



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

(πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων
ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ SYLLIT 544SC ΕΝΑΝΤΙΟΝ
ΚΟΜΒΟΝΗΜΑΤΩΔΩΝ (*MELOIDOGYNE* SP.)**

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ-ΔΙΟΝΥΣΙΑΣΤΑΜΑΤΗ (Α.Μ. 11722)

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΔΡ. ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Φυτοπροστασίας και Φαρμακολογίας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας (νυν Εργαστήριο Φυτοπροστασίας Πανεπιστήμιο Πατρών), κατά τα έτη 2018-2019 υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Ειρήνης 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.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Χρίστο Χανδόλια και Μαρία Δημουλά για τη βοήθεια τους καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε με σκοπό να δοκιμασθεί το μυκητοκτόνο σκεύασμα Syllit 544SC ως προς την αποτελεσματικότητά του εναντίον κομβονηματωδών.

Οι νηματώδεις είναι λεπτοί, δραστήριοι, σκωληκόμορφοι οργανισμοί, οι οποίοι απαντώνται όπου υπάρχει οργανική ουσία: στο έδαφος, στα γλυκά, θαλάσσια ή υφάλμυρα νερά, με ελεύθερη διαβίωση ή ως ζωϊκά ή φυτικά παράσιτα προκαλώντας σοβαρές ασθένειες. Η ζημιά που προκαλούν μπορεί να περιοριστεί σε τμήμα μιας καλλιέργειας, μπορεί όμως να οδηγήσουν και σε ολοκληρωτική καταστροφή, ιδιαίτερα αν δράσουν σε συνδυασμό με άλλους παθογόνους οργανισμούς (μύκητες, βακτήρια).

Για να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα από νηματώδεις, απαραίτητος είναι ο προσδιορισμός του είδους, καθώς τα διάφορα είδη νηματωδών έχουν διαφορετικό τρόπο ζωής και διάφορες ιδιότητες και συνήθειες, πάνω στις οποίες βασίζεται και η αντιμετώπιση τους. Για αυτό το λόγο η μακροσκοπική εξέταση πρέπει να συμπληρώνεται και με εργαστηριακή.

Το σκεύασμα SYLLIT 544 SC είναι ένα μυκητοκτόνο με δραστική ουσία το dodine. Πρόκειται για ένα διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προληπτική και θεραπευτική δράση και μεγάλη ικανότητα διείσδυσης στο φυτικό ιστό. Το dodine είναι μοναδική δραστική ουσία που ανήκει στην οικογένεια των γουανιδινών και εφαρμόζεται ως μυκητοκτόνο.

Συμπερασματικά η παρούσα μελέτη έδειξε ότι το σκεύασμα ενδέχεται να εμφανίσει αποτελεσματικότητα εναντίον των κομβονηματωδών. Ωστόσο για την εξαγωγή πιο σαφών συμπερασμάτων, απαιτείται σίγουρα περαιτέρω πειραματισμός.

Λέξεις-κλειδιά : *Meloidogyne javanica*, νηματώδεις, Syllit 544SC, dodine

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 2 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 3 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ..... | 4 |
| 1.1 ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ..... | 6 |
| 1.2 ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ | 7 |
| 1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ..... | 10 |
| Νευρικό σύστημα..... | 10 |
| Πεπτικό σύστημα..... | 10 |
| Ψευδοκοίλωμα..... | 11 |
| Αισθητήρια όργανα..... | 11 |
| 2. Χειλικές θηλές..... | 12 |
| 3. Σμήριγγες..... | 12 |
| 4. Γεννητικές θηλές..... | 12 |
| Συμπληρωματικά όργανα..... | 13 |
| 2. Πόροι..... | 13 |
| 3. Ημιζόνιο..... | 13 |
| 4. Αμφίδια..... | 13 |
| 5. Όργανο Z..... | 13 |
| Απεκκριτικό σύστημα..... | 13 |
| Αναπαραγωγικό σύστημα..... | 14 |
| Αναπαραγωγή..... | 15 |
| 1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ..... | 15 |
| 1.5 ΚΙΝΗΣΗ | 15 |
| 1.6 ΔΙΑΤΡΟΦΗ – ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ..... | 16 |
| Παρασιτικοί υπεργείων φυτικών τμημάτων..... | 16 |
| Προαιρετικά φυτοπαρασιτικοί..... | 17 |
| Εκτοπαρασιτικοί..... | 17 |
| Ημιενδοπαρασιτικοί..... | 17 |
| Ενδοπαρασιτικοί..... | 17 |
| 1.7 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ..... | 17 |
| Μηχανικές Βλάβες..... | 17 |
| Νεκρώσεις..... | 17 |
| Μολύνσεις..... | 18 |
| Παρακμή του φυτού..... | 18 |
| Συμπτώματα υπεργείου τμήματος:..... | 18 |
| Συμπτώματα υπογείου τμήματος..... | 18 |
| 1.8 ΕΠΙΒΙΩΣΗ..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 1.9 ΔΙΑΣΠΟΡΑ..... | 19 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ | 20 |
| 2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ..... | 20 |
| 2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ..... | 20 |
| 2.4 Μορφολογία..... | 22 |
| Θηλυκό..... | 22 |
| Αρσενικό..... | 22 |
| Προνύμφες..... | 23 |
| 2.5 ΔΙΑΤΡΟΦΗ - ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ..... | 24 |
| 2.6 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ..... | 24 |
| Συμπτώματα υπεργείου τμήματος..... | 24 |
| Συμπτώματα υπογείου τμήματος..... | 25 |
| Ιστολογία φυματίων..... | 26 |
| 2.7 ΔΙΑΔΟΣΗ - ΞΕΝΙΣΤΕΣ..... | 27 |
| 2.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ..... | 27 |
| Πρόληψη..... | 27 |
| Αντιμετώπιση..... | 27 |
| 2. Βιολογική καταπολέμηση..... | 31 |
| 3. Χημική καταπολέμηση..... | 33 |
| Α) Καπνιστικά:..... | 33 |
| Β) Μη καπνιστικά:..... | 34 |
| Γ) Αιθέρια Έλαια..... | 36 |
| 2.9 ΤΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ SYLLIT 544SC..... | 37 |
| Τρόπος δράσης:..... | 37 |
| Πλεονεκτήματα σκευάσματος..... | 37 |
| ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ | 38 |
| 3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ..... | 38 |
| 3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 38 |
| Υλικά..... | 38 |
| Διαδικασία..... | 39 |
| Μόλυνση φυταρίων και εφαρμογές σκευάσματος..... | 39 |
| Απομόνωση νηματωδών..... | 40 |
| Μετρήσεις..... | 43 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 45 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 56 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 58 |
| Ξενόγλωσση..... | 58 |
| Ελληνική..... | 60 |
| Διαδικτυακή..... | 60 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ 29 ^Ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ..... | 61 |

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Οι νηματώδεις είναι λεπτοί, δραστήριοι, σκωληκόμορφοι οργανισμοί, οι οποίοι απαντώνται όπου υπάρχει οργανική ουσία: στο έδαφος, στα γλυκά, θαλάσσια ή υφάλμυρα νερά, με ελεύθερη διαβίωση ή ως ζωϊκά ή φυτικά παράσιτα προκαλώντας σοβαρές ασθένειες.

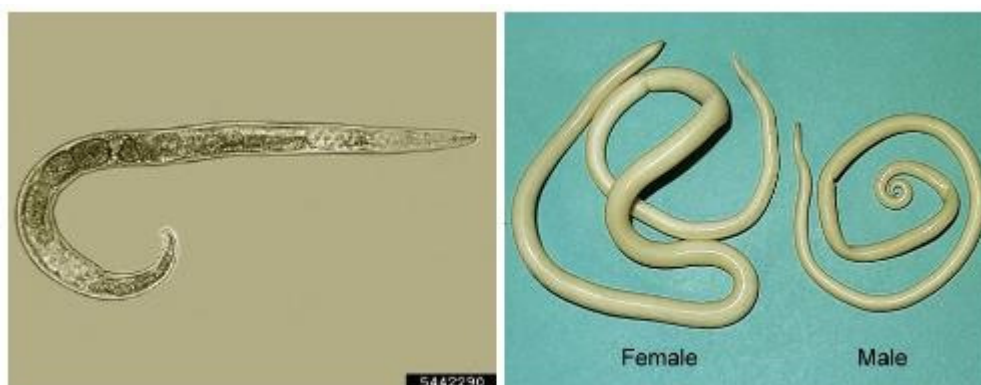
Η λέξη νηματώδης (Nematoda ή Nematelminthes) προέρχεται από την ελληνική λέξη «νήμα» (thread ή threadworms) και παραπέμπει στο σχήμα του σώματος των οργανισμών αυτών. Οι νηματώδεις κατατάσσονται στο Ζωϊκό Βασίλειο, Υποβασίλειο Metazoa, Φύλον Nemata, Codd 1919 (Chitwood, Filipjev et al., 1959) και αποτελούν την πολυπληθέστερη και πιο ευμετάβολη ομάδα από τα Μετάζωα, μετά τα Αρθρόποδα. 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).

Η γνώση της ύπαρξης των νηματωδών ξεκινά από τόσο παλιά όσο και η ιστορία του ανθρώπου, με τους ζωοπαρασιτικούς νηματώδεις να αναφέρονται για πρώτη φορά στις πρώτες Αιγυπτιακές γραφές, 4000 χρόνια π.Χ. Αντίθετα, η ύπαρξη των φυτοπαρασιτικών νηματωδών ήταν άγνωστη έως τον 17^ο αιώνα, λόγω του μικροσκοπικού τους μεγέθους (0,3-10mm) και του τρόπου διαβίωσης τους μέσα στο έδαφος ή μέσα και έξω από τους φυτικούς ιστούς. Η πρώτη “επιστημονική” αναφορά ενός φυτοπαρασιτικού νηματώδη δημοσιεύτηκε το 1743, από τον Turbervill Needham, ο οποίος περιέγραψε τον νηματώδη του σίτου, αρχικά ονομαζόμενου *Vibrio tritici* και γνωστό σήμερα ως *Anguina tritici*. Στην Ελλάδα, η πρώτη αναφορά έγινε το 1935 όταν ο Κ. Ισαακίδης αναγνώρισε τον *Ditylenchus dispaci* σε γαρύφαλλο και τον *A. tritici* σε σιτάρι (Κύρου, 2004).

Ως φυτικά παράσιτα διαβιούν στο έδαφος γύρω από τις ρίζες των φυτών και πολλές φορές αποτελούν σπουδαίο περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης και της παραγωγής τους με ευρεία διάδοση σε όλο τον κόσμο (Dao, et al., 1970). Προσβάλλουν όλες γενικά τις καλλιέργειες και προκαλούν ζημιές που μακροσκοπικά εύκολα μπορούν να αποδοθούν σε άλλα παθογόνα ή άλλα αίτια. Η ζημιά που προκαλούν

μπορεί να περιοριστεί σε τμήμα μιας καλλιέργειας, μπορεί όμως να οδηγήσουν και σε ολοκληρωτική καταστροφή, ιδιαίτερα αν δράσουν σε συνδυασμό με άλλους παθογόνους οργανισμούς (μύκητες, βακτήρια). Οι περισσότερες προσβολές με οικονομικό ενδιαφέρον οφείλονται στους νηματώδεις των ριζοκόμβων του γένους *Meloidogyne* (root-knot nematodes) ή νηματώδεις του εξοιδητικού των ριζών (Τριανταφύλλου, 1960) και στους κυστογόνους των γενών *Heterodera-Globodera* (cyst nematodes).

Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι όλοι οι νηματώδεις που διαβιούν στο έδαφος δεν είναι επιβλαβείς για τα φυτά, αφού έχει αποδειχθεί ότι μόνο το 30-50% εκδηλώνει τέτοια δράση. Αντίθετα, αρκετοί από αυτούς αποτελούν ωφέλιμους οργανισμούς αφού τρέφονται με ακάρεα, έντομα, άλλους νηματώδεις, μύκητες, βακτήρια ή αποσυνθέτουν ριζικούς ιστούς, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους και συντελώντας στη διατήρηση της ευρωστίας 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).



Εικόνα 1.1 (Α) Ο φυτοπαρασιτικός νηματώδης *Pratylenchus* sp. (φωτογραφία από στερεοσκόπιο), (Β) Ο ζωοπαρασιτικός νηματώδης *Ascaris lumbricoides*. (<https://www.ipmimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=6953>, <http://www.tabletsmanual.com/wiki/read/ascariasis>)

1.2 ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

- Βασίλειο: Animalia
- Υποβασίλειο: Metazoa
- Φύλο: Nemata
- Κλάσεις:

A. Secernentea

Τάξεις

Tylenchida

Rhabditida

Aphelenchida

B. Adenophorea

Τάξεις

Dorylaimida

Triplonchida

Τα περισσότερα σημαντικά είδη φυτοпараσιτικών νηματώδων ανήκουν στην Τάξη Tylenchida, με σημαντικότερες τις παρακάτω 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 συγκαταλέγονται στην Τάξη Aphelenchida, οικογένειες Aphelenchidae (*Aphelenchus*), Aphelenchoididae (*Aphelenchoides*), την Τάξη Dorylaimida: Longidoridae (*Longidorus*, *Longidoroides*, *Paralongidorus*, *Xiphinema*, *Xiphidorus*), και την Τάξη Triplonchida (*Trichodorus*, *Paratrachodorus*).

Η συστηματική ταξινόμηση των νηματώδων στηρίζεται κυρίως στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των θηλυκών ατόμων και δευτερευόντως σε αυτά των αρσενικών, των ωών και των προνυμφών.

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

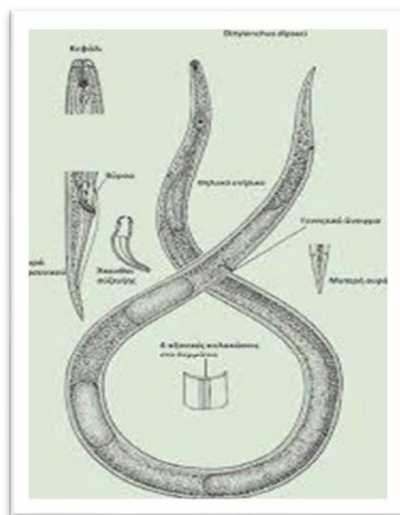
Οι περισσότεροι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις έχουν σώμα λεπτό, σκωληκόμορφο σχεδόν διαφανές, που προστατεύεται από ανθεκτική επιδερμίδα. Οι περισσότεροι έχουν μήκος σώματος μεταξύ 0,5 και 2mm. Αναφέρεται ότι μπορεί να καταμετρηθούν 5 έως 100 νηματώδεις ανά κυβικό εκατοστό καλλιεργούμενου εδάφους. Πολλά είδη φυτοпараσιτικών νηματώδων δεν είναι ορατά με γυμνό οφθαλμό, εξαιρούμενων των ακμαίων θηλυκών ατόμων *Meloidogyne*, *Globodera* και *Heterodera*. Σε μερικά είδη οι αρσενικοί διατηρούν το σκωληκόμορφο σχήμα τους σε

όλα τα στάδια της ανάπτυξης τους, ενώ οι θηλυκοί καθώς αναπτύσσονται διογκώνονται και παίρνουν διάφορα σχήματα (σφαιροειδές, λεμονοειδές, νεφροειδές και απιοειδές, Κύρου 2004).

Οι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις δεν έχουν σκελετό, ούτε εξωτερικές προσαρτήσεις, τρίχες ή άκρα. Δεν έχουν οφθαλμούς, αυτιά, ούτε κυκλοφορικό και αναπνευστικό σύστημα. Τον ρόλο των αισθητήριων οργάνων παίζουν νευρικές απολήξεις, με μορφή κυρίως αισθητήριων θηλών, που βρίσκονται συνήθως στο πρόσθιο και οπίσθιο μέρος του σώματος. Το σώμα τους καλύπτεται από το επιδερμίδιο, την υποδερμίδα και τους σωματικούς μύες (μυϊκό στρώμα).

Για την διευκόλυνση της μελέτης και της περιγραφής τους, το σώμα τους χωρίζεται νοητά σε τρία υποτμήματα: την κεφαλή, το κυρίως σώμα και την ουρά. Στην κεφαλή περιλαμβάνονται το στοματικό άνοιγμα που περιβάλλεται από έξι χείλη (χειλικοί λοβοί) και η στοματική κοιλότητα που φέρει το στίλετο. Το τμήμα που παρεμβάλλεται μεταξύ κεφαλής και ουράς είναι το κυρίως σώμα. Στα θηλυκά άτομα η ουρά αναφέρεται ως έδρα και στα αρσενικά ως αμάρα.

Η διάτρηση των κυτταρικών τοιχωμάτων και η απορρόφηση των συστατικών των κυττάρων επιτυγχάνεται με την ταχεία και παλινδρομική κίνηση του στίλετου, η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια εξειδικευμένων μυών.



Εικόνα 1.2 Ενδεικτικό διάγραμμα της μορφολογίας του σώματος ενός φυτοπαρασιτικού νηματώδη. (Πηγή: <http://www.moa.gov.cy>)

1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Νευρικό σύστημα

Στους νηματώδεις, όπως και στα άλλα ζώα, το νευρικό σύστημα λειτουργεί για να λαμβάνει περιβαλλοντικά ερεθίσματα, μεταφέροντας τα σε ένα κέντρο συντονισμού στο πλαίσιο του νευρικού ελέγχου και μεταδίδοντας αισθητήριες αντιδράσεις στα όργανα εκτέλεσης, όπως είναι οι μύες και οι αδένες. Οι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις, έχουν έναν αριθμό αισθητήριων οργάνων: αμφίδια, φασμίδια, γεννητικές ή χειλικές θηλές, ημιζόνιο και σμήριγγες που συνδέονται με νευρικούς ιστούς και δρουν σαν κύριοι αισθητήρες του ερεθίσματος (χημικό, θερμικό ή απτικό). Το νευρικό σύστημα αποτελείται από ένα κεντρικό νεύρο που περιλαμβάνει κυρίως έναν περί-οισοφαγικό κεντρικό δακτύλιο νεύρων, ο οποίος λειτουργεί σαν “εγκέφαλος” και ονομάζεται νευρικός δακτύλιος. Επίσης, υπάρχει ένα περιφερειακό νευρικό σύστημα σχηματισμένο από σειρές νεύρων που επεκτείνονται από τον δακτύλιο νεύρων μέχρι τα αισθητήρια όργανα.

Πεπτικό σύστημα

Οι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις έχουν πλήρες πεπτικό σύστημα. Αποτελείται από το στοματικό άνοιγμα, τους χειλικούς λοβούς, τη στοματική κοιλότητα, τον μυώδη οισοφάγο, την καρδιά, τον εντερικό σωλήνα και το βραχύ ορθό που διανοίγεται στην κοιλιακή επιφάνεια, στα θηλυκά στην έδρα και στα αρσενικά στην αμάρα. Το πεπτικό σύστημα χαρακτηρίζεται και σαν ένας εσωτερικός σωλήνας, που ξεκινά από το άνοιγμα του στόματος και καταλήγει στην έδρα.

Ο οισοφάγος αποτελεί χαρακτηριστικό όργανο στους νηματώδεις, με μεγάλη σημασία για την ταξινόμηση. Το σχήμα του και γενικότερα η διάπλαση του παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων ειδών νηματωδών. Έχει ένα ή περισσότερα μυώδη εξογκώματα «βολβούς» με ή χωρίς μυζητική βαλβίδα. Ο οπλισμένος με βαλβίδα βολβός, αποτελεί την οισοφαγική κατασκευή με την οποία επιτυγχάνεται η απορρόφηση των τροφών. Όταν ο βολβός βρίσκεται στο μέσο του οισοφάγου ονομάζεται «μεσαίος», ενώ όταν βρίσκεται 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

υποδιαιρείται σε τρία συμμετρικώς διατεταγμένα τμήματα (τρισκελής-τριακτινωτός) που διακρίνονται σε δύο πλαγιοκοιλιακά και ένα νωτιαίο. Ο διαχωρισμός των τμημάτων του οισοφάγου γίνεται ως εξής:

1. **Σώμα:** Αποτελείται από το κυλινδρικό εμπρόσθιο τμήμα ,το πρόσωμα και το διογκωμένο τμήμα που ακολουθεί, το μετασώμα (μεσαίος βολβός).
2. **Ισθμός:** Είναι το πολύ βραχύ και στενό κυλινδρικό τμήμα που συνδέει το μετασώμα με τον οπίσθιο ή τελικό βολβό.

Στους περισσότερους νηματώδεις υπάρχουν τρεις οισοφαγικοί αδένες, που βρίσκονται δια μέσου των τοιχωμάτων του οισοφάγου, ένας νωτιαίος και δύο πλαγιοκοιλιακοί, μπορεί όμως να είναι 5 ή και περισσότεροι. Τα εκκρίματα των αδένων χρησιμεύουν στην πέψη των τροφών.

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).

Το έντερο, ακολουθεί τον οισοφάγο και λέγεται εντερικός σωλήνας. Είναι ένας απλός, μακρύς σωλήνας, ευθύς, δίχως μύες που αποτελείται από ένα στρώμα επιθηλιακών κυττάρων. Χωρίζεται σε τρία μέρη, το πρόσθιο αδενώδες, το μεσαίο και το οπίσθιο. Η απόρριψη των τροφών στο περιβάλλον, γίνεται μέσω του ορθού, το οποίο είναι ένας πεπλατυσμένος σωλήνας που συνδέεται με το κυρίως έντερο μέσω ενός σφιγκτήρα. 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).

Ψευδοκοίλωμα

Κάτω από την επιδερμίδα και το μυϊκό στρώμα υπάρχει το ψευδοκοίλωμα. Αυτό είναι γεμάτο με ένα υγρό όπου βρίσκονται όλα τα εσωτερικά όργανα. Επιπλέον,παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην συντήρηση μιας υψηλής εσωτερικής πίεσης σπαργής, που είναι απαραίτητη για την κίνηση του νηματώδη. Ακόμα θεωρείται προφανές ότι λειτουργεί σαν αναπνευστικό και κυκλοφοριακό σύστημα.

Αισθητήρια όργανα

1. Φασμίδια

Στους περισσότερους νηματώδεις της κλάσης Secernentea, πλευρικά της πίσω περιοχής υπάρχει ένα ζεύγος επιδερμικών θυλάκων που μοιάζουν με τα αμφίδια και

ονομάζονται φασμίδια. Τα φασμίδια είναι αισθητήρια όργανα αφής και συνήθως βρίσκονται στην ουρά. 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). Η παρουσία ή η απουσία των φασμιδίων, η ακριβής θέση εντοπισμού τους στο σώμα του νηματώδη και η δυνατότητα διάκρισής τους, αποτελούν ταξινομικούς χαρακτήρες πάνω στους οποίους στηρίζεται ο διαχωρισμός ορισμένων ομάδων. 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. Etal., 1987).

2. Χειλικές θηλές

Οι χειλικές θηλές είναι επιδερμικές ανορθώσεις (κατασκευές). Βρίσκονται γύρω από το στοματικό άνοιγμα και συνδέονται με νεύρα που ξεκινούν από τον νευρικό δακτύλιο και αναμφίβολα λειτουργούν σαν αισθητήρια όργανα, πιθανότατα αφής.

3. Σμήριγγες

Οι σμήριγγες είναι επιμηκυσμένες κατασκευές, διαρθρωμένες με την επιδερμίδα και μπορούν να κινούνται. Είναι δυνατόν να βρεθούν σε οποιαδήποτε περιοχή του σώματος. Διακρίνονται σε ουραίες και σωματικές σμήριγγες και συνδέονται με σωματικά μη εξειδικευμένα νεύρα. Στα Secernentea (Phasmidia) οι σωματικές σμήριγγες συνήθως λείπουν, ενώ στα Adenophorea (Aphasmidia) είναι μακριές (Κύρου, 2004).

4. Γεννητικές θηλές

Αυτές εντοπίζονται στην κοιλιακή επιφάνεια των αρσενικών νηματωδών και στο πίσω άκρο πριν ή μετά την έδρα στα θηλυκά. Παίρνουν διάφορα σχήματα και συνδέονται με νεύρα. Μπορεί να καλύπτονται είτε από τις ουραίες πτέρυγες είτε να απαρτίζουν ανορθώσεις από λεπτό επιδερμικό στρώμα (Κύρου, 2004).

Συμπληρωματικά όργανα

1. Αυχενικές αισθητήριες θηλές (Deirids)

Στην περιοχή του νευρικού δακτύλιου, μερικοί νηματώδεις έχουν ένα ζεύγος αισθητήριων θηλών, που εμφανίζονται σαν ελαφρές προεξοχές της επιδερμίδας. Αυτές οι θηλές ονομάζονται deirids, που όπως φαίνεται λειτουργούν σαν όργανα αφής.

2. Πόροι

Την επιδερμίδα των νηματωδών συχνά την διαπερνούν πόροι διάφορης μορφής που συνήθως είναι συνδεδεμένοι με αδένες. Οι πόροι έχουν διάφορη διάταξη και είναι χρήσιμοι για ταξινομικούς διαχωρισμούς.

3. Ημιζόνιο

Το ημιζόνιο βρίσκεται στην κοιλιακή πλευρά του νηματώδη κοντά στον απεκκριτικό πόρο και σχηματίζει ένα ημικόκλιο. Ο ρόλος του δεν είναι ακόμη διευκρινισμένος, ωστόσο θεωρείται ότι σχετίζεται άμεσα με το νευρικό σύστημα (Hirschmann, 1971).

4. Αμφίδια

Πλάγια της κεφαλής, σε όλους τους νηματώδεις υπάρχουν 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.

5. 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 & Dalmaso, 1975).

Απεκκριτικό σύστημα

Οι γενικές λειτουργίες του απεκκριτικού συστήματος στα ζώα είναι 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 είναι δυνατόν να επιμηκύνεται και να

συνδέεται μέσω ενός αγωγού κατευθείαν με τον απεκκριτικό πόρο, ο 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, κοιλιακώς. 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 φυτοпараσιτικοί νηματώδεις (Tylenchida) έχουν έναν μόνο αγωγό που έχει ως κατάληξη τον απεκκριτικό πόρο (Κύρου, 2004).

Αναπαραγωγικό σύστημα

Οι νηματώδεις είναι συνήθως γονοχωριστικά, δηλαδή χωρίζονται σε θηλυκά και αρσενικά άτομα.

Τα γεννητικά όργανα των θηλυκών ατόμων αποτελούνται συνήθως από ένα ή πιο συχνά 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 συναντιούνται συνήθως στο μέσο του σώματος, στη μήτρα και ακολουθεί ο κόλπος ο οποίος εκβάλλει προς τα έξω μέσω του γεννητικού πόρου. Στην περίπτωση που ο βραχίονας είναι ένας τότε 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).

Το αναπαραγωγικό σύστημα των αρσενικών εντοπίζεται στο οπίσθιο μέρος του σώματος κοντά στην αμάρα. Μπορεί να αποτελείται 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 συνδεδεμένος 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 (spicules). Σε ορισμένα είδη, τα αρσενικά άτομα φέρουν κάποιους επιδερμικούς σχηματισμούς στην περιοχή της αμάρας, οι οποίοι ονομάζονται ουραίες πτέρυγες (bursae) και λειτουργούν σαν όργανα περίπτυξης κατά την διάρκεια της συνουσίας (Filipjev et al., 1959, Thorne, 1961).

Αναπαραγωγή

Όπως προαναφέρθηκε οι νηματώδεις είναι συνήθως γονοχωριστικά ζώα. Σπανίως έχουν παρατηρηθεί ορισμένα αμφιφυλετικά είδη που έχουν δηλαδή εκτός των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του ενός φύλου 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). Σε μερικά είδη όπου τα θηλυκά υπερέχουν των αρσενικών ή τα αρσενικά είναι σπάνια ή απουσιάζουν, η αναπαραγωγή γίνεται παρθενογενετικά. Υπάρχουν και μερικά είδη που είναι ερμαφρόδιτα (ωάρια και σπερματοζωάρια παραγόμενα από το θηλυκό) και αναπαράγονται με αυτογονιμοποίηση.

1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Τα στάδια του βιολογικού κύκλου των νηματωδών είναι έξι: εμβρυικό, τέσσερα προνυμφικά και ενήλικο (ακμαίο ή τέλειο). Ο θηλυκός νηματώδης, ανάλογα με το είδος, γεννά τα ωά του μέσα ή έξω από τις ρίζες των φυτών. Ο αριθμός των ωών που εναποθέτει κάθε θηλυκό άτομο εξαρτάται από το είδος του νηματώδη και κυμαίνεται από 100 ή και λιγότερα μέχρι 2000 ή και περισσότερα (*Globodera* sp. 500-600 ωά, *Aguina tritici* 2000 και άνω). Η εκκόλαψη των ωών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, και 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).

1.5 ΚΙΝΗΣΗ

Οι νηματώδεις κινούνται με τη βοήθεια του μυϊκού τους συστήματος με κυματοειδή κίνηση, σε ελάχιστη ποσότητα νερού μέσα στο έδαφος ή στην επιδερμίδα των υπεργείων φυτικών μερών. Με αυτόν τον τρόπο οι προνύμφες μετά την εκκόλαψη τους βρίσκουν στο έδαφος το φυτό-ξενιστή ή μετακινούνται από ρίζα σε ρίζα όπου και διατρέφονται. Γενικά αυτή η κίνηση σπάνια ξεπερνά 1-2 μέτρα το χρόνο, συνήθως

περιορίζεται σε μερικά εκατοστά. Κανένα είδος δεν είναι δυνατόν 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.

1.6 ΔΙΑΤΡΟΦΗ – ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Οι νηματώδεις έλκονται χημικά από τις ρίζες των φυτών, λόγω ορισμένων ριζικών εκκριμάτων και κινούνται μέσα στο έδαφος προς αυτές. Όταν φθάσουν στον προορισμό τους, φέρνουν το στοματικό τους άνοιγμα σε επαφή με το φυτικό ιστό και στη συνέχεια καταφέρνουν με το στίλετο τους πολλαπλά χτυπήματα (οι προνύμφες 2^{ου} σταδίου του *Heterodera glycines* κάνουν 80 χτυπήματα ανά λεπτό, ενώ των *Meloidogyne* μέχρι 200 χτυπήματα ανά λεπτό). Με τα χτυπήματα αυτά και με τη βοήθεια ενζύμων (π.χ. πηκτινασών) που εκκρίνονται από τους νηματώδεις, οι μεμβράνες των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτικών ιστών τελικά λύονται. Μέσα από το άνοιγμα που δημιουργείται, οι νηματώδεις εισάγουν το στίλετο τους (εκτοπαρασιτικοί) ή τμήμα του προσθίου σώματος (ημι-ενδοπαρασιτικοί) ή και ολόκληρο το σώμα τους (ενδοπαρασιτικοί) εντός του φυτικού ιστού. Στη συνέχεια, 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 μετακινούνται εντός ή πάνω στους φυτικούς ιστούς προς εύρεση ενός νέου σημείου, ή πεθαίνουν.

Ο αριθμός των νηματωδών, που προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών μπορεί να είναι τεράστιος. 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:

Παρασιτικοί υπεργείων φυτικών τμημάτων

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

Προαιρετικά φυτοпараσιτικοί

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

Εκτοπαρασιτικοί

Τα είδη αυτά διαβιούν εκτός του φυτού και χρησιμοποιούν το στιλέτο για να τραφούν από τα κύτταρα των ριζών αυτού.

Ημιενδοπαρασιτικοί

Οι νηματώδεις αυτοί διεισδύουν μερικώς στο φυτό-ξενιστή και τρέφονται από αυτό σε κάποιο σημείο του κύκλου ζωής τους. Συνήθως η κεφαλή του νηματώδους διεισδύει στη ρίζα και του επιτρέπει να σχηματίσει ένα μόνιμο κύτταρο τροφοδοσίας. Π.χ. *Belonolaimus*, *Dolichodorus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Merlinius*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, *Tylenchulus*. Εδώ επίσης πρέπει να συμπεριληφθούν και τα γένη *Globodera* και *Heterodera* που παρουσιάζουν ενδιάμεση συμπεριφορά σίτισης.

Ενδοπαρασιτικοί

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

1.7 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ

Οι ζημιές που μπορούν να προκαλέσουν οι νηματώδεις στα φυτά είναι:

Μηχανικές Βλάβες

Προκαλούνται από τον τρόπο που τρυπούν οι νηματώδεις με το στιλέτο 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 υποψιαστούμε την 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 ζωνή ανάπτυξη. Στις περιπτώσεις, που οι νηματώδεις προσβάλλουν το υπόγειο μέρος των φυτών, τα συμπτώματα στο υπέργειο μέρος του φυτού μοιάζουν με εκείνα που προκαλούνται όταν οι ρίζες του φυτού δυσλειτουργούν ή όταν λείπουν ορισμένα θρεπτικά στοιχεία (τροφοπενίες).

Συμπτώματα υπεργείου τμήματος:

- Η ζωνρότητα 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.

1.8 ΕΠΙΒΙΩΣΗ

Απαραίτητα στοιχεία για την επιβίωση των νηματωδών είναι το νερό και το οξυγόνο. Οι νηματώδεις για να αντέξουν την έλλειψη νερού, 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 των νηματωδών εξαρτάται και από άλλες συνθήκες, που επικρατούν στο περιβάλλον που ζουν, από την θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του εδάφους, τον αερισμό, τον εδαφικό τύπο, την ύπαρξη κατάλληλου ξενιστή κλπ.

Το σώμα των νηματωδών προστατεύεται κάπως από την επιδερμίδα, αλλά μεγάλη προστασία τους προσδίδει το περιβάλλον που 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, ωΐδια).

1.9 ΔΙΑΣΠΟΡΑ

Η διάδοση των φυτοпараσιτικών νηματωδών 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1 ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *MELOIDOGYNE*

Ο Berkeley ήταν ο πρώτος επιστήμονας που πρωτοανέφερε προσβολή ριζών από το γένος *Meloidogyne* σε φυτά αγγουριάς σε ένα θερμοκήπιο στην Αγγλία το 1855. Η διαπίστωση ότι ο νηματώδης αυτός είναι υποχρεωτικό παράσιτο έγινε από τον Goeldi το 1887 που περιέγραψε ένα νηματώδη προκαλούντα εξογκώματα στις ρίζες (root-knot) 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*.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το γένος *Meloidogyne* κατατάσσεται στην Τάξη Tylenchida, Υπόταξη: Tylenchina, Υπεροικογένεια: Tylenchoidea, Οικογένεια: Meloidogynidae.

2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Τα στάδια ανάπτυξης των νηματωδών *Meloidogyne* spp. είναι το εμβρυικό, τέσσερα προνυμφικά (J1-J4) και το ενήλικο. Τα ανεπτυγμένα θηλυκά που είναι εγκατεστημένα στους ριζικούς ιστούς παράγουν τα ωά τους μέσα σε ζελατινώδη άχρωμη ουσία που εκκρίνεται μέσω της έδρας από 6 ευμεγέθεις (ουραίους) αδένες. Η όλη αυτή κατασκευή ονομάζεται ωόσακκος. Αυτός ο ωόσακκος καλύπτει πλήρως τα ωά προστατεύοντας τα από αντίξοες εδαφικές συνθήκες και κυρίως από την έλλειψη υγρασίας και μπορεί να βρίσκεται εντός ή εκτός του ριζικού ιστού, ανάλογα με τη θέση του θηλυκού. Αρχικά είναι μαλακός, κολλώδης και διάφανος αλλά με το πέρασμα του χρόνου γίνεται πιο σκληρός και σκούρος κίτρινος έως καφέ (Moens et al., 2009). Συνήθως κάθε θηλυκό παράγει 200-500 ωά. Σε μη κατάλληλους ξενιστές ο αριθμός αυτός μπορεί να περιοριστεί σημαντικά και να μην ξεπερνά τα 10. Επίσης, η ημερήσια ωοτοκία κυμαίνεται σε μεγάλα όρια και εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα των

ξενιστών. Σε ευνοϊκές συνθήκες ένα θηλυκό μπορεί να εναποθέσει 34-78 ωά ή και περισσότερα.

Μέσα στο ωό γίνεται η πρώτη έκδυση και προκύπτει η προνύμφη 1^{ου} σταδίου, ενώ η δεύτερη έκδυση λαμβάνει χώρα κατά την εκκόλαψη, οπότε προκύπτει η προνύμφη 2^{ου} σταδίου (η μορφή που προκαλεί τη μόλυνση των ριζών J2). Η διάρκεια επώασης των ωών μπορεί να διαφέρει, π.χ. υπολογίζεται σε 9 ή 31 ημέρες που αντιστοιχούν σε θερμοκρασίες 27°C και 16,5°C (Tyler, 1933). Ακριβώς πριν την εκκόλαψη του ωού, η J2 δραστηριοποιείται μέσα στο ωό και με παλινδρομική κίνηση της κεφαλής κτυπά με το στιλέτο το κέλυφος του ωού, έως ότου το τρυπήσει. Διάφορες ουσίες από τις ρίζες μπορούν να προσελκύσουν την προνύμφη από απόσταση 2-10cm ή και περισσότερο. Οι J2 κινούνται είτε μέσα στο ριζικό ιστό για να βρουν νέες θέσεις σίτισης, είτε μέσα στο έδαφος για να προσβάλλουν τα ριζίδια του πλησιέστερου φυτού ξενιστή. Μόλις εγκατασταθούν στη θέση σίτισης, ξεκινούν να τρέφονται. Η διατροφή αυτή προκαλεί τον σχηματισμό γιγαντιαίων κυττάρων και οι πλούσιες θρεπτικές ουσίες που βρίσκονται σε αυτά τα κύτταρα τους επιτρέπουν να υφίστανται μορφολογικές αλλαγές ώστε να γίνουν ακίνητες και να πάρουν σχήμα λουκάνικου. Χωρίς περαιτέρω διατροφή, πραγματοποιούν την 2^η, 3^η και 4^η έκδυση τους. Το στιλέτο στις προνύμφες 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου δεν είναι ορατό, το δεδομένο χρονικό διάστημα δεν τρέφονται και αρχίζει η ανάπτυξη των γεννητικών αδένων. Το στιλέτο γίνεται ξανά ορατό μετά την τελευταία έκδυση οπότε ξαναρχίζει η διατροφική τους δραστηριότητα (Karssen, 1999). Με την έναρξη αυτής, παρατηρείται αύξηση του εύρους του σώματος των ενήλικων πια θηλυκών. Στη φάση αυτή και πριν ξεκινήσει η εναπόθεση των ωών, το εύρος φτάνει στο μέγιστο του (σχεδόν τετραπλάσιο των J3) (Triantaphyllou & Hirschmann, 1960). Το θηλυκό άτομο συνεχίζει να τρέφεται για το υπόλοιπο της ζωής του, ενώ το αρσενικό δεν τρέφεται.

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου επηρεάζεται από την θερμοκρασία, τον ξενιστή, την υγρασία του εδάφους και από την διαθεσιμότητα O₂ στο έδαφος. Σε ευνοϊκές συνθήκες, ο βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται μέσα σε τρεις με τέσσερις εβδομάδες.

2.4 Μορφολογία

Θηλυκό

Ο γενετήσιος διμορφισμός είναι εμφανής. Το σώμα των θηλυκών είναι απιοειδές έως σφαιρικό μήκους 0,4-1,3mm με λαιμό κοντό ή μακρύ που προεξέχει. Η επιδερμίδα παραμένει μαλακή, μέτρια χονδρή, με λευκή μαργαρώδη απόχρωση. Το στίλετο τους είναι κοντότερο και λεπτότερο των *Heterodera* 10-24μm (συνήθως 14-15μm), με μικρά εξογκώματα στη βάση και με ελαφριά νωτιαία κύρτωση. Φασμίδια εντοπίζονται σε κάθε πλευρά της ουράς νοτίως της έδρας, συνήθως εμφανή σαν μικρά στίγματα.

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. Αυτές οι ραβδώσεις σχηματίζονται με την πίεση που ασκεί η καλυπτρίδα και η αντικειμενοφόρος πλάκα στο θηλυκό. Ενώ κάποια 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 βάση τη μορφολογία του περιεδρικού αποτυπώματος.



Εικόνα 2.1 Θηλυκό *Meloidogyne* sp.

(Πηγή: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5433475>)

Αρσενικό

Παραμένει σκωληκόμορφο με τελικό μήκος 700-1900μm 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 2.2 Εξέλιξη από ωό σε ακμαίο.

(Πηγή: BIRD, A. F. 1971. *The structure of nematodes*. Academic Press, New York)

Προνύμφες

Οι προνύμφες 2^{ου} σταδίου είναι το κατεξοχήν παθογόνο στάδιο με σώμα σκωληκόμορφο λεπτότερο και λιγότερο εύρωστο των *Heterodera*, με μήκος περίπου 250-600μm (συνήθως 300-500μm). 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 στιλέτο είναι λεπτό, συνήθως κάτω των 20μm με κώνο όσο το μήκος του ή και λιγότερο, με λεπτά εξογκώματα στη βάση. Εκβολή νωτιαίου οισοφαγικού αδένα 2-8μm όπισθεν της βάσης του στιλέτου. Οι προνύμφες 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου είναι διογκωμένες σταθεροποιημένες μέσα στο ριζικό ιστό δίχως στιλέτο και δια μέσου της επιδερμίδας του 2^{ου} σταδίου, που διατηρεί την λεπτή ουραία απόφυση.



Εικόνα 2.3 Προνύμφη 2^{ου} σταδίου.

2.5 ΔΙΑΤΡΟΦΗ - ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Η μόλυνση ξεκινά όταν η προνύμφη 2^{ου} σταδίου διαπεράσει με παλινδρομική κίνηση του στιλέτου τη ρίζα, κυρίως στη ζώνη επιμήκυνσης και κοντά στο άκρο της ρίζας όπου οι ιστοί είναι τρυφεροί.

Μόλις διαπεράσει τη ρίζα κινείται διακυτταρικά μέσα στον φλοιό, στην περιοχή κυτταρικής διαφοροποίησης. Τα κύτταρα κατά μήκος αυτής της διαδρομής μετανάστευσης, απλά συμπιέζονται και δεν χρησιμοποιούνται ως τροφή. Σπάνια τρέφονται με φλοιώδη κύτταρα. Αφού επιλέξει μια κατάλληλη θέση σίτισης, συνήθως στο κύριο φλοιώμα ή το παρακείμενο παρέγχυμα, η προνύμφη ξεκινά να τρέφεται από μια ομάδα 5 ή 6 κυττάρων. Αυτά τα κύτταρα υφίστανται σημαντικές μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές μέσα σε λίγες ώρες από την εκκίνηση της μόλυνσης συνέπεια εκκρίσεων του οισοφαγικού αδένου. Τα κύτταρα μεγαλώνουν, γίνονται υπερτροφικά και το κυτταρόπλασμα παρουσιάζει μια πυκνή και κοκκώδη εμφάνιση. Τα κύτταρα υφίστανται διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις, χωρίς να πραγματοποιείται κυτοκίνηση και έτσι γίνονται πολυπύρηννα. Τα κύτταρα αυτά, τα οποία ονομάζονται γιγαντιαία κύτταρα (giant cells), μετατρέπονται τελικά σε περίπλοκα θρεπτικά κύτταρα, από τα οποία ο νηματώδης προσλαμβάνει τη τροφή του για να συνεχίσει την ανάπτυξη του. Η προνύμφη διογκώνεται (σχήμα λουκάνικου), χάνει την κινητικότητα της και από αυτό το σημείο τρέφεται αποκλειστικά από τα γιγαντιαία κύτταρα.

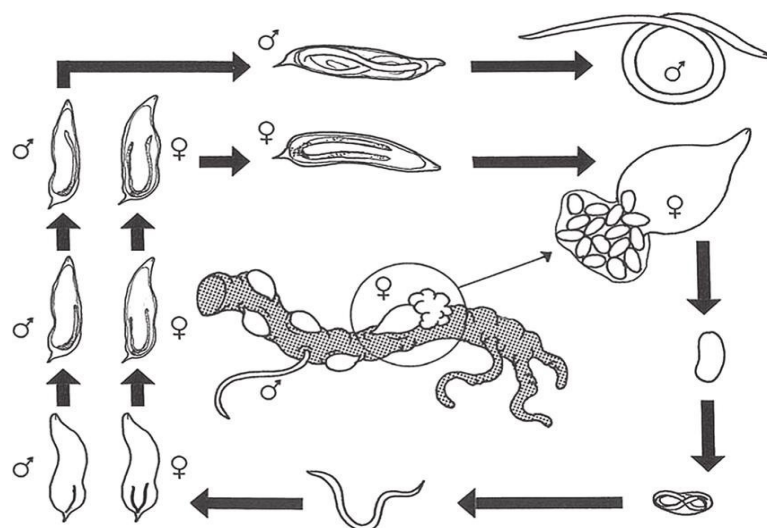
Στην περίπτωση όμως που τα κύτταρα δεν προσελκύσουν την προνύμφη, αυτή συνήθως δεν κατορθώνει να αναπτυχθεί, να ενηλικιωθεί και να αναπαραχθεί, αλλά αποθνήσκει.

2.6 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Συμπτώματα υπεργείου τμήματος

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από τους *Meloidogyne* στο υπέργειο τμήμα των φυτών δεν εμφανίζουν κάποιο χαρακτηριστικό γνώρισμα που να φανερώνει την παρουσία τους. Συμπτώματα που θα μπορούσαν να αποδοθούν στον παρασιτισμό των ριζών από νηματώδεις είναι: αναστολή της ανάπτυξης των φυτών, μαράνσεις φύλλων, ιδιαίτερα κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, που επανέρχονται τη νύχτα ή μετά την περιφερειακή ξήρανση των φύλλων, συμπτώματα έλλειψης ιχνοστοιχείων ή αζώτου, φυτά μη εύρωστα που νεκρώνονται πολύ πρόωρα με περιορισμό της καρποφορίας και απώλειες στην παραγωγή. Μερικά είδη μπορούν να προκαλέσουν σε ορισμένα φυτά

την εμφάνιση φυματίων στα φύλλα και στελέχη (Linford, 1941). Τα συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα εξαρτώνται από τον πληθυσμό των νηματωδών και το είδος του ξενιστή και γίνονται πιο έντονα σε αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών, όπως ξηρασία, μικρή γονιμότητα του εδάφους.



Εικόνα 2.4 Κύκλος παρασιτισμού *Meloidogyne*.

(Πηγή: B. Karssen and Moens, 2006)

Συμπτώματα υπογείου τμήματος

Βασικό και καθοριστικό σύμπτωμα της προσβολής από *Meloidogyne* είναι ο σχηματισμός φυματίων στις ρίζες, δηλαδή η παρουσία ακανόνιστων διαπλατυνσεων με μορφή κόμβων και εξογκωμάτων από υπερτροφικά κύτταρα του φλοιού της ρίζας. Ο αριθμός, το σχήμα και το μέγεθος των φυματίων εξαρτάται από το είδος του νηματώδη, τον πληθυσμό που έχει προσβάλλει τη ρίζα αλλά και το είδος, την ηλικία και την ποικιλία του ξενιστή. Οι σοβαρές προσβολές χαρακτηρίζονται από την εμφάνιση μεγάλου αριθμού μικρών και μεγάλων εξογκωμάτων σε όλο το ρζικό σύστημα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται τερατόμορφο, ενώ το φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό που χρειάζεται για τις μεταβολικές του δραστηριότητες, με συνέπεια το υπέργειο τμήμα να έχει μικρή ανάπτυξη, περιορισμένη ανθοφορία και καρπόδεση και κακή ποιότητα καρπών. Κάποιες φορές η μόλυνση μπορεί να συνοδεύεται από έκφυση πολλών πλάγιων ριζιδίων γύρω από τη προσβεβλημένη περιοχή. Αν και καθοριστικό σύμπτωμα της προσβολής των *Meloidogyne* συνήθως είναι ο σχηματισμός των φυματίων μόνο ορισμένα είδη που

θεωρούνται παθογόνα με μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον όπως τα *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* και *M. hapla*, προκαλούν κόμβους και εξογκώματα που ενωμένα τείνουν να γίνουν μεγάλα και περιέχουν θηλυκά εμπηγμένα σε βάθος. Οι ωόσακκοι συχνά βρίσκονται δια μέσου των εξογκωμάτων, συνήθως όμως ο ιστός της ρίζας θραύεται και εξέρχονται στην επιφάνεια (Jepson, 1987).

Μία προνύμφη δεν είναι ικανή να σταματήσει την ανάπτυξη της ρίζας, στην περίπτωση όμως που ο αριθμός είναι σχετικά μεγάλος, η ανάπτυξη σταματά μέσα σε 24 ώρες. Όταν συμβεί αυτό, τα κύτταρα της καλύπτρας και τα υπόλοιπα κύτταρα που βρίσκονται κοντά στο άκρο της ρίζας παύουν να διαιρούνται. Η ανάπτυξη του κεντρικού κυλίνδρου σταματά και στα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού εμφανίζεται κάποια υπερτροφία. Όσο η ζημιά στη ρίζα γίνεται πιο σοβαρή, οι ρίζες υφίστανται δευτερογενείς προσβολές από μύκητες (*Fusarium oxysporum*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*) και βακτήρια (*Pseudomonas*). Όπου υπάρχει συνεργισμός νηματώδων με παθογόνους μύκητες, ιούς, έντομα ή άλλα είδη νηματώδων, είναι πιθανό να υπάρξει πλήρης καταστροφή των φυτών.



Εικόνα 2.5 Προσβολή ριζών τομάτας από *Meloidogyne sp.*

Ιστολογία φυματίων

Τα εξογκώματα που προκαλούνται από τους νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* είναι υπερτροφικά (γιγαντιαία) κύτταρα του φλοιού που περιβάλλουν τον νηματώδη. Αναπτύσσονται γρήγορα υπό την επίδραση ρυθμιστικών ουσιών ανάπτυξης που εκκρίνουν οι προνύμφες 2^{ου} σταδίου από τους νωτιοκοιλιακούς οισοφαγικούς τους αδένες για να τραφούν (Bird, 1974; Jones, 1981).

2.7 ΔΙΑΔΟΣΗ - ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Η κίνηση της προνύμφης, όπως προαναφέρθηκε, είναι πολύ βραδεία και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, γι' αυτό σπάνια μπορεί να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη από 1-2m ετησίως. 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* απαντούνται σε κλίματα τροπικά υποτροπικά, εύκρατα μετρίας θερμοκρασίας, 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.

2.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Για να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα από νηματώδεις, απαραίτητος είναι ο προσδιορισμός του είδους, καθώς τα διάφορα είδη νηματωδών έχουν διαφορετικό τρόπο ζωής και διάφορες ιδιότητες και συνήθειες, πάνω στις οποίες βασίζεται και η αντιμετώπιση τους. Για αυτό το λόγο η μακροσκοπική εξέταση πρέπει να συμπληρώνεται και με εργαστηριακή. Πρακτικά, δύο είναι οι βασικές κατευθύνσεις αντιμετώπισης των νηματωδών: πρόληψη και καταπολέμηση (Wallace, 1963).

Πρόληψη

1. Το πολλαπλασιαστικό υλικό (σπόροι, βολβοί, μοσχεύματα, κόνδυλοι, φυτάρια για μεταφύτευση, δενδρύλλια φυτωρίων) πρέπει να είναι απαλλαγμένο από νηματώδεις.
2. Χρήση γεωργικών εργαλείων ή χρήση άλλων υλικών, που έχουν απολυμανθεί
3. με θερμό νερό ή ατμό ή με ένα χημικό παρασκεύασμα.
4. Για την πρόληψη ή αποκλεισμό εισόδου επικίνδυνων νηματωδών σε μια αμόλυντη περιοχή θεσπίζονται νομοθετικά μέτρα για την διενέργεια φυτοϋγειονομικού ελέγχου στα διακινούμενα φυτικά υλικά και μέσα συσκευασίας γεωργικών προϊόντων.

Αντιμετώπιση

1. Φυσικές μέθοδοι – Καλλιεργητικά μέτρα

Γνωρίζοντας τη βιολογία των νηματωδών, τις επιδράσεις του περιβάλλοντος και τα φυτά πάνω στα οποία μπορούν να διατραφούν και να αναπαραχθούν, τα παρακάτω

μέτρα, που συνήθως είναι σχεδόν μηδενικού κόστους, μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη μείωση του πληθυσμού τους.

Κατεργασία εδάφους, αμέσως μετά τη συγκομιδή, κατά την περίοδο του καλοκαιριού, για την αναστροφή των ριζών (καλλιέργεια, ζιζάνια) και την έκθεση των νηματωδών στον αέρα και ήλιο.

Προετοιμασία του αγρού και διατήρηση της γονιμότητας. Φυτά που από την αρχή εγκαθίστανται στον αγρό με καλό φύτρωμα έχουν μεγαλύτερη αντίσταση σε προσβολές νηματωδών, εντόμων και ασθενειών που μπορεί αργότερα να εμφανιστούν.

Πρώιμη καλλιέργεια. Με την πρώιμη καλλιέργεια που σχετίζεται με τον χρόνο σποράς ή φύτευσης δίνεται στο φυτό χρόνος για να αναπτύξει πιο πολύ το ριζικό του σύστημα και να ξεφύγει από τα πολύ ευάλωτα στάδια, προτού δραστηριοποιηθούν οι νηματώδεις, με την άνοδο της εδαφικής θερμοκρασίας.

Αμειψισπορά. Ο όρος αυτός αναφέρεται στη συστηματική εναλλαγή καλλιεργειών σε μια κανονική διαδοχή και καλύπτει μια χρονική περίοδο δύο, τριών ή περισσότερων χρόνων. Έτσι, οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις δεν βρίσκουν τους ξενιστές τους και με την πάροδο του χρόνου ο αριθμός τους στο έδαφος ελαττώνεται, ανάλογα με το είδος τους γιατί δεν τρέφονται, δεν πολλαπλασιάζονται και τελικά αποθνήσκουν. Έτσι με την καλλιέργεια των φυτών που δεν προσβάλλονται από τους νηματώδεις που είναι μολυσμένος ο αγρός είναι δυνατόν, ύστερα από ένα χρονικό διάστημα, ο πληθυσμός τους να ελαττωθεί σε ποσοστό που να επιτρέπει να καλλιεργηθεί και πάλι η ευαίσθητη ποικιλία, με επιτυχία. Η διάρκεια της αμειψισποράς εξαρτάται από:

- i. Το είδος του νηματώδη.
- ii. Τη σχέση αριθμού νηματωδών και βαθμού ζημίας της καλλιέργειας.
- iii. Τον ετήσιο ρυθμό ελάττωσης του πληθυσμού των νηματωδών δίχως ξενιστή.

Αγρανάπωση. Ο αγρός να μείνει χωρίς καλλιέργεια κατά το θέρος και να οργωθεί μία-δύο φορές ώστε οι προσβεβλημένες ρίζες να εκτεθούν, όπως προαναφέρθηκε, στον ήλιο και στον αέρα είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να ελαττωθεί ο πληθυσμός των νηματωδών. Ειδικά για τα είδη που δεν αντέχουν στην ξηρασία, όπως οι νηματώδεις των ριζοκόμβων (*Meloidogyne* spp.).

Ανθεκτικές ποικιλίες. Επειδή οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις είναι υποχρεωτικά παράσιτα δεν μπορούν να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο εάν δεν υπάρχουν

ζωντανοί ξενιστές. Για να μπορέσει ο νηματώδης να παρασιτίσει το φυτό θα πρέπει να βρει έναν τρόπο να εισβάλλει στο φυτό-ξενιστή. Από το επίπεδο δυσκολίας που θα αντιμετωπίσει ο νηματώδης για να εισέλθει στο φυτό με το στίλετο του ή ολόκληρος, προσδιορίζεται και ο χαρακτηρισμός του φυτού σε «ευπαθές», «ανθεκτικό», «ανεκτικό» και «απρόσβλητο». Έτσι, όταν δεν υπάρχει καμία δυσκολία το φυτό θεωρείται «ευπαθές». Εάν οποιοδήποτε χαρακτηριστικό του φυτού ή οποιαδήποτε αντίδραση, μεταξύ του ξενιστή και του παράσιτου επιβραδύνει ένα από τα παραπάνω περιστατικά (στάδια βιολογικής εξέλιξης), το φυτό θεωρείται «ανθεκτικό». Μία παρασιτική σχέση μεταξύ φυτού και παράσιτου όπως είναι φυσικό, προκαλεί στον ξενιστή κάποια ζημιά. Εάν δεν διαπιστώνεται ζημιά ή αυτή είναι ασήμαντη και το παράσιτο συνεχίζει την ανάπτυξη του, τότε το φυτό χαρακτηρίζεται «ανεκτικό». Εάν το φυτό δεν προσβάλλεται ακόμη και σε μεγάλους αριθμούς νηματωδών, τότε θεωρείται «απρόσβλητο». Ανθεκτικότητα στα φυτά σε προσβολές νηματωδών μπορεί να αναπτυχθεί, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό με φυσική ή τεχνητή επιλογή, μετά από κατάλληλες διασταυρώσεις. Η δυσκολία είναι στο ότι ο αριθμός των ποικιλιών, με γνωστή ανθεκτικότητα στους νηματώδεις, που είναι εμπορεύσιμες είναι μικρός. Ορισμένες ανθεκτικές ποικιλίες έχουν αναπτυχθεί και στην τομάτα όπως η Hawaii 5229, που είναι ανθεκτική σε 3 είδη από τους νηματώδεις των ριζοκόμβων *M. incognita*, *M. javanica* και *M. arenaria*.

Κατάκλυση. Σε εξαιρετικά μεγάλες συνθήκες υγρασίας εδάφους οι νηματώδεις δεν ευνοούνται. Για αυτό, σε παρατεταμένη κατάκλυση αποθνήσκουν από έλλειψη οξυγόνου και τροφής. Κατάκλυση του εδάφους για 4 μήνες είναι δυνατόν να φονεύσει όλες τις προνύμφες των νηματωδών των ριζοκόμβων, αν και τα ωά επιβιώνουν περισσότερο χρόνο, ο πληθυσμός των νηματωδών ελαττώνεται πάρα πολύ μετά από 12 μήνες. Σε 22 ½ μήνες μπορεί να φονευθούν όλοι οι νηματώδεις. Η εξεύρεση μεγάλης ποσότητας νερού και η στασιμότητα παραγωγής μέχρι και δύο έτη, περιορίζουν την εφαρμογή αυτής της μεθόδου, γιατί αυξάνει το κόστος. Η κατάκλυση θα μπορούσε να είναι ένα κατάλληλο πρακτικό μέτρο καταπολέμησης των νηματωδών, μόνο όπου γίνονται φυσικές πλημμύρες, οπότε μειώνεται το κόστος. Άλλο μειονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι ότι υπάρχει πάντα ο κίνδυνος να διαδοθούν μερικά παράσιτα που δεν τα υποψιαζόμασταν.

Θερμό νερό. Με τη μέθοδο αυτή γίνεται ανύψωση της θερμοκρασίας του φυτού, με εμβάπτιση σε θερμό νερό, σε σημείο που να φονεύονται οι νηματώδεις, χωρίς να παθαίνουν καμία ζημιά οι φυτικοί ιστοί. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα περιθώρια

μεταξύ των δύο ορίων είναι αρκετά μικρά, για αυτό είναι απαραίτητη η ακρίβεια στη ρύθμιση, τόσο της θερμοκρασίας, όσο και στη διάρκεια της επέμβασης. Η μέθοδος αυτή συνιστάται για πολλά βολβώδη ανθοκομικά είδη όπως στην βιγόνια για τους νηματώδεις των ριζόκομβων (*Meloidogyne* spp.), στην τουλίπα για τον νηματώδη *Ditylenchus dispaci* κλπ. (Bryden et al., 1967).

Ηλιοαπολύμανση. Με τη μέθοδο αυτή καλύπτεται ο αγρός με λεπτό διαφανές πολυαιθυλένιο για ένα περίπου μήνα κατά τη θερμότερη περίοδο του έτους. Πριν την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης θα πρέπει να απομακρυνθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, οι συνεκτικοί βόλοι και οι πέτρες, το έδαφος θα πρέπει να είναι ποτισμένο (στο ρώγο του), οργωμένο και ισοπεδωμένο. Με αυτή την τεχνική αυξάνεται η θερμοκρασία του εδάφους σε επίπεδα θανατηφόρα για πολλά παθογόνα και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη καταπολέμηση του *Globodera rostochiensis* στη Β. Αμερική (La Mondia and Brodie, 1984). Χρήση της ηλιακής ενέργειας σε βιομηχανικής μορφής καλλιέργεια κηπευτικών σε θερμοκήπια αποδεικνύεται αποτελεσματική στη καταπολέμηση των νηματωδών *Meloidogyne*.

Υδρατμός. Το έδαφος μπορεί να απολυμανθεί και να απονηματωθεί με εφαρμογή υδρατμού. Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε γλάστρες, σπορεία, θερμοκήπια και γενικά σε περιορισμένη έκταση επειδή είναι σχετικά δαπανηρός και δύσκολος. 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. και ο χρόνος ξεκινά από τη στιγμή που η θερμοκρασία θα φτάσει στην επιφάνεια του εδάφους τους βαθμούς που επιθυμούμε. 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). Όλοι οι νηματώδεις φονεύονται σχεδόν ακαριαία σε θερμοκρασίες 52-60°C.

Συγκαλλιέργεια. Μια καλλιεργητική μέθοδος που βοηθά στη μείωση του νηματοδολογικού πληθυσμού είναι η ταυτόχρονη καλλιέργεια του καλλιεργούμενου φυτού με ένα ή περισσότερα φυτά διαφορετικής οικογενείας, η παρουσία των οποίων έχει αποδείξει ότι έχει ανασταλτική δράση κατά των νηματωδών, εξαιτίας κάποιων τοξικών ουσιών που απελευθερώνονται στη ριζόσφαιρά τους. Αυτή η αλληλεπίδραση

των φυτών βασίζεται σε χημικά αίτια και ονομάζεται «αλληλοπάθεια». Στη Νιγηρία για παράδειγμα, οι μικτές φυτείες για την καταπολέμηση ασθενειών και παθογόνων είναι συχνό φαινόμενο. Έτσι, 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 νηματοδολογικού πληθυσμού *M. incognita* έχει αναφερθεί και σε συγκαλλιέργεια τομάτας με ένα ψυχανθές (*Arachis pintoi* ή *Pueraria phaseoloides*) λόγω έκκλισης από τις ρίζες τους ορισμένων διαλυτών λεκτινών (Marban-Mendoza et al., 1992). Τα πιο γνωστά φυτά όμως που χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια για το σκοπό αυτό σε λαχανοκομικές κυρίως αλλά και δενδρώδεις 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 είδη νηματωδών *Meloidogyne* spp. και *Pratylenchus* spp. (Kalaiselvam and Devaraj, 2011), ενώ 29 ποικιλίες αυτών είναι ανθεκτικές σε νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (Hooks et al., 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 a-terthienyl που εκκρίνεται από τις ρίζες ζωντανών φυτών και εμποδίζει την εκκόλαψη των αυγών ενώ έχει και νηματοδοκτόνο, εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο και ιοκτόνο δράση (Krueger et al., 2013).

2. Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση στοχεύει στην αύξηση των παρασίτων και αρπακτικών των νηματωδών στο έδαφος, για να αυξηθεί η θνησιμότητα των φυτοπαρασιτικών νηματωδών (Paracer et al., 1966).

Ο νηματοβόρος μύκητας *Arthrobotrys oligospora* (Εικόνα 3.4) είναι αποτελεσματικός εναντίον του *Meloidogyne incognita*. Ο μύκητας αυτός, απελευθερώνει χημικές-ελκυστικές ουσίες που φέρνουν κοντά τον νηματώδη στο μυκήλιο του μύκητα και μετά σχηματίζοντας δίχτυα τριών διαστάσεων τον ακινητοποιεί ή τον σκοτώνει (Poornima Sharma and Rakesh Pandey, 2009). Μόλις τον ακινητοποιήσει ο μύκητας, παράγει μια υφή η οποία διαπερνά το εξωτερικό περίβλημα του νηματώδη αφομοιώνοντας τα περιεχόμενα θρεπτικά συστατικά του. Παρόμοια δράση έχει και ο μύκητας *Arthrobotrys dactyloides* εναντίον των νηματωδών. Αυτός ο μύκητας όμως, αντί για δίχτυα 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 νηματοβώρος μύκητας *Verticillium chlamidosporium* στο έδαφος περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τον πληθυσμό των *Globodera* spp., *Heterodera* spp. και *Meloidogyne* spp. (Kerry et al., 1992). Ένας άλλος μύκητας ο *Nematophthora gynophila*, καταστρέφει τα θηλυκά άτομα του κυστογόνου νηματώδη των σιτηρών *H. avenae* ελαττώνει τη γονιμότητα του και παρασιτεί τα ωά.

Το βακτήριο - υποχρεωτικά παράσιτο *Pasteuria penetrans* βρέθηκε ότι περιορίζει τη δράση των νηματωδών του γένους *Meloidogyne*. Επίσης, στελέχη των *Pseudomonas aeruginosa* και *P. fluorescens* έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τον περιορισμό της δράσης των *Meloidogyne* σε φυτά τομάτας.

Εξάλλου, για να επιτευχθεί μείωση του πληθυσμού των νηματωδών σε ένα θερμοκήπιο ή αγρό, καλλιεργούνται φυτά ιδιαίτερα ευπαθή στους νηματώδεις που υπάρχουν. Τα φυτά αυτά (παγίδες) αναπτύσσονται για ορισμένο χρόνο, μέχρις ότου ένα μεγάλο ποσοστό από τους νηματώδεις εισβάλλει στις ρίζες τους. Στη συνέχεια και πριν την εγκατάσταση της επόμενης καλλιέργειας πραγματοποιείται ξερίζωμα και καταστροφή των φυτών με αποτέλεσμα την καταστροφή των νηματωδών πριν ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο και φυσικά τη μείωση του αρχικού μολύσματος. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί, 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 σακχαρότευτλων (*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). Η μέθοδος αυτή μειονεκτεί διότι:

- Δεν είναι δυνατόν να απομακρυνθούν όλες οι ρίζες από το έδαφος.
- Ο χρόνος που θα γίνει η απομάκρυνση των ριζών πρέπει να είναι «ακριβής», πράγμα που προϋποθέτει την ακριβή γνώση του βιολογικού κύκλου του παράσιτου.
- Μπορεί από απρόβλεπτες δυσμενείς καιρικές συνθήκες να διαφύγει ο κατάλληλος χρόνος για την εκρίζωση, οπότε ο πληθυσμός αντί να ελαττωθεί να αυξηθεί.
- Το κόστος της καλλιέργειας της ευαίσθητης ποικιλίας πρέπει να καλύπτεται από το αποτέλεσμα της καταπολέμησης.

Ένας άλλος τρόπος για να μειωθεί ο πληθυσμός των νηματωδών, είναι η φύτευση μη ξενιστών φυτών (π.χ. *Hesperia matronalis*), που ενώ αρχικά διεγείρουν την εκκόλαψη των ωών και προσβάλλονται από τις προνύμφες, στη συνέχεια δεν επιτρέπουν την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου. Αλλά και σε αυτές τις περιπτώσεις η μείωση του πληθυσμού πρέπει να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο για να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος καταπολέμησης (Ouden, 1956).

3. Χημική καταπολέμηση

Ανάλογα με τον τρόπο μετακίνησης μέσα στο έδαφος, τα χημικά νηματωδοκτόνα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

A) Καπνιστικά:

- Πολύ πτητικές ουσίες, εφαρμόζονται προφυτρωτικά για λόγους φυτοτοξικότητας.
- Από τις πιο τοξικές κι επικίνδυνες δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στη φυτοπροστασία.
- Είναι αποτελεσματικές εναντίον όλων των σταδίων του βιολογικού κύκλου των νηματωδών. Εκτός από τους νηματώδεις μπορούν να ελέγχουν ικανοποιητικά μύκητες, βακτήρια και σπόρους ζιζανίων.
- Μετά την εφαρμογή ακολουθεί πότισμα ώστε να ενεργοποιηθούν και να εκδηλώσουν την τοξική τους δράση.
- Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την πτητικότητά τους είναι η θερμοκρασία. Έτσι, 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 dazomet που απελευθερώνει ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (MITC). Το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο διεισδύει μέσω του δερματίου των νηματωδών και αντιδρά με αμινοξέα, οξειδάσες και τις νουκλεοφιλικές θέσεις των πρωτεϊνών.

Dazomet: Κατάλληλο για την καταπολέμηση ζιζανίων, νηματωδών, εντόμων, μυκήτων και βακτηρίων. Χρησιμοποιείται για απολύμανση του εδάφους. Εφαρμόζεται με υποκαπνισμό σε υγρό έδαφος πριν τη φύτευση ή τη σπορά σε πλήθος καλλιεργειών, θερμοκηπιακών και υπαίθρου. Μετά την εφαρμογή του, απελευθερώνεται το MITC το οποίο παρουσιάζει την τοξική δράση, ενώ είναι πιθανό να παρουσιάσει και

φυτοτοξικότητα σε περίπτωση που δε διασπαστεί τελείως. Σαν δείκτης απουσίας των φυτοτοξικών υπολειμμάτων χρησιμοποιείται το φυτόμα σπόρων κάρδαμου (*Epidum sativum*). Πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή διότι, είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον και πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Αντιθέτως, 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.

Η αποτελεσματικότητα στα καπνιστικά νηματοδοκτόνα αυξάνεται όταν συνδυαστούν με ηλιοαπολύμανση ή άλλες βιολογικές μεθόδους. Για παράδειγμα, 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).

B) Μη καπνιστικά:

- Είναι εκλεκτικά ως προς τους νηματώδεις.
- Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν τα καρβοξαμιδικά νηματοδοκτόνα, τα οργανοφωσφορικά και τα καρβαμιδικά νηματοδοκτόνα, τα οποία διεισδύουν απευθείας στο δερμάτιο και αναστέλλουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης και χολινεστεράσης καθώς και άλλων δευτερεύουσας σημασίας εστερατικών ενζύμων. Έτσι επιτυγχάνεται η εξασθένηση της νευρομυϊκής λειτουργίας και μετέπειτα μειώνεται ο αριθμός ανάπτυξης και αναπαραγωγής του νηματώδη με συνέπεια τον θάνατό του.
- Εφαρμόζονται πριν και μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ενώ η διασπορά τους υποβοηθείται πολύ από την παρουσία νερού. Απαιτείται προσοχή σε αμμώδη εδάφη και εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία γιατί υπερβολική υγρασία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη έκπλυση αυτών.
- Η ομάδα των οργανοφωσφορικών περιλαμβάνει fenamiphos και fosthiazate, η ομάδα των καρβοξαμιδικών περιλαμβάνει το fluopyram και η ομάδα των καρβαμιδικών περιλαμβάνει το oxamyl.

Fenamiphos: Κατάλληλο νηματοδοκτόνο για μόνιμα θερμοκήπια με καλλιέργειες πιπεριάς, μελιτζάνας, τομάτας, μπανάνας και καλλωπιστικών φυτών. Ανήκει στα οργανοφωσφορικά, είναι διασυστηματικό και δρα δια επαφής προκαλώντας αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Προτείνεται να γίνεται μία εφαρμογή ανά καλλιεργητική

περίοδο γιατί η επαναλαμβανόμενη χρήση του στο ίδιο έδαφος οδηγεί σε επιταχυνόμενη μικροβιακή διάσπαση (Kargrouzas et al., 2004). Δεν είναι φυτοτοξικό σε καμία καλλιέργεια, ενώ είναι πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς και τις μέλισσες. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά.

Fosthiazate: Εφαρμόζεται προφυτρωτικά για την καταπολέμηση κομβοηματοδών του γένους *Meloidogyne* σε θερμοκηπιακή και υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας καθώς και κυστονηματοδών του γένους *Globodera* σε καλλιέργεια πατάτας. Η εφαρμογή του επιτρέπεται μόνο μια φορά το χρόνο ενώ η φύτευση της καλλιέργειας γίνεται μετά από 3 ημέρες. Ανήκει στα οργανοφωσφορικά και δρα δια επαφής και στομάχου. Αρχικά δρα ως νηματοδοστατικό προκαλώντας παράλυση των νηματωδών και στη συνέχεια ως νηματοδοκτόνο λόγω αναστολής της δράσης της ακετυλοχολινεστεράσης. Δεν είναι φυτοτοξικό αλλά είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον (Pantelelis et al., 2006) κι επιβλαβές για τα παραγωγικά ζώα, τα άγρια ζώα, πουλιά και υδρόβιους οργανισμούς. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά.

Oxamyl: Χρησιμοποιείται κυρίως για την καταπολέμηση νηματωδών, ενώ δρα και σε αλευρώδεις και αφίδες σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες καρπουζιού, πιπεριάς, πεπονιού, μελιτζάνας, αγγουριού και τομάτας καθώς και σε υπαίθριες καλλιέργειες μπανάνας, καρότου, καπνού και πατάτας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε διαφυλλικούς ψεκασμούς σε ορισμένα φυτά εκτός από την εφαρμογή στο έδαφος, όπου μετακινείται με το καθοδικό ρεύμα προς τις ρίζες. Ανήκει στα καρβαμιδικά και είναι διασυστηματικό με διπλή δράση, επαφής και στομάχου. Ο μηχανισμός δράσης του στοχεύει στο νευρικό σύστημα και προκαλεί αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Είναι τοξικό για τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς, ενώ δεν είναι βλαβερό για τα φυτά αφού δε διαθέτουν νευρικό σύστημα. Στην Ελλάδα έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά.

Fluopyram: Είναι μια νέα δραστική ουσία της ομάδας των SDHis, η οποία ανακαλύφθηκε το 2001 από την εταιρία Bayer CropScience. Καταπολεμά τους νηματώδεις και το ωίδιο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, κολοκυθάκι, κολοκύθα, πεπόνι και καρπούζι. Παρουσιάζει έντονη δράση εναντίον των ενηλίκων νηματωδών. Επιπλέον προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη των αβγών, τα οποία βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο και περιορίζει την εκκόλασή τους. 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). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται περίπου 30 λεπτά μετά την εφαρμογή καθώς οι νηματώδεις αρχίζουν να κινούνται πιο αργά ενώ μετά από 1-2 ώρες τελικά παραλύουν εντελώς. Επιπλέον, το fluopyram έχει μυκητοκτόνο δράση και 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.

Γ) Αιθέρια Έλαια

Από τον Ιούλιο του 2020 ως νηματωδοκτόνα χρησιμοποιούνται και ορισμένα αιθέρια έλαια.

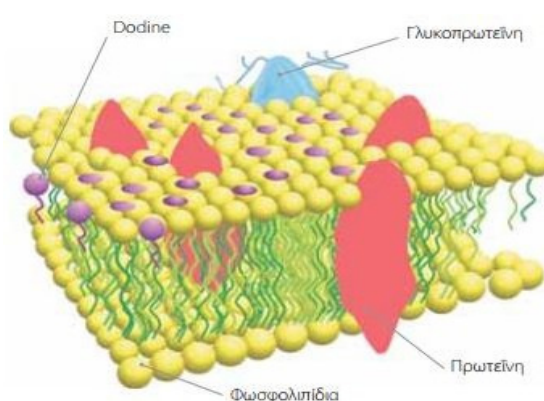
Geraniol & Thymol: Είναι οξυγονωμένα μονοτερπένια και ανήκουν στην ομάδα των τερπενοειδών. Και οι δυο ουσίες αποτελούν συστατικά των αιθέριων ελαίων πολλών φυτών. Στην αγορά κυκλοφορεί σκεύασμα με συνδυασμό των δυο ουσιών με την μορφή αιωρήματος μικροκαψουλών και χρησιμοποιείται ως νηματωδοκτόνο επαφής, για χρήση μέσω της στάγδην άρδευσης σε υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Προορίζεται για τον έλεγχο των *Meloidogyne*. Έχει δράση σε πολλαπλά σημεία καθώς η δραστική ουσία geraniol περιορίζει την προσβολή την έκταση της προσβολής (αριθμό κόμβων), αναστέλλοντας την εκκόλαψη των ωών και την κινητικότητα των νεαρών, ενώ η δραστική ουσία thymol προκαλεί ακινητοποίηση των νεαρών μορφών και αναστέλλει την εκκόλαψη των ωών.

Η επιλογή του καταλληλότερου σκευάσματος εξαρτάται από το είδος που θέλουμε να αντιμετωπίσουμε και από την προσβεβλημένη καλλιέργεια. Οι Gourd et al. (1993) αναφέρουν ότι ο *M. arenaria* είναι σχετικώς ανθεκτικός στο ethoprophos και το fenamiphos σε σχέση με τα άλλα τρία είδη *M. incognita*, *M. javanica* και *M. hapla*, ενώ το πιο ευαίσθητο είδος στο fenamiphos αποδείχθηκε ότι είναι το *M. incognita*. Οι διαφορές αυτές ίσως να οφείλονται στο διαφορετικό τρόπο φυσιολογικής αντίδρασης των διαφόρων ειδών μεταξύ τους.

Η ευρεία χρήση σκευασμάτων μικρού και μεγάλου φάσματος αποδεικνύει ότι η χημική καταπολέμηση προσφέρει γρήγορη και ικανοποιητική προστασία στη καλλιέργεια, αν και παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα, όπως υψηλό κόστος και πιθανή φυτοτοξικότητα σε γειτονικά φυτά, ενώ απαιτούνται συχνές εφαρμογές με μεγάλες δόσεις και αυτό μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες για το χρήστη και το περιβάλλον.

2.9 ΤΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ SYLLIT 544SC

Το σκεύασμα SYLLIT 544 SC είναι ένα μυκητοκτόνο με δραστική ουσία το dodine σε αναλογία 544 g/L, σε μορφή συμπυκνωμένου αιωρήματος. Πρόκειται για ένα διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προληπτική και θεραπευτική δράση και μεγάλη ικανότητα διείσδυσης στο φυτικό ιστό. Το dodine είναι μοναδική δραστική ουσία που ανήκει στην οικογένεια των γουανιδινών και εφαρμόζεται ως μυκητοκτόνο. Δεν παρουσιάζει διασταυρωτή ανθεκτικότητα με τις υπόλοιπες κατηγορίες μυκητοκτόνων και κατέχει σημαντικό ρόλο σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα φυτοπροστασίας για τη διαχείριση της ανθεκτικότητας.



Τρόπος δράσης:

Το SYLLIT 544 SC διεισδύει και ενσωματώνεται στη μεμβράνη του μύκητα, η οποία διαταράσσεται και χάνει τη συνοχή της. Η μεμβράνη αποδομείται με αποτέλεσμα τη θανάτωση του μύκητα.

Πλεονεκτήματα σκευάσματος:

- Συνεχίζει να διαπερνά το φυτικό ιστό ακόμη και αν ακολουθήσει βροχόπτωση στις επόμενες 2 ώρες από την εφαρμογή καθώς επίσης, εφαρμόζεται και σε βρεγμένη επιφάνεια.
- Εμφανίζει εξαιρετική αποτελεσματικότητα και στους οφθαλμούς (δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη φυλλώματος)
- Σιγουριά για το αποτέλεσμα ακόμη και μετά από βροχόπτωση
- Ευελιξία στο χρόνο εφαρμογής
- Μοναδικός τρόπος δράσης (σύμφωνα με το FRAC - ομάδα U12)
- Ιδανικό εργαλείο για τη διαχείριση της ανθεκτικότητας

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το μυκητοκτόνο σκεύασμα Syllit 544SC, που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του ασκομύκητα φουζικλάδιο, επιλέχτηκε να δοκιμασθεί ως προς την αποτελεσματικότητά του εναντίον κομβονηματωδών, με βάση το σκεπτικό ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετά δεδομένα για άλλες δραστικές ουσίες που εφαρμόζονται εναντίον ασκομυκήτων και έχουν δράση εναντίον των νηματωδών, όπως συνέβη και με τη δραστική ουσία iprodione που έχει πάρει σχετική έγκριση από το ΥΠΑΑΤ (Αρ. έγκρισης 3051).

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την διεξαγωγή των περιαμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά και μέθοδοι.

Υλικά

- Φυτάρια τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill var. Belladonna)
- Αποστειρωμένο φυτόχωμα εμπορίου
- Διαφανή πλαστικά ποτήρια 300ml
- Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών
- Σωληνάρια τύπου falcon (15ml)
- Υδατικό διάλυμα NaOCl 1% (20ml χλωρίνη εμπορίου + 80ml νερό)
- Ειδικό τρυβλίο καταμέτρησης νηματωδών
- Ποτήρια ζέσεως
- Λαβίδες
- Στερεοσκόπιο
- Κωνικές φιάλες
- Πλαστικοί κουβάδες
- Νυστέρι
- Ζυγός ακριβείας

- Μολυσμένα σπορόφυτα *Meloidogyne javanica*
- Το μυκητοκτόνο σκεύασμα Syllit 544SC

Διαδικασία

Μόλυνση φυταρίων και εφαρμογές σκευάσματος

Από ρίζες μολυσμένων φυτών τομάτας που διέθετε το Εργαστήριο Φυτοπροστασίας και Φαρμακολογίας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, συλλέχθηκαν ωόσακοι *Meloidogyne* για τους οποίους υπολογίστηκε ότι περιείχαν 500 ωά ο καθένας (Εικ. 3.1). Ακολούθησε μεταφύτευση 25 φυταρίων τομάτας ποικιλίας Belladonna, από τα οποία τα 20 μολύνθηκαν με 4 ωόσακους (~2000 νηματώδεις) το καθένα (Εικ. 3.2). Πέντε φυτά παρέμειναν αμόλυντα και δεν δέχτηκαν καμιά επέμβαση εκτός από συντήρηση (Mock). Εν συνεχεία τοποθετήθηκαν όλα μαζί στον θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών στους 26°C και 80% υγρασία (Εικ. 3.3). Τα φυτά ποτίζονταν περίπου κάθε δύο ημέρες (όποτε διαπιστώνονταν ότι υπήρχε ανάγκη).



Εικόνα 3.1: Απομονωμένοι ωόσακοι.



Εικόνα 3.2: Τοποθέτηση ωόσακων *Meloidogyne sp.* σε φυτάριο τομάτας.



Εικόνα 3.3: Τοποθέτηση φυταρίων στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

Οι επεμβάσεις με το σκεύασμα πραγματοποιήθηκαν 10 μέρες μετά την μόλυνση με τους νηματώδεις, σε δύο εφαρμογές με μεσοδιάστημα 10 ημερών. Κάθε εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με ριζοπότισμα σε τρεις διαφορετικές δόσεις: τη συνιστώμενη δόση 125μl/L, την διπλάσια 250μl/L και την τετραπλάσια 500μl/L (Πίνακας 3.1), σε 5 μολυσμένα φυτά με ποσότητα 50ml διαλύματος Syllit. Στους μάρτυρες χρησιμοποιήθηκε ίση ποσότητα νερού βρύσης.

Πίνακας 3.1 Δόσεις σκευάσματος Syllit που εφαρμόστηκαν.

| 1 | 0μl Syllit/250ml (μάρτυρας) |
|---|-----------------------------|
| 2 | 125μl Syllit/250ml |
| 3 | 250μl Syllit/250ml |
| 4 | 500μl Syllit/250ml |

Απομόνωση νηματωδών

Μετά την πάροδο 40 ημερών, τα φυτά εξήχθησαν από τον θάλαμο, αφαιρέθηκαν από τα δοχεία στα οποία αναπτύσσονταν και μεταφέρθηκαν μεμονωμένα σε κουβάδες με νερό.

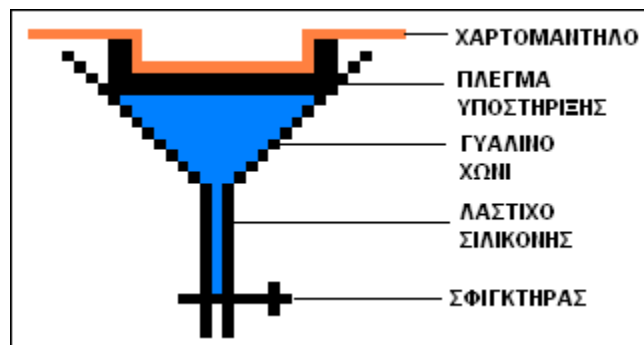
- Οι ρίζες ξεπλύθηκαν με προσοχή για να μην τεμαχιστούν και αφού καθαρίστηκαν καλά, διαχωρίστηκε το υπέργειο τμήμα από το υπόγειο των φυτών.

- Το υπέργειο τμήμα των φυτών ζυγίστηκε ως προς το νωπό του βάρος και τοποθετήθηκε σε φούρνο για αποξήρανση και μέτρηση του ξηρού βάρους
- Το υπόγειο τμήμα των φυτών ζυγίστηκε ως προς το νωπό του βάρος και ακολούθησε η διαδικασία απομόνωσης των νηματωδών για καταμέτρηση του ωόσακκων και ωών.
- Το περιεχόμενο των κουβάδων (υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών και νερό) υπέστη κατάλληλη διεργασία για την απομόνωση των ελευθέρως διαβιούντων νηματωδών από το υπόστρωμα ανάπτυξης (τροποποίηση της μεθόδου Baermann).
- Όλο το περιεχόμενο των κουβάδων, αναδεύεται καλά και διαλύονται όλα τα συσσωματώματα στα οποία μπορεί να υπάρχουν παγιδευμένοι νηματώδεις, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς τους σε υγρασία.
- Το αιώρημα (που περιείχε και τους νηματώδεις) αφήνεται σε ηρεμία για 10-20 δευτερόλεπτα ώστε να κατακαθίσουν τα βαριά υλικά και στη συνέχεια ρίχνεται μέσω κόσκινου (κόσκινο No 1) με διάμετρο πόρων 630μm σε δεύτερο κουβά (Εικ. 3.4).
- Τα υλικά που έχουν συλλεχθεί στο κόσκινο 1 απορρίπτονται, ενώ το αιώρημα του 2^{ου} δοχείου περνά μέσα από δεύτερο κόσκινο με διάμετρο πόρων 150μm σε τρίτο κουβά.
- Τα υλικά που έχουν συλλεχθεί στο κόσκινο 2 απορρίπτονται και το αιώρημα του 3^{ου} κουβά περνά μέσα από τρίτο κόσκινο με διάμετρο πόρων 56μm.
- Τα υλικά (και οι νηματώδεις) που συλλέγονται στο 3^ο κόσκινο μεταφέρονται προσεκτικά σε ποτήρι ζέσεως (Εικ. 3.4) και στη συνέχεια εντός υάλινου χωνιού διαμέτρου 10-15εκ. (Εικ. 3.4). 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 χωνί υδατοστεγώς (Εικ. 3.5). Στην άνω επιφάνεια του χωνιού τοποθετείται δικτυωτό πλέγμα, επί του οποίου τοποθετείται ειδικό για την απομόνωση νηματωδών διηθητικό χαρτομάντηλο. Το αιώρημα με τους νηματώδεις μεταφέρεται εντός του χωνιού, μέσω του χαρτομάντηλου.
- 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.

- Στη συνέχεια τα χωνιά αφήνονται σε ηρεμία για διάστημα 48 ωρών, στη διάρκεια του οποίου οι κινητές μορφές των νηματωδών διαπερνούν το χαρτομάντηλο 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 προνύμφες, οι κύστεις καθώς και οι νεκροί νηματώδεις δε μπορούν να διαπεράσουν τους πόρους του χαρτομάντιλου, οπότε δεν ανιχνεύονται με αυτή τη μέθοδο.
- Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου πειράματος, τα δείγματα αφήνονταν στα χωνιά για χρονικό διάστημα έως 168 ώρες (7 ημέρες) ώστε να παραληφθούν και όλες οι νεοεκκολαπτόμενες από τα ωά προνύμφες J2.



Εικόνα 3.4. Διαδικασία απομόνωσης και συλλογής νηματωδών από υπόστρωμα.



Εικόνα 3.5. Σχηματική αναπαράσταση της διάταξης συλλογής νηματωδών με τη μέθοδο Baermann.

Μετρήσεις

Νωπό Βάρος υπέργειου τμήματος

Για τις μετρήσεις του νωπού βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας.

Ξήρανση υπέργειου τμήματος

Το υπέργειο τμήμα των φυτών τοποθετήθηκε σε φούρνο σε θερμοκρασία 50°C. Κάθε μέρα λαμβάνονταν μερικές ενδεικτικές μετρήσεις, έως ότου παρατηθήκε ότι το βάρος παρέμενε σταθερό άρα τα φυτάρια είχαν αποξηρανθεί.

Ξηρό Βάρος υπέργειου τμήματος

Για τις μετρήσεις του ξηρού βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας.

Νωπό Βάρος ρίζας

Για τις μετρήσεις του νωπού βάρους ρίζας χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας. Οι ρίζες στραγγίζονταν σε χαρτί κουζίνας, ζυγίζονταν, καταγράφονταν το νωπό τους βάρους και στη συνέχεια φυλάσσονταν στους 4°C τυλιγμένες με νωπό χαρτί κουζίνας, μέχρι να γίνει η καταμέτρηση των φυματίων.

Καταμέτρηση ωόσακκων

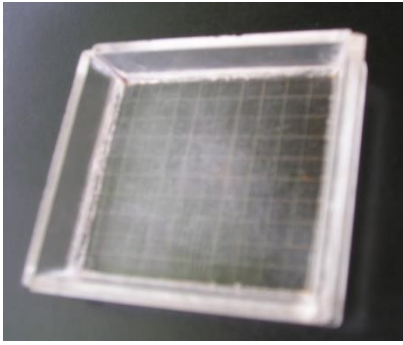
Πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.

Καταμέτρηση ωών

Από κάθε ρίζα απομονώθηκαν 10 ωόσακοι και στη συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε 5ml διαλύματος NaOCl 1% (20ml χλωρίνη εμπορίου + 80mlH₂O) για 4 λεπτά με περιοδική ανάδευση. Το διάλυμα αυτό διασπά τη ζελατινώδη ουσία του ωόσακου και τα ωά απελευθερώνονται. Η καταμέτρηση/εκτίμηση των ωών πραγματοποιήθηκε στο ειδικό τρυβλίο καταμέτρησης (counting dish) (Εικ. 3.6).

Μέτρηση πληθυσμού υποστρώματος

Από τα χωνιά τύπου Baermann λαμβάνονταν δείγμα όγκου 10ml, το οποίο περιείχε το σύνολο των ελευθέρως διαβιούντων νηματωδών του αντίστοιχου δείγματος. Η καταμέτρηση/εκτίμηση των νηματωδών πραγματοποιήθηκε με το ειδικό τριβλίο καταμέτρησης.



Εικόνα 3.6. Τριβλίο καταμέτρησης νηματωδών.

Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη βοήθεια του Excel και με το πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας IBM SPSS Statistics, με το οποίο ελέγχθηκε εάν παρατηρούνταν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε πίνακες, όπου control: θετικός μάρτυρας (φυτά με νηματώδεις), mock: υγιή φυτά και S125, S250, S500 οι εφαρμογές με 125, 250, 500μl Syllit/250ml αντίστοιχα (500μl/L, 1000μl/L και 2000μl/L).

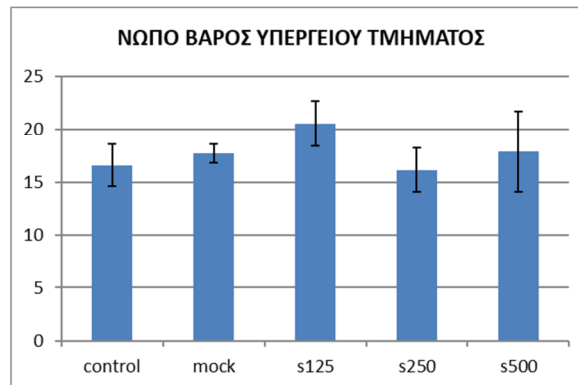
Πίνακας 4.1α Μετρήσεις νωπού βάρους (g) υπέργειου τμήματος στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | mock | s125 | s250 | s500 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 14,9 | 16,95 | 19,56 | 22,73 | 22,06 |
| 22,6 | 18,18 | 16,65 | 10,16 | 15,2 |
| 18,63 | 14,87 | 19,59 | 18,09 | 12,16 |
| 10,72 | 20,01 | 18,12 | 16,3 | 30,5 |
| 16,09 | 18,61 | 28,7 | 13,5 | 9,56 |

Πίνακας 4.1β Απεικόνιση διαφορών μέσω των όρων μετρήσεων νωπού βάρους (g) υπέργειου τμήματος. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

```
Multiple Range Tests
-----
Method: 95,0 percent LSD
      Count      Mean      Homogeneous Groups
-----
S250      5      16,156      X
CONTROL   5      16,588      X
MOCK      5      17,724      X
S500      5      17,896      X
S125      5      20,524      X
-----
```

Διάγραμμα 4.1 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



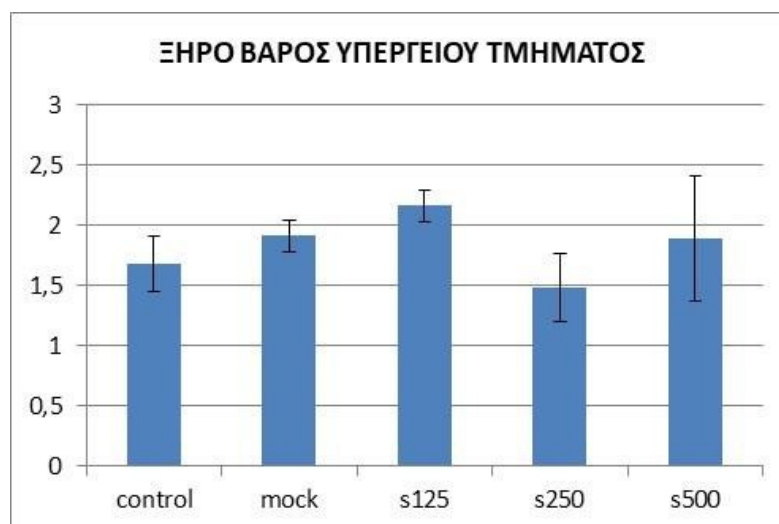
Πίνακας 4.2α Μετρήσεις ξηρού βάρους υπέργειου τμήματος στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | mock | s125 | s250 |
|---------|------|------|------|
| 1,8 | 1,65 | 2 | 2 |
| 1,94 | 2,4 | 1,73 | |
| 2,21 | 1,75 | | |
| 0,84 | | | |
| 1, | | | |

Πίνακας 4.2β Απεικόνιση διαφορών μέσω των όρων μετρήσεων ξηρού βάρους (g) υπέργειου τμήματος. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|-------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S250 | 5 | 1,484 | X |
| CONTROL | 5 | 1,68 | X |
| S500 | 5 | 1,888 | X |
| MOCK | 5 | 1,914 | X |
| S125 | 5 | 2,162 | X |

Διάγραμμα 4.2 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος στις διαφορετικές μεταχειρίσεις



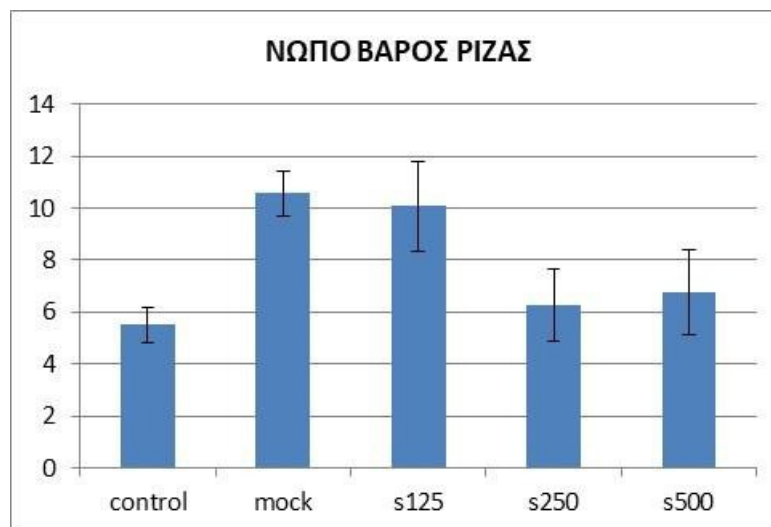
Πίνακας 4.3α Μετρήσεις νωπού βάρους ρίζας στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | mock | s125 | s250 | s500 |
|---------|-------|------|-------|------|
| 3,82 | 13,89 | 7,78 | 10,72 | 9,4 |
| 6,9 | 9,24 | 7,57 | 4,04 | 5,74 |
| 6,12 | 10,4 | 10,8 | 8,01 | 4,68 |
| 3,98 | 9,05 | 7,73 | 5,36 | 11,6 |
| 6,73 | 10,27 | 16,5 | 3,1 | 2,37 |

Πίνακας 4.3β Απεικόνιση διαφορών μέσω όρων μετρήσεων νωπού βάρους (g) ρίζας. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| CONTROL | 5 | 5,51 | X |
| S250 | 5 | 6,246 | XX |
| S500 | 5 | 6,758 | XXX |
| S125 | 5 | 10,076 | XX |
| MOCK | 5 | 10,57 | X |

Διάγραμμα 4.3 Νωπό βάρος ρίζας στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



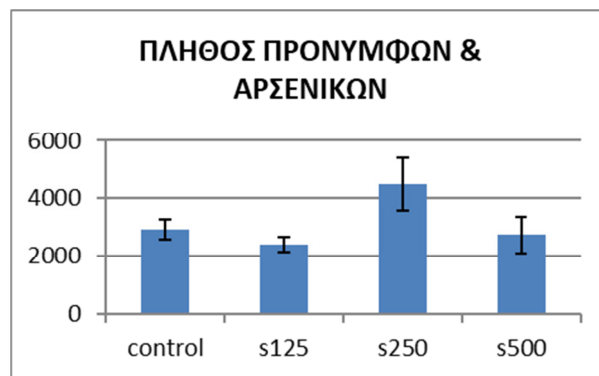
Πίνακας 4.4α Καταμέτρηση ελεύθερων προνυμφών και αρσενικών στο υπόστρωμα (δειγματοληψίες ανά 24 ώρες μετά την πάροδο των πρώτων 48 ωρών) στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| hrs: | 48 | 72 | 96 | 120 | 144 | 168 | ΣΥΝΟΛΟ |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------------|
| C (1) | 950 | 1100 | 640 | 520 | 440 | 11 | 3661 |
| C (2) | 370 | 550 | 500 | 210 | 160 | 30 | 1820 |
| C (3) | 2460 | 340 | 400 | 130 | 190 | 10 | 3530 |
| C (4) | 980 | 770 | 1080 | 270 | 160 | 18 | 3278 |
| C (5) | 640 | 880 | 460 | 220 | 180 | 9 | 2389 |
| S125 (1) | 760 | 860 | 810 | 340 | 234 | 170 | 3174 |
| S125 (2) | 800 | 710 | 234 | 174 | 126 | 90 | 2134 |
| S125 (3) | 2240 | 450 | 1080 | 170 | 95 | 35 | 4070 |
| S125 (4) | 570 | 230 | 840 | 140 | 82 | 8 | 1870 |
| S125 (5) | 730 | 400 | 640 | 160 | 103 | 10 | 2043 |
| S250 (1) | 530 | 1160 | 1400 | 440 | 90 | 28 | 3648 |
| S250 (2) | 570 | 2670 | 230 | 310 | 60 | 15 | 3855 |
| S250 (3) | 920 | 5420 | 880 | 160 | 150 | 90 | 7620 |
| S250 (4) | 960 | 430 | 2748 | 348 | 156 | 113 | 4755 |
| S250 (5) | 440 | 430 | 910 | 190 | 125 | 32 | 2127 |
| S500 (1) | 890 | 890 | 910 | 440 | 108 | 40 | 3278 |
| S500 (2) | 1070 | 400 | 198 | 102 | 96 | 61 | 1927 |
| S500 (3) | 720 | 330 | 318 | 126 | 246 | 120 | 1860 |
| S500 (4) | 3600 | 710 | 366 | 264 | 60 | 12 | 5012 |
| S500 (5) | 600 | 370 | 190 | 160 | 42 | 6 | 1368 |

Πίνακας 4.4β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου πλήθους ελεύθερων προνυμφών και αρσενικών στο υπόστρωμα. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S125 | 5 | 2400,8 | X |
| S500 | 5 | 2730,6 | XX |
| CONTROL | 5 | 2935,6 | XX |
| S250 | 5 | 4487,0 | X |

Διάγραμμα 4.4 Πλήθος ελεύθερων προνυμφών και αρσενικών στο υπόστρωμα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



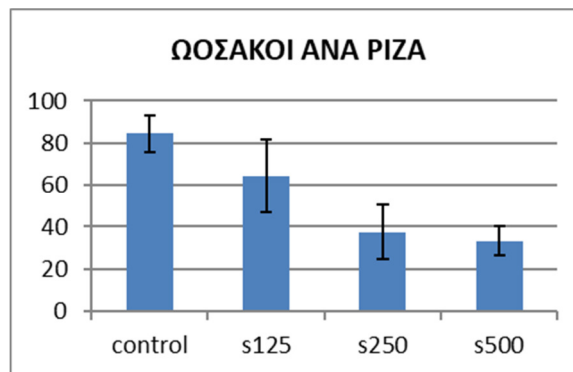
Πίνακας 4.5α Καταμέτρηση ωόσακων / ρίζα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | s125 | s250 | s500 |
|---------|------|------|------|
| 90 | 80 | 15 | 16 |
| 50 | 25 | 62 | 23 |
| 89 | 67 | 74 | 48 |
| 101 | 29 | 25 | 50 |
| 92 | 120 | 11 | 29 |

Πίνακας 4.5β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου πλήθους ωόσακων / ρίζα. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S500 | 5 | 33,2 | X |
| S250 | 5 | 37,4 | X |
| S125 | 5 | 64,2 | XX |
| CONTROL | 5 | 84,4 | X |

Διάγραμμα 4.5 Πλήθος ωόσακων / ρίζα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



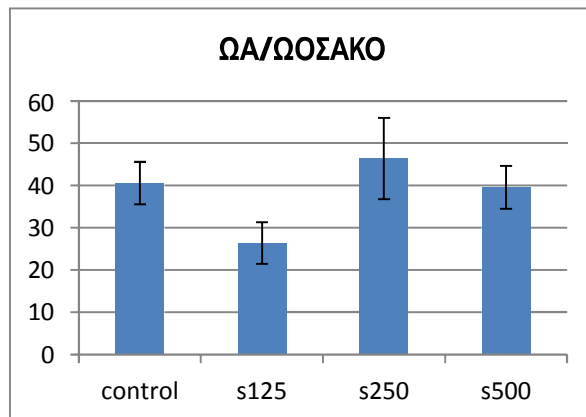
Πίνακας 4.6α Σύνολο ωών/ωόσακο στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| | control | s125 | s250 | s500 |
|--|---------|------|------|------|
| | 59 | 40 | 56 | 30 |
| | 40 | 23 | 33 | 48 |
| | 29 | 18 | 17 | 55 |
| | 40 | 15 | 54 | 35 |
| | 35 | 36 | 72 | 30 |

Πίνακας 4.6β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου πλήθους ωών / ωόσακο. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S125 | 5 | 26,4 | X |
| S500 | 5 | 39,6 | XX |
| CONTROL | 5 | 40,6 | XX |
| S250 | 5 | 46,4 | X |

Διάγραμμα 4.6 Πλήθος ωών / ωόσακο στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



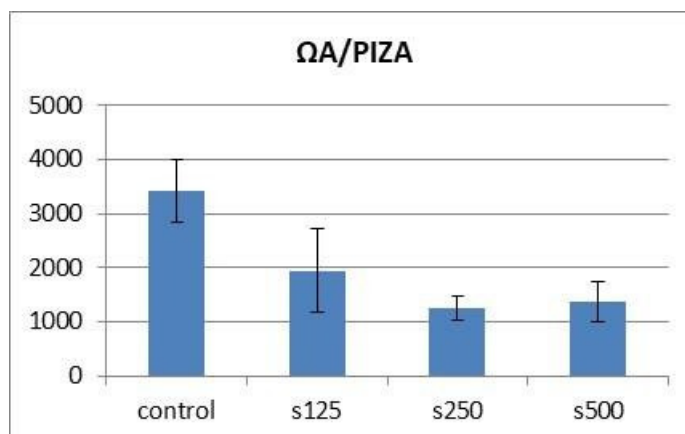
Πίνακας 4.7α Σύνολο ωών/ρίζα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | s125 | s250 | s500 |
|---------|------|------|------|
| 5310 | 3200 | 840 | 480 |
| 2000 | 575 | 2046 | 1104 |
| 2581 | 1206 | 1258 | 2640 |
| 4040 | 435 | 1350 | 1750 |
| 3220 | 4320 | 792 | 870 |

Πίνακας 4.7β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου πλήθους ωών / ρίζα. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S250 | 5 | 1257,2 | X |
| S500 | 5 | 1368,8 | X |
| S125 | 5 | 1947,2 | XX |
| CONTROL | 5 | 3430,2 | X |

Διάγραμμα 4.7 Πλήθος ωών / ρίζα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



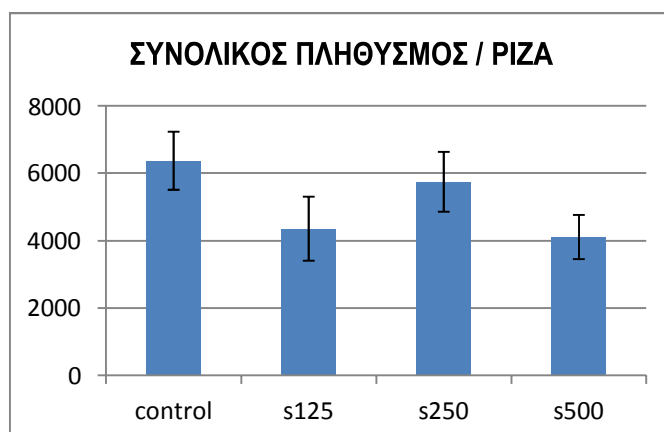
Πίνακας 4.8 Συνολικός πληθυσμός / ριζικό σύστημα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | s125 | s250 | s500 |
|---------|------|------|------|
| 8971 | 5555 | 4610 | 2231 |
| 3820 | 2353 | 7049 | 3085 |
| 6111 | 3081 | 3408 | 4389 |
| 7318 | 3261 | 5242 | 4830 |
| 5609 | 7490 | 8412 | 5962 |

Πίνακας 4.8β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου συνολικού πληθυσμού / ριζικό σύστημα. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S500 | 5 | 4099,4 | X |
| S125 | 5 | 4348,0 | X |
| S250 | 5 | 5744,2 | X |
| CONTROL | 5 | 6365,8 | X |

Διάγραμμα 4.8 Συνολικός πληθυσμός / ριζικό σύστημα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



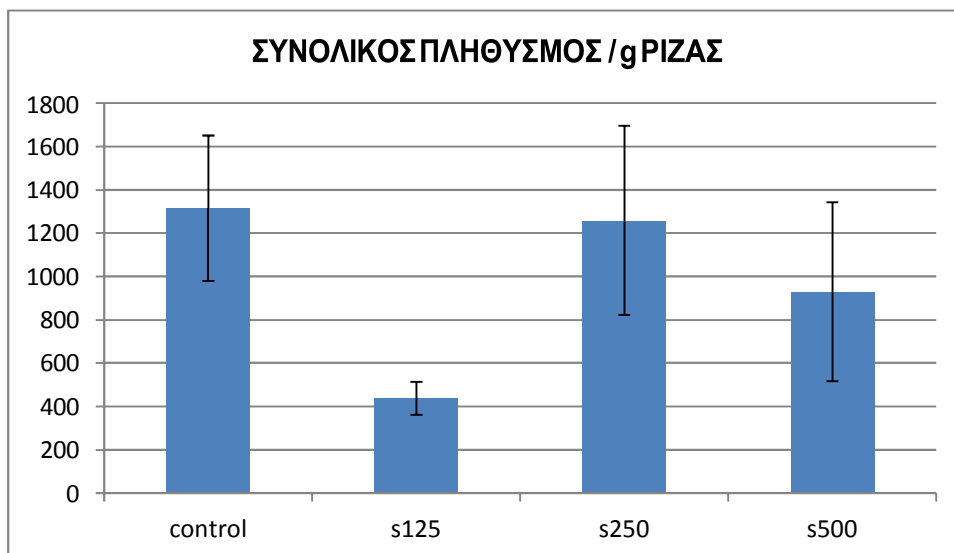
Πίνακας 4.9 Συνολικός πληθυσμός / g ρίζας στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

| control | s125 | s250 | s500 |
|----------|----------|----------|----------|
| 2348,429 | 714,0103 | 430,0373 | 237,3404 |
| 553,6232 | 310,8322 | 1744,802 | 537,4564 |
| 998,5294 | 285,2778 | 425,4682 | 937,8205 |
| 1838,693 | 421,8629 | 977,9851 | 416,3793 |
| 833,4324 | 453,9394 | 2713,548 | 2515,612 |

Πίνακας 4.9β Απεικόνιση διαφορών μέσου όρου συνολικού πληθυσμού / g ρίζας. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|---------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S125 | 5 | 437,185 | X |
| S500 | 5 | 928,922 | X |
| S250 | 5 | 1258,37 | X |
| CONTROL | 5 | 1314,54 | X |

Διάγραμμα 4.9 Συνολικός πληθυσμός / g ρίζας στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



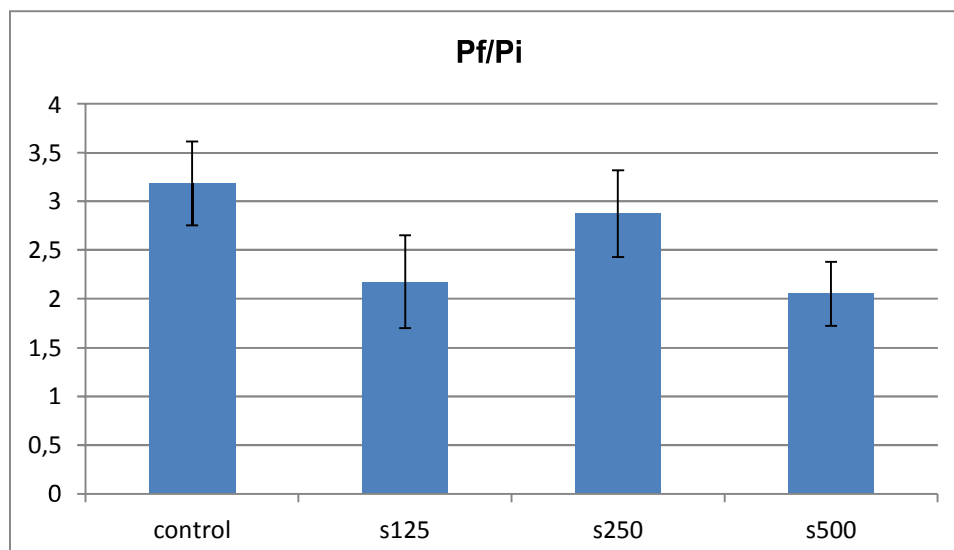
Πίνακας 4.10 Αναπαραγωγικό δυναμικό Pf:Pi πληθυσμού στις διαφορετικές μεταχειρίσεις (Pf: ο τελικός πληθυσμός και Pi: ο αρχικός).

| control | s125 | s250 | s500 |
|---------|--------|--------|--------|
| 4,4855 | 2,7775 | 2,305 | 1,1155 |
| 1,91 | 1,1765 | 3,5245 | 1,5425 |
| 3,0555 | 1,5405 | 1,704 | 2,1945 |
| 3,659 | 1,6305 | 2,621 | 2,415 |
| 2,8045 | 3,745 | 4,206 | 2,981 |

Πίνακας 4.10β Απεικόνιση διαφορών αναπαραγωγικού δυναμικού Pf:Pi πληθυσμών. Η θέση των X σε διαφορετικές στήλες υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών.

| Multiple Range Tests | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------------|
| Method: 95,0 percent LSD | | | |
| | Count | Mean | Homogeneous Groups |
| S500 | 5 | 2,0497 | X |
| S125 | 5 | 2,174 | X |
| S250 | 5 | 2,8721 | X |
| CONTROL | 5 | 3,1829 | X |

Διάγραμμα 4.10 Αναπαραγωγικό δυναμικό Pf:Pi πληθυσμού στις διαφορετικές μεταχειρίσεις (Pf: ο τελικός πληθυσμός και Pi: ο αρχικός).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έπειτα από ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειράματος που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι:

- Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος.
- Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων νωπού βάρους ρίζας, ωστόσο στη δόση 125μl/100ml παρατηρείται ότι τα φυτά παρουσίασαν αυξημένο νωπό βάρος ρίζας, όμοιο με αυτό των υγιών φυτών (MOCK).
- Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο ελεύθερων προνυμφών και αρσενικών στο υπόστρωμα μεταξύ των χειρισμών σε σχέση με τον μάρτυρα, αν και στη δόση 125μl/100ml, ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος από ότι στον μάρτυρα.
- Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο πλήθος ωόσακων / ρίζα στις δόσεις S250/100ml και S500μl/100ml σε σχέση με τον μάρτυρα, και σχετική μείωση στη δόση S125/100ml.
- Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση του αριθμού ωών/ωόσακο, αντιθέτως στη δόση 250μl/100ml ο αριθμός ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος από τον μάρτυρα. Στη δόση 125μl/100ml, παρατηρείται σχετικά χαμηλότερος αριθμός ωών/ωόσακο σε σχέση με όλες τις άλλες περιπτώσεις.
- Διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο πλήθος ωών/ρίζα στις δόσεις S250/100ml και S500μl/100ml σε σχέση με τον μάρτυρα, και σχετική μείωση στη δόση S125/100ml.
- Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον συνολικό πληθυσμό ανά ριζικό σύστημα, ωστόσο στις δόσεις S125/100ml και S500μl/100ml παρατηρείται μείωση.
- Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση του πλυθισμού ανά g ρίζας, ωστόσο στη δόση S125/100ml είναι χαμηλότερος σε σχέση με τους μάρτυρες και τις πιο υψηλές δόσεις.

- Τέλος δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο αναπαραγωγικό δυναμικό Pf:Pi του πληθυσμού, αλλά στις δόσεις S125/100ml και S500μl/100ml παρατηρείται μείωση.

Με κριτήριο τα αποτελέσματα του πειράματος, μπορεί με επιφύλαξη να ειπωθεί ότι το συγκεκριμένο σκέυασμα ενδέχεται να εμφανίσει αποτελεσματικότητα ενάντια στους κομβοηματοδείς.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στους χειρισμούς με τη χαμηλότερη δόση (125μl/100ml νερού) που είναι και η συνιστώμενη από την ετικέτα του σκευάσματος, παρατηρήθηκε μείωση σε όλους τους δείκτες, δηλαδή στο σύνολο ελεύθερων προνυμφών και αρσενικών στο υπόστρωμα, στο πλήθος ωόσακων / ρίζα, στο πλήθος ωών/ωόσακο καθώς και ωών/ρίζα, στον συνολικό πληθυσμό ανά ριζικό σύστημα και ανά g ρίζας και στο αναπαραγωγικό δυναμικό Pf:Pi του πληθυσμού, καθώς και αύξηση του νωπού βάρους του ριζικού συτήματος, χωρίς ωστόσο οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στον μικρό αριθμό επαναλήψεων.

Για την εξαγωγή πιο σαφών συμπερασμάτων, απαιτείται σίγουρα περαιτέρω πειραματισμός με μεγαλύτερο αριθμό επαναλήψεων και πιθανόν έλεγχο και των ενδιάμεσων δόσεων από αυτές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Agu, C.M. 2008. Effects Of Intercropping On Root-Gall Nematode Disease On Soybean (*Glycine max* (L) Merrill). *Plant Sciences Research*, 1(1):20-23.
- Chitwood, B.G. & Chitwood, M.B. 1950. An introduction to nematology. Section I: Anatomy. Monumental Printing Co, Baltimore, 213pp.
- 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.
- Bunt, J.A. 1975. Effect and mode of action of some systemic nematicides. *Communications Agr. Univ. Wageningen. The Netherlands.* 127 pp.
- 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.
- Dao F., 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.
- Dimock, A.W. 1956. An efficient labor saving method of steaming soil. *N.York State College of Agr. Cornell Ext. Bull. No 635*, pp. 1-17.
- Drechsler, C. 1937. Some hypomyces that prey on free living terricolous nematodes. *Mycologia* 29, pp. 464-487.
- Filipjev, I.N., and Schuurmans Stekhoven, J.H. 1959. *A manual of Agricultural Helminthology.* Leiden, E.J. Brill. 878 pp.
- Flegg, J.J.M. 1966. The Z-organ in *Xiphinema diversicaudatum*. *Nematologica* 12, 174
- Franklin, M.T. 1951. The cyst-forming species of Heterodera. *Commw. Agric. Bur. Farnham Royal Bucks England.* pp. 26-31.
- Govindaiah, S.B.D., Philip, T., Datta, R.K. 1991. Effects of marigold (*Tagetes patula*) intercropping against *Meloidogyne incognita* 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 Press. Vol. I, 11-63.
- Hooks, C.R.R., Wang, K.-H., Ploeg, A., McSorley, R. 2010. Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, 46:307–320.
- Jepson, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C.A.B. International.
- 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.
- Karssen, G. 1999. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goldi, 1982 (Tylenchida) in Europe. University of Gent, Biology Department, Belgium.
- 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.
- Krueger, R., Dover, K.E., McSorley, R., Wang, K.-H. 2013 Marigolds (*Tagetes* spp.) for Nematode Management. ENY-056, NG045, University of Florida, IFAS extension, <http://edis.ifas.ufl.edu>
- LaMondia, J.A. and Brodie, B.B. 1984. Control of *Globodera rostochiensis* 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. & 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 Tylenchida. *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

- Moens, M., Perry, N.P., Starr, L.J. 2009. Chapter 2. ROOT-KNOT NEMATODES. ©CAB International 2009. Edited By: Roland N. Perry, Maurice Moens and James L. Starr.
- Ouden, H., den. 1956. The influence of hosts and non-susceptible hatching plants on populations of *Heterodera schachtii*, *Nematologica* 1, 138-144.
- Pantelidis, 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.
- Paracer, S.M., Brzeski, M.W. and Zuckerman, B.M. 1966. Nematophagous and predaceous nematodes associated with cranberry soil in Massachusetts. *Plant Dis. Repr.* 50, 584-586
- Thorne, G. 1961. *Principles of Nematology*. McGraw-Hill, New York, 553 pp.
- Triantaphyllou, A.C. & Hirschmann, H. 1960. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderae). *Ann. Inst. Phytopathol. Benaki* 3, 1-11.
- Tyler, J. 1933. Development of the root-knot nematode as affected by temperature. *Hilgardia* 7, 391-415.
- Wallace, H.R. 1963. *The biology of plant parasitic nematodes*. Edward Arnold (Publ.) Ltd. 280 pp.

Ελληνική

- Κολιοπάνος, Κ.Ν. 1999. Φυτοпараσιτικοί νηματώδεις σκώληκες. Βιολογία Φυσιολογία - Γενετική ταξινόμηση και παθογένεση επί φυτών. Τρόποι αντιμετώπισης. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εργαστήριο Γεωργικής Εντομολογίας και Ζωολογίας.
- Κύρου, Χ.Ν. 2004. Φυτοпараσιτικοί νηματώδεις. Εκδόσεις Αγροτύπος. Αθήνα.

Διαδικτυακή

- <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/nematode/intro/Pages/IntroNematodes.aspx>
- <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/1901-syllit-544-sc-kai-ksexaste-ton-eksoasko>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ 29^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

(Λ-Γ1) ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ SYLLIT544SC ΩΣ ΝΗΜΑΤΩΔΟΚΤΟΝΟΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Ε. – Δ. Σταμάτη, Χ. Χανδόλιας, Ε. Καραναστάση.

*Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Φυτοπροστασίας-
Φαρμακολογίας, Τέρμα Θεοδώροπούλου, 27200, Αμαλιάδα*

ekaranastasi@upatras.gr

Η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ΦΠ) στη γεωργία έχει μειώσει σημαντικά τις απώλειες παραγωγής από εχθρούς και ασθένειες συμβάλλοντας στην εξασφάλιση επαρκών και υψηλής ποιότητας τροφίμων, ενώ η εναλλαγή δραστικών ουσιών στο πλαίσιο προγραμμάτων ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας έχει επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα στην προσπάθεια της αποφυγής ανάπτυξης ανθεκτικότητας. Με την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 91/414/EEC πολλά εγκεκριμένα σκευάσματα αποσύρθηκαν λόγω των δυσμενών τους επιδράσεών τους, ενώ με την αντικατάστασή της από την 2009/128/ΕΚ, η μείωση των σκευασμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη, κάνοντας την αντιμετώπιση των φυτοπαρασίτων σχεδόν ανέφικτη στην πράξη. Ιδιαίτερα όσον αφορά στα νηματώδοκτονα, το ποσοστό των εγκεκριμένων σκευασμάτων ήταν ανέκαθεν μικρό σε σχέση με τα υπόλοιπα ΦΠ ($\leq 2\%$), ακόμα και πριν τη δημιουργία του κενού στην φυτοπροστασία. Επιπλέον, η αντιμετώπιση των φυτοπαρασιτικών νηματωδών είναι ιδιαίτερα δύσκολη, λόγω της διαβίωσής τους εντός του εδάφους ή/και εντός των ριζών, ενώ η επιδερμίδα που περιβάλλει το σώμα τους δεν είναι περατή σε οργανικά μόρια. Έτσι, η ανεπάρκεια των συμβατικών νηματώδοκτόνων είναι σήμερα γεγονός και η εύρεση νέων ουσιών για την αντιμετώπιση των φυτοπαρασιτικών νηματωδών επιτακτική. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η δυνατότητα εφαρμογής του Syllit544SC (δ.ο. dodine) ως νηματώδοκτόνο. Το σκεύασμα επιλέχτηκε λόγω της μυκητοκτόνου δράσης του με στόχο τον ασκομύκητα φουζικλάδιο, σε συνδυασμό με το σκεπτικό ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετά δεδομένα για δραστικές ουσίες που εφαρμόζονται εναντίον ασκομυκήτων και έχουν δράση εναντίον των νηματωδών. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών 26-28°C, 60% σχετική υγρασία και 16h φωτοπερίοδο, με τεχνητή μόλυνση φυτών τομάτας ποικιλίας *Belladonna* με ωά νηματωδών *Meloidogyne javanica*. Το σκεύασμα εφαρμόστηκε σε τρεις δόσεις (125, 250 και 500μl/100ml), με ριζοπότισμα, σε δύο εφαρμογές ανά 7 ημέρες. Το πιλοτικό αυτό πείραμα έδειξε ότι στη δόση των 125μl/100ml, τα φυτά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικό αυξημένο νεοπό βάρος ρίζας, όμοιο με αυτό των υγιών φυτών, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται αντίστοιχη αύξηση του βάρους του υπέργειου τμήματος, ενώ οσυνολικός πληθυσμός ανά g ρίζας ήταν χαμηλότερος σε σχέση με τους μάρτυρες και τις πιο υψηλές δόσεις. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι το χαμηλότερο αυτό ποσοστό δεν μπορεί να εξηγηθεί από το αυξημένο βάρος ρίζας, αφού ο συνολικός πληθυσμός όσο και το αναπαραγωγικό δυναμικό ήταν αρκετά χαμηλό, ιδιαίτερα σε σχέση με τους μάρτυρες.

Διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης του σκευάσματος SYLLIT 544SC ως νηματωδοκτόνο σε καλλιέργεια τομάτας

Σταμάτη Ευαγγελία –Διονυσία, Χανδόλιας Χρήστος και Καραναστάση Ειρήνη*

Εργαστήριο Φυτοπροστασίας-Φαρμακολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών
*email: ekaranastasi@upatras.gr

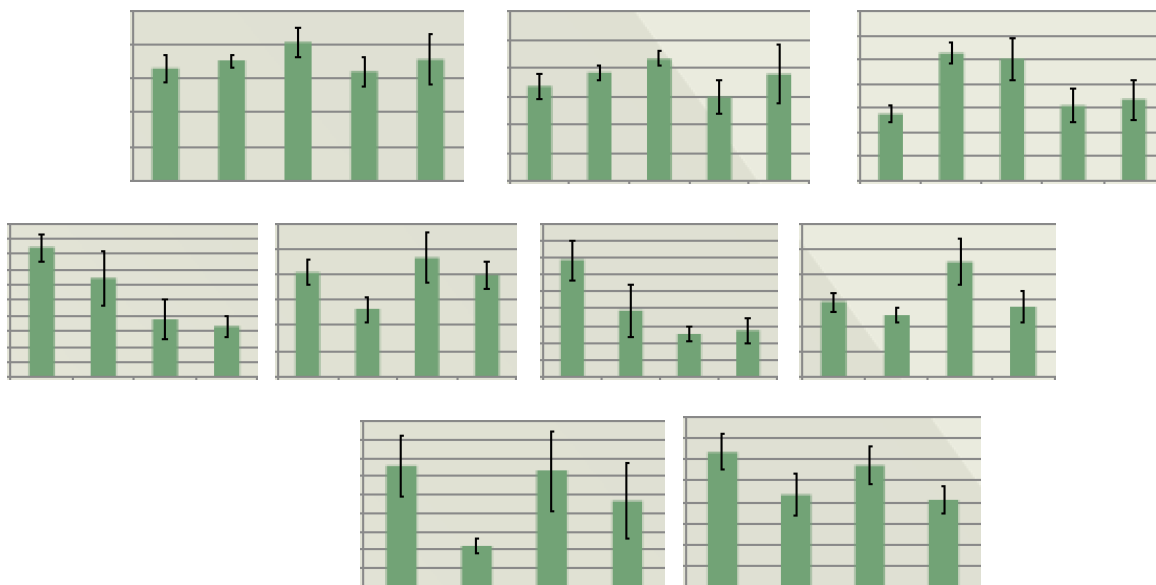
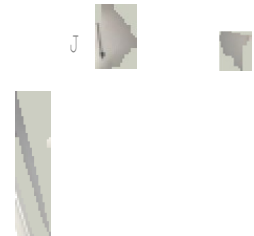
Ιδιαίτερη δυσκολία παρουσιάζει η αντιμετώπιση των φυτοπαρασιτικών νηματωδών, λόγω της διαβίωσής τους εντός του εδάφους ή/και εντός των ριζών και της μη περατότητας της επιδερμίδας τους σε οργανικά μόρια, ενώ το ποσοστό των εγκεκριμένων νηματωδοκτόνων είναι πολύ μικρό σε σχέση με τα υπόλοιπα ΦΠ (<2%), καθιστώντας την εξεύρεση νέων ουσιών για την καταστολή τους επιτακτική.

Στην παρούσα εργασία χρήσης του Syllit 544SC (δ.ο. dodine) ως νηματωδοκτόνο. Το σκεύασμα επιλέχθηκε λόγω της μυκητοκτόνου δράσης του με στόχο τον ασκομύκητα φουζυλάδιο, σε συνδυασμό με το σκεπτικό ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετά δεδομένα για δραστικές ουσίες που εφαρμόζονται εναντίον ασκομυκήτων και έχουν δράση εναντίον των νηματωδών.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών 26-28°C, 60% σχετική υγρασία και φωτοπερίοδο 16:8h Φ:Σ.

Φυτά τομάτας, ποικιλίας Belladona, μολύνθηκαν τεχνητά με 2.000 μολυσματικές προνύμφες *Meloidogyne javanica*.

Το σκεύασμα εφαρμόστηκε σε τρεις δόσεις (125μl/100ml, 250μl/100ml, 500μl/100ml) με ριζοπότισμα, με δύο εφαρμογές ανά 7 ημέρες.



Ευχαριστίες

Η ομάδα μας θα ήθελε να ευχαριστήσει την εταιρεία Arysta για τη διάθεση του σκευάσματος και την επιχείρηση του κυρίου Πολυζώη Αλέξης «ΕΜΠΟΡΙΑ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΕΜΠΟΡΙΑ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ - ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΑΓΡΟΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΕΦΟΔΙΩΝ & ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ» για τη διάθεση των σποροφύτων.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS