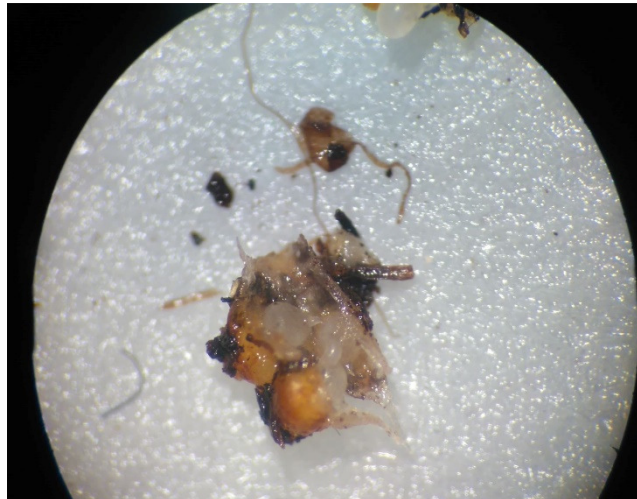
Από ρίζες μολυσμένων φυτών που διέθετε το Εργαστήριο Φυτοπροστασίας και Φαρμακολογίας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, συλλέχθηκαν ωόσακοι και υπολογίστηκε ότι διέθεταν 500 ωά ο καθένας. Ακολούθησε μεταφύτευση 20 φυταρίων από τα οποία τα 15 μολύνθηκαν με 4 ωόσακους, ενώ συνολικά και τα 20 τοποθετήθηκαν στον θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών στους 26 °C και 80% υγρασία. Τα φυτά ποτίζονταν κάθε δύο ημέρες. Κάθε μολυσμένο φυτό περιείχε 2000 νηματώδεις.

Κάθε επέμβαση του υπό εξέταση προϊόντος χωρίστηκε σε 3 δόσεις (Πίνακας 4.1) με την πρώτη να πραγματοποιείται 10 μέρες μετά την μόλυνση. Για μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε το νερό βρύσης. Κάθε εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με ριζοπότισμα σε 5 μολυσμένα φυτά με ποσότητα 50ml διαλύματος.

Πίνακας 4.1 Οι δόσεις του πυκνού διαλύματος Vacciplant.

1	125μl Vacciplant/250ml H₂O
2	250μl Vacciplant/250ml H₂O
3	500 μl Vacciplant/250ml H₂O

Τα φυτά παρέμειναν στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών συνολικά για 40 μέρες. Έπειτα τα φυτά εξήχθησαν από τον θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών και μεταφέρθηκαν σε κουβάδες με νερό αφού πρώτα είχαν αφαιρεθεί από τα διάφανα πλαστικά ποτήρια.. Οι ρίζες ξεπλύθηκαν με προσοχή για να μην κοπούν. Όταν οι ρίζες είχαν πια καθαρίσει, χωρίστηκε το υπέργειο τμήμα των φυτών από το υπόγειο ώστε να μετρηθεί το νωπό και το ξηρό τους βάρος αντίστοιχα.



Εικόνα 4.1: Απομονωμένοι ωόσακοι



Εικόνα 4.2: Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών



Εικόνα 4.3: Τοποθέτηση ώσασκων *Meloidogynes* sp. σε φυτάριο τομάτας

ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Η απομόνωση των νηματωδών έγινε με μία τροποποίηση της μεθόδου Baermann.

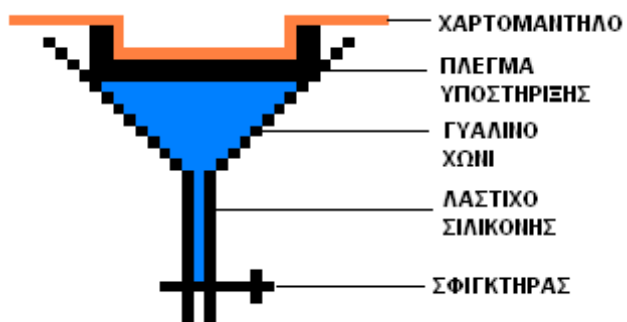
- 300ml εδάφους τοποθετούνται αρχικά εντός πλαστικού δοχείου (κουβά) όγκου $\geq 10\text{lt}$.
- Προσεκτικά διαλύουμε με τα δάχτυλά μας όλα τα συσσωματώματα εδάφους στα οποία μπορεί να υπάρχουν παγιδευμένοι νηματώδεις, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς τους σε υγρασία.
- Προσθέτουμε νερό και αναδεύονται καλά.
- Το αιώρημα (που περιείχε και τους νηματώδεις) αφήνεται σε ηρεμία για λίγα δευτερόλεπτα (5-10) ώστε να κατακαθίσουν τα στερεά υλικά και τα βαρύτερα εδαφικά σωματίδια και στη συνέχεια ρίχνεται μέσω κοσκίνου (κόσκινο No 1) με διάμετρο πόρων 630 μm σε δεύτερο πλαστικό δοχείο (Δεν χρειάζεται να αδειάσουμε τα βαριά υλικά που έχουν κατακαθίσει) (Εικ. 1Α).
- Τα υλικά που έχουν συλλεχθεί στο κόσκινο 1 απορρίπτονται ενώ το αιώρημα του 2^{ου} δοχείου περνά μέσα από δεύτερο κόσκινο με διάμετρο πόρων 150 μm σε τρίτο πλαστικό δοχείο.
- Τα υλικά που έχουν συλλεχθεί στο κόσκινο 2 απορρίπτονται και το αιώρημα του 3^{ου} δοχείου περνά μέσα από τρίτο κόσκινο με διάμετρο πόρων 56 μm .
- Τα υλικά (και οι νηματώδεις) που συλλέγονται στο 3^ο κόσκινο μεταφέρονται προσεκτικά σε ποτήρι ζέσεως (Εικ. 1Β, Γ) και στη συνέχεια εντός υάλινου χωνιού διαμέτρου 10-15εκ. (Εικ. 1Δ). Το χωνί έχει προετοιμαστεί ως εξής: στο σωληνωτό του τμήμα προσαρμόζεται κομμάτι λάστιχου από σιλικόνη μήκους 10εκ. περίπου, στο άκρο του οποίου μπαίνει ειδικός σφιγκτήρας που κλείνει το το χωνί υδατοστεγώς (Εικ. 2). Στην άνω επιφάνεια του χωνιού τοποθετείται δικτυωτό πλέγμα, επί του οποίου τοποθετείται ειδικό για την απομόνωση νηματωδών διηθητικό χαρτομάνηλο. Το αιώρημα με τους νηματώδεις μεταφέρεται εντός του χωνιού, μέσω του χαρτομάντιλου (Εικ. 2).
- Αφού το χαρτομάντιλο στραγγίξει, διπλώνεται ώστε να μην είναι δυνατή η διαφυγή του περιεχομένου του, και το χωνί γεμίζεται με νερό έως ότου καλυφθεί το χαρτομάντιλο.

Το όλο σύστημα αφήνεται σε ηρεμία για διάστημα 48 ωρών, στη διάρκεια του οποίου οι κινητές μορφές των νηματωδών διαπερνούν το χαρτομάντιλο

ενεργητικά και τελικά κατακάθονται στο κάτω άκρο του λάστιχου, απ' όπου γίνεται η παραλαβή τους. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα ωά, οι δυσκίνητες σε φάση έκδυσης νύμφες, οι κύστες καθώς και οι νεκροί νηματώδεις δε μπορούν να διαπεράσουν τους πόρους του χαρτομάντιλου, οπότε δεν ανιχνεύονται με αυτή τη μέθοδο.



Εικόνα 1. Διαδικασία απομόνωσης και συλλογής νηματωδών από υπόστρωμα



Εικόνα 2.5. Σχηματική αναπαράσταση της διάταξης συλλογής νηματωδών με τη μέθοδο Baermann.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

1. Νωπό βάρος ρίζας

Για τις μετρήσεις του νωπού βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Μετά τη ζύγιση η ρίζα φυλάσσονταν στους 4 °C τυλιγμένη με νωπό χαρτί κουζίνας.

Διαδικασία:

1. Στραγγίζεται η ρίζα.
2. Κόβεται το κεντρικό τμήμα.
3. Το υπόλοιπο κόβεται σε τμήματα περίπου 2εκ.
4. Τοποθετείται η ρίζα σε τρυβλίο και αφήνεται στο ψυγείο.

2. Πληθυσμός *Meloidogyne*

Στα μολυσμένα με νηματώδεις φυτά, η μέτρηση του πληθυσμού των *Meloidogyne* έγινε με καταμέτρηση των θηλυκών με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.

Διαδικασία:

➤ Μέτρηση πληθυσμού μετά τη μέθοδο Baermann:

1. Παίρνουμε 5ml από κάθε χωνί.
2. Τοποθετούμε τα 5ml σε ειδικό τρυβλίο καταμέτρησης νηματωδών με 100 τετραγωνάκια.
3. Μετράμε 10 τυχαία τετραγωνάκια.

➤ Μέτρηση πληθυσμού με τη μέθοδο εμβάπτισης σε χλωρίνη:

1. Πλένεται η ρίζα.
2. Γίνεται απομόνωση 10 ωόσακων και στη συνέχεια εμβάπτιση σε 100ml διαλύματος χλωρίνης (20ml χλωρίνη + 80ml H₂O) για 4 λεπτά με περιοδική ανάδευση.

3. Τοποθέτηση 5ml σε ειδικό τρυβλίο καταμέτρησης νηματωδών με 100 τετραγωνάκια.
4. Μετράμε 10 τυχαία τετραγωνάκια.

3.Νωπό & ξηρό βάρος υπεργείου τμήματος φυτών

Για τις μετρήσεις αυτές, χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Αφού καταγράφηκαν οι μετρήσεις του νωπού βάρους, τα υπέργεια τμήματα των φυτών τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε φούρνο, στους 50 °C. Τρεις ημέρες μετά, μετρήθηκε το ξηρό βάρος των υπεργείων τμημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε πίνακες και οι μέσοι όροι των μετρήσεων κάθε ομάδας (δόση, μάρτυρας) σε διαγράμματα. Όπου C= μάρτυρας σε φυτά με νηματώδεις, Mock = υγιή φυτά και Χx= φυτά με νηματώδεις

Πίνακας 5.1 Αποτελέσματα μετρήσεων νωπού βάρους ρίζας.

ΦΥΤΑ	C	MOCK	Xx
1	3,82gr	13,89gr	8,58gr
2	6,90gr	9,24gr	5,70gr
3	6,12gr	10,40gr	11,49gr
4	3,98gr	9,05gr	5,76gr
5	6,73gr	10,27gr	9,48gr
6			5,90gr
7			4,87gr
8			4,23gr
9			7,75gr
10			6,92gr

11			3,10gr
12			3,06gr
13			3,33gr
14			9,47gr
15			10,83gr

Πίνακας 5.2 Αποτελέσματα μετρήσεων νωπού βάρους υπεργείου τμήματος.

ΦΥΤΑ	C	MOCK	Xx
1	14,90gr	16,95gr	20,87gr
2	22,60gr	18,18gr	16,20gr
3	18,63gr	14,87gr	22,29gr
4	10,72gr	20,01gr	18,68gr
5	16,09gr	18,61gr	17,67gr
6			22,85gr
7			16,20gr
8			17,49gr
9			19,94gr
10			14,46gr
11			13,10gr
12			13,76gr
13			16,82gr
14			27,90gr
15			21,65gr

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα μετρήσεων ξηρού βάρους υπεργείου τμήματος.

ΦΥΤΑ	C	MOCK	Xx
1	1,80gr	1,65gr	2,48gr
2	1,94gr	2,40gr	1,40gr
3	2,21gr	1,75gr	2,73gr
4	0,84gr	1,87gr	1,51gr
5	1,61gr	1,90gr	2,25gr
6			2,61gr
7			1,60gr
8			1,60gr

9			2,50gr
10			1,44gr
11			1,13gr
12			1,70gr
13			1,40gr
14			3,84gr
15			2,42gr

Αποτελέσματα μέτρησης πληθυσμού μετά την εμφάνιση σε χλωρίνη :

Πίνακας 5.4 Αποτελέσματα μετρήσεων Σφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
1	590
2	400
3	290
4	400
5	350

Πίνακας 5.5 Αποτελέσματα μετρήσεων Χx 125mlφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
1	420
4	210
8	250
13	470
14	430

Πίνακας 5.6 Αποτελέσματα μετρήσεων Χx250mlφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
5	430
6	580
10	300
11	350
12	340

Πίνακας 5.7 Αποτελέσματα μετρήσεων Χx500mlφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
2	510
3	380
7	530
9	420
15	500

Αποτελέσματα μέτρησης πληθυσμού μετά την μέθοδο Baermann:

Πίνακας 5.8 Αποτελέσματα μετρήσεων Cφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΔΟΣΗ 1	ΔΟΣΗ 2	ΔΟΣΗ 3	ΔΟΣΗ 4	ΔΟΣΗ 5	ΔΟΣΗ 6
1	950	1100	640	520	440	11
2	370	550	500	210	160	30
3	2460	340	400	130	190	10
4	980	770	1080	270	160	18
5	640	880	460	220	180	9

Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα μετρήσεων Xφυτών στα 100 τετραγωνάκια

ΦΥΤΑ	ΔΟΣΗ 1	ΔΟΣΗ 2	ΔΟΣΗ 3	ΔΟΣΗ 4	ΔΟΣΗ 5	ΔΟΣΗ 6
1 ₍₁₂₅₎	850	1060	1190	520	160	100
2 ₍₅₀₀₎	490	630	240	210	110	71
3 ₍₅₀₀₎	970	420	290	410	30	13
4 ₍₁₂₅₎	840	210	280	140	70	30
5 ₍₂₅₀₎	760	450	250	170	67	31
6 ₍₂₅₀₎	1500	8200	260	160	130	34
7 ₍₅₀₀₎	460	680	390	170	78	50
8 ₍₁₂₅₎	1220	280	240	220	110	80
9 ₍₅₀₀₎	700	400	470	110	140	55
10 ₍₂₅₀₎	1250	430	950	180	11	5
11 ₍₂₅₀₎	520	640	720	330	190	110
12 ₍₂₅₀₎	1630	310	2590	140	110	21
13 ₍₁₂₅₎	660	300	2100	130	170	90
14 ₍₁₂₅₎	3500	430	490	190	60	61
15 ₍₅₀₀₎	970	360	490	110	13	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Allen, M.W. 1959. Nematodes - basic taxonomic structures and an outline of literature available for classification. Nemat. Dept. Univ. California.

Agu, C.M. 2008. Effects Of Intercropping On Root-Gall Nematode Disease On Soybean (*Glycine max* (L) Merrill). *Plant Sciences Reasearch*, 1(1):20-23.

Boag, B. & Neilson, R. 1994. Nematode aggregation and its effect on sampling strategies. *Annals of Applied Biology* 37, 103-111.

Bunt, J.A. 1975. Effect and made of action of some systemic nematicides. *Communications Agrc. Univ. Wageningen. The Netherlands*. 127pp.

Bird, A.F. 1974. Plant response to root-knot nematode. *Ann. Rev. Phytopathology* 12, 69-85.

Bryden, J.W. 1967. Hot water treatment of plant material. *Min. Agr. Fish. Food. London Bull.* 201, 42pp.

Chitwood, B.G. & Chitwood, M.B. 1950. An introduction to nematology. Section I: Anatomy. *Monumental Printing Co, Baltimore*, 213pp.

Chitwood, B.G. 1933. Notes on nematode. Systemics and nomenclature. *J. Parasit.* 19, 242- 243.

Crofton, H.D. 1966. Nematodes (Ed.) H. Munro Fox. *Hutchinson Univ. Libr. London*. 160pp.

Chitwood, B.G. 1958. *Bull. Zool. Nomencl.* 15, 860-895.

Christie, J.R. 1959. Plant nematodes their bionomics and control. Florida Agric.Exp. Stn. 256pp.

DaoF., Oostenbrink, M. and Viets, H.A. 1970. A list of nematode surveys made for agricultural purposes. Verslagen en Mededelingen van de Planteziektenkundige Dienst Wageningen. S. Ser. No 415, 84pp.

Drechsler, C. 1937. Some hypomycetes that prey on free living terricolous nematodes. Mycologia 29, pp. 464-487.

Dimock, A.W. 1956. An efficient labor saving method of steaming soil. N.York State College of Agrc. Cornell Ext. Bull. No 635, pp. 1-17.

Di Vito, M., Zaccheo, G., Catalano, F., Campenelli, R. 2000: Effect of soil solarization and low dosages of fumigants on control of the root knot nematodes *Meloidogyne incognita*. Proceedings of the 5th International symposium on chemical and non chemical soil and substrate disinfestation. Acta Horticulturae, 532:171-173.

Eisenback, J.D. & Hirschmann, H. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and factors races. In: . W.R. Nikle (Ed), Manual of agricultural nematology. New York, Marcel Dekker. pp.191-274.

Ferraz L.C.C.B. and Brown D.J.F. 2002. An introduction to nematodes. Plant nematology. A student's textbook.

Flegg, J.J.M. 1966. The Z-organ of *Xiphinema diversicaudatum*. Nematologica 12, 174.

Filipjev, I.N., & Schuurmanns Stekhoven, J.H. 1959. A manual of Agricultural Helminthology. Leiden, E.J. Brill. 879pp (54).

Franklin, M.T. 1965. *Meloidogyne*-Root-knot Eelworms. In: J.F. Southey (Ed) Plant Nematology. London, H.M.S.O. pp. 59-88.

Franklin, M.T. 1951. The cyst-forming species of *Heterodera*. Commw. Agric. Bur. Farnham Royal Bucks England. pp. 26-31.

Gourd, T.R., Schmitt, D.P., Barker, K.R. 1993. Differential Sensitivity of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera* glycyines to Selected Nematicides. Supplement to Journal of Nematology, 25(4S):746-751.

Govindaiah, S.B.D., Philip, T., Datta, R.K. 1991. Effects of marigold (*Tagetespatula*) intercropping against *Meloidogyneincognita* infecting mulberry. Indian J. Nematol., 21:96-99.

Hirschmann, H. 1960. Gross morphology of nematodes, Nematology. (Eds) Sasser, J.N. and Jenkins, W.R. California Univ. Press Chapel Hill, 125-129.

Hirschmann, H. 1971. Comparative morphology and anatomy. In: Zuckerman, B.M., W.F. and Rohde, R.A. (Eds). Plant parasitic nematodes. New York and London. Academic Pres. Vol. I, 11-63.

Jepson, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C.A.B. International.

Jones, F.G.W. & Kempton, R.A. 1978. Population dynamics, population models and integrated control. In: Southey, J.F. (ed.) *Plant Nematology*. HMSO, London UK, pp 333-361.

Jones, M.G.K. 1981. The development and function of plant cells modified by endoparasitic nematodes. In: Plant parasitic nematodes (Eds) Zuckerman, B.M. and Rohde, R.A. Acad. Press, London and New York. Vol. III, pp. 255-279.

Jones, F.G.W. & Perry, J.N. 1978. Modelling populations of cyst-nematodes (Nematoda: Heteroderidae). *Journal of Applied Ecology* 15, 349-371.

Karssen, G. 1999. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goldi, 1982 (Tylenchida) in Europe. University of Gent, Biology Department, Belgium.

Kalaiselvam, I., Devaraj, A. 2011. Effect of root exudates of *Tagetes* sp. On egg hatching behavior of *Meloidogyne incognita*. International Research Journal of Pharmacy, 2(10):93-96.

Krueger, R., Dover, K.E., McSorley, R., Wang, K.-H. 2013 Marigolds (*Tagetesspp.*) for Nematode Management. ENY-056, NG045, University of Florida, IFAS extension,

Kerry, B.R., Leu, F.A.A. Mde. 1992. Key factors in the development of fungal agents for the control of cyst and root-knot nematodes London, UK; Plenum Publ. Co. Ltd. pp. 139-144.

Karpouzas, D.G., Hatziapostolou, P., Papadopoulou-Mourkidou, E., Giannakou, I.O., Georgiadou, A. 2004. The enhanced biodegradation of fenamiphos in soils from previously treated sites and the effect of soil fumigants. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23(9):2099-2107.

LaMondia, J.A. and Brodie, B.B. 1984. Control of *Globoderarostochiensis* by solar heat. *Plant Disease* 68, 474-476.

Linford, M.B. 1941. Parasitism of the root-knot nematode in leaves and stems. *Phytopathology* 31, 634-648.

Luc, M. 1961. Structure de la gonade femelle chez quelques especes du genre *Xiphinema* Cobb, 1913. (Nematoda-Dorylaimoidea) *Nematologica* 6, 144-154.

Luc, M. & Dalmasso, A. 1975. Considerations on the genus *Xiphinema* Cobb, 1919 (Nematoda: Longidoridae) and a « lattice » for the identification of species. *Cah. ORSTOM. ser. Biol.* X(3): 303-327.

Luc, M., Maggenti, A.R., Fortuner, R., Raski, D.J. & Geraert, E. 1987. A reappraisal of Tylenchida (Nemata). 1. For a new approach to the taxonomy of Tylenchina. *Rev. Nematol.* 10, 127-134.

Marban-Mendoza, N., DrckLow, M.B., Zuckerman, B.M. 1992. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. *Fundam. Appl. Nematol.*, 15(2):97-100.

Mena Torres, F., Pfennig, S., Arias Andrés, Mde.J., Márquez-Couturier, G., Sevilla, A., Protti, C.M. 2012. Acute toxicity and cholinesterase inhibition of the nematicide ethoprophos in larvae of gar *Atractosteustropicus* (Semionotiformes: Lepisosteidae). *Rev. Biol. Trop.*, 60(1):361-368.

Ouden, H., den. 1956. The influence of hosts and non-susceptible hatching plants on populations of *Heterodera schachtii*, *Nematologica* 1, 138-144.

Paracer, S.M., Brzeski, M.W. and Zuckerman, B.M. 1966. Nematophagous and predeceous nematodes associated with cranberry soil in Massachusetts. *Plant Dis. Repr.* 50, 584-586.

Pantelalis, I., Karpouzas, D.G., Menkissoglu-Spiroudi, U., Tsiropoulos, N. 2006. Influence of soil physicochemical and biological properties on the degradation and adsorption of the nematicide fosthiazate. *J. Agric. Food Chem.*, 54(18):6783-6789.

Southey, J.F. 1974. Methods for detection of potato cyst nematodes. EPPO Bulletin 4(4), 463-473.

Storer, T.I. & Usinger, R.L. 1965. General Zoology. Mc Craw-Hill Book Co 741pp.

Siddiqui, Z.A., Alam, M.M. 1988. Control of plant parasitic nematodes by *Tagetestenuifolia*. Revue Nématol., 2(3):369-370.

Tyler, J. 1933. Development of the root-knot nematode as affected by temperature. Hilgardia 7, 391-415.

Triantaphyllou, A.C. & Hirschmann, H. 1960. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderae). Ann. Inst. Phytopathol. Benaki 3, 1-11.

Ufer, A., Dohmen, G.P. and Fritsch, H.J. 1993. Impact of the soil disinfectant Basamid granular on terrestrial non-target organisms. Proceedings of the IV International Symposium on Soil and Substrate Infestation and Disinfestation in Leuven.

Wallace, H.R. 1963. The biology of plant parasitic nematodes. Edward Arnold (Publ.) Ltd. 280 pp.

Whitehead, A.G. 1977. Vertical distribution of potato, beet and pea cyst nematodes in some heavily infested soils. *Plant Pathology* 26, 85-90.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Γιαννακού, Ι., Προφήτου-Αθανασιάδου, Δ. 2001. Νηματωδολογία (πανεπιστημιακές σημειώσεις). Έκδοση: Υπηρεσία δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Κολιοπάνος, Κ.Ν. 1999. Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις σκώληκες. Βιολογία-Φυσιολογία - Γενετική ταξινόμηση και παθογένεση επί φυτών - Τρόποι αντιμετώπισης. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας και Ζωολογίας.

Κύρου, Χ.Ν. 2004. Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις. Εκδόσεις Αγροτύπος. Αθήνα.

Ταμπάκης Νικόλαος Μ., Χαψά Ξανθίππη Κ., 2013. Εφαρμοσμένη στατιστική. Εργαστηριακές ασκήσεις. Εκδόσεις ΖΥΓΟΣ. Θεσσαλονίκη

Τριανταφύλλου, Α.Χ. 1960 Προσδιορισμός του φύλλου
Meloidogyne incognita Chitwood 194 και ο αμφιφυλετισμός εις το *M.*
javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Χρονικά Μπεν. Φυτοπαθ. Ινστ. Ν.Σ. 3,
14-36