



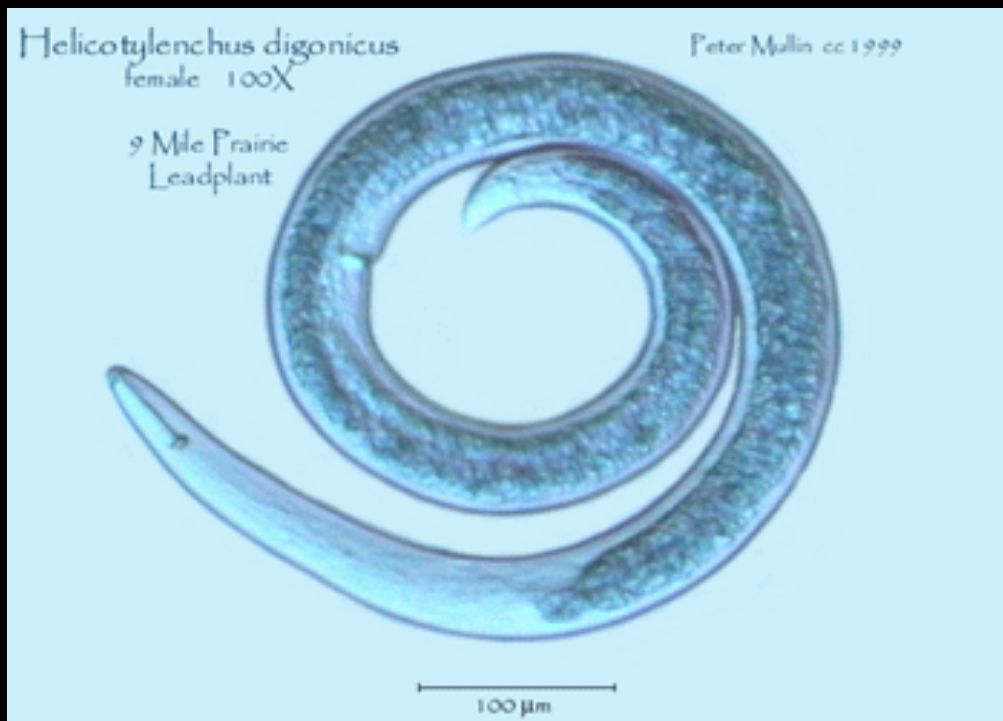
ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΟΙ ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΩΣ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΤΟΥ
ΕΛΑΦΟΥΣ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΑΓΡΟ»**



ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ

A.M.11000

ΠΑΝΟΥΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M. 11312

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΑΡΑΝΑΣΤΑΣΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας αισθανόμαστε την ανάγκη να εκφράσουμε τις θερμότερες ευχαριστίες μας στην εποπτεύουσα καθηγήτρια μας κυρία Καραναστάση Ειρήνη για την πλήρη υποστήριξη και καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια της εργασίας μας.

Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τους γονείς μας για την πολύπλευρη στήριξή τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
Εισαγωγή	6
Γενικά χαρακτηριστικά	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ – ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	9
1.1 Βιολογικός κύκλος	9
1.2 Επιβίωση και Διάρκεια ζωής	10
1.3 Πυκνότητα πληθυσμών - Ικανότητα αναπαραγωγής	11
1.4 Διατροφή – Παρασιτισμός	12
1.5 Ενδοπαρασιτικοί και εκτοπαρασιτικοί φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	15
ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	15
2.1 Ο ρόλος του νερού	15
2.2 Παράγοντες που επιδρούν στην κίνηση στο έδαφος	16
2.3 Παράγοντες που επιδρούν στην κίνηση πάνω από το έδαφος.....	17
2.4 Γεωγραφική διάδοση	19
2.5 Γενετική – Αναπαραγωγή.....	20
2.6 Νηματώδεις με φυτοπαρασιτική και μη δράση	21
2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ	22
2.8 Σωματικό περίβλημα	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	27
Μυϊκό Σύστημα	27
3.1 Σωματικοί Μύες (μυϊκό στρώμα).....	27
3.2 Επιδερμικές διαμορφώσεις - Υποδείγματα	27
3.3 Πεπτικό σύστημα	32
3.4 Νευρικό σύστημα	36
3.5 Απεκκριτικό Σύστημα	42
3.6 Αναπαραγωγικό Σύστημα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	47
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	47
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	65
ΕΛΛΗΝΙΚΗ	66

Εισαγωγή

Η λέξη Νηματώδης, (Nematoda ή Nematelminthes) προήλθε από την ελληνική λέξη «νήμα» (**thread ή threatworms**). Οι νηματώδεις ανήκουν στο Ζωικό Βασίλειο, Υποβασίλειο Metazoa **Φύλον Nemata** Cobb 1919 (Chitwood, Filipjev et al., 1959) και αποτελούν την πολυπληθέστερη και πιο ευμετάβολη ομάδα από τα Μετάζωα, μετά τα Αρθρόποδα.

Η διάδοσή τους στη γη είναι ευρεία από τη δυνατότητα που έχουν να προσαρμόζονται και να ζουν λόγω της εσωτερικής και εξωτερικής μορφολογίας τους, όπου μπορεί να υπάρξει ζωή (Hirschmann, 1960).

Αυτοί οι λεπτοί και δραστήριοι σκωληκόμορφοι μικροοργανισμοί συναντώνται στο έδαφος στα γλυκά, θαλάσσια ή υφάλμυρα νερά, όπου υπάρχει οργανική ουσία, με ελεύθερη διαβίωση ή ως ζωικά ή φυτικά παράσιτα.

Οι νηματώδεις σαν φυτικά παράσιτα διαβιούν στο έδαφος τριγύρω από τις ρίζες των φυτών και αποτελούν πολλές φορές ένα σπουδαίο περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης και της παραγωγής των φυτών με ευρεία διάδοση σ' όλο τον κόσμο (Dao, et al., 1970). Προσβάλλουν όλες γενικά τις καλλιέργειες προκαλώντας ζημιές που μακροσκοπικά μπορούν εύκολα να αποδοθούν σε άλλα παθογόνα ή άλλα αίτια. Οι πιο συχνές με οικονομικό ενδιαφέρον προσβολές, οφείλονται στους νηματώδεις των ριζοκόμβων του γένους *Meloidogyne*, (root-knot nematodes) ή νηματώδεις του εξοιδητικού των ριζών, (Τριανταφύλλου, 1960) και στους κυστογόνους των γενών *Heterodera-Globodera* (cyst nematodes). Είδη *Meloidogyne*, που προκαλούν στις ρίζες εξογκώματα, το γνωστό πατάτιασμα, όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες, όπως είναι αυτές που επικρατούν για πολύ χρόνο στα θερμοκήπια, και δεν καταπολεμηθούν μπορούν όχι μόνο να μειώσουν την παραγωγή αλλά να καταστρέψουν την καλλιέργεια. Παρόμοιες ζημιές παρουσιάζονται συχνά στα ζαχαρότευτλα, στον καπνό και μάλιστα σε αγρούς, που καλλιεργούνται για πολλά χρόνια με τις ίδιες ευπαθείς καλλιέργειες. Από τους νηματώδεις των ριζοκόμβων, καθώς και από άλλα είδη έχουμε συχνά 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. Σοβαρές επίσης ζημιές προκαλούνται συχνά σε ορισμένες καλλιέργειες από τους κυστογόνους νηματώδεις. Έτσι η πατάτα προσβάλλεται από τον χρυσονηματώδη του γένους *Globodera* (*G.*

rostochiensis). Στις περιπτώσεις αυτές τα φυτά παρουσιάζονται κατά κηλίδες χλωρωτικά, με αραιή, χαμηλή βλάστηση και τελικά όταν η προσβολή προχωρήσει, τα πατατόφυτα χάνονται και τη θέση τους παίρνουν τα αγριόχορτα. Παρόμοια σχεδόν συμπτώματα με ανάλογες ζημιές προκαλούνται στα ζαχαρότευτλα από τον κυστογόνο νηματώδη του γένους *Heterodera*, (*H. schachtii*) καθώς και στα σιτηρά από τον *H. avenae*. Πολύ γνωστός είναι επίσης και ο νηματώδης του σίτου (*Anguina tritici*) που προκαλεί καρουλιάρια και συστροφές στα φύλλα του σίτου και αργότερα προσβάλλει τους στάχεις και τους κόκκους με αποτέλεσμα την σοβαρή μείωση της παραγωγής ή και την εκμηδένισή της. Εάν στα παραπάνω προστεθεί και η δυνατότητα, που έχουν ορισμένοι νηματώδεις να ενεργούν σαν φορείς διαφόρων ιών (*Longidoridae*), τότε μπορεί να γίνει μια καλύτερη εκτίμηση, του πόσο επιζήμια μπορεί να γίνουν αυτά τα παράσιτα (Powell, 1971; Pitcher, 1965; Πολυχρονόπουλος, 1970).



Εικόνα 1 - *Heterodera schachtii*

Γενικά χαρακτηριστικά

Οι περισσότεροι νηματώδεις έχουν σώμα λεπτό, σκωληκόμορφο σχεδόν διαφανές, που προστατεύεται από ανθεκτική επιδερμίδα. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από μόλις 80μm με διάμετρο σώματος 0,1μm μέχρι 8m με διάμετρο σώματος 2,5 εκατοστά. Σε μερικά είδη, ενώ οι αρσενικοί διατηρούν το σκωληκόμορφο σχήμα τους, οι θηλυκοί καθώς αναπτύσσονται διογκώνονται και παίρνουν διάφορα σχήματα. Στην περίπτωση του φυτοпараσιτικού νηματώδη του σιταριού *Anguina tritici* σ' ένα προσβεβλημένο κόκκο βρέθηκαν 32.400 άτομα (προνύμφες 2^{ου} σταδίου).

Πολλές φορές οι νύμφες αποκαλούνται προνύμφες επειδή δε διαφέρουν ουσιαστικά από τα ανεπτυγμένα άτομα (προνύμφες) παρά μόνο ως προς το

αναπαραγωγικό σύστημα, που αυτό εξελίσσεται κατά τα 4 προνυμφικά στάδια. Γενικά το σώμα των νηματωδών εξωτερικά καλύπτεται από το επιδερμίδιο κάτω από το οποίο βρίσκεται η υποδερμίδα και το μυϊκό στρώμα.

- ✓ Το μυϊκό σύστημα αποτελείται από επιμηκυσμένους και ειδικευμένους μύες.
- ✓ Το πεπτικό σύστημα αποτελείται από τον οισοφάγο, τους αδένες πέψης και το έντερο, που καταλήγει στο θηλυκό στην έδρα και στο αρσενικό στην αμάρα.
- ✓ Το αναπαραγωγικό σύστημα στα αρσενικά άτομα αποτελείται από όρχεις και τις συζευκτικές άκανθες και στα θηλυκά από τις ωοθήκες, μήτρα, κόλπο και γεννητικό άνοιγμα.
- ✓ Το σύστημα έκκρισης είναι ένα αδενωτό και ένα σωληνωτό όργανο.
- ✓ Το νευρικό σύστημα έχει δύο κύρια κέντρα, ένα στην περιοχή του οισοφάγου και ένα στην περιοχή του απευθυσμένου, που συνδέονται μεταξύ τους με ένα δακτύλιο.

Οι νηματώδεις δεν έχουν σκελετό ούτε εξωτερικές προσαρτήσεις, τρίχες άκρα. Δεν έχουν οφθαλμούς, αυτιά καθώς και αναπνευστικό σύστημα. Το ρόλο των αισθητήριων οργάνων παίζουν νευρικές απολήξεις, με μορφή κυρίως αισθητηρίων θηλών, που βρίσκονται συνήθως στο πρόσθιο και οπίσθιο μέρος του σώματος.

Το σώμα των νηματωδών προστατεύεται κάπως από την επιδερμίδα, αλλά μεγάλη προστασία τους δίδει το περιβάλλον που ζουν. Σπάνια είναι εκτεθειμένοι στον κίνδυνο των φαρμάκων, τόσο στην επιφάνεια του εδάφους, όσο και στην επιφάνεια των φύλλων, όπως συμβαίνει σε μερικά έντομα (μελίγκρες, κάμπιες) ή σπόρια μερικών μυκήτων (περονόσπορο, κερκόσπορες, ωΐδια).



Εικόνα 2 - *Anguina tritici*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ – ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

1.1 Βιολογικός κύκλος

Ο θηλυκός νηματώδης, ανάλογα με το είδος γεννά τα αυγά του μέσα ή έξω από τις ρίζες των φυτών. Με το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και την μάρανση των φυτών τα αυγά παραμένουν μέσα στις νεκρές ρίζες ή στο έδαφος.

Κάθε φυτοπαράσιτος θηλυκός νηματώδης γεννά πολλά αυγά κυρίως μετά από διασταύρωση αρσενικών και θηλυκών ατόμων (αμφιμικτικά).

Ο αριθμός των αυγών εξαρτάται από το είδος του νηματώδη και κυμαίνεται από 100 ή και λιγότερα μέχρι 2000 ή και περισσότερα π.χ. οι κυστογόνοι νηματώδεις της πατάτας ή των ζαχαρότευτλων γεννούν γύρω στα 500-600 αυγά, Οι νηματώδεις των ριζοκόμβων (μ. όρο 200-500) αλλά και μέχρι 2000, ο νηματώδης του σιταριού μέχρι 2000 ή και περισσότερα.

Τα αυγά έχουν σχετικά ανθεκτικό κέλυφος που προστατεύει τον μικρό νηματώδη (νύμφη) από τις δυσμενείς συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον. Για ορισμένα είδη τα αυγά μπορεί να μείνουν στον αγρό για πολλούς μήνες ή και για χρόνια ακόμη, όπως στους κυστογόνους νηματώδεις της πατάτας και των ζαχαρότευτλων, προστατευμένα στο μητρικό σώμα που μετατρέπεται σε ανθεκτική κύστη.

Το νερό μόνο του ή σε συνδυασμό με διάφορες ουσίες του εδάφους ή εκκρίματα των ριζών των φυτών προκαλεί την εκκόλαψη των αυγών. Οι προνύμφες μόλις εκκολαφθούν, κινούνται μέσα σε λεπτή μεμβράνη νερού μέχρι να βρουν το κατάλληλο ενδιαίτημα.

Οι μικροί νηματώδεις τρέφονται, μεγαλώνουν και αφού υποστούν συνολικά 4 εκδύσεις, διαμέσου των οποίων εξελίσσεται το αναπαραγωγικό τους σύστημα, παίρνουν την τελική τους ανάπτυξη και πολλαπλασιάζονται. Η πρώτη έκδυση γίνεται συνήθως μέσα στο αυγό, πριν την εκκόλαψη.

Ορισμένα είδη μπορεί να παρουσιάσουν πολλές γενιές σε ένα χρόνο ή σε μια καλλιεργητική περίοδο ενώ άλλα μόνο μια. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτοπαράσιτων νηματωδών *		
Είδη	Διάρκεια βιολογικού κύκλου σε ημέρες	Θερμοκρασία (°C)
<i>Anguina agrosti</i>	21-28	-
<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	14	-
<i>Ditylenchus dipsasi</i>	19-23	15
<i>A. ritzemabosi</i>	13-14	13-18
<i>A. ritzemabosi</i>	10-13	14
<i>A. ritzemabosi</i>	1-12	17-23
<i>Heterodera glycines</i>	21	23
<i>H. glycines</i>	24	-
<i>Heterodera trifolii</i>	31	20
<i>H. trifolii</i>	45	15
<i>Heterodera schachtii</i>	31	19
<i>Meloidogyne incognita acrita</i>	28-33	26-31
<i>M. incognita acrita</i>	25-90	-
<i>Meloidogyne sp.</i>	19-35	-
<i>Meloidogyne sp.</i>	25	27
<i>Meloidogyne sp.</i>	87	16.5
<i>Paratylenchus projectus</i>	30-31	25-28
<i>Paratylenchus pratensis</i>	45-48	-
<i>Radopholus similis</i>	20-25	-
<i>Trichodorus sp.</i>	16-17	24-32
<i>Trichodorus sp.</i>	21-22	30
<i>Tylenchostrongylus claytoni</i>	33	22
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	42-56	24
<i>H. avenae</i> **	85+-7	-

*Wallace, 1963, **Κύρου, 1976

Γενικά για το βιολογικό κύκλο των νηματωδών ισχύει ότι παρά τις διαφορετικές συνθήκες του περιβάλλοντος κάτω από τις οποίες ζουν, ο χρόνος για την συμπλήρωση του βιολογικού τους κύκλου κυμαίνεται από 20-40 ημέρες και επίσης, το περιβάλλον επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξή τους.

1.2Επιβίωση και Διάρκεια ζωής

Απαραίτητα στοιχεία για την επιβίωση των φυτοπαράσιτων νηματωδών είναι το νερό και το οξυγόνο. Η διάρκεια της ζωής των νηματωδών εξαρτάται και από άλλες συνθήκες, που επικρατούν στο περιβάλλον που ζουν, όπως θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εδάφους, αερισμού, εδαφικού τύπου, ύπαρξης κατάλληλου ξενιστή κλπ. (Πίνακας 2).

Έτσι, σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω των 10°C ή πάνω από 30°C σε χαμηλή ή υπερβολική υγρασία, σε βαρύ αργιλώδες ή σε ελαφρό αμμώδες έδαφος, καθώς και σε έλλειψη κατάλληλων φυτών ξενιστών, οι νηματώδεις περιορίζουν την δραστηριότητά τους ή αδρανοποιούνται τελείως.

Γενικά η διάρκεια ζωής των νηματωδών μπορεί να κυμαίνεται σε μεγάλα όρια, ανάλογα με τις διάφορες συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον και την ύπαρξη ή μη φυτών ξενιστών. Πάντως είναι ανάγκη να γνωρίζουμε τη διάρκεια της ζωής των νηματωδών στο έδαφος, εάν πρόκειται να τους καταπολεμήσουμε με αλλαγή της καλλιέργειας (αμειψισπορά), ή δίχως καλλιέργεια, αφήνοντας τον αγρό χέρσο (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Μακροβιότης φυτοπαράσιτων νηματωδών σε χέρσο έδαφος (Wallace, 1963)	
Είδη	Διάρκεια Ζωής
<i>Anguina agrostis</i>	1 χρόνο
<i>A. tritici</i>	1 χρόνο
<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	3 μήνες
<i>Ditylenchus dipsasi</i>	2 χρόνια
<i>Helicotylenchus bixophilus</i>	8 μήνες
<i>Heterodera rostochiensis</i> larvae (νύμφες)	9 μήνες
<i>H. rostochiensis</i> cysts	7 χρόνια, 28 μερικοί νηματώδεις
<i>H. schachtii</i> larvae	1 χρόνο
<i>H. schachtii</i> cysts	6 χρόνια
<i>Meloidogyne</i> sp.	16 μήνες
<i>M. halpa</i>	6 μήνες
<i>Paratylenchus dianthus</i>	4 χρόνια και 7 μήνες
<i>Paratylenchus brachyurous</i>	6 μήνες
<i>Radopholus similis</i>	3 μήνες
<i>Tylencohornynchus claytoni</i>	10 μήνες
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	10 χρόνια
<i>Heterodera avenae</i>	30 μήνες ή και περισσότερο
* Κύρου, 1976	

Οι αριθμοί του Πίνακα 2 μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με τις θερμοκρασίες που θα επικρατήσουν στο περιβάλλον, που ζουν οι νηματώδεις.

1.3 Πυκνότητα πληθυσμών - Ικανότητα αναπαραγωγής

Μετρήσεις πληθυσμών νηματωδών, που έγιναν σε καλλιεργούμενα εδάφη μεγάλης γονιμότητας έδωσαν πληθυσμούς μέχρι και 20 χιλιάδες εκατομμύρια στο στρέμμα. Οι περισσότεροι νηματώδεις βρίσκονται στα πάνω στρώματα του εδάφους, σε βάθος 25 έως 40 εκατοστά γύρω από την ριζόσφαιρα. Πολλοί όμως μπορούν να

φθάσουν, και σε μεγαλύτερα βάθη γύρω από τις βαθιές φυτικές ρίζες (2,5 έως 3,5 μέτρα) (Wallace, 1963). Ο αριθμός των νηματωδών, που προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών μπορεί να είναι τεράστιος. Έτσι σ' ένα γραμμάριο ρίζας του ανανά βρέθηκαν 23.800 άτομα από το είδος *Pratylenchus minutus*, σε 10 γραμμάρια ριζών σίκαλης 106.000 άτομα από το είδος *Pratylenchus penetrans*.

Η ικανότητα αναπαραγωγής των φυτοπαράσιτων νηματωδών είναι πολλές φορές αξιοσημείωτη. Πληθυσμοί του *Hoplolaimus tylenchiformis* αυξήθηκαν μέσα σε ένα χρόνο στη ριζόσφαιρα βαμβακόφυτων από 500 σε 13.000, ενώ ένα μόνο θηλυκό άτομο του γένους *Meloidogyne*, των ριζοκόμβων μπορεί να παραγάγει περισσότερα από 2.000 αυγά (Williams, 1968). Σε μια σποροκηκίδα σίτου έχουν βρεθεί 30-90.000 αυγά ή προνύμφες του *Anguina tritici*.



Εικόνα 3 - *Meloidogyne hapla*

1.4 Διατροφή – Παρασιτισμός

Οι νηματώδεις του εδάφους ανάλογα με το είδος και τρόπο διατροφής τους ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Σαπροφάγοι που καταβροχθίζουν βακτήρια.
2. Αρπακτικοί που τρέφονται από μεγαλύτερους οργανισμούς.

3. Φυτοπαράσιτοι και ζωοπαράσιτοι.

Το στόμα των φυτοπαράσιτων νηματωδών είναι οπλισμένο με μια επιδερμική κατασκευή στιλέτο ή δόρυ που το χρησιμοποιούν κατά τη διατροφή τους. Με το στιλέτο τα παράσιτα τρυπούν τους ιστούς του φυτού και απομυζούν τους χυμούς του, με τη βοήθεια του μυώδη οισοφάγου προκαλώντας ζημιές στις ρίζες, στελέχη, φύλλα και άνθη πολλών φυτών.

Ο μηχανισμός της διατροφής των φυτοπαράσιτων και μερικών αρπακτικών νηματωδών παρουσιάζει τις κάτωθι φάσεις:

Όταν ο νηματώδης φτάσει στην επιφάνεια της ρίζας αναζητά τριγύρω του κύτταρα, στρέφοντας την κεφαλή με γρήγορες κινήσεις έως ότου η περιοχή των χειλιών του βρει το κατάλληλο σημείο στην επιφάνεια της ρίζας. Φαίνεται ότι στη φάση αυτή ενεργοποιούνται τα αισθητήρια όργανα αφής, και η παραγωγή χημικών διεγερτικών ουσιών, που συμβάλλουν στη πορεία της διατροφής. Στην φάση αυτή πριν διαπεραστεί το κύτταρο, το σώμα του νηματώδη ανυψώνεται φέρνοντας τη κεφαλή και το στιλέτο σε ορθή γωνία με τη ρίζα. Οπότε αρχίζει η φάση της διείσδυσης στο κύτταρο. Το στιλέτο τρυπά το τοίχωμα του κυττάρου και η προς τα εμπρός κυματοειδής κίνηση του σώματος συνεχίζει να ωθεί την κεφαλή μέσα στο προσβεβλημένο κύτταρο.

Την διείσδυση μπορεί να ακολουθήσει μια περίοδος ακινησίας κατά την οποία μέσα στο κύτταρο εκχύνεται ένζυμα.

Συγχρόνως ενεργοποιείται ο μυώδης οισοφάγος ο οποίος σαν αντλία απορροφά το περιεχόμενο του κυττάρου σε χρόνο, που ποικίλει, από μερικά λεπτά έως μερικές ημέρες, ανάλογα του είδους του νηματώδη.

Η λειτουργία του μυώδη οισοφάγου απαιτεί την γρήγορη άντληση, που γίνεται με συχνότητα 2-24 συσφίξεις το δευτερόλεπτο και με ακριβή συγχρονισμό της μυϊκής συστολής, που επιτυγχάνεται μηχανικά. Επίσης η ταχύτητα της άντλησης σχετίζεται με το άνοιγμα του κεντρικού κοιλώματος του οισοφαγικού αγωγού (lumen). Ο αγωγός αυτός βρίσκεται πάντα σε μια κατάσταση ημιδιαστολής που με την αντοχή της επιδερμίδας στην συμπίεση προκαλεί ένα μηχανισμό στιγμιαίας διαστολής και συστολής «click» (Crofton, 1971).

1.5 Ενδοπαρασιτικοί και εκτοπαρασιτικοί φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις

Τους νηματώδεις ανάλογα του τρόπου παρασιτισμού τους διακρίνουμε σε δύο κύριες ομάδες:

1. Σ' αυτούς που ζουν μέσα στο έδαφος και παρασιτούν στα υπόγεια μέρη, του φυτού (ρίζες, βολβούς, κονδύλους, ριζώματα) που είναι και οι περισσότεροι.

2. Σ' αυτούς, που διαβιούν στην επιφάνεια του εδάφους, εισβάλλουν στα φυτά και μεταφέρονται με την ανάπτυξη των φυτών, στα εναέρια μέρη τους, στελέχη, φύλλα, άνθη όπου παρασιτούν (π.χ. *Anguina tritici*, *Aphelenchoides* spp.).

Ο φυτοπαρασιτισμός διαφέρει μεταξύ των διαφόρων ειδών νηματωδών. Μερικά είδη νηματωδών παραμένουν έξω από τους ιστούς του φυτού και παίρνουν την τροφή τους με το σιλέτο, βυθίζοντας το στους ιστούς των φυτών (εκτοπαρασίτοι). Άλλοι τρέφονται και πολλαπλασιάζονται δια μέσου των φυτικών ιστών (ενδοπαρασίτοι) (*Pratylenchus* Spp.).

Οι εκτοπαρασιτικοί και ενδοπαρασιτικοί διακρίνονται σε μόνιμους και πλάνητες. Οι μόνιμοι αφού εγκατασταθούν σε ένα σημείο του ξενιστή τους παραμένουν εκεί μόνιμα χωρίς να μετακινούνται σε άλλη θέση. Αντίθετα οι πλάνητες μετακινούνται πάνω στον ξενιστή τους από θέση σε θέση ή και από ξενιστή σε ξενιστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

2.1 Ο ρόλος του νερού

Οι νηματώδεις κινούνται με την βοήθεια του μυϊκού τους συστήματος με κυματοειδή κίνηση, σε ελάχιστη ποσότητα νερού μέσα στο έδαφος ή στην επιφάνεια των υπέργειων φυτικών μερών. Μ' αυτόν τον τρόπο οι προνύμφες μετά την εκκόλαψη τους βρίσκουν στο έδαφος το φυτό-ξενιστή ή μετακινούνται από ρίζα σε ρίζα όπου και διατρέφονται. Γενικά αυτή η κίνηση σπάνια ξεπερνά 1-2 μέτρα το χρόνο, συνήθως περιορίζεται σε μερικά εκατοστά. Το *Radopholus similis* των εσπεριδοειδών υπό ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας μπορεί να κινηθεί και μέχρι 6 μ. το χρόνο (Suit and Du Charme, 1957). Για τους περισσότερους νηματώδεις το νερό παίζει σπουδαιότατο ρόλο τόσο για την κίνηση όσο και για την επιβίωσή τους.

Κανένα είδος δεν μπορεί να μετακινηθεί όταν δεν υπάρχει λεπτή μεμβράνη νερού στο έδαφος ή στην επιφάνεια του φυτού. Στο νερό καθιζάνουν λόγω του βάρους τους εκτός από ορισμένους, συνήθως μη φυτοπαρασιτικούς (*Rhabditida*), που λόγω της ταχείας κίνησης τους αιωρούνται.

Μερικά είδη μόλις χυθεί 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. Έτσι π.χ. ο νηματώδης του στελέχους (*Ditylenchus dipsaci*) μπορεί πριν πάρει τη τελική του ανάπτυξη να επιζήσει σε ξηρό περιβάλλον περισσότερο από 20 χρόνια (Fielding, 1951) ενώ επιβιώνει για 20 λεπτά σε θερμοκρασία 80°C κάτω από το μηδέν (Bosher and Mckeen, 1954).

Ο νηματώδης του σιταριού (*Anguina tritici*) μπορεί να επιζήσει μέσα στις σποροκηκίδες του σίτου 23-28 χρόνια (Fielding 1951). Επίσης ο νηματώδης των σιτηρών (*Heterodera avenae*) προέλευσης Χαλκιδικής διατηρεί την ικανότητα προσβολής και αναπαραγωγής παραμένοντας εγκυστωμένος επί 30 μήνες σε εδαφικά δείγματα αποξηραμένα στον αέρα, ενώ μετά την πάροδο 18 ετών οι προνύμφες 2ου σταδίου αν και διατηρήθηκαν σε άριστη κατάσταση, δεν ήταν ικανές να προσβάλουν και συνεπώς να αναπαραχθούν στις ρίζες του σιταριού (Κύρου, 1976).

2.2 Παράγοντες που επιδρούν στην κίνηση στο έδαφος

1. Θερμοκρασία

Η άριστη θερμοκρασία για τη κίνηση των νηματωδών διαφέρει μεταξύ των διαφόρων ειδών. π.χ. η άριστη θερμοκρασία για τον νηματώδη των ζαχαρότευτλων (*Heterodera schachtii*) είναι περίπου 15°C, για τον νηματώδη του στελέχους (*Ditylenchus dipsaci*) 15°C – 20°C, για τον *Tylenchorhynchus icarus* περίπου 20°C. Η κίνηση των ανωτέρω ειδών περιορίζεται σημαντικά στους 30°C και 10°C.

2. Υγρασία και μέγεθος πόρων του εδάφους

Η σχέση μεταξύ της εδαφικής υγρασίας και του μεγέθους των πόρων του εδάφους είναι τόσο στενή ώστε πρέπει να συνυπολογίζεται σε μελέτες που αφορούν την επίδρασή τους στη κίνηση των διαφόρων ειδών νηματωδών.

Για τους διάφορους νηματώδεις υπάρχει ένα άριστο εδαφικής υγρασίας ή δε κίνησή τους αυξομειώνεται ανάλογα με το μέγεθος των εδαφικών μορίων. Η κατακόρυφη κίνηση προνυμφών του *Heterodera schachtii* δια μέσου στήλης υγρής άμμου παρεμποδίζεται σε μεγάλο βαθμό όταν τα μόρια της άμμου έχουν μέσο μέγεθος μικρότερο από 50-250mm. Αυτό συμβαίνει επειδή ο μέσος όρος της διαμέτρου των πόρων είναι περίπου ο ίδιος με το πλάτος του νηματώδη. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η παρεμπόδιση της κίνησης ενός νηματώδη σχετίζεται με το μέγεθός του και το μέγεθος των μορίων ή των πόρων του εδάφους (Wallace, 1963).

3. Εδαφικός τύπος

Γενικά, αν και η επίδραση του εδαφικού τύπου στη κίνηση του νηματώδη δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί επαρκώς, είναι αρκετά φανερό ότι η πρακτική συσχέτισμού της συμπεριφοράς των νηματωδών με την εδαφική σύσταση, μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα εκτός εάν συνυπολογιστεί η εδαφική δομή (σχέσεις μεγέθους πόρων).

4. Οσμωτική πίεση

Η οσμωτική πίεση στη κίνηση των νηματωδών δεν φαίνεται να έχει ενδιαφέρον δεδομένου ότι στα εδάφη που λιπαίνονται, η συγκέντρωση του άλατος στο εδαφικό νερό δεν ξεπερνά τις 2 ατμόσφαιρες ενώ οι νηματώδεις δεν επηρεάζονται μέχρι και σε 10 ατμόσφαιρες

2.3 Παράγοντες που επιδρούν στην κίνηση πάνω από το έδαφος

Και στη περίπτωση της κίνησης των νηματωδών στα υπέργεια μέρη του φυτού (*Aphelenchoides* spp., *Ditylenchus dipsaci*) απαιτείται, όπως και μέσα στο έδαφος, η ύπαρξη νερού. Στη περίπτωση αυτή διάφοροι κλιματολογικοί παράγοντες που επιδρούν στην εναπόθεση νερού (δρόσος, ομίχλη, βροχή, κ.λ.π.) παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Κάποιον ανάλογο ρόλο με το μέγεθος των μορίων, που ρυθμίζει τα διάκενα στο έδαφος φαίνεται να έχει και η πυκνότητα των τριχιδίων στα φύλλα, που επιδρούν στη κυματοειδή κίνηση των νηματωδών. Πλέον αυτών, το μέγεθος και η δραστηριότητα των νηματωδών επηρεάζει την δυνατότητα μετανάστευσης τους στην επιφάνεια των φυτών.

Προσανατολισμός

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον προσανατολισμό των νηματωδών στο έδαφος είναι: η υγρασία, η βαρύτητα, το φως, η θερμοκρασία, η κυκλοφορία του νερού, η κλίση και η σύσταση του εδάφους, χημικές αντιδράσεις, η χρήση του εδάφους, η τεχνική καλλιέργειας.

Η επίδραση όλων αυτών των παραμέτρων που μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τον μηχανισμό του προσανατολισμού των νηματωδών γίνεται λίγο κατανοητή μέσα στο πολύπλοκο εδαφικό περιβάλλον. Η δε παρουσία του φυτού κάνει ακόμη πολυπλοκότερη την όλη κατάσταση. Πάντως γεγονός είναι ότι οι νηματώδεις προσελκύονται από τα φυτά.

Οριζόντια διάδοση

Εκτός των παραγόντων που αναφέρθηκαν, στην οριζόντια διάδοση παίζει ρόλο και η ευαισθησία του φυτού, που μπορεί να επηρεάσει την πυκνότητα σε υπάρχοντες πληθυσμούς π.χ. στη περίπτωση ενός πολύ ευαίσθητου φυτού μπορεί να γίνει μια ουσιώδης αύξηση του πληθυσμού σε περιοχές που η αρχική πυκνότητα ήταν μικρή, ενώ σε κηλίδες με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού οι ζημιές στις ρίζες μπορεί να είναι τόσο μεγάλες που ο πληθυσμός να παρακμάσει από έλλειψη τροφής.

Κατακόρυφη διάδοση στο έδαφος

Τα διάφορα είδη νηματωδών συνήθως συγκεντρώνονται σε ένα ιδιαίτερο βάθος ανάλογα του εδαφικού τύπου, του ξενιστή, της εποχής κ.α. Εκείνο που μπορεί να διαταράξει τη διάδοση είναι η κατεργασία του εδάφους. Παρ' όλ' αυτά όμως οι νηματώδεις μπορεί να επανέλθουν και πάλι στην αρχική τους περιοχή μετά την συγκέντρωσή τους σε διαφορετικό βάθος.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη κατακόρυφη διάδοση των νηματωδών στο έδαφος είναι το βάθος των ριζών από τις οποίες τρέφονται, η βροχόπτωση, η εδαφική υγρασία, ο εδαφικός τύπος, το βάθος του υπεδάφους και η θερμοκρασία.

Διαφορές στην κάθετη διάδοση παρατηρούνται τόσο μεταξύ των γενών όσο και μεταξύ των διαφόρων ειδών: π.χ. το ελάχιστο βάθος για τον χρυσονηματώδη της πατάτας (*Globodera rostochiensis*) είναι 5.1 εκατ. του *Xiphinema diversicaudum* 7,6 - 22,9 εκατ., του *Pratylenchus penetrans* 16-24 εκατ., του *Tylenchulus semipenetrans* 2,44 μέτρα. Πληθυσμοί των *Meloidogyne* spp. έχουν βρεθεί σε βάθη μέχρι 85 εκατ. Στην Β. Καρολίνα είδη αυτού του γένους βρίσκονται κυρίως σε βάθος άνω των 30 εκατ. Σε μερικές όμως περιοχές μπορούν να βρεθούν σε βάθος 150-400 εκατ. Το *Trichodorus pachydermus* βρίσκεται σε βάθη 100 εκατ. ενώ το *Xiphinema index* παράσιτο βαθύρριζων φυτών συχνά παρασιτεί σε βάθη 1,5-2,40 μ. σε ριζικά υπολείμματα αμπελιού για 4,5 χρόνια. Οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί του *Radopholus similis* βρίσκονται σε βάθος 0,31-1,53 μ. μερικοί όμως όπως αναφέραμε συναντώνται σε 3.05-3.66 μ. ή και περισσότερο.

Η κάθετη διάδοση των φυτοπαράσιτων νηματωδών θεωρητικά σχετίζεται με τη παρουσία οξυγόνου, θερμοκρασία, υγρασία, εδαφικό τύπο και κυρίως με τις κατακόρυφες κλίσεις των ριζών που τους διατρέφουν, παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη μετανάστευση των νηματωδών παρασύροντας τους προς ένα καθοδικό ρεύμα και συγκεντρώνοντας τους σε μια ιδιαίτερη ζώνη.

Πάντως η μελέτη της διάδοσης των νηματωδών στο έδαφος είναι δύσκολη λόγω της πολυπλοκότητας πολλών σχετικών παραγόντων.

2.4 Γεωγραφική διάδοση

Η παρουσία ενός είδους σε μια ιδιαίτερη περιοχή εξαρτάται από τη παρουσία και διάδοση των ξενιστών του. Μικροκλίματα παρουσιάζονται σε μικρές αποστάσεις ανάλογα του υψομέτρου από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι φυτοπαράσιτοι νηματώδεις και τα φυτά - ξενιστές τους, συνδέονται τόσο στενά ώστε συχνά να συμπίπτει η γεωγραφική διάδοση. Π.χ. το *Tylenchulus semipenetrans* συνδέεται στενά σ' όλο τον κόσμο με τις περιοχές καλλιέργειας εσπεριδοειδών. Επίσης η διάδοση δια μέσου περιοχών με ίδιο κλίμα σχετίζεται με τη διάδοση της καλλιέργειας.

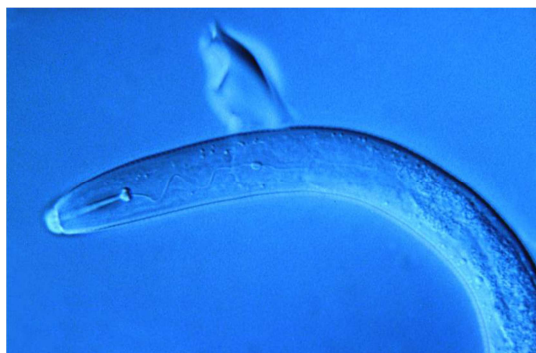
Τα *H. schachtii* και *G. rostochiensis* εμφανίζονται κυρίως στις περιοχές όπου καλλιεργούνται τα ζαχαρότευτλα και η πατάτα αντίστοιχα. Ο εδαφικός τύπος μπορεί επίσης να επιδράσει στη διάδοση τοπικά ή σε περιοχές μερικών νηματωδών που χαρακτηρίζονται ως τύποι ελαφριάς ή βαριάς εδαφικής σύστασης. Επίσης η σύνδεση ενός νηματώδη με ένα δεδομένο τύπο εδάφους μπορεί να σχετίζεται με την εδαφική υγρασία. Το *D. dipsaci* είναι επικρατέστερο σε αργιλώδη εδάφη επειδή η επιφάνεια τους ξηραίνεται βραδύτερα από ότι στα ελαφρά εδάφη. Πολλά γένη και είδη νηματωδών έχουν μεγάλη διάδοση και θεωρούνται κοσμοπολίτικα όπως ο νηματώδης των βολβών και στελεχών (*Ditylenchus* spp.), οι λογχοφόροι νηματώδεις (*Xiphinema* spp.) τα είδη *Pratylenchus* spp. (των νεκρώσεων), οι σπειροειδείς νηματώδεις *Helicotylenchus* spp. κ.α.

Άλλα είδη έχουν μικρότερη διάδοση λόγω των μεγαλύτερων οικολογικών απαιτήσεων, σε θερμοκρασία, υγρασία και εδαφικό τύπο είτε από τις περιορισμένες προτιμήσεις σε φυτά-ξενιστές.

Η ανά τον κόσμο χαρτογράφηση των νηματωδών έχει μικρή οικολογική αξία τόσο στις τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές όσο και στα θερμότερα εύκρατα κλίματα καθότι μερικά είδη ευδοκιμούν σε περισσότερες της μιας ζώνης και μερικά γένη όπως τα παραπάνω αντιπροσωπεύονται από είδη σε όλες τις κλιματολογικές ζώνες. Εξ άλλου σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη τροπικές χώρες, μπορούν να βρεθούν νηματώδεις που φυσιολογικά είναι περιορισμένοι σε

ψυχρότερα πλάτη π.χ το *Ditylenchus dipsaci*, που παρουσιάζει πολλές βιολογικές φυλές, βρίσκεται σε δροσερές περιοχές της Β. Ευρώπης, στα πολύ θερμότερα αρδευόμενα εδάφη των δυτικών Η.Π.Α. και στις ψυχρές ψηλές κοιλάδες των βραχωδών ορέων. Εν τούτοις αναπαράγεται ταχύτερα και γίνεται πιο ζημιογόνος σε δροσερά υγρά κλίματα. Το *Meloidogyne hapla* (νηματώδης των βορείων περιοχών) είναι ευρέως διαδεδομένος σε ψυχρότερα γεωγραφικά πλάτη. Ακόμη ο *Globodera rostochiensis*, όπως άλλα είδη *Heterodera*, που υπερισχύουν σε εύκρατες περιοχές εγκαθίστανται επίσης με επιτυχία σε περιοχές καλλιέργειας γεωμήλων στη Β. Αφρική, Νότια Αμερική και στις δροσερότερες περιοχές των Ινδιών.

Η δράση ενός είδους σε μια ιδιαίτερη περιοχή δεν είναι πάντα αιτία προγενέστερης εισαγωγής από μια άλλη περιοχή. Μερικά είδη θεωρούνται ως αυτόχθονα. Τα είδη αυτά βρίσκονται σε αυτόχθονα φυτά σε αγρούς δίχως γεωργική προϊστορία. Π.χ. το *T. semipenetrans* θεωρείται ως αυτόχθονο στη Φλόριδα των Η.Π.Α. επειδή βρέθηκε σε ρίζες αναρριχόμενης αγριοκάνναβης σε αγρό, που δεν είχε γεωργική ιστορία.



Εικόνα 4 - *Globodera rostochiensis*

2.5 Γενετική – Αναπαραγωγή

Οι περισσότεροι νηματώδεις είναι ζώα γονοχωριστικά. Τα αρσενικά διακρίνονται από τα θηλυκά, από τα όργανα οχείας και από τη παρουσία ή απουσία ευδιάκριτων πρωτευόντων ή δευτερευόντων χαρακτηριστικών, όπως το μικρότερο μέγεθος των αρσενικών, η κυρτότητα του οπίσθιου άκρου, της ουράς τους, Οι άκανθοι σύζευξης, τα ουραία πτερύγια και άλλα δευτερεύοντα όργανα οχείας. Στα είδη όπου τα αρσενικά και θηλυκά εμφανίζονται με την ίδια περίπου συχνότητα, η αναπαραγωγή συνήθως γίνεται αμφιμικτικά (διασταύρωση φύλων). Σε μερικά είδη τα θηλυκά υπερέχουν των αρσενικών ή τα αρσενικά είναι σπάνια ή απουσιάζουν. Σ'

αυτά τα είδη η αναπαραγωγή γίνεται παρθενογενετικά. Μερικά είδη είναι ερμαφρόδιτα (ωάρια και σπερματοζωάρια παράγονται από το θηλυκό) και αναπαράγονται με αυτογονιμοποίηση. Πλείστα ερμαφρόδιτα είδη εκτός από τον ερμαφροδιτισμό, έχουν έναν ευμετάβολο αριθμό αρσενικών (με ατελή ή με ανισόρροπο ερμαφροδιτισμό) τα οποία μπορεί να λειτουργούν ή όχι αναπαραγωγικά. Όταν τα αρσενικά είναι ενεργητικά, η αναπαραγωγή γίνεται μερικώς αμφιμικτικά και μερικώς με αυτογονιμοποίηση (Triantaphyllou, 1971).

Οι γεννητικοί βραχίονες (γεννητικοί αδένες) σε πολλούς ερμαφρόδιτους νηματώδεις, (thabditids, diplogasterids, aphelenchs και σε criconematids), αρχικά παράγουν σπερματοζωάρια και λειτουργούν σαν όρχεις (protandric) και μετέπειτα οι ίδιοι γεννητικοί βραχίονες λειτουργούν ως ωοθήκες με παραγωγή ωοκυτών που γονιμοποιούνται από σπέρμα που παράχθηκε προηγούμενα (αυτογονιμοποίηση). Συνήθως η ωρίμανση των ωοκυτών και σπερματοζωαρίων, στα ερμαφρόδιτα γίνεται με κανονική μείωση όπως στα γονοχωριστικά αμφιμικτικά είδη (Triantaphyllou, 1971).

2.6 Νηματώδεις με φυτοπαρασιτική και μη δράση

Σε καλλιεργούμενα εδάφη με μεγάλη γονιμότητα και πυκνή κάλυψη από φυτά, προσφέρεται γόνιμο έδαφος για να συνυπάρξουν πολλά είδη νηματωδών και είναι εύκολο να βρεθούν πληθυσμοί πολλών δισεκατομμυρίων σε ένα εκτάριο.

Σε τέτοια καλλιεργούμενα εδάφη είναι πολύ συνηθισμένο να βρεθούν 10 έως 30 είδη από τα οποία άλλοι είναι ενδοπαρασιτικοί μεταναστευτικά και μη και άλλοι εκτοπαρασιτικοί ή σαπροφάγοι. Σε ένα χιλιοστόγραμμα καλλιεργούμενου εδάφους μπορεί να βρεθούν 10-50 μικροί πολυκύτταροι οργανισμοί (Μετάζωα).

Δειγματοληψίες σε ορεινές περιοχές της Κίνας δείχνουν ότι οι νηματώδεις κυριαρχούν στη σύνθεση της εδαφικής πανίδας. Σε 18511 δείγματα βρέθηκαν 18 γένη και 10 οικογένειες που ανήκουν σε 6 διαφορετικές τάξεις. Η πυκνότητα του πληθυσμού ελαττώνεται με την αύξηση του βάθους των δειγματοληψιών (Wang and Zhang, 1992). Οι νηματώδεις αποτελούν την πιο πολυπληθή και διαδεδομένη ομάδα, που περιλαμβάνει το 80-90% από όλους τους πολυκύτταρους οργανισμούς. Αποδείχτηκε ότι τα 30-50% από τους νηματώδεις στο έδαφος είναι γνωστοί ή ύποπτοι για τη φυτοπαρασιτική τους δράση. Οι υπόλοιποι είναι σαπροφάγοι, μικροβιοφάγοι ή αρπακτικοί με μεγάλες διαφορές στη διατροφή τους.

Διάφορα βιολογικά στάδια από νηματώδεις, παράσιτα των ζώων ή του ανθρώπου, μπορούν να βρεθούν στο έδαφος αλλά με ακανόνιστη κατανομή και σε μικρούς πληθυσμούς (Bunt, 1975). Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί, ότι όλοι οι νηματώδεις, που βρίσκονται στο έδαφος δεν είναι ζημιογόνοι. Αντίθετα πολλοί από αυτούς είναι ωφέλιμοι διότι τρέφονται από φυτοπαρασιτικούς νηματώδεις, ακάρεα και έντομα ή αποσυνθέτουν κατεστραμμένες ρίζες αυξάνοντας τη γονιμότητα του εδάφους. Επίσης, άλλοι τρέφονται με βακτήρια ή μύκητες, που προκαλούν διάφορες ασθένειες στα φυτά.

Διασπορά των Νηματωδών

Οι νηματώδεις συνήθως μόνοι τους δεν μπορούν να κινηθούν περισσότερο από λίγα εκατοστά του μέτρου, και αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσα σε ελάχιστη ποσότητα νερού. Η διάδοση τους από μια περιοχή σε άλλη γίνεται:

- ✓ Με την μεταφορά χώματος, φυτών και φυτικών προϊόντων. Κάθε μέσο μεταφοράς (αεροπλάνα, πλοία, τραίνα, αυτοκίνητα) μπορούν να βοηθήσουν την εξάπλωσή τους. Επίσης 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, με τις πλημμύρες.
- ✓ Με τις ανεμοθύελλες, που μπορούν να διασπείρουν τόσο τα αυγά όσο και τις κύστεις των νηματωδών.
- ✓ Με τα έντομα.

2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Οι νηματώδεις είναι ζώα σκωληκόμορφα με σημαντικές μορφολογικές και ανατομικές διαφορές, που τους καθιστά ικανούς να επιβιώνουν σε διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος. Υπάρχουν εντούτοις βασικά οργανικά συστήματα κοινά σε όλους

τους νηματώδεις όπως πεπτικό, νευρικό, απεκκριτικό, μυϊκό και αναπαραγωγικό, ενώ λείπει το αναπνευστικό και κυκλοφοριακό.

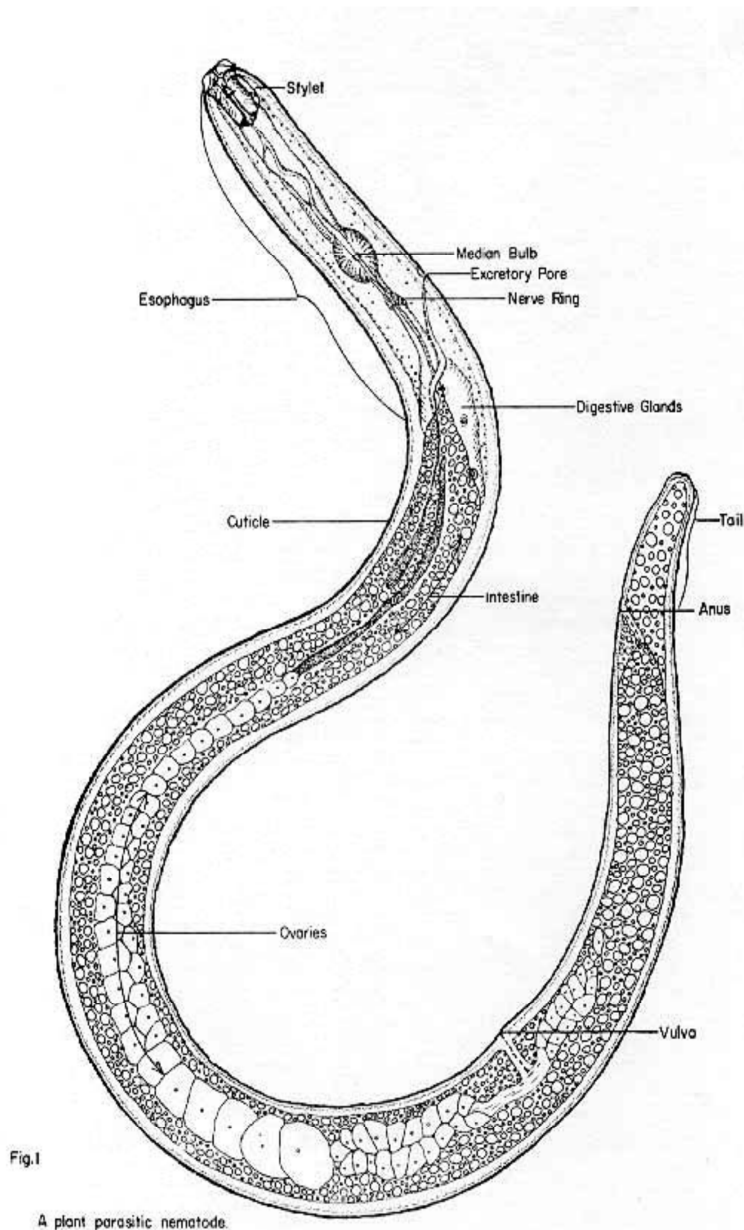
Το σώμα τους είναι επιμηκυμένο κυλινδρικό, κυκλικό σε εγκάρσια διατομή, με αμφίπλευρη συμμετρία αν και συμμετρικά και ασύμμετρα χαρακτηριστικά μπορεί να υπάρχουν σε ορισμένα όργανα ή σε ορισμένες περιοχές του σώματός τους. Ακτινοειδώς συμμετρικά χαρακτηριστικά (τριακτινωτά, τετρακτινωτά και εξακτινωτά) εντοπίζονται στο εμπρόσθιο τμήμα ενώ το έντερο, το απεκκριτικό και αναπαραγωγικό σύστημα δείχνουν τάσεις προς ασυμμετρία. Το σώμα εμφανίζεται ενιαίο δίχως εσωτερικό μεταμερισμό αν και σε μερικά σχήματα παρουσιάζονται εμφανείς αποτομές που εντοπίζονται μόνο στην επιδερμίδα (Hirschmann, 1971).

Οι νηματώδεις αναλόγως του είδους διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό σε σχήμα ή μέγεθος. Το σχήμα μπορεί να είναι επίμηκες, ατρακτοειδές ή νηματοειδές.

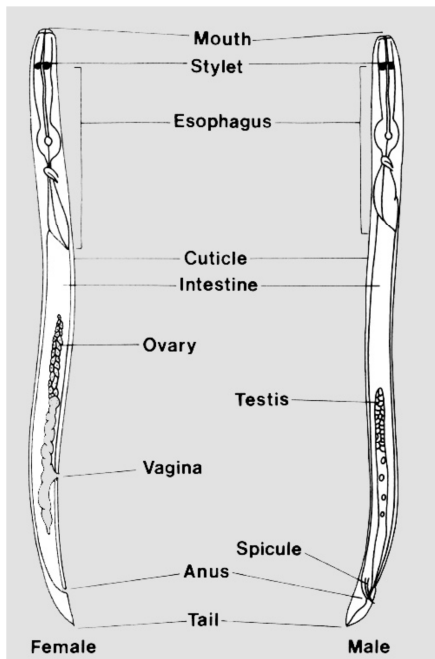
Ο ατρακτοειδής τύπος, που είναι και πιο συνηθισμένος, έχει μορφή επιμηκυμένης ατράκτου, ευρύτερος στο μέσο και κωνοειδής στα άκρα. Το εμπρόσθιο τμήμα είναι πιο αμβλύ του οπισθίου, το οποίο πολλές φορές είναι πολύ λεπτό. Ο νηματώδης μοιάζει με νήμα της ίδιας διαμέτρου σε όλο το μήκος με λεπτότερα άκρα. Μερικά γένη νηματωδών στην διάρκεια των προνυμφικών σταδίων εμφανίζουν εντυπωσιακές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στη διάπλασή τους με μία αποδιοργάνωση των σωματικών μυών, με αποτέλεσμα την απώλεια δυνάμεων για μετακίνηση. Έτσι στο γένος *Meloidogyne* το ανεπτυγμένο θηλυκό παίρνει σχήμα, απιοειδές, σφαιρικό, στα γένη *Globodera*, *Heterodera* σφαιρικό ή λεμονοειδές, στο *Naccobus* σακκοειδές, στα *Tylenchulus*, *Rotylenchulus* νεφροειδές ενώ το αρσενικό διατηρεί πάντα το αρχικό επίμηκες κυλινδρικό σκωληκόμορφο σχήμα.

Οι περισσότεροι μικροί νηματώδεις είναι διαφανείς, σε μερικά είδη η επιδερμίδα παίρνει υπόλευκες ή υποκίτρινες αποχρώσεις, ενώ άλλοι φαίνονται ελαφρά χρωματισμένοι από τις τροφές που περιέχει ο εντερικός σωλήνας. Εσωτερικά παρουσιάζουν μια ευρύχωρη σπλαχνική κοιλότητα (ψευδοκοιλώμα). Το σώμα των νηματωδών δεν έχει εξωτερικές προσαρτήσεις και δεν υποδιαιρείται σε καθορισμένα τμήματα. Υπάρχουν υπό τμήματα στα οποία δόθηκαν κοινές ονομασίες για να διευκολύνεται η περιγραφή τους. Σαν κεφαλή χαρακτηρίζεται το εμπρόσθιο ακραίο τμήμα, που περιλαμβάνει το στοματικό άνοιγμα, την στοματική κοιλότητα ή στόμα, λαιμός το τμήμα μεταξύ κεφαλής και βάσης του οισοφάγου και ουρά το πίσω τμήμα του σώματος μεταξύ της έδρας και του τελικού του άκρου.

Κοιλιακή χώρα χαρακτηρίζεται η πλευρά που φέρει τον απεκκριτικό πόρο, το γεννητικό άνοιγμα και την έδρα στα θηλυκά ή την αμάρα στα αρσενικά. Στους περισσότερους νηματώδεις ο απεκκριτικός πόρος βρίσκεται απέναντι από τη βάση του οισοφάγου, το γεννητικό άνοιγμα περίπου στο μέσον ή στο πίσω ήμισυ του σώματος και η έδρα ή το άνοιγμα της αμάρας κοντά στο πίσω άκρο. Οι περίοδοι ανάπτυξης της προνύμφης χωρίζονται συνήθως με τέσσερις αποδερματώσεις (εκδύσεις) από τις οποίες μια ή δύο μπορεί να γίνουν μέσα στο αυγό. Η προνύμφη μετά την εκκόλαψη έχει ανεπτυγμένα όλα τα όργανα εκτός του αναπαραγωγικού που εξελίσσεται κατά τα τέσσερα προνυμφικά στάδια. Μετά την 4η έκδυση η προνύμφη έχει πάρει πλέον την τελική της ανάπτυξη και μπορεί να αναπτυχθεί περαιτέρω σαν ακμαίο χωρίς άλλες εκδύσεις.



Εικόνα 5 Μορφολογία Νηματώδη



Εικόνα 6 Μορφολογία θηλυκού και αρσενικού νηματώδη

2.8 Σωματικό περίβλημα

Το σώμα των νηματωδών καλύπτεται από την επιδερμίδα, την υποδερμίδα και τους σωματικούς μύες.

Επιδερμίδα (εφουμενίδα)

Αυτό αποτελείται από υαλώδες μη κυτταρικό ελαστικό στρώμα, που καλύπτει εξ ολοκλήρου εξωτερικά το σώμα του νηματώδη και αποτελεί το προστατευτικό του κάλυμμα και κατά κάποιο τρόπο τον έξω σκελετό. Η επιδερμίδα επεκτείνεται και καλύπτει εσωτερικά το στοματικό άνοιγμα, την στοματική κοιλότητα, οισοφάγο, εκφορητικό πόρο, γεννητικό άνοιγμα, κόλπο, έδρα, αμάρα, ορθό και ορισμένα αισθητήρια όργανα. Για τον τύπο (κατασκευή-σύνθεση) της επιδερμίδας που καλύπτει τα εσωτερικά ανοίγματα και αυτής της εξωτερικής επιφάνειας του νηματώδη υπάρχει διαφορετική άποψη (Hirschmann, 1960). Αυτό στους νηματώδεις διαφέρει αρκετά ώστε να μην είναι δυνατή η γενίκευση μιας παραδοχής (Hirschmann, 1971). Αν και ιστολογικά έχουν διαπιστωθεί διάφορες στρώσεις, π.χ. στο *Ascaris labricoides* έχουν βρεθεί 9 στρώσεις (Chitwod and Chitwood, 1950; Bird and

Deutsch, 1957; Bird, 1957), τρία συνήθως είδη υλικών μπορούν να ξεχωρίσουν: cortex, matrix και fibre.

Cortex είναι το εξώτερο στρώμα που αποτελείται από μία λιποειδή μεμβράνη κερατινώδους σύστασης που παρεμποδίζει σε διάφορο βαθμό, ανάλογα του είδους, την είσοδο χρωστικών, φαρμάκων, διαλυτικών ουσιών κλπ.

Matrix είναι το μεσαίο στρώμα που αποτελείται ή περιέχει ιώδη ουσία και ονομάζεται *matricin*, πλούσια σε θείο (Chitwood, 1936).

Fibre layers είναι το εσωτέρο στρώμα που έχει 2 ή 3 ινώδη όμορα στρώματα, με πολύ συνεκτικό ιστό, που εκτείνονται προς 3 διαφορετικές κατευθύνσεις. Γενικά η επιδερμίδα έχει πολύπλοκη σύνθεση. Πιστεύεται ότι είναι κυρίως πρωτεϊνικής σύνθεσης δίχως χιτίνη και προέρχεται από πρωτοπλασματική συμπύκνωση της υποδερμίδας στα εξώτερα στρώματα. Ο δε μηχανισμός της ανανέωσης και των εκδύσεων δεν φαίνεται να έχει ερευνηθεί επαρκώς.

Υποδερμίδα

Η υποδερμίδα είναι το αμέσως κάτω από την επιδερμίδα στρώμα, αποτελούμενο από λεπτό κυτταρικό ιστό, που φαίνεται να εκκρίνει η επιδερμίδα. Αυτή εσωτερικά εμφανίζει συνήθως προς τα μέσα τέσσερις επιμήκεις παχύνσεις, οι οποίες διατρέχουν όλο το μήκος του σώματος και ονομάζονται αξονικές χορδές.

Μερικά είδη μπορεί να έχουν περισσότερες από 4 χορδές. Ο μεταξύ των χορδών υποδερμικός ιστός στερείται πυρήνων ενώ των χορδών έχει μία πολύπλοκη σύνθεση. Σε εγκάρσια τομή οι χορδές φαίνονται σαν προβολές της υποδερμίδας μέσα στο ψευδοκοίλωμα. Οι παχύνσεις αυτές βρίσκονται μεταξύ τους σε συμμετρικές αποστάσεις και διακρίνονται σε δύο πλευρικές, που είναι και οι πιο εμφανείς και ανά μία νωτιαία και κοιλιακή.

Στις πλευρικές χορδές που είναι οι ογκωδέστερες βρίσκονται οι απεκκριτικοί αγωγοί, όταν υπάρχουν, στη δε ραχιαία και κοιλιακή τα νευρικά σχοινιά. Σε πολλά *Adenophorea* υπάρχουν μονοκύτταροι υποδερμικοί αδένες, πλάγιοι ή ουραίοι, που τα ανοίγματά τους είναι πόροι επί του επιδερμιδίου. Υποδερμικοί αδένες σχετίζονται με ορισμένα αισθητήρια όργανα (αμφίδια, σμήριγγες, φασμίδια κλπ.) (Crofton, 1966; Hirschmann, 1971).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μυϊκό Σύστημα

3.1 Σωματικοί Μύες (μυϊκό στρώμα)

Κάτω από την επιδερμίδα υπάρχει το μυϊκό στρώμα. Αυτό αποτελείται επιμήκεις ίνες. Το κυτταρόπλασμα των μυϊκών κυττάρων έχει διαφοροποιηθεί σε μυϊκές ίνες, που πρόσκεινται στερεά στην υποδερμίδα σε όλο της το μήκος, ενώ το αδιαφοροποίητο μέρος προέχει μέσα στο σωματικό ψευδοκοίλωμα. Το μυϊκό στρώμα διαιρείται συνήθως σε 4 δεσμίδες, από τις 4 υποδερμικές πτυχώσεις (χορδές) που διατρέχουν όλο το μήκος του σώματος) Τα νεύρα και οι απεκκριτικοί αγωγοί στα Secernentea βρίσκονται στις ανωτέρω 4 αξονικές χορδές, οι οποίες σε μερικούς τύπους μπορεί να είναι περισσότερες, οπότε το μυϊκό στρώμα υποδιαιρείται σε περισσότερες δεσμίδες (πλαγιονωτιαίες, πλαγιοκοιλιακές). Εκτός από τους παραπάνω σωματικούς μύες υπάρχει και ένας αριθμός εξειδικευμένων μυών, προφανώς της αυτής προέλευσης που χωρίζονται σε μερικά ιδιαίτερα μέρη του σώματος, όπως οι χειλικοί, στοματικοί οισοφαγικοί, στοματοεντερικοί, απευθυσμένου και σύζευξης.

3.2 Επιδερμικές διαμορφώσεις - Υποδείγματα

Η επιδερμίδα που είναι συνήθως λεία, πολλές φορές σημειώνεται από μια σειρά εγκαρσίων δακτυλίων, που σχηματίζουν αυλακώσεις οι οποίες συνήθως διακόπτονται από πλάγιες ραβδώσεις ή επιμήκεις αυλακώσεις. Οι πλάγιες ραβδώσεις που σχηματίζονται από αναδιπλώσεις επιδερμίδας υπέρκεινται των πλαγίων χορδών διαμορφώνοντας τις πλάγιες επιδερμικές περιοχές.

Οι πλευρικοί αυτοί σχηματισμοί αποτελούν μορφολογικά χαρακτηριστικά ορισμένων ομάδων ή ειδών νηματωδών. Οι εντομές αυτές, που μπορεί να εκτείνονται από το πίσω μέρος της κεφαλής μέχρι την περιοχή της ουράς, σε μερικά είδη είναι πολύ ευδιάκριτες ενώ σε άλλα ακαθόριστες. Οι επιδερμικές ραβδώσεις, που εκτείνονται παράλληλα με τον άξονα του σώματος ονομάζονται αξονικές ραβδώσεις. Η παρουσία, ο αριθμός και η διάταξη των πλευρικών αυλακοτομών (γραμμώσεων) αποτελούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα για την ταξινόμηση π.χ. ο *Ditylenchus dipsaci* και ο *D. destructor* έχουν αντίστοιχα 4 και 6 πλάγιες γραμμές. Ο

Pratylenchus neglectus έχει στην κεντρική ζώνη των πλαγίων γραμμών, λοξές αυλακώσεις που φαίνονται σαν πλάγιες χαρακιές. Ο *Tylenchorhynchus brevidens* έχει 6 πλευρικές γραμμώσεις. Οι πλάγιες διαμορφώσεις διακρίνονται εύκολα σε ζωντανά ή καλά διατηρημένα παρασκευάσματα. Σε μερικές περιπτώσεις η επιδερμίδα σημειώνεται με στίξεις, παύλες, κύκλους ή ανάγλυφες γραμμώσεις με διάφορη διάταξη σχηματίζοντας διάφορα σχέδια χαρακτηριστικά του κάθε είδους όπως π.χ. στα γένη *Heterodera*, *Globodera*, *Meloidogyne*, σχηματίζονται χαρακτηριστικά περιεδρικά υποδείγματα που υποβοηθούν στην ταξινόμηση των ειδών. Η εμφάνιση των διαφόρων επιδερμικών μορφών οφείλεται σε διάφορες τροποποιήσεις των εξωτερικών στρωμάτων της επιδερμίδας.

Bursa - (Ουραίες πτέρυγες - βύρσα)

Σε μερικούς νηματώδεις σχηματίζονται διάφορες επιδερμικές διαστολές ή επιμηκυμένες πλάγιες παχύνσεις, που μοιάζουν με πτερύγια. Ονομάζονται αυχενικές πτέρυγες όταν βρίσκονται στην περιοχή του αυχένα και ουραίες ή βύρσα, όταν βρίσκονται στην πίσω περιοχή των αρσενικών. Οι ουραίες πτέρυγες φαίνεται ότι ενεργούν σαν όργανα περίπτυξης κατά την συνουσία γι' αυτό ονομάζονται και πτέρυγες συνουσίας ή απλά bursa (Thorne, 1961, Filipjev et al., 1959) ή βύρσα (Bonnemaison, 1964). Η βύρσα μπορεί να φέρει διάφορο αριθμό γεννητικών θηλών, που λειτουργούν σαν όργανα αφής. Το μέγεθος, η θέση της βύρσας στο ουραίο τμήμα και ο αριθμός των γεννητικών θηλών ή ακτινωτών εκφύσεων αποτελούν ενδιαφέροντα μορφολογικά χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση. Αυχενικές πτέρυγες είναι γνωστές μόνο στις ομάδες των παρασιτικών νηματωδών: *Strogylina*, *Ascaridina* και *Spirurina* (Hirschmann, 1960). Στην τάξη *Tylenchida* μεταξύ των γενών που έχουν βύρσα, είναι τα *Ditylenchus*, *Pratylenchoides*, *Hoplolaimus*, *Pratylenchus*. Στα γένη *Aphelenchoides*, *Paraphelenchus* και σε πολλά άλλα αυτή λείπει ενώ υπάρχει στο γένος *Aphelenchus*. Γενικά στη βύρσα των *Tylenchida*, ενισχυτικές θηλές ή ακτινωτές εκφύσεις συνήθως λείπουν ή υπάρχει περιορισμένο αριθμός, ενώ στα *Rhabditida* υπάρχουν πάντοτε ακτινωτές εκφύσεις 6 ζεύγη ή περισσότερα. Η εκτός λίγων εξαιρέσεων είναι άγνωστη στα *Adenophorea*.

Κεφαλή

Κεφαλή χαρακτηρίζεται το εμπρόσθιο τμήμα που περιλαμβάνει το στοματικό άνοιγμα και την στοματική κοιλότητα ή στόμα.

Χείλη

Το στοματικό άνοιγμα περιβάλλεται από 6 χείλη (χειλικοί λοβοί) που σε μερικές ομάδες (Tylenchida) υποστηρίζονται από αποσκληρωμένο κεφαλικό σκελετό. Σε μερικά είδη αυτός ο αριθμός που χαρακτηρίζει τα Secernentea μπορεί να τροποποιηθεί και να περιορισθεί με διάφορους τρόπους. Έτσι υπάρχουν ομάδες με τρία χείλη ή δίχως χείλη. Στα φυτοπαράσιτα Longidoridae (*Adenophorea*) τα 6 χείλη είναι συγχωνευμένα.

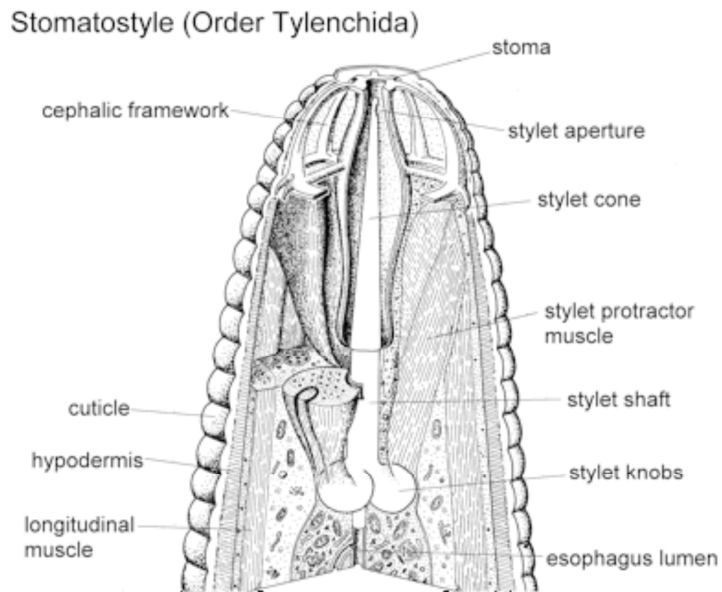
Στόμα

Μετά από το στοματικό άνοιγμα ακολουθεί η στοματική κοιλότητα, το «στόμα», το οποίο παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία σε μέγεθος και σχήμα στους διάφορους νηματώδεις. Το στόμα μπορεί να είναι πολύ μικρό και ημισφαιρικό, επίμηκες, κυλινδρικό, ή τριγωνικό, λιγότερο ή περισσότερο βυθισμένο στο μυϊκό σύστημα του οισοφάγου ή ελεύθερο. Αυτό σε μερικούς νηματώδεις, ειδικά στα *Rhabditoids*, υποδιαιρείται σε 3 τμήματα:

1. Στο εμπρόσθιο που περικλείεται από τα χείλη: χειλόστομα, με ευρεία έννοια, το στόμα.
2. Στο μεσαίο, το πιο αποσκληρωμένο και το πιο επίμηκες από όλα: πρωτόστομα.
3. Στο τελικό μικρό άνοιγμα: τελόστομα.

Τα τοιχώματα των διαφόρων τμημάτων του στόματος ονομάζονται ραβδοειδή και ορίζονται ως χειλοραβδοειδή (προ-, μέσο- και μετα-) και τελοραβδοειδή (Goodey, 1964; Thorne, 1961). Η μορφολογία της στοματικής κοιλότητας ανταποκρίνεται στον τρόπο παρασιτισμού των διαφόρων ειδών νηματωδών. Στα mononchids η ύπαρξη ισχυρά ανεπτυγμένων δοντιών συνδέεται με την αρπακτική τους δράση.

Στα *Tylenchus* και *Dorylaimus* υπάρχει κατάλληλος οπλισμός (στιλέτο δόρυ με τον οποίο διαπερνούν τα φυτικά κύτταρα και απορροφούν το παρέγχυμα. Στα *Rhabditis* η στενή μυώδης κατασκευή συνδέεται με την βακτηριακή τους διατροφή, η δε ύπαρξη πολύπλοκων αγκίστρων, μυζητήρων ή προβόλων με τον παρασιτισμό τους στα ζώα (*Cephalobidae*, *Acrobeles*).



Εικόνα 7 - Τύπος Στόματος της τάξης των Tylenchida

Στιλέτο - Δόρυ

Το στόμα μπορεί να είναι οπλισμένο με μικρούς φαρυγγικούς οδόντες (οδοντόστομα), στιλέτο ή δόρυ των οποίων το μέγεθος και το σχήμα διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων γενών και ειδών. Ο οπλισμός αυτός προέρχεται από αποσκληρύνσεις ορισμένων στοματικών περιοχών. Όλοι οι φυτοπαράσιτοι νηματώδεις έχουν ένα στιλέτο. Σε μερικά εκφυλισμένα άρρενα το στιλέτο λείπει (*Spheronema*). Τούτο μπορεί να συμβεί και σε ορισμένα στάδια άλλων ειδών π.χ. στα *Heterodera*, ενώ πάντα υπάρχει στα νεαρά άτομα (προνύμφες 2ου σταδίου). Το στιλέτο είναι τριμερές, επιδερμικής κατασκευής, αποτελούμενο από το εμπρόσθιο κωνικό τμήμα, τον μεσαίο κοντό και τις 3 βασικές διογκώσεις, μια νωτιαία και δύο υποκοιλιακές. Τα βασικά αυτά εξογκώματα συνδέονται με μύες με τους οποίους επιτυγχάνεται η παλινδρομική κίνηση του στιλέτου κατά τον παρασιτισμό, με συχνότητα 10 φορές στο δευτερόλεπτο. Στα Tylenchidae τα εξογκώματα (κόμβοι) της βάσης του στιλέτου είναι συνήθως μόνιμα, ευδιάκριτα, στα Hoplolaimidae ιδιαίτερα ανεπτυγμένα ενώ σε μερικά Aphelenchina έχουν ασθενική ανάπτυξη ή μπορεί και να λείπουν. Στα Tylenchida το στιλέτο πιστεύεται ότι προέκυψε από την τήξη των αποσκληρωμένων ραβδοειδών της κυλινδρικής στοματικής κοιλότητας, που εμφανίζεται στα rhabditis εξ ου και η ονομασία του «στοματικό στιλέτο». Αυτό αποτελεί μορφολογικό χαρακτηριστικό της κλάσης Secernentea. Το στιλέτο των

Tylenchida διατρέχεται από λεπτότατο αγωγό (< 1μm) απ' όπου οι τροφές διοχετεύονται στο έντερο δια του οισοφαγικού αγωγού.

Στα Adenophorea (Dorylaimida), το εμπρόσθιο τμήμα του στιλέτου είναι ευρύ δόντι που προέρχεται από τα μυϊκά τοιχώματα του οισοφάγου και ονομάζεται «οδοντοστιλέτο» ενώ το οπίσθιο προέρχεται από την οισοφαγική επιδερμική επένδυση και ονομάζεται προέκταση του οδοντοστιλέτου ή οδοντοφόρος (Hirschmann, 1971). Για τη φύση του δακτυλίου οδηγού που περιβάλλει το στιλέτο υπάρχουν διάφορες απόψεις (Goodey, 1961). Στο γένος *Xiphinema* των Adenophorea το δόρυ είναι αξονικό, μακρύ, βελονοειδές και κοίλο, μήκους συχνά πάνω από 150 μm, με οδοντοφόρο και 3 ευδιάκριτες διογκώσεις στη βάση που υπενθυμίζουν τα βασικά εξογκώματα των Tylenchida (Allen, 1960; Hooper and Southey, 1973).

Τα προνυμφικά στάδια, πλέον του λειτουργούντος οδοντοστιλέτου στο στόμα, έχουν και ένα επιπλέον (αντικαταστάτη), μέσα στα τοιχώματα του οισοφάγου. Στο *Xiphinema index* ο αγωγός του οδοντοστιλέτου (0,45μm διαμέτρου) έχει έκκεντρη θέση και το νωτιαίο σχισμοειδές άνοιγμα εκτείνεται σε όλο το μήκος του οδοντοστιλέτου, πράγμα που φαίνεται σε εγκάρσια τομή του στιλέτου (Hirschmann, 1971). Σε νεαρά άτομα των Dorylaimida είναι δυνατό πολλές φορές να φανεί η αιχμή του νέου δόρατος καθώς αναπτύσσεται στο κοιλιακό τμήμα του οισοφάγου, πίσω από το παλιό, που βρίσκεται σε λειτουργία. Κατά την έκδυση με την απόρριψη της παλιάς κορυφής του δόρατος η νέα προωθείται προς τα εμπρός και συνδέεται με τη βάση του δόρατος ή την προέκτασή του. Ακόμη και στα ανεπτυγμένα άτομα όπως στα *Xiphinema* ένα ελάχιστο τμήμα της αιχμής του δόρατος μπορεί να φανεί στη θέση όπου γίνονται αντικαταστάσεις στα νεαρά άτομα (νυφικά στάδια) (Jones, 1965).

Στα *Trichodorus* των Dorylaimida, το οδοντοστιλέτο χαρακτηρίζεται σαν στοματικό δόντι και είναι λεπτής κατασκευής με νωτιαία κύρτωση αποτελούμενο από ένα εξωτερικό στιλέτο και ένα λεπτό εσωτερικό που παρεμβάλλεται μέσα στο εξωτερικό. Το 1/3 του εμπρόσθιου εξωτερικού στιλέτου είναι συμπαγές και κείται μέσα στον στοματικό αγωγό. Γενικά η όλη διάταξη των στιλέτων είναι τέτοια ώστε οι τροφές δια του στοματικού αγωγού να οδεύουν στην φαρυγγοοισοφαγική σύνδεση και μέσω αυτής στον οισοφάγο και τελικά στο έντερο δια μέσου της καρδιάς. Τάσεις συγγένειας πιθανολογούνται μεταξύ του στιλέτου των Tylenchida και των ραβδοειδών των Rhabditida (Jones, 1965, Thorne, 1961).

Από τα ανωτέρω μπορούμε να καταλάβουμε το στόμα με τις διάφορες παραλλαγές στη μορφολογία του αποτελεί πολύτιμο στοιχείο για την ταξινόμηση των

νηματωδών όταν συνδυάζεται με τον στοματικό οπλισμό καθώς και με άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Όταν υπάρχει στοματοστιλέτο ή οδοντοστιλέτο, το μήκος, το εύρος, το σχήμα και τα επιμέρους τμήματά του αποτελούν ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά.

3.3 Πεπτικό σύστημα

Το πεπτικό σύστημα είναι πλήρες και περιλαμβάνει το στοματικό άνοιγμα, α χείλη , τη στοματική κοιλότητα (συνήθως οπλισμένη με στιλέτο ή δόντι), το μυώδη οισοφάγο, την καρδία, τον εντερικό σωλήνα και το βραχύ ορθό που διανοίγεται στην κοιλιακή επιφάνεια, στα θηλυκά στην έδρα και στα αρσενικά στην αμάρα. Το πεπτικό σύστημα μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ένας εσωτερικός σωλήνας που αρχίζει από το άνοιγμα του στόματος και καταλήγει στην έδρα,

Οισοφάγος

Ο οισοφάγος που ακολουθεί την στοματική κοιλότητα είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά όργανα των νηματωδών, με μεγάλη σημασία για την ταξινόμηση. Το σχήμα του και γενικότερα η διάπλασή του παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις διάφορες ομάδες των νηματωδών. Γενικά ο οισοφάγος είναι μία κατασκευή σωληνοειδούς μορφής, που εσωτερικά καλύπτεται από λεπτή επιδερμίδα και εξωτερικά περιβάλλεται από μία μεμβράνη. Το κεντρικό κοίλωμα του οισοφαγικού αγωγού σε εγκάρσια τομή υποδιαιρείται σε 3 συμμετρικώς διατεταγμένα τμήματα (3σκελής - 3ακτινωτός) που διακρίνονται σε ένα νωτιαίο και δύο πλαγιοκοιλιακά. Ο οισοφάγος έχει ένα ή περισσότερα μυώδη εξογκώματα «βολβούς» μετά ή άνευ μυζητικής βαλβίδας (γνήσιος-ψευδοβολβός). Ο οπλισμένος με βαλβίδα βολβός αποτελεί την οισοφαγική κατασκευή με την οποία επιτυγχάνεται η απομύζηση ή απορρόφηση των τροφών.

Ο οισοφάγος είναι εφοδιασμένος με ένα συμπαθητικό νευρικό σύστημα που είναι υπεύθυνο για την συγχρονισμένη ρύθμιση των μυϊκών οισοφαγικών ινών και της δραστηριότητας των οισοφαγικών αδένων (Chitwood 1950; Hirschmann, 1971). Εφόσον ο βολβός βρίσκεται στο μέσο του οισοφάγου ονομάζεται «μεσαίος», ενώ όταν βρίσκεται στο τέλος αυτού, οπίσθιος, καρδίας, βασικός ή τελικός. Ο πιο αρχέγονος οισοφάγος κυλινδρικού τύπου, μυώδης απαντάται στους θαλάσσιους

νηματώδεις της οικογένειας Enoplidae (*Enoplus*). Ο οισοφάγος των άλλων ομάδων αποτελεί μία μεγάλη παραλλαγή του βασικού αυτού τύπου ως προς την γενική διάπλαση, την παρουσία βολβών, το μυώδες, την θέση και τον τύπο των βαλβίδων, τον αριθμό των οισοφαγικών αδένων και την θέση των ανοιγμάτων των αγωγών τους. Ο διαχωρισμός των τμημάτων του οισοφάγου μπορεί να γίνει ως ακολούθως.

A. Το σώμα «corpus»: Αυτό περιλαμβάνει το κυλινδρικό εμπρόσθιο τμήμα πρόσωμα «procorpus» και το διογκωμένο τμήμα που ακολουθεί, το μετασώμα «metacorpus» (μεσαίος βολβός = median bulb).

B. Ο ισθμός «isthmus»: Το πολύ βραχύ και στενό κυλινδρικό τμήμα που συνδέει το μετασώμα «metacorpus» με τον οπίσθιο ή τελικό βολβό.

Συνήθως υπάρχουν 3 οισοφαγικοί αδένες, που βρίσκονται δια μέσου των τοιχωμάτων του οισοφάγου, ένας νωτιαίος και δύο πλαγιοκοιλιακοί, μπορεί όμως να είναι 5 ή και περισσότεροι. Τα εκκρίματα των αδένων χρησιμεύουν στην πέψη των τροφών. Στους φυτοπαράσιτους νηματώδεις οι οισοφαγικοί αδένες συνήθως είναι ξεχωριστά αδενώδη κύτταρα που κείνται κοιλιακά μέσα στο ψευδοκοίλωμα και φέρουν πολλάκις ευδιάκριτο πυρήνα. Ο κύριος αγωγός από κάθε αδένα ανοίγει συχνά με μία διαστολή στο κανάλι του οισοφάγου. Το άνοιγμα από τον νωτιαίο αδένα συνήθως βρίσκεται κοντά στην αρχή του οισοφάγου ή μέσα στο στόμα, ενώ οι πλαγιοκοιλιακοί εκβάλλουν στο πίσω τμήμα του οισοφάγου και σπάνια στην αρχή του. Το ακραίο τμήμα από κάθε αδένα, και μόνο αυτό, επικαλύπτεται εσωτερικά από την επιδερμίδα και μπορεί να παρουσιάσει μία μεμβρανώδη διαστολή σχηματίζοντας μία κύστη (*Longidorus* spp.). Στα *Enoplus* οι αγωγοί και των τριών αδένων ανοίγουν εμπρόσθια, οι πλαγιοκοιλιακοί δια μέσου των οδόντων. Στα *Rhabditida* και *Tylenchoidea* ο νωτιαίος αδένας συνήθως εκβάλλει εμπρόσθια, ακριβώς πίσω από την στοματική κοιλότητα, ενώ οι πλαγιοκοιλιακοί στο οπίσθιο τμήμα του μεσαίου βολβού. Στα *Arhelenchoidea* και οι τρεις αδένες εκβάλλουν στον μεσαίο βολβό. Οι δύο πλαγιοκοιλιακοί στο οπίσθιο τμήμα ενώ ο νωτιαίος στο εμπρόσθιο. Το σημείο όπου εκβάλλουν οι οισοφαγικοί αδένες αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό για την ταξινόμηση των *Tylenchida* και *Arhelechida*. Στους φυτοπαράσιτους *Xiphinema* spp., *Longidorus* spp. *Trichodorus* της υπεριοικογένειας *Dorylaimoidea*, ο οισοφάγος αποτελείται από δύο μέρη: Το εμπρόσθιο λεπτό ουχί μυώδες τμήμα και το επιμηκυμένο διογκωμένο μυώδες και αδενώδες οπίσθιο. Στην ομάδα αυτή υπάρχει ένας νωτιαίος αδένας και δύο ζεύγη πλαγιοκοιλιακών που ανοίγουν στο οπίσθιο

μέρος του οισοφάγου, πίσω από τον νευρικό δακτύλιο. Εξαίρεση αποτελεί το *Xiphinema index* (φορέας του μολυσματικού εκφυλισμού της αμπέλου), το οποίο έχει μόνο 3 οισοφαγικούς αδένες. ένα νωτιαίο και δύο πλαγιοκοιλιακούς (Roggen et al., 1967). Στα Tylenchoidea το αδενώδες πίσω μέρος του οισοφάγου μπορεί να πάρει το σχήμα των αδένων που περικλείει και να σχηματίσει έναν ευδιάκριτο βασικό βολβό. Σε μερικά είδη Tylenchidae, οι αδένες εκτείνονται πέρα από τα τοιχώματα του οισοφάγου, στο ψευδοκοιλίωμα σχηματίζοντας έναν λοβό που επικαλύπτει (overlap) το εμπρόσθιο τμήμα του εντέρου, σε διάφορο βαθμό (π.χ. στα *Pratylenchus*, *Rotylenchus* κλπ.). Παρόμοιες επικαλύψεις παρατηρούνται και στα Aphelenchidae και Aphelenchoididae. Στη βάση ο οισοφάγος καταλήγει σε ένα στόμιο, που σχηματίζει την οισοφαγο-εντερική βαλβίδα, η οποία συχνά παρουσιάζει μία μικρή προέκταση στον εντερικό σωλήνα και παρεμποδίζει την επαναφορά των τροφών μέσα στον οισοφάγο. Στα φυτοπαράσιτα γένη των Adenophorea, *Xiphinema*, *Longidorus* υπάρχει μία καλά ανεπτυγμένη οισοφαγο-εντερική κωνική βαλβίδα (Hooper and Southey, 1973). Στα Tylenchidae όπου ο οισοφάγος επικαλύπτει το έντερο η βαλβίδα είναι αρκετά δυσδιάκριτη.

Οι οισοφάγοι κατατάσσονται σε 3 γενικούς κύριους τύπους που χαρακτηρίζουν ορισμένες ομάδες νηματωδών: Τον καθ' ολοκληρία κυλινδρικό (*Mononchus*), τον διμερή κυλινδρικό (δορυλαιμοειδή) και τον τριμερή κυλινδρικό (τυλεγχοειδή, αφελεγχοειδή, ραβδιτοειδή και διπλογαστεροειδή) (Hirschmann, 1971).

Μια αναλυτικότερη περιγραφή των οισοφάγων δίδεται παρακάτω :

1. **Κυλινδρικός:** Μονομερής σε όλο του το μήκος έχει την ίδια φαρδιά διάμετρο (*Mononchus*).
2. **Δορυλομοειδής:** Διμερής κυλινδρικός λεπτός μπροστά και σταδιακά ευρύτερος πίσω σαν φιάλη (*Dorylaimus*).
3. **Βολβώδης:** Κυλινδρικός με την ίδια διάμετρο σε όλο το μήκος αλλά με βασικό βολβό (*Ethmolaimus*, *Plectus*).
4. **Ραβδιτοειδής:** Τριμερής με ευρύ εμπρόσθιο τμήμα (procorpus) που καταλήγει σε μεσαίο δίχως βαλβίδα βολβό (ψευδοβολβό). Ακολουθεί το μικρότερης διαμέτρου κοντότερο ή μακρύτερο τμήμα του ισθμού που συνδέει το metacorpus με τον τελικό βολβό που έχει βαλβίδα (*Rhabditis*).

5. **Διπλογαστεροειδής:** Τριμερής με εμπρόσθιο τμήμα μυώδες που καταλήγει σε ένα βολβό με βαλβίδα, τον οποίο διαδέχεται ένα οπίσθιο τμήμα που σχηματίζει ένα βολβό δίχως βαλβίδα (*Diplogaster*).
6. **Τυλεγχοειδής:** Τριμερής με πολύ στενό οισοφαγικό σωλήνα, ο οποίος προσφύεται στη βάση του στιλέτου και περιβάλλεται από ένα ευρύτερο σωλήνα με λεπτά τοιχώματα. Στα περισσότερα γένη υπάρχει ο μυώδης μεσαίος βολβός με ωειδή βαλβίδα (*Tylenchoid*). Ο βολβός αυτός σε ορισμένα γένη μπορεί να είναι πολύ περιορισμένος ή να λείπει (*Neotylenchidae-Neotylenchus*). Το βασικό αδενώδες τμήμα του οισοφάγου με μορφή βολβού ή λοβού μπορεί να επικαλύπτει ή όχι το έντερο.
7. **Αφελεγχοειδής:** Τριμερής, μοιάζει με τον Τυλεγχοειδή με την διαφορά ότι ο νωτιαίος οισοφαγικός αδένας εκβάλλει σε ευρύ μεσαίο βολβό, ενώ στον Τυλεγχοειδή τύπο κοντά στη βάση του στιλέτου.

Ψευδοκοίλωμα

Κάτω από την επιδερμίδα και το μυϊκό στρώμα υπάρχει το ψευδοκοίλωμα, το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ του μυϊκού στρώματος και των εσωτερικών οργάνων. Είναι πλήρες υγρού χωρίς ελεύθερα κύτταρα και προφανώς λειτουργεί σαν αναπνευστικό και κυκλοφοριακό σύστημα.

Εντερικός σωλήνας

Το έντερο, το οποίο ακολουθεί τον οισοφάγο είναι ένας απλός, μακρύς σωλήνας, ευθύς, δίχως μύες που αποτελείται από ένα στρώμα επιθυλιακών κυττάρων. Δεν περιβάλλεται από την επιδερμίδα όπως ο οισοφάγος και μπορεί να διαιρεθεί σε τρία διαφορετικά μέρη: Το πρόσθιο αδενώδες, το μεσαίο και το οπίσθιο, προ του ορθού τμήμα. Το ακραίο τμήμα του εντέρου καλύπτεται από μυώδες μη κυτταρώδες δίκτυο δικειν σφυγκτήρος που ρυθμίζει την απόρριψη των τροφών μέσω του ορθού. Το ορθόν είναι ένας πεπλατυσμένος σωλήνας κατά το μάλλον και ήττον νοτιοκοιλιακός, που καλύπτεται εσωτερικά από επιδερμίδιο. Το ορθόν συνδέεται με το κυρίως έντερο με σφιγκτήρα και ανοίγει εκτός του σώματος δια της έδρας. Οι αδένες του ορθού γενικά 3 ανοίγουν μέσα στο ορθό ένας νωτιαίος και δύο υποκοιλιακοί. Στο αρσενικό ο αγωγός του σπέρματος εκβάλλει κατευθείαν στο ορθόν το οποίο μετατρέπεται σ' ένα κοινό υποδοχέα, την αμάρα (**cloaca**) που είναι η

κατάληξη του πεπτικού και αναπαραγωγικού συστήματος. Και στα δύο φύλα το ορθόν διανοίγεται οπίσθια στην κοιλιακή επιφάνεια του σώματος του νηματώδη. Το αναπαραγωγικό σύστημα του θηλυκού δεν συνδέεται με το ορθόν, πλην ελάχιστων περιπτώσεων.

3.4 Νευρικό σύστημα

Υπάρχουν δύο κύρια κέντρα συγκέντρωσης του νευρικού συστήματος. Το ένα βρίσκεται στην περιοχή του οισοφάγου και το άλλο στην περιοχή του απευθυσμένου, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με νευρικά σχοινιά. Ένα μέρος του νευρικού συστήματος που αναγνωρίζεται με μεγαλύτερη ευκολία, είναι ο νευρικός δακτύλιος, ο οποίος περιβάλλει τον οισοφάγο στην περιοχή του ισθμού (Tylenchida) ή ολίγο προ του βασικού βολβού (Dorylaimida). Αντίθετα τα νεύρα και οι διακλαδώσεις τους δεν είναι δυνατό να φανούν χωρίς ειδικές μεθόδους. Το κύριο τμήμα του νευρικού συστήματος αποτελείται από το νευρικό δακτύλιο (περι-οισοφαγικός γαγγλιακός κλοιός) με τον οποίο συνδέεται ένας αριθμός από γάγγλια και νεύρα. Υπάρχουν 6 νευρικά σχοινιά τα οποία εκτείνονται εμπρόσθια του νευρικού δακτυλίου και απολήγουν στα αισθητήρια όργανα του πρόσθιου άκρου (θηλές, σμήριγγες, αμφίδια). Τα 6 νεύρα διακρίνονται σε 2 πλάγια, 2 νοτιοπλάγια και 2 πλαγιοκοιλιακά. Καθένα από τα 2 πλάγια νεύρα διακλαδίζεται σε δύο που απολήγουν στις πλάγιες εσωτερικές και εξωτερικές θηλές. Καθένα από τα 2 νοτιοπλάγια 2 πλαγιοκοιλιακά διακλαδίζονται σε 3 νεύρα που απολήγουν στην εσωτερική και εξωτερική θηλή καθώς και στην κεφαλική θηλή ή σμήριγγα. Τα αμφίδια συνδέονται με τα αμφιδιακά νεύρα τα οποία εκκινούν από τα πλάγια γάγγλια του νευρικού δακτυλίου. Πίσω από τον νευρικό δακτύλιο δια μέσου των χορδών του υποδερμίου εκτείνονται ένα μεσαίο, ένα κοιλιακό, τέσσερα υπομεσαία και 1, 2 ή 3 ζεύγη πλαγίων νεύρων. Τα νεύρα αυτά διακλαδωμένα καταλήγουν στα φασμίδια, στα όργανα αναπαραγωγής των αρρένων και στις γεννητικές θηλές. (Chiwood and Wehr 1933, Chiwood and Chiwood 1950, Filipjev and Stekhoven, 1959, Crofton, 1966).

Αισθητήρια Όργανα

Φασμίδια (Phasmids)

Στην πίσω περιοχή των περισσότερων νηματωδών της κλάσης **Secernentea** πλευρικά υπάρχει ένα ζεύγος επιδερμικών θυλάκων που μοιάζουν με τα αμφίδια και ονομάζονται φασμίδια. Τα φασμίδια είναι αισθητήρια όργανα αφής. Καθένα τους αποτελείται από ένα βραχύ αγωγό, που ανοίγει στην επιφάνεια της επιδερμίδας, σαν απλή επιφανειακή θηλή, πόρος ή θύλακας και εσωτερικά συνδέεται με το πλάγιο ουραίο νεύρο. Ένας μη κυτταρικός αδένας μπορεί να συνδέεται με τον αγωγό ή θύλακα (Hirschmann, 1971). Σε μερικές περιπτώσεις ο αδένας και ο αγωγός εκφυλίζονται αφήνοντας μόνο την επιφανειακή θηλή σαν μάρτυρα της προηγούμενης ύπαρξής του. Τα φασμίδια συνήθως βρίσκονται στην ουρά. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να βρεθούν προ της ουράς (*Rotylenchus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*). Στην τάξη **Tylenchida** τα φασμίδια υπάρχουν αλλά δεν είναι πάντα ευδιάκριτα, όπως ορισμένων **Tylenchidea** (*Ditylenchus*, *Anguina*, *Tylenchus* και μερικών άλλων) που είτε λείπουν είτε βρίσκονται στα όρια δυνατότητας εντοπισμού τους. Εμφανή είναι στα *Hoplolaiminae*, *Pratylenchinae*, σε ορισμένα *Telotylenchinae*, *Belonalaiminae*, *Dolichodoridae*. Επίσης βρίσκονται στα *Aphelenchidae*, *Rhabditidae*, *Diplogaster*, στα περισσότερα *Cephalobidae* και σε *Hoplolaimidae*. Φασμίδια δεν υπάρχουν στα **Chiconematoidea**, σε ένα γένος των **Hoplolaimidae** (*Aphasmatilenchus*) και σε θηλυκά και αρσενικά μερικών **Heterodera** (Luc. et al., 1987; Thorne, 1961). Στα **Dorylaimoidea** ελλείπουν αν και σε μερικά είδη περιγράφεται ένας εκφορητικός πόρος. Τα φασμίδια αποτελούν ένα ειδικό γενετικού διαγνωστικό χαρακτηριστικό ορισμένων ομάδων νηματωδών, στην παρουσία ή απουσία των οποίων βασίστηκε ο διαχωρισμός τους (σε **Phasmidia** και **Aphasmidia**) (Chitwood, 1933). Η υποδιαίρεση του φύλου στις δυο κλάσεις **Secernentea** και **Adenodhorea** πρωταρχικά στηρίχτηκε στον τύπο του απεκκριτικού συστήματος (Chitwood, 1958).

Σε μερικές ομάδες **Dorylaimoidea** και **Trichuroidea** ή **Dioctophymoidea** (παράσιτα ασπόνδυλων) το απεκκριτικό σύστημα ελλείπει ολοσχερώς (Hirschmann, 1971).

Χειλικές θηλές και αισθητήριες σμήριγγες

Οι χειλικές θηλές είναι επιδερμικές ανορθώσεις (κατασκευές) που βρίσκονται γύρω από το στοματικό άνοιγμα και συνδέονται όπως οι κεφαλικές σμήριγγες με τα νεύρα, που εκκινούν από τον νευρικό δακτύλιο και αναμφίβολα λειτουργούν σαν αισθητήρια όργανα, πιθανότατα αφής. Οι σμήριγγες είναι επιμηκυσμένες κατασκευές,

διαρθρωμένες με την επιδερμίδα που μπορούν να κινούνται και είναι δυνατόν να βρεθούν σε οποιαδήποτε περιοχή του σώματος.

Οι σωματικές και ουραίες σμήριγγες συνδέονται με σωματικά μη εξειδικευμένα νεύρα. Τυπικά υπάρχει ένας εσωτερικός κύκλος από 6 ορθώσεις (εσωτερικές αισθητήριες θηλές μία σε κάθε ένα από τα 6 χείλη) παρακείμενες του στοματικού ανοίγματος και ένας εξωτερικός με 6 εξωτερικές αισθητήριες θηλές μία σε κάθε χείλος, λίγο πιο πίσω από τις προηγούμενες. Στη συνέχεια ακολουθεί ένας εξωτερικός κύκλος με 4 σμήριγγες που δεν βρίσκονται πάνω στα χείλη και ονομάζονται κεφαλικές. Οι σμήριγγες μπορεί να είναι μικροσκοπικές και σχετικά ασήμαντες ή μακριές, ανεπτυγμένες και ευδιάκριτες. Πιο εύκολα διακρίνονται στην περιοχή της κεφαλής. Στα **Secernentea** (Φασμίδια) οι σωματικοί σμήριγγες συνήθως λείπουν ενώ στα **Adenophorea** (Αφασμίδια) είναι μακριές.

Γεννητικές θηλές

Οι γεννητικές θηλές έχουν διάφορα σχήματα και βρίσκονται στην κοιλιακή επιφάνεια των αρσενικών νηματωδών και στο πίσω άκρο προ ή μετά την έδρα. Οι θηλές αυτές μπορεί να καλύπτονται από τα ουραία πτερύγια ή να αποτελούν ανορθώσεις από λεπτή επιδερμίδα και συνδέονται οι προ της έδρας με το νεύρο της βύρσας, οι δε άλλες με τα πλάγια ουραία νεύρα.

Συμπληρωματικά όργανα

Είναι όργανα έκκρισης και προσκόλλησης, που συνδέονται με αδένες και βρίσκονται στη μεσοκοιλιακή χώρα των αρσενικών προ της έδρας. Έχουν ποικίλη διάπλαση από απλές θηλές ως επιδερμικά οιδήματα σαν κρεατοελιές και συνδέονται με τα νεύρα της βύρσας. Οι αρσενικοί φυτοπαράσιτοι των **Secernentea** έχουν απλές γεννητικές θηλές ενώ στα **Adenophorea** είναι εφοδιασμένα με καλά ανεπτυγμένα προ της έδρας όργανα έκκρισης και προσκόλλησης (*Longidorus*, *Xiphinema*, *Trichodorus*). Τα ανωτέρω είναι όργανα αφής και ενεργούν σαν βεντούζες κατά την οχεία (Hirschmann, 1971). Τα χείλη με τις αισθητήριες θηλές και σμήριγγες αποτελούν χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση. Στην κλάση **Secernentea** τα αισθητήρια όργανα της κεφαλής είναι οι ανωτέρω θηλές και σπάνια οι σμήριγγες, και βρίσκονται στα χείλη. Στην κλάση **Adenophorea** οι αισθητήριες θηλές είναι συχνά τροποποιημένες και εμφανίζονται σαν ευδιάκριτες σμήριγγες. Σε μερικές ομάδες αυτής της κλάσης πλέον της παρουσίας καταφανών σμηρίγγων, η διάταξη των

αισθητήριων θηλών ή σμηρίγγων στα πλάγια χείλη, χαρακτηρίζουν την κλάση. Σε όλα τα **Secernentea** οι θηλές στα πλάγια χείλη έχουν θέση πλαγιοκοιλιακή. Σε όλα τα **Adenophorea** οι σμηρίγγες ή οι θηλές στα πλάγια έχουν θέση πλαγιοεξωτερική. Γενικά τα υδρόβια είδη ελευθέρως διαβίωσης φέρουν σμηρίγγες, ενώ τα είδη που ζουν στο έδαφος ή σαν παράσιτα κατά κανόνα φέρουν θηλές.

Sensilla-ae

Απλό αισθητήριο όργανο ή ένα από τα στοιχεία κατασκευής ενός σύνθετου αισθητήριου οργάνου (η νευρική απόληξη με το αμφιδιακό νεύρο), βρίσκεται μέσα σε μια διεύρυνση του αμφιδιακού αγωγού που συνδέεται με το αμφιδιακό άνοιγμα. Το όργανο αυτό στα **Secernentea** σπάνια είναι μακρύ σε αντίθεση με τα **Adenophorea** που συχνά είναι μακρύ.

Αμφίδια

Κάτω από τις θηλές και τις σμηρίγγες σε θέση πλαγιοκεφαλική, σε όλους τους νηματώδεις υπάρχουν δύο αβαθή, συνήθως δυσδιάκριτα βοθρία, ένα σε κάθε πλευρά που ονομάζονται αμφίδια.

Τα αμφίδια αποτελούνται από έναν αδένα και νευρικές απολήξεις και λειτουργούν σαν αισθητήρια όργανα αφής. Στα περισσότερα φυτοπαράσιτα είδη νηματώδων, το εξωτερικό σχήμα του ανοίγματος των αμφιδίων, δεν διακρίνεται παρά μόνο μετά από σχετική προετοιμασία για μελέτη «en face». Στην κλάση **Secernentea**, στα **Tylenchida** που περιλαμβάνουν τους περισσότερους φυτοπαράσιτους νηματώδεις, και στα **Rhabditida**, τα ανοίγματα των αμφιδίων κείνται στη θέση των χειλιών (χειλικά-labial) που οδηγούν σε βοθρία, και όταν υπάρχουν χείλη στα πλάγια χείλη. Σπάνια στα **Rhabditida** βρίσκονται όπισθεν της κεφαλής. Στους περισσότερους φυτοπαράσιτους νηματώδεις αυτά τα ανοίγματα έχουν διάφορο σχήμα, από στρογγυλεμένους ωειδείς, πολύ μικρούς πόρους μέχρι εγκάρσιες επιμηκυσμένες σχισμές ή ρωγμές (Thorne, 1961).

Στην κλάση **Adenophorea**, τα αμφίδια ως προς την θέση είναι μεταχειλικά (πίσω ή κάτω από την κεφαλή), περισσότερο ευκρινή και άριστα ανεπτυγμένα. Τα ανοίγματά τους είναι κυκλικές συμπίεσεις συνήθως 3 γενικών μορφών: α) κοίλα βαθουλά (**cyathiform**), β) ελικοειδή (**spiral**) και γ) κυκλικά (**circular**) ή παραλλαγές αυτών των βασικών σχημάτων. Στα **Adenophorea** τα ανοίγματα των αμφιδίων σπάνια, έχουν μορφή πόρου. Πρακτικά αυτό και μόνο το χαρακτηριστικό είναι

αρκετό για τον διαχωρισμό των νηματωδών εδάφους στις σχετικές κλάσεις τους, των δε *Aphasmidia* και μερικών *Phasmidia* σε τάξεις, οικογένειες και γένη.

Στα φυτοπαράσιτα γένη *Longidorus*, *Paralongidorus* και *Xiphinema* (Dorylaimida: αφασμίδια), τα αμφίδια είναι ευρείς θύλακες και επεκτείνονται πίσω από τη βάση της χειλικής περιοχής και καταλαμβάνουν το μισό πλάτος του λαιμού. Στα *Longidorus*, τα ανοίγματα των αμφιδίων όπως στα *Plectus* (Araeolaimida-Αφασμίδια) και *Alaimus* (Dorylaimida-Alaimina) μοιάζουν με λεπτούς πόρους. Στα *Alaimus* κείνται αρκετά πίσω από την χειλική περιοχή, είναι υπερβολικά μικρά και δυσδιάκριτα. Στα *Plectus* υπάρχει ένας μικρός βολβός αμέσως πίσω από το άνοιγμα του αμφιδίου δίδοντας επιφανειακά μία δακτυλιοειδή ή ελλειψοειδή εμφάνιση. Στα *Alaimus* ο πόρος συνεχίζεται σαν ένας σωλήνας που συνδέεται με τα sensillae χωρίς ενδιάμεση διεύρυνση, ενώ στα *Longidorus* ο θύλακας των αμφιδίων διευρύνεται σε δίλοβο καταλαμβάνοντας σχεδόν το μισό πλάτος του λαιμού.

Στα **Secernentea** και **Adenophorea**, τα ανοίγματα των αμφιδίων συνδέονται με αγωγό που διευρυνμένος σχηματίζει σακκοειδή διόγκωση που περιέχει τα sensilla (Goodey, 1951).

Στα περισσότερα **Dorylaimida** τα αμφίδια προέχουν με ανοίγματα που μοιάζουν με σχισμές, και συχνά περιγράφονται σαν κύπελλα (κούπες) (*Longidorus*, *Paralongidorus*) ή σαν ανεστραμμένοι αναβολείς.

Στα *AmphideIus* (Dorylaimida-Alaimina) τα αμφιδιακά ανοίγματα είναι ευρεία με σχήμα ημισελήνου σε θέση όχι τόσο πίσω από την κεφαλή (όπως το *Alaimus*), με ευρύ θύλακα που μοιάζει με μακρουλή κούπα (με βάθος μεγαλύτερο του πλάτους), σαν σάλπιγγα και με αγωγό μεταξύ θύλακος και sensilla (Goodey, 1951).

Στο *Trichodoros* (Dorylaimida) το άνοιγμα των αμφιδίων είναι ελλειψοει- δές και ο θύλακας που μοιάζει με επιμηκυμένη κούπα συνδέεται με τα sensilla δίχως αγωγό.

Στα **Monhysterida** (Adenophorea) τα ανοίγματα των αμφιδίων είναι μεταχειλικοί στρογγυλοί πόροι, των δε **Chromatorida** (Adenophorea) ποικίλλουν από κυκλικούς δακτυλίους έως πολύπλοκες σπείρες με θέση μεταχειλική (πίσω από την κεφαλή).

Τα **Chromadoridae** και **Monhysteridae** περιλαμβάνουν είδη θαλάσσια και δευτερευόντως γλυκέων υδάτων και εδάφους.

Πρόβολοι

Σε λίγες ομάδες νηματώδων των **Rhabditida**, τα χείλη έχουν αντικατασταθεί μερικώς ή ολικώς από άλλες κατασκευές. Σε πολλά είδη της οικογένειας **Cephalobidae** την θέση των χειλών την έχουν πάρει χειλικοί ή κεφαλικοί πρόβολοι, οι οποίοι μερικές φορές φέρουν αισθητήριες θηλές.

Τα *Acrobeles* έχουν 3-6 προβόλους. Αυτοί διαφέρουν από απλές, κυκλικές, κωνικές ή δισχιδείς εξοχές έως διακλαδωμένες προεξοχές που ομοιάζουν με κεραίες.

Άλλες μορφές χρήσιμες για την ταξινόμηση των πληθυσμών στους οποίους παρατηρούνται είναι οι: fossores, lamellae και odontia (σκαπτικά, λεπτά ελάσματα, φαρυγγικά δόντια).

Είδη της οικογένειας **Cephalobidae** είναι μεταξύ των πιο πολυάριθμων νηματώδων που συναντιούνται στο έδαφος, στις περισσότερες περιοχές του κόσμου.

Αυχενικές Αισθητήριες Θηλές

Σε μερικούς νηματώδεις στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου, υπάρχει ένα ζεύγος αισθητήριων θηλών που όπως φαίνεται λειτουργούν σαν όργανα αφής και ονομάζονται deirids ή cervical papillae. Οι deirids εμφανίζονται σαν ελαφρές προεξοχές της επιδερμίδας και φαίνεται ότι νευρώνονται από το μέσο εξωτερικό πλάγιο γάγγλιο. Η παρουσία αυτών των θηλών ανάμεσα στους νηματώδεις εδάφους και σε συγγενικές ακόμη ομάδες δεν είναι σταθερή και δεν διακρίνονται εύκολα, ώστε να χρησιμοποιούνται σαν βάσιμα χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση.

Πόροι

Την επιδερμίδα συχνά την διαπερνούν πόροι διάφορης μορφής που συνήθως είναι συνδεδεμένοι με αδένες. Οι πόροι έχουν διάφορη διάταξη και είναι χρήσιμοι για ταξινομικούς διαχωρισμούς. Οι πλάγιοι επιδερμικοί πόροι είναι ανοίγματα από σειρές αδένων που εκτείνονται μερικές φορές από την κεφαλή έως την ουρά. Η παρουσία τους, ο αριθμός και η διάταξη τους χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση (π.χ. στα φασμίδια).

Ημιζώνιο

Σχηματίζονται από μεταβολές του επιδερμικού στρώματος σε μικρές περιοχές. Το ημιζώνιο που κείται πλησίον του εκφορητικού πόρου, σχηματίζει ένα ημικύκλιο

στην κοιλιακή πλευρά του σώματος του νηματώδη και μπορεί να αναγνωριστεί με τις μέγιστες πλαγιοκοιλιακές νευρικές δέσμες που συνδέουν τα γάγγλια. Σε επιμήκη τομή εμφανίζεται σαν αμφίκυρτη κατασκευή με μεγάλη ανακλαστική ιδιότητα. Οι κεφαλίδες κείνται στην περιοχή της κεφαλής και εκτείνονται σε έναν πλήρη κύκλο γύρω από το σώμα και πιθανόν είναι της αυτής ανακλαστικής φύσης.

Και στις δύο περιπτώσεις μέρος από το μεσαίο επιδερμικό στρώμα και το ουδέτερο πλάγιο ινώδες στρώμα λείπουν. Είναι φανερό ότι και οι δύο κατασκευές συνδέονται κατά κάποιον τρόπο με το νευρικό σύστημα (Hirschmann, 1971). Κατ' άλλη εκδοχή, το ημιζώνιο φαίνεται να είναι σαν ένα οπτικό τμήμα μιας δέσμης νευρικών ινών μεταξύ γαγγλίων και νευρικού δακτυλίου, το οποίο περνά από την κοιλιακή χώρα μεταξύ της επιδερμίδας και του υποδέρματος. Το ημιζώνιο είναι πιθανόν αυτής της κατασκευής προερχόμενο από άλλες μικρότερες νευρικές δεσμίδες.

3.5 Απεκκριτικό Σύστημα

Το απεκκριτικό σύστημα είναι το σύστημα που παρουσιάζει την μεγαλύτερη παραλλαγή στην ανατομία των νηματωδών. Αποτελείται από δύο όργανα: ένα αδενώδες κύτταρο και ένα σωληνωτό που εκβάλλει σε ένα κοινό πόρο έκκρισης που συνήθως βρίσκεται στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου του οισοφάγου.

Γενικά υπάρχουν δύο τύποι απεκκριτικού συστήματος: α) Ο μονοκύτταρος και β) ο σωληνοειδής ή πολυκύτταρος. Στους δύο αυτούς τύπους βασίστηκε η διαίρεση του φύλου στις δύο κλάσεις Adenophorea και Secernentea (Chitwood, 1958). Έτσι στην κλάση των Adenophorea, το απεκκριτικό σύστημα αποτελείται από ένα μόνο αδενώδες απεκκριτικό κύτταρο που βρίσκεται στην σωματική κοιλότητα στην περιοχή του οισοφάγου. Το κύτταρο αυτό μπορεί να επιμηκυνθεί πολύ και συνδέεται με ένα κοντό ή μακρύ αγωγό απευθείας με τον εκφορητικό πόρο που ανοίγει στην κοιλιακή χώρα, συνήθως στην περιοχή του νευρικού δακτυλίου. Στην κλάση των Secernentea τυπικά υπάρχει ένα ζεύγος πλάγιων απεκκριτικών αγωγών ενίοτε με αδενοκύτταρα, που ο καθένας διατρέχει τις αντίστοιχες πλευρικές χορδές (παχύνσεις) της υποδερμίδας στο μεγαλύτερο μήκος του σώματος. Οι δύο πλευρικοί αγωγοί ενώνονται κοντά στο πρόσθιο άκρο με έναν εγκάρσιο αγωγό και εκβάλλουν δια κοινού εκφορητικού πόρου, κοιλιακώς, προς τα έξω (σύστημα Rhabditida). Με τον

τρόπο αυτό το όλο σύστημα του απεκκριτικού αγωγού παίρνει ένα συμμετρικό σχήμα Η ή U εφόσον λείπουν οι εμπρόσθιοι εγκάρσιοι αγωγοί ή περιορίζεται το μήκος τους.

Στους φυτοпараσιτικούς νηματώδεις Tylenchida, το απεκκριτικό σύστημα είναι ασύμμετρο. Αποτελείται από έναν μόνο αγωγό που εκτείνεται μπροστά και πίσω δια μέσου μιας μόνον πλάγιας χορδής, που με ένα καλά ανεπτυγμένο τελικό αγωγό καταλήγει στον εκφορητικό πόρο. Στα Secernentea, το άκρο του εκφορητικού πόρου περιβάλλεται από την επιδερμίδα και είναι πιο εμφανές σημείο σε μία μικροσκοπική εξέταση. Αντίθετα στα Adenophorea, ο εκφορητικός πόρος δεν περιβάλλεται από την επιδερμίδα και η μικροσκοπική του διαπίστωση είναι δύσκολη (Crofton, 1966-Hirschmann, 1971). Σε μερικές ομάδες νηματωδών ελεύθερης διαβίωσης, ο εκφορητικός πόρος και ο αδήν λείπουν ή υπάρχουν υποτυπωδώς π.χ. στα Spirituda υπάρχουν μόνο τα οπίσθια τμήματα των πλαγίων αγωγών, ενώ στα Teratocephalida και Areolaimida οι πλάγιοι αγωγοί λείπουν. Στα Chromadorida και Enoplida λείπει το σύστημα αγωγού, ενώ στα Dorylaimida και Trichosyringida εκφορητικός πόρος και αδένες απουσιάζουν ή υπάρχουν στοιχειωδώς (Jones, 1965). Έκκριση σε σημαντικό βαθμό μπορεί να γίνεται δια μέσου του πεπτικού αγωγού.

Όργανο Z

Είναι ένα μυώδες όργανο άγνωστης λειτουργίας που δίδει γένεση σε 3 ή 4 αποφύσεις, κείμενο μεταξύ της σπερματοθήκης και της μήτρας. Απαντάται στα *Xiphinema* με παραλλαγές.

3.6 Αναπαραγωγικό Σύστημα

Το αναπαραγωγικό σύστημα σε όλους τους νηματώδεις και σε αμφότερα τα φύλα είναι όμοιο. Γενικά απαρτίζεται από 1-2 σωληνωτούς γεννητικούς βραχίονες ή αδένες οι οποίοι διαφέρουν ως προς τον αριθμό, μέγεθος και διάταξη μεταξύ των διαφόρων ειδών.

Αναπαραγωγικό σύστημα αρσενικών

Στα άρρενα κάθε γεννητικός βραχίονας περιλαμβάνει συνήθως ένα σωληνωτό όρχι, 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.

Οι όρχεις υποδιαιρούνται στην ακραία ζώνη των σπερματογονίων και στη ζώνη ανάπτυξης, στο τέλος της οποίας λαμβάνουν χώρα οι ταχείες υποδιαιρέσεις και η παραγωγή των σπερματοζωαρίων που συγκεντρώνονται στο διευρυμένο τμήμα του σπερματικού αγωγού (σπερματική κύστη) που ακολουθεί τον όρχι. Τα αρσενικά μπορεί να έχουν έναν όρχι με εμπρόσθια κατεύθυνση ή δύο όρχεις με εμπρόσθια κατεύθυνση αμφοτέρω ή ο ένας με εμπρόσθια και ο άλλος με οπίσθια κατεύθυνση. Το ελεύθερο τμήμα του όρχι συχνά αναδιπλώνεται, και όρχεις μεγάλου μήκους μπορεί να παρουσιάζουν πολλές καμπύλες. Τα όργανα συνουσίας είναι 1 ή 2 κεκαμμένοι σκληροπρωτεϊνικοί άκανθοι σύζευξης που βρίσκονται στο τελικό άκρο του εντέρου. Ένα πρόσθετο τεμαχίδιο που ονομάζεται πηδάλιο υπηρετεί το κέντρο κατά την ορχεία. Επίσης για τον ίδιο σκοπό υπάρχουν και οι πλάγιες επιδερμικές διαστολές, ουραίες πτέρυγες με γεννητικές θηλές.

Αναπαραγωγικό σύστημα θηλυκών

Τα θήλεα γεννητικά όργανα αποτελούνται συνήθως από ένα ή συνηθέστερα από 2 γεννητικούς βραχίονες (γεννητικός αδένας). Ένας πλήρης γεννητικός βραχίονας αποτελείται από την ωοθήκη, τον βραχύ σωληνωτό αγωγό, ο οποίος στο άκρο του σχηματίζει την σπερματοθήκη και από την διευρυμένη σωληνωτή μήτρα. Οι δύο μήτρες ενώνονται περίπου στο μέσο του σώματος με τον κόλπο, ο οποίος εκβάλλει προς τα έξω στην κοιλιακή επιφάνεια, δια του γενετικού ανοίγματος. Το αναπαραγωγικό σύστημα των θηλυκών μπορεί να αποτελείται από έναν μόνο γεννητικό βραχίονα εκτεινόμενου εμπρόσθια (μονόδελφο-πρόδελφο) ή οπίσθια (οπισθόδελφο) του αιδοίου με αναδιπλούμενες ή μη ωοθήκες. Ή από δύο γεννητικούς βραχίονες συνήθως εκατέρωθεν του αιδοίου (δίδελφοι-αμφίδελφοι) με αναδιπλωμένες ή μη ωοθήκες. Επίσης αμφοτέρω με πρόσθια κατεύθυνση (δίδελφοι-πρόδελφοι με αναδιπλωμένες ωοθήκες (*Meloidogyne*)).

Ο κάθε γεννητικός βραχίονας υποδιαιρείται στην ακραία μικρή ζώνη, όπου βρίσκονται οι καταβολές των γεννητικών κυττάρων και στη ζώνη ανάπτυξης. Η ακραία ζώνη περιέχει μικρά ωογόνα κύτταρα τα οποία υφίστανται ταχείες υποδιαιρέσεις με μίτωση. Η ζώνη ανάπτυξης είναι η περιοχή όπου τα ωογόνα μεγεθύνονται σε ωοκύτες. Και τέλος η ζώνη μείωσης και ωρίμανσης όπου επιτυγχάνεται με μειωτική κυτταρική διαίρεση η ελάττωση στο ήμισυ, του αριθμού των χρωμοσωμάτων και η ωρίμανση του ωαρίου. Κατά την συνουσία τα σπερματοζωάρια δια του κολεού κινούνται προς την σπερματοθήκη και γονιμοποιούν τα ωάρια τα οποία δια του ωαγωγού κατέρχονται προς την μήτρα. Τα ωάρια μπορεί να είναι ανώριμα ή με μερικώς σχηματισμένο έμβρυο ή πλήρως ανεπτυγμένη προνύμφη. Η πλευρά που φέρει το γεννητικό άνοιγμα, την έδρα και την αμάρα χαρακτηρίζεται σαν «κοιλιακή χώρα». Οι παρασιτικοί νηματώδεις χαρακτηρίζονται από τους μεγάλους γεννητικούς βραχίονες. Η μήτρα και η ζώνη ανάπτυξης της ωοθήκης είναι ειδικά επιμηκυσμένοι με ισχυροποιημένους μύες, πράγμα που σχετίζεται με τη μεγαλύτερη παραγωγή ωών (Hirschmann, 1971).

Αναπαραγωγικό σύστημα ερμαφρόδιτων

Ο γεννητικός βραχίονας σε ερμαφρόδιτα είδη (*Helicotylenchus*) όπου δεν βρέθηκαν αρσενικά, αποτελείται από σπερματοθήκη προσαρμοσμένη στον ωαγωγό με συνήθως καλά ανεπτυγμένα σπερματοζωάρια, που δίδει γένεση μια σφαιροειδή κατασκευή, το σπερματογόνο νότια του αγωγού και πλησίον της σύνδεσής της με τη σπερματοθήκη. Το όργανο αυτό που παράγει το σπέρμα, περιέχει ένα αρχέγονο κύτταρο που παράγει αρχικούς σπερματοκύτες με μίτωση και στη συνέχεια 4 σπερματοζωάρια με μειωτική κυτταρική διαίρεση. Αυτά κινούνται δια του ωαγωγού στην σπερματοθήκη όπου γονιμοποιούν τους ωοκύτες.

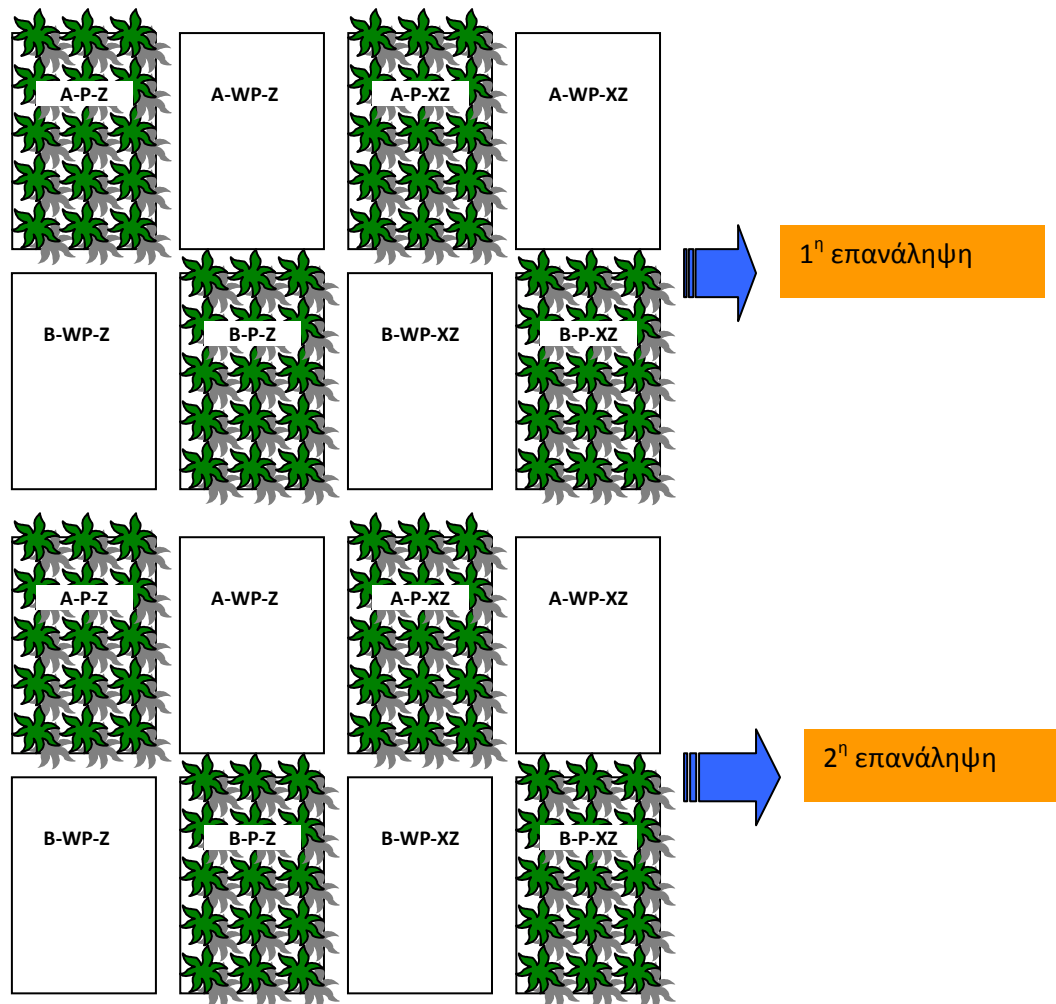
Ερμαφρόδιτα άτομα με δύο ευκρινή αναπαραγωγικά όργανα σε δύο αναπαραγωγικά συστήματα έχουν παρατηρηθεί στο *Helicotylenchus nannus* και στο *Pratylenchus crenatus*. Επίσης ερμαφροδιτισμός έχει παρατηρηθεί και σε πολλά άλλα είδη (Triantaphyllou, 1971). Στα είδη αυτά ενώ αρχικά το γεννητικό σύστημα λειτουργεί όπως οι όρχεις παράγοντας αριθμό σπερματοζωαρίων, στη συνέχεια λειτουργεί όπως οι ωοθήκες με παραγωγή ωοκυτών, που γονιμοποιούνται από το ήδη παραχθέν σπέρμα (σύμμιξη της χρωματίνης της ίδιας πηγής στην αυτογονιμοποίηση). Σε νηματώδεις, που ο ερμαφροδιτισμός εμφανίστηκε τελευταία,

δυνατόν η παραγωγή σπέρματος να είναι μειωμένη, οπότε τα ωά που παράγονται μετά την εξάντληση του σπέρματος μένουν αγονιμοποίητα.

Σε πιο προηγμένες περιπτώσεις ερμαφροδιτισμού η παραγωγή σπέρματος επαναλαμβάνεται σε εναλλασσόμενες ζώνες όρχεων και ωοθηκών δύο και τρεις φορές, μετά την εξάντληση του αρχικώς παραχθέντος σπέρματος. Συνήθως η ωρίμανση των σπερματοκυττών και ωοκυττών γίνεται με κανονική μείωση όπως στα γονοχωριστικά αμφιμικτικά είδη (Triantaphyllou, 1971).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ



Κατά την πρώτη επανάληψη χωρίσαμε το χωράφι σε 8 αγροτεμάχια εκ των οποίων τα 4 είχαν κλίση 5% και τα υπόλοιπα 4 είχαν κλίση 1%. Από αυτά τα 4 καλλιεργήθηκαν ενώ τα υπόλοιπα 4 έμειναν ακαλλιέργητα. Από τα 4 καλλιεργημένα αγροτεμάχια στα 2 χρησιμοποιήθηκαν ζιζανιοκτόνα ενώ στα υπόλοιπα 2 δε χρησιμοποιήθηκαν.

Η ίδια λογική ακολουθήθηκε και στα ακαλλιέργητα αγροτεμάχια.

Η ίδια διαδικασία επαναλήφτηκε μετά από XX ημέρες. Εξακολουθητικά, κατά τη δεύτερη επανάληψη χωρίσαμε το χωράφι σε 8 αγροτεμάχια εκ των οποίων τα 4 είχαν κλίση 5% και τα υπόλοιπα 4 είχαν κλίση 1%. Από αυτά τα 4 καλλιεργήθηκαν ενώ τα υπόλοιπα 4 έμειναν ακαλλιέργητα. Από τα 4 καλλιεργημένα αγροτεμάχια στα 2 χρησιμοποιήθηκαν ζιζανιοκτόνα ενώ στα υπόλοιπα 2 δε χρησιμοποιήθηκαν.

Η ίδια λογική ακολουθήθηκε και στα ακαλλιέργητα αγροτεμάχια.

Σχεδιάγραμμα πειραματικού αγρού.

Σειρές A: Κλίση εδάφους 5%.

Σειρές B: Κλίση εδάφους 1%.

P: καλλιεργημένο, WP: ακαλλιέργητο. Z: με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, XZ: χωρίς εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1 ^H	2 ^H	3 ^H	M.O	MARTYRES			
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨ	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨ	1 ^{HΣ}	ΔΕΙΓΜΑΤ/ΨΙ			
IA	IA	IA	2 ^{HΣ}	A			
1	510	1A	776	2,1	1873	2,9A	387
				2,12			
2	315	2A	440	2,2	977	A	1923
						2,13	
3	630	3A	650	2,3	900	A	495
						2,14	
4	585	4A	221	2,4	837	A	1710
5	315	5A	680	2,5	1160		
6	480	6A	520	2,6	780		
7	570	7A	760	2,7	1650		

8	1300	8A	775	2,8	1170
9	430	9A	200	2,9	410
10	677	10A	240	2,10	1280
11	248	11A	490	2,11	895
12	840	12A	650	2,12	2060
14	300	13A	1510	2,13	1087
15	850	14A	980	2,14	1197
15	543	15A	842	2,15	720
16	195	16A	-	2,16	843

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταμέτρησης νηματοδολογικών πληθυσμών.

Αποτελέσματα 1^{ης} δειγματοληψίας

A/A	ΠΛΗΘΥΣ ΜΟΣ ΝΗΜΑΤΩ ΔΩΝ	ΚΛΙΣ Η ΑΓΡ ΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗ ΨΙΑΣ	ΣΠΟΡΑ(ΚΑ)/ ΧΩΡΙΣ ΣΠΟΡΑ(ΑΚ)	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝ ΟΥ(Z) /ή ΌΧΙ (XZ)
1	510	5%	0-10 cm	ΑΚ	XZ
2	315	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
3	630	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
4	585	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
5	315	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
6	480	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
7	570	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
8	1300	1%	0-10 cm	ΑΚ	XZ
9	430	5%	0-10 cm	ΚΑ	XZ
10	677	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
11	248	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
12	840	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
14	300	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
15	850	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
15	543	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
16	195	1%	0-10 cm	ΚΑ	XZ

ΑΚ: ακαλλιεργητο (όλες οι καλλιεργητικές εργασίες εκτός σποράς),

ΚΑ:καλλιεργημένο

XZ: χωρίς ζιζανιοκτονο, Z: με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, 1^η εφαρμογή: 20 Ιουνίου

2^η εφαρμογή: 5 Οκτωβρίου. Εφαρμογή metazachlor: 1/6 Εφαρμογή quizalofop: 1/7

ΜΕΣΟΣ**ΟΡΟΣ STDEV**

Χωρίς σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	470,00	56,56854
Χωρίς σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	549,17	225,5122
Με σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	509,6667	201,6499
Με σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	747,5	781,353

Αποτελέσματα 2^{ης} δειγματοληψίας

A/A	ΠΛΗΘΥΣΜ ΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔ ΩΝ	ΚΛΙ ΣΗ ΑΓΡ ΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤ ΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΠΟΡΑ(ΚΑ)/ ΧΩΡΙΣ ΣΠΟΡΑ(ΑΚ)	ΕΦΑΡΜΟΓ Η ΖΙΖΑΝΙΟΚ ΤΟΝΟΥ(Z) /ή ΌΧΙ (XZ)
1A	776	5%	10-20 cm	ΑΚ	XZ
2A	440	5%	10-20 cm	ΑΚ	Z
3A	650	5%	10-20 cm	ΑΚ	Z
4A	221	5%	10-20 cm	ΑΚ	Z
5A	680	1%	10-20 cm	ΑΚ	Z
6A	520	1%	10-20 cm	ΑΚ	Z
7A	760	1%	10-20 cm	ΑΚ	Z
8A	775	1%	10-20 cm	ΑΚ	XZ
9A	200	5%	10-20 cm	ΚΑ	XZ
10A	240	5%	10-20 cm	ΚΑ	Z
11A	490	5%	10-20 cm	ΚΑ	Z
12A	650	5%	10-20 cm	ΚΑ	Z
13A	1510	1%	10-20 cm	ΚΑ	Z
14A	980	1%	10-20 cm	ΚΑ	Z
15A	842	1%	10-20 cm	ΚΑ	Z

ΑΚ:ακαλλιέργητο (όλες οι καλλιεργητικές εργασίες εκτός σποράς),

ΚΑ:καλλιεργημένο

XZ:χωρίς ζιζανιοκτονο, Z: με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, 1^η εφαρμογή: 20 Ιουνίου

2^η εφαρμογή: 5 Οκτωβρίου. Εφαρμογή metazachlor: 1/6 Εφαρμογή quizalofop: 1/7

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	STDEV
Χωρίς σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	488,00	407,2935
Χωρίς σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	448,50	188,8002
Με σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	882	344,186
Με σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	775	

Αποτελέσματα 3^{ης} δειγματοληψίας

A/A	ΠΛΗΘΥΣΜ ΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔ ΩΝ	ΚΛΙ ΣΗ ΑΓΡ ΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤ ΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΠΟΡΑ(ΚΑ)/ ΧΩΡΙΣ ΣΠΟΡΑ(ΑΚ)	ΕΦΑΡΜΟΓ Η ΖΙΖΑΝΙΟΚ ΤΟΝΟΥ(Z) /ή ΌΧΙ (XZ)
2,1	1873	5%	0-10 cm	ΑΚ	XZ
2,2	977	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,3	900	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,4	837	5%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,5	1160	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,6	780	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,7	1650	1%	0-10 cm	ΑΚ	Z
2,8	1170	1%	0-10 cm	ΑΚ	XZ
2,9	410	5%	0-10 cm	ΚΑ	XZ
2,1	1280	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,11	895	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,12	2060	5%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,13	1087	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,14	1197	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,15	720	1%	0-10 cm	ΚΑ	Z
2,16	195	1%	0-10 cm	ΚΑ	XZ

ΑΚ:ακαλλιέργητο (όλες οι καλλιεργητικές εργασίες εκτός σποράς),

ΚΑ:καλλιεργημένο

XZ:χωρίς ζιζανιοκτονο, Z: με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, 1^η εφαρμογή: 20 Ιουνίου

2^η εφαρμογή: 5 Οκτωβρίου. Εφαρμογή metazachlor: 1/6 Εφαρμογή quizalofop: 1/7

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	STDEV
Χωρίς σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	1141,50	1034,497
Χωρίς σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	1158,17	469,0464
Με σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	1099	335,4018
Με σπορά, χωρίς ζιζανιοκτόνο	682,5	689,4291

Αποτελέσματα δειγματοληψίας μαρτύρων

A/A	ΠΛΗΘΥΣΜ ΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔ ΩΝ	ΚΛΙ ΣΗ ΑΓΡ ΟΥ	ΒΑΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤ ΟΛΗΨΙΑΣ	ΣΠΟΡΑ(ΚΑ)/ ΧΩΡΙΣ ΣΠΟΡΑ(ΑΚ)	ΕΦΑΡΜΟΓ Η ΖΙΖΑΝΙΟΚ ΤΟΝΟΥ(Z) /ή ΌΧΙ (XZ)
2,9	410	5%	0-10 cm	ΚΑ	XZ
2,12A	1923	5%	10-20 cm	ΚΑ	Z
2,13A	495	1%	10-20 cm	ΚΑ	Z
2,14A	1710	1%	10-20 cm	ΚΑ	Z

ΑΚ:ακαλλιεργητο (όλες οι καλλιεργητικές εργασίες εκτός σποράς),

ΚΑ:καλλιεργημένο

XZ:χωρίς ζιζανιοκτονο, Z: με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, 1^η εφαρμογή: 20 Ιουνίου

2^η εφαρμογή: 5 Οκτωβρίου. Εφαρμογή metazachlor: 1/6 Εφαρμογή quizalofop: 1/7

	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	STDEV
Χωρίς σπορά, χωρίς ζιζανιοκτονο	410	
Χωρίς σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	1923	
Με σπορά, με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	1102,5	859,1347

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αποτελέσματα 1^{ης} δειγματοληψίας

	<i>slope</i>	<i>plant</i>	<i>herb</i>	<i>param</i>
10cm	A	P	Z	543
10cm	A	P	XZ	195
10cm	A	WP	Z	315
10cm	A	WP	XZ	1300
10cm	B	P	Z	677
10cm	B	P	XZ	430
10cm	B	WP	Z	630
10cm	B	WP	XZ	510
10cm	A	P	Z	575
10cm	A	P	XZ	250
10cm	A	WP	Z	525
10cm	A	WP	XZ	1050
10cm	B	P	Z	544
10cm	B	P	XZ	390
10cm	B	WP	Z	450
10cm	B	WP	XZ	560

- slope A =1%
- slope B =5%
- plant P = με φυτό
- plant WP = χωρίς φυτό
- herb Z = ζιζανιοκτονο
- XZ = χωρίς
- herb ζιζανιοκτόνο
- καταμέτρηση
- param πληθυσμού

Probabilities for Post Hoc Tests

INTERACTION: 1 x 2 x 3

		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
		559	222,5	420	1175	610,5	410	540	535
A	P	Z							
{1}			0,010615	0,208065	0,0003	0,625572	0,180297	0,856171	0,819024
A	P	XZ							
{2}		0,010615		0,087558	0,000014	0,005071	0,101901	0,014056	0,015144
A	WP	Z							
{3}		0,208065	0,087558		0,000073	0,097378	0,923942	0,271048	0,290027
A	WP	XZ							
{4}		0,0003	0,000014	0,000073		0,000534	0,000067	0,000244	0,000231
B	P	Z							
{5}		0,625572	0,005071	0,097378	0,000534		0,083647	0,506987	0,47825
B	P	XZ							
{6}		0,180297	0,101901	0,923942	0,000067	0,083647		0,236151	0,2531
B	WP	Z							
{7}		0,856171	0,014056	0,271048	0,000244	0,506987	0,236151		0,961919
B	WP	XZ							
{8}		0,819024	0,015144	0,290027	0,000231	0,47825	0,2531	0,961919	

Στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση υπάρχει για κάθε δειγματοληψία όπου $p < 0,05$

Αποτελέσματα 2^{ης} δειγματοληψίας

10cm	A	P	Z	1197
10cm	A	P	XZ	195
10cm	A	WP	Z	1160
10cm	A	WP	XZ	1170
10cm	B	P	Z	1280
10cm	B	P	XZ	410
10cm	B	WP	Z	900
10cm	B	WP	XZ	1873
10cm	A	P	Z	904
10cm	A	P	XZ	220
10cm	A	WP	Z	1215
10cm	A	WP	XZ	1100
10cm	B	P	Z	1477
10cm	B	P	XZ	400
10cm	B	WP	Z	907
10cm	B	WP	XZ	1760

A	=
slope	1%
slope	B = 5%
plant	P = με φυτό
plant	WP = χωρίς φυτό
herb	Z = ζιζανιοκτονο
herb	XZ = χωρίς ζιζανιοκτόνο
param	καταμέτρηση πληθυσμού

Στατιστική σημαντική αλληλεπίδραση υπάρχει για κάθε δειγματοληψία όπου $p < 0,05$.

LSD test; variable PARAM

(new.sta)

Probabilities for Post Hoc Tests

INTERACTION: 1 x 2

x 3

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	1050,500	207,5000	1187,500	1135,000	1378,500	405,0000	903,5000	1816,500
A P Z								
{1}		0,000021	0,189600	0,402376	0,008926	0,000144	0,162558	0,000043
A P XZ								
{2}	0,000021		0,000007	0,000011	0,000002	0,072608	0,000085	0,000000
A WP Z								
{3}	0,189600	0,000007		0,597756	0,080689	0,000037	0,017823	0,000173
A WP XZ								
{4}	0,402376	0,000011	0,597756		0,034283	0,000061	0,041693	0,000099
B P Z								
{5}	0,008926	0,000002	0,080689	0,034283		0,000007	0,001093	0,001794
B P XZ								
{6}	0,000144	0,072608	0,000037	0,000061	0,000007		0,000806	0,000000
B WP Z								
{7}	0,162558	0,000085	0,017823	0,041693	0,001093	0,000806		0,000012

{7}							
B	WP	XZ					
{8}			0,000043	0,000000	0,000173	0,000099	0,001794
						0,000000	0,000012

Στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση υπάρχει για κάθε δειγματοληψία όπου $p < 0,05$

Τα υλικά που χρησιμοποιούμε για τη δειγματοληψία είναι τα εξής:

- 1.Μικρο φτυάρι
- 2.Ειδικοί σωληνωτοί δειγματολήπτες
- 3.Πλαστικοί σάκοι
- 4.Ετικετες
- 5.Μολυβι Faber
- 6.Σπαγγος ή λαστιχάκια πρόσδεσης

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΝΗΜΑΤΟΔΩΝ ΕΙΝΑΙ Η ΕΞΗΣ:

Ρίχνουμε το δείγμα χόματος σε ένα δοχείο με νερό το ανακατεύουμε καλά και το αφήνουμε για περίπου 40' έτσι ώστε να κατακαθίσουν τα αδρανή υλικά. Στη συνέχεια ρίχνουμε το αιώρημα σε κόσκινα διαφόρων μεγεθών. Στη συνέχεια το χόμα με τους νηματώδεις ρίπτεται σε πορώδες χαρτί όπου από κάτω υπάρχει υάλινο χωνί 10-15 εκ διαμέτρου.

Στο σωληνωτό τμήμα του χωνιού τοποθετείται πλαστικός σωλήνας και στο τέλος του σωλήνα αυτού τοποθετούμε ειδικό σφιγκτήρα που κλείνει το σωλήνα υδατοστεγώς. Στο σωλήνα τοποθετούμε νερό μέχρι να καλυφθεί το χόμα.

Οι νηματώδεις θα καθιζάνουν στο κάτω μέρος του πλαστικού σωλήνα και συλλέγονται για εξέταση μετά από 24-36 ώρες. Με τη μέθοδο αυτή συλλέγονται μόνο οι κινούμενοι νηματώδεις και τα αποτελέσματα είναι πολύ καλά, της τάξεως 75-85%.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των καταμετρημένων νηματοδολογικών πληθυσμών, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, τόσο όσον αφορά στην παρουσία καλλιεργούμενων φυτών ή όχι, όσο και στο χειρισμό ή όχι των πειραματικών τεμαχίων με ζιζανιοκτόνα.

Πιο συγκεκριμένα κατά την πρώτη δειγματοληψία, η οποία πραγματοποιήθηκε μεταξύ των δύο επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο κλίσεων (1 και 5%), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεμάχια με ή χωρίς ζιζανιοκτόνο ή/και με ή χωρίς καλλιεργούμενα φυτά. Ωστόσο, δεν μπορεί να εξαχθεί κανένα καθολικό συμπέρασμα για το αν η παρουσία ή όχι καλλιεργούμενων φυτών ή η επέμβαση με ζιζανιοκτόνα επιδρά στους πληθυσμούς των νηματωδών του εδάφους. Το γεγονός αυτό θεωρείται λογικό, καθώς απαιτείται πάροδος ενός εύλογου χρονικού διαστήματος – τουλάχιστον ίσου με τη διάρκεια ενός βιολογικού κύκλου των νηματωδών, ώστε αυτές οι διαφορές να αντικατοπτρίζονται στους πληθυσμούς των νηματωδών. Αξίζει επιπλέον να σημειωθεί ότι κατά την 1η δειγματοληψία, οι διαφορές ή οι ομοιότητες που παρατηρούνται στις επεμβάσεις με ή χωρίς ζιζανιοκτόνα, αν οφείλονται στη δράση των ζιζανιοκτόνων, θα οφείλονται εξ ολοκλήρου στην εφαρμογή του σκευάσματος oxyfluorfen.

Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, παρατηρούνται περισσότερες διαφορές μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων. Αναλυτικότερα, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές και μεταξύ των δύο κλίσεων του εδάφους, και μεταξύ των τεμαχίων με φυτά ή χωρίς και μεταξύ των τεμαχίων με ζιζανιοκτόνα ή χωρίς. Επίσης παρατηρούνται διαφορές και μεταξύ των διαφορετικών συνδυασμών των επεμβάσεων στα τεμάχια. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι οι διαφορετικοί χειρισμοί έχουν «επίπτωση» στους νηματοδολογικούς πληθυσμούς του εδάφους και συνάδει με την πάροδο ενός σημαντικού χρονικού διαστήματος, τόσο από την πρώτη εφαρμογή ζιζανιοκτόνου (4 μήνες), όσο και από τη δεύτερη (3 μήνες). Επίσης, έχει δοθεί αρκετός χρόνος για την ανάπτυξη των φυτών του ηλίανθου που κατά συνέπεια επηρεάζει σημαντικά την παρουσία φυτοπαρασιτικών νηματωδών στη ριζόσφαιρά τους, αλλά και την παρουσία άλλων κατηγοριών νηματωδών.

Πάντως είναι φανερό ότι η παραπάνω μελέτη δεν είναι επαρκής ώστε να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των ζιζανιοκτόνων στους νηματώδεις του εδάφους και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση που θα αφορά στις μεμονωμένες ομάδες των νηματωδών, καθώς πρόκειται για είδη με διαφορετικές διατροφικές συνήθειες που το καθένα εξαρτάται από τα υπόλοιπα αλλά και από άλλους παράγοντες του μικροπεριβάλλοντος στο οποίο ζει (παρουσία φυτών, φυτικό είδος, στάδιο ανάπτυξης, παρουσία άλλων ειδών – ανταγωνιστικών ή εχθρών, παρουσία τοξικών παραγόντων κ.α.).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Bosher, J.E. and McKeen, W.E. 1954. Lyophilisation and low temperature studies with the bulb and stem nematodes *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1858) Filipjev. Proc. Helminth. Soc. Wash. 21,113-117.
- Bunt, J.A. 1975. Effect and mode of action of some systemic nematicides. Communications Agrc. Univ. Wageningen. The Netherlands. 127 pp.
- Chitwood, B.G. 1957. The English Word «Nema». Revised. Systemic Zoology, 6, 184-186.
- Dao F., Oostenbrink, M. and Viets, H.A. 1970. A list of nematode surveys made for agricultural purposes. Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst Wageningen. S. Ser. No 415, 84 pp.
- Fielding, M.J. 1951. Proc. Helminth. Soc. Wash. 18, 110-112.
- Hirschmann, H. 1960. Gross morphology of nematodes. In: Nematology. (Eds) Sasser, J.N. and Jenkins, W.R. California Univ. Press Chapel Hill. pp. 125-129.
- Leukel, R.W. 1957. Nematode diseases of wheat and rye. Farm's Bull. USDA Agric. No 607, 16 pp.
- Mai. 1971. Introduction In: Plant parasitic nematodes (Eds): Zuckerman, B.M., Mai, W.F. and Rohde, R.A. Academic Press. New York and London Vol. 1, 1-8.
- Pitcher, R.S. 1965. Interrelationships of nematodes and other pathogens of plant. Helminth. Abst. 34, 1-17.
- Powel, N.T. 1971. Interaction of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. In: Plant parasitic nematodes (eds): Zuckerman, B.M., Mai, W.F. and Rohde, R.A. Academic Press. New York and London. Vol. II, 119-135.
- Suit, R.F. and Du Charme, E.P. 1957. Spreading decline of citrus. State plant board of Florida (Ed. Ayers) Plant Comm. Gainesville, Florida. VII Bull. II, 24 pp.
- Thorne, G. 1961. Principles of Nematology, New York, McGraw-Hill Book Co. 553 pp.
- Triantaphylloy, A.C. 1960. Sex Determination in *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 and intersexuality in *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N. S.3, 12-31.

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

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Κύρου, Ν.Χ. 1976. Βιολογικές παρατηρήσεις επί του *Heterodera avenae* Woll. 1924.
Επί καλλιέργειας σίτου εις την Κεντρική Μακεδονία. Χρον. Μπενακείου
Φυτοπαθ. Ινστ. Ν.Σ. 11, 187-192.

Πολυχρονόπουλος Α.Γ. 1970. Οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις σκόληκες. Το
πρόβλημα και η οικονομική σημασία αυτού. Γεωπονικά Τ. 188-189,93-96.