



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΚΤΟΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΙΚΗΣ
ΟΥΣΙΑΣ FLUOPYRAM ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗ
ΔΥΤΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ»**



ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΑΡΣΕΝΙΔΟΥ Α.Μ. 11578

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΔΡ. ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας - Φαρμακολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, το οποίο και ευχαριστώ για τη διάθεση του χώρου του εργαστηρίου. Επίσης, ευχαριστώ τον κ. Λάβδα Λάμπρο για την παραχώρηση των θερμοκηπίων του.

Πρωτίστως όμως, με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα και εισηγήτρια της εργασίας, Δρα Καραναστάση Ειρήνη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, για τον χρόνο της και την πολύτιμη βοήθεια της σε όλη τη πορεία της πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου Χανδόλια Χρίστο για τη βοήθεια και τη συνεργασία στο πλαίσιο εκπόνησης των εργασιών μας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους για την όλη στήριξή τους κατά τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας - Φαρμακολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η αξιολόγηση του νηματοδοκτόνου δυναμικού της δραστικής ουσίας fluorygam σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Οι νηματώδεις είναι λεπτοί σκωληκόμορφοί μικροοργανισμοί και προκαλούν μείωση, υποβάθμιση έως και καταστροφή της παραγωγής. Έτσι, στην παρούσα εργασία διεξήχθη μία πειραματική έρευνα για την καταπολέμηση των νηματωδών του γένους *Meloidogyne*, μέσω χημικής αντιμετώπισης και συγκεκριμένα με τη χρήση του επαναστατικού προϊόντος της **Bayer** «Velum Prime». Το συγκεκριμένο αποτελεί συμπυκνωμένο αιώρημα (SC) που περιέχει τη νέα δραστική ουσία fluorygam και καταπολεμά τους νηματώδεις και το ωίδιο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών.

Για το εν λόγω πείραμα αξιοποιήθηκαν καλλιέργειες καρπουζιού και πραγματοποιήθηκε κάλυψη όλης της υπό εξέταση περιοχής με λήψη πολυάριθμων υποδειγμάτων και ανάμιξή τους σε ένα δείγμα ανά πειραματικό τεμάχιο. Συνολικά χρειάστηκε να γίνουν δύο δειγματοληψίες και η απομόνωση των νηματωδών έγινε με τροποποίηση της μεθόδου Baermann.

Στη συνέχεια, μετά από στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, γεγονός που ίσως οφείλεται στην ανομοιόμορφη κατανομή των πληθυσμών των κομβονηματωδών στο έδαφος. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των παραγωγών, οι εφαρμογές που έγιναν είχαν ως αποτέλεσμα αύξηση της παραγωγής τους, της τάξης του 10%, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι οφείλεται στην εφαρμογή των νηματοδοκτόνων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΜΕΡΟΣ Α - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ.....	7
1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ	7
1.2. ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ	8
1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	10
1.2.1 ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	10
1.2.2 ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	11
1.2.3 ΑΠΕΚΚΡΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	14
1.2.4 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	15
1.3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	15
1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	16
1.5. ΚΙΝΗΣΗ.....	16
1.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ – ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ.....	16
1.7. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	18
1.7.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	19
1.7.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ.....	19
1.8. ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	20
1.9. ΔΙΑΣΠΟΡΑ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	21
2.1. ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ <i>MELOIDOGYNE</i>	21
2.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ.....	21
2.1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	21
2.1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	23
2.1.4 ΔΙΑΤΡΟΦΗ - ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ.....	25
2.1.5 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ – ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ.....	26
2.1.5.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	26
2.1.5.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	27
2.1.5.3 ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ (ΦΥΜΑΤΙΑ: ΕΞΟΓΚΩΜΑΤΑ).....	29
2.1.6 ΔΙΑΔΟΣΗ – ΞΕΝΙΣΤΕΣ	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	30
3.1 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ.....	30
3.1.1 ΠΡΟΛΗΨΗ.....	30
3.1.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ - ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ.....	31
3.1.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	31
3.1.2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	35
3.1.2.3 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	36
3.2 ΝΗΜΑΤΩΔΟΚΤΟΝΑ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ.....	40
3.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	40
3.2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	41
3.2.3 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	42
3.2.4 ΕΓΚΡΙΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ.....	42
3.2.4.1 Η ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ FLUOPYRAM.....	43
3.2.4.2 ΤΟ VELUM PRIME	44
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	46
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	46
4.1 ΥΛΙΚΑ	46
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	47
4.2.1 ΑΡΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	47
4.2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	48
4.2.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	48
4.2.4. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	50
4.2.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Α΄ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ.....	50
4.2.6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Β΄ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ.....	51
4.2.7. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE	53
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	54
4.3.1. Α΄ Γύρος πειραματισμού	54
4.3.1.1. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	54
4.3.1.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE	55
4.3.1.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	55
4.3.2. Β΄ Γύρος πειραματισμού	56
4.3.2.1. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	56
4.3.2.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE	57
4.3.2.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	57

4.3.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	58
4.3.3.1. Α' Γύρος πειραματισμού	58
4.3.3.2. β' Γύρος πειραματισμού	60
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	64
5.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	64
5.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ	68

ΜΕΡΟΣ Α - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Οι νηματώδεις (Εικόνα 1.1) είναι λεπτοί δραστήριοι σκωληκόμορφοι μικροοργανισμοί. Τους συναντάμε στο έδαφος στα γλυκά, θαλάσσια ή υφάλμυρα νερά, όπου υπάρχει οργανική ουσία, με ελεύθερη διαβίωση. Είναι ζωικά ή φυτικά παράσιτα. Οι νηματώδεις ζουν στο έδαφος γύρω από τις ρίζες των φυτών και ευθύνονται συχνά για την περιορισμένη ανάπτυξη της παραγωγής σε όλο τον κόσμο (Dao, 1970).



Εικόνα 1.1 Ζωοпараσιτικός νηματώδης (φωτογραφία από στερεοσκόπιο)

(Πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CF%82&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-xfDekq7aAhUKYqYKHQo9Ba4Q_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=Sv19Lh9IJ5UODM)

Η ονομασία προήλθε από τον τίτλο *Nematoidea* (Νηματοειδή) τον οποίο εισήγαγε ο Ελβετός φυσιολόγος Καρλ Ρουντόλφι (Karl Rudolphi) το 1808, και η ετυμολογική του ερμηνεία προέρχεται από τις αρχαίες ελληνικές λέξεις νῆμα και -ειδής. Ταξινομήθηκε ως οικογένεια για πρώτη φορά από τον Γερμανό ζωολόγο Χέρμαν Μπουρμπίστερ (Hermann Burmeister) το 1837.

Κατέχει τη δεύτερη θέση, μετά τα Αρθρόποδα ως την πολυπληθέστερη και πιο ευμετάβολη ομάδα από τα Μετάζωα (Chitwood, 1959). Ευρέως διαδεδομένοι εξαιτίας της δυνατότητας που έχουν να προσαρμόζονται και να ζουν όπου υπάρχει ζωή λόγω της εσωτερικής και εξωτερικής μορφολογίας τους (Hirschmann, 1960). Είναι τόσο μικροσκοπικά που χρειάζεται μικροσκόπιο για να γίνουν ορατά.

Ως ζωικά παράσιτα αναφέρονται στις πρώτες Αιγυπτιακές γραφές 4.000 χρόνια π.Χ. Στις πρώτες ζωολογικές ανακοινώσεις αναφέρεται το *Dracunculus medinensis* το οποίο προσβάλλει το ανθρώπινο σώμα και συγκεκριμένα τα πόδια και τους βραχίονες προκαλώντας φλεγμονές και έντονους πόνους. Γνωστοί και στην εποχή του Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) (Storer and Usinger, 1965). Στους μετέπειτα αιώνες γίνεται αναφορά από συγγραφείς στην ιατρική και ζωολογία. Ως φυτικά παράσιτα όμως ήταν άγνωστα μέχρι τον 17ο αιώνα. Η πρώτη αναγνώριση έγινε από τον Needham (1743), ο οποίος βρήκε και περιέγραψε τον νηματώδη του σιταριού (*Anguina tritici*).

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις προσβάλλουν όλα τα είδη φυτών, καλλιεργούμενων και μη. Μειώνουν τις αποδόσεις και υποβαθμίζουν την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος οδηγώντας σε ζημιές μεγάλης οικονομικής σημασίας. Μπορεί να προκαλούν ζημιές σε όλη τη καλλιέργεια ή σε τμήματα αυτής. Υπάρχουν περιπτώσεις που δρούν σε συνδυασμό με άλλους παθογόνους οργανισμούς (μύκητες, βακτήρια). Για τις πιο επιζήμιες προσβολές ευθύνονται οι κομβονηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (Τριανταφύλλου, 1960) και οι κυστογόνοι νηματώδεις των γενών *Heterodera* και *Globodera*.

Αξιοσημείωτο είναι ότι όλοι οι νηματώδεις που διαβιούν στο έδαφος δεν είναι επιβλαβείς. Αποδείχθηκε ότι μόνο το 30-50% εκδηλώνει φυτοπαρασιτική δράση. Επιπροσθέτως, αρκετοί από αυτούς αποτελούν ωφέλιμους οργανισμούς αφού τρέφονται με ακάρεα, έντομα, φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις, μύκητες, βακτήρια ή αποσυνθέτουν ριζικούς ιστούς, και αυτό συμβάλλει στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους και στη διατήρηση της ευρωστίας των φυτών. Και βέβαια είναι πολύ πιθανό μέσα στο έδαφος να βρεθούν νηματώδεις που παρασιτούν στους ανθρώπους και στα ζώα (Bunt, 1975).

1.2. ΟΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ

Η κατάταξη των κυριότερων φυτοπαρασιτικών νηματωδών είναι η εξής:

Βασίλειο: *Animalia*

Υποβασίλειο: *Metazoa*

Φύλο: *Nemata*

A. Κλάση: *Secernentea* (φέρουν φασμίδια)

Τάξεις: *Tylenchida Thorne*

Rhabditida Chitwood

Aphelenchida Siddiqi

B. Κλάση: *Adenophorea* (δεν φέρουν φασμίδια)

Τάξεις: *Dorylaimida Pearse*

Triplonchida Cobb,

Τα περισσότερα σημαντικά είδη φυτοпараσιτικών νηματωδών ανήκουν στην Τάξη *Tylenchida*, με σημαντικότερες τις εξής 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*, *Paratrichodorus*).

Η συστηματική ταξινόμηση των νηματωδών βασίζεται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των θηλυκών ατόμων και λιγότερο στον αρσενικών, των ωών και των νυμφών.

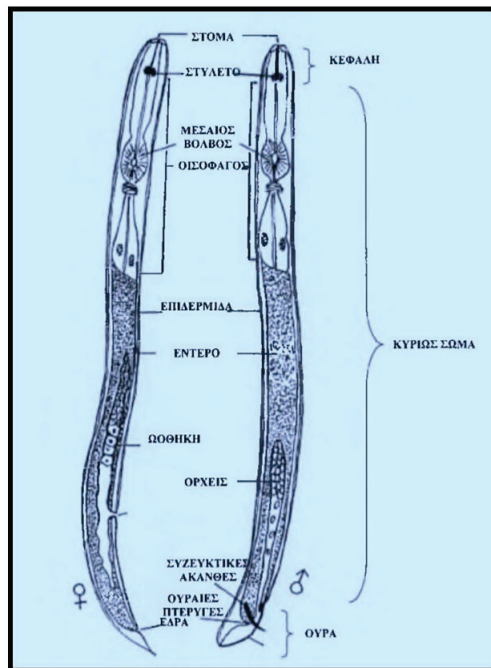
Οι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις είναι σκωληκόμορφα ζώα, με σώμα λεπτό, επίμηκες ή κυλινδρικό, κυκλικό σε εγκάρσια τομή. Στερούνται εσωτερικής μεταμέρειας, οφθαλμών, σκελετού και άκρων. Το μήκος του σώματός τους είναι από 0,2mm (*Paratylenchus spp.*) έως 12mm (*Longidorus spp.*) με μέσο όρο το 1mm ενώ στους περισσότερους δεν ξεπερνά τα 3,0mm. Το πλάτος τους κυμαίνεται από 50 έως 250μm (Κύρου, 2004). Σε ένα κυβικό εκατοστό καλλιεργούμενου εδάφους μπορούν να καταμετρηθούν 5 έως 100 νηματώδεις. Τα περισσότερα είδη δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι, εξαίρεση αποτελούν τα ακμαία θηλυκά *Meloidogyne*, *Globodera* και *Heterodera*. Τα αρσενικά διατηρούν το σκωληκόμορφο σχήμα τους σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής τους, ενώ τα θηλυκά μεταβάλλονται, διογκώνονται και μπορούν να πάρουν σφαιροειδές, λεμονοειδές, νεφροειδές έως και απιοειδές σχήμα (Κύρου, 2004).

Οι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις δεν έχουν σκελετό, εξωτερικές προσαρτήσεις, τρίχες, άκρα. οφθαλμούς, αυτιά και αναπνευστικό σύστημα. Αντί για αισθητήρια όργανα έχουν νευρικές απολήξεις, με μορφή κυρίως αισθητήριων θηλών, που βρίσκονται στο πρόσθιο και οπίσθιο μέρος του σώματος. Το επιδερμίδιο, η υποδερμίδα και οι σωματικοί μύες (μυϊκό στρώμα) καλύπτουν το σώμα τους.

Για να καταφέρουμε να τους μελετήσουμε και να τους περιγράψουμε τους χωρίζουμε νοητά σε τρία υπομήματα: την κεφαλή, το κυρίως σώμα και την ουρά (Εικόνα 1.2). Ως κεφαλή θεωρείται το εμπρόσθιο άκρο που περιλαμβάνει το στοματικό άνοιγμα που περιβάλλεται από έξι χείλη (χειλικοί λοβοί) και την στοματική κοιλότητα με το στίλετο, που είναι το κύριο όργανο παρασιτισμού των φυτοпараσιτικών νηματωδών. Ως ουρά αναφέρεται η περιοχή από την έδρα των θηλυκών ή την αμάρα των αρσενικών μέχρι το οπίσθιο άκρο του σώματος και τέλος το κυρίως σώμα περιλαμβάνει το τμήμα που παρεμβάλλεται μεταξύ κεφαλής και ουράς είναι η περιοχή από

την έδρα μέχρι το άκρο του σώματος τους (Κύρου, 2004).

Οι παλινδρομικές κινήσεις του στίλετου με τη βοήθεια εξειδικευμένων μυών διατηρούν το κυτταρικό τοίχωμα και απορροφούν τα συστατικά των κυττάρων.



Εικόνα 1.2 Ενδεικτικό διάγραμμα της μορφολογίας του σώματος ενός φυτοпараσιτικού νηματώδη.

(Πηγή: <http://www.apsnet.org>)

1.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

1.2.1 ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το πεπτικό σύστημα φυτοπαρασιτικών νηματωδών είναι πλήρες. 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 λέγεται αλλιώς και σαν ένας εσωτερικός σωλήνας, που αρχίζει από το άνοιγμα του στόματος και τελειώνει στην έδρα.

Ο οισοφάγος έχει μεγάλη βαρύτητα για την ταξινόμηση. Είναι μια σωληνοειδής κατασκευή που καλύπτεται εσωτερικά από λεπτή επιδερμίδα και εξωτερικά από μια μεμβράνη, ενώ σε εγκάρσια τομή παρατηρούμε τρία συμμετρικά τμήματα, ένα νωτιαίο και δυο πλαγιοκοιλιακά. Είναι εφοδιασμένος με ένα ή περισσότερα μυώδη εξογκώματα, τους βολβούς, οι οποίοι είναι μπορεί να διαθέτουν μυζητική βαλβίδα που τους βοηθάει στην απορρόφηση των τροφών. Σύμφωνα με την θέση που έχει ο κάθε βολβός στον οισοφάγο, καλείται μεσαίος (*median*) όταν βρίσκεται στο μέσον και τελικός ή βασικός (*basal*) όταν βρίσκεται στο τέλος. Το νευρικό σύστημα είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία τους καθώς και για τη ρύθμιση των μυϊκών οισοφαγικών ινών (Chitwood & Chitwood, 1950, Hirschmann, 1971). Οι οισοφαγικοί αδένες είναι τρεις, δυο πλαγιοκοιλιακοί και ένας

νωτιαίος, κάθε ένας από τους οποίους αποτελείται και από έναν αγωγό. Τα εκκρίματα των αδένων είναι απαραίτητα για την πέψη των τροφών. Ο οισοφάγος διαιρείται σε τρία μέρη, το λεγόμενο σώμα (*corpus*) που περιλαμβάνει:

- το εμπρόσθιο κυλινδρικό τμήμα (*procorpus*)
- το ακόλουθο διογκωμένο σφαιρικής μορφής τμήμα (*metacarpus*)
- τον ισθμό (*isthmus*) που είναι ένα στενό, κυλινδρικό και βραχύ τμήμα που συνδέει το *metacarpus* με τον βασικό βολβό, δηλαδή το αδενώδες πίσω τμήμα του οισοφάγου (Κύρου, 2004).

Ο οισοφάγος ανάλογα με τη μορφολογία και τη διάπλασή του μπορεί να είναι κυλινδρικός (π.χ. *Mononchus*), διμερής κυλινδρικός ή δορυλαιμοειδής (π.χ. *Longidorus*) και τριμερής κυλινδρικός ή τυλεγχοειδής (π.χ. *Tylenchorhynchus*) (Hirschmann, 1971).

Ο οισοφάγος ενώνεται με το έντερο μέσω της οισοφαγο-εντερικής βαλβίδας ή καρδίας που βρίσκεται στη βάση του οισοφάγου. Η βαλβίδα προεκτείνεται λίγο μέσα στον εντερικού σωλήνα, εμποδίζοντας την άνοδο της τροφής στον οισοφάγο. Ο εντερικός σωλήνας είναι μακρύς, ευθύς και φέρει μια στρώση επιθηλιακών κυττάρων και δεν διατρέχεται από μυϊκές ίνες. Χωρίζεται σε τρία μέρη, το πρόσθιο, το μεσαίο και το οπίσθιο. Η αφοδευση των τροφών στο περιβάλλον, γίνεται μέσω του ορθού, ο οποίος είναι ένας πεπλατυσμένος σωλήνας που συνδέεται με το κυρίως έντερο μέσω ενός σφιγκτήρα. Το ορθό καταλήγει στην έδρα των θηλυκών ή την αμάρα των αρσενικών και από εκεί τελικά απορρίπτονται οι τροφές προς το περιβάλλον (Κύρου, 2004).

Το ψευδοκοιλώμα βρίσκεται κάτω από την επιδερμίδα και το μυϊκό στρώμα. Αυτό είναι γεμάτο με ένα υγρό όπου βρίσκονται όλα τα εσωτερικά όργανα. Συντελεί στην συντήρηση μιας υψηλής εσωτερικής πίεσης-σπαργής, απαραίτητη για την κίνηση του νηματώδη. Επίσης λειτουργεί σαν αναπνευστικό και κυκλοφοριακό σύστημα.

1.2.2 ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το νευρικό σύστημα των νηματωδών χρησιμεύει για να λαμβάνει ερεθίσματα από το περιβάλλον, τα μεταφέρει σε ένα κέντρο συντονισμού στο πλαίσιο του νευρικού ελέγχου και μεταδίδει αισθητήριες αντιδράσεις στα όργανα εκτέλεσης, όπως είναι οι μύες και οι αδένες. Έχει δυο κύρια κέντρα, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με νευρικές ίνες. Το ένα βρίσκεται στην περιοχή του οισοφάγου και το άλλο στην περιοχή του απευθυσμένου. Ο νευρικός δακτύλιος (*nerve ring*), αποτελεί το κέντρο σύνδεσης και από εκεί εκτείνονται τα νεύρα και τα γάγγλια (Ηλιόπουλος, 1997). Ο νευρικός δακτύλιος περιβάλλει τον οισοφάγο στην περιοχή του ισθμού. Οι νευρικές ίνες είναι έξι: δύο πλάγια, δύο πλαγιονότια και δύο πλαγιοκοιλιακά. Κάθε ίνα διακλαδίζεται σε 2 ή 3 νεύρα και καταλήγει σε κάποιο αισθητήριο όργανο (Κύρου, 2004).

Στο νευρικό σύστημα εντάσσονται και κάποια αισθητήρια όργανα που έχουν σημασία στον νηματώδη για την επικοινωνία με το περιβάλλον, την εύρεση τροφής, την αναζήτηση ατόμων για σύζευξη κλπ. Αυτά είναι τα φασμίδια, οι χειλικές θηλές, οι αισθητήριες σμήριγγες, τα *sensilla*, οι γεννητικές θηλές, οι αυχενικές αισθητήριες θηλές, τα αμφίδια, οι πόροι, τα ημιζόνια και τα όργανα Z. Τα όργανα αυτά είναι νευρικές απολήξεις με τη μορφή αισθητήριων θηλών που βρίσκονται στο εμπρόσθιο ή το οπίσθιο τμήμα του σώματος (Κύρου, 2004).

– Τα φασμίδια (*phasmids*)

Τα φασμίδια βρίσκονται στο οπίσθιο τμήμα του σώματος πριν την ουρά και είναι αισθητήρια όργανα, ένα ζεύγος επιδερμικών θυλάκων. Αποτελούνται από ένα κοντό αγωγό που καταλήγει στην επιφάνεια της επιδερμίδας σαν επιφανειακός πόρος ή θηλή και συνδέεται εσωτερικά με ένα πλάγιο ουραίο νεύρο. Ο διαχωρισμός των Κλάσεων *Phasmidia* και *Aphasmidia* εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη των φασμιδίων (Chitwood, 1933). Πιο αναλυτικά εξαρτάται από τη παρουσία ή την απουσία των φασμιδίων, την ακριβή θέση εντοπισμού τους στο σώμα του νηματώδη και τη δυνατότητα διάκρισης. Έτσι, η Τάξη *Dorylaimida* στερείται φασμίδια ενώ η *Tylenchida* κατατάσσεται στα *Phasmidia*. Εξαιρούνται τα είδη του γένους *Heterodera*, διότι δε φέρουν φασμίδια (Luc, 1987).

– Οι χειλικές θηλές (*papilla*)

Οι χειλικές θηλές είναι επιδερμικές δομές και χρησιμεύουν σαν όργανα αφής. Βρίσκονται γύρω από το στοματικό άνοιγμα και συνδέονται με νεύρα που ως κέντρο και σημείο εκκίνησης τους έχουν τον νευρικό δακτύλιο. Στην Κλάση *Secernentea* οι θηλές βρίσκονται σε πλαγιοκοιλιακή θέση ενώ στην *Adenophorea* οι θηλές όπως και οι σμήριγγες βρίσκονται στα πλάγια χείλη (Κύρου, 2004).

– Οι σμήριγγες (*seta*)

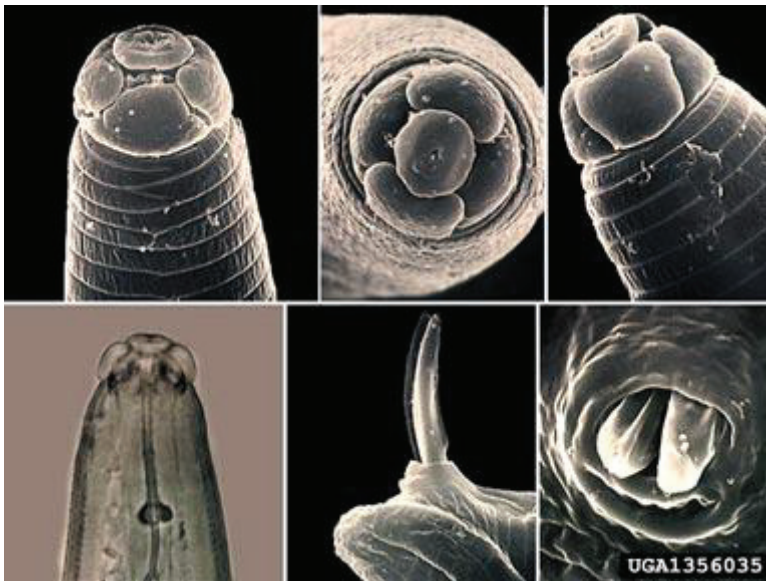
Οι σμήριγγες είναι σαν τρίχες. Παρουσιάζονται μικρές και δυσδιάκριτες ή μακριές και καλά αναπτυγμένες (*Adenophorea*). Είναι επιμήκειες. Έχουν δυνατότητα κίνησης. Εντοπίζονται εύκολα στη κεφαλή αλλά μπορούν να βρίσκονται σε όλες σχεδόν τις περιοχές του σώματος. Διακρίνονται σε σωματικές και ουραίες, και συνδέονται με μη εξειδικευμένα νεύρα (Κύρου, 2004). Συνήθως, σμήριγγες φέρουν τα υδρόβια είδη ελεύθερης διαβίωσης, ενώ αυτά που διαβιούν στο έδαφος ή σαν παράσιτα και φυτοπαράσιτα συνήθως έχουν μόνο θηλές (Allen, 1959, Filrjev & Stekhoven, 1959).

– Οι γεννητικές θηλές (*genital papillae*)

Οι γεννητικές θηλές στα αρσενικά βρίσκονται στη κοιλιά ενώ στα θηλυκά πριν ή μετά την έδρα και συνδέονται με νεύρα. Παρουσιάζουν ποικιλία σχημάτων και μπορεί ή να καλύπτονται από τις ουραίες πτέρυγες ή να *απαρτίζουν* ανορθώσεις από λεπτό επιδερμικό στρώμα (Κύρου, 2004).

– Τα αμφίδια (*amphids*)

Είναι αισθητήρια όργανα αφής. Πλάγια της κεφαλής, υπάρχουν δύο αβαθή, βοθρία ένα σε κάθε πλευρά που ονομάζονται αμφίδια (Εικόνα 1.3). Τα αμφίδια βρίσκονται, κάτω από τις θηλές πλαγιοκεφαλικώς. Αποτελούνται από νευρικές απολήξεις και έναν αδένα. Στην Κλάση *Secernentea* βρίσκονται στην περιοχή των χειλέων ενώ στα *Adenophorea* βρίσκονται πίσω ή κάτω από την κεφαλή. Το σχήμα τους εξωτερικά ποικίλει. Παίρνουν μορφή από μικρών στρογγυλεμένων πόρων μέχρι και επιμηκών σχισμών (Crofton, 1966).



Εικόνα 1.3 Η κεφαλή του φυτοпараσιτικού νηματώδη *Hemicycliophora* sp. όπου διακρίνονται η χειλική περιοχή και τα ανοίγματα των αμφιδίων.

(Πηγή: https://www.google.gr/search?q=meloidogyne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiEnuy7mK7aAhUMJMAKHYLxBQUQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgdii=zwyZjxXz3pqc6M:&imgcr=iiobhQ3YJqG71M:)

– Τα *sensilla*

Τα *sensilla* θεωρούνται απλά όργανα αίσθησης. Βρίσκονται μέσα στον αμφιδιακό αγωγό εκεί που σχηματίζει μια σακκοειδή διόγκωση και ενώνεται με το αμφιδιακό άνοιγμα (Caveness, 1964). Στην Κλάση *Adenophorea* είναι μακρά ενώ στην *Secernentea* δεν είναι..

– Το ημιζόνιο

Το ημιζόνιο (*hemizonid*) βρίσκεται στην κοιλιακή πλευρά κοντά στον απεκκριτικό πόρο και σχηματίζει ένα ημικόκλιο. Δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη ο ρόλος του αλλά, δείχνει να έχει μια σχέση με το νευρικό σύστημα (Hirschmann, 1971).

– Αυχενικές αισθητήριες θηλές

Είναι ένα ζεύγος θηλών και φαίνονται σαν προεξοχές της επιδερμίδας. Λειτουργεί σαν όργανο αφής. Βρίσκονται στο τμήμα του νευρικού δακτυλίου. Δεν συντελούν στην ταξινόμηση διότι είναι δύσκολη η παρατήρηση τους και η παρουσία τους ασταθής (Κύρου, 2004).

– Όργανο Z

Είναι ένα μυώδες όργανο. Βρίσκεται μεταξύ της σπερματοθήκης και της μήτρας αλλά δεν έχει εξακριβωθεί η σημασία του. Εντοπίζεται στα θηλυκά άτομα του γένους *Xiphinema* και για αυτό χρησιμοποιείται για τη διάγνωση αυτού του γένους (Luc, 1961, Flegg, 1966, Luc & Dalmasso, 1975).

1.2.3 ΑΠΕΚΚΡΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το απεκκριτικό σύστημα παρουσιάζει μεγάλη παραλλαγή στην ανατομία των νηματωδών. Αποτελείται από δύο όργανα: ένα αδενώδες κύτταρο (*renette*) και ένα σωληνωτό που εκβάλλει σε ένα κοινό πόρο έκκρισης που συνήθως βρίσκεται στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου του οισοφάγου. Υπάρχουν δύο τύποι απεκκριτικού συστήματος:

- Ο μονοκύτταρος και
- ο σωληνοειδής ή πολυκύτταρος.

Στους δύο αυτούς τύπους βασίστηκε η διαίρεση του φύλου στις δύο κλάσεις *Adenophorea* και *Secernentea* (Chitwood, 1958).

Στην κλάση των *Adenophorea* το απεκκριτικό σύστημα αποτελείται από ένα μόνο αδενώδες απεκκριτικό κύτταρο. Βρίσκεται στην σωματική κοιλότητα στην περιοχή του οισοφάγου. Το κύτταρο αυτό μπορεί να επιμηκυνθεί και συνδέεται μέσω ενός αγωγού με τον εκφορητικό πόρο που ανοίγει στην κοιλιακή χώρα, συνήθως στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου.

Στην κλάση των *Secernentea* υπάρχει ένα ζεύγος πλάγιων απεκκριτικών αγωγών οι οποίοι ενώνονται κοντά στο πρόσθιο άκρο με έναν εγκάρσιο αγωγό και εκβάλλουν σε κοινό απεκκριτικό πόρο, κοιλιακώς.

Στους φυτοπαράσιτους νηματώδεις (*Tylenchida*) το απεκκριτικό σύστημα είναι ασύμμετρο. Αποτελείται από έναν μόνο αγωγό που εκτείνεται μπροστά και πίσω δια μέσου μιας μόνον πλάγιας χορδής, και καταλήγει στον εκφορητικό πόρο. Στα *Secernentea* το άκρο του εκφορητικού πόρου περιβάλλεται από την επιδερμίδα αντιθέτως στα *Adenophorea* δεν περιβάλλεται (Crofton, 1966- Hirschmann, 1971).

1.2.4 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Τα θήλεα γεννητικά όργανα αποτελούνται συνήθως από ένα ή δύο γεννητικούς βραχίονες (γεννητικός αδένας). Ο 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 μήτρες ενώνονται περίπου στο μέσο του σώματος με τον κόλπο, ο οποίος εκβάλλει στην κοιλιακή επιφάνεια, μέσω του γενετικού ανοίγματος. Μία εκδοχή είναι να αποτελείται από έναν γεννητικό βραχίονα εκτεινόμενου εμπρός (μονόδελο-πρόδελο) ή οπίσθια (οπισθόδελο) του αιδοίου με αναδιπλούμενες ή μη ωοθήκες. Η άλλη εκδοχή είναι να αποτελείται από δύο γεννητικούς βραχίονες εκατέρωθεν του αιδοίου (δίδελοι-αμφίδελοι) με αναδιπλωμένες ή μη ωοθήκες (Κύρου 2004).

Το αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα βρίσκονται στο πίσω μέρος του σώματος κοντά στην αμάρα. Αποτελεί από ένα βραχίονα που κατευθύνεται προς τα εμπρός είτε από δύο γεννητικούς βραχίονες που μπορεί να κατευθύνονται ή όχι προς την ίδια πλευρά. Κάθε γεννητικός βραχίονας περιλαμβάνει ένα σωληνωτό όργανο, σπερματικό αγωγό, συνεχόμενο με τη σωληνωτή σπερματική κύστη, η οποία διογκούμενη σχηματίζει τον μυώδη εκσπερματικό αγωγό. Αυτός εκβάλλει σε κοινό υποδοχέα με το ορθό έντερο, την αμάρα. Τα όργανα συνουσίας είναι 1 ή 2 κεκαμμένοι σκληροπρωτεϊνικοί άκανθοι σύζευξης (*spicula*-κέντρον, πλ. *spiculus*) και βρίσκονται στο τελικό άκρο του εντέρου.

1.3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Γονοχωριστικά είναι τα ζώα που χωρίζονται σε θηλυκά και αρσενικά έτσι είναι και οι νηματώδεις. Σπάνιο φαινόμενο αποτελούν έχουν τα αμφιφυλετικά άτομα, που έχουν δηλαδή χαρακτηριστικά και των δυο φύλων. Όταν εμφανίζονται με την ίδια συχνότητα αρσενικά και θηλυκά η αναπαραγωγή γίνεται αμφιμικτικά δηλαδή με διασταύρωση φύλων. Όταν όμως υπάρχει

ανισορροπία μεταξύ αρσενικών και θηλυκών τότε η αναπαραγωγή γίνεται παρθενογενετικά. Βέβαια υπάρχουν και μερικά είδη που είναι ερμαφρόδιτα (δηλαδή ωάρια και σπερματοζώαρια παραγόμενα από το θηλυκό) και αναπαράγονται με αυτογονιμοποίηση.

1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Τα στάδια ανάπτυξης του βιολογικού κύκλου των νηματωδών είναι το εμβρυικό, τέσσερα προνυμφικά και το ενήλικο ή τέλειο στάδιο. Το θηλυκό ανάλογα με το είδος γεννά τα αυγά του μέσα ή έξω από τις ρίζες των φυτών. Ο αριθμός των αυγών μπορεί να είναι από 100 ή και λιγότερα μέχρι 2000 ή και περισσότερα. Το νερό μόνο του ή με τις ουσίες που μεταφέρει από τις ρίζες των φυτών προκαλεί την εκκόλαψη των αυγών.

Όλα τα όργανα των προνυμφικών σταδίων είναι ανεπτυγμένα εκτός από το αναπαραγωγικό σύστημα και έτσι ονομάζονται ατελή (Κολιοπάνος, 1999) και εξελίσσεται κατά την διάρκεια των 4 προνυμφικών σταδίων. Για να συμπληρωθεί ο βιολογικός κύκλος χρειάζονται 15 έως 50 ημέρες αναλόγως του είδους του νηματώδη και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Κύρου, 2004).

1.5. ΚΙΝΗΣΗ

Η κίνηση των νηματωδών είναι κυματοειδή, γίνεται σε ελάχιστη ποσότητα νερού μέσα στο έδαφος ή στην επιδερμίδα των υπεργείων φυτικών μερών και βασίζεται στο μυϊκό τους σύστημα. Έτσι λοιπόν οι προνύμφες μετακινούνται από ρίζα σε ρίζα, βρίσκουν στο έδαφος το φυτό-ξενιστή και διατρέφονται. Οι αποστάσεις που διανύει δεν ξεπερνά τα 1-2 μέτρα το χρόνο περιορίζεται όμως σε μερικά εκατοστά. Αν δεν υπάρχει λεπτή μεμβράνη νερού στο έδαφος ή στην επιφάνεια του φυτού η μετακίνηση είναι αδύνατον να πραγματοποιηθεί. Καθώς επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, το πορώδες του εδάφους, τον εδαφικό τύπο και την οσμωτική πίεση

Μερικά είδη μόλις χαθεί το νερό και βρεθούν σε ξηρό περιβάλλον στο έδαφος ή στο φυτό σταματούν την δραστηριότητά τους και πεθαίνουν, ενώ άλλα σε ορισμένα στάδια μπορούν να αντέξουν τόσο στην ξηρασία όσο και στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μένοντας αδρανή για μεγάλη χρονική περίοδο.

1.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ – ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Στις ρίζες των φυτών υπάρχουν κάποια χημικά ριζικά εκκρίματα τα οποία έλκουν τους νηματώδεις και κινούνται μέσα στο χώμα προς αυτές. Με το στίλετο το οποίο βρίσκεται στο στόμα τους τρυπούν τους ιστούς του φυτού με τη βοήθεια ενζύμων και απομυζούν τους χυμούς του. Έτσι

προκαλεί ζημιές στις ρίζες, στελέχη, φύλλα και άνθη πολλών φυτών, και για όλο αυτό χρειάζονται από μερικά λεπτά έως μερικές ημέρες, ανάλογα το είδος του νηματώδη. Με το άνοιγμα που κάνουν 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. Τους νηματώδεις ανάλογα του τρόπου παρασιτισμού τους διακρίνουμε σε:

– Προαιρετικά φυτοπαρασιτικοί

Τρέφονται είτε σε φυτικές ρίζες είτε με μύκητες ή βακτήρια του εδάφους, και είναι οι περισσότεροι. Τα είδη αυτά έχουν στίλετο και βρίσκονται στη ριζόσφαιρα των φυτών, ζουν μέσα στο έδαφος και παρασιτούν στα υπόγεια μέρη, του φυτού (ρίζες, βολβούς, κονδύλους, ριζώματα) που είναι και οι περισσότεροι.

π.χ. *Coslenchus costatus*, *Cephalenchus emarginatus*, κλπ

– Παρασιτικοί υπέργειων φυτικών τμημάτων

Ζουν στην επιφάνεια του εδάφους, εισβάλλουν στα φυτά και μεταφέρονται με την ανάπτυξη των φυτών, στα εναέρια μέρη τους, στελέχη, φύλλα, άνθη όπου παρασιτούν.

– Εκτοπαρασιτοι

Μένουν έξω από τους ιστούς του φυτού διαβιούν μόνιμα εντός του εδάφους και παίρνουν την τροφή τους με το στίλετο, βυθίζοντας το στους ιστούς των φυτών.

– Ενδοπαρασιτικοί

Εισέρχονται εντός των ριζών τρέφονται και πολλαπλασιάζονται δια μέσου των φυτικών ιστών.

π.χ. *Ditylenchus*, *Hirschmaniella*, *Meloidogyne*, *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Radopholus*, (*Globodera*, *Heterodera*).

– Ημι-ενδοπαρασιτικοί

Βυθίζουν τμήμα του προσθίου σώματος εντός του φυτού-ξενιστή.

π.χ. *Belonolaimus*, *Dolichodorus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Merlinius*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, *Tylenchulus*, (*Globodera*, *Heterodera*)..

Οι εκτοπαράσιτοι και ενδοπαράσιτοι διακρίνονται σε μόνιμους και πλάνητες. Οι μόνιμοι αφού εγκατασταθούν σε ένα σημείο του ξενιστή δεν μετακινούνται σε άλλη θέση. Ενώ οι πλάνητες μετακινούνται πάνω στον ξενιστή από θέση σε θέση ή από ξενιστή σε ξενιστή.

1.7. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Οι ζημιές που προκαλούνται από τους νηματώδεις στα φυτά μπορεί να είναι:

- Μηχανικές

Προκαλούνται από το στίλετο κατά την είσοδο του νηματώδη στον ξενιστή και κατά την κίνηση του εντός των φυτικών ιστών. Οι μηχανικές βλάβες μπορεί να οδηγήσουν σε επιδερμικές ή κυτταρικές νεκρώσεις και να προκαλέσουν προσβολές από παθογόνα (μύκητες, βακτήρια), με αποτέλεσμα την δυσλειτουργία ή την καταστροφή των φυτικών ιστών.

- Νεκρώσεις

Προκαλούνται κατά τον παρασιτισμό από δευτερογενή αίτια (ένζυμα, παθογόνα) ή κατά την είσοδο μέσα στους φυτικούς ιστούς στα κύτταρα ή στην επιδερμίδα.

- Μολύνσεις

Διάφορες ιώσεις ή άλλες ασθένειες μεταδίδονται στα φυτά, οι οποίες μπορεί να είναι πιο καταστρεπτικές από τους νηματώδεις.

- Παρακμή του φυτού

Από την απορρόφηση των χυμών του φυτού για την διατροφή των παράσιτων (Christie, 1959).

- Διαταραχή της βιοχημείας

Τα συμπτώματα που μπορούν να παρατηρηθούν στα φυτά εξαρτώνται από το είδος του νηματώδη, το είδος του φυτού, το είδος του φυτικού οργάνου επί του οποίου γίνεται ο παρασιτισμός, την ηλικία του ξενιστή, την έκταση της προσβολής, τον βαθμό ευαισθησίας του

ξενιστή κ.α

Φυτά φτωχής ανάπτυξης και ασθενικά, σε σύγκριση με άλλα σποραδικά υγιή φυτά, με μεγάλη και ζωνρή ανάπτυξη δημιουργούν υποψίες για προσβολή από νηματώδεις . Τα συμπτώματα του φυτού όταν οι ρίζες δυσλειτουργούν ή όταν λείπουν ορισμένα θρεπτικά στοιχεία (τροφοπενίες) μοιάζουν με αυτά από τη προσβολή των νηματωδών.

1.7.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

- 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,.
- Εμφάνιση φυματίων στα φύλλα, στελέχη και καρπούς.
- Νέκρωση βραχιόνων
- Νανισμός
- Μικροφυλλία και φυλλόπτωση
- Νέκρωση και εκφυλισμός οφθαλμών

1.7.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

- 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
- Σνήμη κονδύλων ή βολβών.
- Διακοπή της ανάπτυξης της κεντρικής ρίζας και παραγωγή πλάγιων οφθαλμών με υπερβολική διακλάδωση των ριζών (θύσανοι).

1.8. ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Ιδανικότερες συνθήκες για την επιβίωση και δραστηριοποίησή των νηματωδών είναι: εδαφική υγρασία 50-70%, θερμοκρασία 10-30°C, εδαφική οξύτητα pH 5-8 και έδαφος μέσης σύστασης καθώς και καλό αερισμό. Σε δυσμενείς συνθήκες παρατηρείται περιορισμός της δραστηριότητας των νηματωδών ή ακόμη και πλήρης αδρανοποίησή τους. Μπορούν να αναβιώσουν και να επαναδραστηριοποιηθούν αν δημιουργηθούν ευνοϊκές συνθήκες. Βέβαια, σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε καλλιέργειες της Νέας Υόρκης, διαπιστώθηκε ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα δεν περιόρισαν την ανάπτυξη, τη δραστηριότητα και την μόλυνση από κομβονηματώδεις (Cunningham, 1936, Daulton & Nusbaum, 1961)

Η επιδερμίδα προστατεύει το σώμα των νηματωδών αλλά μεγαλύτερη βαρύτητα έχει το περιβάλλον που ζουν. Σπάνια είναι εκτεθειμένοι στον κίνδυνο των φαρμάκων, τόσο στην επιφάνεια του εδάφους, όσο και στην επιφάνεια των φύλλων.

1.9. ΔΙΑΣΠΟΡΑ

Η διασπορά των νηματωδών μπορεί να γίνει με:

- Με την μεταφορά μολυσμένου χώματος, φυτών και φυτικών προϊόντων. Κάθε μέσο μεταφοράς (αεροπλάνα, πλοία, τραίνα, αυτοκίνητα) μπορούν να βοηθήσουν την εξάπλωσή τους.
- Επίσης με τα υποδήματα των εργατών, τα εργαλεία, οι σάκοι, τα ζώα, τα τρακτέρ, οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές κλπ.
- Με τη φύτευση μολυσμένων σπόρων, κονδύλων, βολβών, φυταρίων, δενδρυλλίων κλπ.
- Με το νερό της βροχής και των αρδεύσεων, ή τις πλημμύρες.
- Με τις ανεμοθύελλες, που μπορούν να σκορπίσουν τόσο τα ωά όσο και τις κύστες των νηματωδών.
- Με έντομα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1. ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΓΕΝΟΥΣ *MELOIDOGYNE*

Προσβολή φυτών από το γένος *Meloidogyne* αναφέρθηκε για πρώτη φορά σε ρίζες φυτών αγγουριάς από τον Berkeley (1855). Από τότε έχουν περιγράψει πάνω από 80 διαφορετικά είδη, 20 από τα οποία έχουν εντοπιστεί και στην Ευρώπη. Δέκα είδη θεωρούνται επιζήμια για τη γεωργία, από τα οποία τα τέσσερα είναι διαδεδομένα σε όλες τις γεωργικές περιοχές και αποτελούν πολύ βασικούς ζωικούς εχθρούς (*M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* και *M. javanica*), ενώ άλλα δύο έχουν πρόσφατα συμπεριληφθεί στην λίστα με τα παθογόνα καραντίνας (*M. chitwoodii*, *M. fallax*)

2.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το γένος *Meloidogyne* κατατάσσεται:

- Τάξη: *Tylenchida*,
- Υπόταξη: *Tylenchina*
- Υπεροικογένεια: *Tylenchoidea*
- Οικογένεια: *Heteroderidae*
- Υποοικογένεια: *Meloidogyninae*.

2.1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο βιολογικός κύκλος των *Meloidogyne* αποτελείται από έξι στάδια, το εμβρυικό, τέσσερα προνυμφικά και ένα ενήλικο. Τα ωά (Εικόνα 2.1) εναποτίθενται από τα θηλυκά τα οποία είναι εγκατεστημένα στους ριζικούς ιστούς, μέσα σε παχύρρευστη ζελατινώδη μάζα που ονομάζεται ωόσακκος, ο οποίος σχηματίζεται από τις εκκρίσεις έξι μεγάλων αδένων του ορθού μέσω της έδρας. Ο ωόσακκος προστατεύει τα ωά από τυχόν δυσμενείς εδαφικές συνθήκες και μπορεί να βρίσκεται εντός της ρίζας ή να εξέρχεται αυτής (Jepson, 1987). Όσο μένει στην ρίζα είναι μαλακός, κολλώδης και διάφανος αλλά με το πέρασμα του χρόνου αποξηραίνεται και αποχρωματίζεται. Κάθε θηλυκό παράγει 200-500 ωά. Ο αριθμός αυτός μπορεί να περιοριστεί και να μην ξεπερνά τα 10. Η ημερήσια ωοτοκία εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα των ξενιστών. Σε ευνοϊκές συνθήκες ένα θηλυκό μπορεί να εναποθέσει 34-78 ωά ή και περισσότερα.



Εικόνα 2.1 Ωά

(Πηγή:https://www.google.gr/search?q=meloidogyne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7jbWyK3aAhXPJIAKHSruBMAQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=LDSxDCPOAVa-vM)

Η πρώτη έκδυση γίνεται εντός του ωού οπότε έχουμε την εμφάνιση της προνούμφης 1ου σταδίου και μετά την εκκόλαψη εξέρχεται η προνούμφη 2ου σταδίου (Κολιοπάνος, 1999, Κύρου, 2004) Πριν εξέλθει η προνούμφη υπάρχει έντονη δραστηριοποίηση αυτής μέσα στο ωό. Η προνούμφη 2ου σταδίου εισέρχεται και εγκαθίσταται στους ιστούς της ρίζας. (Κύρου, 2004). Για την επώαση των ωών χρειάζονται 9 ή 31 ημέρες που αντιστοιχούν σε θερμοκρασίες 27°C και 16,5°C (Tyler, 1933). Ακριβώς πριν την εκκόλαψη η προνούμφη 2^{ου} σταδίου, δραστηριοποιείται μέσα στο ωό και με παλινδρομική κίνηση της κεφαλής κτυπά με το στιλέτο το κέλυφος του ωού, έως ότου το τρυπήσει. Ουσίες από τις ρίζες προσελκύνουν τη προνούμφη από απόσταση 2-10εκ. ή και περισσότερο. Μετά από την διείσδυση μεταναστεύει ανάμεσα στα κύτταρα, στο παρέγχυμα στην περιοχή της διαφοροποίησης των κυττάρων και εγκαθιστά μόνιμη θέση θρέψεως στην περιφέρεια του αγγειακού ιστού. Η θρέψη μετασχηματίζει κανονικά κύτταρα σε πολυσύνθετα θρεπτικά γιγαντιαία κύτταρα (Εικόνα 2.5) και οι ιστοί γύρω από τον νηματώδη και το σημείο θρέψεως υφίσταται υπερπλασία και υπερτροφία προκαλώντας όγκους.

Στη συνέχεια διογκώνονται, λαμβάνουν σακκοειδές σχήμα με οξεία ουρά και πραγματοποιούν την 2η, 3η και 4η έκδυσή τους. Το στιλέτο στις προνούμφες 3ου και 4ου σταδίου δεν είναι ορατό, δεν τρέφονται και αρχίζει η ανάπτυξη των γεννητικών αδένων. Το στιλέτο γίνεται ξανά ορατό μετά την τελευταία έκδυση που ξαναρχίζει η διατροφική τους δραστηριότητα (Karssen, 1999). Έχουμε αύξηση του σώματος των ενήλικων πια θηλυκών. Στη φάση αυτή και πριν ξεκινήσει η εναπόθεση των ωών, το εύρος φτάνει στο μέγιστο του (Triantaphyllou & Hirschmann, 1960). Το θηλυκό άτομο συνεχίζει να τρέφεται για το υπόλοιπο της ζωής του, ενώ το αρσενικό δεν τρέφεται. Ο βιολογικός κύκλος των *Meloidogyne* είναι απλός και ραγδαίας εξέλιξης. Το μήκος του εξαρτάται από την σχετική υγρασία, την καταλληλότητα του ξενιστή, την διαθεσιμότητα O₂ στο έδαφος και σε μεγάλο βαθμό τη θερμοκρασία. Είναι πιθανόν να ολοκληρωθεί μέσα σε 3 εβδομάδες, η παραγωγή των ωών όμως μπορεί να συνεχιστεί για 2-3μήνες (Triantaphyllou & Hirschmann, 1960, Franklin, 1965, de Guiran & Ritter, 1979, Eisenback & Hirschmann, 1991).

2.1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

– Ακμαία ή τέλεια

Οι νηματώδεις *Meloidogyne* παρουσιάζουν έντονο γενετήσιο διμορφισμό.

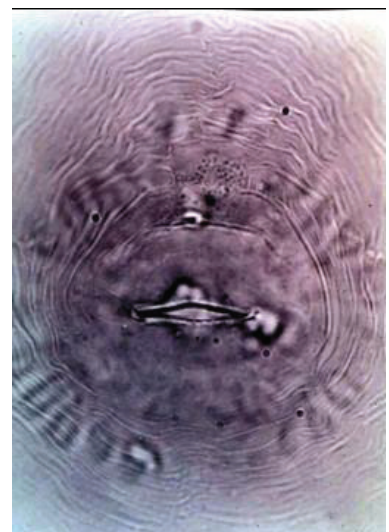
Το σώμα των θηλυκών (Εικόνα 2.2) μπορεί να είναι από σφαιρικό μέχρι απιοειδές. Ο λαιμός τους είναι προεξέχων μακρής ή κοντός και το μήκος τους κυμαίνεται από 350μm-3mm. Το στίλετο είναι κοντό, λεπτό, καλά αναπτυγμένο, με μήκος 10-25μm (συνήθως 14-15μm), συνήθως κωνοειδές, με ελαφρά νωτιαία κύρτωση και φέρει τρία εξογκώματα στη βάση του (Κύρου, 2004). Σε κάθε πλευρά της ουράς εντοπίζονται φασμίδια νοτίως της έδρας, σαν μικρά στίγματα. Τα ωά εναποτίθενται (Εικόνα 2.2) εκτός του σώματος σε παχύρρευστο ζελατινώδη ωόσακο, ο οποίος σχηματίζεται από τις εκκρίσεις 6 αδένων δια μέσου της έδρας.



Εικόνα 2.2 Θηλυκό άτομο *Meloidogyne* sp.

(Πηγή:https://www.google.gr/search?q=meloidogyne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7jbWYK3aAhXPJ1AKHSruBMAQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=F6DJXfM69ELYhM)

Γύρω από την περιοχή της έδρας και του γεννητικού πόρου εμφανίζονται χαρακτηριστικές ραβδώσεις που σχηματίζουν το λεγόμενο περιεδρικό αποτύπωμα (Εικόνα 2.3). Αυτές οι ραβδώσεις σχηματίζονται με την πίεση που ασκεί η καλυπτρίδα και η αντικειμενοφόρος πλάκα στο θηλυκό. Αν και για κάθε είδος είναι σταθερά συναντάμε παραλλαγές μεταξύ των ατόμων. Το περιεδρικό αποτύπωμα συντελεί στον προσδιορισμό των ειδών αυτού του γένους.



Εικόνα 2.2 Περιεδρικό αποτύπωμα του *M. hapla*

(Πηγή:[file:///C:/Users/laptop/Downloads/TEG%20%CE%A0%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A0%E%91%CE%A4%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%91%CE%98%CE%97%CE%9D%CE%91%20%20%CE%91%CE%9D%CE%94%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9D%CE%91%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/laptop/Downloads/TEG%20%CE%A0%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A0%E%91%CE%A4%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%91%CE%98%CE%97%CE%9D%CE%91%20%20%CE%91%CE%9D%CE%94%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9D%CE%91%20(5).pdf))

Τα αρσενικά είναι εκτοπαρασιτικά, το σώμα τους είναι σκωληκόμορφο, (Εικόνα 2.4) με μήκος 700-1,900μm και φέρει εξωτερικούς δακτυλίους . Η κεφαλική τους περιοχή είναι χαμηλή, συνήθως δεν προεξέχει και υποδιαιρείται μερικώς με εγκάρσιες εντομές. 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 κεφαλικό σκελετό που είναι καλώς αναπτυγμένο και το στυλέτο που έχει μήκος 13-33μm (συνήθως 18-24μm) (Κύρου, 2004). Ο οισοφάγος επικαλύπτει το έντερο κοιλιακά. Η ουρά τους είναι μικρή, αποστρογγυλεμένη, δε φέρουν ουραίες πτέρυγες και τα φασμίδια ανιχνεύονται κοντά στην αμάρα (Karssen, 1999), και μήκους 1/2-3/4 του σωματικού εύρους. Έχει 1-2 όρχεις.



Εικόνα 2.4 Αναπτυγμένο αρσενικό εκτός ριζικών ιστών

(Πηγή:https://www.google.gr/search?rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&biw=1517&bih=653&tb=isch&sa=1&ei=8oLWrfPN8iX6AS4tLGYDA&q=%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B5%CE%%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%2%B5%CE%B1++%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B7+%C%83%E%B5+%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%F&oq=%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B5%CE%B4%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%2%B5%CE%B1++%CE%BD%CE%B7%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B7+%CF%83%CE%B5+%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BF&gs_l=psyab.3...306768.321448.0.322403.26.24.2.0.0.172.3031.0j23.23.0...0...1c.1.64.psy-ab..1.0.0....0.PoqVPA9BYL4)

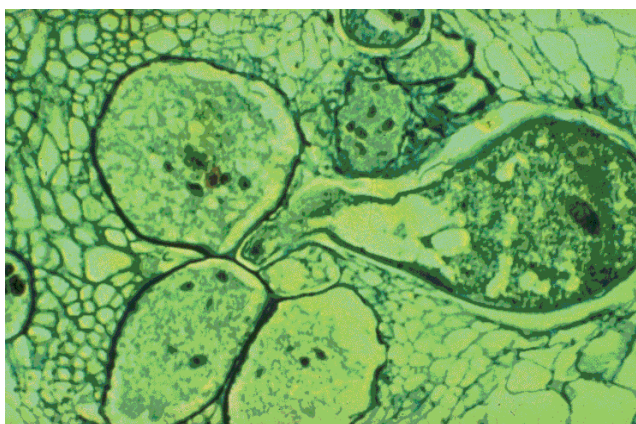
– Προνύμφη 2^{ου} σταδίου:

Οι προνύμφες δευτέρου σταδίου έχουν σώμα με σκωληκόμορφο σχήμα, λεπτότερο και λιγότερο εύρωστο του *Heterodera*, που φέρει δακτυλίους και το μήκος του είναι 250-600μm (συνήθως 300-500). Η κεφαλή τους μοιάζει με των αρσενικών, αλλά είναι πολύ μικρότερη και με πιο αδύνατο σκελετό. Η ουρά είναι κωνοειδής, στενή, με μήκος 15-100μm και υαλώδες ακραίο

τμήμα (Karssen, 1999) και το μήκος της συντελεί στην διάκριση των ειδών. Το στιλέτο είναι λεπτό, μήκους 9-16μm με λεπτά εξογκώματα στη βάση του. Εκβολή νωτιαίου οισοφαγικού αδένα 2-8μm όπισθεν της βάσης του στιλέτου. Οι προνύμφες του τρίτου και τετάρτου σταδίου είναι σταθεροποιημένες και διογκωμένες μέσα στους ριζικούς ιστούς, ενώ δε φέρουν στιλέτο.

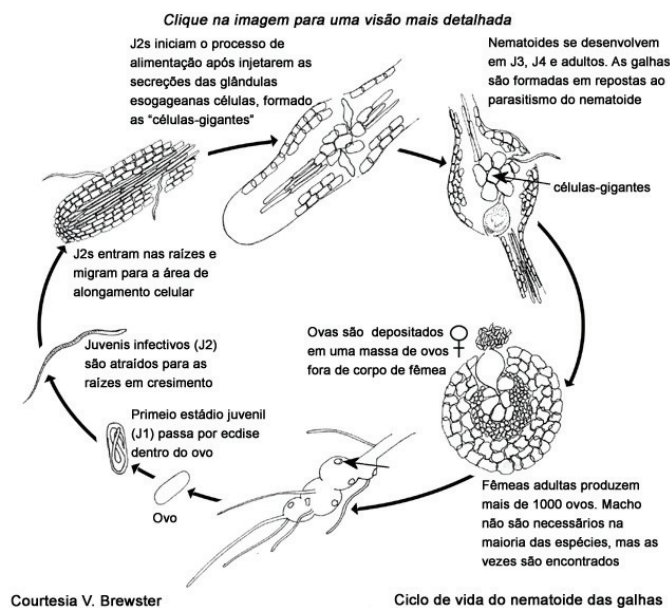
2.1.4 ΔΙΑΤΡΟΦΗ - ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Η έναρξη της μόλυνσης αρχίζει όταν η προνύμφη 2ου σταδίου διαπεράσει τη ρίζα με το στιλέτο, κυρίως στη ζώνη επιμήκυνσης και κοντά στο άκρο της ρίζας όπου οι ιστοί είναι τρυφεροί. Μετά κινείται διακυτταρικά μέσα στον φλοιό, στην περιοχή κυτταρικής διαφοροποίησης. Τα κύτταρα απλά συμπιέζονται και δεν χρησιμοποιούνται ως τροφή. Σπάνια τρέφονται με φλοιώδη κύτταρα. Η προνύμφη παίρνει κατάλληλη θέση σίτισης, συνήθως το κύριο φλοιώμα ή το παρακείμενο παρέγχυμα και ξεκινά να τρέφεται από μια ομάδα 5 ή 6 κυττάρων. Τα κύτταρα αυτά μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα υφίστανται σημαντικές μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές από την εκκίνηση της μόλυνσης και από τις εκκρίσεις του οισοφαγικού αδένα. 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 πολυπύρρηνα. Τα κύτταρα αυτά μετατρέπονται από τον νηματώδη σε περίπλοκα θρεπτικά κύτταρα, από τα οποία προσλαμβάνει τη τροφή του για να συνεχίσει την ανάπτυξη του και ονομάζονται γιγαντιαία κύτταρα (*giant cells*) (Εικόνα 2.5). Η προνύμφη διογκώνεται, χάνει την κινητικότητα της και από αυτό το σημείο τρέφεται αποκλειστικά από τα γιγαντιαία κύτταρα. Αν τα κύτταρα δεν προσελκύσουν την προνύμφη, δεν αναπτύσσεται, ούτε μπορεί να ενηλικιωθεί ούτε να αναπαραχθεί. (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.5 Γιγαντιαία κύτταρα

(Πηγή: https://www.google.gr/search?q=meloidogvne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7jbWvK3aAhXPJ1AKHSruBMAQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=qWb22Wg42f7veM)



Εικόνα 2.6 Κύκλος παρασιτισμού *Meloidogyne*

(Πηγή: https://www.google.gr/search?q=meloidogyne&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&sourcech&sa=X&ved=0ahUKEwi7jbWyK3aAhXPJIAKHSruBMAQ_AUICigB&biw=1517&bih=53#imgre=rULE_4XaI_zOmM:)

2.1.5 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ – ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ

2.1.5.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Στο υπέργειο τμήμα των φυτών δεν υπάρχουν συμπτώματα που να είναι ξεκάρα λόγω προσβολής από νηματώδεις *Meloidogyne*. Συμπτώματα όμως που θα μπορούσαν να ευθύνονται οι νηματώδεις είναι:

- Αναστολή της ανάπτυξης των φυτών
- Μαράνσεις των φύλλων (ιδιαίτερα κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, που επανέρχονται τη νύχτα ή μετά την περιφερειακή ξήρανση των φύλλων)
- Συμπτώματα έλλειψης ιχνοστοιχείων ή του αζώτου
- Φυτά όχι εύρωστα
- Νεκρώσεις πολύ πρόωρα
- Περιορισμό της καρποφορίας
- Απώλειες της παραγωγής

Είδη των *Meloidogyne* μπορούν να προκαλέσουν σε ορισμένα φυτά την εμφάνιση φυματίων στα φύλλα και στελέχη (Linford, 1941). Τα συμπτώματα (Εικόνα 2.7) στο υπέργειο τμήμα γίνονται

πιο έντονα σε αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών, όπως ξηρασία, μικρή γονιμότητα του εδάφους και εξαρτώνται από:

- τον πληθυσμό των νηματωδών
- το είδος του ξενιστή.



Εικόνα 2.7 Προσβολή φυτών μελιτζάνας από νηματώδεις *Meloidogyne* sp.

(Πηγή: https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B7+%CE%B2%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B1%CF%80%CE%BF+%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B7&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&fbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiA5ubn6q3aAhXmJZoKHao9CmoQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=XUrv4c7ss7LT9M)

2.1.5.2 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Ο παρασιτισμός στις ρίζες των φυτών από τους *Meloidogyne* χαρακτηρίζεται από:

- δημιουργία γιγαντιαίων κυττάρων τα οποία λέγονται κοινοκύτταρα και διαφέρουν στην μορφολογία και φυσιολογία από τα υγιή. Αυτά τα τροποποιημένα κύτταρα, τα οποία οι προνύμφες παρασιτούν μέχρι να γίνουν ενήλικα άτομα, προκαλούν σοβαρές ανατομικές μεταβολές στους φυτικούς ιστούς και οδηγούν σε δυσλειτουργία του αγγειακού κυλίνδρου.
- σχηματισμός εξογκωμάτων στις ρίζες και στους υπόγειους βλαστούς, τα οποία

ποικίλουν σε μέγεθος και σχήμα, ονομάζονται φυμάτια και είναι αποτέλεσμα υπερτροφίας και υπερπλασίας των κυττάρων της ρίζας. Ο αριθμός, το σχήμα και το μέγεθος των εξογκωμάτων (Εικόνα 2.8) εξαρτάται από το είδος *Meloidogyne*, τον πληθυσμό των νηματωδών που προσβάλλουν την ρίζα αλλά και την ηλικία του φυτού και την ανθεκτικότητα της ποικιλίας. Τα γιγαντιαία κοινοκύτταρα, σχηματίζονται μέσα στα φυμάτια και είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και αναπαραγωγή των νηματωδών ενώ τα ίδια τα φυμάτια δεν παίζουν κάποιο ρόλο για τον νηματώδη. Σε όλη την ριζόσφαιρα εμφανίζονται πολλά μεγάλα και μικρά εξογκώματα και φαίνεται σαν ένα τερατόμορφο ριζικό σύστημα. Όταν υπάρχει έντονη προσβολή, μειώνεται η ικανότητα απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων και η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από την ρίζα προς τον βλαστό. Έτσι το κυριότερο υπέργειο σύμπτωμα είναι καχεξία των φυτών με μειωμένη ανθοφορία και καρπόδεση και κακή ποιότητα καρπών. Η παρουσία πολλών προνυμφών μπορεί να σταματήσει την ανάπτυξη μέσα σε 24 ώρες. Όταν συμβεί αυτό τα κύτταρα δεν διαιρούνται, η ανάπτυξη του κεντρικού κυλίνδρου διακόπτεται και στα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού εμφανίζεται κάποια υπερτροφία. Με αφορφή αυτή τη ζημιά προσβάλλεται και από μύκητες, ιούς, έντομα ή άλλα είδη νηματωδών, που μπορεί μέχρι και να καταστρέψει εντελώς το φυτό.



Εικόνα 2.8 Προσβολή ριζικού συστήματος της ντομάτας από Νηματώδεις

(Πηγή:https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B7+%CE%BA%CE%B1%CF%81%CF%80%CE%BF%CF%85%CE%B6%CE%B9%CF%89%CE%BD+%CE%B1%CF%80%CE%BF+%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CF%82&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewif7v2B563aAhWCDZoKHfkBDJlQ_AUICigB&biw=1517&bih=653#imgrc=XfWxpEOb5iNI6M:)

2.1.5.3 ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ (ΦΥΜΑΤΙΑ: ΕΞΟΓΚΩΜΑΤΑ)

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

2.1.6 ΔΙΑΔΟΣΗ – ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Η κίνηση της προνύμφης των νηματωδών, είναι πολύ αργή και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, για αυτό η απόσταση που διανύει κάθε χρόνο είναι 1-2 μέτρα. Για τη διάδοση των *Meloidogyne* πολλές φορές ευθύνεται η ανθρώπινη δραστηριότητα (Wallace, 1963).

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Για την αντιμετώπιση των νηματωδών απαιτείται να προσδιοριστεί το είδος του . Αυτό είναι λογικό αφού το κάθε είδος νηματωδών έχει διαφορετικό τρόπο ζωής, διαφορετικές ιδιότητες και συνήθειες, πάνω στις οποίες θα πρέπει να βασιστεί η καταπολέμησή τους. Έτσι η μακροσκοπική εξέταση πρέπει να συμπληρώνεται και με εργαστηριακή. Τα κριτήρια στα οποία θα βασιστεί η καταπολέμηση των νηματωδών είναι:

- μικρή ή μεγάλη διάδοση, αν προσβάλουν και τις γύρω καλλιέργειες,
- μικρό ή μεγάλο αριθμό ξενιστών, αν είναι παμφάγοι ή όχι,

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

3.1.1 ΠΡΟΛΗΨΗ

- Πολλαπλασιαστικό υλικό που να είναι απαλλαγμένο από νηματώδεις (σπόροι, βολβοί, μοσχεύματα, κόνδυλοι, φυτάρια για μεταφύτευση, δενδρύλλια φυτωρίων).
- Αποφυγή χρήσης γεωργικών εργαλείων ή άλλων υλικών, από περιοχές με πιθανή μόλυνση,
- Απολύμανση των γεωργικών εργαλείων με θερμό νερό ή ατμό ή με ένα χημικό παρασκεύασμα.
- Για την πρόληψη ή αποκλεισμό εισόδου επικίνδυνων νηματωδών σε μια αμόλυντη περιοχή θεσπίζονται νομοθετικά μέτρα για την διενέργεια φυτουγειονομικού ελέγχου στα διακινούμενα φυτικά υλικά και μέσα συσκευασίας γεωργικών προϊόντων.

3.1.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ - ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ

3.1.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Υπάρχουν μέτρα τα οποία είναι με μικρό κόστος και παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση του πληθυσμού. Εφόσον βέβαια είναι γνωστά η βιολογία των νηματωδών, οι επιδράσεις του περιβάλλοντος και τα φυτά πάνω στα οποία μπορούν να διατραφούν και να αναπαραχθούν. Τα μέτρα αυτά ακολουθούν παρά κάτω.

- Κατεργασία εδάφους

Μετά τη συγκομιδή, τη θερινή περίοδο, για την αναστροφή των ριζών (καλλιέργεια, ζιζάνια) ώστε να γίνει έκθεση των νηματωδών στον αέρα και ήλιο.

- Προετοιμασία του αγρού και διατήρηση της γονιμότητας

Όταν η εγκατάσταση των φυτών στον αγρό γίνει με καλό φύτρωμα και σε καλά προετοιμασμένο έδαφος, τότε τα φυτά έχουν καλύτερη αντίσταση σε προσβολές νηματωδών, εντόμων και ασθενειών που τυχόν μπορεί να εμφανιστούν.

- Πρώιμη καλλιέργεια

Η πρώιμη καλλιέργεια δίνει τη δυνατότητα στο φυτό να αναπτύξει το ριζικό του σύστημα και να αποφύγει τα πολύ ευάλωτα στάδια, πριν δραστηριοποιηθούν οι νηματώδεις, με την άνοδο της εδαφικής θερμοκρασίας.

- Αμειψισπορά

Με τον όρο αυτός εννοούμε τη συστηματική εναλλαγή καλλιεργειών. Όταν οι ξενιστές δεν εντοπίζονται από τους φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις, με τον καιρό ο πληθυσμός μειώνεται, αφού δεν τρέφονται, δεν πολλαπλασιάζονται και τελικά πεθαίνουν. Έτσι αν καλλιεργηθούν φυτά τα οποία δεν επηρεάζονται από τους νηματώδεις που είναι προσβεβλημένο το έδαφος με την πάροδο του χρόνου ο πληθυσμός θα μειωθεί και θα μπορεί να καλλιεργηθεί και πάλι η ευαίσθητη ποικιλία. Η αμειψισπορά μπορεί να διαρκέσει 1-2 χρόνια .Η διάρκεια αυτή εξαρτάται:

- από το είδος του νηματώδη
- από τη σχέση αριθμού νηματωδών και βαθμού ζημίας της καλλιέργειας
- από την ετήσια τιμή της ελάττωσης του πληθυσμού των νηματωδών δίχως ξενιστή.

– Αγρανάπαυση

Ο πληθυσμός των νηματωδών μπορεί να μειωθεί αν ο αγρός δεν καλλιεργηθεί την απουσία καλλιέργειας το καλοκαίρι εκθέτοντας τις ρίζες στον ήλιο και στον αέρα σε συνδιασμό με όργωμα μία με δύο φορές αυτή τη περίοδο. Αυτό συνιστάται αρκετά για είδη που δεν αντέχουν στην ξηρασία, όπως οι νηματώδεις των ριζοκόμβων (*Meloidogyne* spp.).

– Ανθεκτικές ποικιλίες

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις για να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο έχουν ανάγκη την ύπαρξη ζωντανών ξενιστών, είναι δηλαδή υποχρεωτικά παράσιτα. Ο νηματώδης με το στυλέτο του ή ολόκληρος διαπερνά τα ζωντανά κύτταρα του ξενιστή για να τραφεί, να μεγαλώσει και να αναπαραχθεί. Ο βαθμός δυσκολίας που θα συναντήσει ο νηματώδης θα χαρακτηρίσει το φυτό σε «ευπαθές», «ανθεκτικό», «ανεκτικό» και «απρόσβλητο». Όταν δεν αντιμετωπίζει κάποια δυσκολία το φυτό θεωρείται «ευπαθές». Αν όμως επιβραδυνθεί κάποιο στάδιο της βιολογικής εξέλιξης εξαιτίας καποιού χαρακτηριστικού ή οποιαδήποτε αντίδραση, μεταξύ του ξενιστή και του παράσιτου τότε το φυτό θεωρείται «ανθεκτικό». Μια παρασιτική σχέση μεταξύ φυτού και παράσιτου όπως είναι φυσικό, προκαλεί στον ξενιστή κάποια ζημιά. Εάν δεν εκδηλώνεται ζημιά ή είναι ασήμαντη, αλλά το παράσιτο όμως συνεχίζει να υπάρχει, το φυτό λέγεται «ανεκτικό». Εάν το φυτό δεν επηρεάζεται, ακόμη και σε μεγάλο πληθυσμό νηματωδών, τότε θεωρείται «απρόσβλητο». Ανθεκτικότητα στα φυτά σε προσβολές νηματωδών πραγματοποιείται μετά από κατάλληλες διασταυρώσεις, με φυσική ή τεχνητή επιλογή. Πρόβλημα βέβαια αποτελεί ο μικρός αριθμός εμπορεύσιμων ποικιλιών με γνωστή ανθεκτικότητα στους νηματώδεις.

– Κατάκλιση

Οι νηματώδεις όταν υπάρχει μεγάλη ποσότητα νερού πεθαίνουν από έλλειψη οξυγόνου και τροφής. Για αυτό η παρατεταμένη κατάκλιση είναι μία καλή λύση. Μετά από 12 μήνες έχουμε μία αισθητή μείωση των νηματωδών και μετά από 22 1/2 μήνες μπορεί να σκοτωθούν όλοι οι νηματώδεις. Βέβαια η κατάκλιση του εδάφους για 4 μήνες μπορεί να σκοτώσει όλες τις προνύμφες των νηματωδών των και ριζοκόμβων. Τα αυγά επιβιώνουν περισσότερο χρόνο. Το

μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η αύξηση του κόστους λόγω της μεγάλης ποσότητας νερού που απαιτεί και καθιστά το έδαφος ως μη καλλιεργήσιμο για τουλάχιστον δύο χρόνια. Σε περιοχές όπου γίνονται φυσικές πλημμύρες θεωρείται ένα πρακτικό μέτρο καταπολέμησης των νηματωδών πλημμύρες αφού μειώνεται και το κόστος. Βέβαια με αυτή τη μέθοδο είναι πολύ πιθανό να διαδοθούν μερικά παράσιτα.

– Θερμό νερό

Στη περίπτωση αυτή ανυψώνουμε τη θερμοκρασία του φυτού, με εμβάπτιση σε θερμό νερό, με αποτέλεσμα να σκοτώνονται οι νηματώδεις χωρίς να επηρεάζονται οι φυτικοί ιστοί. Να σημειωθεί όμως ότι χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια στη ρύθμιση, τόσο της θερμοκρασίας, όσο και στη διάρκεια της επέμβασης γιατί τα περιθώρια μεταξύ των δύο ορίων είναι μικρά. 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 dipsaci* κλπ. (Bryden et al., 1967).

– Υδρατμός

Με τη μέθοδο του υδρατμού μπορεί να γίνει απολύμανση και απονημάτωση του εδάφους. Είναι όμως αρκετά δύσκολο και με μεγάλο οικονομικό κόστος οπότε χρησιμοποιείται σε γλάστρες, σπορεία, θερμοκήπια και γενικά σε περιορισμένη έκταση. Ο ατμός διοχετεύεται από ένα λέβητα στο έδαφος με ένα σύστημα τρυπημένων σωλήνων. Η απολύμανση ή απονημάτωση επιτυγχάνεται με την ανύψωση της θερμοκρασίας σ' όλη τη μάζα του εδάφους, στους 82,20 °C για 30 λεπτά το ελάχιστο. Οι σωλήνες τοποθετούνται σε βάθος 15 εκατοστών και η έναρξη του υπολογισμού του χρόνου ξεκινά από τη στιγμή που η θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους θα φτάσει στους επιθυμητούς βαθμούς. Κατά τη διοχέτευση του ατμού, το έδαφος, που καλά 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 πολλών ζιζανίων (Dimock, 1956). Σε θερμοκρασίες 52-60°C ο θάνατος των νηματωδών είναι σχεδόν ακαριαίος.

– Ηλιοαπολύμανση

Για την ηλιοαπολύμανση 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. Στη συνέχεια καλύπτεται ο αγρός με λεπτό διαφανές πολυαιθυλένιο για ένα περίπου μήνα κατά τη θερμότερη περίοδο του χρόνου. Με τη τεχνική αυτή αυξάνεται η θερμοκρασία του εδάφους έτσι ώστε να θανατώνονται πολλά παθογόνα και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη καταπολέμηση του *Globodera rostochiensis* στη Β. Αμερική (La Mondia and Brodie, 1984). Η χρήση της ηλιακής ενέργειας αποδεικνύεται αποτελεσματική στη καταπολέμηση των νηματωδών *Meloidogyne* σε βιομηχανικής μορφής καλλιέργεια κηπευτικών σε θερμοκήπιο.

– Συγκαλλιέργεια

Είναι η ταυτόχρονη καλλιέργεια του επιθυμητού φυτού με ένα ή περισσότερα άλλα φυτά διαφορετικής οικογενείας (Εικόνα 3.1). Στη προκειμένη περίπτωση στόχος είναι η μείωση των νηματωδών. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε φυτά που έχουν αποδεδειγμένα ανασταλτική δράση κατά των νηματωδών, και αυτό συμβαίνει εξαιτίας κάποιων τοξικών ουσιών που απελευθερώνονται στη ριζόσφαιρά τους. Αυτή η αλληλεπίδραση των φυτών ονομάζεται «**αλληλοπάθεια**» και βασίζεται σε χημικά αίτια. Για παράδειγμα, στη Νιγηρία συνηθίζονται μικτές φυτείες για την καταπολέμηση ασθενειών και. Έτσι, καλλιέργεια σόγιας μαζί με πιπεριά, αμάρανθο και κολοκύθα μείωσε τη προσβολή των ριζών στα φυτά της σόγιας από νηματώδεις *M. javanica* (Agu, 2008). Επίσης, μείωση του νηματωδολογικού πληθυσμού *M. incognita* έχει αναφερθεί και σε συγκαλλιέργεια τομάτας με ένα ψυχανθές (*Arachis pintoi* ή *Pueraria phaseoloides*) λόγω έκκλισης από τις ρίζες τους ορισμένων διαλυτών λεκτινών (Marban-Mendoza et al., 1992). Γνωστά φυτά που χρησιμοποιούνται χρόνια τώρα για αυτό το σκοπό σε λαχανοκομικές και δενδρώδεις καλλιέργειες (Govindaiah et al., 1991) είναι κάποια φυτά κατιφέ (*Tagetes* spp) και καλεντούλας. Πιο συγκεκριμένα, φυτά του γένους *Tagetes* spp καταστέλνουν την ανάπτυξη σε 14 γένη νηματωδών *Meloidogyne* spp και *Pratylenchus* spp (Kalaiselvam and Devaraj, 2011), ενώ 29 ποικιλίες αυτών είναι ανθεκτικές σε νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (Hooks et al., 2010). Τα είδη *Tagetes erecta*, *T. patula*, *T. tenuifolia* και *T. minuta* είναι ευρέως διαδεδομένα με καλά αποτελέσματα (Siddiqui and Alam, 1988). Για αυτό οφείλεται η ουσία *a-terthienyl* που εκκρίνεται από τις ρίζες ζωντανών φυτών και εμποδίζει την εκκόλαψη των αυγών ενώ έχει και νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο και ιοκτόνο δράση (Krueger et al., 2013).



Εικόνα 3.4 Πολλαπλή συγκαλλιέργεια με καλαμπόκι, φασόλι και ανανά

(Πηγή:https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi93PfkV63aAhVSJFAKHbNKCK0Q_AUICygC&biw=1517&bih=653#imgc=US46EWmRZrlIFM:)

3.1.2.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Στόχος της βιολογικής αντιμετώπισης είναι η αύξηση των παρασίτων και αρπακτικών των νηματωδών στο έδαφος, ώστε να μειωθεί ο πληθυσμός των φυτοπαρασιτικών νηματωδών (Paracer et al., 1966).

Ο νηματοβόρος μύκητας *Arthrobotrys oligospora* είναι αποτελεσματικός εναντίον του *Meloidogyne incognita*. Αυτός ο μύκητας, φέρνει κοντά τον νηματώδη στο μυκήλιο του απελευθερώνοντας χημικές-ελκυστικές ουσίες και μετά σχηματίζει δίχτυα τριών διαστάσεων και τον ακινητοποιεί ή τον σκοτώνει. Μετά την ακινητοποίηση ο μύκητας, παράγει μια υφή η οποία διαπερνά το εξωτερικό περίβλημα του νηματώδη αφομοιώνοντας τα περιεχόμενα θρεπτικά συστατικά του. Παραπλήσια είναι και η δράση του μύκητα *Arthrobotrys dactyloides* εναντίον των νηματωδών. Αυτός, αντί για δίχτυα σχηματίζει δαχτυλίδια και προκαλεί σύσφιξη έως ότου παραλύσει ή πεθάνει ο νηματώδης καθώς παράγει μια υφή και αφομοιώνει τα θρεπτικά συστατικά του νηματώδη (Drechsler, 1937). Ο μύκητας *Verticillium chlamidosporium* στο έδαφος μειώνει τον πληθυσμό των *Globodera spp.*, *Heterodera spp.* και *Meloidogyne spp.* (Kerry et al., 1992). Προσβάλλοντας τα θηλυκά άτομα με αποτέλεσμα να γεννούν λιγότερα αυγά, και πολλά από αυτά να είναι μολυσμένα. Ο μύκητας *Nematophthora gynophila* καταστρέφει τα θηλυκά άτομα του κυστογόνου νηματώδη των σιτηρών *H. avenae*, περιορίζει τη γονιμότητα του και παρασιτεί τα αυγά. μέσα σε μία περίπου εβδομάδα. Μέσα σε μία περίπου εβδομάδα καταστρέφει εντελώς τα θηλυκά και τα αυγά που ελευθερώνονται στο έδαφος, δεν αναλαμβάνουν πλέον.

Το βακτήριο *Pasteuria penetrans* είναι κατάλληλο για την καταπολέμηση νηματωδών του

γένους *Meloidogyne* και θα μπορούσε να αποτελέσει θετικό παράγοντα σ' ένα σύστημα ολοκληρωμένης καταπολέμησης (Gowen and Tzortzakakis, 1994; Tzortzakakis and Gowen, 1994; Zaki, 1990). Επιπροσθέτως, στελέχη των rhizobacteria *Pseudomonas aeruginosa* και *P. fluorescens* έχουν χρησιμοποιηθεί για τον περιορισμό των *Meloidogyne* προνύμφης 2^{ου} σταδίου σε φυτά τομάτας.

– Φυτά παγίδες

Καλλιεργούνται φυτά σε θερμοκήπια αλλά και σε αγρό που είναι ευπαθή στους νηματώδεις για να περιοριστεί ο που πληθυσμός τους. Μόλις γίνει η εισβάλλει στις ρίζες τους, ξεριζώνονται και καταστρέφονται πριν ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο. Στη συνέχεια γίνεται η εγκατάσταση της επόμενης καλλιέργειας. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη, κυρίως στα είδη των νηματωδών που τα θηλυκά μετατρέπονται σε κύστες πάνω στις ρίζες και είναι ορατές, πριν προλάβουν να φτάσουν στο τελικό στάδιο της ανάπτυξης τους. Όπως ο κυστογόνος νηματώδης των ζαχαρότευτλων (*H. schachtii*) που ως φυτό «παγίδα» καλλιεργείται η ράπα και των σιτηρών (*H. avenae*) καλλιεργείται η βρώμη (Franklin, 1951, Stone, 1961). Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- Είναι αδύνατον να απομακρυνθούν όλες οι ρίζες από το έδαφος.
- Για την απομάκρυνση των ριζών πρέπει να γνωρίζουμε το συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού κύκλου των νηματωδών και είναι δύσκολο να γίνει με ακρίβεια.
- Εάν δεν εκριζωθούν τη κατάλληλη χρονική στιγμή λόγω απρόβλεπτων δυσμενών καιρικών συνθηκών, ο πληθυσμός αντί να ελαττωθεί να αυξηθεί.
- Το αποτέλεσμα της καταπολέμησης θα πρέπει να καλύψει το κόστος καλλιέργειας της ευαίσθητης ποικιλίας

Άλλος τρόπος είναι η καλλιέργεια μη ξενιστών φυτών (π.χ. *Hesperia matronalis*), τα οποία δεν επιτρέπουν την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου παρόλο που διεγείρουν την εκκόλαψη των αυγών και προσβάλλονται από τις προνύμφες. Και σ' αυτές τις περιπτώσεις η ελάττωση του πληθυσμού πρέπει να είναι ικανοποιητική για να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος καταπολέμησης (Ouden, 1956).

3.1.2.3 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Τα χημικά νηματωδοκτόνα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο μετακίνησης μέσα στο έδαφος:

A) Καπνιστικά: πολύ πτητικές ουσίες και εφαρμόζονται προφυτρωτικά εξαιτίας της φυτοτοξικότητας.

- Τοξικές και επικίνδυνες δραστικές ουσίες.
- Είναι κατάλληλες για όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου των νηματωδών, καθώς και για μύκητες, βακτήρια και σπόρους ζιζανίων.
- Χρειάζεται πότισμα μετά την εφαρμογή για να ενεργοποιηθούν και να εκδηλώσουν την τοξική τους δράση.
- Η θερμοκρασία έχει σημαντικό ρόλο για την πτητικότητά τους. Για αυτό συνιστάται να εφαρμόζεται την άνοιξη όπου οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους τους επιτρέπουν να παραμείνουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να δράσουν.
- Στην κατηγορία αυτή ανήκει το Chloropicrin και το dazomet το οποίο απελευθερώνει ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (MITC). Το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο έχει την ικανότητα να διεισδύει μέσω του δερματίου των νηματωδών και να αντιδρά με αμινοξέα, οξειδάσες και με τις νουκλεοφιλικές θέσεις των πρωτεϊνών.

– ***Dazomet***

Συνιστάται για την καταπολέμηση ζιζανίων, νηματωδών, εντόμων, μυκήτων και βακτηρίων καθώς και ως απολυμαντικό εδάφους. Η εφαρμογή γίνεται πριν τη φύτευση ή τη σπορά σε πολλές καλλιέργειες, θερμοκηπιακών και υπαίθρου με υποκαπνισμό σε υγρό έδαφος. Μετά την εφαρμογή του, απελευθερώνεται το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (MITC), αυτό παρουσιάζει τοξική δράση, και αν δεν διασπαστεί τελείως μπορεί να παρουσιάσει φυτοτοξικότητα. Το φυτόρωμα σπόρων κάρδαμου (*Epidum sativum*) έχει χρήση σαν δείκτης απουσίας των 34 φυτοτοξικών υπολειμμάτων. Είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον και πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς για αυτό απαιτείται προσοχή κατά την εφαρμογή του. Ενώ σε ωφέλιμους οργανισμούς του εδάφους πχ. γαιοσκώληκες, αράχνες, κτλ., η δράση του είναι μικρή και αναστρέψιμη και σύντομα αυτοί επαναποικίζουν το έδαφος (Ufer et al., 1993). Έγκριση διάθεσης στην αγορά στην Ελλάδα έχει πάρει με το εμπορικό όνομα *Basamid 98GR*.

Αν συνδυαστούν με ηλιοαπολύμανση ή άλλες βιολογικές μεθόδους αυξάνεται η απόδοση των καπνιστικών. Στην Ιταλία αντιμετώπισαν τον νηματώδη *M. incognita* σε καλλιέργεια καρότου με ηλιοαπολύμανσης και *dazomet*, στο ½ και ¼ της συνιστώμενης δόσης (Di Vito et al., 2000).

– ***Chloropicrin***

Ενεργεί ως υποκαπνιστικό και έχει δράση επαφής. Δρά κατά των νηματωδών καθώς έχει ένα ευρύ φάσμα κατά των μυκήτων, μικροβίων, εντόμων. Εφαρμόζεται στο έδαφος πριν τη σπορά ή τη μεταφύτευση σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Γίνεται άμεση έγχυση στο έδαφος ή Μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Επίσης αποτελεί και απολυμαντικό εδάφους. Κατάλληλο για καλλιέργεια τομάτας, πιπεριάς, μελιτζάνας, αγγουριού, πεπονιού, καρπουζιού, κολοκυθιού, γαρύφαλλου, χρυσάνθεμου, ζέμπερας, γδαδίολου, λίλιου και τριανταφυλλιάς. Η συγκέντρωση δεν πρέπει να υπερβεί το 1 ml ή 1,37 gr/lit (δηλαδή 1000 ppm). Προορίζεται μόνο για επαγγελματίες χρήστες και μόνο σε καλλιέργειες υπό κάλυψη. Στην Ελλάδα πήρε έγκριση με το εμπορικό όνομα *TRIPICRIN VP*.

B) Μη καπνιστικά:

- Εκλεκτικά ως προς τους νηματώδεις.
- Τα καρβοξαμιδικά τα οργανοφωσφορικά, τα δικαρβοξιμίδια τα καρβαμιδικά νηματωδοκτόνα ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Αυτά διεισδύουν απευθείας στο δερμάτιο και αναστέλλουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης και χολινεστεράσης καθώς και άλλων εστερατικών ενζύμων.
- Εξασθενούν την νευρομυική λειτουργία και συνεπώς μειώνουν το ρυθμό των διεργασιών της ανάπτυξης και της αναπαραγωγής του νηματώδη. Θανατώνονται δηλαδή με έμμεσο τρόπο αφού αδυνατούν να κινηθούν και να βρουν τροφή.
- Η εφαρμογή γίνεται πριν και μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ενώ η παρουσία νερού συντελεί ευεργετικά. Η υπερβολική υγρασία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη έκπλυση αυτών για αυτό απαιτείται προσοχή σε αμμώδη εδάφη και εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία.

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

– ***Ethoprophos***

Έχει νηματωδοκτόνο αλλά και εντομοκτόνο δράση. Είναι κατάλληλο για θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες. Εφαρμόζεται σε ήδη εγκατεστημένους αγρούς ή κατά τη μεταφύτευση ή σπορά. Ανήκει στα οργανοφωσφορικά. Δρα δια επαφής και προκαλεί αναστολή της

ακετυλοχολινεστεράσης. Υδρολύεται γρήγορα Σε αλκαλικό περιβάλλον υδρολύεται σε μικρό χρονικό διάστημα ενώ σε ουδέτερα ή ελαφρώς όξινα εδάφη παραμένει σταθερό (Γιαννακού και Προφήτου Αθανασιάδου, 2001). Συνιστάται το πολύ μία εφαρμογή ανά δύο χρόνια διότι η ασύστολη χρήση μειώνει τη δράση του λόγω αυξημένης μικροβιακής αποδόμησης. Οι πρώτοι που απομόνωσαν και ταυτοποίησαν στελέχη των βακτηρίων *Pseudomonas putida* και *Enterobacter* ως υπεύθυνα για τη βιοαποδόμηση του *ethoprophos* είναι οι Karpouzas et al. (2000). Μακροπρόθεσμα μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον αφού είναι τοξικό στους υδρόβιους οργανισμούς (Mena Torres et al., 2012). Το εμπορικό όνομα που κυκλοφορεί στην Ελλάδα είναι *Mocap 10GR*.

– *Fenamiphos*

Νηματωδοκτόνο που ανήκει στην ομάδα των οργανοφωσφορικών. Κατάλληλο για μόνιμα θερμοκήπια σε καλλιέργειες πιπεριάς, μελιτζάνας, τομάτας, μπανάνας και καλλωπιστικών φυτών. Είναι διασυστηματικό και δρα δια επαφής προκαλώντας αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης. Επαναλαμβανόμενη χρήση του στο ίδιο έδαφος οδηγεί σε επιταχυνόμενη μικροβιακή διάσπαση για αυτό συστήνεται μία εφαρμογή ανά καλλιεργητική περίοδο (Karpouzas et al., 2004). Μπορεί να μην είναι φυτοτοξικό σε καμία καλλιέργεια, όμως είναι πολύ τοξικό σε υδρόβιους οργανισμούς και στις μέλισσες. Κυκλοφορεί στην ελληνική αγορά με τα εμπορικά ονόματα *Nemacur 240CS* και *Nemacur 40EC*.

– *Fosthiazate*

Ενδείκνυται για την καταπολέμηση των κομβονηματωδών του γένους *Meloidogyne* σε θερμοκηπιακή και υπαίθρια καλλιέργεια τομάτας και κυστονηματωδών του γένους *Globodera* σε καλλιέργεια πατάτας. Εφαρμόζεται μόνο μια φορά το χρόνο προφυτρωτικά και η φύτευση της καλλιέργειας γίνεται μετά από 3 ημέρες. Ανήκει στα οργανοφωσφορικά και δρα δια επαφής και στομάχου. Στην αρχή προκαλεί παράλυση των νηματωδών και στη συνέχεια τα θανατώνει. Παρόλο που δεν είναι φυτοτοξικό είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον (Pantelalis et al., 2006) και βλαβερό για τα παραγωγικά ζώα, τα άγρια ζώα, πουλιά και υδρόβιους οργανισμούς. Έχει πάρει έγκριση διάθεσης στην αγορά και στην Ελλάδα με τα εμπορικά ονόματα *Nemathorin 10G* και *Nemathorin 150EC*.

Δρά κατά των νηματωδών αλλά 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. Εφαρμόζεται στο έδαφος καθώς και σε ορισμένα φυτά με διαφυλλικούς ψεκασμούς. Ανήκει στα καρβαμιδικά. Είναι διασυστηματικό με διπλή δράση, επαφής και στομάχου. Προκαλεί αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης και δρα στο νευρικό σύστημα Είναι τοξικό για τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς. Δεν είναι βλαβερό για τα φυτά αφού δε διαθέτουν νευρικό σύστημα. Στην Ελλάδα εγκρίθηκε και διατίθεται με τα εμπορικά ονόματα *Vydate 5G*, *Vydate 10G* και *Vydate 10SL*.

3.2 ΝΗΜΑΤΩΔΟΚΤΟΝΑ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ

Ένα φαινόμενο που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι η ανάγκη για νέα νηματωδοκτόνα. Οι λόγοι αυτής της ανάγκης είναι προφανές. Πέρα από τον μικρό αριθμό σκευασμάτων που υπάρχουν στην αγορά δεν είναι και αποτελεσματικά. Επικεντρώθηκε όμως το ενδιαφέρον σε αυτή τη κατάσταση εξαιτίας της οικονομικής ζημιάς που προκύπτει ποσοτικά και ποιοτικά στις καλλιέργειες λόγω της προσβολής από νηματώδεις. Βέβαια κάθε σκεύασμα για να πάρει έγκριση θα πρέπει να τηρεί την κοινοτική οδηγία 91/414/EEC. Όλοι αυτοί οι λόγοι αναφέρονται στη συνέχεια του κεφαλαίου αφού γίνει μια ιστορική αναδρομή.

3.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τα παλαιότερα χρόνια η αντιμετώπιση των νηματωδών στηριζόταν κυρίως στην χρήση εμπορικών συνθετικών νηματωδοκτόνων, όμως η πολυετή χρήση αυτών έχει προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον και αυτό οδήγησε στη μη καταχώρηση πολλών δραστικών ουσιών στο Παράρτημα I της Κοινοτικής Οδηγίας 91/414/EEC.

Στη Γαλλία το 1884 έγινε για πρώτη φορά χημική καταπολέμηση με καπνογόνα εδάφους (*soil fumigants*) με διθειούχο άνθρακα (CS₂), για την καταπολέμηση της φυλλοξήρας στις ρίζες των αμπελιών. Αφού τελείωσε ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος ανακαλύπτεται η χλωροπικρίνη, ένα κατάλληλο σκεύασμα για όλους τους μικροοργανισμούς του εδάφους με μικρό βιολογικό κύκλο, όπως έντομα εδάφους, μύκητες, βακτήρια, νηματώδεις και σπόρους ζιζανίων. Τα πολλά της μειονεκτήματα δηλαδή η μεγάλη πτητικότητα, η τοξικότητα, η δακρυγόνα δράση και το υψηλό κόστος περιόρισαν τη χρήση της, σε φυτά μεγάλης προσόδου και μόνο για σοβαρές ασθένειες, όταν δεν υπήρχε άλλος τρόπος καταπολέμησης. Η χλωροπικρίνη χρησιμοποιήθηκε και στην Καλιφόρνια

της Αμερικής σε καλλιέργειες φράουλας για την καταπολέμηση του Βερτισίλλιου. Επίσης χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλη κλίμακα, σε θερμοκήπια, παρά τη φυτοτοξικότητα των ατμών της, πράγμα που κάνει δύσκολη τη χρησιμοποίησή της σε περίοδο που αναπτύσσονται άλλα φυτά, στο ίδιο θερμοκήπιο.

Το 1940 έγιναν φανερές οι νηματωδοκτόνες ιδιότητες του D-D και Telone (καπνογόνα εδάφους). Στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν το E.D.B. (Διβρωμιούχο αιθυλένιο) και τα D.B.C.P. (Διβρωμοχλωροπροπάνιο), *Nemagon*, *Fumazon*, τα οποία έχουν αποσυρθεί από την κυκλοφορία αφού ήταν επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Σχεδόν ταυτόχρονα ήρθε στην επιφάνεια το B.M. (Βρωμιούχο μεθύλιο), ένα ισχυρό απολυμαντικό εδάφους, συνδυαστικά με τη χλωροπικρίνη αντιμετώπιζε τους πιο δυσεξόντωτους μικροοργανισμούς εδάφους. Βέβαια και αυτό αποσύρθηκε λόγω των δυσμενών επιπτώσεων του στο περιβάλλον και το χρήστη.

Το 1950 και 1960 κατασκευάζεται μια νέα ομάδα, νηματωδοκτόνων-εντομοκτόνων, χωρίς πτητικές ιδιότητες και με διασυστηματική δράση, τα καρβαμιδικά και οργανοφωσφορικά με κοκκώδη ή γαλακτοματοποιήσιμη μορφή.

Τα μη καπνιστικά νηματωδοκτόνα βιοαποδομούνται εύκολα στο έδαφος όταν η εφαρμογή γίνεται επαναλαμβανόμενα συνεπώς μειώνεται η αποτελεσματικότητα της καταπολέμησης. Έτσι τα καπνιστικά νηματωδοκτόνα είναι πιο αποτελεσματικά από τα μη καπνιστικά (*Omat and Sorribas*, 2008).

3.2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις καταλογίζονται στους σημαντικότερους εχθρούς της παγκόσμιας αγροτικής παραγωγής. Πολλές φορές ευθύνονται για την εγκατάλειψη της καλλιεργούμενης γης κυρίως στις τροπικές περιοχές όπου καλλιεργούνται στα ίδια εδάφη για μεγάλο χρονικό διάστημα φυτά ευαίσθητα στους νηματώδεις. 371 νηματωδολόγοι που αντιπροσώπευαν 75 χώρες εκτίμησαν και υπολόγισαν απώλειες στις καλλιέργειες σε 14,6% στις αναπτυσσόμενες χώρες και 8,8% στις αναπτυγμένες χώρες. Οι οικονομικές απώλειες υπερβαίνουν τα 100 δισεκατομμύρια δολάρια ανά έτος και περισσότερα από 225 εκατομμύρια δολάρια ξοδεύονται ετησίως για την αντιμετώπιση των νηματωδών σε καλλιέργειες υψηλού κέρδους (στοιχεία του 1984).

Σημαντικότερο σε παγκόσμια βάση θεωρείται το γένος *Meloidogyne* όσον αφορά τις ζημιές που προκαλεί στην γεωργία. Το γένος αυτό παρασιτεί περισσότερα από 2.000 διαφορετικά είδη φυτών συμπεριλαμβανομένων μονοκότυλων, δικότυλων, φυλλωδών και ξυλωδών φυτών. Στο γένος *Meloidogyne* ανήκουν 60 περίπου διαφορετικά είδη (*Eisenback and Triantaphyllou*, 1991). Τα είδη *M. incognito*, *M. jovonico*, *M. arenaria* και *M. halpro* είναι τα πλέον διαδεδομένα παγκοσμίως και

έχουν μεγάλο εύρος ξενιστών. Στις Μεσογειακές χώρες αποτελούν το κύριο παθογόνο εδάφους στα θερμοκήπια.

Οι αγρότες στις αναπτυσσόμενες χώρες έρχονται αντιμέτωποι με σοβαρές απώλειες και οι όγκοι που σχηματίζονται από τον νηματώδη στις ρίζες των φυτών θεωρούνται συχνά λανθασμένα ως “φυσιολογικοί”.

Οι ευνοϊκές συνθήκες ως προς του νηματώδεις, όπως είναι αυτές στα θερμοκήπια, αν δεν καταπολεμηθούν, μπορούν μέχρι και να καταστρέψουν την καλλιέργεια. Πολλές ζημιές παρουσιάζονται συχνά σε αγρούς, που καλλιεργούνται για πολλά χρόνια με τις ίδιες ευπαθείς καλλιέργειες. Από τους νηματώδεις των ριζόκομβων, καθώς και από άλλα είδη παρουσιάζονται συνεχώς προβλήματα στα φυτώρια των οπωροφόρων δένδρων, στους οπωρώνες, και σε άλλες καλλιέργειες αφού μόνον οι νηματώδεις *Meloidogyne* προσβάλλουν γύρω στα 2.000 καλλιεργούμενα και μη φυτά.

Η μείωση των αποδόσεων και η ποιοτική υποβάθμιση δύσκολα μπορούν να εκτιμηθούν και να αποδοθούν επακριβώς στους νηματώδεις. Η χρήση σκευασμάτων μικρού και μεγάλου φάσματος στη χώρα μας αποδεικνύουν την ευθύνη των νηματωδών στη μείωση των αποδόσεων καλλιεργειών υψηλής προσόδου σε ποσοστά 5-50% .

3.2.3 ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι φυτοπαθογόνοι νηματώδεις έχουν αποκτήσει μερική ή πλήρη ανθεκτικότητα εξαιτίας των φυτοπροστατευτικών ουσιών που χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια ή των ουσιών που παρουσιάζουν τον ίδιο μηχανισμό δράσης (*Singh et al, 2005*). Ο αριθμός των συνθετικών νηματωδοκτόνων πέρα από το ότι είναι μικρός είναι και μη αποτελεσματικά και αυτό λόγω της βιοαποδόμησής τους στο έδαφος (*Giannakou , 2005*). Έτσι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για εύρεση εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης των νηματωδών.

3.2.4 ΕΓΚΡΙΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ

Η διαδικασία αξιολόγησης των γεωργικών φαρμάκων για έγκριση χρήσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση EU βασίζεται στην κοινοτική οδηγία 91/414/EEC.

Χρειάζεται να αποδειχθεί ότι η χρήση του γεωργικού φαρμάκου δεν ενέχει κινδύνους για:

- Περιβάλλον: έδαφος, νερό, αέρα, οργανισμούς μη-στόχους
- Ανθρώπους και ζώα που καταναλώνουν υπολείμματα διαμέσου της διατροφής

- Ανθρώπους που εφαρμόζουν τα γεωργικά φάρμακα.
- Για να εξασφαλίσει έγκριση ένα φυτοφάρμακο θα πρέπει να:
 - Είναι αποτελεσματικό
 - Δεν παρουσιάζει ανεπίτρεπτες επιδράσεις σε φυτά ή φυτικά προϊόντα
 - Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία ανθρώπων και ζώων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο (διαμέσου τροφής , νερού)
 - Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στην ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδροφόρων συστημάτων
 - Δεν προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις σε οργανισμούς μη-στόχους οι οποίοι διαβιούν στο περιβάλλον στο οποίο εφαρμόζεται το γεωργικό φάρμακο.

Με λίγα λόγια πολλά νηματωδοκτόνα που βγήκαν στη κυκλοφορία αποσύρθηκαν είτε γιατί δεν τηρούσαν τους κανόνες έγκρισης των φυτοφαρμάκων που αναφέρθηκαν παραπάνω είτε γιατί είχαν αποκτήσει μερική ή πλήρη ανθεκτικότητα στις ουσίες αυτές ή σε ουσίες που παρουσιάζουν τον ίδιο μηχανισμό δράσης. Το ποσοστό των νηματωδοκτόνων επί του συνόλου των εν κυκλοφορία φυτοπροστατευτικών προϊόντων ήταν ανέκαθεν μικρό συγκεκριμένα δε ξεπερνάει το 2% του συνόλου των εν κυκλοφορία φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Δεδομένου όμως της οικονομικής σημασίας που έχει η προσβολή από νηματώδεις αφού γίνεται αιτία απωλειών της καλλιέργειας ή ακόμα και καταστροφής της καθώς και αιτία εγκατάλειψης της καλλιεργούμενης γης έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η κυκλοφορία νέων νηματωδοκτόνων. Και αυτό συμβαίνει γιατί η χημική καταπολέμηση αποτελεί ακόμη και σήμερα τη βασικότερη μέθοδο αντιμετώπισης νηματωδών.

3.2.4.1 Η ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ FLUOPYRAM

Μια νέα δραστική ουσία της ομάδας των *SDHis*, η οποία ανακαλύφθηκε το 2001 από την εταιρία *Bayer CropScience*. Έχει δράση στους νηματώδεις και το ωίδιο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, κολοκυθάκι, κολοκύθα, πεπόνι και καρπούζι. Το *fluopyram* παρουσιάζει έντονη δράση εναντίον των ενηλίκων των νηματωδών. Επίσης καθυστερεί την ανάπτυξη των αβγών σε προχωρημένο στάδιο και περιορίζει την εκκόλαψή τους. Παρουσιάζει ένα νέο τρόπο δράσης σε βιοχημικό επίπεδο, αφού παρεμποδίζει τη μιτοχονδριακή αναπνοή μπλοκάροντας τη μεταφορά των ηλεκτρονίων στην αναπνευστική αλυσίδα του *Succinate Quinone Reductase* (σύμπλοκο II- παρεμποδιστής SQR). Περίπου 30 λεπτά μετά την εφαρμογή έχουμε τα πρώτα συμπτώματα καθώς οι νηματώδεις ξεκινούν να κινούνται πιο αργά και μετά από 1-2 ώρες παραλύουν. Επίσης, το *fluopyram* έχει και

μυκητοκτόνο δράση. Παρουσιάζει διεισδυτική δράση, διελασματική κίνηση καθώς και ακροπέταλη κίνηση μέσω των αγγείων του ξύλου. Εφαρμόζεται στο έδαφος με στάγδην άρδευση. Στην Ελλάδα εγκρίθηκε και κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα *Velum prime SC*.

Η χημική καταπολέμηση προσφέρει χωρίς αμφιβολία γρήγορη και ικανοποιητική προστασία στη καλλιέργεια. Η χρήση όμως, χημικών σκευασμάτων κρύβει και πολλά μειονεκτήματα:

- Υψηλό κόστος,
- υπάρχει ο κίνδυνος φυτοτοξικότητας σε γειτονικά φυτά και
- η αποτελεσματικότητα της βασίζεται στις επαναλαμβανόμενες εφαρμογές με μεγάλες δόσεις όμως αυτό μπορεί να έχει επιπτώσεις στο χρήστη αλλά και στο περιβάλλον.

Η επιλογή του σκεύασματος γίνεται αναλόγως το είδος του νηματώδη και της καλλιέργειας. 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 ο νηματώδης *M. incognita*. Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στο διαφορετικό τρόπο φυσιολογικής αντίδρασης των διαφόρων ειδών μεταξύ τους.

3.2.4.2 TO VELUM PRIME

Το νηματοδοκτόνο-μυκητοκτόνο *velum* διατίθεται στην αγορά σε μορφή συμπυκνωμένου αιωρήματος (SC).

Η σύνθεση του αποτελείται από:

- *fluopyram* 40% β/ο και από
- βοηθητικές ουσίες: 64,08% β/β.

Το σκεύασμα 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). Εφαρμόζεται σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, κολοκυθάκι, κολοκύθα, πεπόνι και καρπούζι. Το προϊόν εφαρμόζεται μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Το αρδευτικό σύστημα θα πρέπει να είναι σωστά βαθμονομημένο πριν από την εφαρμογή για την ομοιόμορφη διαβροχή του εδάφους. Η εδαφική υγρασία είναι σημαντικός παράγοντας για την καλή διασπορά του *Velum Prime* στο έδαφος. Για το λόγο αυτό συνιστάται να ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

- άρδευση με το 50% περίπου του συνολικού όγκου νερού,
- εφαρμογή του Velum Prime με το υπόλοιπο 40% του συνολικού όγκου νερού
- ολοκλήρωση της άρδευσης και ταυτόχρονα ξέπλυμα του συστήματος της στάγδην άρδευσης με το υπόλοιπο 10% του συνολικού όγκου νερού.

Προτείνονται δύο εφαρμογές:

- πρώτη εφαρμογή 1-3 ημέρες πριν ή μετά το φύτεμα ή τη μεταφύτευση
- δεύτερη εφαρμογή 15-30 ημέρες μετά την πρώτη εφαρμογή

με συνιστώμενη δόση 37,5-62,5 κ.εκ. σκ. / στρ., με 200-600 λτ. ψεκ. υγρό /στρ.

Όταν εφαρμόζεται το *Velum Prime* στη μέγιστη δόση 2 φορές το έτος στο ίδιο χωράφι, δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλα προϊόντα που περιέχουν *fluopyram*, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα *fluopyram* ανά έτος στο ίδιο χωράφι να μην υπερβαίνει τα 50 γρ. /στρέμμα.

Πλεονεκτήματα σκευάσματος:

- Η διάρκεια δράσης του στους νηματώδεις είναι αξιόπιστη και μεγάλη ακόμα και σε μικρές δόσεις εφαρμογής.
- Είναι ευέλικτο στην εφαρμογή του (PHI: 1-3 ημέρες).
- Αποτελεί ιδανικό σκεύασμα για χρήση σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης των νηματωδών λόγω του καινοτόμου τρόπου δράσης του.
- Η ύπαρξη MRLs παγκοσμίως το καθιστά εμπορεύσιμο
- Έχει πολύ φιλικό βιολογικό και τοξικολογικό προφίλ (κλάση III) και είναι ευρείας αποδοχής από την Αλυσίδα Τροφίμων
- Έχει παράλληλη δράση στο ωίδιο.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το φυτοπροστατευτικό προϊόν *Velum Prime* περιέχει τη νέα δραστική ουσία *fluopyram* και καταπολεμά τους νηματώδεις και το ωίδιο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών όπως τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, αγγούρι, κολοκύθι, κολοκυθάκι, κολοκύθα, πεπόνι και καρπούζι. Το *fluopyram* παρουσιάζει έντονη δράση εναντίον των ενηλίκων των νηματωδών. Επιπλέον προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη των αβγών τα οποία βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο και περιορίζει την εκκόλασή τους.

Εδώ και μερικά χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για την εύρεση αποτελεσματικών μεθόδων αντιμετώπισης νηματωδών. Επηρεασμένοι από αυτό, αυξήθηκε το ενδιαφέρον με αποτέλεσμα της πραγμάτωση αυτής της μελέτης. Η μελέτη αυτή είχε ως σκοπό να διερευνήσει την επίδραση της δραστικής ουσίας *fluopyram* εναντίον των φυτοпараσιτικών νηματωδών *Meloidogyne* sp. Έτσι αξιολογήθηκε ο πληθυσμός των νηματωδών πριν και μετά των επεμβάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΥΛΙΚΑ

- θερμοκήπια με εγκατεστημένο σύστημα στάγδην άρδευσης
- δειγματολήπτης εδάφους
- πλαστικές σακούλες
- σημειωματάριο
- μαρκαδόρος
- νιπτήρας
- κόσκινα τριών μεγεθών (με διάστημα πόρων: 630μm, 150μm και 56μm)
- ποτήρι ζέσεως
- υάλινα χωνιά διαμέτρου 10-15 εκ.
- κομμάτι λάστιχου μήκους περίπου 10-15εκ.
- δικτυωτό πλέγμα
- διηθητικό χαρτομάντηλο
- βάση υάλινων χωνιών
- τριβλίο καταμέτρησης νηματωδών
- στερεοσκόπιο

4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η πειραματική διαδικασία υλοποιήθηκε σε παραγωγικά θερμοκήπια καρπουζιάς στις περιοχές, Λαβδαίικα, Ν. Ηλείας και Σαγείικα, Ν. Αχαΐας. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας στην πόλη Αμαλιάδα και συγκεκριμένα στο εργαστήριο εντομολογίας- φυτοπαθολογίας.

4.2.1 ΑΡΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Για την ορθή δειγματοληψία εδάφους πρέπει να γνωρίζουμε ορισμένα γεγονότα. Κατ' αρχήν πρέπει να αντιληφθούμε ότι η διασπορά των νηματωδών δεν είναι τυχαία. Μετά την αρχική μόλυνση σε ένα ή περισσότερα σημεία του αγρού, οι νηματώδεις εξαπλώνονται ανομοιογενώς, δημιουργώντας δευτερογενείς εστίες που με τη σειρά τους εξαπλώνονται με όμοιο τρόπο (Jones & Kempton, 1978; Jones & Perry, 1978). Οι εστίες μπορεί να θεωρούνται μικρές στην αρχή, όταν όμως γίνουν ανιχνεύσιμες, ολόκληρος ο αγρός θα έχει μολυνθεί, παρότι σε μερικά σημεία η προσβολή μπορεί να είναι κάτω από το ανιχνεύσιμο επίπεδο (Southey, 1974). Επίσης, δεν μπορούμε να στηριζόμαστε στη μακροσκοπική εξέταση ενός αγρού για τον εντοπισμό προσβεβλημένων συστάδων φυτών, καθώς ενδέχεται να περάσουν πολλά χρόνια μέχρι τα ασθενή φυτά να είναι εμφανή (Haydock & Perry, 1998).

Το σχήμα και η διασπορά των εστιών μόλυνσης στον αγρό εξαρτάται από τον τρόπο καλλιέργειας του αγρού (Been & Schomaker, 1996), αν και οι εστίες έχουν συνήθως σχήμα ελλειπτικό, με τη μεγαλύτερη διάμετρο να εντοπίζεται κατά μήκος των γραμμών και τον υψηλότερο πληθυσμό νηματωδών στο κέντρο.

Όσον αφορά στην κατανομή των νηματωδών κατά βάθος, μπορεί να παρατηρηθούν μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με το βαθμό κατεργασίας του εδάφους και την περίοδο δειγματοληψίας. Γενικά, σε βάθος 20-40 εκατοστά ο πληθυσμός είναι συνήθως αντίστοιχος με αυτόν που απαντάται σε βάθος 0-20 εκατοστά (Whitehead, 1977). Μεγαλύτεροι πληθυσμοί παρατηρούνται στην περιοχή της ριζόσφαιρας αναπτυσσόμενων φυτών. Πάντως το ακριβές βάθος δειγματοληψίας δε φαίνεται να παίζει ρόλο, με την προϋπόθεση ότι η δειγματοληψία γίνεται εντός των 20 επιφανειακών εκατοστών (Boag & Neilson, 1994) και ότι συλλέγεται επαρκής όγκος εδάφους.

4.2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

1. Επιλογή σημείων δειγματοληψίας: Πραγματοποιήθηκε κάλυψη όλης της υπό εξέταση περιοχής με λήψη πολυάριθμων υποδειγμάτων και ανάμιξή τους σε ένα δείγμα ανά πειραματικό τεμάχιο.
2. Είδος δείγματος: Η συλλογή εδάφους πραγματοποιήθηκε με ειδικό δειγματολήπτη εδάφους (Εικ. 4.1), διαμέτρου 15ml (15 cm x 1cm).
3. Μέγεθος δείγματος: Το πρότυπο μέγεθος δείγματος ήταν τουλάχιστον 150ml/στρέμμα. Κάθε δείγμα αποτελείτο από τουλάχιστον 10 υποδείγματα των 15ml, τα οποία λαμβάνονταν από πλέγμα πλάτους 5 μέτρων και μήκους το πολύ 20 (κατά μήκος των γραμμών).
4. Συσκευασία δείγματος: Τα δείγματα τοποθετούνταν σε πλαστικές σακούλες και συνοδεύονταν από δύο ετικέτες σε ξεχωριστές νάιλον θήκες, μία ετικέτα εντός της σακούλας και μία εκτός.
5. Σήμανση δειγμάτων: Τα στοιχεία ταυτότητας του δείγματος που αναγράφονται στην ετικέτα περιελάμβαναν:
 - Κωδικό δείγματος
 - Κοινότητα/περιοχή
 - Ονοματεπώνυμο παραγωγού
 - Έκταση αγρού
 - Ημερομηνία δειγματοληψίας.

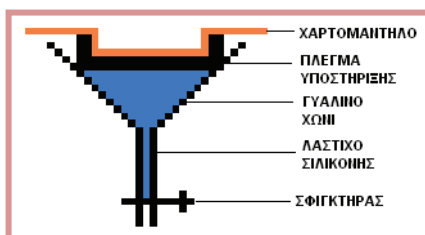


4.2.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΔΑΦΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

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

1. 300ml εδάφους τοποθετούνταν αρχικά εντός πλαστικού δοχείου (κουβά) όγκου >10lt.
2. Προσεκτικά διαλύονταν με τα δάχτυλα όλα τα συσσωματώματα εδάφους στα οποία μπορεί να υπήρχαν παγιδευμένοι νηματώδεις, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς τους σε υγρασία.
3. Προσθήκη νερού και καλή ανάδευση.
4. Το αιώρημα (που περιείχε και τους νηματώδεις) αφήνονταν σε ηρεμία για λίγα δευτερόλεπτα (5-10) ώστε να κατακαθίσουν τα στερεά υλικά και τα βαρύτερα εδαφικά σωματίδια και στη συνέχεια ρίπτονταν μέσω κοσκίνου (κόσκινο No 1) με διάμετρο πόρων 630μm σε δεύτερο πλαστικό δοχείο (Εικ. 4.2Α).

5. Τα υλικά που συλλέγονταν στο κόσκινο 1 απορρίπτονταν, ενώ το αιώρημα του 2ου δοχείου περνούσε μέσα από δεύτερο κόσκινο με διάμετρο πόρων 150 μm σε τρίτο πλαστικό δοχείο.
6. Τα υλικά που συλλέγονταν στο κόσκινο 2 απορρίπτονταν και το αιώρημα του 3ου δοχείου περνά μέσα από τρίτο κόσκινο με διάμετρο πόρων 56 μm .
7. Τα υλικά (και οι νηματώδεις) που συλλέγονταν στο 3ο κόσκινο μεταφέρονταν προσεκτικά σε ποτήρι ζέσεως (Εικ. 4.2B, Γ) και στη συνέχεια εντός υάλινου χωνιού διαμέτρου 10-15εκ. (Εικ. 4.2Δ). Το χωνί είχε προετοιμαστεί ως εξής: στο σωληνωτό του τμήμα εφαρμόζονταν κομμάτι σωλήνα σιλικόνης μήκους 10εκ., στο άκρο του οποίου έμπαινε ειδικός σφιγκτήρας που έκλεινε το χωνί υδατοστεγώς (Εικ. 4.3). Στην άνω επιφάνεια του χωνιού τοποθετούνταν δικτυωτό πλέγμα και μία στρώση ειδικό για την απομόνωση νηματωδών διηθητικό χαρτομάντιλο. Το αιώρημα με τους νηματώδεις μεταφέρονταν εντός του χωνιού, μέσω του χαρτομάντιλου (Εικ. 4.3).
8. Αφού το χαρτομάντιλο στράγγιζε, διπλώνονταν ώστε να μην είναι δυνατή η διαφυγή του περιεχομένου του, και το χωνί πληρωνόταν με νερό έως ότου καλυφθεί το χαρτομάντιλο.
9. Το όλο σύστημα αφήνονταν σε ηρεμία για 48 ώρες, στη διάρκεια του οποίου οι κινητές μορφές των νηματωδών διαπερνούσαν το χαρτομάντιλο ενεργητικά και τελικά κατακάθονταν στο κάτω άκρο του σωλήνα σιλικόνης, απ' όπου γινότανη παραλαβή τους. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα ωά, οι δυσκίνητες σε φάση έκδυσης νύμφες, οι κύστες καθώς και οι νεκροί νηματώδεις δε μπορούν να διαπεράσουν τους πόρους του χαρτομάντιλου, οπότε δεν ανιχνεύονται με αυτή τη μέθοδο.



Εικόνα 3. Σχηματική αναπαράσταση της διάταξης συλλογής νηματωδών.

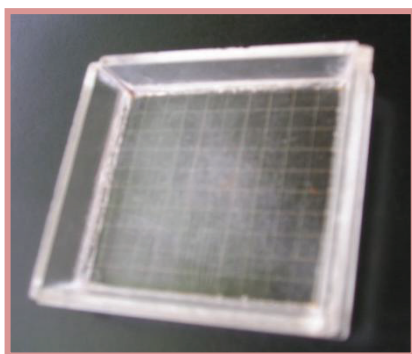


Εικόνα2. Διαδικασία απομόνωσης και συλλογής νηματωδών από υπόστρωμα.

4.2.4. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Για την καταμέτρηση των ελεύθερων νηματώδων στα εδαφικά δείγματα, οι νηματώδεις παραλαμβάνονταν από τα χωνιά τύπου Baermann σε γυάλινα φιαλίδια των 10ml. Το δείγμα μεταφερόταν σε ειδικό τριβλίο καταμέτρησης (counting dish) (Εικ. 4.4) απ' όπου με τη χρήση στερεοσκοπίου γινόταν επιβεβαίωση της ύπαρξης νηματώδων.

Εφόσον ανιχνεύονταν φυτοпараσιτικοί νηματώδεις, ταυτοποιούνταν το γένος με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου και ακολουθούσε καταμέτρηση του συνολικού αριθμού J2 συν τα αρσενικά στο τριβλίο καταμέτρησης και εκτίμηση του ολικού πληθυσμού στο συνολικό όγκο υποστρώματος κάθε δείγματος.



**Εικόνα 4.4 Τριβλίο
καταμέτρησης νηματώδων**

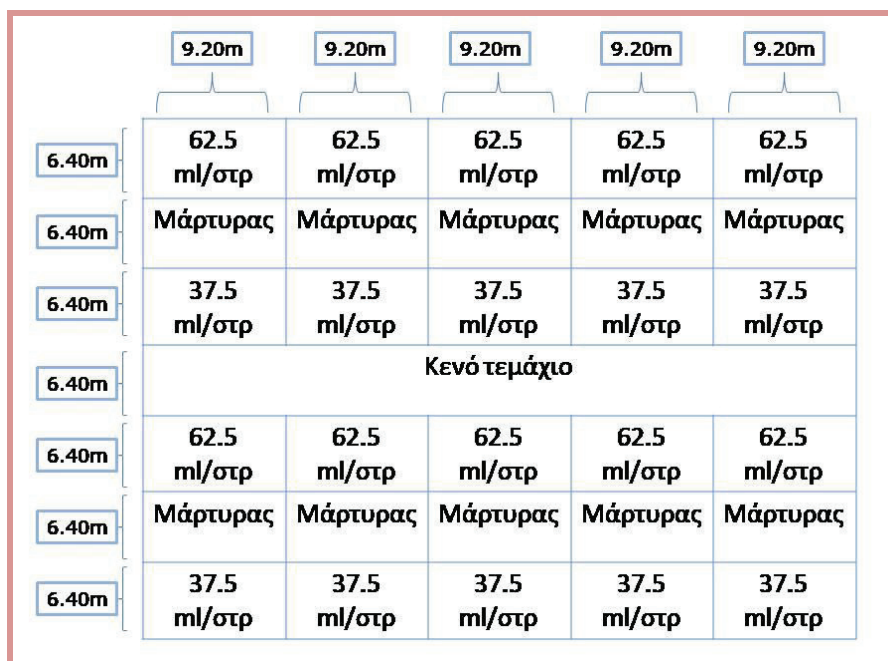
4.2.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Α΄ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στην Αμαλιάδα, σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα της εικόνας 5. Κάθε πειραματικό τεμάχιο καταλάμβανε έκταση 294m^2 , ενώ στη συνέχεια χωρίζονταν σε 5 επί μέρους τμήματα (=επαναλήψεις), 58.88m^2 έκαστο.

Οι εφαρμογές του σκευάσματος Velum Prime 400SC έγιναν σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή οίκου.

Πραγματοποιήθηκαν δύο εφαρμογές με το σύστημα της στάγδην άρδευσης:

1. Η πρώτη εφαρμογή έγινε 3 ημέρες μετά τη μεταφύτευση
2. Η δεύτερη εφαρμογή έγινε 30 ημέρες μετά την πρώτη εφαρμογή.



Εικόνα 4.5. Σχηματική απεικόνιση του Α' πειραματικού αγρού.

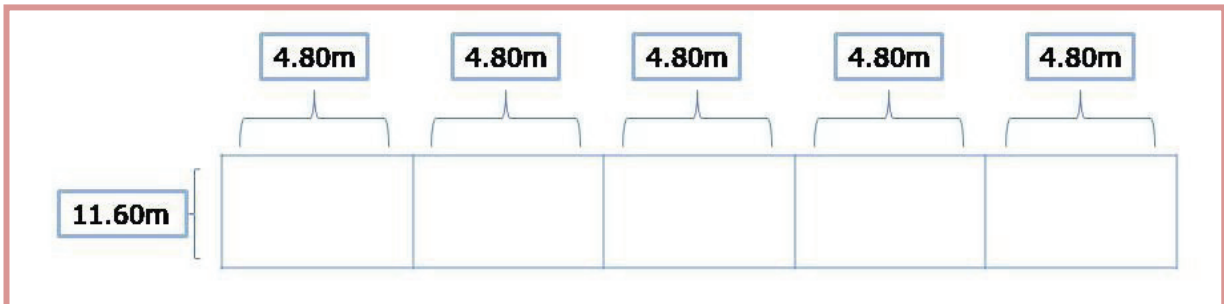
4.2.6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Β' ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε στα Σαγέικα Αχαΐας, σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα της εικόνας 4.6.

Αριθμός πειραματικού τεμαχίου 58x4,8m ² (=278,4m ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Χρόνος εφαρμογής														
Μεταφύτευση 28032018	CONTROL	-	-	FLOCTER 1,114Kg	FLOCTER 1,114Kg	-	-	-	-	FLOCTER 1,114Kg	FLOCTER 1,114Kg	FLOCTER 1,114Kg	FLOCTER 1,114Kg	CONTROL
2η άρδευση 31032018		VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	-	-
3η άρδευση		-	FLOCTER 1,114Kg	-	FLOCTER 1,114Kg	-	-	FLOCTER 1,114Kg	-	FLOCTER 1,114Kg	-	-	-	FLOCTER 1,114Kg
30 ημέρες μετά 25042018		VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 62.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	VELUM 37.5ml/στρ	-
2 τεμάχια control 2 τεμάχια Velum max δόση 2 τεμάχια Velum min δόση 1 τεμάχιο Flocter-Velum max 1 τεμάχιο Velum max - Flocter σαντουίτς 1 τεμάχιο Flocter διπλή-Velum max 1 τεμάχιο Flocter-Velum min 1 τεμάχιο Velum min - Flocter σαντουίτς 1 τεμάχιο Flocter διπλή-Velum min 1 τεμάχιο Flocter 1 τεμάχιο Flocter διπλή														

Εικόνα 4.6. Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης του Β' πειραματικού αγρού.

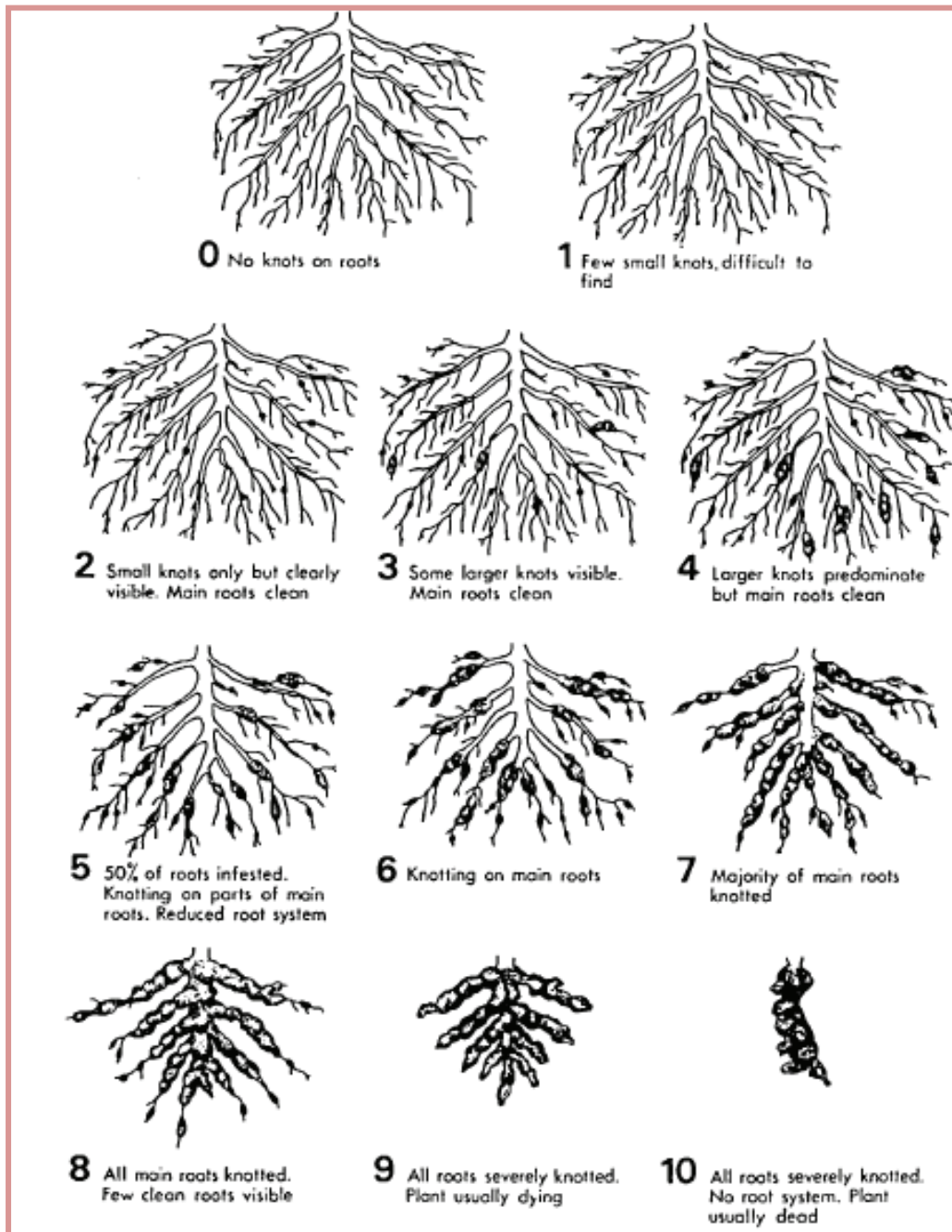
Κάθε πειραματικό τεμάχιο του Β' πειραματικού αγρού, χωρίστηκε σε 5 επί μέρους τμήματα (=επαναλήψεις), 55.68m² έκαστο, σε αναλογία με τον πειραματικό αγρό Α' (Εικ. 4.7).



Εικόνα 4.7. Σχηματική απεικόνιση των πειραματικών τεμαχίων του Β' πειραματικού αγρού.

4.2.7. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE

Ο βαθμός προσβολής των ριζών αξιολογείται μακροσκοπικά σύμφωνα με την κλίμακα των Bridge και Page (1980) (Εικ. 4.8).



Εικόνα 4.8. Αξιολόγηση προσβολής ριζών από κομβοηματώδεις σύμφωνα με την κλίμακα των Bridge και Page.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.3.1. Α' Γύρος πειραματισμού

4.3.1.1. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

	Αρχικός πληθυσμός (Pi)	Τελικός πληθυσμός (Pf)		Αρχικός πληθυσμός (Pi)	Τελικός πληθυσμός (Pf)		Αρχικός πληθυσμός (Pi)	Τελικός πληθυσμός (Pf)
control (00.00 ml/στρ)	36845	1519488	62.5 ml/στρ	64500	1446090	37.5 ml/στρ	16815	571205.6
	15554	1013188		35100	1968057		10928	303798.4
	14050	510998.5		31300	2129026		33400	1361718
	19500	301860		10834	469762.2		54420	3144932
	23520	707952		38460	1270718		44076	1999728
	23510	935698		43108	880696.4		35100	1539837
	58446	2060806		28400	1664240		23385	378603.2
	205840	7885730		22570	1008202		60750	2200973
	28800	824544		30254	2095090		20546	471530.7
	42286	2419182		15466	719323.7		34218	1063495

Πίνακας 1. Αρχικοί και τελικοί πληθυσμοί *Meloidogyne* sp. (ανά lt εδάφους) ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Α' γύρο πειραματισμού.

4.3.1.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE

control (00.00 ml/στρ)	7	62.5 ml/στρ	8	37.5 ml/στρ	9
	8		6		4
	5		7		8
	5		6		2
	2		4		8
	5		5		5
	5		7		7
	3		7		5
	6		1		2
	6		9		6

Πίνακας 2. Βαθμός προσβολής τυχαία επιλεγμένων ριζών ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Α' γύρο πειραματισμού, σύμφωνα με την κλίμακα Bridge & Page.

4.3.1.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σύμφωνα με την αξιολόγηση των πειραματικών τεμαχίων από τον ιδιοκτήτη παραγωγό ως προς τη στρεμματική τους απόδοση, παρατηρήθηκε ελαφρά μεγαλύτερη απόδοση (της τάξης του 10%) στα τεμάχια όπου έγιναν οι εφαρμογές, με μέση στρεμματική απόδοση τους 10tn/στρέμμα.

4.3.2. Β' Γύρος πειραματισμού

4.3.2.1. ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΥΘΗΣΜΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Πειραματικό τεμάχιο	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Αρχικός πληθυσμός (Pi)	9834	1685	44856	13858	49892	35951	15651	42766	62566	55253	53759	27888	26791	16467
	497	16319	22293	18066	46158	62365	27727	50224	14940	23655	17646	48482	29101	40104
	13979	47525	42404	32330	27893	50325	7440	14270	16091	23362	29206	28584	27634	37924
	28619	40821	68652	22498	1564	34350	66843	32704	7229	67427	54366	40651	16824	13642
	26502	45792	44612	16319	5543	47794	42511	12095	24852	25230	23335	40874	31095	41547
Τελικός πληθυσμός (Pf)	156951	5476	392041	236140	262931	303067	115191	662873	180190	498382	570921	89242	151369	169116
	4756	153888	306083	158800	315259	585607	357678	656930	130426	233002	81172	632690	66059	287546
	41797	50852	85232	167793	179073	402600	38911	154972	98477	160263	345799	365589	353163	373172
	303361	362899	350125	260752	7742	329417	423785	266865	84073	672921	65239	267077	184223	57160
	340551	703823	504116	110969	71394	732682	459119	174894	136686	198308	215615	600848	243163	223523

Πίνακας 3. Αρχικοί και τελικοί πληθυσμοί *Meloidogyne* sp. στο έδαφος (ανά 1t εδάφους) ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Β' γύρο πειραματισμού.

4.3.2.2. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΡΙΖΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ BRIDGE & PAGE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	5	8	5	5	3	6	6	6	5	4	6	4	1
4	4	8	6	6	7	3	7	9	5	2	8	8	4
5	9	5	6	5	3	6	4	8	3	5	6	3	5
5	4	5	1	4	6	3	7	4	9	7	4	1	4
4	4	3	4	4	2	5	5	4	5	2	6	4	6

Πίνακας 4. Βαθμός προσβολής τυχαία επιλεγμένων ριζών ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Β' γύρο πειραματισμού, σύμφωνα με την κλίμακα Bridge & Page.

4.3.2.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σύμφωνα με την αξιολόγηση των πειραματικών τεμαχίων από τον ιδιοκτήτη παραγωγό ως προς τη στρεμματική τους απόδοση, παρατηρήθηκε ελαφρά μεγαλύτερη απόδοση (της τάξης του 10-12%) στα τεμάχια όπου έγιναν οι εφαρμογές, με μέση στρεμματική απόδοση τους 9,5tn/στρέμμα.

4.3.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

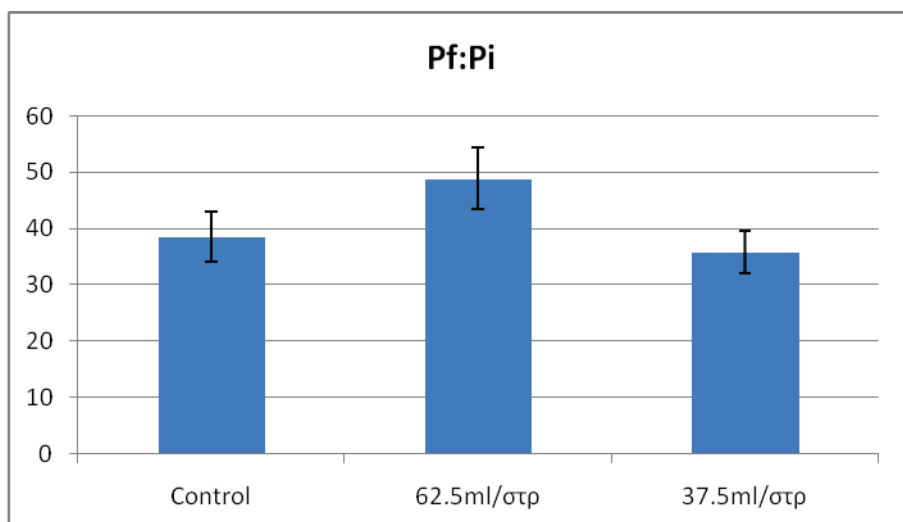
Μετά τη συλλογή όλων των δεδομένων, υπολογίστηκε ο λόγος Pf:Pi που αντιπροσωπεύει το αναπαραγωγικό δυναμικό του πληθυσμού των νηματωδών, όπου Pi ο αρχικός πληθυσμός και Pf ο τελικός. Δηλαδή εκτός από τον ακριβή αριθμό που αποδίδει το πλήθος των ελεύθερων νηματωδών στο έδαφος, αποτυπώνεται η ικανότητα του πληθυσμού να αναπαράγεται.

Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων στο Excel.

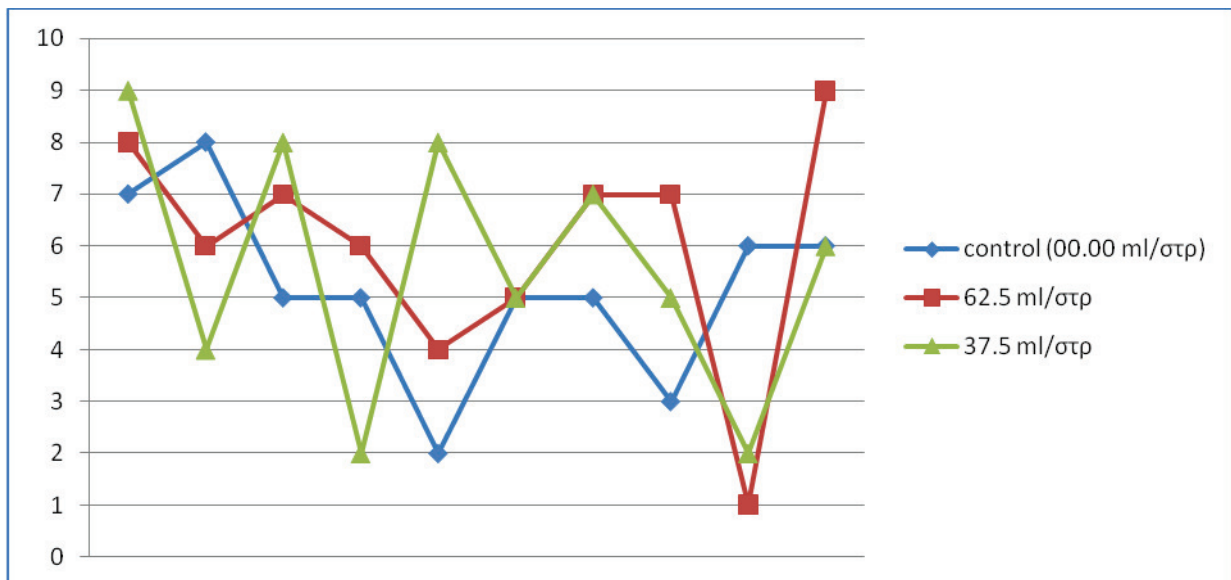
4.3.3.1. Α' Γύρος πειραματισμού

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Μέσος όρος Pf:Pi	stdev	se
Control	38.4778	14.89298138	12.16774
62.5ml/στρ	48.8833	15.97486463	15.45827
37.5ml/στρ	35.7833	12.75297122	11.31568

Πίνακας 5. Μέσος όρος αναπαραγωγικού δυναμικού ανά μεταχείριση στον Α' γύρο πειραματισμού.



Γράφημα 1. Γραφική απεικόνιση αναπαραγωγικού δυναμικού ανά μεταχείριση στον Α' γύρο πειραματισμού.

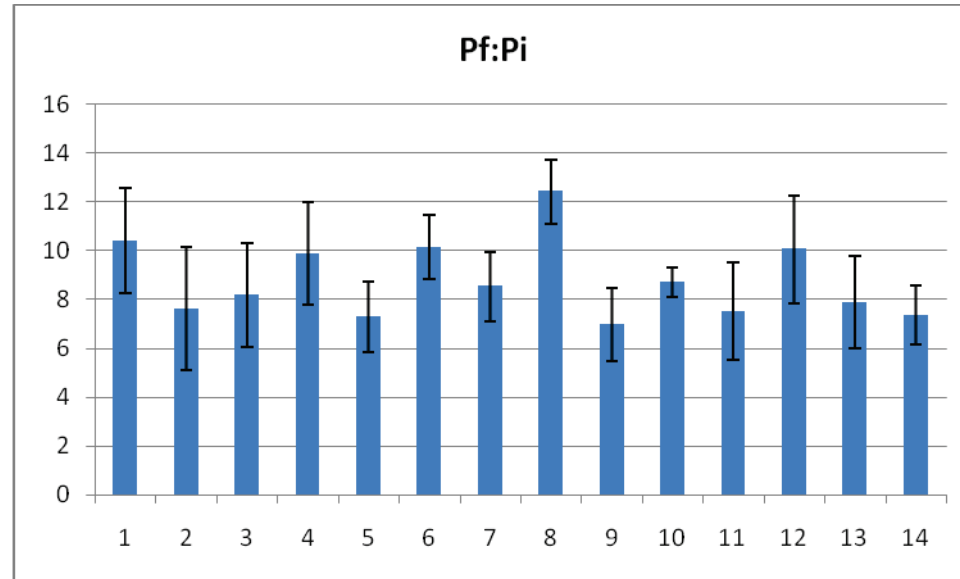


Γράφημα 2. Διαγραμματική απεικόνιση του βαθμού προσβολής τυχαία επιλεγμένων ριζών ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Α' γύρο πειραματισμού, σύμφωνα με την κλίμακα Bridge & Page.

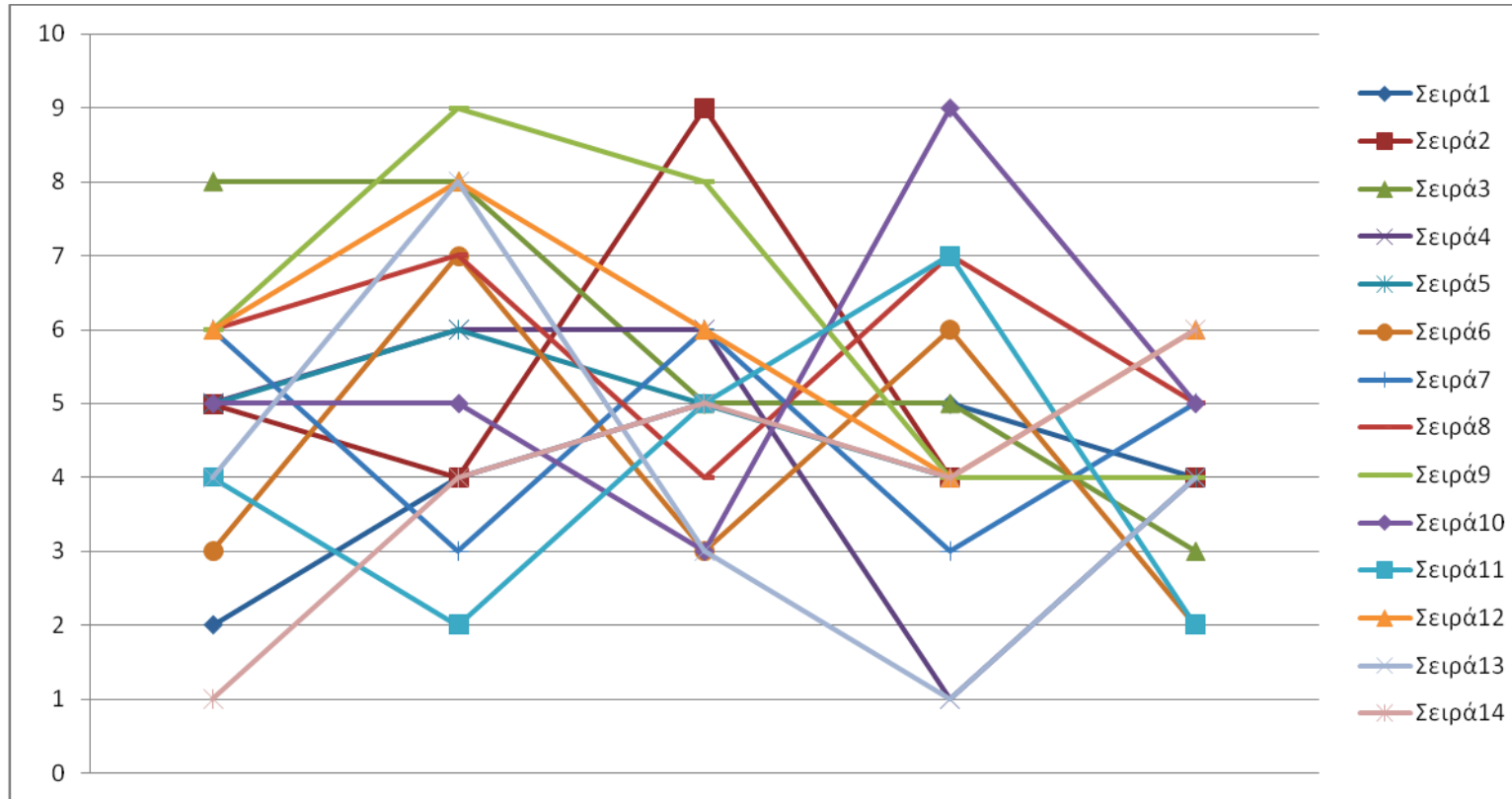
4.3.3.2. β' Γύρος πειραματισμού

α.α. τεμαχίου	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Μέσος Όρος Pf:Pi	10.394	7.602	8.176	9.882	7.27	10.148	8.526	12.412	6.972	8.714	7.5	10.062	7.894	7.37
stdev	4.81022141	5.63358855	4.701216	4.65994313	3.23150893	2.97087866	3.21343741	2.94382744	3.33259208	1.33730326	4.46367561	4.92854644	4.17978827	2.67504206
se	2.151196411	2.519417393	2.102447621	2.083989923	1.44517473	1.328617326	1.437092899	1.316519654	1.490380488	0.598060198	1.996216421	2.204112974	1.869258142	1.196315176

Πίνακας 6. Μέσος όρος αναπαραγωγικού δυναμικού ανά μεταχείριση στον Β' γύρο πειραματισμού.



Γράφημα 3. Γραφική απεικόνιση αναπαραγωγικού δυναμικού ανά μεταχείριση στον Β' γύρο πειραματισμού.



Γράφημα 4. Διαγραμματική απεικόνιση του βαθμού προσβολής τυχαία επιλεγμένων ριζών ανά πειραματικό τεμάχιο και μεταχείριση στον Β' γύρο πειραματισμού, σύμφωνα με την κλίμακα Bridge & Page.

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως διαπιστώθηκε από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, σε κανέναν από τους πειραματικούς γύρους δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην ανομοιόμορφη κατανομή των πληθυσμών των κομβοηματοδών στο έδαφος, η οποία ήταν εμφανής τόσο από την καταμέτρηση των αρχικών πληθυσμών όσο και από την καταμέτρηση των τελικών πληθυσμών. Στην πραγματικότητα, η ανομοιομορφία αυτή αποτελεί πάγιο πρόβλημα στις νηματοδολογικές μελέτες και για αυτό το λόγο προτιμώνται οι μελέτες in vitro ή εναλλακτικά και εφόσον υπάρχει αυτή η δυνατότητα, πραγματοποιούνται επαναλαμβανόμενες μελέτες στον ίδιο αγρό επί σειρά ετών που συνδυάζονται με φρεζάρισμα του εδάφους για την ομαλοποίηση των επιπέδων των εντός του εδάφους νηματοδολογικών πληθυσμών.

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των παραγωγών, οι εφαρμογές που έγιναν είχαν ως αποτέλεσμα αύξηση της παραγωγής τους, της τάξης του 10%, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι οφείλεται στην εφαρμογή των νηματωδοκτόνων, αφού όλοι οι υπόλοιποι χειρισμοί και φροντίδες στον αγρό (άλλοι ψεκασμοί, λιπάσματα, άρδευση κλπ) ήταν ίδιοι για όλα τα πειραματικά τεμάχια. Ωστόσο, δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν πιο σαφή συμπεράσματα για τις μεμονωμένες / συνδυασμένες εφαρμογές με τα δύο σκευάσματα Velum Prime και Flocter, για τις οποίες δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω διαφοροποίηση των αποδόσεων των τεμαχίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Allen, M.W. 1959. Nematodes - basic taxonomic structures and an outline of literature available for classification. Nemat. Dept. Univ. California.
- Agu, C.M. 2008. Effects Of Intercropping On Root-Gall Nematode Disease On Soybean (*Glycine max* (L) Merrill). Plant Sciences Research, 1(1):20-23.
- Been, T.H. & Schomaker, C.H. 1996. A new sampling method for the detection of low population densities of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* and *G. rostochiensis*. *Crop Protection* 15(4), 375-382.
- Boag, B. & Neilson, R. 1994. Nematode aggregation and its effect on sampling strategies. *Annals of Applied Biology* 37, 103-111.
- Bunt, J.A. 1975. Effect and mode of action of some systemic nematicides. Communications Agr. Univ. Wageningen. The Netherlands. 127pp.
- Bird, A.F. 1974. Plant response to root-knot nematode. *Ann. Rev. Phytopathology* 12, 69-85.
- Bryden, J.W. 1967. Hot water treatment of plant material. *Min. Agr. Fish. Food. London Bull.* 201, 42pp.
- Chitwood, B.G. & Chitwood, M.B. 1950. An introduction to nematology. Section I: Anatomy. Monumental Printing Co, Baltimore, 213pp.
- Chitwood, B.G. 1933. Notes on nematode. Systemics and nomenclature. *J. Parasit.* 19, 242- 243.
- Caveness, F.E. 1964. A glossary of nematological terms. P.M.B. 5029 Pacific printers. Moor Plantation. Ibadan Nigeria. 68pp.
- Crofton, H.D. 1966. Nematodes (Ed.) H. Munro Fox. Hutchinson Univ. Libr. London. 160pp.
- Chitwood, B.G. 1958. *Bull. Zool. Nomencl.* 15, 860-895.
- Christie, J.R. 1959. Plant nematodes their bionomics and control. Florida Agric.Exp. Stn. 256pp.
- Cunningham, H.S. 1936. The root-knot nematode *Heterodera marioni* in relation to the potato industry on Long Island. *Bull. N. Y. St. agric. Exp. Sta.* 667, 1-24.
- Dao, D.F. 1970. *Meded. LandbHoogesch. Wageningen.* 70, 1-18.
- Daulton, R.A. and Nusbaum, C.J. 1961. The effect of soil temperature on the survival of the root-knot

- nematodes *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne hapla*. *Nematologica* 6: 280-294pp.
- Dimock, A.W. 1956. An efficient labor saving method of steaming soil. N.York State College of Agrc. Cornell Ext. Bull. No 635, pp. 1-17.
- Drechsler, C. 1937. Some hypomyces that prey on free living terricolous nematodes. *Mycologia* 29, pp. 464-487.
- Di Vito, M., Zaccheo, G., Catalano, F., Campenelli, R. 2000: Effect of soil solarization and low dosages of fumigants on control of the root knot nematodes *Meloidogyne incognita*. Proceedings of the 5th International symposium on chemical and non chemical soil and substrate disinfection. *Acta Horticulturae*, 532:171-173.
- Eisenback, J.D. & Hirschmann, H. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and factors races. In: . W.R. Nikle (Ed), *Manual of agricultural nematology*. New York, Marcel Dekker. pp.191-274.
- Ferraz L.C.C.B. and Brown D.J.F. 2002. An introduction to nematodes. *Plant nematology*. A student's textbook.
- Flegg, J.J.M. 1966. The Z-organ mXiphinema diversicaudatum. *Nematologica* 12, 174.
- Filipjev, I.N., & Schuurmanns Stekhoven, J.H. 1959. A manual of Agricultural Helminthology. Leiden, E.J. Brill. 879pp (54).
- Franklin, M.T. 1965. *Meloidogyne*-Root-knot Eelworms. In: J.F. Southey (Ed) *Plant Nematology*. London, H.M.S.O. pp. 59-88.
- Franklin, M.T. 1951. The cyst-forming species of *Heterodera*. *Commw. Agric. Bur. Farnhan Royal Bucks England*. pp. 26-31.
- Guiran de, G & Ritter, M. 1979. Life cycle of *Meloidogyne* species and factors influencing their development. In: F. Lamberti & Taylor, C.E. (Eds). *Root-knot nematodes {Meloidogyne species} Systematics, Biology and Control*. London, Academic Press, pp. 172-191.
- 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.
- Gowen, S.R. and Tzortzakakis, E.A. 1994. Biological control of *Meloidogyne* spp. With *Pasteuria penetrans* Bull. OEPP/EPPO Bull. 24, 495-500.
- Gourd, T.R., Schmitt, D.P., Barker, K.R. 1993. Differential Sensitivity of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* to Selected Nematicides. *Supplement to Journal of Nematology*, 25(4S):746-751.
- Haydock, P.P.J. & Perry, J.N. 1998. Sampling principles and practice. In: Marks, R.J. & Brodie, B.B.

- (eds) *Potato cyst nematodes biology, distribution and control*. CAB International, London, UK, pp 61-74.
- 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.
- Hirschmann, H. 1960. Gross morphology on nematodes. In: Sasser, J.N. and Jenkins, W.R. (Eds). *Nematology*. California Univ. Press Chapel Hill. pp. 125-129.
- Hirschmann, H. 1971. Comparative morphology and anatomy. In: Zuckerman, B.M., W.F. and Rohde, R.A. (Eds). *Plant parasitic nematodes*. New York and London. Academic Pres. Vol. I, 11-63.
- Jepson, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK, C.A.B. International.
- Jones, F.G.W. & Kempton, R.A. 1978. Population dynamics, population models and integrated control. In: Southey, J.F. (ed.) *Plant Nematology*. HMSO, London UK, pp 333-361.
- Jones, M.G.K. 1981. The development and function of plant cells modified by endoparasitic nematodes. In: *Plant parasitic nematodes* (Eds) Zuckerman, B.M. and Rohde, R.A. Acad. Press, London and New York. Vol. III, pp. 255-279.
- Jones, F.G.W. & Perry, J.N. 1978. Modelling populations of cyst-nematodes (Nematoda: Heteroderidae). *Journal of Applied Ecology* 15, 349-371.
- Karsen, G. 1999. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Goldi, 1982 (Tylenchida) in Europe. University of Gent, Biology Department, Belgium.
- Kalaiselvam, I., Devaraj, A. 2011. Effect of root exudates of *Tagetes* sp. On egg hatching behavior of *Meloidogyne incognita*. *International Research Journal of Pharmacy*, 2(10):93-96.
- Krueger, R., Dover, K.E., McSorley, R., Wang, K.-H. 2013 Marigolds (*Tagetes* spp.) for Nematode Management. ENY-056, NG045, University of Florida, IFAS extension,
- Kerry, B.R., Leu, F.A.A. Mde. 1992. Key factors in the development of fungal agents for the control of cyst and root-knot nematodes London, UK; Plenum Publ. Co. Ltd. pp. 139-144.
- Karpouzias, D.G., Hatziapostolou, P., Papadopoulou-Mourkidou, E., Giannakou, I.O., Georgiadou, A. 2004. The enhanced biodegradation of fenamiphos in soils from previously treated sites and the effect of soil fumigants. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23(9):2099-2107.
- Luc, M. 1961. Structure de la gonade femelle chez quelques especes du genre *Xiphinema* Cobb, 1913. (Nematoda-Dorylaimoidea) *Nematologica* 6, 144-154.
- Luc, M. & Dalmasso, A. 1975. Considerations on the genus *Xiphinema* Cobb, 1919 (Nematoda:

- Longidoridae) and a « la t t i c e » for the identification of species. Cah. ORSTOM. ser. Biol.. X(3): 303-327.
- Luc, M., Maggenti, A.R., Fortuner, R., Raski, D.J. & Geraert, E. 1987. A reappraisal of Tylenchida (Nemata). 1. For a new approach to the taxonomy of Tylenchina. Rev. Nematol. 10, 127-134.
- Linford, M.B. 1941. Parasitism of the root-knot nematode in leaves and stems. Phytopathology 31, 634-648.
- LaMondia, J.A. and Brodie, B.B. 1984. Control of *Globodera rostochiensis* by solar heat. Plant Disease 68, 474-476.
- Marban-Mendoza, N., DrcKLow, M.B., Zuckerman, B.M. 1992. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. Fundam. Appl. Nematol., 15(2):97-100.
- Mena Torres, F., Pfennig, S., Arias Andrés, Mde.J., Márquez-Couturier, G., Sevilla, A., Protti, C.M. 2012. Acute toxicity and cholinesterase inhibition of the nematicide ethoprophos in larvae of gar *Atractosteus tropicus* (Semionotiformes: Lepisosteidae). Rev. Biol. Trop., 60(1):361-368.
- Ouden, H., den. 1956. The influence of hosts and non-suseptible hatching plants on populations of *Heterodera schachtii*, Nematologica 1, 138-144.
- Paracer, S.M., Brzeski, M.W. and Zuckerman, B.M. 1966. Nematophagous and predeceous nematodes associated with cranberry soil in Massachusetts. Plant Dis. Repr. 50, 584-586.
- Pantelelis, I., Karpouzas, D.G., Menkissoglu-Spiroudi, U., Tsiropoulos, N. 2006. Influence of soil physicochemical and biological properties on the degradation and adsorption of the nematicide fosthiazate. J. Agric. Food Chem., 54(18):6783-6789.
- Southey, J.F. 1974. Methods for detection of potato cyst nematodes. EPPO Bulletin 4(4), 463-473.
- Storer, T.I. & Usinger, R.L. 1965. Genaral Zoology. Me Craw-Hill Book Co 741pp.
- Siddiqui, Z.A., Alam, M.M. 1988. Control of plant parasitic nematodes by *Tagetes tenuifolia*. Revue Nématol., 2(3):369-370.
- Tyler, J. 1933. Development of the root-knot nematode as affected by temperature. Hilgardia 7, 391-415.
- Triantaphyllou, A.C. & Hirschmann, H. 1960. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderae). Ann. Inst. Phytopathol. Benaki 3, 1-11.
- Ufer, A., Dohmen, G.P. and Fritsch, H.J. 1993. Impact of the soil disinfectant Basamid granular on terrestrial non-target organisms. Proceedings of the IV International Symposium on Soil and Substrate Infestation and Disinfestation in Leuven.

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

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

5.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Γιαννακού, Ι., Προφήτου-Αθανασιάδου, Δ. 2001. Νηματωδολογία (πανεπιστημιακές σημειώσεις).

Έκδοση: Υπηρεσία δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Ηλιόπουλος, Α.Γ. 1997. Φυτοποροστασία ΙΙ. Γεωργική Εντομολογία-Ζωολογία. Σελ. 131-147.

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

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

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

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