

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΤΑ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΑ ΓΕΝΗ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΙΚΩΝ
ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ»**



ΠΕΤΥΧΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΠΑΠΑΔΑΚΗ- ΜΠΟΥΡΝΑΖΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2008

Αφιερωμένο στην αγαπημένη
μου μητέρα

Εισαγωγή

Οι νηματώδεις είναι σκωληκόμορφοι οργανισμοί με σώμα χωρίς δακτύλιους, λεπτό σαν νήμα και με αμφίπλευρη συμμετρία, γι' αυτό και ονομάζονται νηματώδεις.

Δε διαθέτουν όργανα μετακίνησης, γι' αυτό η διασπορά τους, πραγματοποιείται μέσω της επαφής των προσβλημένων φυτών με τα υγιή και μέσω του λεπτού στρώματος του νερού, που περιβάλλει τα εδαφικά σωματίδια.

Οι νηματώδεις, οι οποίοι είναι σε θέση να προσβάλουν αρκετά είδη φυτών ακόμη και ταξινομικά πολύ μακριά μεταξύ τους, όντως απαντώνται κυρίως στο χώρο της ρίζας του φυτού ή ακόμη και εντός του εδάφους. Απαντώνται σχεδόν αποκλειστικά στα ελαφρά εδάφη (αμμοπηλώδη), στο θερμοκήπιο ή και στο χωράφι.

Υπάρχουν είδη νηματωδών σκωλήκων που προσβάλλουν τα ζώα (παράσιτα ζώων), ενώ άλλα είναι σαπροφάγα ή προσβάλλουν μύκητες (μυκητοφάγοι νηματώδεις).

Στη Φυτοπροστασία μας ενδιαφέρουν μόνο τα είδη των νηματωδών που προσβάλλουν και προκαλούν ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά και λέγονται φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις. Οι νηματώδεις αυτής της κατηγορίας ζουν στο έδαφος (νηματώδεις εδάφους) και άλλοι μεν προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών, εισέρχονται στους εξωτερικούς τους ιστούς όπου και παραμένουν για ολόκληρο ή μέρος του βιολογικού τους κύκλου (ενδοπαρασιτικοί νηματώδεις). Άλλα είδη φυτοπαρασιτικών νηματωδών σκωλήκων παραμένουν στην εξωτερική επιφάνεια του ξενιστή φυτού και τρέφονται με το φυτικό χυμό που μυζούν με τα μυζητικά τους στοματικά τους μόρια. Γι' αυτό και χαρακτηρίζονται ως εκτοπαρασιτικοί νηματώδεις.

Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις: Οι νηματώδεις που προκαλούν ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά είναι λεπτά σκουλήκια που το μήκος τους δεν είναι μεγαλύτερο από δύο χιλιοστά του μέτρου (2mm).

Το σώμα τους περιβάλλεται από ένα καλυπτήριο την επιδερμίδα (cuticula) και κάτω από αυτό βρίσκεται ένα επιθηλιακό στρώμα κυττάρων, η υποδερμίδα, από την οποία προέρχεται η επιδερμίδα. Η υποδερμίδα κάθεται επάνω σε στρώμα λειών μυικών ιών με ατρακτοειδές σχήμα.

Οι νηματώδεις δεν έχουν κυκλοφορικό και αναπνευστικό σύστημα. Στο σώμα τους δεν διακρίνεται κεφάλι ή άλλα τμήματα. Κεφάλι θεωρείται το μπροστινό τμήμα του, όπου βρίσκεται το στόμα και η αρχή του πεπτικού σωλήνα (οισοφάγος). Ουρά θεωρείται η πίσω άκρη του σώματος.

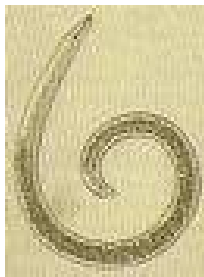
Οι νηματώδεις είναι συνήθως διαφανείς κάτω από το στερεοσκόπιο. Μερικές φορές όμως παρουσιάζονται υπόλευκοι ή υποκίτρινοι λόγω της τροφής που περιέχεται στον εντερικό τους σωλήνα.

Μέσα στο είδος υπάρχουν αρσενικά και θηλυκά άτομα. Τα αρσενικά είναι συνήθως μικρότερα από τα θηλυκά, φέρουν συζευκτικές άκανθες και ουραία πτερύγια. Το θηλυκό δεν έχει ουραία πτερύγια. Παρατηρείται σ' αυτό γεννητικό άνοιγμα (vulva).

Ο βιολογικός κύκλος στους περισσότερους βλαπτικούς για τη γεωργία νηματώδη, είναι απλός. Το θηλυκό γεννάει αυγά από τα οποία, ύστερα από ένα χρονικό διάστημα εκκολάψεως, βγαίνουν τα μικρά σκουλήκια. Αυτά έχουν τελείως αναπτυγμένα τα οργανικά τους συστήματα, εκτός από το γεννητικό, γι' αυτό και λέγονται νύμφες. Οι νύμφες μοιάζουν μορφολογικά με τα τέλεια άτομα. Κατά την ανάπτυξη τους, οι νύμφες υφίστανται τέσσερις εκδύσεις. Στην 4^η έκδυση εξέρχεται το ενήλικο άτομο. Οι κύριες μεταβολές που παρατηρούνται κατά τα νυμφικά στάδια, δηλαδή το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο εκδύσεων, είναι η τελειοποίηση του γεννητικού τους συστήματος και η αύξηση των διαστάσεων τους. Στο γένος *Meloidogyne* τα θηλυκά άτομα, στο στάδιο της ενηλικίωσης, αποκτούν λεμονοειδές ή απιδιόμορφο σχήμα. Τα αρσενικά όμως παραμένουν σκωληκόμορφα. Σε πολλά είδη η αναλογία μεταξύ αρσενικών και θηλυκών είναι η ίδια. Σε άλλα, τα αρσενικά είναι σπάνια ή λείπουν παντελώς. Στις τελευταίες περιπτώσεις ο πολλαπλασιασμός γίνεται παρθενογενετικά ή ερμαφρόδιτα. Παρακάτω θα περιγραφούν τα σπουδαιότερα γένη που ενδιαφέρουν την ελληνική γεωργία γιατί προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του Γένους *Tylenchus*

Το γένος *Tylenchus* περιλαμβάνει και στα δύο φύλα νηματώδεις σκωληκόμορφους μήκους 1mm ή μικρότερους. Επιδερμίδα λεπτή με δακτυλίους. Περιοχή χειλέων ραβδωτή δίχως αποσκληρυμένο κεφαλικό σκελετό. Στιλέτο καλά ανεπτυγμένο περίπου 12-14μm με ευκρινείς βασικές διογκώσεις. Μεσαίος οισοφαγικός βολβός ωοειδής ή ατρακτοειδής μετά ή δίχως διαθλώμενη βαλβίδα. Ισθμός λεπτός μακρύς που καταλήγει σε απιοειδή τελικό βολβό με 3 ευρείς πυρήνες. Γεννητικό άνοιγμα αρκετά πίσω από το μέσο του σώματος. Γεννητικός βραχείων ένας με εμπρόσθια κατεύθυνση (πρόδελφος). Οπίσθιος (μεταιδοιακός) σάκος μήτρας κοντός με στοιχειώδη ανάπτυξη. Ωοκύτες με σπερματοθήκη συνήθως σε μια μόνο σειρά. Φασμίδια γενικά δεν είναι ορατά. Άνοιγμα αμφιδίων σαν πόροι στη χειλική περιοχή (συνήθως στο περιθώριο ή στη βάση του πλαγίου χείλους). Deirids ευδιάκριτοι στο ύψος του εκφορητικού πόρου. Καρδιά ευδιάκριτη. Πλάγιες επιδερμικές περιοχές με 2-4 γραμμώσεις. Ουρές πολύ επιμήκεις, κωνικές έως νηματοειδείς, συχνά με κοιλιακή κύρτωση ή με αγκιστροειδές ακραίο τμήμα. Βύρσα κοντή χωρίς να καλύπτει το ακραίο τμήμα της ουράς (leptoderan), ενίοτε υποτυπώδης.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Tylenchus* spp., του σφαινδάμου, της μηδικής και του ρυζιού.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ένα τυπικό είδος, που ανήκει στο γένος *Tylenchus*, είναι το *Tylenchus davaini*. Είδη του γένους *Tylenchus*, αποτελούν συχνά τις πιο πολυπληθείς ομάδες μεταξύ των νηματωδών, που βρίσκονται στο έδαφος της ριζόσφαιρας πολλών φυτικών ειδών. Παρασιτισμός, αναπαραγωγή και αναβίωση έχει παρατηρηθεί σε ορισμένα φυτικά είδη (σφαίνδαμο, μηδική, ρύζι). Ο παρασιτισμός στα λεπτά ριζίδια ή σε μυκήλια μυκήτων πιθανολογείται από το κοντό και δυνατό στίλέτο.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Είδη του γένους *Tylenchus* αναγνωρίζονται από την πολύ μακριά, λεπτή νηματοειδή και μυτερή ουρά, την μη επικάλυψη του εντέρου από τους αδένες του οισοφάγου, το λεπτό καλοσχηματισμένο στίλέτο. Τα είδη αυτού του γένους συγγενεύουν στενά με το γένος *Psilenchus*. Νηματώδεις του γένους *Tylenchus* από φύλλα φυταρίων σίκαλης αναβίωσαν μετά μια περίοδο νάρκης 39 ετών.



Εικόνα2: Προσβολή της ρίζας στο ρύζι, από τον νηματώδη του γένους *Tylenchus* spp.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Tetylenchus*

Ένα τυπικό είδος, που ανήκει στο γένος *Tetylenchus*, είναι το *Tetylenchus tenuis*. Το *Tetylenchus* μοιάζει με το *Tylenchoghynchus*, από το οποίο διαφέρει για τη οξύτερη ουρά, τα 4 χείλη, την δισκοειδή καρδιά, την απουσία απεσκληρωμένης χειλικής περιοχής και την θέση των αμφιδίων. Το είδος αυτό έχει βρεθεί σε ρίζες είδος βατόμουρου (*Vaccinium macrocarpon*). Και τα δύο γένη βρέθηκαν στο έδαφος

γύρω από τις ρίζες σε καλλιέργειες σπανακιού και φράουλας σε περιοχές Βασιλικών, Κατερίνης Κ. Μακεδονίας.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Anguina*

Στο γένος αυτό, περιλαμβάνονται νηματώδεις σκωληκόμορφοι και στα δύο φύλα. Το θηλυκό είναι εύρωστο, παχύσαρκο, μήκους 1,5-5mm, με σπειροειδή κοιλιακή κύρτωση όταν αδρανεύει από θερμική επίδραση. Χειλική περιοχή σε όλα τα στάδια, χαμηλή επίπεδη με κεφαλικό σκελετό αδύνατο και με αδύνατο στιλέτο περίπου 10μm. Επιδερμίδα με πολύ λεπτούς, δύσκολα διακρινόμενους δακτυλίους. Πλάγια επιδερμική περιοχή, σαν ομαλές ταινίες ή σαν δέσμες που φέρουν 4 ή περισσότερες λεπτές γραμμώσεις. Deirids και φασμίδια δεν παρατηρούνται. Ανοίγματα αμφιδίων, λεπτές σχισμές στα πλάγια χείλη. Γεννητικό άνοιγμα σε οπίσθια θέση στο οπίσθιο 1/5 του σώματος. Μεσαίος βολβός του οισοφάγου με ευδιάκριτη βαλβίδα. Βασικός βολβός, ανώμαλος διογκωμένος, επικαθήμενος στο έντερο. Ένας γεννητικός βραχίονας πρόδελφος με ωοκύτες σε πολλαπλές σειρές, σε αξονική διάταξη με 1, 2 ή περισσότερες πρόσθιες αναδιπλώσεις. Ο οπίσθιος γεννητικός βραχίων, απλός σάκος και ουρά κοντή κωνική. Το αρσενικό είναι κοντότερο και λεπτότερο 1,1-2mm, με στιλέτο περίπου 9-10 μm. Σώμα ευθύγραμμο ή ελαφρώς κεκαμμένο όταν αδρανοποιείται από θερμική επίδραση. Όρχις σε ευθεία διάταξη αναδιπλούμενος όπως στο θηλυκό με σπερματοκύτες σε αξονική σειρά, που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της σωματικής κοιλότητας. Ουρά μακρύτερη όσο το διπλάσιο του εύρους του σώματος στην περιοχή της έδρας. Κέντρα προεξέχοντα με κάμψη. Βύρσα με σχεδόν ή ολοκληρωτική κάλυψη της ουράς.



Εικόνα1: «Νηματώδης του σίτου» από το είδος *Anguina tritici*.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

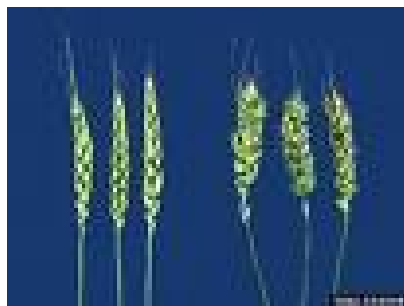
Τα ανεπτυγμένα βρίσκονται μόνο στο στέλεχος του φυτού ή στις κηκίδες των ανθοφόρων μερών. Οι νύμφες βρίσκονται στο έδαφος, στους φυσικούς ιστούς και σε κηκίδες, αναλόγως του βιολογικού τους σταδίου.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γένος *Anguina*, διακρίνεται από τα στενά συγγενικό του είδος *Ditylenchus* από τη βύρσα που καλύπτει όλη την ουρά (Peloderan), από τις πολλαπλές σειρές ωοκυττών και σπερματοκύτων περίπου σε αξονική διάταξη, από τα εύρωστα συγχωνευμένα κέντρα και από το παχύσαρκο σχεδόν ακινητοποιημένο σώμα του θηλυκού. Το γένος αυτό, περιλαμβάνει γύρω στα 19 είδη, μεταξύ των οποίων μέγιστο ενδιαφέρον, παρουσιάζουν τα είδη *Anguina tritici* και *Anguina agrostis*.



Εικόνα2: Προσβολή σπόρων στο σιτάρι από τον νηματώδη του γένους *Anguina* spp., στα δεξιά και οι υγιείς στα αριστερά.



Εικόνα3: Φυτά σιταριού υγιή (αριστερά) και μη υγιή (δεξιά) από τον νηματώδη του είδους *Anguina tritici*.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Το *Anguina tritici* είναι γνωστό σαν «νηματώδης του σίτου» και είναι ο πρώτος φυτοπαρασιτικός νηματώδης που ανακαλύφθηκε από τον Neederman το 1973. Το *Anguina tritici* βρίσκεται στο έδαφος μέσα σε κηκίδες «κηκιδόκοκκοι» σίτου με χρώμα καστανομελανό έως καστανόμαυρο. Οι κηκιδόκοκκοι μπορούν να περιέχουν αρκετές χιλιάδες νύμφες 2^{ου} σταδίου σε κατάσταση ηρεμίας. Με τη διαβροχή του εδάφους και την ανύψωση της θερμοκρασίας, οι κηκιδόκοκκοι μαλακώνουν και οι νύμφες δραστηριοποιούνται, κινούμενες προς όλες τις κατευθύνσεις προς αναζήτηση φυτού-ξενιστή. Ένα μεγάλο ποσοστό μέχρι και 96% από την απελευθερωμένη μάζα των νυμφών χάνεται. Στο σιτάρι, οι νεαρές νύμφες 2^{ου} σταδίου με μήκος κυμαινόμενο από 0,8-1,0 mm ή 0,79-0,75 μm με στυλέτο 10μm, αρχικά εισβάλλουν στους κολεούς των φύλλων, με αποτέλεσμα να προκαλούνται τα ιδιαίτερα συμπτώματα που χαρακτηρίζουν την προσβολή. Τα φυτά παύουν να αναπτύσσονται κανονικά και εμφανίζουν νανισμό. Τα φύλλα, ιδιαιτέρως τα πρώτα συστρέφονται, κατασρώνουν και μερικές φορές μένουν μέσα στους κοντούς κολεούς, χωρίς να αναπτύσσονται, με αποτέλεσμα να προκαλούνται κάμψεις ή αναδιπλώσεις. Έντονες προσβολές ιδίως κατά την νεαρά ηλικία των φυταρίων, μπορούν να προκαλέσουν την ολοσχερή καταστροφή τους. Καθ'όλο αυτό το διάστημα, οι νύμφες ζουν εκτοπαρασιτικά. Ενώ κατά διαστήματα μικρός αριθμός νυμφών, εισβάλλει στους στήμονες ή συνηθέστερα στα κύτταρα των φύλλων, προκαλώντας μικρά εξογκώματα μέσα στα οποία εξελίσσονται τα ακμαία.

Καθώς τα νεαρά φυτάρια-ξενιστές αναπτύσσονται, οι νύμφες που συγκεντρώνονται στα αναπτυσσόμενα άκρα, μεταφέρονται τελικά στους στάχεις, εισβάλλοντας στις ανθοταξίες. Όταν αναπτυχθούν οι στήμονες και τα έμβρυα των σπόρων σχηματισθούν (ευρυόσακκοι- embryo seeds) πολλοί νηματώδεις των δύο φύλων εισβάλλουν στον κάθε σπόρο και αρχίζουν να τρέφονται. Έτσι συμπληρώνουν την 4^η έκδυση και γρήγορα γίνονται ακμαία, θηλυκά, αρσενικά και ώριμα πλέον σεξουαλικά, αναπαράγονται. Κάθε θηλυκό γεννά εκατοντάδες έως και 2.000 αυγά από τα οποία γρήγορα εκκολάπτονται νύμφες 1^{ου} σταδίου, οι οποίες μετά από μια έκδυση περνούν στο 2^ο στάδιο. Σ'αυτό το στάδιο θα παραμείνουν έως ότου απελευθερωθούν από τους κηκιδόκοκκους, οι οποίοι σχηματίστηκαν κατά την αντίδραση του ιστού των σπόρων στις παραγόμενες από τους σιελογόνους αδένες ουσίες των νηματωδών. Τα αρσενικά και θηλυκά μετά τη σύζευξη τους πεθαίνουν,

κλείνοντας τον βιολογικό τους κύκλο. Δεδομένου ότι κάθε κηκιδόσπορος περιέχει μέχρι και 440 ή και περισσότερα ακμαία από κάθε φύλο, ο αριθμός των ωών μπορεί να υπερβεί τις 30.000. Αυτό εξαρτάται από το βάρος και το μέγεθος των κηκιδών που κυμαίνεται από 2,5-9,2 mg. Οι νύμφες 1^{ου} σταδίου που γρήγορα περνούν στο 2^ο στάδιο έχουν μήκος 0,5-0,6 mm. Έτσι κατά τον θερισμό, οι κηκιδόκοκκοι περιέχουν μόνον νύμφες 2^{ου} σταδίου που είναι πολύ ανθεκτικές στην ξηρασία. Σ' αυτό το στάδιο, ο νηματώδης αυτός σε ξηρό και δροσερό περιβάλλον, μπορεί να επιβιώσει για 24 ή και περισσότερα χρόνια και να αναβιώσει, όταν οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές.

ΞΕΝΙΣΤΕΣ- ΔΙΑΔΟΣΗ

Το είδος αυτό είναι υποχρεωτικό παράσιτο των υπέργειων μερών του σιταριού. Επίσης προσβάλλει τη σίκαλη και άλλα είδη *Triticum*. Το κριθάρι και η βρώμη θεωρούνται ανθεκτικά, δεν έχουν παρατηρηθεί κηκίδες στο κριθάρι, η βρώμη μπορεί να προσβληθεί από νύμφες 2^{ου} σταδίου με σοβαρές παραμορφώσεις των νεαρών φυταρίων χωρίς ποτέ να παρατηρηθούν κηκίδες. Ο νηματώδης αυτός έχει μεγάλη διάδοση σ' όλες τις σιτοπαραγωγικές περιοχές των 5 Ηπείρων. Στην Ελλάδα σε ορισμένες περιοχές της Κ. Δ. Μακεδονίας έχει προκαλέσει κατά το παρελθόν ζημιές μέχρι και 40%. Σήμερα με την βελτιωμένη τεχνική καθαρισμού του σπόρου το πρόβλημα απασχολεί τις υποανάπτυκτες χώρες της Μ. Ανατολής.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Χρήση μηχανικών διαλογέων για την απομάκρυνση των κηκιδόσπορων.
2. Αποφυγή καλλιέργειας σιταριού και σίκαλης σε μολυσμένους αγρούς. Σε συνθήκες υγρασίας, που επικρατούν τον χειμώνα δίχως φυτά-ξενιστές ο αγρός μπορεί μέσα σε ένα χρόνο να απαλλαγεί από το παράσιτο.
3. Εμβαπτίση των σπόρων σε διάλυμα μαγειρικού άλατος 20%, που ακολουθεί καλό ξέπλυμα και στέγνωμα ή σε νερό θερμοκρασίας 54°C για 10 λεπτά, αφού προηγηθεί διαβροχή των σπόρων για 4-6 ώρες με νερό θερμοκρασίας δωματίου, αποτελούν μεθόδους χρονοβόρες και όχι πρακτικές, όταν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες σπόρου.
4. Καθαρισμός των κόσκινων των θεριζοαλωνιστικών μηχανών, όταν αυτές προέρχονται από ύποπτες για μόλυνση περιοχές, πράγμα που υποβοηθεί και τον περιορισμό των ζιζανίων.

5. Αποφυγή διατροφής των ζώων με μολυσμένους σπόρους για την αποφυγή μετάδοσης του παράσιτου μέσω των κοπράνων.

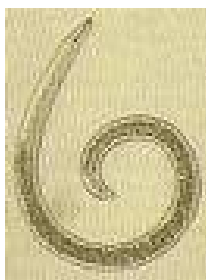
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Ditylenchus*

Το γένος *Didylenchus* συγγενεύει με τα γένη *Tylenchulus* και *Anguina* σε βαθμό που να δημιουργείται μια σύγχυση ως προς την τελική κατάταξη των ειδών.

Τα τρία γένη χαρακτηρίζονται από μια κοινή ιδιότητα την «αναβίωση». Ορισμένα στάδια επιβιώνουν σε συνθήκες ξηρασίας για πολλά χρόνια, δραστηριοποιούμενα εκ νέου όταν οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές. Αυτή η ιδιότητα μεταξύ των φυτοπαράσιτων νηματώδων δεν παρατηρείται πουθενά σε τέτοια κλίμακα. Το *D. dispaci* είναι νηματώδης των εύκρατων περιοχών, παρασιτεί μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών που ανήκουν σε διάφορες βοτανικές οικογένειες. Το είδος αυτό εμφανίζει πολλές βιολογικές φυλές, μορφολογικά δυσδιάκριτες, μερικές από τις οποίες μπορούν να προσβάλλουν μια μεγάλη ποικιλία φυτών ενώ άλλες είναι πιο ειδικευμένες στην επιλογή των ξενιστών τους. Μερικές φορές ορισμένοι ξενιστές επικαλύπτονται από 2 ή περισσότερες φυλές. Οι ξενιστές των διαφόρων φυλών είναι δύσκολο να καθοριστούν σταθερά και μερικές φυλές φαίνεται να μπορούν να προσαρμόζονται σε νέους ξενιστές. Από τα κηπευτικά, τα κρεμμύδια προσβάλλονται περισσότερο και σε μεγάλη κλίμακα. Μέχρι το 1945 ο νηματώδης των γεώμηλων θεωρούνταν μια βιολογική μορφή του *D. dispaci*. Αργότερα, με βάση ορισμένες χαρακτηριστικές μορφολογικές και βιολογικές διαφορές αποδείχθηκε νέο είδος, το *D. destructor*. Το είδος αυτό δεν έχει ανθεκτικό στάδιο, ούτε σχηματίζει τις χαρακτηριστικές συγκεντρώσεις του *D. dispaci* που αποκαλούνται «σκωληκόμαλλο» (eelworm wool). Γεγονός είναι ότι αντέχει στην ξηρασία αλλά επιβιώνει σε έδαφος με εναλλασσόμενους ξενιστές από ζιζάνια και μύκητες και μπορεί να διαχειμάσει με μορφή ωού.

Το γένος *Ditylenchus* περιλαμβάνει νηματώδεις λεπτόσωμους σχεδόν ευθύγραμμους ή με ελαφρά κύρτωση όταν νεκρώνονται με θερμική επίδραση. Χειλική περιοχή χαμηλή, επίπεδη και προεξέχουσα χωρίς εμφανείς δακτυλίους. Κεφαλικός σκελετός ασθενής. Στιλέτο αδύνατο γύρω στα 10 μm με μικρές βασικές διογκώσεις. Deirids πολύ μικρά, συνήθως ορατά, φασμίδια σπάνια ορατά. Πλάγια

επιδερμική περιοχή με 4 ή περισσότερες γραμμώσεις. Γεννητικό άνοιγμα περίπου στα 2/3 του μήκους του σώματος. Ένας γεννητικός βραχίων πρόδελφος με ευθεία διάταξη και με ωοκύτες σε μονή ή ενίοτε σε διπλή σειρά. Υπάρχει υποτυπώδης μεταϊδιοιακός βραχίων μήτρας (ψευδομήτρα). Ουρά κωνική με ελαφριά κύρτωση οξύληκτη ή με ελαφρώς στρογγυλεμένο άκρο, μήκους 4-7x του σωματικού εύρους στην περιοχή της έδρας. Deirids μικροί συνήθως δυσδιάκριτοι. Φασμίδια ακαθόριστα συχνά μη ορατά. Ουρά αρσενικών όμοια των θηλυκών με βύρσα που καλύπτουν την ουρά. Κέντρα αρκετά αδύνατα.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Ditylenchus* spp., της πατάτας, των αγροστοδών, των ανθοκομικών ειδών και άλλων φυτών.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μεταναστευτικά υποχρεωτικά ενδοπαράσιτα με διαπιστωμένη παθογένεια περιλαμβάνει γύρω στα 82 είδη, μεταξύ των σπουδαιότερων είναι τα *D.dispaci*, *D.destructor*.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το *D. dispaci* χαρακτηρίζεται από το λεπτό και διαφανές σώμα μετρίου μεγέθους και στα δύο φύλα. Χειλική περιοχή χαμηλή χωρίς δακτυλίους, ελαφρώς πεπλατυσμένη μόλις εξέχουσα από το σώμα. Κεφαλικός σκελετός μετρίας ανάπτυξης. Στιλέτο μικρό 10-12 μm (*D. destructor* 10-14 μm) με βασικές διογκώσεις καλά ανεπτυγμένες. Επιδερμίδα λεπτή με εγκάρσιες ραβδώσεις. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις (*D. destructor* με 6). Μεσαίος οισοφαγικός βολβός ατρακτοειδής με διαθλόμενες σκληρύνσεις. Deirids πολύ μικροί αλλά ευδιάκριτοι. Φασμίδια σπανίως ορατά από νωτιαία ή κοιλιακή θέση. Τελικό τμήμα του οισοφάγου ευκρινής βολβός που ακουμπά στο άκρο του εντέρου ή το επικαλύπτει μερικώς.

Γεννητικός βραχίων ένας εκτεινόμενος εμπρόςθια του γεννητικού ανοίγματος (πρόδελφος) με ωοκύτες σε μια ή δύο ραχιαίες σειρές που ενίοτε εγγίζονται την οισοφαγική περιοχή. Υπάρχει υποτυπώδης μεταϊδιοακός σάκος μήτρας (ψευδομήτρα) που εκτείνεται μέχρι την μισή απόσταση έως την έδρα. Γεννητικό άνοιγμα ελαφρώς διογκωμένο στο 75- 80% του μήκους του σώματος από την κεφαλή. Ουρές θηλυκών και αρσενικών κωνοειδείς επιμήκεις με μυτερό άκρο (στρογγυλεμένο στο *D. destructor*). Αρσενικά με βύρσα που καλύπτει τα 2/3 της ουράς και καταλήγει λίγο πριν την άκρη της, που γίνεται όπως τα θηλυκά απότομα μυτερή. Κέντρα από απολύτως πλάγια όψη εμφανίζουν αποσκληρωμένο υπόδειγμα που χαρακτηρίζει απλώς και μόνο το είδος.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

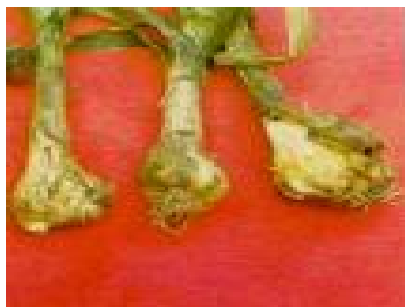
Το *Ditylenchus dispaci* γνωστό ως ο νηματώδης του στελέχους και του βολβού (stem and bulb eelworm) τρέφεται από τα παρεγχυματικά κύτταρα των στελεχών και βολβών καθώς και από τα φύλλα και άνθη. Το *D. destructor*, ο νηματώδης της σήψης των γεώμηλων (potato rot nematode) είναι περισσότερο διαδεδομένο ως παράσιτο των κονδύλων των γεώμηλων και των βολβών της ίριδας. Οι εκκολαπτόμενες νύμφες 2^{ου} σταδίου του *D. dispaci* που έχουν μήκος 0.3mm, γρήγορα περνούν δια μέσου της 2^{ης} και της 3^{ης} έκδυσης, οπότε στο μέσο του σώματος φαίνονται οι γεννητικές καταβολές (premordia). Στο στάδιο αυτό γνωστό ως «προ του ακμαίου παθογόνο στάδιο» το παράσιτο έχει μια αξιοσημείωτη ικανότητα να αντιστέκεται σε δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, ξηρασία, παγετό για μεγάλο χρονικό διάστημα αναμένοντας τον ερχομό ευνοϊκών συνθηκών για την ανάπτυξη του φυτού-ξενιστή. Στη διάρκεια αυτή της προ του ακμαίου περιόδου το παράσιτο παραμένει σε αδράνεια σε υπολείμματα ξηραμένων φυτικών ιστών, φύλλων, στελεχών, σπόρων και στο έδαφος. Αυτές οι συγκεντρώσεις των μη ανεπτυγμένων (ακμαίων) νηματωδών στη βάση των αποξηραμένων βολβών σχηματίζουν μια ορατή μάζα «σκωληκόμαλλου». Στον αγρό οι νηματώδεις κάτω από ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας δραστηριοποιούνται και αφού διαπεράσουν το φυτό-ξενιστή περνούν δια μέσου της 4^{ης} τελικής έκδυσης εξελισσόμενοι σε ακμαία θηλυκά ή αρσενικά. Το *D. dispaci* διεισδύει δια μέσου των αναπνευστικών στοματίων του υπέργειου τμήματος ή απευθείας από τα επιδερμικά κύτταρα. Η μετακίνηση των νηματωδών στα υπέργεια μέρη προϋποθέτει την ύπαρξη λεπτής υδατινής μεμβράνης από την βροχή, δρόσο ή ομίχλη, αλλιώς είναι αδύνατη η μετακίνηση τους από το έδαφος στις επιθυμητές θέσεις παρασιτισμού, όπως νέα φύλλα, βλαστοί. Στο 4^ο

νυμφικό στάδιο ο νηματώδης αυτός μπορεί να επιβιώσει σε ξηρό περιβάλλον μέχρι και 23 χρόνια ενώ σε υγρό έδαφος παραμένει ζωντανός δίχως ξενιστή 1-2 χρόνια, αναλόγως του εδαφικού τύπου. Το είδος αυτό ευνοείται περισσότερο σε βαριά παρά σε αμμώδη εδάφη. Αναπαράγεται αμφιμικτικά και σε ευνοϊκές συνθήκες πολλαπλασιάζεται ταχύτατα. Στους προσβεβλημένους ιστούς των βολβών βρίσκονται ωά, νύμφες και ακμαία. Το θηλυκό γεννά γύρω στα 200-500 ωά, 8-10 ημερησίως. Στα μονοκοτυλήδονα οι φυτικοί ιστοί δεν περιορίζουν την μετακίνηση τους και οι νηματώδεις διαδίδονται από μόνοι τους δια μέσου των βολβών στελεχών και φύλλων. Το παράσιτο μπορεί να μεταναστεύσει στο έδαφος και να επιβιώσει όλο τον χειμώνα. Σε ξηρές συνθήκες παραμένει σε μικρές κηλίδες στα στελέχη και φύλλα για μακρύ χρονικό διάστημα και επαναδραστηριοποιείται σε υγρό περιβάλλον.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ-ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Τα συμπτώματα διαφέρουν αναλόγως του είδους των παρασίτων, των φυτών-ξενιστών, ποικιλίας και φυτικού τμήματος. Γενικά τα φυτά εμφανίζονται καχεκτικά, αποδιοργανωμένα, με συστροφές, βραχυγονατώσεις, με σπογγώδεις και αποχρωματισμένους ιστούς και με νεκρώσεις. Το είδος αυτό προσβάλλει γύρω στα 450 είδη, στις εύκρατες περιοχές μεταξύ των οποίων σπουδαιότερα είναι τα κρεμμύδια, τουλίπες, νάρκισσοι, υάκινθοι, σκόρδα, γεώμηλα, καρότα, ζαχαρότευτλα, πίσσα, είδη φασολιών, σπανάκι, τεύτλα, αγροστόδη, φράουλα, ανθοκομικά είδη. Επίσης σοβαρά προβλήματα προξενεί στη μηδική και μερικές φορές στον καπνό. Το *D.destructor*, χαρακτηρίζεται ως παράσιτο των υπόγειων φυτικών τμημάτων και ιδιαίτερα των κονδύλων των γεώμηλων στους ιστούς των οποίων εισέρχεται μέσω των φακιδίων της επιδερμίδας. Αρχικά προκαλεί μικρές λευκές αυλακώσεις κάτω από την επιφάνεια που γίνονται ορατές με την μετακίνηση της φλούδας. Οι κηλίδες αυτές εξελίσσονται σε μεγαλύτερες περιοχές με ανοιχτό χρώμα και ξηρό κοκκώδη ιστό κάτω από την φλούδα. Με την πάροδο του χρόνου ο ιστός ξηραίνεται, ο φλοιός σχίζεται, οι εσωτερικοί ιστοί μαυρίζουν και συχνά παρατηρούνται δευτερογενείς μολύνσεις από άλλα παθογόνα (μύκητες, βακτήρια, κ.λ.π). Τα ίδια συμπτώματα παρατηρούνται στους προσβεβλημένους κονδύλους της ντάλιας. Στην ίριδα και τουλίπα ή μόλυνση ξεκινά από την βάση και γρήγορα επεκτείνεται προς τα επάνω προκαλώντας στους γκρίζες έως και μαύρες νεκρώσεις. Το είδος αυτό παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως παράσιτο των κονδύλων των γεώμηλων και των βολβών της

ίριδας και ευκαιριακά των κονδύλων της τουλίπας, γλαδιόλων και ντάλιας. Επίσης προσβάλλει τα καρότα, ζαχαρότευτλα και είδη τριφυλλιού. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει και το *Ditylenchus myceliophagus* που τρέφεται από το μυκήλιο των μανιταριών περιορίζοντας την παραγωγή. Αυτά τα 3 είδη έχουν μια ευρεία διάδοση ανά τον κόσμο όπου καλλιεργούνται φυτά-ξενιστές.



Εικόνα2: Προσβολή των υπόγειων φυτικών τμημάτων του κρεμμυδιού από το είδος *Ditylenchus destructor*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Εμβάπτιση των βολβών (τουλίπες, υάκινθοι, νάρκισσοι, ίριδες) σε νερό θερμοκρασίας 48° C για 3 ώρες αφού προηγουμένως οι βολβοί υγρανθούν με νερό. Οι βολβοί μετά την εμβάπτιση στο θερμό νερό πρέπει να στεγνώσουν γρήγορα σε ρεύμα αέρος.
2. Αμειψισπορά 3ετής ή 4ετής αναλόγως του εδαφικού τύπου, των ζιζανίων ξενιστών και των βιολογικών ιδιοτήτων του παρασίτου. Πάντως η εφαρμογή αμειψισποράς είναι δύσκολη, λόγω του ότι αυτά τα είδη είναι πολυφάγα
3. Ανθεκτικές ποικιλίες. Αυτές απεδείχθησαν χρήσιμες για τοπικές εφαρμογές στην καταπολέμηση των παρασίτων στη μηδική, βρώμη και σίκαλη.
4. Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού.
5. Απολύμανση των προσβεβλημένων σπόρων κρεμμυδιών, μηδικής με υποκαπνισμό με βρωμιούχο μεθύλιο στις συνιστώμενες δόσεις και με περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία να μην υπερβαίνει το 12%.
6. Χρήση ορισμένων νηματοδοκτόνων εδάφους όπως καπνογόνα Telone, Dazomet (Basamid G), καρβαμιδικά κοκκώδη Oxamyl (Vydate G) ή οργανοφωσφορικά Fenamiphos.

7. Καλά αποτελέσματα σε προσβλημένους αγρούς έδωσαν το Basamid 10 G και το Aldicarb.
8. Καταστροφή των ζιζανίων που είναι ζενιστές του νηματώδη.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Belonolaimus*

Μέλη αυτού του γένους έχουν λεπτά κυλινδρικά σώματα. Μήκος αρσενικού λίγο μικρότερο από 2mm και θηλυκού μεγαλύτερο 2-3 mm. Περιοχή χειλέων (κεφαλή) αισθητά ξεχωρίζει από το σώμα και διαιρείται από βαθιές, νωτιαίες, πλάγιες και κοιλιακές αυλακώσεις σε 4 ευδιάκριτους λοβούς που καθένας τους έχει 5-10 δακτυλίους. Σε κάτωψη της κεφαλής (en face) υπάρχουν 6 ευκρινή χείλη. Ανοίγματα αμφιδίων κοντά στην εξωτερική περιφέρεια των πλαγίων χειλέων, (κοντά στην κεφαλική περίμετρο). Στιλέτα σε αμφοτέρα τα φύλα πολύ μακριά πάνω από 100 μm (100-160 μm) με ευδιάκριτους κόμβους στη βάση και με πολύ μακρύτερο κώνο από τη βάση. Σώμα με βαθείς δακτυλίους που εκτείνονται μέχρι και γύρω από το άκρο της ουράς του θηλυκού. Πλάγια επιδερμική περιοχή σε αμφοτέρα τα φύλα σημειώνεται με μια μόνο γραμμή ή ράβδωση. Οισοφάγος με κοντό διογκωμένο procoelus με περιελισσόμενο αγωγό, προεξέχοντα μεσαίο βολβό και μακρείς οισοφαγικούς αδένες που σχηματίζουν ένα λοβό που επικαλύπτει το εμπρόσθιο άκρο του εντέρου πλαγιοκοιλιακά. Γεννητικοί βραχίονες 2 σε ευθεία διάταξη, εκατέρωθεν του μέσου γεννητικού ανοίγματος με ευκρινή σπερματοθήκη. Deirids όχι πάντα ορατοί. Ουρά θηλυκού επιμήκης, κυλινδρική μήκους 3-6 φορές του εύρους του σώματος στην έδρα, με στρογγυλεμένο άκρο. Όρχις 1, επίσης δίχως αναδίπλωση. Κέντρα κυρτά με ανεπτυγμένο οδηγό. Ουραίες πτέρυγες (βύρσα) μεγάλες επιμηκυσμένες που καλύπτουν την επιμηκυσμένη κωνοειδή ουρά. Φασμίδια ευδιάκριτα μετά από την έδρα.



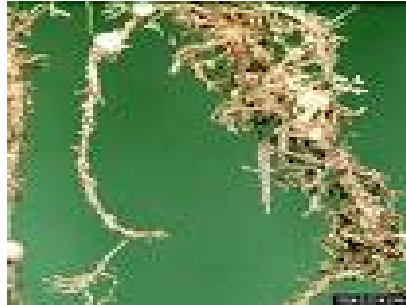
Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Belonolaimus* spp., του αραβόσιτου, του σέλινου, της φράουλας και άλλων φυτικών ειδών.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μεταναστευτικά εκτοπαράσιτα των ριζών. Προκαλώντας ζημιές σε μεγάλη ποικιλία ξενιστών, ιδιαίτερα σε χόρτα νομής σε ελαφρά αμμώδη εδάφη των Νοτιοανατολικών Πολιτειών της Αμερικής. Το γένος περιλαμβάνει γύρω στα 9 είδη, ένα από αυτά είναι το *Belonolaimus gracilis*.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Προσβάλλουν τα λεπτά ριζίδια σ'ολο τους το μήκος μέχρι σχεδόν το ακραίο τμήμα τους, προκαλώντας νεκρώσεις που μερικές φορές περιζώνουν το ριζίδιο που τελικά αποσπάται. Τα συμπτώματα στον αγρό είναι καθυστέρηση της ανάπτυξης του φυτού και μια γενική παρακμή του ριζικού συστήματος, χωρίς να προκαλεί κόμβους στις ρίζες. Σε μερικά φυτά όπως στο καλαμπόκι μπορεί οι κύριες ρίζες να καταλήγουν σε διευρύνσεις που προξενούνται από τον επαναλαμβανόμενο σχηματισμό και νέκρωση νέων ριζικών διακλαδώσεων. Ζημιές από είδη του νηματώδη με οικονομικό ενδιαφέρον έχουν διαπιστωθεί σε περιοχές της Αμερικής σε νεαρά φυτά αραβόσιτου, σέλινου, φράουλας. Επίσης ζημιές μικρότερης σημασίας διαπιστώθηκαν σε φασόλια, τεύτλα, κτηνοτροφικά τεύτλα, πιπεριές, λάχανο, κουνουπίδι, αντίδια, σιτηρά, βαμβάκι, αραχίδα, σόγια και σε φυτάρια πεύκης. Μεταξύ των φυτών που δεν αποτελούν κατάλληλους ξενιστές για το είδος *B.gracilis* και μπορεί να παρεμβληθεί σε ένα σύστημα αμειψισποράς είναι ο καπνός.



Εικόνα2: Προσβολή του ριζικού συστήματος του αραβόσιτου από τον νηματώδη *Belonolaimus* spp.(αριστερά).

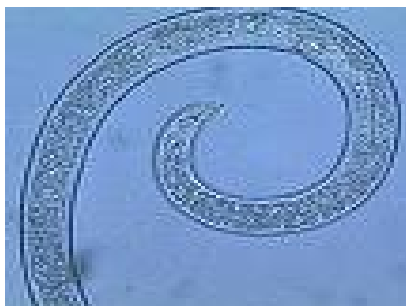
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Χρήση καπνογόνων σκευασμάτων ή καρβαμιδικών και οργανοφωσφορικών νηματοδοκτόνων. Το *B.longicaudatus*, διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη *Fusarium oxysporum f. sp. vasifectum* σε ευαίσθητες και ανθεκτικές ποικιλίες βαμβακιού. Το *B.gracilis* ξεχωρίζει από το *B. logicaudatus* από κοντότερη ουρά, μακρύτερο στίλετο (157 μm έναντι 100-140 μm) και σχετικά μεγαλύτερο εύρος.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Tylenchorhynchus*

Το γένος *Tylenchorhynchus* περιλαμβάνει σκωληκόμορφους νηματώδεις μήκους (0.8-1.5mm). Δεν εμφανίζει γενετήσιο διμορφισμό. Επιδερμίδα ασθενώς δακτυλιωμένη. Χειλική περιοχή προεξέχουσα από ελαφριά σύσφιγξη ή συνέχεια με την περίμετρο του σώματος. Κεφαλικός σκελετός με αδύνατη ή μέτρια ανάπτυξη. Deirids γενικά μη εμφανείς. Πλευρικές επιδερμικές γραμμώσεις 2-5. Φασμίδια ευδιάκριτα εντοπίζονται εύκολα κοντά στο μέσον της ουράς. Στίλετο συνήθως καλά αναπτυγμένο μήκους 15-30 μm με ευδιάκριτες ευρείες βασικές διογκώσεις. Οισοφαγικοί αδένες με καλά ανεπτυγμένο τελικό βολβό που ενώνεται με το έντερο με ευδιάκριτη καρδιά. Γεννητικό άνοιγμα κοντά στο μέσον του σώματος. Γεννητικοί βραχίονες 2 σε αντίθετη διάταξη (αμφίδελφοι). Ουρά θηλυκού μήκους περίπου 3x του σωματικού εύρους στην έδρα, κωνοειδής σχεδόν κυλινδρική συνήθως με αμβλύ στρογγυλεμένο άκρο. Ουρά αρσενικού κωνική με ελαφριά κύρτωση και με βύρσα

που καλύπτει το όλο μήκος της ουράς. Φασμίδια εκτεινόμενα εντός της βύρσας. Κέντρα και οδηγός τύπου *Tylenchoid*. Το γένος αυτό περιλαμβάνει 141.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Tylenchorhynchus* spp., των σιτηρών, της πατάτας, των ζαχαρότευτλων και άλλων φυτικών ειδών.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Εκτοπαράσιτα, ενίοτε ενδοπαράσιτα. Όλα τα στάδια του *T.dubius* από νύμφη 2^{ου} σταδίου μέχρι ακμαίο προσβάλλουν τα επιδερμικά κύτταρα των ριζιδίων στη ζώνη διαφοροποίησης ή επιμήκυνσης χωρίς να προκαλούν εμφανή συμπτώματα. Ορισμένα είδη όπως τα *T. dubius*, *T. claytoni* μπορεί να επιβιώσουν στο έδαφος δίχως φυτά-ξενιστή. Το πρώτο για 12 μήνες σε 5°C και 10°C, εξαφανιζόμενο μετά 4 μήνες σε 20°C και 30°C. Το δεύτερο 10 μήνες σε έδαφος 1.7-2.4°C. Ο βιολογικός κύκλος του *T. dubius* από ωό σε ωό διαρκεί 40-58 ημέρες στο φυσικό νερό 20°C. Ο βιολογικός κύκλος του *T. claytoni* σε φυτώρια μηδικής 31-38 ημέρες σε 28° C. Γενικά ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται ανάλογα της θερμοκρασίας σε 32-40 ημέρες. Η αναπαραγωγή τους γίνεται αμφιμικτικά. Υπάρχει επίσης το είδος *Tylenchorhynchus cylindricus*.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υπό ορισμένες συνθήκες, από εκτοπαράσιτα των ριζών, μπορούν να εισχωρήσουν μέσα στις ρίζες και να γίνουν ενδοπαράσιτα. Όλα τα είδη σε ευνοϊκές συνθήκες φαίνεται να παρουσιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον. Πολλά απ' αυτά προσβάλλουν διάφορες καλλιέργειες, όπως σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος),καπνό, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, γεώμηλα, οπωροφόρα δέντρα, γαρύφαλλο κ.ά. Ο νηματώδης *T. cylindricus* έχει μεγάλη διάδοση, όπου υπάρχει φυτική βλάστηση και σε ένα δείγμα εδάφους μπορεί να βρεθούν 1-4 είδη.

Το *T. brevidens* βρέθηκε σε καλλιέργειες σιταριού σε περιοχές του Κιλκίς και Χαλκιδικής της Κ. Μακεδονίας. Η ζημιογόνος δράση του *T. dubius* διαπιστώθηκε σε καλλιέργεια γεώμηλων στην Αγγλία.

Στο *T. brevidens* αμφότερα τα φύλλα είναι με σώμα κυλινδρικό, κωνοειδές στα άκρα. Κεφαλή χωρίς να προεξέχει από το περίγραμμα του σώματος. Χείλη 6. Πλάγιες επιδερμικές γραμμώσεις 6. Ακραίο τμήμα ουράς λείο, δίχως ραβδώσεις. Στιλέτο μικρότερο των 20 μm. Και εκτοπαράσιτα.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών στο σιτάρι από το είδος *Tylenchorhynchus brevidens*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Απονημάτωση του εδάφους με καπνογόνα (B.M. Telone κ.ά) ή καρβαμιδικά κοκκώδη (Temic, Vydate) κατά περίπτωση.
2. Αμειψισπορά με καλλιέργειες που επιδρούν αποτελεσματικά στη μείωση του πληθυσμού.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Pratylenchus*

Οι νηματώδεις που ανήκουν στο γένος *Pratylenchus* έχουν μικρό μέγεθος (300-900 μm) συνήθως περίπου 500 μm. Και τα δύο φύλλα έχουν σώμα κυλινδρικό (σκωληκόμορφο) χωρίς να παρατηρείται γενετήσιος διμορφισμός. Περιοχή χειλέων σχετικά χαμηλή, επίπεδη με κεφαλικό σκελετό καλά ανεπτυγμένο και με αριθμό κεφαλικών δακτυλίων 2-4. Στιλέτο κοντό 20 μm ή μικρότερο με καλά ανεπτυγμένους κόμβους στη βάση. Deirids σπάνια ορατά κοντά στον εκφορητικό πόρο Hemizonid λίγο έμπροσθεν του εκφορητικού πόρου. Οισοφάγος με καλά ανεπτυγμένο μεσαίο βολβό (metacorpus) με ευδιάκριτη βαλβίδα. Οι 3 οισοφαγικοί αδένες σχηματίζουν λοβούς εκ των οποίων οι οπίσθιοι επικαλύπτουν το έντερο κοιλιακώς. Σώμα δυνατό

έως μέτριο λεπτό (συνήθως περίπου 2-5 μm). Δακτυλιωτή επιδερμική πτύχωση αβαθής, μερικές φορές διακρίνεται πολύ δύσκολά (*P. pratensis*). Γεννητικός βραχίων ένας, εκτεινόμενος μπροστά από το γεννητικό άνοιγμα (πρόδελφος), με ωοκύτες σε μονή σειρά εκτός μικρής περιοχής του πολλαπλασιασμού. Γεννητικό άνοιγμα στο πίσω τμήμα του σώματος (στα 70-80% του μήκους). Κοντή σακκοειδής μεταιδοιακή προέκταση της μήτρας γενικά αδιαφοροποίητη (ψευδομήτρα). Σπερματοθήκη εμφανής καλά σχηματισμένη. Ουρά θηλυκού κυλινδρική-κωνοειδής με μήκος 2 ή 3 φορές του μήκους της διαμέτρου του σώματος στην περιοχή της έδρας, με στρογγυλή κατάληξη. Φασμίδια μικρές τελείες, περίπου στο μέσο της ουράς ή λίγο πιο πίσω. Τα αρσενικά σε μερικά είδη είναι πολύ κοινά ενώ σε άλλα σπανίζουν ή είναι άγνωστα. Ο οισοφάγος και το στίλετο των αρσενικών είναι φυσιολογικά ανεπτυγμένα, έχουν έναν όρχι εκτεινόμενο με σπερματοκύτες σε ακανόνιστη διάταξη ιδιαίτερα στην περιοχή πολλαπλασιασμού. Ουραίες πτέρυγες (βύρσα) με σχεδόν ολοσχερή κάλυψη της ουράς και φασμίδια σχεδόν στη βάση της. Άκανθοι σύζευξης (κέντρα) με ελαφριά κύρτωση με απλό ή ελαφρώς κυρτό οδηγό.

Χαρακτηριστικό του είδους *P. crenatus* είναι ότι έχει χειλική περιοχή με 3 δακτυλίους. Επιδερμίδα με λεπτούς δακτυλίους. Πλευρικές διαμορφώσεις με 6 επιδερμικές ραβδώσεις που δεν ανταποκρίνονται στο είδος. Γεννητικός βραχίων με ωοκύτταρα σε μια σειρά εκτός μικρού τμήματος στο εμπρόσθιο τέλος. Σπερματοθήκη δυσδιάκριτη. Οπίσθιο τμήμα της μήτρας αδιαφοροποίητο. Ουρά ευρέως στρογγυλή με άκρο συχνά σπαθοειδές μετά ευκρινών μη ομαλών οδοντωτών δακτυλίων. Μία μελέτη των επιφανειακών χαρακτηριστικών των ειδών του γένους *Pratylenchus* με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM), θα μπορούσε να συμβάλει στην ταξινόμηση τους.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Pratylenchus* sp., στην πατάτα, στον αραβόσιτο, στην τομάτα και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μεταναστευτικά ενδοπαράσιτα. Ο βιολογικός τους κύκλος συμπληρώνεται περίπου σε 28-65 ημέρες ανάλογα του είδους του φυτού-ξενιστή. Στα εύκρατα κλίματα το παράσιτο διαχειμάζει στις ρίζες ή στο έδαφος, στη διάρκεια ξηρών περιόδων ηρεμεί και επαναδραστηριοποιείται σε υγρές περιόδους με την ανάπτυξη των φυτών. Σε περιόδους που ο νηματώδης αδρανεύει μπορεί να νεκρωθεί εάν το έδαφος οργωθεί και ακολουθήσουν οι θερμοί μήνες του θέρους: ειδικότερα όταν έχουν συγκεντρωθεί κοντά στην επιφάνεια του εδάφους διαμέσου των ριζών επιπολαιόριζων καλλιεργειών. Ο τρόπος διατροφής του *Pratylenchus* δεν είναι γνωστός. Ο νηματώδης στον αγρό δείχνει φυσιολογικός με τον εντερικό σωλήνα πλήρη αποθηκευμένης τροφής. Στη διάρκεια ξηρασίας και όταν ξεχειμωνιάζει φαίνεται ότι ο μεταβολισμός περιορίζεται στο ελάχιστο καταναλώνοντας την αποθηκευμένη τροφή.

Συμπτώματα: Προκαλούν σκούρες νεκρωτικές κηλίδες στα προσβεβλημένα μέρη ή μικρές φλύκταινες.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γένος *Pratylenchus* έχει μέγιστο φυτοπαθολογικό και οικονομικό ενδιαφέρον. Αριθμεί πάνω από 45 είδη, από τα οποία τα περισσότερα έχουν μεγάλη διάδοση ανά τον κόσμο, ένα από αυτά τα είδη είναι το *Pratylenchus pratensis*. Είναι τυπικοί πλάνητες ενδοπαράσιτοι των υπόγειων μερών των φυτών, όπου μπορεί να παρασιτήσουν σε υπέργεια μέρη. Πολλαπλασιάζονται μέσα στις ρίζες, ριζώματα και κονδύλους. Μερικά είδη φαίνεται ότι αναπαράγονται στο έδαφος. Το *P. neglectus* προσβάλλει όλα τα σιτηρά κυρίως σε αργιλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη. Το *P. crenatus* προσβάλλει όλα τα σιτηρά επίσης σίκαλη και αραβόσιτο κυρίως σε αμμώδη εδάφη. Τα περισσότερα είδη είναι πολυφάγα, προσβάλλουν πατάτες, αραβόσιτο, σιτάρι, βαμβάκι, αραχίδα, καπνό, φράουλα, οπωροφόρα, κερασιές, μηλιές, αχλαδιές, καφέ, φασόλια, λάχανο, κουνουπίδι, τομάτα και πλήθος άλλων φυτικών ειδών.

Λίγα είδη έχουν μόνο έναν ξενιστή (π.χ. *P. goodeyi* ξενίζεται στη μπανάνα). Η διάδοση τους φαίνεται να καθορίζεται κυρίως από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ορισμένα είδη βρίσκονται στις τροπικές, αλλά και στις εύκρατες ζώνες. Ανάλογα επίσης επιδρά και ο εδαφικός τύπος. Εκτεταμένες ζημιές προκαλούνται από αλληλοεπίδραση με παθογόνους μύκητες σε πολλά καλλιεργούμενα φυτικά.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών στα καρότα, από τον νηματώδη του είδους *Pratylenchus pratensis* (αριστερά).

Εικόνα3: Προσβολή φυτών καφέ από τον νηματώδη του είδους *Pratylenchus coffeae* (δεξιά).

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Αμειψισπορά με φυτά που δεν είναι ευαίσθητα στα υπάρχοντα είδη.
2. Εφαρμογή νηματοδοκτόνων: Καπνογόνα καρβαμιδικά ή οργανοφωσφορικά σκευάσματα (π.χ. Telone, B.M. OxamyI, Aldicarb) κατά περίπτωση.
3. Εμβάπτιση σε θερμό νερό, των ριζών μηλεόδεντρων φυτωρίων, θερμοκρασίας (45,5°C ή 46°C για 15' ή 30') φράουλας (48°C για 10') καταπολεμά αποτελεσματικά τον *P. penetrans*. Το *P. vulnus* σε ρίζες αμπέλου καταπολεμείται με εμβάπτιση των ριζών σε θερμό νερό, για 5' σε 51,7° C.

Είδη του γένους *Pratylenchus* έχουν βρεθεί σε οπωρώνες μηλιάς, ροδακινιάς, αχλαδιάς και κερασιάς σε περιοχές της Κ. Μακεδονίας. Τα είδη *P. crenatus* και *P. neglectus* βρέθηκαν σε καλλιέργειες σιτηρών περιοχών Νομών Κιλκίς και Χαλκιδικής.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Pratylenchoides*

Το γένος *Pratylenchoides* περιλαμβάνει νηματώδεις μικρού μεγέθους με κυλινδρικό σώμα. Κεφαλικό σκελετό καλά ανεπτυγμένο, στιλέτο ισχυρό με βασικές διογκώσεις συνήθως ευρέως στρογγυλεμένες. Μήκος θηλυκού 0.54-0.8 mm, αρσενικού 0.39-0.77 mm. Παρατηρείται γενετήσιος διμορφισμός. Αρσενικά με στιλέτο και οισοφάγο ασθενέστερα ανεπτυγμένα απ' ότι τα θηλυκά και με χειλική περιοχή ελαφρώς υψηλότερη και στρογγυλεμένη. Deirids ευκρινείς. Οισοφαγικοί

αδένες με επικάλυψη του εντέρου στην κοιλιακή, πλάγια και νωτιαία πλευρά, με μεγαλύτερη ανάπτυξη τη νωτιαία, με ένα τουλάχιστο αδενώδη οισοφαγικό πυρήνα πάνω από την οισοφαγική βαλβίδα (καρδιά). Πλάγιες επιδερμικές περιοχές με γραμμώσεις. Γεννητικοί βραχίονες 2 (αμφίδελφοι). Φασμίδια στο πίσω μέρος της ουράς. Ουρά θηλυκού σχεδόν κυλινδρική, με ευρέως στρογγυλό άκρο. Βύρσα με κάλυψη της ουράς. Οδηγός κέντρου δεν προεξέχει της αμάρας.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Από παρατηρήσεις σε ορισμένα είδη, αποδεικνύεται η ενδοπαρασιτική τους δράση προκαλώντας στα ριζίδια νεκρώσεις όπως τα είδη του *Pratylenchus*. Νηματώδεις και αναπτυσσόμενα ωά βρέθηκαν στο φλοιώδη ιστό των πλαγίων ριζιδίων, σε διάφορα φυτικά είδη αγροστωδών και θα αναμενόταν ο βιολογικός κύκλος να ολοκληρώνεται στους ιστούς, πλην όμως καθώς το θηλυκό είναι μεταναστευτικό τα ωά μπορούν επίσης να γεννηθούν και να εκκολαφθούν στο έδαφος και οι εμφανιζόμενες νύμφες να εισβάλλουν αργότερα στις ρίζες.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γένος *Pratylenchoides* διαφέρει από το πολύ συγγενικό γένος *Rodopholus* από την παρουσία Deirids. Γενετήσιο διμορφισμό με ολιγότερο περιορισμένη ανάπτυξη του στιλέτου και οισοφάγου στο αρσενικό στιλέτο, συνήθως με ευρείς στρογγυλεμένες βασικές διογκώσεις με κλίση προς τη βάση, με περισσότερο ευμετάβλητο τύπο επικάλυψης του εντέρου από οισοφαγικούς αδένες, με ένα τουλάχιστο οισοφαγικό πυρήνα επί ή πάνω από το επίπεδο της οισοφαγοκεντρικής βαλβίδας. Οδηγό κέντρου δίχως να προεξέχει της αμάρας και φασμίδια στο πίσω τμήμα της ουράς.

Το γένος *Pratylenchoides* είναι σχεδόν κοσμοπολίτικο ενώ το γένος *Radopholus* απαντάται στην Αυστραλία με πολλά είδη. Επιπλέον ένα είδος του *Radopholus* το *R. similis* παρουσιάζει μεγάλο γεωργικό ενδιαφέρον στις θερμότερες περιοχές του κόσμου. Το γένος *Pratylenchoides* ενοείται στις δροσερότερες, περισσότερο εύκρατες περιοχές, χωρίς να είναι γνωστό σαν σπουδαίο παθογόνο. Είδη του γένους είναι το *Pratylenchoides crenicauda* και το *P. laticauda*. Μία παραλλαγή του είδους *P. laticauda* έχει βρεθεί σε σιταγρό Ελαιοχωρίων Χαλκιδικής (Κύρου 1970). Παρατίθεται μία σύντομη περιγραφή του *P. laticauda*.

Περιγραφή του *P.laudicauda*:

Παρατηρείται γενετήσιος διμορφισμός με ολιγότερο ανεπτυγμένο το πρόσθιο τμήμα του αρσενικού. Χειλική περιοχή θηλυκού με ή δίχως ελαφριά πλάγια απόκλιση, γενικά ακαθόριστης διάπλασης. Χείλη 3-4. Επικάλυψη του εντέρου από τους οισοφαγικούς αδένες σε μήκος μικρότερο του εύρους του σώματος. Γεννητικοί βραχίονες 2 αμφίδελφοι. Σπερματοθήκη τετραγωνική μικρότερου εύρους της ωοθήκης με σπέρμα. Deirids στο ύψος του εκφορητικού πόρου. Πλάγιες επιδερμικές γραμμώσεις 6. Ουρά με 18-26 ακραίους δακτυλίους, όχι ομαλούς και δίχως να σχηματίζουν λοβούς (περίπτωση *P. crenicauda*). Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένος σε θέση περίπου 4 μm πίσω από την βάση του στιλέτου. Εύρος βάση στιλέτου 5-5.5 μm. Μεσαίος οισοφαγικός βολβός (metacoepus) 19x14 μm. Ουραίες πτέρυγες (βύρσα) καλύπτουν όλο το μήκος της ουράς. Φασμίδια στο πίσω τμήμα της ουράς. Χειλική περιοχή ψηλότερη και πιο κωνική. Ο πληθυσμός που βρέθηκε στην Χαλκιδική εμφανίζει τα κάτωθι μορφολογικά χαρακτηριστικά με ορισμένες αποκλίσεις από το *P. laticauda*.

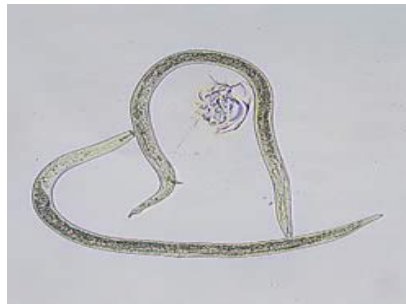
Σημειώνεται γενετήσιος διμορφισμός. Αρσενικό με σχετικά περιορισμένη ανάπτυξη του πρόσθιου μέρους. Χειλική περιοχή θηλυκού μάλλον στρογγυλεμένη. Χείλη 3-4. Επικάλυψη του εντερικού σωλήνα από τους οισοφαγικούς αδένες σε μεγαλύτερο μήκος (1 έως 2 φορές) του πλάτους του σώματος. Γεννητικοί βραχίονες δύο (αμφίδελφοι). Σπερματοθήκη στρογγυλεμένη μεγαλύτερου εύρους της ωοθήκης με σπέρμα. Deirids έμπροσθεν του εκφορητικού πόρου. Σημείο σύνδεσης του οισοφάγου με τον εντερικό σωλήνα κείται αιώτερα της βάσης των οισοφαγικών αδένων. Πλάγιες επιδερμικές γραμμώσεις 6. Ουρά με 25-27 δακτυλίους με υαλώδεις τμήμα 10.5 μm (10-14 δακτύλιοι) και ευρύ στρογγυλό άκρο με 7 βαθείς λοβούς που σχηματίζουν φαρδείς ακανόνιστους δακτυλίους. Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένος από τη βάση του στιλέτου 3 μm. Εύρος βάσης του στιλέτου 7 μm. Μεσαίος οισοφαγικός βολβός 19x14.6 μm. Βαλβίδα 6 μm. Άκανθοι σύζευξης (κέντρο 25-27.5 μm. Οδηγός 6.5-7.5 μm. Ουραίες πτέρυγες (βύρσα) καλύπτουσα το όλο μήκος της ουράς. Φασμίδια εμφανή στο πίσω τμήμα της ουράς. Ο νηματώδης αυτός με τα ανώτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά, φαίνεται να είναι παραλλαγή του *P. laticauda*, που για πρώτη φορά παρατηρείται σε ριζίδια αγριοβρώμης (αυτοφυές είδος του γένους *avena*) και στο έδαφος της ριζόσφαιρας του σιταριού, *Triticum vulgare c.v capeiti* των νηματωδών (Poaceae).

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Καπνογόνα εδάφους έχουν δοκιμαστεί με καλά αποτελέσματα.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Radopholus*

Το γένος *Radopholus* περιλαμβάνει μικρούς σκωληκόμορφους νηματώδεις συνήθως μικρότερους του 1 mm. Παρατηρείται γενετήσιος διμορφισμός στο πρόσθιο τμήμα του θηλυκού, με κεφαλικό σκελετό μέτριας ανάπτυξης. Στιλέτο αδρομερές κοντό (14-23 μm) με βασικές διογκώσεις καλά ανεπτυγμένες. Οισοφαγικοί αδένες λοβοειδείς με νωτιαία επικάλυψη του εντέρου. Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένα πλησίον της βάσης του στιλέτου. Deirids δεν εντοπίζονται. Ημιζόνιο ακριβώς εμπροσθεν του εκφορητικού πόρου. Φασμίδια συνήθως στο εμπρόσθιο τμήμα της ουράς. Θηλυκό και αρσενικό με ουρά κωνική με στρογγυλεμένο ή σχεδόν μυτερό άκρο, 5-7 φορές μακρύτερη του σωματικού εύρους στην έδρα. Αρσενικό με υψηλότερη στρογγυλεμένη χειλική περιοχή (τύπου μήτρας) προεξέχουσα. Κεφαλικός σκελετός περιορισμένης ανάπτυξης. Στιλέτο αδύνατο δίχως βασικές διογκώσεις με αποδιοργανωμένο οισοφάγο, δίχως προεξέχοντα μεσαίο βολβό. Βύρσα (ουριαίες πτέρυγες) καλύπτει κατά τα 2/3 ή καθ'ολοκληρία την ουρά. Οδηγός κέντρων μπορεί να προεξέχει της αμάρας.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Radopholus* sp., στην μπανάνα, στο ζαχαροκάλαμο, στο τσάι και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μεταναστευτικά ενδοπαράσιτα προκαλώντας νεκρώσεις σε ρίζες και ριζώματα. Το γένος αυτό περιλαμβάνει νηματώδεις, που καθ'όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου, βρίσκονται πέριξ ή εντός των ριζών των προσβεβλημένων φυτών. Αυτοί εισέρχονται στις ρίζες και θραύοντας τα τοιχώματα των κυττάρων τρέφονται από το περιεχόμενο τους. Τα θηλυκά μεταναστεύουν δια μέσου των ιστών και γεννούν κατά τη διαδρομή τους πολυάριθμα ωά. Με τη συγκέντρωση των νηματωδών σε ορισμένες περιοχές, η καταστροφή των κυττάρων αυξάνει με αποτέλεσμα η εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων. Καθώς οι κηλίδες αυξάνουν, οι κυτταρικές νεκρώσεις προχωρούν βαθύτερα φτάνοντας συχνά μέχρι τον κεντρικό κύλινδρο.

Κατά τη διάρκεια του παρασιτισμού οι νηματώδεις ακολουθούνται από διάφορους μικροοργανισμούς, φερόμενους δια του εδάφους, μύκητες, βακτήρια, που υποβοηθούν την ολοκλήρωση της καταστροφής των μολυσμένων ιστών. Το γένος περιλαμβάνει περί τα 28 είδη.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Είδη του γένους *Radopholus* μοιάζουν με του *Pratylenchus*. Και τα 2 γένη είναι μεταναστευτικά ενδοπαράσιτα, με κάποιες μορφολογικές ομοιότητες. Μια από τις κυριότερες διαφορές είναι ότι τα θηλυκά του *Radopholus* έχουν 2 γεννητικούς βραχίονες ενώ του *Pratylenchus* έναν. Μεταξύ των πολλών ξενιστών αυτού του γένους περιλαμβάνονται και καλλιέργειες με οικονομικό ενδιαφέρον όπως ζαχαροκάλαμο, καφέ, τσάι, γλυκοπατάτα, τομάτα, αραβόσιτος, μπανάνα, εσπεριδοειδή, καλλωπιστικά, κολοκύθι, κ.ά. Επίσης ξενίζονται σε πολλά ζιζάνια. Ερευνητικές εργασίες αποδεικνύουν ότι στο γένος αυτό υπάρχουν φυσιολογικές φυλές (βιότυποι) με διάφορες προτιμήσεις σε φυτά- ξενιστές. Οι νηματώδεις αυτοί έχουν ευρεία διάδοση σε τροπικές και υποτροπικές χώρες.



Εικόνα2: Μαύρισμα και σήψη του φλοιού των ριζωμάτων του ζαχαροκάλαμου από τον νηματώδη του είδους *Radopholus similis*.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Εκτός των προαναφερθέντων νεκρώσεων των ριζών, παρατηρείται ανάσχεση της ανάπτυξης των φυτών σε διάφορο βαθμό, χλώρωση των φύλλων και πτώση στα ανεπτυγμένα φυτά. Τα ριζώματα μαυρίζουν και η εξωτερική περιοχή του φλοιού εμφανίζει θύλακες με σήψη. Στις περιπτώσεις αυτές, οι νηματώδεις βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε γειτονικά υγιή φυτά.

Περιγραφή του *Radopholus similis*:

Το *Radopholus similis* εμφανίζει γενετήσιο διμορφισμό με αρσενικά, ελαφρώς εκφυλισμένα στο εμπρόσθιο τμήμα. Γεννητικοί βραχίονες 2. Σπερματοθήκες σφαιρικές. Κεφαλή θηλυκού χαμηλή, τύπου *Pratylenchus*, αρσενικού υψηλή ημισφαιρική, τύπου μίτρας, προεξέχουσα. Στιλέτο 18 μm με καλά ανεπτυγμένες στρογγυλές, βασικές διογκώσεις, εμπρόσθια βαθουλωμένες. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις. Ουρά κάπως επιμηκυσμένη, κωνοειδής με ένα στενό στρογγυλεμένο ή βαθουλωμένο άκρο. **Αρσενικό:** Οισοφάγος και στιλέτο αποδιοργανωμένα. Βύρσα τραχέως οδοντωτή με φακέλωμα τα 2/3 της ουράς. Κέντρα ισχυρά μήκους 18-22 μm. Οδηγός ραβδοειδής προεξέχον με ευδιάκριτη νυχοειδή προέκταση και στις 2 πλευρές. **Νύμφη:** Μήκος 315-400 μm. Υαλώδες ουραίο τμήμα πολύ μικρότερο του θηλυκού.

Το είδος αυτό, θεωρείται το κατ'εξοχήν παθογόνο των ριζών της μπανάνας και πιθανόν να υπάρχει στα περισσότερα κέντρα, όπου η καλλιέργεια έχει μεγάλη οικονομική σημασία π.χ. Αυστραλία, Κ. και Ν. Αμερική, περιοχές της Αφρικής και στα νησιά του Ειρηνικού και Καραϊβικής.

Ζημιές οικονομικής σημασίας έχουν διαπιστωθεί στην μαύρη πιπεριά (*Peper nigrum*) με καταστροφή της παραγωγής μέχρι 90% (Bangka, Ινδονησία) σε ζαχαροκάλαμο (ΗΠΑ, Κούβα, Ινδία, Φιλιππίνες, Αυστραλία), στο avocado (Φλόριδα), στο τσάι (Κεϋλάνη).

Επίσης στους ξενιστές του παρασίτου περιλαμβάνονται: ο καφές, αραβόσιτος, καλλωπιστικά, δέντρα, κηπευτικά, κ.ά.

Ο βιολογικός κύκλος του *R. similis* από ωό σε ωό και από πληθυσμό ριζών μπανάνας στο φυτό-ξενιστή *Tephrosia candida* σε θερμοκρασία 24-32°C διήρκεσε περίπου 20-25 ημέρες, ενώ στα εσπεριδοειδή σε θερμοκρασία 24-27°C συμπληρώθηκε σε 18-20 ημέρες. Όλα τα νυμφικά στάδια και τα θηλυκά είναι παθογόνα. Η νύμφη 12 περίπου ημέρες από την εκκόλαψη αφού περάσει και την 4^η έκδυση εξελίσσεται σε ακμαίο. Στις περιπτώσεις καταστροφής των ριζιδίων από τον παρασιτισμό οι νηματώδεις δια μέσου του γένους, αναζητούν νέα ριζίδια που αν δεν τα βρουν αποδεκατίζονται από αστία. Το μέγιστο του πληθυσμού τους βρίσκεται σε βάθος 30 εκατ.-1.5μ. Ο νηματώδης κινείται 1.5 μ τον χρόνο και υπό ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μέχρι και 6 μ. Γενικά, η ευρεία διάδοση του *R. similis* από χώρα σε χώρα, οφείλεται στη μεταφορά μολυσμένων φυτικών υλικών (κυρίως μπανάνας και καλλωπιστικών). Το *R. similis* εμφανίζει 2 βιότυπους τον “banana race” που προσβάλλει μόνο την μπανάνα και όχι το Citrus και τον “citrus race” παθογόνο και των δύο, δίχως να εμφανίζονται μορφολογικές διαφορές.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Πρόληψη επέκτασης της προσβολής σε νέες περιοχές με επιμήκυνση των εστιών και λήψη δραστικών καλλιεργητικών και χημικών μέτρων, όταν η φυτεία γίνει οικονομικά ασύμφορη.
2. Αποφυγή μεταφοράς και χρήσης προσβεβλημένου φυτωριακού υλικού εσπεριδοειδών και καλλωπιστικών (Όλες οι ποικιλίες δενδρυλλίων εσπεριδοειδών και περίπου 150 είδη καλλωπιστικών φυτών προσβάλλονται από το *R. similis*).
3. Εμβάπτιση μικρών μοσχευμάτων σε νερό θερμοκρασίας 55°C για 20 λεπτά. Στη Φλόριδα προσβλημένα δενδρύλλια, διαμέτρου 4 εκατ. ή λιγότερο θεραπεύονται με εμβάπτιση σε νερό θερμοκρασία 50° C για 10 λεπτά.

4. Απονημάτωση του εδάφους μετά την εκρίζωση και καύση των δέντρων προσβεβλημένων φυτειών με χημικά σκευάσματα (Telone κ.ά.), για την καταστροφή των νηματωδών που απέμειναν στο έδαφος και στις ρίζες.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Nacobbus*

Νύμφες σκωληκόμορφες μεταναστευτικές, όμοιες με ανώριμα θηλυκά.

Θηλυκά νεαρά (ανώριμα) μήκους 0.6-1 mm. Επιδερμίδα με ευκρινείς δακτυλίους. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις με ακανόνιστες εγκάρσιες ραβδώσεις (aerolated). Deirids λείπουν. Φασμίδια στο πρόσθιο ουραίο τμήμα. Μήκος σώματος περίπου 1 mm. Χειλική περιοχή στρογγυλεμένη χωρίς να προεξέχει από σύσφιξη, με 3-4 δακτυλίους. Κεφαλικός σκελετός αποσκληρωμένος και στα δύο φύλα. Στιλέτο ισχυρό μήκους περίπου 21-25 μm , με κόμβους στη βάση στρογγυλούς. Οισοφαγικοί αδένες μακρύς λοβοί με νωτιαία επικάλυψη του εντέρου σε μήκος περισσότερο από το διπλάσιο εύρος του σώματος. Άνοιγμα του νωτιαίου οισοφαγικού αδένου στη βάση του στιλέτου. Γεννητικό άνοιγμα πλάγια σχισμή μεταξύ 2 σωματικών διευρύνσεων της έδρας. Ωοθήκη ανώριμη και γεννητικός αγωγός (ωοκυτών) με πολύ καλά ανεπτυγμένο πρόσθιο τμήμα και ολοκληρωτικά υποβαθμισμένο οπίσθιο βραχίονα, χωρίς ίχνος οπίσθιας προέκτασης σακοειδούς μήτρας. Ουρά κωνική έως ευρέως στρογγυλεμένη στο άκρο, μήκους 1 ή 2 φορές του σωματικού εύρους στην έδρα. Νεαρά θηλυκά μεταναστεύουν στο έδαφος και στις ρίζες όπως οι νύμφες.

Θηλυκά ανεπτυγμένα (ακμαία). Σημειώνεται εμφανής σεξουαλικός διμορφισμός. Σώμα διογκωμένο με ακανόνιστη σακοειδή έως αδραχτοειδή διάπλαση. Νεαρά θηλυκά συνήθως ροπαλοειδή με γεννητικό άνοιγμα και έδρα κοντά στο οπίσθιο άκρο. Η μακριά σχισμή του γεννητικού ανοίγματος και στη συνέχεια η σωληνοειδής μήτρα μαζί με την ελικοειδή μακριά ωοθήκη εγγίζουν τον οισοφάγο. Τα ώριμα θηλυκά μένουν ακινητοποιημένα και σαν ενδοπαράσιτα προκαλούν στις ρίζες κόμβους και εξογκώματα.

Αρσενικά: Παραμένει ένας τυπικός σκωληκόμορφος τηλεγχοειδής νηματώδης με ισχυρό κεφαλικό σκελετό και στιλέτο μήκους 23-27 μm , με μακριές λοβοειδείς οισοφαγικούς αδένες που επικαλύπτουν κυρίως νωτιαία το έντερο. Μεσαιός βολβός

ευκρινής με εξαιρετικά ανεπτυγμένη βαλβίδα. Όρχις 1. Κέντρο 20-35 μm . Οδηγός κέντρου απλώς χωρίς να προεξέχει με γραμμική έως σκαφοειδή διάπλαση σταθεροποιημένος στα χείλη της αμάρας. Βύρσα όχι καλά ανεπτυγμένη καλύπτει την ουρά σ' όλο της το μήκος.



Εικόνα1: Νηματώδης του είδους *Nacobbus aberrans*, στα ζαχαρότευτλα και στην τομάτα.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ενδοπαράσιτα των ριζών μη μετακινούμενα. Αρσενικά υπάρχουν και στα δύο είδη, τίποτα δεν αποδεικνύει ότι λαμβάνει χώρα γονιμοποίηση.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Nacobus περιλαμβάνει μόνον 2 είδη στενά συγγενή που μπορούν εύκολα να διαχωριστούν από τον αριθμό των δακτυλίων μεταξύ του γεννητικού ανοίγματος και της έδρας του ανώριμου σκωληκόμορφου θηλυκού.

Το *N. dorsalis* έχει 8-14 δακτυλίους ενώ το *N. aberrans* 15-24.

Επίσης το ακμαίο του *N. dorsalis* είναι σχεδόν στρογγυλό με επίμηκες πρόσθιο τμήμα και σώμα γεμάτο από τα ωά, ενώ στο *N. abberans* το σώμα είναι αδραχτοειδές και μόνο το πίσω μέρος περιέχει ωά.

Το γένος αυτό φαίνεται να ενδημεί στις Δ. περιοχές της Β. και Ν. Αμερικής σαν παράσιτο διαφόρων καλλιεργειών με ιδιαίτερη προσαρμογή στα ζαχαρότευτλα. Και τα δύο είδη προκαλούν στις ρίζες όμοια συμπτώματα, όπως το γένος *Meloidogyne* (ριζοκόμβων). Είναι διαδεδομένο στην Αγγλία και Ολλανδία σε καλλιέργειες τομάτας θερμοκηπίου.

Το είδος *N. abberans* παρουσιάζει μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον για τα ζαχαρότευτλα μια που αυτά αποτελούν καλό ξενιστή του.

Ανάλογα με το εύρος της καλλιέργειας εμφανίζει διάφορο αριθμό γενεών. Σε καλλιέργειες μικρού βιολογικού κύκλου εμφανίζει μια γενεά ενώ σε ετήσιες μία, δύο ή περισσότερες. Σε αρδευόμενο φυτό-ξενιστή ο βιολογικός κύκλος μπορεί να συμπληρωθεί 3 ή 4 φορές εφόσον υπάρχει υγρασία καθ' όλη την περίοδο. Διαχειμάζει στο προ του ακμαίου στάδιο ή με μορφή ωού.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών της τομάτας με τα χαρακτηριστικά φυμάτια του είδους *Nacobbus abberans*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Χρήση νηματοκτόνων και καπνογόνων εδάφους.
2. Αμειψισπορά βετής με φυτά μη ξενιστές όπως μηδική, τριφύλλι, σιτηρά (σιτάρι, βρώμη, σίκαλη, κριθάρι, αραβόσιτος), κρεμμύδια.
3. Η αμειψισπορά πρέπει να συνδυάζεται με την καταστροφή των ζιζανίων πολλά από τα οποία αποτελούν ξενιστές του παράσιτου.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Hoplolaimus*

Θηλυκό: Σώμα κυλινδρικό επιμηκυμένο, ευθύγραμμο ή με ελαφριά κοιλιακή κύρτωση σε θερμική επίδραση. Μήκος 1-2 mm. Περιοχή κεφαλής υψηλή, στρογγυλεμένη, προεξέχουσα. Εμφανείς επιδερμικές εγκάρσιες ραβδώσεις. Κεφαλικός σκελετός έντονα αποσκληρυμένος (αδρομερής). Στιλέτο εύρωστο 40-50 μm με βασικές διογκώσεις συμπαγείς με εμπρόσθιες προεκτάσεις. Οισοφάγος καλά ανεπτυγμένος με προεξέχοντα μεσαίο βολβό (με ωοειδές προς στρογγυλεμένο σχήμα) και με βασικό αδενώδη λοβό που επικαλύπτει το έντερο νωτιαία και πλάγια σε μήκος

1 έως 2 φορές του σωματικού εύρους. Γεννητικοί βραχίονες 2 εκτεινόμενοι εκατέρωθεν του γεννητικού ανοίγματος που βρίσκεται περίπου στο μέσο του σώματος. Εκφορητικός πόρος συνήθως εμπρόσθια του Hemizonion. Ουρά κοντύτερη του σωματικού εύρους στην έδρα, με απότομα στρογγυλεμένο άκρο. Φασμίδια φαρδιά σε διαφορετικές θέσεις το ένα από το άλλο στην πλάγια επιδερμική περιοχή (μεταξύ αιδοίου και έδρας και εμπροσθεν του αιδοίου). Πλάγια επιδερμική περιοχή ποικίλλει. Αυτή μπορεί να προσδιορίζεται από διακοπτόμενους εγκάρσιους δακτυλίους (aerolated) ή από ατελείς 1,2,3 ή 4 ασθενείς γραμμώσεις που μπορεί να μη διαγράφονται ευκρινώς καθ' όλο το μήκος του σώματος.

Αρσενικό: Κεφαλή στρογγυλεμένη συνήθως υψηλότερη του θηλυκού. Ουρά κοντή που καλύπτεται μέχρι του άκρου της από καλά ανεπτυγμένη βύρσα. Κέντρα και οδηγός καλά ανεπτυγμένα. Στο ανωτέρω γένος περιλαμβάνονται γύρω στα 10 είδη.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Hoplolaimus* sp., στην τομάτα, στην μπανάνα, στο ζαχαροκάλαμο και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ:

Σ' αυτό το γένος ανήκουν γύρω στα 10 είδη μεταναστευτικών έκτο-ημιενδο-και ευκαιριακά ενδοπαράσιτων νηματωδών των ριζών. Συνήθως τρέφονται διαπερνώντας ή μη την ρίζα, σε κάποια απόσταση από την καλύπτρα της.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Τα κύρια χαρακτηριστικά του γένους *Hoplolaimus* είναι η περιοχή των χειλέων. Αυτή προεξέχει σαν πηλός με επιμήκεις και εγκάρσιες ραβδώσεις που την υποδιαίρουν σε μικρότατα πλακίδια. Επίσης τα φαρδιά φασμίδια που σαν δίσκοι, εντοπίζονται σε διαφορετικές θέσεις στην πλάγια επιδερμική περιοχή και δευτερευόντως οι μυτερές προς τα εμπρός προεκτάσεις των βασικών διογκώσεων του

συμπαγούς στιλέτου και το ευθύγραμμο ή ελαφρώς κεκαμμένο σχήμα που παίρνει το σώμα του νηματώδη σε ελαφρά θερμική επίδραση.

Το *Hoplolaimus* παρουσιάζει γεωργικό και οικονομικό ενδιαφέρον για πολλές περιοχές στον κόσμο όπως Η.Π.Α., Αφρική, Ινδία, Αίγυπτο, Νιγηρία, Καμερούν, Μαλαισία, Αγκόλα, Καναδά.

Προσβάλλει διάφορα φυτικά είδη, μπανάνα, καφέ, τσάι, βαμβάκι, αγροστοδή, ρύζι, ζαχαροκάλαμο, τομάτα, είδη εσπεριδοειδών (πορτοκάλια, λεμόνια), φασόλια, αγγούρι, αραχίδα, αραβόσιτο, κουνουπίδι, λάχανο, σόργο, γαρύφαλλα, είδη τριφυλλιών, πεύκο.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών της τομάτας με τα χαρακτηριστικά εξογκώματα από το γένος *Hoplolaimus* sp.

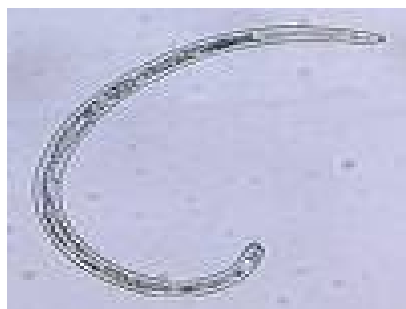
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:

1. Εφαρμογή πτητικών νηματοκτόνων (Telone, Basamid, B.M), προ της φυτείας. Για ορισμένα είδη αποτελεσματική καταπολέμηση έχει επιτευχθεί με εφαρμογή στο έδαφος οργανοφωσφορικών νηματοκτόνων (Diazinon, Dimethoate). Το Diazinon αποδείχθηκε αποτελεσματικό με προφυτρωτικές εμβαπτίσεις των ριζών (500 ppm για 10 λεπτά) για τον περιορισμό προβολών από τους νηματώδεις και της ανάπτυξης τους μέσα στις ρίζες του ρυζιού.
2. Αγρανάπαυση 3 μηνών περιορίζει τον πληθυσμό του *H. indicus*.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Rotylenchus*

Νηματώδεις σκωληκόμορφοι μέσου μήκους περίπου (0.6-1.9) mm, με κοιλιακή κύρτωση σε σχήμα C ή σπινάκι όταν νεκρούνται από θερμική επίδραση. Κεφαλή με

σκελετό μέτρια έως ισχυρά αναπτυγμένο. Χειλική περιοχή προεξέχουσα ή συνεχόμενη του σωματικού περιγράμματος μετά ή δίχως δακτυλίους ή ραβδώσεις. Οισοφαγικοί αδένες με επικάλυψη του εντέρου αρχικά σε νωτιαία και πλάγια θέση. Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένα πλησίον της βάσης του στιλέτου. Στιλέτο εύρωστο συμπαγές μήκους 25-50 μm με εμπρόσθιες στρογγυλεμένες έως οδοντωτές βασικές διογκώσεις. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις. Γεννητικοί βραχίονες αμφίδελφοι εκτεινόμενοι εκατέρωθεν του γεννητικού ανοίγματος, δίχως αναδίπλωση. Ουρά θηλυκού κοντή περίπου όσο το εύρος του σώματος στην περιοχή της έδρας, απότομα στρογγυλεμένη με ελαφρώς περισσότερο νωτιαία κύρτωση. Φασμίδια μικρές κουκίδες συνήθως στην περιοχή της έδρας. Αρσενικά με κοντή κωνική ουρά που καλύπτεται από κοντή προεξέχουσα βύρσα. Κέντρα και οδηγός με μέτρια ανάπτυξη.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Rotylenchus* sp., στην τομάτα, στην φράουλα, στο ζαχαροκάλαμο και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ:

Μεταναστευτικά έκτο- ή ημι-ενδο-παράσιτα των ριζών. Τα μικρά ριζίδια προσβάλλονται περισσότερο πλευρικά αλλά νηματώδεις μπορεί να βρεθούν και δια μέσου του άκρου της ρίζας. Το *R. robustus* προτιμά ελαφρά αμμώδη εδάφη και επιβιώνει στο έδαφος δίχως ξενιστή-φυτό πάνω από 6 μήνες με απώλεια το 50% του πληθυσμού. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18,5° C και 24° C. Από τα 39 είδη μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα *R. robustus* και *R. buxophilus*. Το δεύτερο ελλείπει αρσενικών αναπαράγεται παρθενογενετικώς.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Το *R. robustus* προσβάλλει χόρτα λειμώνων, ανθοκομικά, δασικά και κηπευτικά είδη. Όπως σόγια, καρότο, κουνουπίδι, ομφαλοφόρα πορτοκάλια, μάγγο (mango), μεγάλο αριθμό δασικών δένδρων, φυτώρια πεύκης κ.ά. Το είδος *R. buxophilus* ξενίζεται κυρίως στο πύξο (*Buxus sempervirens* var *suffruticosa* L). Άλλοι κατάλληλοι ξενιστές, παιωνία, φράουλα, καμέλια, σίκαλη, τομάτα, ίταμο, κέδρο, γκουάβα, ευκάλυπτο, ζαχαροκάλαμο κ.ά. Γενικά τα προσβεβλημένα φυτά από τα είδη του *Rotylenchus* γίνονται πιο ευαίσθητα σε αντίξοες καιρικές συνθήκες και σε προσβολές από μικροοργανισμούς φερόμενους δια του εδάφους. Η προσβολή του πύσου από το *Fusarium oxysporum* γίνεται δριμύτερη κατά 3,5 φορές όταν συνυπάρχει ο νηματώδης *R. robustus* λόγω συνεργισμού. Τα είδη του *Rotylenchus* έχουν μεγάλη διάδοση ανά τον κόσμο με προτίμηση της εύκρατες και ψυχρότερες περιοχές. Απαντώνται στη Β. και Ν. Αμερική, Δ. Ευρώπη, Ολλανδία, Αγγλία, Γερμανία, Βέλγιο, Ισπανία, Πορτογαλία, Ελβετία. Επίσης Αυστρία, Πολωνία, Ουγγαρία, Βουλγαρία, Καναδά, Ινδία, Ρωσία, Αίγυπτο.



Εικόνα2: Προσβολή σπερμάτων φασιολιού από τον νηματώδη *Rotylenchus robustus*

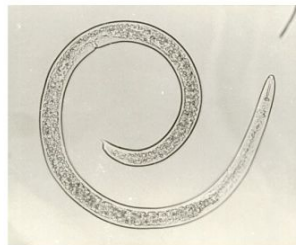
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

1. Απονημάτωση με καπνογόνα του εδάφους.
2. Αμειψισπορά . Η καλλιέργεια γεώμηλων συνιστάται για τον περιορισμό του *R. robustus* σε καλλιέργεια καρότου. Επίσης 3ετής αμειψισπορά «γεώμηλα-καρότο-γεώμηλα», «τεύτλα-τεύτλα-τεύτλα» κ.α.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Helicotylenchus*

Νηματώδεις σκωληκόμορφοι μήκους 0.5-1.0 mm που σε θερμική επίδραση παίρνουν σχήμα C ή σπείρας. Περιοχή χειλέων δίχως επιμηκυσμένες ραβδώσεις κατά το μάλλον και ήττον προεξέχουσα από το σωματικό περίγραμμα. Κεφαλικός σκελετός μέτρια έως ισχυρά αποσκληρυμένος. Στιλέτο δυνατό συμπαγές 20-25 μm με στρογγυλεμένες βασικές διογκώσεις έως ελαφρώς οδοντωτές εμπρόσθια. Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένα συνήθως σε απόσταση 6-16 μm από την βάση του στιλέτου (ή σε απόσταση $\frac{1}{4}$ ή περισσότερο από το μήκος του στιλέτου). Οισοφαγικοί αδένες συχνά ευδιάκριτοι τείνουν να καλύψουν το έντερο νωτιαία, πλάγια και κοιλιακά, με μεγαλύτερη επικάλυψη συνήθως νωτιαία. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμές. Γεννητικοί βραχίονες δύο, σε ευθεία διάταξη, εκατέρωθεν του γεννητικού ανοίγματος, που συνήθως βρίσκεται οπίσθια του μέσου του σώματος, με αποδιοργανωμένων τον οπίσθιο βραχίονα, όταν το γεννητικό άνοιγμα βρίσκεται πολύ περισσότερο οπίσθια (V=75-95). Φασμίδια μικροί πόροι πλησίον της έδρας. Ουρά κοντή 1-2,5 φορές του εύρους στην έδρα, γενικά με νωτιαία κύρτωση, ενίοτε με ακραία προβολή, συνήθως απότομα κωνική ή απότομα στρογγυλεμένη.

Αρσενικά με ουρά κοντή φακελωμένη από την βύρσα, κέντρα και οδηγός μέτριας ανάπτυξης.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Helicotylenchus* sp., στην τομάτα και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μέλη αυτού του γένους που αριθμεί περί τα 170 είδη συνήθως βρίσκονται σε εδαφικά δείγματα κοντά στις ρίζες. Συνήθως είναι εκτοπαράσιτα παρασιτούντα όχι μόνον με την διείσδυση του στιλέτου στις ρίζες, αλλά και με το εμπρόσθιο τμήμα του σώματος. Άτομα μερικών ειδών δρουν ως μεταναστευτικά ενδοπαράσιτα. Γενικά όλα

τα είδη είναι παράσιτα των ριζών και άλλων υπογείων φυτικών μερών. Κατά τον παρασιτισμό καταστρέφονται τα κύτταρα των ριζικών ιστών και διανοίγονται δίοδοι για την είσοδο άλλων παθογόνων (μυκήτων, βακτηρίων) που δευτερογενώς επαυξάνουν τις ζημιές.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μικρό μέγεθος, η κανονική θέση των φασιμιδίων του *Helicotylenchus* σε συνδυασμό με την ιριδίζουσα (κεραμοειδή) διάταξη των χειλικών αυλακώσεων του *Hoplolaimus* αποτελούν διαγνωστικά χαρακτηριστικά των δύο γενών.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Απονημάτωση του εδάφους με καπνογόνα (Telone κ.ά.), καρβαμικά (Temic κ.ά.) ή οργανοφωσφορικά (Mocap κ.ά). Αμειψισπορά (1 έτος αραβόσιτο μετά 3 έτη *Cynodon dactylon* ή *Festuca arundinacea*).

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Rotylenchulus*

Νύμφες, αρσενικά και νεαρά θηλυκά, σκωληκόμορφα, με ελαφριά κάμψη ή σε σχήμα ανοιχτής σπείρας όταν αδρανοποιούνται. Επίσης τα παραπάνω στάδια φέρουν 4 πλάγιες επιδερμικές γραμμώσεις.

Στιλέτο θηλυκού και νυμφών μήκους 2 έως 3 φορές του εύρους στην περιοχή στο ακραίο τμήμα της ουράς κοντύτερη από του θηλυκού.

Θηλυκό νεαρό (ανώριμο): Σώμα λεπτό μήκους 0.3-0.5 mm με σχήμα ανοιχτής σπείρας C όταν αδρανεύει. Κεφαλή υπερυψωμένη, κωνοειδής χωρίς να προεξέχει από σύσφιξη, μετά ή δίχως δακτυλίους. Εμπρόσθιος χειλικός δακτύλιος διηρημένος σε 6 ισομεγέθη τμήματα. Κεφαλικός σκελετός έντονα αποσκληρωμένος. Οι 4 πλάγιες επιδερμικές γραμμώσεις δεν διακόπτονται από εγκάρσιες ραβδώσεις). Φασιμίδια μικροί πόροι περί το μέσο της ουράς. Deirids ελλείπουν. Στιλέτο μήκους 10-26 μm, με κόμβους της βάσης στρογγυλεμένους με κλίση προς τα πίσω. Μεσαίος βολβός ωοειδής με ισχυρή βαλβίδα. Εκφορητικός πόρος οπίσθια του μεσαίου βολβού. Οισοφαγικοί αδένες μακρείς με πλαγιοκοιλιακή επικάλυψη του εντέρου. Άνοιγμα νωτιαίου οισοφαγικού αδένου σε θέση περίπου 0.56-1.9x, του μήκους του στιλέτου πίσω από τη βάση του (13-33 μm). Γεννητικοί βραχίονες ανώριμοι εκατέρωθεν του

οπίσθια κειμένου γεννητικού ανοίγματος (δίδελφοι, αμφίδελφοι) με 2 αναδιπλώσεις. Ουρά επιμηκυσμένη έως κωνοειδής με υαλώδες ακραίο τμήμα.

Θηλυκό ανεπτυγμένο (ακμαίο): Εμφανής γενετήσιος διμορφισμός με ακανόνιστη σακόμορφη ή νεφροειδή διάπλαση (ημισφαιρικό σώμα μετά την έδρα). Ουρά κωνική μυτερή, μετά ή δίχως υαλώδες ακραίο τμήμα. Επιδερμίδα χονδρή με δακτυλίους. Η πλάγια επιδερμική περιοχή έχει εξαιρεθεί. Στιλέτο καλά ανεπτυγμένο (σε ανώριμα και σε ακμαία θηλυκά) με κόμβους στη βάση. Γεννητικό άνοιγμα μετά το μέσο του σώματος (στα $\frac{3}{4}$ περίπου). Γεννητικοί βραχίονες μακρείς με περιέλιξεις. Τα ωά τοποθετούνται σε λατινώδη σάκο (μήτρα: matrix).

Αρσενικό: Σκωληκόμορφο. Οισοφάγος εκφυλισμένος με περιορισμένο μεσαίο βολβό και δυσδιάκριτη βαλβίδα. Απεσκληρωμένος κεφαλικός σκελετός και στιλέτο με ασθενέστερη ανάπτυξη του ανώριμου θηλυκού. Όρχις ένας. Βύρσα περιορισμένη δυσδιάκριτη με κάλυψη μέρους μόνο της ουράς. Ουρά όμοια με του νεαρού θηλυκού. Φασμίδια στο πρόσθιο τμήμα της ουράς. Κέντρα λεπτά κυρτά. Αμάρα με μυτερό χεῖλος χωρίς να σχηματίζει σωλήνα.



Εικόνα1: Νηματώδης του είδους *Rotylenchulus reniformis* στο βαμβάκι, στο ρύζι και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Το ανεπτυγμένο θηλυκό είναι ένα υποχρεωτικό ημιενδοπαράσιτο των ριζών.

Το ακμαίο θηλυκό του *R. reniformis* είναι υποχρεωτικό μη μεταναστευτικό, ημιενδοπαράσιτο των ριζών, ενώ το αρσενικό και η νύμφη μέχρι πριν το ακμαία στάδιο δεν παρασιτούν. Τα ωά εκκολάπτονται στο νερό και οι εκκολαπτόμενες δίχως την επίδραση ριζικών εκκριμάτων νύμφες φθάνουν στο προ-ακμαίου στάδιο, δια μέσου των 3 εκδύσεων δίχως να τρέφονται. Οι ρίζες προσβάλλονται μόνο από τα νεαρά ακμαία θηλυκά, που εισβάλλουν στο φλοιώδη ιστό με τμήμα του εμπρόσθιου

μέρους. Με τον παρασιτισμό, το πίσω μέρος των θηλυκών διευρύνεται, παίρνει το σχήμα του νεφρού και αρχίζουν να ωστοκοούν σε 7-10 ημέρες. Ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται σε 24-29 ημέρες. Τα συμπτώματα προσβολής είναι ο αποχρωματισμός των ριζών, φυλλόπτωση, κακοσχηματισμένοι καρποί και σπόροι. Επίσης παρατηρείται συνεργιστική αλληλεπίδραση με επαύξηση της ζημιάς από *Fusarium*, *Verticillium* & *Rhizoctonia solan*.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γένος *Rotylenchulus* περιλαμβάνει ενδιαφέροντα παθογόνα για πολλές ομάδες φυτικών ειδών. Είναι κοσμοπολίτικοι, νηματώδεις με μεγάλη διάδοση στις περισσότερες Ηπείρους. Το είδος *R. reniformis* είναι το μόνο είδος από τα 11 του γένους *Rotylenchulus* με το μεγαλύτερο οικονομικό και γεωργικό ενδιαφέρον. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει και το είδος *R. parvus* με πολλούς ίδιους ξενιστές και μεγάλη διάδοση. Το *R. reniformis* παρασιτεί σε μεγάλους πληθυσμούς σε καλλιεργούμενα φυτά και οπωροφόρα δέντρα σε πολλές τροπικές και υποτροπικές χώρες. Το είδος αυτό προσβάλλει πάνω από 140 φυτικά είδη 115 γενών, που ανήκουν σε 46 οικογένειες. Απ' αυτούς τους ξενιστές 57 φυτικά είδη, πάνω από 40 γένη, 28 οικογενειών είναι σημαντικές καλλιέργειες με γεωργικό ενδιαφέρον. Μερικές απ' αυτές είναι: Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Poaceae, Leguminosae, Solanaceae, Vitaceae κ.ά. Είδη κηπευτικών (αγγούρι, τομάτα, μελιτζάνα, μπάμια, ρύζι, βαμβάκι, καπνός, τριφύλλι, ανανάς, τσάι, καφές, εσπεριδοειδή κ.ά.).



Εικόνα2: Προσβολή του καρπού από τον νηματώδη του είδους *Rotylenchulus reniformis*

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Ο μεγάλος αριθμός ξενιστών περιορίζει την εφαρμογή αμειψισποράς.

1. Καλλιέργεια για 2 χρόνια δίχως ξενιστή φυτό μπορεί να περιορίσει τον πληθυσμό των νηματωδών.
2. Νηματοκτόνα (καρβαμιδικά, οργανοφωσφωρικά με διασυστηματική και μη δράση) και καπνογόνα εδάφους αποδεικνύονται αποτελεσματικά στην καταπολέμηση του νηματώδη.

Η μεγάλη διάδοση του παράσιτου και η δυνατότητα να προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων φυτικών ειδών, τοποθετεί τον νηματώδη μεταξύ των πλέον ζημιογόνων φυτοπαράσιτων νηματωδών, ώστε να επιβάλλονται μέτρα καραντίνας.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Dolichodorus*

Νηματώδεις μεγάλου μεγέθους (1.5-3 mm) με λεπτό κυλινδρικό σώμα με έντονες εγκάρσιες, επιδερμικές ραβδώσεις. Πλάγιες επιδερμικές περιοχές σημειώνονται από 3-4 γραμμώσεις και οι μεταξύ αυτών λωρίδες, συνήθως διαιρούνται σε μικρά τεμάχια (aerolated).

Κεφαλή, οισοφάγος, στιλέτο, γεννητικοί βραχίονες με τα χαρακτηριστικά της οικογένειας. Στιλέτο μήκους 50-160 μm με προβαλλόμενες βασικές διογκώσεις και μεσαίος βολβός με ισχυρή βαλβίδα. Ανοίγματα αμφιδίων στο εξωτερικό περιθώριο των πλαγίων χειλέων (*D. heterocephalius*) ή στο άκρο του ευρύ χειλικού δίσκου (*D. obtusus*).

Ουρά θηλυκών στρογγυλή με άκρο κωνικό. Αρσενικό με 3λοβη βύρσα που καλύπτει την ουρά, με χαρακτηριστική εγκοπή μεταξύ του άκρου της ουράς και των πτερύγων της βύρσας με προέχοντα κέντρα και οδηγό.

Θηλυκό: Κεφαλή θηλυκού κάπως επίπεδη με 2 υπονωτιαίους και 2 υποκοιλιακούς λοβούς με μια συνεχή περίμετρο (από μπροστά) χωρίς να διαχωρίζονται μεταξύ τους όπως π.χ. στο *Belonolaimus longicautus*. Από πλάγια θέση η κεφαλή είναι στρογγυλεμένη προεξέχουσα από το σώμα από βαθιά σύσφιγξη και με 9 περισσότερες λεπτές εγκάρσιες γραμμές, που ανταποκρίνονται σε 8 ή περισσότερους λεπτούς κεφαλικούς δακτυλίους.

Στιλέτο εύκαμπτο με ισχυρές βασικές διογκώσεις με οπίσθια κλίση. Ουρά με εμπρόσθιο τμήμα στρογγυλεμένο ή κωνοειδές, που βυθίζεται μέσα στην κωνοειδή σφήνα του οπίσθιου τμήματος. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 3 γραμμώσεις καθ' ολοκληρία διηρημένη, σε μικρά τεμαχίδια από εγκάρσιες και επιμηκυσμένες σημειώσεις (aerolated).

Εμπρόσθια η μεσαία γραμμή αρχικά εμφανίζει μερικούς δακτυλίους, όπισθεν της κεφαλής, οι εξωτερικές γραμμές δίνουν γένεση σε μερικούς δακτυλίους σε πιο οπίσθια θέση. Οπίσθια οι εξωτερικές γραμμές εξαφανίζονται αφήνοντας την κεντρική γραμμή στην ουρά. Φασμίδια δυσδιάκριτα επί της κεντρικής γραμμής όπισθεν της έδρας.

Αρσενικό: Όμοιο του θηλυκού. Κέντρα αδρομερή ελαφρώς κυρτά. Οδηγός μακρύτερος από το μισό μήκος του κέντρου με προεξέχον γυρισμένο τμήμα.

Βύρσα στην περιοχή της έδρας, ξεκινά ανυψούμενη ελαφρώς έμπροσθεν των κέντρων δίδοντας γένεση σε ένα ευρύ λοβό που σχηματίζεται από μια βαθιά εγκοπή κοντά στο άκρο της ουράς.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Dolichodoris* sp., στον αραβόσιτο, στο σέλινο, στο φασόλι.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

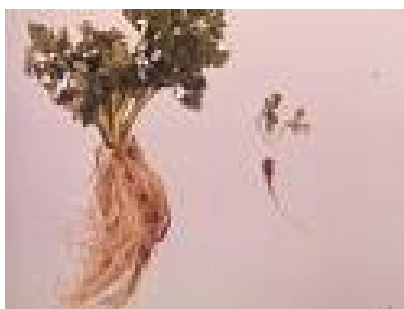
Το *D. heterocephalus* ενδημεί σε υγρές τοποθεσίες. Σε συνθήκες καλλιέργειών απαντάται κυρίως σε εδάφη με υψηλή υγρασία. Ο βιολογικός του κύκλος, εξελίσσεται μετά την πρώτη έκδυση της νύμφης στο ωό. Η νύμφη 2^ο σταδίου, εκκολάπτεται μετά από 14-17 ημέρες σε θερμοκρασία 20-23° C. Αρσενικά, θηλυκά και όλα τα νυμφικά στάδια είναι παθογόνα, μπορεί δε ορισμένα να τρέφονται σε μια θέση πάνω στη ρίζα μέχρι και 7 ημέρες. Ο νηματώδης αρχικά, δρά σαν ένα εκτοπαράσιτο στο άκρο των ριζιδίων, αλλά μπορεί να τραφεί και σ' όλο το μήκος των

ριζιδίων και στη βάση της υποκοτυληδόνας. Τα συμπτώματα της προσβολής, μοιάζουν μ'αυτά του *Ditylenchus* κοντά ή χονδρά ριζίδια ή και τα δύο, που συνοδεύονται από έντονο αποχρωματισμό και καταστροφή των ιστών.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Είδη του *Dolichodoros* είναι μακρού και λεπτού σχήματος και μοιάζουν με τα είδη του *Belonolaimus* τόσο στο μέγεθος, διάπλαση, γενική εμφάνιση όσο και σε συνήθειες διατροφής. Οι σπουδαιότερες διαφορές μεταξύ των 2 γενών είναι στο ότι το γένος *Dolichodoros* έχει στην πλάγια επιδερμική περιοχή 3-4 γραμμώσεις, ενώ το *Belonolaimus* έχει μόνο μία. Ο οισοφάγος του πρώτου, καταλήγει σε ένα επιμηκυσμένο τελικό βολβό με 3 οισοφαγικούς αδένες, ενώ του 2^{ου} το τελικό τμήμα του οισοφάγου, αποτελείται από 3 πολύ διευρυμένα αδενώδη κύτταρα, που επικαλύπτουν το εμπρόσθιο άκρο του εντέρου. Το αρσενικό του *Dolichodoros* έχει βύρσα στο οπίσθιο άκρο (ακραία) με ραβδώσεις και χαρακτηριστικά λοβοειδή, ενώ η βύρσα του *Belonolaimus* καλύπτει ομαλά (και όχι ακραία) το άκρο της ουράς. Οι ζημιές που προκαλεί το *D. heterocephalus* είναι συνήθως τοπικής σημασίας, χωρίς να παίρνουν τον επιδημικό χαρακτήρα μιας σοβαρής προσβολής. Μολύνσεις διαπιστώθηκαν, από χρήση μολυσμένου εδάφους ή νερών από λίμνες στις ρίζες και συνεπώς στον περιορισμό της ανάπτυξης του αραβόσιτου, σέλινου, φασολιού και ελαφρότερες σε πιπεριές.

Μέλη αυτού του γένους έχουν αναφερθεί στις Η.Π.Α , Αφρική, Ν. Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία, Ινδία, Γαλλία.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών του σέλινου από τον νηματώδη του είδους *Dolichodoros heterocephalus*.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Heterodera*

Θηλυκά: Εμφανής γενετήσιος διμορφισμός. Ανεπτυγμένα θηλυκά παχύσαρκα με σχήμα λεμονιού μήκους 0,5-1 mm, ευδιάκριτο μικρό λαιμό και ακραίο οπίσθιο κώνο. Επιδερμίδα χονδρή, συνήθως με επιπόλαιο δαντελωτό υπόδειγμα, αρχικά με υπόλευκο χρώμα, που βαθμιαία γίνεται καφέ σκούρο (κάστανου), καθώς το σώμα του θηλυκού μετασχηματίζεται σε ανθεκτική κύστη. Τα ωά παραμένουν σχεδόν καθ ολοκληρία προστατευμένα μέσα στο μητρικό σώμα (κύστη). Ενίοτε συμπτωματικά, ωά μπορούν να γεννηθούν και εκτός του σώματος, σε μικρούς σωρούς. Το γεννητικό άνοιγμα με μήκος που ποικίλλει (10-60 μm) βρίσκεται στην κορυφή του κώνου, πλησίον της έδρας, δίχως προεξέχοντα χείλη. Δύο καθαρές περιοχές (fenestrae: φινιστρίνια), εντοπίζονται εκατέρωθεν της γεννητικής σχισμής ambi- ή bifenestrated. Περιοχή έδρας δίχως fenestra (φινιστρίνη). Μετά ή δίχως φλυκταινώδεις διογκώσεις (bullata-bullata) και γενικά με υπογέφυρα. Στιλέτο νεαρών θηλυκών μήκους 20-30 μm, ευδιάκριτα βασικά εξογκώματα. Μορφολογικό χαρακτηριστικό των *Heterotera* που το διακρίνει από τα *Meloidogyne* είναι και η μη ύπαρξη στην χειλική περιοχή ευδιάκριτης καλύπτρας, μορφής σκούφου (cup).

Αρσενικά: Επιμήκη σκωληκόμορφα μήκους περίπου 1 mm. Οπίσθιο τμήμα αναδιπλούμενο 90-180 ° όταν νεκρούνται με θερμική επίδραση. Περιοχή χειλέων, προεξέχουσα με 3-6 δακτυλίους και με κεφαλικό σκελετό καλά ανεπτυγμένο. Στιλέτο δυνατό μήκους 20-40 μm, με ευδιάκριτα βασικά εξογκώματα. Ουρά πολύ κοντή απότομα στρογγυλεμένη. Βύρσα λείπει. Κέντρα λεπτά μήκους 30-40 μm, με κοιλιακή κύρτωση και με προωθημένη μυτερή ή οδοντωτή κατάληξη.

Νύμφες 2^{ου} σταδίου: Παθογόνες, μήκους 0.4-0.6 mm, που σχεδόν ευθυγραμμίζονται, όταν νεκρούνται με θερμική επίδραση. Χειλική περιοχή μέτρια αποσκληρυμένη. Στιλέτο εύρωστο 20-30 μm, με ευδιάκριτα βασικά εξογκώματα.

Οισοφάγος με προέχοντα μεσαίο βολβό και επιμηκυμένο βασικό λοβό με κοιλιακή κυρίως επικάλυψη του εντέρου. Ουρά κωνική με στρογγυλεμένη ή μυτερή κατάληξη, με το μισό περίπου οπίσθιο τμήμα της ουράς (30-60%) υαλώδες. Φασμίδια μικρές στίξεις εκατέρωθεν της ουράς.

Από τα 58 ευρεθέντα είδη γεωργικό και οικονομικό ενδιαφέρον, εμφανίζουν τα είδη: *H.avenae*, *H.carotae*, *H. cruciferae*, *H.glycines*, *H. goettingiana*, *H. trifolii*, *H. humuli*, *H. oryzae*, *H. sacchari*, *H. schactii*.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Heterodera* sp., στο σπανάκι, στο κουνουπίδι και σε άλλα φυτικά είδη.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Η νεαρή προνύμφη του *Heterodera schachtii* περνά την πρώτη έκδυση μέσα στο ωό και εξελίσσεται σε παθογόνο νύμφη δευτέρου σταδίου. Σ' αυτό το στάδιο, πολλές νύμφες μπορούν να παραμείνουν σε νάρκη μέσα στο ωό για πολλά χρόνια, ενώ ο αριθμός που εκκολάπτεται εγκαταλείπει την κύστη και μεταναστεύει στο έδαφος προς αναζήτηση φυτού ξενιστή.

Η νύμφη προσελκύεται από τις ρίζες των φυτών και εισβάλλει σ' αυτές ακριβώς πίσω από το ακραίο τμήμα τους, διαρρηγνύοντας κατά την μικρή της διαδρομή τα κυτταρικά τοιχώματα. Εφόσον το φυτό αποτελεί κατάλληλο ξενιστή, η νύμφη παίρνει θέση σχεδόν παράλληλη προς τον άξονα της ρίζας και εγκαθίστανται μόνιμα στη θέση διατροφής (feeding site). Η θέση αυτή είναι ένα διευρυμένο κοινοκύτταρο (syncytium) που σχηματίζεται από την συνένωση πολλών κυττάρων. Σ' αυτή τη θέση η νύμφη θα παραμείνει μέχρι την τελική της ανάπτυξη, αφού περάσει και την τέταρτη έκδυση. Η νύμφη μετά την 2^η έκδυση στο τρίτο στάδιο, εμφανίζει τις γεννητικές καταβολές που καθιστούν δυνατόν τον διαχωρισμό των φύλων (η θηλυκιά νύμφη έχει 2 ωοθήκες σε σχήμα V και η αρσενικιά έναν όρχι). Σ' αυτό το στάδιο το αρσενικό παραμείνει ακόμη λεπτό ενώ το θηλυκό έχει αρχίσει να διογκώνεται.

Στο τέταρτο στάδιο μετά την 3^η έκδυση, το αρσενικό επιμηκώνεται και παραμένει αναδιπλωμένο στο 3^ο νυμφικό περίβλημα, ενώ το θηλυκό διογκώνεται σε μεγάλο βαθμό, διαρρηγνύει το ριζικό ιστό και παραμένει προσκολλημένο στη ρίζα με την κεφαλή και τον λαιμό.

Στο τελευταίο στάδιο μετά την 4^η έκδυση, το θηλυκό παίρνει μορφή λεμονιού και η λευκή του επιδερμίδα αρχίζει να καλύπτεται από υποκρυσταλλώδες στρώμα. Τα

αναπτυγμένα αρσενικά, λεπτά σκωληκόμορφα διαφεύγουν στο έδαφος και γονιμοποιούν τα θηλυκά.

Το θηλυκό μετά το τέλος της διατροφής του πεθαίνει και μετατρέπεται σε δερματώδη ανθεκτική κύστη, χρώματος σκούρου καφέ (καστανού) μέσα στην οποία τα ωά προφυλάσσονται από την ξηρασία. Το αρσενικό μπορεί να γονιμοποιήσει μέχρι και 10 θηλυκά από τα οποία προσελκύεται από ουσίες που εκκρίνουν στο υγρό έδαφος. Κάθε θηλυκό μπορεί να γονιμοποιηθεί από αρκετά αρσενικά και να γεννήσει περί τα 100-600 ωά. Το πλείστον των ωών παραμένει μέσα στην κύστη και μόνο μικρός αριθμός γεννιέται σε ωόσακκο. Αυτά τα τελευταία εκκολάπτονται γρηγορότερα. Η άριστη θερμοκρασία για την κίνηση των νυμφών στο έδαφος είναι 25° C, για την ανάπτυξη και αναπαραγωγή 21°-27° C. Η διάρκεια της ανάπτυξης είναι 17ημέρες. Η ανάπτυξη των ωών και η εκκόλαψη των νυμφών 2^{ου} σταδίου απαιτούν περίπου 35 ημέρες, μετά την πρώτη προσβολή των ριζών για να αρχίσει μια δεύτερη γενιά, εάν οι ρίζες του φυτού είναι κατάλληλες.

Εκκόλαψη: Η άριστη θερμοκρασία για την εκκόλαψη είναι 25° C ενώ κάτω των 10° C και άνω των 30° C η εκκόλαψη περιορίζεται στο ελάχιστο ή σταματά. Η υγρασία κατά τους μήνες του καλοκαιριού πιθανόν είναι ο κύριος παράγων αναχαίτισης των εκκολάψεων. Η οσμωτική πίεση φαίνεται να επηρεάζει πολύ λίγο την δραστηριότητα των νηματώδων στο έδαφος. Αντίθετα η οσμωτική πίεση μέσα στο ωό επηρεάζει την δραστηριότητα των νυμφών. Οι νύμφες δευτέρου σταδίου εάν δεν εκκολαφθούν παραμένουν σε λήθαργο για πολλά χρόνια. Στο διάστημα αυτό η εκκόλαψη είναι σταδιακή. Το ποσοστό των εκκολαπτόμενων ωών, αυξάνει με την επίδραση των ριζικών εκκριμάτων πολλών φυτών και ιδιαίτερα των φυτών-ξενιστών. Επίσης, ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό από τα ωά του *H. schachtii* εκκολάπτεται στο νερό. Η ετήσια μείωση του πληθυσμού του νηματώδη των ζαχαρότευτλων στο έδαφος δίχως ξενιστή, σχετίζεται με την εκκόλαψη μέσα στο νερό και κυμαίνεται σε ποσοστό 40-45% ή και 60%. Η τιμή της εκκόλαψης και η αναλογία των εκκολαπτόμενων ωών με την παρουσία ή απουσία φυτών-ξενιστών, είναι μεγάλης σημασίας για τον σχεδιασμό μιας συστηματικής αντιμετώπισης των κυστογόνων νηματώδων. Η δραστηριότητα των νυμφών στο έδαφος και η επιβίωση τους, εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό, την θερμοκρασία και από την μηχανική σύσταση του εδάφους. Ή σε ύδωρ περιεκτικότητα του εδάφους, που δραστηριοποιεί τους νηματώδεις είναι σε γενικές γραμμές η ίδια, που συντελεί στο μέγιστο των εκκολάψεων (πέριξ της

υδατοϊκανότητας του αγρού). Η κινητικότητα των νυμφών είναι μεγαλύτερη, όταν το μέγεθος των μορίων του εδάφους είναι 150-250 μm και μεταξύ τους διαστήματα 30-60 μm . Οι νύμφες κατά την αναζήτηση ξενιστή, καταναλώνουν γρήγορα τα αποθέματα της ενέργειας τους. Την περίοδο αυτή είναι εκτεθειμένες και πολύ ευαίσθητες στις συνθήκες του περιβάλλοντος, πλην όμως μπορούν να προσβάλλουν τα φυτά για ένα χρονικό διάστημα περίπου 6 μηνών ενώ μετά από ένα χρόνο το ποσοστό τους περιορίζεται στο ελάχιστο.

Γενεές: Ο νηματώδης των ζαχαρότευτλων, προσαρμόζεται σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες από θερμές περιοχές των ερήμων, όπου οι εδαφικές θερμοκρασίες μπορεί να ξεπεράσουν τους 40° C με επιφανειακές άνω των 50° C, μέχρι σε περιοχές, που το έδαφος παγώνει στη διάρκεια του χειμώνα. Η διάρκεια της ανάπτυξης για κάθε βιολογικό στάδιο της νύμφης και το σύνολο των απαιτούμενων αντίστοιχων θερμοκρασιών, δίδονται από διάφορους ερευνητές. Ο αριθμός των γενεών ετησίως, εξαρτάται από την εδαφική θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία και το χρονικό εύρος του φυτού-ξενιστή. Στην Γερμανία, το παράσιτο δεν φαίνεται να συμπληρώνει μια δεύτερη γενεά. Στην Αγγλία οι ιδιάζουσες κλιματολογικές συνθήκες επιτρέπουν την συμπλήρωση 2 γενεών ή 2 και ένα μέρος της 3^{ης}. Στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, όπου η καλλιέργεια των τεύτλων γίνεται υπό ιδιάζουσες συνθήκες (αρδευόμενη και χειμερινή), ο αριθμός των γενεών μπορεί να φθάσει μέχρι και τις πέντε.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΟΣΗ

Το *Heterodera schachtii*, νηματώδης των σακχαρότευτλων αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Schacht (1859) και πήρε την ονομασία από τον Schmidt (1871). Το *H. schmidt* (1871). Το *H. schachtii* έχει ευρεία διάδοση και συναντάται στις περισσότερες περιοχές του κόσμου, όπου γίνεται εντατική καλλιέργεια τεύτλων καθώς και σε περιοχές, όπου ποτέ δεν καλλιεργήθηκαν τεύτλα. Τα περισσότερα δημοσιεύματα, προέρχονται από τις εύκρατες ζώνες κυρίως βόρεια του ισημερινού. Μερικές εκθέσεις αναφέρονται σε ένα μόνο αγρό, στον οποίο βρέθηκε ύστερα από σοβαρή ζημιά ενώ άλλες αναφορές βασίζονται σε περισσότερες επιθεωρήσεις. Για τον συστηματικό έλεγχο των φυτειών, που είναι βασικής σημασίας απαιτείται πολύς χρόνος και διάφοροι τρόποι προτείνονται, για να αυξηθεί ο αριθμός των ελεγχόμενων αγρών σε δεδομένο χρόνο.

Μέχρι σήμερα ο νηματώδης ατός διαπιστώθηκε σε 37 χώρες. Σε όλα τα Ευρωπαϊκά κράτη από την Ισπανία μέχρι την Φινλανδία και από την Σερβία, Βουλγαρία μέχρι την Ιρλανδία. Επίσης, υπάρχει στην Τουρκία, Ινδία, Αμερική (Α & Δ. Πολιτείες), Καναδά, Αυστραλία, Ρωσία και Ν. Αφρική και τελευταίως στην χώρα μας.

ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Εκτός από την μεγάλη διάδοση του ο νηματώδης των ζαχαρότευτλων έχει και πολλές ξενιστές, σε καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά, που ανήκουν σε διάφορες βοτανικές ομάδες. Το 80% των ειδών των Chenopodiaceae και Brassicaceae αποτελούν ξενιστές του νηματώδη. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν κυρίως τα είδη των οικογενειών Chenopodiaceae (τεύτλα, σπανάκι) στις καλλιεργούμενες ποικιλίες *Beta vulgaris* και *Spinacea oleracea* και των Brassicaceae (Λάχανο, μπρόκολο, κουνουπίδι, ραπάνι, γογγύλια, κάρδαμο) σ' όλες τις ποικιλίες *Brassica oleracea*, *B. napus*, *B. rapa*, *Rhaphanus sativus*. Προσβάλλει επίσης το *Rheum rhaponticum*, πολλά είδη του *Beta* και *Chenopodium*, *Brassica campestris*, *Arabis spp.*, *Sisymbium sp.*, *Stellaria media*, πολλά απ' αυτά τα είδη είναι κοινά ζιζάνια και πολλά ενεργούν σαν εναλλακτικοί ξενιστές, μεταφέροντας το παθογόνο από μία ευαίσθητη καλλιέργεια στην επόμενη.

Φυτά μη ξενιστές: Ετήσιες καλλιέργειες, που μπορούν σ' ένα σύστημα αμειψισποράς μικρής διάρκειας να εναλλάσσονται είναι το βαμβάκι, ο αραβόσιτος, η αραχίδα, η πατάτα, τα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη). Επίσης κρομμύδια, σαλάτα, πεπόνια, σέλινο, τομάτα. Πολυετή φυτά, όπως είναι η μηδική μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μακροχρόνια αμειψισπορά. Η φυτεία δεν θα πρέπει να κρατήσει περισσότερο από 4-5 χρόνια για την αποφυγή κενών, όπου η ανάπτυξη ζιζανίων θα διευκόλυνε την εκ νέου ανάπτυξη του νηματώδη. Για ορισμένα φυτά, οι απόψεις σχετικά με τον βαθμό παρασιτισμού τους από τον νηματώδη είναι αντιφατικές όπως για το *Lupinus nanus*, *Clucine hispida*, *Lycopersicon esculentum* Tomato (Κατά τον Viglierchio, 1961 η τομάτα θεωρείται δευτερεύον ξενιστής του *H. schactii*), *Phaseolus vulgaris*.

Τα φυτά με βάση τον βαθμό ανθεκτικότητας στα *Heterodera* spp κατατάσσονται στις κάτωθι κατηγορίες.

1. Φυτά που δεν εισβάλλονται (απρόσβλητα).
2. Ανθεκτικά (που εισβάλλονται).

- α) Η ανάπτυξη των νυμφών αποτυγχάνει πέραν της εισβολής.
- β) Μερικές νύμφες αναπτύσσονται σε ακμαία αρσενικά ενώ δεν υπάρχουν θηλυκά ή πολύ λίγα.
- γ) Μεμονωμένα ανεπτυγμένα αρσενικά και θηλυκά αλλά με λίγα θηλυκά και όχι πολύ γόνιμα.
- δ) Ευαίσθητα. Μεγάλη παραγωγή γόνιμων θηλυκών.

ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ

Η παθογόνος δράση του *H. schactii*, αποδείχθηκε με την περιγραφή της εισβολής των νυμφών στις ρίζες σε καθαρή καλλιέργεια των ιστών του ξενιστού (monoxenic) και τον σχηματισμό κοινοκυττάρων (cynocytia). Επίσης η παθογόνος επίδραση του *H. schactii* σε καθαρή καλλιέργεια φυταρίων ζαχαρότευτλων άνευ άλλων μικροοργανισμών συνετέλεσε:

- α) στην καθυστέρηση και περιορισμό της εμφάνισης των φυταρίων
- β) στην ανάσχεση
- γ) νέκρωση και
- δ) στην μόλυνση των υποκοτυληδόνων των φυταρίων πριν την εμφάνιση τους.

Σχόλιο [81]: Ες τις

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Το πρώτο μακροσκοπικό σύμπτωμα που δημιουργεί ανησυχίες σ' ένα έμπειρο τευτλοκαλλιεργητή είναι η εμφάνιση στον αγρό μικρών περιοχών με ακανόνιστο σχήμα, δίχως φυτά ή με φυτά καθυστερημένης ανάπτυξης. Τα συμπτώματα αυτά συνήθως δεν προκαλούν αμέσως την προσοχή, παρά μετά από 4-6 χρόνια από την αρχική μικρή εκδήλωση, οπότε η διασπορά των νηματωδών θα έχει προκαλέσει κι άλλες μολύνσεις σε άλλα μέρη του αγρού. Τα προσβεβλημένα τεύτλα συνήθως είναι μικρά, με σταματημένη ανάπτυξη και με τις περισσότερες ρίζες καφέ και νεκρωμένες. Πάνω στα ριζίδια διακρίνονται τα λευκά θηλυκά που θα μετατραπούν αργότερα σε καφέ κύστες. Τα εξωτερικά φύλλα στον ήλιο μαραίνονται, κιτρινίζουν και νεκρώνονται πρόωρα. Τα φύλλα κατά τις θερμές ώρες της ημέρας είναι πλαγιασμένα στο έδαφος ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι όρθια. Μια αξιοσημείωτη αντίθεση, μεταξύ του σκούρου πράσινου χρωματισμού των εσωτερικών φύλλων και του κιτρινοκαφέ των εξωτερικών φύλλων των προσβεβλημένων φυτών, αποτελεί χαρακτηριστικό σύμπτωμα της προσβολής.

Σε σοβαρές προσβολές, τα φυτά εκτός του ότι έχουν πολύ λιγότερο πυκνό φύλλωμα απ' ότι τα υγιή, αναπτύσσουν φύλλα με μακρύς μίσχους και ρίζα μικρή με μεγάλη ανάπτυξη πλάγιων ριζιδίων σαν “μούσι”.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών με τις χαρακτηριστικές κύστες στα τεύτλα από τον νηματώδη του είδους *Heterodera schachtii*.

Προέλευση της μόλυνσης:

Δύο συνήθως εκδοχές γίνονται αποδεκτές για τον καθορισμό της αρχικής μόλυνσης. Το παθογόνο μπορεί να είναι αυτόχθον ή να ήρθε με κάποιο τρόπο από το εξωτερικό. Οι κλιματολογικές συνθήκες στη χώρα μας καθώς και η μεγάλη ποικιλία των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών, είναι να προσέφεραν έδαφος στο νηματώδη των ζαχαρότευτλων, όπως και σε άλλα παθογόνα, που να μην έγιναν αντιληπτά, λόγω της καλλιέργειας των ξενιστών τους σε μικρή έκταση. Επίσης καθόλου απίθανο οι προσβολές να περιορίζονταν σε αυτοφυή φυτά-ζιζάνια. Με την επέκταση της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων, το παθογόνο βρήκε καταλληλότερο έδαφος για την ανάπτυξη του και διασπορά, οπότε έγινε αντιληπτή και η παρουσία του. Όσο για την δεύτερη εκδοχή, καθόλου απίθανο ο νηματώδης να μεταφέρθηκε με τις αθρόες εισαγωγές σπόρων τεύτλων ή και γεώμηλων, που τα τελευταία καλλιεργήθηκαν σε αγρούς, όπου προηγήθηκαν ζαχαρότευτλα με μόλυνση από τον νηματώδη. Επίσης, η εισαγωγή του παράσιτου να έγινε και με τα υλικά συσκευασίας των σπόρων, που να περιείχαν κόκκους εδάφους με μια ή περισσότερες κύστες. Μια η περισσότερες κύστες με ωά, που τυχόν θα μεταφέρονταν στον αγρό με τους σπόρους, μπορούσαν εύκολα να γίνουν οι αρχικές εστίες μόλυνσης.

Αλληλεπίδραση με άλλα παθογόνα:

Ο *H. schachtii* ενίοτε συνυπάρχει με παθογόνα εδάφους, με πρόκληση μεγαλύτερης ζημιάς στους φυτικούς ιστούς. Το φαινόμενο αυτό του “συνεργισμού”, διαπιστώθηκε σε φυτάρια ζαχαρότευτλων, που οι προσβολές τους από τον

Rhizoctonia solani ήταν πιο σοβαρές με την συνύπαρξη του νηματώδη. Στην προκειμένη περίπτωση, η προσβολή των φυταρίων ζαχαρότευτλων μόνον από τον μύκητα *Rhizoctonia solani*, είχε περισσότερο χρόνια μορφή με τοπικές νεκρώσεις ενώ με την παρουσία και του *H. schactii* τα φυτάρια μαράθηκαν εντός του 3ημέρου. Ως επακόλουθο της εισβολής των νηματωδών ήταν η μόλυνση των κοινοκυττάρων (cynocytia) από τον μύκητα, ο οποίος εν συνέχεια προσέβαλε τα παρακείμενα κύτταρα. Παρόμοιοι συνεργισμοί έχουν παρατηρηθεί με τους μύκητες *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι μεταξύ των μέτρων, που συστήνονται για την καταπολέμηση του νηματώδη των ζαχαρότευτλων, η αμειψισπορά, προς το παρόν, αποτελεί τον πιο πρακτικό και οικονομικό τρόπο, λόγω του μεγάλου κόστους των χημικών σκευασμάτων. Η χημική καταπολέμηση του νηματώδη *H. schactii*, είναι αναγκαία σε μερικές περιπτώσεις, που ο αγρός είναι σοβαρά μολυσμένος και επιδιώκεται η διατήρηση ευαίσθητων καλλιεργειών με μεγάλη πρόσοδο. Τα νηματοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα καπνογόνα (soil fumigants): D-D, Telone και τα μη καπνογόνα καρβαμιδικά: aldicarb (Temic), oxamyl (Vydate) με τα γνωστά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, που σχετίζονται με το φάσμα δράσης στη πανίδα των νηματωδών, την φυτοτοξικότητα, διαλυτικότητα, διάχυση, προέλευση αναγκαίου χρόνου μετά την εφαρμογή, χρονική διάρκεια δράσης, τοξικότητα, τρόπος εφαρμογής. Τα καρβαμιδικά νηματοκτόνα aldicarb και oxamyl φαίνεται για ορισμένους τύπους εδαφών (τυρφώδη) να υπερισχύουν μερικών οργανοφωσφορικών. Τα καπνογόνα εδάφους (Telone) φέρονται επίσης αποτελεσματικά για τους κυστογόνους και νηματώδεις των ριζοκόμβων, με πρόσθετη ωφέλεια στις περιπτώσεις που αγρός είναι μολυσμένος με άλλα ζημιογόνα είδη νηματωδών.

Η χημική καταπολέμηση πάντως θα πρέπει να γίνεται με επιλογή των πιο κατάλληλων σκευασμάτων και με μεθόδους εφαρμογής, που να διασφαλίζουν καλό αποτέλεσμα, ελαχιστοποίηση της δαπάνης και τη μικρότερη δυνατή μόλυνση του περιβάλλοντος.

Σχεδιασμός αμειψισποράς:

Ο σχεδιασμός για ένα σύστημα αμειψισποράς, βασίζεται στις παρακάτω βιολογικές ιδιότητες του νηματώδη:

α) Το παράσιτο επιβιώνει στο έδαφος, με μορφή νύμφης στα ωά, που προστατεύονται μέσα στις κύστεις 5-6 χρόνια ή και περισσότερο.

β) Η εκκόλαψη προκαλείται από εκκρίσεις των ριζών-ξενιστών ή και μη ξενιστών-φυτών, καθώς και δίχως την παρουσία φυτών σε μικρότερη όμως έκταση.

γ) Η ετήσια μείωση του πληθυσμού του νηματώδη δίχως ξενιστή υπολογίζεται περίπου σε 50% και εξαρτάται από εδαφικούς παράγοντες, θερμοκρασία, υγρασία, κατάλληλο ξενιστή κ.λ.π. Ο καθορισμός του χρόνου για την λήψη των ανωτέρω μέτρων εξαρτάται από το κρίσιμο όριο οικονομικής προσβολής, που είναι γύρω στα 10 ωά/γραμ. ξηρού εδάφους και εξαρτάται από την μηχανική σύσταση του εδάφους και από άλλους τοπικούς παράγοντες. Το μέγεθος των ζημιών, εξαρτάται από τον αριθμό των γενεών, που εμφανίζει το παράσιτο και που επηρεάζεται από τις θερμοκρασίες που επικρατούν. Συνήθως οι ζημιές γίνονται σοβαρές από τον πληθυσμό της δεύτερης γενιάς. Σε ευνοϊκές συνθήκες, που το εύρος της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων είναι μεγάλο, εμφανίζονται 3-5 γενιές. Στις δικές μας κλιματολογικές συνθήκες και σε αρδευόμενες περιοχές πρέπει να εμφανίζονται τουλάχιστο 2 γενιές.

Με βάση τις ζωντανές κύστεις, που υπάρχουν και τα ωά, οι αγροί κατατάσσονται σε 4 ή περισσότερες κατηγορίες, ανάλογα της τοπικής πείρας όπως μηδέν-ασφαλής-οριακή-επισφαλής.

Στην Αγγλία εφαρμόζεται το ακόλουθο σύστημα: Με επιθεωρήσεις που γίνονται κάθε χρόνο, οι αγροί κατατάσσονται σε 2 κατηγορίες “Sick” (ασθενής), infected (μολυσμένος).

Ένας ασθενής αγρός είναι εκείνος, στον οποίο οι κηλίδες από φυτά με σταματημένη ανάπτυξη καταλαμβάνουν ένα σημαντικό μέρος του και η παραγωγή των τεύτλων παρουσιάζει σημαντική μείωση.

Ένας μολυσμένος αγρός είναι εκείνος, στον οποίο βρίσκονται κύστεις στις ρίζες των φυτών και που μπορεί επίσης να εμφανίζει μικρές κηλίδες με σταματημένα φυτά. Ο ασθενής αγρός, πρέπει να μείνει χωρίς ευπαθή φυτά για 5 χρόνια, οπότε θα γίνει έλεγχος για να διαπιστωθεί, ότι ο εδαφικός πληθυσμός επανήλθε σε ασφαλή επίπεδα, πριν καλλιεργηθεί με τεύτλα ή άλλες καλλιέργειες-ξενιστές.

Οι μολυσμένοι αγροί δεν καλλιεργούνται για 3 χρόνια με τεύτλα. Στις περιοχές αυτές οι αγροί, που δεν έχουν μόλυνση επιτρέπεται να καλλιεργηθούν με τεύτλα ή και άλλα ευαίσθητα φυτά μια φορά στα 3 χρόνια. Σε αμειψισπορές μικρής διάρκειας, μπορούν να καλλιεργηθούν μονοετή φυτά όπως πύσα, φασολιά, πατάτες, αραβόσιτος,

σιτηρά, βαμβάκι και άλλα φυτά μη ξενιστές, προηγούμενων των ψυχανθών της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων (για τη τομάτα δίστανται οι γνώμες ως προς το βάθος της ευπάθειας). Σε μακροχρόνιες αμειψισπορές χρησιμοποιείται συνήθως η μηδική, χωρίς να αποκλείονται τα ανωτέρω είδη. Στην περίπτωση του νηματώδη των ζαχαρότευτλων, αμειψισπορά εφαρμόζεται με μεγαλύτερη ευκολία από ότι στο γένος των 'ριζοκόμβων', που προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων και μη φυτών.

Ένα σύστημα αμειψισποράς μπορεί να είναι ζετές, σε περιπτώσεις μικρών μολύνσεων ή σε αγρούς που δεν έχουν προσβολή αλλά γειτονεύουν με μολυσμένους. Σε περιπτώσεις, που οι αγροί έχουν σοβαρή προσβολή και η παραγωγή των τεύτλων παρουσιάζει σημαντική μείωση, απαιτείται ένα χρονικό διάστημα από 5-6 χρόνια για να επανέλθει η 4ετής αμειψισπορά.

Εκτίμηση πληθυσμών Νηματωδών:

Η αμειψισπορά υπό ορισμένες συνθήκες πρέπει να συμπληρώνεται και με εκτίμηση των πληθυσμών των νηματωδών. Και αυτό το επίπεδο του πληθυσμού, που μένει μετά από μία ευπαθή ποικιλία καθορίζεται από τους παράγοντες έδαφος, εποχή και φυτό ξενιστή. Τα βαριά αργιλώδη εδάφη είναι λιγότερα ευνοϊκά από τα ελαφρά αμμώδη για την εκκόλαψη και μετακίνηση των κυστογόνων νηματωδών και συνήθως συγκρατούν περισσότερο νερό έτσι που τα φυτά να ανθίστανται καλύτερα στο 'σοκ' της προσβολής. Υγρές περιοχές, υγρές παραποτάμιες συνθήκες και αρδύσεις ευνοούν τους κυστογόνους νηματώδεις. Κατάλληλοι ξενιστές, όπως λάχανο, κουνουπίδι, επιτραπέζια ή κτηνοτροφικά τεύτλα βοηθούν στην αύξηση του πληθυσμού.

Όταν συνδυάζονται οι άνω παράγοντες και δίνουν εξαιρετικά υψηλούς πληθυσμούς μετά την συγκομιδή, χρειάζονται μακρύτερες, από τον συνήθη μέσο όρο της περιοχής, περίοδοι απουσίας της ευαίσθητης καλλιέργειας, πριν αυτή επανέλθει στο ίδιο αγρό.

Για τις παραπάνω αιτίες η αμειψισπορά συμπληρώνεται με εκτιμήσεις του πληθυσμού των νηματωδών. Στις περιπτώσεις συνύπαρξης των ανωτέρω δύο γενών απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή καλλιεργειών. Να σημειωθεί ότι όσο η αμειψισπορά είναι μεγαλύτερης διάρκειας, τόσο τα προβλήματα μικραίνουν. Διαφορετικά οι αγροί, που φέρουν μόλυνση θα αυξάνουν και θα απαιτηθεί αργότερα η αντικατάστασή τους με αγρούς, χωρίς μόλυνση σε απομακρυσμένες περιοχές με δυσμενείς επιπτώσεις, κόστος μεταφοράς, εξεύρεση αγρών κ.λ.π.

Γενικά θα πρέπει να τονιστεί ότι η αμειψισπορά δεν πρέπει να σχεδιάζεται με την ιδέα εξάλειψης του νηματώδη αλλά περιορισμό του σε επίπεδα κάτω του κρίσιμου ορίου προσβολής, ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική παραγωγή, τόσο συχνά, όσο αυτό είναι δυνατό.

Βιολογική καταπολέμηση:

Έχει διαπιστωθεί, ότι είναι δυνατόν θηλυκά άτομα καθώς και τα ωά του κυστογόνου νηματώδη *H. avenae*, να προσβληθούν στη φύση από ορισμένους μύκητες εδάφους, με αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού τους.

Οι μύκητες αυτοί είναι οι *Nematophthora gynophila* & *Verticillium chlamydosporium*. Επίσης υπάρχουν ενδείξεις, ότι κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τον νηματώδη των ζαχαρότευτλων. Πλην όμως ο βαθμός παρασιτισμού στη φύση δεν παρέχει ικανοποιητική καταπολέμηση, χωρίς την λήψη άλλων μέτρων, όταν η καλλιέργεια των τεύτλων είναι συνεχής. Ο πληθυσμός παραμένει πάνω από το κρίσιμο όριο προσβολής. Εν τούτοις είναι δυνατό να περιορίσει σε ικανοποιητικό βαθμό τη 2^η γενιά καθώς και τις μετέπειτα του νηματώδη στον αγρό, όταν χρησιμοποιούνται κοκκώδη σκευάσματα, που έχουν μικρή διάρκεια δράσης και που μερικώς καταπολεμούν την 1^η γενιά.

Το παραπάνω θα μπορούσε, να συνδυαστεί με άλλα συμβατικά μέτρα σ' ένα σύστημα 'ολοκληρωμένης καταπολέμησης', εφόσον θα αναπτύσσονταν τεχνικές απομόνωσης του μύκητα και ένας τρόπος μεταφοράς, διάδοσης και συγκράτησης του στο έδαφος σε μεγέθη μόλυσματος, που να παρέχουν καταπολέμηση του πληθυσμού του νηματώδη σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Καλλιεργητικά μέτρα:

1. Περιορισμένες μικρές μολύνσεις μπορούν να εξουδετερωθούν με καλλιέργεια φυτών που δεν είναι ξενιστές, αφήνοντας τον υπόλοιπο αγρό για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων.
2. Παρεμπόδιση εξάπλωσης της προσβολής. Για την παρεμπόδιση της διασποράς των κύστεων σε αμόλυντους αγρούς, όπου βέβαια υπάρχουν περιστασιακές μολύνσεις, μπορεί να συστηθεί η κατά το δυνατόν λήψη κάθε πρακτικού μέτρου. Ο νηματώδης μεταφέρεται εύκολα με τους τροχούς των γεωργικών μηχανημάτων, εργαλείων, με το νερό της άρδευσης, που διατρέχει μολυσμένους αγρούς, με τις μπότες των εργατών, τις οπλές και τα απορρίμματα των ζώων. Επίσης με την απόρριψη σε αμόλυντους αγρούς μολυσμένων υπολειμμάτων, χώμα κ.λ.π. που έμειναν στις πλατφόρμες κατά την παράδοση της παραγωγής στα εργοστάσια. Τα

υπολείμματα αυτά θα πρέπει να επιστρέφονται στον ίδιο αγρό από όπου προέρχονται ή να ρίπτονται σε ειδικές περιοχές.

3. Διατήρηση της γονιμότητας και καλή προετοιμασία του αγρού. Το τεύτλο πρέπει να τεθεί κατά το δυνατό σε άριστες συνθήκες ανάπτυξης, πράγμα που θα επιτευχθεί με βαθιά άροση, ισορροπημένες οργανικές και χημικές λιπάνσεις και καλή προετοιμασία του εδάφους. Φυτά που από την αρχή εγκαθίστανται στον αγρό με καλό φύτευμα, είναι καλύτερα προετοιμασμένα να αντισταθούν σε προσβολές νηματωδών, εντόμων και ασθενειών που μπορεί να εμφανιστούν αργότερα.
4. Πρώιμη σπορά. Άριστες θερμοκρασίες για την εκκόλαψη –ανάπτυξη των νυμφών είναι οι γύρω στους 25° C. Επομένως η απόδοση των φυτών θα επηρεασθεί λιγότερο όσο πρωιμότερη θα είναι η ποικιλία ή η σπορά.

Ανθεκτικές ποικιλίες:

Προγράμματα παραγωγής ανθεκτικών γενότυπων στο νηματώδη των ζαχαρότευτλων βρίσκονται σε εξέλιξη στις Η.Π.Α., Αγγλία, Ολλανδία, Γαλλία και Γερμανία. Έτσι εμπορικές εταιρείες παραγωγής σπόρων συνεργάζονται με τα εργαστήρια νηματολογίας των ανωτέρω χωρών, για τον καθορισμό των περιστατικών των παθότυπων νηματωδών στην «διάσπαση της ανθεκτικότητας» σε πληθυσμούς, προερχόμενους από διάφορες τοποθεσίες περιοχών με κύρια καλλιέργεια τα ζαχαρότευτλα.

Φυτά παγίδες:

Με τη μέθοδο αυτή, που μπορεί να έχει πρακτική εφαρμογή γίνεται πυκνή σπορά με ένα φυτό-ξενιστή (π.χ ράπα) του νηματώδη, στα μέσα Απριλίου, με σκοπό να προσελκυστούν οι νύμφες στις ρίζες των ανεπτυγμένων φυτών. Όταν οι νύμφες αρχίζουν να αναδύονται από τα ριζίδια ακολουθεί αναστροφή των μικρών φυτών με άροτρο ή καλλιεργητή. Για να θανατωθούν οι νηματώδεις τα ριζίδια πρέπει να εκτεθούν στον ήλιο.

Η χρήση φυτών για παγίδευση μπορεί να γίνει επικίνδυνη, εάν δεν γίνει έγκαιρα η εκρίζωση των φυτών, οπότε θα αυξηθεί ο πληθυσμός των νηματωδών και το αποτέλεσμα θα είναι αντίθετο από ότι επιδιώκεται. Η ανωτέρω μέθοδος θα πρέπει να διευρύνεται και από οικονομικής πλευράς, ιδιαίτερα όταν η καλλιέργεια των φυτών παγίδων δεν έχει άλλη χρησιμότητα. Η παγίδευση των νηματωδών επιδιώκεται με χρήση φυτών, που τα ριζικά τους εκκρίματα προκαλούν την εκκόλαψη τους χωρίς να

είναι ξενιστές. Οι μέθοδοι αυτοί απαιτούν και την απόκτηση τοπικής πείρας με δοκιμαστικές εφαρμογές.

Οικονομικές ζημιές:

Οι ζημιές που προκαλούνται από τον νηματώδη των ζαχαρότευτλων είναι δύο ειδών: α) Μείωση των αποδόσεων και β) Επηρεασμός του ζαχαρικού τίτλου. Οι ζημιές που προκαλούνται από τον νηματώδη σε μεγάλες προσβολές είναι σημαντικές. Στις Δ. Πολιτείες των Η.Π.Α., οι απώλειες σε παραγωγή από το παράσιτο φθάνουν στον 1,5 τόνο, ενώ σε άλλες περιπτώσεις τους 3 τόνους/στρ. Σημαντικές ζημιές μπορεί επίσης να προκληθούν σε περιπτώσεις, που οι πληθυσμοί του παράσιτου είναι μεγάλοι, οπότε καταστρέφεται η κεντρική ρίζα. Ως προς το εάν και κατά πόσο ο νηματώδης, επηρεάζει την περιεκτικότητα σε ζάχαρο (%) των τεύτλων, θεωρούμε σκόπιμο να κάνουμε μια μικρή αναδρομή σε παλιότερα και πρόσφατα δεδομένα που έχουμε στη διάθεση μας. Οι Filipjevic και Stekhoven (1959) παραθέτουν τις παρακάτω παρατηρήσεις ερευνητών που ασχολήθηκαν με το εν λόγω θέμα. Ο Hellriegel (1896) διαπιστώνει μείωση του ζαχάρου στα προσβεβλημένα τεύτλα, σε ποσοστό 6-9% ενώ στα υγιή το ποσοστό είναι 14%. Οι Stewart και Bateman (1926) 12,1% και 14,5% και ο Korab 14,7% και 17,6%. Στην Ολλανδία σε παραγωγή 2.000χιλγ., βρέθηκε ποσοστό σε ζάχαρο 16,5% Kalisvaart (1925). Σε νεώτερες πειραματικές εργασίες φαίνεται να υπάρχει μια διάσταση γνώμων. Ο Jones (1956) συμπεραίνει ότι σε ορισμένο τύπο εδάφους της περιοχής (Chatteris) υπάρχει μία λογαριθμική γραμμική σχέση μεταξύ του αρχικού μολύσματος, $w/g\ soil$ και της παραγωγής. Αύξηση του πληθυσμού των νηματωδών δεν φαίνεται να επηρεάζει την περιεκτικότητα των ριζών σε ζάχαρο. Από τους Thielemann και Steudel (1973) επιτεύχθηκε με την χρήση καρβαμιδικών νηματοκτόνων (Temic), ελάττωση του πληθυσμού και απωλειών και παραγωγή ζάχαρης στις ίδιες ποσότητες, όπως στα υγιή. Η σε ζαχαροπεριεκτικότητα των τεύτλων περιορίστηκε από τους νηματώδεις σε μικρό μόνο βαθμό. Η μέγιστη ποσότητα ζάχαρης σημειώθηκε στο 8^ο έτος του πειραματισμού (1971) με πολύ ευνοϊκές συνθήκες για τη καλλιέργεια σε συνδυασμό με τη χρήση του Temic.

Οι Glovatskaya, (1971) και Cooke, (1984) συμφωνούν ότι μείωση της περιεκτικότητας σε ζάχαρο στα τεύτλα, παρατηρείται στους μεγαλύτερους πληθυσμούς του νηματώδη. Ο Cooke αποφαίνεται, ότι στο πειραματισμό του υπήρχαν εποχιακές διαφορές στα ποσοστά της ζάχαρης. Οι τιμές ήταν μεγαλύτερες το 1978 και μικρότερες το 1981. Το ποσοστό της ζάχαρης επίσης επηρεάστηκε από τους αρχικούς πληθυσμούς του *H.schactii*.

Heterodera avenae (Ο νηματώδης των ριζών των σιτηρών)

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ο βιολογικός κύκλος του είδους *H. avenae* βασικά μοιάζει με τον *H. schachtii*. Από το μετασχηματισμένο σε δυσκολόθραυστη λεμονοειδή κύστη σώμα του θηλυκού, που έχει αποσπασθεί από τις ρίζες στο έδαφος, ελευθερώνονται οι νεαρές 2^{ου} σταδίου νύμφες που είναι αναδιπλωμένες δια μέσου των ωών. Έτσι προστατευμένες οι νεαρές νύμφες στις κύστεις, μπορούν να ζήσουν στο έδαφος αρκετά χρόνια ενώ ένα ποσοστό εκκολάπτεται κάθε άνοιξη και διαφεύγει στο έδαφος για αναζήτηση φυτού-ξενιστή. Ο ρυθμός της ελάττωσης του πληθυσμού του *H.avenae* σε έδαφος δίχως φυτά-ξενιστές, φαίνεται να είναι ταχύτερος απ' ότι του *G.rostochiensis* (μ.ο. 33% ετησίως) και του *H.schachtii* (μ.ο. 50% ετησίως). Στον κατάλληλο ξενιστή, η νύμφη εισβάλλει στο ακραίο σημείο της ρίζας και τρεφόμενη εξελίσσεται δια μέσου 3 εκδύσεων, σε λευκή διογκωμένη λεμονοειδή κύστη με μαργαρώδες επίχρισμα. Με την διόγκωση το θηλυκό διαρρηγνύει τον φλοιό της ρίζας και αναδύεται στην επιφάνεια. Κατά την ίδια περίοδο το αρσενικό εγκαταλείπει τον ριζικό ιστό και ελευθερωμένο κινείται προς αναζήτηση του θηλυκού. Το θηλυκό αφού γονιμοποιηθεί από το αρσενικό, μετατρέπεται σε δυσκολόθραυστη καφέ κύστη με 300 περίπου ωά.

Οικολογία:

Η εποχή κατά την οποία οι νύμφες εγκαταλείπουν τις κύστεις και η συμπλήρωση των βιολογικών σταδίων, επηρεάζονται από τις τοπικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, έδαφος). Έτσι η διάρκεια του βιολογικού κύκλου, διαφέρει στα διάφορα γεωργικά διαμερίσματα. Η μικρότερη περίοδος από την εισβολή της νύμφης στα ριζίδια και την εμφάνιση των λευκών κύστεων είναι κατά προσέγγιση περίπου 9 εβδομάδες, που χρονικά συμπίπτει μεταξύ μέσα Μαρτίου και αρχές Μαΐου.

Στην Αυστραλία και Ινδία οι πληθυσμοί του *H.avenae* παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή στην ξηρασία, με πρόκληση σοβαρών ζημιών στο σιτάρι σε ποσοστό πάνω από 50%. Αντίθετα οι πληθυσμοί της Ευρώπης και Καναδά δεν επιβιώνουν καλά σε ανάλογες συνθήκες, με αποτέλεσμα και οι ζημιές να είναι μικρότερης σημασίας. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί και στο γεγονός ότι στην Ευρώπη τα εδάφη είναι πλουσιότερα με συχνότερες λιπάνσεις και αμειψισπορές.

Εκκόλαψη: Οι θερμοκρασίες που σχηματίζονται με την εκκόλαψη, εμφανίζουν μια πολυπλοκότητα ενώ ως άριστες θερμοκρασίες αναφέρονται οι 10° C, 15° C και γύρω των 18° C απ' ότι η σταθερή θερμοκρασία των 25° C. Ριζικές εκκρίσεις των σιτηρών, μπορεί επίσης να επηρεάσουν το μέγεθος των εκκολάψεων. Στον Νομό Χαλκιδικής της Κ. Μακεδονίας, που χαρακτηρίζεται από ξηροθερμικό κλίμα αριθμός ατόμων του *H.avenae*, συμπλήρωσε τον βιολογικό κύκλο στο σιτάρι τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου, όταν το σιτάρι είχε συμπληρώσει το στάδιο της ανθοφορίας. Στα μέσα Μαΐου στο προ ωρίμανσης στάδιο, τα περισσότερα παράσιτα έχουν ήδη πάρει την πλήρη ανάπτυξη. Ο νηματώδης συμπλήρωσε τον βιολογικό κύκλο σε 85+/-7 ημέρες. Η περίοδος από την είσοδο των νυμφών μέχρι την εμφάνιση των λευκών κύστεων στις ρίζες διήρκεσε 60-65 ημέρες. Εγκυστωμένα ωά σε δείγματα εδάφους σε συνθήκες ξηρού ρεύματος αέρος, διατήρησαν την ζωτικότητα τους επί 30 μήνες και οι εκκολαφθείσες νύμφες εισέβαλαν στις ρίζες του σιταριού και αναπαρήχθησαν. Εγκυστωμένα ωά του *H. avenae* διατηρήθηκαν επί 17ετία όμως δεν προσέβαλαν και δεν αναπαρήχθησαν στο σιτάρι.

Ο νηματώδης αυτός δεν φαίνεται να συμπληρώνει εποχιακά πλέον μιας γενιάς. Οι νύμφες δεν απελευθερώνονται από νεοπαραχθείσες κύστες εάν δεν περάσουν αρκετοί μήνες. Προφανώς απαιτείται μια χρονική περίοδος για την ωρίμανση. Στην Αυστραλία εγκυστωμένα ωά σε θερμοκρασία εργαστηρίου 21° C διατηρήθηκαν ξηρά (σχετική υγρασία 75-40%), επέζησαν τουλάχιστον για ένα έτος αλλά γρήγορα έχασαν την ζωτικότητα τους σε 21° C σε συνθήκες υγρασίας. Επίσης μερικές μόνο οι νύμφες επέζησαν σε υγρό έδαφος, σε θερμοκρασίες πάνω από 20° C, για περισσότερο από 8 εβδομάδες. Ψυχρές και ξηρές περιόδους, που προηγούνται και ακολουθούν αμέσως μετά την σπορά μπορούν να περιορίσουν την εκκόλαψη των νυμφών και τον ρυθμό των εκδόσεων. Αντίθετα πολλές βροχές τον Απρίλιο και Μάιο, φαίνεται να ευνοούν την εισβολή του νηματώδη στις ρίζες του ξενιστή.

Έδαφος:

Γενικά ότι ο *H.avenae* ευνοείται σε εδάφη ελαφριάς σύστασης με καλό αερισμό και στράγγιση, εντούτοις μπορεί να πολλαπλασιαστεί ταχύτατα σε εδάφη με βαρύτερη σύσταση π.χ. στην Αγγλία, Γερμανία ή Αυστραλία.

Γεωγραφική Διάδοση: Ο κυστονηματώδης των σιτηρών αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά στην Γερμανία το 1874. Έκτοτε αναφέρθηκε στις περισσότερες σιτοπαραγωγικές περιοχές του κόσμου, τόσο στις μέτρια ψυχρές ζώνες όσο και σε πολλές Μεσογειακές χώρες καθώς και στην χώρα μας.

Στην Ινδία το παράσιτο σε ορισμένες περιοχές αποτελεί σπουδαίο πρόβλημα για το σιτάρι και το κριθάρι και είναι κοινό στην Ιαπωνία, Ρωσία μέχρι την Σιβηρία αλλά είναι άγνωστο στην Κίνα. Μέχρι πρότινος αυτό το παθογόνο δεν αναφέρεται σε χώρο γύρω από την Μ. Ασίας ή σε οποιαδήποτε Ασιατική χώρα όπως στο Ιράκ, Ιράν, Αφγανιστάν. Η παρουσία 5 βιότυπων του *H. avenae* στην Ινδία σημαίνει την εκεί παρουσία του από πολλά χρόνια.

Τρόπος διασποράς:

Κύριος συντελεστής της διασποράς του νηματώδη όπως και για τους άλλους κυστογόνους νηματώδεις είναι ο άνθρωπος με τις διάφορες δραστηριότητες του.

Ξενιστές:

Στα σιτηρά ως προς το ν βαθμό ευαισθησίας και δυνατότητας αύξησης των μολύνσεων, προηγείται η βρώμη και ακολουθούν το κριθάρι, σιτάρι, σίκαλη. Επίσης είδη αγρωστωδών φυτών (Poaceae) όπως τα *Anena* spp., *Hordeum* spp., *Poa trivialis*, *Agropyron repens*, *Agriostis stolonifera*, *Alopecurus pratensis*, *Avenae fatua*, *Lolium multiflorum*, *L. italicum*, *L. perenne*, *Phalaris canariensis* spp., *Festuca pratensis*, διάφορα *Bromus* spp. Ως προς την ευαισθησία του αραβόσιτου (*Zea mays*) στο *H.avenae* υπάρχουν διαφορετικές απόψεις. Αυτό προφανώς, οφείλεται στις τοπικές συνθήκες ή στην ύπαρξη βιοτύπων με διαφορετικές βιολογικές ιδιότητες. Οι διαφορετικές προτιμήσεις στο σιτάρι και στη βρώμη μεταξύ πληθυσμών Αυστραλίας και Ευρώπης, μπορεί επίσης να αποδοθούν στην ύπαρξη βιοτύπων. Ορισμένα αγρωστώδη όπως το *Phelum pratense* παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στον νηματώδη.

Το κρίσιμο επίπεδο μόλυνσης από τον *H. Avenae* για εκτιμώμενες προσβολές στη βρώμη είναι γύρω στα 10-15-20 ωά/g εδάφους.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Σαν πρώτο σύμπτωμα προσβολής της βρώμης από το *H. avenae* είναι η εμφάνιση κατά κηλίδες φυτών με ωχρό-κιτρινοπράσινο χρωματισμό και ενίοτε με πορφυρούς αποχρωματισμούς. Στην βρώμη περίπου 4 εβδομάδες μετά την εμφάνιση των φυταρίων, το πρώτο φύλλο των προσβεβλημένων φυτών εμφανίζει κίτρινο-κοκκινωπό αποχρωματισμό, που αρχίζει από την κορυφή και επεκτείνεται σ'όλη την επιφάνεια του φύλλου. Το δεύτερο φύλλο μπορεί να παρουσιάσει τα ίδια συμπτώματα. Η όλη εξέλιξη των συμπτωμάτων ποικίλει μεταξύ ειδους καλλιέργειας,

εδαφών και εποχών. Σε μεγάλες προσβολές τα φυτά των κηλίδων δεν μεγαλώνουν και κατά το τέλος Μαΐου κατακλύζονται από αγριόχορτα και στη συνέχεια κατά το τέλος Ιουνίου τα φυτά συνήθως νεκρώνονται με μια πρόωρη ωρίμανση των στάχυων που περιέχουν μερικούς μικρούς κόκκους.

Τα παραπάνω συμπτώματα μπορούν να αποδοθούν και σε άλλα αίτια όπως τροφοπενίες, έλλειψη αζώτου ή σε ορισμένους μύκητες και ιούς που μπορεί να συνυπάρχουν και να επεκτείνουν το πρόβλημα. Πολλές φορές οι πρώιμες προσβολές των πρώτων ριζιδίων (seminal roots) των σιτηρών δυσχεραίνουν την αποτίμηση των προκαλούμενων ζημιών στην παραγωγή από το *H. avenae*.

Οι προσβεβλημένες ρίζες των φυταρίων βρώμης στο σημείο προσβολής διογκώνονται ελαφριά και σχηματίζουν πολλές πλάγιες ρίζες με πολλές διακλαδώσεις δίδοντας στο ριζικό σύστημα μία μορφή ριζομανίας. Αβαθές και με πολλές διακλαδώσεις, εμφανίζεται το ριζικό σύστημα του σιταριού και κριθαριού. Τα συμπτώματα, που μπορούν να οδηγήσουν σε μία ασφαλή διάγνωση της παρουσίας του παθογόνου είναι οι λευκές κύστεις, πάνω σε ένα πολύ διακλαδισμένο ριζικό σύστημα και η κατά κηλίδες ασθενή φυτά πνιγμένα στα αγριόχορτα.



Εικόνα3: Φύλλα κιτρινισμένα και πλαγιασμένα από τον νηματώδη του είδους *Heterodera avenae*.

Αλληλεπίδραση με άλλα παθογόνα:

Από τους ενδιαφέροντες μύκητες που μπορεί να σχετίζονται με το *H. avenae* είναι ο *Rhizoctonia solani* και ο *Ophiobolus graminis*. Ο τελευταίος είναι δυνατόν να επηρεάσει και την σχέση αρσενικού προς θηλυκό και την τιμή του πολλαπλασιασμού του νηματώδη.

Βιολογικές φυλές:

Βιότυποι του *H.avenae* έχουν διαπιστωθεί στην Αγγλία 3, στην Δανία και Σουηδία 2, στην Ολλανδία 4 και στην Γερμανία πιθανόν 6. Στην Αυστραλία και Ινδία φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορετικοί βιότυποι απ' αυτούς που υπάρχουν στην Ευρώπη.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Καλλιεργητικές και βιολογικές μέθοδοι

1. Αποφυγή εντατικής καλλιέργειας βρώμης για την συγκράτηση του πληθυσμού σε όρια κάτω του κρίσιμου ορίου που για την βρώμη είναι γύρω στα 10 ώα/g και για το κριθάρι περίπου 30 ώα/g εδάφους ξηραμένου στον αέρα.
2. Βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους και ειδικά με οργανική λίπανση (κοπριά) σε συνδιασμό με αμειψισπορά.

Αμειψισπορά:

Δεδομένου ότι ο πληθυσμός του *H.avenae* σε έλλειψη φυτού ξενιστή εμφανίζει μια ετήσια φθορά ταχύτερη των *G.rostochiensis* και *H.schactii* (που είναι κατά μέσο όρο 33 και 50% αντίστοιχα), καλλιέργεια με σιτηρά ανά 2 ή περισσότερα έτη θα μπορούσε να αποβεί επωφελής για την απόδοση της καλλιέργειας. Και αυτό όχι μόνο από την μείωση του πληθυσμού του νηματώδη, αλλά και από τον επηρεασμό άλλων παθογόνων που υποθάλλονται με την συχνή καλλιέργεια των σιτηρών.

Φυτά παγίδες:

Η εύκολη σχετικά διαπίστωση των λευκών κύστεων στις ρίζες των σιτηρών (γύρω στα τέλη Μαρτίου-αρχές Απριλίου για την Χαλκιδική), μπορεί να προσδιορίσει την χρονική περίοδο, που θα πρέπει τα φυτά να αποσπασθούν εντελώς από το έδαφος πριν την ωρίμανση του νηματώδη. Αυτό μπορεί να γίνει και με ανατροπή και παράχωμα των φυτών με όργωμα.

Χρήση μυκήτων:

Αν και ορισμένοι μύκητες μπορούν να προσβάλουν αναμφίβολα τα ώα και τις νύμφες του *H.avenae*, σε μεγάλη κλίμακα εφαρμογή των επιτυχών εργαστηριακών δοκιμών, παρόλο ότι υπόσχονται πολλά για το μέλλον, δεν φαίνεται επί του παρόντος να είναι πραγματοποίηση σε επίπεδο αγρού.

Ανθεκτικές ποικιλίες:

Σήμερα υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες κριθαριού και βρώμης στον *H.avenae*. Πιθανόν ανθεκτικοί γόνιμοι μεταλλάσσουν την σχέση του φύλου που να ευνοούν τα

αρσενικά. Οι ρίζες των ανθεκτικών φυτών εισβάλλονται από τις νύμφες στην ίδια έκταση περίπου, πλην όμως λίγες αναπτύσσονται σε θηλυκές χωρίς να προκαλούνται ζημιές από γιγαντόμορφα κύτταρα (syncytia).

Η αποτίμηση της ωφέλειας δεν είναι εύκολη, καθότι το ύψος της παραγωγής εξαρτάται και από εδαφοκλιματολογικούς παράγοντες και άλλα παθογόνα. Ένας καλός υπολογισμός των απωλειών στην παραγωγή έχει γίνει από τον Dixon 1969, ο οποίος έδειξε ότι για κάθε 10 ώα/g εδάφους πριν την σπορά, το κριθάρι χάνει 75, το σιτάρι 188 και η βρώμη 375 Kg/10 στρ.

Χημική καταπολέμηση:

Διάφοροι τύποι νηματοδοκτόνων έχουν δοκιμαστεί κατά καιρούς για την καταπολέμηση του *H.avenae* όπως DD, DCP, BM, Dazomet, Aldicarb, Oxamyl.

Εντούτοις παρά τα καλά αποτελέσματα η εφαρμογή τους στη μονοκαλλιέργεια των σιτηρών καθίσταται αντιοικονομική. Πειραματική καταπολέμηση του *H.avenae* σε σιταγρό με σκευάσματα D.D. και B.M. σε αντίστοιχες δόσεις 40χλγρ./στρ. και 114 γραμμ/μ² έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Το MB βελτίωσε την ανάπτυξη, αύξησε την παραγωγή και σε αξιοσημείωτο βαθμό ελάττωσε τον αριθμό των νηματωδών. Το DD υπήρξε λιγότερο αποτελεσματικό εναντίον των νηματωδών και η παραγωγή εμφάνισε κάποια αύξηση ανώτερα του μάρτυρα χωρίς αυτή η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική. Στο ύψος της παραγωγής θα πρέπει να συνυπολογίζεται και μία άλλη παράμετρος, η αύξηση του αφομοιώσιμου αζώτου που εκλύεται κατά τη χρήση των ανωτέρω σκευασμάτων. Η υπολειμματική δράση του βρωμιούχου μεθυλίου κατά το 2^ο έτος συνετέλεσε στη λήψη των μεγαλύτερων αποδόσεων και στην αποτελεσματικότερη καταπολέμηση των νηματωδών, αλλά σήμερα έχει αποσυρθεί γιατί προκαλεί σημαντική μόλυνση στο περιβάλλον. Επίσης περιορισμένη ήταν και η υπολειμματική δράση του D.D. Κατά το τρίτο έτος του πειραματισμού σε όλες τις μεταχειρήσεις δεν σημειώθηκαν διαφορές ως προς την παραγωγή και τον πληθυσμό των νηματωδών.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Globodera*

Θηλυκά: Διαφέρουν από τα *Heterodera* στην διάπλαση των κύστεων, που είναι σφαιροειδείς έως σφαιρικές με οπίσθιο ακραίο τμήμα λείο δίχως κώνο. Επιδερμίδα χονδρή με επιπόλαιο δαντελωτό υπόδειγμα. Γεννητικό άνοιγμα στο οπίσθιο άκρο,

μέσου μήκους και μόνο με ένα στρογγυλό πόρο εκκόλαψης (fenestra) τύπου circumfenestrate. Έδρα δίχως πόρο εκκόλαψης. Αντίθετα με το *Heterotera*, υπογέφυρα και φλυκταινώδεις διογκώσεις (bullae) σπανίζουν και τα ωά παραμένουν καθολοκληρία στο νεκρό σώμα του θηλυκού (κύστη).

Γεννητικό άνοιγμα και έδρα όπισθεν του λαιμού σε μια σχεδόν ωοειδή συμπίεση, την αιδοιακή λεκάνη (vulval basin).

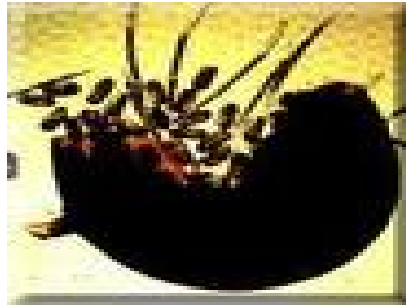
Αρσενικά: Γενικά με την ίδια μορφολογία των *Heterodera*. Σώμα που παίρνει στροφή σε σχήμα S ή C. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις. Κέντρα μεγαλύτερα των 30 μm με προεξέχοντα ακραία τμήματα. Δίχως αγωγό αμάρας και με κοντή ημισφαιρική ουρά στοιχειωδώς ανεπτυγμένη.

Νύμφη 2^{ου} σταδίου: Παθογόνος, μήκους 0.4-0.6 mm, που σχεδόν ευθυγραμμίζεται, όταν νεκρούνται με θερμική επίδραση. Χειλική περιοχή μέτρια αποσκληρυμένη. Στιλέτο εύρωστο 20-30 μm, με ευδιάκριτα βασικά εξογκώματα.

Οισοφάγος με προέχοντα μεσαίο βολβό και επιμηκυμένο βασικό λοβό με κοιλιακή κυρίως επικάλυψη του εντέρου. Ουρά κωνική με στρογγυλεμένη ή μυτερή κατάληξη, με το μισό περίπου οπίσθιο τμήμα της ουράς (30-60%) υαλώδες. Φασμίδια μικρές στίξεις εκατέρωθεν της ουράς.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Globodera* sp., στην πατάτα, στην τομάτα και σε άλλα φυτικά είδη.



Εικόνα2: Θηλυκή,σφαιρική κύστη του νηματώδη *Globodera* sp.,

Globodera rostochiensis (Ο νηματώδης των γεώμηλων)

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ο βιολογικός κύκλος του γένους *Globodera* σε γενικές γραμμές είναι ο ίδιος με του *Heterotera* με τη βασική διαφορά ότι όλα τα ωά παραμένουν ζωντανά μέσα στην κύστη. Οι κύστεις μετά την μάρανση του φυτού- ξενιστή παραμένουν στο έδαφος κυρίως στα επάνω 30 εκατ. Κάθε κύστη περιέχει γύρω στα 200-300 ωά. Η νύμφη πριν αρχίσει να τρέφεται, προχωρεί δια μέσου του ριζικού ιστού και τροποποιώντας την δομή των κυττάρων του περικυκλίου φλοιού και επιδερμίδας, δημιουργεί το μεγάλο κοινοκύτταρο (syncytium) που θα αποτελέσει και την θέση διατροφής της. Σ' αυτή τη θέση η νύμφη θα παραμείνει μέχρι την τελική της ανάπτυξη αφού περάσει από 3 εκδύσεις. Η διαμόρφωση του φύλλου καθορίζεται από τις συνθήκες διατροφής, οι οποίες όταν είναι ευνοϊκές υπερσχύουν τα θηλυκά, ενώ σε δυσμενείς συνθήκες διατροφής υπερσχύουν τα αρσενικά. Τα ανεπτυγμένα αρσενικά εγκαταλείπουν τις κύστεις και χωρίς να τρέφονται κινούνται δια μέσου του εδάφους για 10 περίπου ημέρες. Σ' αυτό το διάστημα τα θηλυκά έχουν διαρρήξει τον ριζικό φλοιό και ώριμα πλέον γονιμοποιούνται από τα αρσενικά. Τα αρσενικά έλκονται από εκκρίσεις των θηλυκών, με τα οποία ζευγαρώνουν πολλές φορές. Σ' αυτή την φάση έχουν ήδη περάσει περίπου 50 ημέρες από την εισβολή της νύμφης στο ριζικό ιστό. Συνήθως υπάρχει μια γενεά κατά καλλιέργεια και κατά την εποχή. Στην Μ. Βρετανία με τις εκεί εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, μια μόνο γενεά εμφανίζεται τον Απρίλιο με Ιούλιο και μια δεύτερη μικρή γενεά τον Αύγουστο με Σεπτέμβριο αλλά οι περισσότερες νύμφες διαχειμάζουν μέχρι το επόμενο έτος. Η δραστηριότητα των

νυμφών αρχίζει σε εδαφικές θερμοκρασίες πάνω από 7° και 10° C. Άριστες θερμοκρασίες για την κίνηση στο έδαφος και ανάπτυξη είναι αντίστοιχα 25° C και 18°-24° C. Οι εκκολάψεις των ωών διεγείρονται από ριζικά εκκρίματα των φυτών-ξενιστών σε ποσοστό 60-80%. Οι εκκολάψεις είναι περισσότερες σε αμμώδη εδάφη παρά σε τυρφώδη και σε πολύ βαρεία αργιλώδη. Ο βιοχημικός μηχανισμός που διεγείρει την εκκόλαψη δεν έχει ακόμη διευρυνθεί.

Άλλοι παράγοντες που σχετίζεται με την εκκόλαψη είναι η θερμοκρασία, υγρασία, το οξυγόνο. Άριστες θερμοκρασίες για την εκκόλαψη είναι 21°-25° C. Η δραστηριότητα του νηματώδη σταματά σε θερμοκρασίες πάνω από 40° C. Συνθήκες που υποβοηθούν και την ανάπτυξη του φυτού-ξενιστή επικρατούν κυρίως την άνοιξη, οπότε παρατηρείται και το μεγαλύτερο ποσοστό των εκκολάψεων. Ο βιοχημικός μηχανισμός της εκκόλαψης δίδει την δυνατότητα επιβίωσης των νηματωδών, καθώς αδρανούν προστατευμένοι μέσα στα ωά και στις κύστες (εώς ότου ρίζες ξενιστών αναπτυχθούν κοντά τους, σε πολλά είδη), ένα ποσοστό 30-50% των ωών πλείστων κυστογόνων νηματωδών εκκολάπεται την άνοιξη αυτόματα σε ακαλλιέργητους αγρούς ή σε καλλιέργειες που δεν είναι ξενιστές. Το ποσοστό της ετήσιας μείωσης των ζωντανών νυμφών του *G.rostochiensis* σε εδάφη αγρών δίχως φυτό-ξενιστή ποικίλλει από 18% σε ψυχρά εδάφη έως 50-80% σε θερμά εδάφη. Ανάλογα επιδρά και ο τύπος του εδάφους σε ποσοστό κατά μέσον όρο 30-33%. Μερικά άτομα μπορεί να επιβιώσουν σε δροσερό έδαφος μέχρι και 28 χρόνια. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου και τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης των κυστογόνων νηματωδών εξαρτώνται κυρίως από την θερμοκρασία, το φυτό-ξενιστή και το είδος του νηματώδη. Το *G.rostochiensis* με μια μέση εδαφική υγρασία 17.2° C συμπληρώνει τον βιολογικό του κύκλο σε 38-48 ημέρες.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ-Επίδραση στις αποδόσεις:

Ο νηματώδης με τον παρασιτισμό ελαττώνει τον εφοδιασμό του φυτού με νερό και θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της ανάπτυξης του φυτού και την μείωση των αποδόσεων. Δευτερογενείς μολύνσεις από άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς (π.χ. *Verticillium*, *Rhizoctonia*) επανξάνουν την ζημιά. Σοβαρές μολύνσεις σταματούν την ανάπτυξη του φυτού καθ'ολοκληρία. Τα φύλλα χάνουν το έντονο πράσινο χρώμα, οι κορυφές των φυτών μαραίνονται, κιτρινίζουν, η βλάστηση περιορίζεται και στη θέση των φυτών αναπτύσσονται πολλά ζιζάνια.

Όταν τα γεώμηλα καλλιεργούνται συχνά, οι πρώτες ενδείξεις της προσβολής είναι η εμφάνιση καθυστερημένων φυτών κατά κηλίδες.

Από την αρχική αυτή προσβολή οι κύστεις μεταδίδονται σε όλη την έκταση του αγρού. Πολλές φορές σε αρδευόμενες καλλιέργειες, αυτές οι κηλίδες εκτείνονται κατά την φορά του νερού στους αρδευτικούς αύλακες. Το *G. rostochiensis* καθώς και όλα τα άλλα είδη, σε αντίθεση με τα είδη του γένους *Meloidogyne* (ριζοκόμβων) δεν προκαλούν στις ρίζες μικρά ή μεγάλα εξογκώματα, μπορούν όμως να προκαλέσουν την ξήρανση των ριζιδίων από δευτερογενείς μολύνσεις από διάφορα παθογόνα ή από τον σχηματισμό των γιγαντόμορφων κυττάρων (syncytia). Τα κοινοκύτταρα δεν έχουν σχέση με τα εξογκώματα. Αυτά σχηματίζονται εσωτερικά κατά μήκος των ριζών, με αποτέλεσμα την αλλαγή της δομής των κυτταρικών ιστών και την παρεμπόδιση της κυκλοφορίας των θρεπτικών συστατικών.

Γενικά τα φυτά παρουσιάζουν μια τάση προς μάρανση, που γίνεται πιο έντονη σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών, έντονης ηλιακής ακτινοβολίας και ξηρασίας. Υπολογίζεται ότι ανά 4 στρέμματα χάνεται περίπου 1 τόνος κονδύλων για κάθε αύξηση 20 ωών, ανά γραμ. ξηρού εδάφους.

Διασπορά-Διάδοση:

Η διάδοση των κυστογόνων νηματωδών των γεώμηλων γίνεται κυρίως με την μεταφορά μολυσμένου χώματος, που εκτίθεται στους σπόρους ή στα μέσα συσκευασίας. Οι κύστεις των *Globodera* παραμένουν ζωντανές ακόμα και σε ξηρό έδαφος και μπορούν να μεταφερθούν με τα γεωργικά μηχανήματα, τα υποδήματα εργατών, τα κατοικίδια ζώα, τον αέρα και το νερό άρδευσης. Σε περιπτώσεις που η μόλυνση εξελίσσεται και προκαλεί σοβαρές απώλειες στην παραγωγή, πολλά εκατομμύρια κύστεων θα πρέπει να υπάρχουν σε κάθε στρέμμα. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι δύσκολη η παρεμπόδιση της διάδοσης του παθογόνου με οποιαδήποτε προληπτικά μέτρα (πλύσιμο των γεωργικών εργαλείων μηχανημάτων κ.λ.π.), εάν δεν ληφθούν τα προτεινόμενα μέτρα καταπολέμησης. Βασικό μέτρο για την πρόληψη της διάδοσης του παθογόνου είναι η παραγωγή και η χρήση καθαρού πατατόσπορου. Τα είδη των κυστογόνων νηματωδών των γεώμηλων, γενικά προσαρμόζονται σε σχετικά δροσερές-ψυχρές περιοχές, σε αντίθεση με τα *Meloidogyne* που προτιμούν θερμά κλίματα. Το *G. rostochiensis* αναφέρεται σε πολλές θερμές χώρες, εξακολουθεί όμως να είναι παράσιτο με οικονομική σημασία στις εύκρατες περιοχές.

Είδη του *Globodera* (*G. rostochiensis*-*G. pallida*) είναι διαδεδομένα σε 48 χώρες της Ευρώπης, Ασίας, Β.Κ. και Ν. Αμερική, Αφρική, Αυστραλία, Ρωσία.

Το *G. rostochiensis* αναφέρεται περισσότερο από το *G.pallida* προφανώς επειδή είναι περισσότερο γνωστό και προσδιορίζεται ευκολότερα.

Ξενιστές:

Οι κυστογόνοι νηματώδεις των γεώμηλων, σε αντίθεση με το γένος *Meloidogyne* ξενίζονται σε φυτικά είδη μιας ή λίγων συγγενών οικογενειών. Ξενιστές του *G.rostochiensis* με μεγάλο γεωργικοοικονομικό ενδιαφέρον είναι κυρίως τα γεώμηλα (*Solanum tuberosum*) και δευτερευόντως η τομάτα (*Lycopersicum esculentum* Mil) και η μελιτζάνα (*S. melongena*). Επίσης προσβάλλει και έναν αριθμό από άλλα σολανώδη (*Solanaceae*) ζιζάνια, που αναφέρονται ως ξενιστές, όπως τα *S.sarachoides* Sendt. *S.dulcamara* L. Επίσης το *Datura stramonium* L. ποικιλίες *Solanum* και ελαφρώς ευαίσθητο το *Solanum nigrum* L. Τους ίδιους ξενιστές με μικρές διαφορές έχει και το είδος *G.pallida* που δεν έχει διαπιστωθεί στην χώρα μας.

Σε μερικές περιπτώσεις είναι δυνατόν ένα φυτικό είδος να ξενίζει δύο διαφορετικά είδη, όπως η τομάτα, που αναφέρεται ως ξενιστής του *G.rostochiensis* και του *H. schactii*. Ενώ ορισμένα είδη όπως το *H.schactii* είναι πολυφάγα με μεγάλο αριθμό ξενιστών.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών από τις χαρακτηριστικές κύστες των γεώμηλων, από τον νηματώδη του είδους *Globodera rostochiensis*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Η ετήσια μείωση του πληθυσμού των κυστογόνων νηματωδών, δίχως φυτό-ξενιστή και το κρίσιμο όριο για το κάθε είδος και περιοχή, αποτελούν βασικά στοιχεία στον σχεδιασμό συστημάτων αμειψισποράς για την καταπολέμηση τους. Για τους κυστογόνους νηματώδεις των γεώμηλων, τεύτλων και πίσου, το οικονομικό

threshold κείται μεταξύ 10 και 50 ώα/g ξηρού στον αέρα εδάφους. Για τα γεώμηλα και το *G.rostochiensis* στο σημείο επέμβασης είναι 20-30 ώα/g, για τα ζαχαρότευτλα και *H.schactii* 10 ώα/g και για την βρώμη και *H. avenae* περίπου 10 ώα/g και για το κριθάρι 30ώα/g.

Ο περιορισμός του *G. rostochiensis* από τους προσβεβλημένους αγρούς είναι δυσχερής, λόγω της εμμονής και της μεγάλης διάδοσης του από τις αρχικές μικρές εστίες. Τα συνιστώμενα μέτρα καταπολέμησης είναι τα κάτωθι:

Αμειψισπορά

Σε εύκρατα κλίματα όπου ο πληθυσμός του χρυσονηματώδη των γεωμήλων, περιορίζεται ετησίως κατά 30% όταν δεν υπάρχει φυτό-ξενιστής, η καλλιέργεια των γεωμήλων ανά 5 ετία ή 6 ετία συνήθως διασφαλίζει τους πληθυσμούς σε επίπεδο κάτω του σημείου επέμβασης, ώστε να επιτυγχάνεται μία καλή παραγωγή. Στην Αγγλία η πατατοκαλλιέργεια μπορεί να έχει μικρές απώλειες σε πυκνότητες πληθυσμού περίπου 20 ώων/g αποξηραμένου στον αέρα εδαφικού δείγματος. Γενικά το σημείο επέμβασης για πρόκληση ζημιών ποικίλλει αναλόγως του εδαφικού τύπου.

Η αμειψισπορά αποτελεί το κυριότερο μέτρο πρόληψης, το εύρος της οποίας εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες. Μία 4ετής αμειψισπορά μπορεί να εφαρμοσθεί σε εδάφη με βαριά σύσταση. Μεγαλύτερης διάρκειας αμειψισπορά 5ετής-7ετής, συνήθως συνιστάται για αμμώδη εδάφη ελαφριάς σύστασης.

Πρώιμη σπορά-πρώιμες ποικιλίες

Πρώιμα γεώμηλα μπορεί να καλλιεργούνται συχνότερα δίχως σοβαρούς κινδύνους, ώστε να συγκομίζονται πριν οι νηματώδεις συμπληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο, προτιμητέα όμως η μακροχρόνια αμειψισπορά. Εφ' όσον ένας αγρός έχει σοβαρή μόλυνση για 5 έως 8 ή και περισσότερα χρόνια δεν καλλιεργείται με γεώμηλα, προτού επιτευχθεί μια επιτυχής καλλιέργεια. Γενικά περίπου 20 ζωντανές κύστεις ή και 10 ώα/g εδάφους είναι οριακοί πληθυσμοί, που επιτρέπουν την χρήση του αγρού για καλλιέργεια.

Ανθεκτικές ποικιλίες

Σε μερικούς πληθυσμούς των *G.rostochiensis* και *G.pallida* υπάρχουν παθογόνοι βιότυποι (pathotypes), που μπορούν να αναπτυχθούν σε ποικιλίες γεωμήλων που επιλέγησαν ως ανθεκτικές. Στην Ευρώπη έχουν αναγνωρισθεί κατά το παρελθόν 5 παθότυποι του *G.rostochiensis* και 3 του *G.pallida*. Εφόσον ένας πληθυσμός νηματωδών αποτελείται από έναν μόνο κατάλληλο βιότυπο, υποθετικά η ανθεκτική ποικιλία μπορεί να χρησιμοποιείται συνεχώς, δίχως να αυξηθεί ο αριθμός των

νηματώδων. Επειδή όμως η παρουσία βιοτύπων του νηματώδη καθιστούν ευάλωτες τις ανθεκτικές ποικιλίες, αυτές δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μονομερώς ή με την έννοια καλλιέργειας γεωμήλων σε αγρούς με σοβαρή προσβολή αλλά ως συμπλήρωμα της αμειψισποράς. Η ανθεκτική ποικιλία δεν αποτρέπει την προσβολή. Η νύμφη που προσελκύεται από τις ρίζες εισβάλλει σ' αυτές, όπως και στις ευαίσθητες ποικιλίες με την διαφορά ότι δεν ολοκληρώνει την ανάπτυξη της. Παρά την ανθεκτικότητα της ποικιλίας, η παραγωγή συχνά είναι μέτρια καλή. Αυτό συμβαίνει κυρίως σε μεγάλους πληθυσμούς νηματώδων, οπότε οι ρίζες της ανθεκτικής ποικιλίας υφίστανται την ίδια ζημιά με την ευαίσθητη. Ο αριθμός των κυστογόνων νηματώδων των γεωμήλων, μπορεί να ελαττωθεί στο έδαφος ετησίως σε ποσοστό 75-80%, όταν καλλιεργείται η κατάλληλη ανθεκτική ποικιλία (για τον υπάρχοντα βιότυπο).

Βιολογική καταπολέμηση

Από τους μύκητες *Cylindrocarpon destructans* και *Colletotrichum coccodes* που εφαρμόστηκαν στο έδαφος γύρω από τον πατατόσπορο, μόνο ο πρώτος αύξησε την παραγωγή κατά 30%. Προφανώς ο μύκητας καταπολέμησε τον νηματώδη στα πρώιμα στάδια, χωρίς να εμποδίσει την αύξηση του στο τέλος της εποχής. Ο *C.coccodes* γνωστός παθογόνος της μαύρης στίξης, μείωσε τον τελικό πληθυσμό κατά 30% αλλά μείωσε την παραγωγή κατά 23%. Η απομόνωση ενός στελέχους ή μία μικρότερη μολυσματική τιμή, θα μπορούσε να καταπολεμήσει τον νηματώδη δίχως περιορισμό της παραγωγής.

Ηλιοαπολύμανση

Φυτά παγίδες: Ορισμένα φυτικά είδη που δεν αποτελούν κανονικούς ξενιστές, μπορεί να διεγείρουν την εκκόλαψη και να υπηρετήσουν σαν φυτά παγίδες των νυμφών στο έδαφος. Το *Solanum nigrum* μέτρια ευαίσθητο στον *G. rostochiensis*, διεγείρει την εκκόλαψη και προσβάλλεται από τον νηματώδη, το οικονομικό όμως αποτέλεσμα από τον περιορισμό του παράσιτου δεν είναι ικανοποιητικό.

Χημική καταπολέμηση

Μικροοργανισμοί εδάφους, όπως οι νηματώδεις των γεωμήλων που με τις καλλιεργητικές δραστηριότητες έχουν μεγάλη διασπορά σε έκταση και βάθος στο έδαφος, καταπολεμούνται δυσκολότερα από τους διαβιούντες στα επιφανειακά στρώματα και στα υπέργεια τμήματα των φυτών. Έτσι σκευάσματα που διαχέονται διαμέσου των πόρων του εδάφους ή σκόνες που διασπώνται και απελευθερώνουν τοξικά αέρια ή ευδιάλυτα στερεά που με το εδαφικό ύδωρ προσλαμβάνονται από τις

ρίζες ή δρουν εξ επαφής θεωρούνται καταλληλότερα από τα σκευάσματα, που αναμιγνύονται με όγκους από χώμα και νερό. Τέτοια σκευάσματα είναι πτητικά νηματοκτόνα (καπνογόνα εδάφους), τα μη πτητικά καρβαμικά και ορισμένα οργανοφωσφορικά με διασυστηματική ή δράση. Πολλά από τα ανωτέρω σκευάσματα έχουν χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα ιδιαίτερα στις Η.Π.Α., τόσο σε πειραματική όσο και σε εμπορική κλίμακα. Επίσης στον ελληνικό χώρο στην καλλιέργεια των γεωμήλων. Στις Η.Π.Α. καπνογόνα τύπου Telone έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες εκτάσεις. Το ίδιο σκευάσμα έχει χρησιμοποιηθεί σε εμπορική κλίμακα στην Ολλανδία σε εδάφη ελαφριάς σύστασης με καλόν αερισμό και υψηλό βαθμό στράγγισης.

Φυτουγειονομικός έλεγχος-Εφαρμογή νομοθετικών μέτρων

Η διαπίστωση και παρεμπόδιση εισαγωγής και διασποράς στις αμόλυντες περιοχές νηματολογικού μολύσματος, κατά την διακίνηση προσβλημένου φυτικού υλικού και μέσων συσκευασίας, διενεργείται φυτουγειονομικός έλεγχος και θέσπισης ορισμένων νομοθετικών μέτρων. Τόσο τοπικά όσο και σε διεθνή κλίμακα.

***Globodera pallida* (Ο νηματώδης των γεωμήλων)**

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Οι κυστογόνοι νηματώδεις των γεωμήλων *Globodera rostochiensis* και *G.pallida*, παρουσιάζουν το μεγαλύτερο γεωργοοικονομικό ενδιαφέρον μεταξύ των άλλων 10 ειδών του γένους *Globodera*. Οι νηματώδεις αυτοί πιστεύεται ότι έχουν προέλευση τις Άνδεις περιοχές του Περού και Βολιβίας. Το είδος *G.pallida* που απαντάται με μεγάλη συχνότητα διαφέρει ελάχιστα από το *G. rostochiensis* τόσο μορφολογικά όσο και στις προτιμήσεις σε φυτά-ξενιστές. Ο διαχωρισμός τους, που είναι πολύ δύσκολος, γίνεται με βάση τα κάτωθι μορφολογικά χαρακτηριστικά. Ως προς το χρώμα το *G. rostochiensis* έχει μια επιμηκυσμένη φάση χρυσοκίτρινου χρωματισμού, πριν γίνει κύστη καστανού χρώματος, ενώ το *G. pallida* είναι παραμένει λευκό ή κρεμ για πολύ περισσότερο χρόνο, πριν πάρει τον τελικό σκούρο χρωματισμό. Ως προς το εύρος και μήκος οι νύμφες του *G. pallida* είναι μακρύτερες 484 μm έναντι 468 μm, με μακρύτερη ουρά 51,9 μm έναντι 43,9 μm. Επίσης στίλετο μακρύτερο 23,6 μm έναντι 21,8 μm, με βασικά εξογκώματα του στίλετου ελαφρώς πιο μυτερά προς τα εμπρός έναντι των στρογγυλεμένων του *G. rostochiensis*. Στα

αρσενικά του *G. pallida* η απόσταση μεταξύ της βάσης του στίλετου και του νωτιαίου οισοφαγικού αδένου είναι κατά τον μέσον όρο μικρότερη του *G. rostochiensis*, 3.5 μm και 5.3 μm αντίστοιχα. Τα θηλυκά του *G. pallida* διακρίνονται από το *G. rostochiensis*, από τα μακρύτερα στίλετα 26.7 μm σε σύγκριση με 22.9 μm, από την μικρότερη απόσταση μεταξύ έδρας και γεννητικού ανοίγματος 43.9 μm έναντι 60.0 μm και από τον μικρότερο αριθμό επιδερμικών ραβδώσεων μεταξύ έδρας και γεννητικού ανοίγματος 12.2 μm έναντι 21.6 μm.

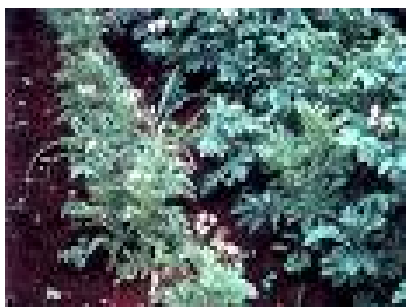
Γενικά επειδή τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ποικίλλουν με σημαντική επικάλυψη μεταξύ των 2 ειδών, ο προσδιορισμός τους καθίσταται δύσκολος και χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά τον φυτουγειονομικό έλεγχο.

Διάδοση:

Αγγλία, Ολλανδία, Γερμανία, Περού, Νιγηρία, Ινδία, Γαλλία, Β. Ιρλανδία, Νέα Ζηλανδία, Ιταλία, Νορβηγία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Ρωσία, Βενεζουέλα.

Ξενιστές:

Περιορίζονται στα Solanaceae όπως στο *G. rostochiensis* και κυρίως στα κονδυλώδη είδη Solanum.



Εικόνα3: Μάρανση, κιτρίνισμα φύλλων και επιβράδυνση της βλάστησης στα γεώμηλα από τον νηματώδη του είδους *Globoatera pallida*.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Γενικά ισχύουν τα ίδια μέτρα που λαμβάνονται για το *G. rostochiensis*.

Ειδικότερα για το *G. pallida* η καταπολέμηση του με νηματοκτόνα είναι δυσκολότερη του *G. rostochiensis* και αυτό διότι το πρώτο εκκολάπτεται περισσότερο αργά, οπότε τα χημικά σκευάσματα αποδιοργανώνονται στο έδαφος πριν οι ευαίσθητες νύμφες εγκαταλείψουν τις κύστεις. Στην Αγγλία η χρήση της πατάτας “Cara” ανεπτυγμένη σε 55 ημέρες από 2 Μαΐου, μπορεί σε σοβαρά

μολυσμένα εδάφη, να συντελέσει στην εκκόλαψη του 80% περίπου των νυμφών του *G.pallida* από τις κύστεις. Αυτή η αποτελεσματικότητα της παγιδευμένης καλλιέργειας, μπορεί να ενισχυθεί με απονημάτωση του εδάφους, με καρβαμιδικά νηματοκτόνα (oxamyl ή aldicarb) κατά την εποχή της σποράς. Τελευταίως καταβάλλεται προσπάθεια επιτάχυνσης της εκκόλαψης με χημικά σκευάσματα. Στην περίπτωση του *G.pallida* προτείνεται ένα σύστημα ολοκληρωμένης καταπολέμησης, με περιορισμό των δόσεων των κοκκωδών σκευασμάτων ανάλογα της σύστασης του εδάφους και του υπάρχοντος πληθυσμού των νηματωδών, σε συνδυασμό με μια μετρίως ανθεκτική ποικιλία. Ο παράγων έδαφος, παίζει σημαντικό ρόλο ως προς την αποτελεσματικότητα των νηματοκτόνων. Σε ορισμένα εδάφη αυξημένη δόση 5.6 Kg/ha μπορεί να είναι αναγκαία διότι μειώνοντας τη δόση σε μια ευαίσθητη ποικιλία, μπορεί να συντελέσει στην αύξηση των νηματωδών. Όταν η χρήση ποικιλιών μερικώς ανθεκτικών και μακροχρόνιες αμειψισπορές δεν είναι εφικτές, η συνδυασμένη φθινοπωρινή χρήση καπνογόνων εδάφους (ή φυτά παγίδες) με ένα κοκκώδες νηματοκτόνο την άνοιξη και με μια λιγότερο αποτελεσματική ανθεκτική ποικιλία, μπορεί προς το παρόν να αποτελέσει έναν πρακτικό τρόπο καταπολέμησης του *G. pallida*.

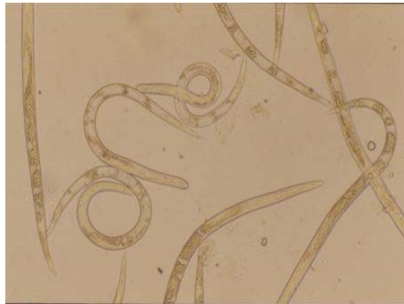
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους *Meloidogyne*

Θηλυκό: Εμφανής γενετήσιος διμορφισμός. Σώμα απιοειδές έως σφαιρικό μήκους 0,4-1,3 mm με λαιμό κοντό ή μακρύ που προεξέχει. Επιδερμίδα παραμένει μαλακή, μέτρια χονδρή, με λευκά μαργαρώδη απόχρωση. Ραβδώσεις γύρω από την έδρα και του γεννητικού ανοίγματος με ποικίλλει διάταξη, που σχηματίζουν διάφορα περιεδρικά υποδείγματα (patterns). Πλάγιες επιδερμικές περιοχές. Φασμίδια σε κάθε πλευρά της ουράς νοτίως της έδρας, συνήθως εμφανή. Αμφίδια σχισμοειδή. Κεφαλικός σκελετός λεπτός μέτρια αποσκληρυμένος. Χειλική καλύπτρα με 6 χείλη, με τα μεσαία μεγαλύτερα, συγχωνευμένα σε ζεύγη. Στιλέτο κοντότερο και λεπτότερο των *Heterodera* 10-24 mm (συνήθως 14-15 μm), με μικρά εξογκώματα στη βάση και με ελαφριά νωτιαία κύρτωση. Εκβολή νωτιαίου οισοφαγικού αδένου γύρω στα 5 μm όπισθεν της βάσης του στιλέτου. Προοργισμός κυλινδρικός μεσαίος οισοφαγικός βολβός σφαιρικός με βαλβίδα. Γεννητικό άνοιγμα και έδρα στο οπίσθιο ακραίο τμήμα, ενίοτε

ελαφρά ανασηκωμένο από το σωματικό περίγραμμα. Εκφορητικός πόρος συνήθως παρακείμενος της βάσης του στιλέτου. Ζεύγος γεννητικών βραχιόνων επιμηκυσμένων με περιελίξεις (κομβολοειδείς). Εναπόθεση των ωών εκτός του σώματος σε παχύρρευστο ζελατινώδη ωόσακκο, που σχηματίζεται από τις εκκρίσεις 6 αδένων δια μέσου της έδρας.

Αρσενικό: Παραμένει σκωληκόμορφο με τελικό μήκος 700-1,900 μm μετακινούμενο ελεύθερα. Κεφαλή χαμηλή συνήθως μη προεξέχουσα. Διαφέρει από το *Heterodera* ως προς την χειλική περιοχή, η οποία έχει μια ευδιάκριτη καλύπτρα (cap), που περικλείει έναν χειλικό δίσκο, περιβαλλόμενο από πλάγια και μεσαία χείλη, επίσης ως προς τον λεπτότερο κεφαλικό σκελετό και το λεπτότερο και κοντότερο στιλέτο 14-30 μm , που σε πολλά είδη έχει μήκος 18-24 μm . Εκφορητικός νωτιαίου οισοφαγικού αδένα 2,3-9,0 μm (στους περισσότερους μεταξύ 3 και 6 μm), όπισθεν της βάσης του στιλέτου. Προσodus κυλινδρικός, μεσαίος βολβός ασθενώς ανεπτυγμένος με βαλβίδα. Οισοφαγικοί αδένες με κοιλιακή επικάλυψη του εντέρου. Ουρά πολύ μικρή αποστρογγυλεμένη μήκους 1/2 -3/4 του σωματικού εύρους. Συζευκτικοί άκανθοι (κέντρα) λεπτοί με κοιλιακή κύρτωση και με απλό οδηγό. Πλάγια επιδερμική περιοχή με 4 γραμμώσεις, ενίοτε με προσθήκη 1-2 ή περισσότερων έως 10. Όρχεις 1-2.

Νύμφη 2^{ου} σταδίου: Παθογόνος με σώμα σκωληκόμορφο λεπτότερο και λιγότερο εύρωστο του *Heterodera*, με μήκος περίπου 250-600 μm (συνήθως 0,3-0,5 mm). Κεφαλικός σκελετός λεπτός. Ουρά κωνοειδής και ευρέως στρογγυλεμένη ή επιμήκης, στενή με στρογγυλεμένη κορυφή. Γενικά το μήκος της ουράς ποικίλλει, με ακραίο τμήμα πάντα υαλώδες, το μήκος του οποίου υποβοηθάει στην διάκριση των ειδών. Στιλέτο λεπτό, συνήθως κάτω των 20 μm με κώνο όσο το μισό μήκος του ή και λιγότερο, με λεπτά εξογκώματα στη βάση. Εκβολή νωτιαίου οισοφαγικού αδένα 2-8 μm , όπισθεν του μυώδους σφαιρικού μεσαίου βολβού. Οισοφαγικοί αδένες με επικάλυψη του εντέρου κυρίως στην κοιλιακή χώρα. Εκφορητικός πόρος όπισθεν του μυώδους σφαιρικού μεσαίου βολβού. Πλάγιες επιδερμικές περιοχές με 4 κύριες ευκρινείς γραμμώσεις και ενίοτε με 1 ή 2 επιπλέον. Νύμφες 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου διογκωμένες, σταθεροποιημένες μέσα στο ριζικό ιστό δίχως στιλέτο και δια μέσου της επιδερμίδας του 2^{ου} σταδίου, που διατηρεί την λεπτή ουραία απόφυση (χαρακτηριστικό γνώρισμα των *Meloidogyne*). Το γένος αυτό περιλαμβάνει γύρω στα 61 είδη.



Εικόνα1: Νηματώδης του γένους *Meloidogyne* στην τομάτα.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ο βιολογικός κύκλος των *Meloidogyne* σε γενικές γραμμές είναι ο ίδιος των *Heterodera*. Τα αναπτυγμένα θηλυκά εγκατεστημένα στους ριζικούς ιστούς παράγουν τα ωά μέσα σε ζελατινώδη άχροη ουσία, που εκκρίνεται μεσώ της έδρας, από 6 ευμεγέθεις εδρικούς (ουραίους) αδένες. Ο ωόσακκος αυτός, καλύπτει πλήρως τα ωά προστατεύοντας τα από αντίξοες εδαφικές συνθήκες και κυρίως από ξηρασία και μπορεί να βρίσκεται εντός ή εκτός του ριζικού ιστού. Αυτό εξαρτάται από τη θέση που παίρνει το θηλυκό μέσα στα εξογκώματα. Από τα ωά εκκολάπτονται νύμφες 2^{ου} σταδίου, καθόσον η πρώτη έκδυση γίνεται εντός του ωού. Η διάρκεια επώασης των ωών υπολογίζεται σε 9 ή 31 ημέρες που αντιστοιχούν σε θερμοκρασίες 27° C και 16,5° C.

Εισβολή νυμφών:

Οι νύμφες εντοπίζονται πίσω από το ακραίο μερίστωμα, στη ζώνη επιμήκυνσης, κοντά στο άκρο της ρίζας, όπου οι ιστοί είναι τρυφεροί. Στο σημείο αυτό οι νύμφες με παλινδρομική κίνηση του στιλέτου, που μπορεί να διαρκέσει 12-24 ώρες θραύουν τα επιδερμικά κύτταρα και από το άνοιγμα εισχωρούν με τη κεφαλή στο ριζικό ιστό. Η κίνηση διαμέσου της επιδερμίδας επιβραδύνεται καθότι ο νηματώδης ανοίγοντας δρόμο με το στιλέτο του, τρέφεται κατά διαστήματα από παρακείμενα κύτταρα, εφ' όσον το φυτό είναι κατάλληλος ξενιστής. Άλλες νύμφες εισέρχονται από το ίδιο άνοιγμα, που διευρύνεται καθώς τα γύρω κύτταρα νεκρώνονται. Οι νύμφες που κινούνται διαμέσου του φλοιού εγκαθίστανται στην μη διαφοροποιημένη αγγειώδη περιοχή, σε θέση παράλληλη προς τον άξονα της ρίζας, με τη κεφαλή στο στρώμα του περικυκλίου. Στη θέση αυτή οι νηματώδεις με τοξικά οισοφαγικά εκκρίματα προκαλούν γύρω από τη κεφαλή, τον σχηματισμό γιγαντιαίων κυττάρων

(κοινοκύτταρα= syncytia) από όπου τρέφονται και στα οποία παραμένουν σαν ενδοπαράσιτα δίχως να μετακινούνται, μέχρι την πλήρη ανάπτυξη τους ακμαία. Γενικά ο ρυθμός της ανάπτυξης, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την καταλληλότητα του φυτού ξενιστή. Η μετεμβριακή ανάπτυξη του *M. javanica* και *M. incognita* μελετήθηκαν αντίστοιχα από τους Bird και Triantaphyllou & Hirschmann σε φυτό τομάτας και σε θερμοκρασία 29° C. Όπως προαναφέρθηκε σε ορισμένα είδη του γένους *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. javanica*), έχει παρατηρηθεί ότι η διαμόρφωση του φύλου εξαρτάται από τις συνθήκες, που επικρατούν στο περιβάλλον κυρίως κατά το 2^ο στάδιο της ανάπτυξης των νυμφών. Σε αντίξοες συνθήκες π.χ. περιπτώσεις μολύνσεων, με μεγάλο πληθυσμό από τα παράσιτα, έλλειψης τροφής, υψηλή θερμοκρασία ή ακατάλληλο φυτό-ξενιστή, γίνεται αναστροφή του φύλου (sex reversal) και παράγεται ένα μεγαλύτερο ποσοστό από αρσενικά. Εάν οι ευνοϊκές συνθήκες κάτω από τις οποίες, η νύμφη εξελίσσεται σε θηλυκιά, και τα πρώτα στάδια μεταβληθούν, η νύμφη αναπτύσσεται σε αρσενικό με 2 όρχεις ή αναστρέφεται το φύλο ανάλογα με τη χρονική περίοδο, που θα παρουσιαστούν οι δυσμενείς συνθήκες. Εάν αυτό συμβεί πριν την διαμόρφωση του φύλου, τα παραγόμενα αρσενικά είναι μικρά σε μέγεθος με έναν όρχι. Εάν οι δυσμενείς συνθήκες συμπίσουν μετά την έναρξη της διαφοροποίησης του φύλου, τότε αυτό αναστρέφεται και παρουσιάζονται άτομα με 2 όρχεις ή άτομα με ενδιάμεσο φύλο (indefinite).

Στο *M. incognita* όταν συμβαίνει αναστροφή του φύλου αυτή είναι πλήρης. Επίσης μετά την αναστροφή του φύλου, τα άτομα αναπτύσσονται σε αρσενικά, με την μόνη διαφορά ότι παρουσιάζουν δύο όρχεις, που αντιστοιχούν στις 2 ωοθήκες του θηλυκού. Στο *M. javanica* όμως η αναστροφή του φύλου, μπορεί να μην είναι πλήρης με εμφάνιση, σε περιορισμένο βαθμό, μερικών χαρακτηριστικών του θηλυκού (κόλπος, γεννητικό άνοιγμα) σε σεξουαλικά ανεστραμμένα άτομα. Τα άτομα αυτά είναι τα καλούμενα άρρενα αμφιφυλετικά που απαντώνται μόνο στο είδος *M. javanica*. Άπαντα τα αμφιφυλετικά άτομα που παρατηρήθηκαν σε άλλα είδη είναι θηλυκά αμφιφυλετικά.

Κίνηση:

Ακριβώς πριν την εκκόλαση ο νηματώδης νύμφη 2^{ου} σταδίου, δραστηριοποιείται μέσα στο ωό και με παλινδρομική κίνηση της κεφαλής κτυπά με το στίλετο το κέλυφος του ωού, έως ότου το τρυπήσει. Έχουν μετρηθεί 70-90 κτυπήματα στο λεπτό, στο ίδιο σημείο του κελύφους από το *M. arenaria*.

Πολλές ουσίες από τις ρίζες μπορούν να προσελκύσουν τη νύμφη από απόσταση 2-10 εκ. ή και περισσότερο. Οι νύμφες 2^{ου} σταδίου των *Meloidogyne* θα κινηθούν, είτε μέσα στο ριζικό ιστό για να βρουν νέες θέσεις παρασιτισμού, είτε μέσα στο έδαφος, για να προσβάλλουν τα ριζίδια του πλησιέστερου φυτού ξενιστή. Η κίνηση στο έδαφος είναι πολύ βραδεία, γίνεται σε λεπτή μεμβράνη νερού και επηρεάζεται από την θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, το πορώδες του εδάφους, το εδαφικό τύπο και την οσμωτική πίεση.

Είναι γνωστό ότι οι νηματώδεις των ριζοκόμβων αναπτύσσονται με επιτυχία σε ελαφρά εδάφη με αμμώδη σύσταση, όπου προκαλούν σοβαρά προβλήματα καθώς και σε αμμοαργιλώδη εδάφη. Οι προσβολές και συνεπώς οι ζημιές περιορίζονται στο ελάχιστο σε αργιλώδη ή σε βαριά συνεκτικά εδάφη. Η νύμφη σπάνια, μπορεί να διανύσει απόσταση μεγαλύτερη από 1-2 μέτρα ετησίως. Η ταχεία διάδοση των *Meloidogyne* από αγρό σε αγρό ή και σε μεγαλύτερες αποστάσεις, οφείλεται κυρίως στη δραστηριότητα του ανθρώπου.

Πολλαπλασιασμός:

Σύμφωνα με την επιστήμη της φυλογένεσης πρωταρχική μορφή του φύλου είναι το θηλυκό. Στους κατώτερους οργανισμούς, όπου γίνεται αναπαραγωγή δίχως το σπέρμα του αρσενικού (παρθενογενετικώς), τα όργανα με τα οποία επιτυγχάνεται η αναπαραγωγή είναι θηλυκά. Στους νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* η αναπαραγωγή, μπορεί να γίνει δίχως γονιμοποίηση του θηλυκού (παρθενογενετικώς) ή με την παρουσία του αρσενικού (αμφιμικτικώς). Η θέση που παίρνουν τα θηλυκά σε ορισμένα είδη στους κόμβους ή στα εξογκώματα των ριζών μπορεί να σχετίζεται, με τον τρόπο πολλαπλασιασμού των ειδών ή ακόμα αναπτύσσουν τρόπο παρασιτισμού, που να συνδέεται με την παρθενογένεση. Στα γονοχωριστικά είδη (amphimictic) π.χ. στο *M. acronea*, το σώμα του θηλυκού είναι έξω από τον ριζικό ιστό, ή μερικώς βυθισμένο κάνοντας εύκολη τη προσέλευση των αρσενικών.

Σε άλλα είδη, που είναι δυνατή και η παρθενογένεση τα θηλυκά είναι καθολοκληρία ή μερικώς βυθισμένα μέσα στα μεγάλα εξογκώματα, όπως τα *M. icognita*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. arenaria*, πράγμα που το καθιστά απρόσιτα στα άρρενα.

Γενετική-Αριθμός χρωμοσωμάτων και τρόπος πολλαπλασιασμού ειδών *Meloidogyne*, που απαντώνται στον ελληνικό χώρο.

Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων διαφέρει από είδος σε είδος, καθώς και μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους. Τα γενικά χαρακτηριστικά και τρόπος αναπαραγωγής ειδών με οικονομική σημασία για τη χώρα μας έχουν ως κάτωθι:

Είδος	Φυλή/race	Αριθμός χρωμοσωμάτων	Αναπαραγωγή
<i>M. hapla</i>	race A	n=17, 16, 15	δυνατή μειωτική παρθενογένεση
	race B	3n=45, 48	Υποχρεωτική μειωτική παρθενογένεση
<i>M. incognita</i>	race A	3n=40-46	δυνατή μιτωτική παρθενογένεση
		2n=32-36	Υποχρεωτική μιτωτική παρθενογένεση
<i>M. arenaria</i>	race A	3n=50-56	Υποχρεωτική μιτωτική παρθενογένεση
	race B	2n=36	
<i>M. javanica</i>		3n=43-48	Υποχρεωτική μιτωτική παρθενογένεση

Παραγωγή ωών:

Το μέγεθος ωών παρουσιάζει μεγάλες διαφορές και δεν έχει διαγνωστική αξία. Σαν μέσος όρος θεωρούνται οι διαστάσεις 33-42 x 78-97 μm. Ο αριθμός των ωών που εναποθέτει το θηλυκό διαφέρει σε μεγάλο βαθμό. Σε ένα κατάλληλο ξενιστή μπορεί να παραχθούν αρκετές εκατοτάδες έως και 2.800.

Συνήθως κάθε θηλυκό παράγει 200-500 ωά. Σε κατάλληλους ξενιστές ο αριθμός αυτός μπορεί να περιοριστεί σημαντικά και να μη ξεπερνά τα 10. Επίσης η ημερήσια ωοτοκία κυμαίνεται σε μεγάλα όρια και εξαρτάται κυρίως από την καταλληλότητα των ξενιστών.

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

Εκκόλαση:

Εφόσον τα ωά εναποτίθενται μέσα στους ιστούς ο ωοσάκκος που τα περιβάλλει παραμένει μαλακός, αντίθετα στην περίπτωση που τα ωά εναποτίθενται έξω από τον ριζικό ιστό η εξωτερική παχύρρευστη μάζα αποξηραίνεται και αποχρωματίζεται. Και στις δύο περιπτώσεις τα ωά προστατεύονται μερικώς από τη ξηρασία και μπορεί να διατηρηθούν στο έδαφος, για μια περίοδο που εξαρτάται από την θερμοκρασία, υγρασία και το είδος του νηματώδη. Αναφέρεται ότι ωά και νύμφες 2^{ου} σταδίου του

M. incognita επέζησαν πάνω από ένα χρόνο σε θερμοκρασία 10° –16° C μερικοί νηματώδεις επέζησαν 4 μήνες.

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εκκόλαψη των ωών είναι η θερμοκρασία, η εδαφική υγρασία και το οξυγόνο.

Άριστη θερμοκρασία για την εκκόλαψη του *M. halpa* είναι 21° – 25° C ενώ για το *M. javanica* 30° C.

Υγρασία:

Τα *Meloidogyne* σε αντίθεση με τα *Anguina* & *Ditylenchus* που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία έχουν ανάγκη υγρασίας σ' όλα τα στάδια της ανάπτυξης τους. Συνθήκες ξηρασίας και μεγάλης υγρασίας, επιβραδύνουν ή αναχαιτίζουν την εκκόλαψη. Μετά από μια ξηρή περίοδο, κατά την οποία το έμβρυο συνεχίζει την ανάπτυξη, η εκκόλαψη παίρνει ταχύ ρυθμό όταν οι ωοσφωροί βρεθούν στο νερό. Γενικά ο βαθμός της υγρασίας, που μπορεί να αναχαιτίσει καθολοκληρία την εκκόλαψη είναι αυτός που προκαλεί μόνιμη μάρανση των φυτών (σημείο μάρανσης).

Αερισμός:

Γενικά όλοι οι φυτοπαράσιτοι νηματώδεις χρειάζονται οξυγόνο για την εκκόλαψη των ωών. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οξυγόνο εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους, την υγρασία, το βάθος καθώς και από τη παρουσία μικροοργανισμών εδάφους. Μικρές ποσότητες αργίλλου περιορίζουν το πορώδες του εδάφους και συνεπώς τον όγκο του αέρα. Περιορισμός του οξυγόνου στο έδαφος περιορίζει την εκκόλαψη. Η εκκόλαψη των ωών του *M. javanica* όπως και του *Heterodera* αυξάνεται με την αύξηση του οξυγόνου. Η αύξηση αυτή στο *M. javanica* είναι 0.2-20%.

Σχέση με το περιβάλλον:

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου και τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης των *Meloidogyne* εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες και κυρίως από την θερμοκρασία, την καταλληλότητα του φυτού ξενιστή και τον βαθμό ευαισθησίας των φυτών. Σε αντίθεση με τα γένη *Anguina* & *Ditylenchus*, που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία τα *Meloidogyne* έχουν ανάγκη υγρασίας σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης τους. Η ανάπτυξη από τη γέννηση του ωού μέχρι την εκκόλαψη ή ακόμα και η επώαση χρειάζεται 9 μήνες σε θερμοκρασία 27° C και 31 ημέρες σε 16.5° C. Γενικά ο βιολογικός μπορεί να συμπληρωθεί σε έδαφος με θερμοκρασία 14° – 32° C με άριστη 27° C, για την μόλυνση 20° – 35° C και για την εκκόλαψη οι 27° C. Σε θερμοκρασία 9° C και 15° – 16° C σε ορισμένα είδη η αναπαραγωγή αναχαιτίζεται, ενώ σε άλλα

είδη στους 10° – 12° C αναχαιτίζεται η μόλυνση. Στους 52° C ο θάνατος μπορεί να είναι ακαριαίος. Θερμοκρασία πάνω από 40° C μπορεί να είναι θανατηφόρα, εφόσον οι νηματώδεις εκτεθούν σ' αυτήν για πολύ χρόνο. Μεγαλύτερη αντοχή μπορεί να παρουσιάσουν οι σωροί των ωών. Ωοσωροί του *M. hapla* άντεξαν 5 ημέρες στους 6° C και 2 ημέρες στους 8° C. Ο χρόνος που απαιτείται για να φονευθεί το 50% των νυμφών στα διάφορα είδη των *Meloidogyne* στους 44° C είναι τα παρακάτω:

M. incognita 18.3 min

M. javanica 26.6 min

M. arenaria 35.0 min

M. hapla 8.3 min

Ακόμα το *M. arenaria* των νοτιότερων περιοχών είναι πιο ανθεκτικό του *M. hapla* των βορειότερων περιοχών.

Meloidogyne incognita

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του *M. incognita* και το optimum θερμοκρασίας ποικίλλουν στις διάφορες καλλιέργειες, π.χ. στον καπνό σε θερμοκρασία 28° C ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται σε 30 ημέρες ενώ στην τομάτα σε θερμοκρασία περίπου 20° C σε 57 ημέρες. Διαφορές παρατηρούνται και στα optimum σε διαφορετικούς πληθυσμούς π.χ. 26.7° C ή 37° C. Γενικά οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 15° – 30° C. Το *M. arenaria* αναπαράγεται με επιτυχία σε θερμοκρασία 20, 25 και 30° C σε περιοχές με μέση θερμοκρασία μικρότερη 12° C. Σε μια περίπτωση (Γαλλία) το *M. arenaria* εμφάνισε 9 γενεές ετησίως, με διαφορετική διάρκεια του βιολογικού κύκλου από 18 ημέρες το καλοκαίρι έως 54 ημέρες το χειμώνα. Ο βιολογικός κύκλος του *M. javanica* συμπληρώνεται στην τομάτα με την έναρξη του σχηματισμού του ωοσάκκου σε 22-27 ημέρες, οπότε τα θηλυκά έχουν το μέγιστο μέγεθος. Από την 30^η –40^η ημέρα, ο ωοσάκκος μεγεθύνεται με παράλληλη επιτάχυνση της ωοτοκίας. Το είδος αυτό απαντάται όπως και το *M. incognita* σε μέσες θερμοκρασίες 15-30° C και κατά προτίμηση 21-27° C λίγο μικρότερες του *M. incognita* (24-37° C).

Για το *M. hapla* οι κατά προσέγγιση θερμοκρασίες για την εκκόλαψη είναι 25° C, 21° C, 15-20° C & 20-25° C. Το είδος αυτό ανθίσταται καλύτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες και οι νύμφες επιβιώνουν σε 0° C καλύτερα των *incognita* & *javanica*. Ωοσωροί και νύμφες επέζησαν σε -10° C για πολλές ημέρες, αντίθετα το *M. hapla* παρουσιάζει μικρότερη αντοχή απ' ότι το *M. javanica* σε υψηλές θερμοκρασίες. Από

πολλούς ερευνητές παρατηρήθηκε ότι περισσότερα εξογκώματα συμβαίνουν σε 25-30° C.

Οι περισσότεροι πληθυσμοί του *M. arenaria* δραστηριοποιούνται στους 18-27° C ενώ δεν βρίσκονται σε κλίματα με μέση θερμοκρασία μικρότερη των 12° C. Σε ψυχρότερες εύκρατες περιοχές τα είδη *M. incognita*, *M. javanica* συναντώνται σε καλλιέργειες υπό κάλυψη (θερμοκήπια). Το *M. hapla* περιορίζεται σε περιοχές με μέση θερμοκρασία μικρότερη των 27° C κατά τον θερμότερο μήνα και ανθίσταται σε χαμηλή θερμοκρασία -15° C κατά την διάρκεια του ψυχρότερου μήνα. Το πλείστον των πληθυσμών του *M. hapla* βρίσκεται στη μέση θερμοκρασία των 12-15° C. Η μεγάλη επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη του νηματώδη καταδεικνύεται σε καλλιέργεια τομάτας. Έτσι η εναπόθεση των ωών πραγματοποιείται 54 ημέρες μετά την μόλυνση σε θερμοκρασίες ημέρας-νύχτας 15.5° /21.1° C και σε 20 ημέρες σε θερμοκρασία ημέρας-νύχτας 26.7/33.2° C πράγμα, που σημαίνει ότι μπορεί μέσα σε ένα έτος να υπάρξουν μια ή περισσότερες γενεές.

Βιότυποι:

Διαφορετικοί πληθυσμοί του *M. incognita* φαίνεται να έχουν διαφορετικά optimum θερμοκρασίας. Έτσι ενώ στις Η.Π.Α., για μερικούς πληθυσμούς του είδους η θερμοκρασία 26.7° C ήταν άριστη για αναπαραγωγή στη Γαλλία, το ίδιο είδος αναπτύχθηκε πολύ καλά σε μια σταθερή θερμοκρασία 37° C. Επίσης σε άλλες περιπτώσεις όμοιοι μορφολογικά πληθυσμοί, παρουσιάζουν διαφορές ως προς την απαιτούμενη ελάχιστη θερμοκρασία για μόλυνση και αναπαραγωγή. Φαίνεται ότι διαμέσου των πληθυσμών του *M. incognita* υπάρχουν βιότυποι με διαφορετικές απαιτήσεις σε θερμοκρασία (thermotypes), από άλλους ερευνητές χρησιμοποιείται ο όρος “geographical races” γεωγραφικές φυλές. Βιότυποι με διαφορετικές προτιμήσεις ή διάφορη παθογένεια σε φυτά ξενιστές διαπιστώνονται στα είδη *M. incognita*, *M. hapla*, *M. arenaria*.

Διάδοση- ξενιστές:

Η διάδοση των νηματωδών του γένους *Meloidogyne* στα διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα, είναι συνάρτηση των απαιτήσεων σε θερμοκρασία των διαφόρων βιολογικών σταδίων ανάπτυξης, εφόσον βεβαίως υπάρχουν τα κατάλληλα φυτά ξενιστές. Τα *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* απαντώνται σε κλίματα τροπικά, υποτροπικά, εύκρατα μέτριας θερμοκρασίας, έχουν μεγάλη διάδοση και θεωρούνται κοσμοπολίτικα. Τα είδη αυτά είναι πολυφάγα με ξενιστές, που ανήκουν σχεδόν σε όλες τις οικογένειες καλλιεργούμενων και μη φυτικών ειδών. Το *M. hapla* σαν

πολυφάγο αναφέρεται σε 44 περίπου χώρες. Το *M. thamesi* έχει επίσης μεγάλη διάδοση με φυτά ξενιστές σε 18 οικογένειες από 15 τάξεις. Μικρότερη διάδοση και λιγότερους ξενιστές φαίνεται να έχει το *M. artiella*.

Meloidogyne incognita

Τυπικός ξενιστής:

Daucus carota L. (καρότο), τοποθεσία στο El Paso, Texas Η.Π.Α. Το είδος αυτό απαντάται στην Αυστραλία, Καναδά, Αφρική, Κ & Δ Αμερική, Βραζιλία, Ινδία, Μαλαισία, Ιαπωνία, Η.Π.Α., Ισραήλ, Ευρώπη, Καναδά, Ρωσία. Ο αριθμός των φυτών ξενιστών του υπερβαίνει τα 700 είδη και ποικιλίες μεταξύ των οποίων πολλά κηπευτικά (είδη λαχάνων, φασόλια, καρότα, αγγούρι, κολοκύθι, πιπεριά, μπιζέλια, τομάτα), γεώμηλα ή πατάτες, τεύτλα, κρομμύδια, γλυκοπατάτα, καρπούζι, σιτηρά, είδη ψυχανθών (μηδική, τριφύλλια) ζαχαρότευτλα, ζαχαροκάλαμο. *Nicotiana* spp. και υβρίδια, *Solanum* spp., βαμβάκι, θαμνώδη και δενδρώδη, τσάι, κακάο, καφέ, αμπέλι, συκιά, ακακία, ελιά, εσπεριδοειδή, ορισμένα οπωροφόρα: πυρηνόκαρπα (*Prunus* spp.).

Meloidogyne javanica

Τυπικός ξενιστής:

Saccharum officinarum L. (ζαχαροκάλαμο), τοποθεσία Java, Indonesia. Είδος κοσμοπολίτικο, απαντάται στην Ινδία, Ν. Αφρική, Ισραήλ, Αυστραλία, Βραζιλία, Η.Π.Α. (Γεωργία, Β. Καρολίνα, Καλιφόρνια, Τέξας, Φλόριδα), Κεϋλάνη, Μικρές Αντίλες, Κολομβία, Κύπρο, Μαλαισία, Ισπανία, Τύνιδα, Πακιστάν και στην Βορειότερη Ευρώπη σε καλλιέργειες θερμοκηπίου. Το είδος αυτό προσβάλλει πάνα από 770 είδη και ποικιλίες φυτών από τα οποία οικονομικό ενδιαφέρον, παρουσιάζουν ο καπνός, ζαχαρότευτλα, γεώμηλα ή πατάτες και πολλά άλλα κηπευτικά (τομάτα κ.α), σιτηρά, *Nicotiana* spp., *Solanum* spp., όσπρια, οπωροφόρα δένδρα και θάμνους όπως *Prunus* spp., συκιά, ελιά, ακακία, αμπέλι, λεύκα, ιτιά. Επίσης εσπεριδοειδή, τσάι, καφέ, κακάο, papaya, litchi και ανθοκομικά.

Meloidogyne hapla

Τυπικός ξενιστής:

Solanum tuberosum L. (γεώμηλα) var. . τοποθεσία Long Island, New York U.S.A.

Το *M. hapla* χαρακτηρίζεται ως είδος, κυρίως των βορείων περιοχών και βρίσκεται στις βόρειες περιοχές της Ευρώπης, Η.Π.Α., Ν. Αμερική, Καναδά,

Αυστραλία, Ρωσία, Ν και Κ Αφρική. Στην Αν. Αφρική απαντάται στα 6.000 πόδια όπου αναπτύσσεται το πύρεθρο. Το είδος αυτό δεν περιορίζεται μόνο στις εύκρατες περιοχές αλλά συναντάται και στις τροπικές και υποτροπικές χώρες παίρνοντας ένα κοσμοπολίτικο χαρακτήρα. Έτσι θα βρεθεί σε χώρες που γειτνιάζουν της Μεσογείου, Ιαπωνία και περιοχές της Ασίας. Ο νηματώδης αυτός προσβάλλει πάνω από 550 φυτικά είδη και ποικιλίες. Μεταξύ των φυτών ξενιστών είναι όλα τα κηπευτικά με οικονομική σημασία, λάχανο, πιπεριές, τομάτα, μελιτζάνα, καλλιέργειες μηδικής, τριφυλλιών, ζαχαρότευτλων, γλυκοπατάτας, φράουλας, είδη Compositae (π.χ. ηλίανθος), ψυχανθή, αραχίδα, φασόλια, *Nicotiana* spp., *Vicia* spp., σόγια, ανθοκομικά. Επίσης ελιά, αμπέλι, τσάι, καφέ.

Meloidogyne arenaria

Τυπικός ξενιστής:

Arachis hypogea L. (αραχίδα), Florida U.S.A.

Το είδος αυτός είναι διαδεδομένο στις περισσότερες από τις θερμότερες περιοχές του κόσμου, Φλώριδα, Καναδά, Βέλγιο, Ισραήλ, Ολλανδία, Κύπρος, Δ. Αυστραλία, Β. Καρολίνα Κ και Ν. Αμερική, Κ και Ν. Αφρική, Μέση Ανατολή, Ινδία, Μαλαισία, Ιαπωνία, Αυστραλία, χώρες της Μεσογείου. Σε ψυχρότερα κλίματα ο νηματώδης αυτός συναντάται συχνά σε θερμοκήπια. Αν και θεωρείται κοσμοπολίτικο είδος εντούτοις δεν φαίνεται να είναι τόσο κοινός όσο τα *M. incognita* & *M. javanica*.

Προσβάλλει γύρω στα 330 είδη φυτών, μεταξύ των οποίων πολλά κοινά λαχανικά (λάχανο, καρότο, σέλινο, μελιτζάνα, κρεμμύδια, πιπεριά, σπανάκι, γλυκοπατάτα, τομάτα, αγγούρι), σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, σίκαλη, βρώμη), φυτά λειμώνων (τριφύλλια, *Dactylis*, *Lolium*), καπνό, σπαραγγόφυτα δέντρα (ροδακινιά, συκιά, μπανάνα, νεκταρίνια), αμπέλι, τσάι, papaya. Επίσης γεώμηλα, ζαχαρότευτλα, αραχίδα, καρπούζι, πολλά ανθοκομικά είδη (*Begonia*, *Dahlia*, *Aphelandra*, *Digitalis pelargonium*, *Philodendron*, *Maranta*, *Sansevieria* & *Viola*). Το *M. arenaria* που ενίοτε ονομάζεται “peanut root- knot nematode” αποδεικνύεται άκρως επιζήμιο για ορισμένες Νότιες και νοτιοανατολικές πολιτείες των Η.Π.Α., όπου οι ζημιές μπορεί να υπερβούν το 200%, πολύ ζημιογόνος ο νηματώδης αυτός, έχει αποδειχθεί και σε δασικά φυτώρια στην Βραζιλία.



Εικόνα2: Προσβολή στην πατάτα, στο καρότο και στο σιτάρι από το είδος *Meloidogyne arenaria*.

Meloidogyne thamesi

Τυπικός ξενιστής:

Ο νηματώδης αυτός έχει μικρότερη σχετικά διάδοση από ότι οι προηγούμενοι. Αναφέρεται στην Φλώριδα, Ν. Αφρική, Η.Π.Α., Αίγυπτο, Βραζιλία, Ιράκ, Συρία, Ν.Α. Αυστραλία, Τουρκία, Ουγγαρία, Ιαπωνία, με φυτά ξενιστές σε 18 οικογένειες που ανήκουν σε 15 τάξεις. Μπορεί να βρεθεί σε κηπευτικά (καρότα, τομάτα, ρεβύθι, φασόλια, γεώμηλα, λούπινο (*Lupinus* spp), λινάρι, αραβόσιτος, ρύζι, καπνός. Επίσης ροδακινιά (*Prunus persica*), αμπέλι (*Vitis* spp).

Meloidogyne artelia

Τυπικός ξενιστής:

Το είδος αυτό είναι πολυφάγο διαδεδομένο στην (Αγγλία, Γαλλία, Ιταλία, Συρία). Στην Β. Ελλάδα βρέθηκε στην Χαλκιδική σε καλλιέργειες σιταριού. Οι ξενιστές του ανήκουν στις οικογένειες Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae και περιλαμβάνονται είδη λαχάνων, λαθούρια, μηδική, τριφύλλια. Επίσης λιγότερα ευαίσθητα χαρακτηρίζονται τα σιτηρά: βρώμη, κριθάρι, σόργο, σίκαλη, σιτάρι.

Φυτά ξενιστές των ειδών *Meloidogyne* που έχουν διαπιστωθεί στην Ελλάδα (Κύρος) είναι τα ακόλουθα:

M. incognita: Κηπευτικά: τομάτα, φασόλι, μελιτζάνα, αγγούρι, κολοκύθι, πιπεριά, πεπόνι, στύφνο, λάχανο, τεύτλα, καρότο, μαϊντανό. Επίσης ζαχαρότευτλα, βαμβάκι, καπνό, με δριμεία προσβολή στις μουριές Ν. Κιλκίς, οπωρώνες ή φυτώρια πυτηνηόκαρπων, κέρασια, αμυγδαλιά, ροδακινιά, ενίοτε μέχρι τελείας αχρήστευσης, αμπέλι, ανθοκομικά (νάκινθο).

M. javanica: Δριμύτατη προσβολή διαπιστώθηκε από το είδος αυτό σε καπνοκαλλιέργειες Κοιν. Βροντού και Ανάληψης Ν. Κατερίνης με ζημιά πολλών

εκατομμυρίων. Επίσης κηπευτικά: αγγούρι, τομάτα, μελιτζάνα, σέλινο, ανθοκομικά: υάκινθο και ζαχαρότευτλα σε συνύπαρξη με το *M. incognita*.

M. hapla: Το είδος αυτό σε αντίθεση με τα προηγούμενα διαπιστώθηκε σε περιορισμένη κλίμακα σε είδη κηπευτικών: τομάτα, φασόλια, πράσο.

M. arenaria: Είδη κηπευτικών: τομάτα, μελιτζάνα, γεώμηλα, αγγούρι, μαϊντανό, κολοκύθι, στύφνο.

M. thamesi: Τομάτα, φασόλια, μελιτζάνα, αγγούρι, μαϊντανός, πράσο, γεώμηλα.

M. artiellia: Σιτάρι.

Ανθεκτικότητα ξενιστού

Η παρουσία βιοτύπων στα είδη του γένους *Meloidogyne* με διαφορετικές δυνατότητες εισβολής και αναπαραγωγής στο ίδιο φυτικό είδος, έχει διαπιστωθεί αρκετά χρόνια πριν. Σαν ανθεκτικά φυτά χαρακτηρίζονται α) εκείνα που οι ρίζες τους δεν διαπερνώνται από τις νύμφες, β) όσα επιτρέπουν την ελεύθερη είσοδο των νυμφών που όμως γρήγορα φονεύονται, γ) τα φυτά στα οποία αρχίζει η ανάπτυξη αλλά είναι περιορισμένη ή δ) συμπληρώνεται η ανάπτυξη μόνο από λίγα μεμονωμένα άτομα, σε μακριά χρονική διάρκεια μη φυσιολογική και με πολύ περιορισμένη αναπαραγωγή. Η εκτίμηση της ανθεκτικότητας ενός φυτικού είδους δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στη μορφή και αριθμό των εξογκωμάτων (χαρακτηριστικό σύμπτωμα της προσβολής) αλλά και στο μέγεθος της αναπαραγωγής του παθογόνου. Και αυτό διότι σε μερικά ανθεκτικά φυτά μπορεί να υπάρχουν εξογκώματα αλλά να περιέχουν νεκρούς ή ετοιμοθάνατους νηματώδεις. Μια κατάταξη ξενιστών για διαφορετικά είδη *Meloidogyne* δεν πρέπει να θεωρείται αναγκαστικά η ίδια για όλους τους πληθυσμούς ενός είδους ή ενδεχόμενα αυτή η διαφοροποίηση των ειδών σε μορφολογικούς χαρακτήρες, που αναγνωρίζεται επί του παρόντος δεν είναι πάντα αξιόπιστη. Πληθυσμοί ενός είδους μπορεί να έχουν διαφορετική συμπεριφορά ή προτιμήσεις για το ίδιο φυτικό είδος. Π.χ.: Στο βαμβάκι Deltapine 15, επτά απομονώσεις του *M. incognita* απέτυχαν να ωριμάσουν ενώ 5 αναπτύχθηκαν μέχρι ωρίμανση.

Οι βιότυποι μπορεί να προσδιοριστούν με βιοδοκιμές, με δείκτες φυτών ξενιστών αν και υπάρχουν περιορισμοί κατά πόσο κάποιος μπορεί να προχωρήσει τεκμηριωμένα σε ένα διαχωρισμό αυτού του είδους. Σε πολλές όμως περιπτώσεις βιότυποι ή παθότυποι, με εντυπωσιακές διαφορές στις σχέσεις ξενιστή- παράσιτο, μπορεί να προσδιοριστούν με βεβαιότητα και σχετική ευκολία.

Φυτά ανθεκτικά σε είδη του γένους *Meloidogyne*

M. hapla: Μικρός αριθμός φυτικών ειδών φέρονται ως ανθεκτικά στο *M. hapla* μεταξύ αυτών είναι τα σιτηρά (σίκαλη, σιτάρι, βρώμη) και άλλα αγροστώδη (Poaceae), ένα ή δύο κολοκυνθώδη, σπαράγγι, κρεμμύδια, μερικές ποικιλίες βαμβακιού, αραβόσιτος, καρπούζι, γεράνι (*Pelargonium*).

M. arenaria: Μερικές ποικιλίες βάμβακος (Coker 100), είδη *Nicotiana*, φράουλα *Crotalaria* spp., πολλά αγροστώδη. Το είδος αυτό έχει βιότυπους με διαφορές σε ξενιστές και παθογένεια. Έχει 2 βιότυπους ξενιστές β.1 πληθυσμοί, του οποίου αναπαράγονται στην αραχίδα και β.2 που δεν αναπαράγονται.

M. incognita: Ανθεκτικότητα εμφανίζουν μερικά composites (*Achillea*, *Ambrosia* sp., *Chrysanthemum morifolium*) μερικά Poaceae (*Agropyron repens*, *Andropogon* spp., *Eragrotis*, *Panicum*, *Sorghum*) αραχίδα, φράουλα, μερικές ποικιλίες *Prunus persica*, *Triticum spelta*, λίγα *Nicotiana* spp. και υβρίδια. Στο είδος αυτό υπάρχουν 4 βιότυποι ξενιστές. Ο B1 ο πληθυσμός του οποίου δεν αναπαράγεται στον καπνό (NC 98) ή βαμβάκι (Deltapine 16), B2 που αναπαράγεται στον καπνό αλλά όχι στο βαμβάκι, B3 που αναπαράγεται στο βαμβάκι αλλά όχι στο καπνό και B4 οι πληθυσμοί του οποίου αναπαράγονται στον καπνό και βαμβάκι.

M. javanica: Μερικές ποικιλίες βρώμης και κριθαριού, είδη *Crotalaria*, είδη βαμβακιού, φράουλα (ευαίσθητη σ' ένα βιότυπο *M. javanica* Ιαπωνικής προέλευσης), πιπεριά, μερικά είδη *Nicotiana* και *Theobroma cacao*. Στο *M. javanica* οι περισσότεροι πληθυσμοί δεν αναπαράγονται στο βαμβάκι, πιπεριά ή αραχίδα.

M. artiellia: Αγροστώδη, καρότο, ζαχαρότευτλα, τομάτα, κρεμμύδια, φράουλα, γέωμηλα, σίκαλη, νάνα-φασόλια.

M. thamesi: Αραχίδα, φράουλα, είδη πιπεριάς (*Capsicum annuum*, *G. frutencens*, *Eragrostis curcula*).

Επιλογή ανθεκτικών φυτών σε ένα σύστημα αμειψισποράς

Γεγονός είναι ότι τα κυριότερα είδη που ενδημούν στη χώρα μας είναι πολυφάγα με οικονομική σημασία, έχουν μεγάλο αριθμό ξενιστών μεταξύ των καλλιεργούμενων και μη φυτικών ειδών, με τέτοιο τρόπο που να αλληλοκαλύπτονται ως προς τους ξενιστές τους. Γενικά για τα ενδημούντα είδη κυρίως *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* και *M. hapla*, ένας και μόνον ξενιστής δεν θα πρέπει να εκλαμβάνεται σαν οδηγός για προσδιορισμό. Ένα παράλληλο πρόγραμμα με επιμέρους βελτιώσεις είναι απαραίτητο, με επιμέρους βελτιώσεις είναι απαραίτητο για ένα επιτυχημένο σύστημα αμειψισποράς. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης μιας νέας ανθεκτικής ποικιλίας, θα

πρέπει να δοκιμαστεί η ανθεκτικότητα της σε πολλούς διαφορετικούς πληθυσμούς του είδους του νηματώδη. Και αυτό διότι στην περίπτωση που το είδος αν και είναι γνωστό ως ανθεκτικό δεν πρέπει να διαφεύγει ότι υπάρχουν «γεωγραφικοί βιότυποι» (geographical races) με διάφορη δυνατότητα να προσβάλουν μια δεδομένη καλλιέργεια.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ – ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ

Συμπτώματα υπέργειου τμήματος

Τα συμπτώματα που προκαλούνται από τα είδη *Meloidogyne* στο υπέργειο τμήμα των φυτών δεν εμφανίζουν καμιά τυπική μορφή που να προδίδει την παρουσία τους. Αυτά παρουσιάζουν τη γενική εικόνα των προσβολών από μικροοργανισμούς φερομένους δια του εδάφους ή από άλλα φυσιολογικά αίτια. Συμπτώματα που μπορούν να αποδοθούν στον παρασιτισμό των ριζών από τους νηματώδεις είναι: Στασιμότητα της ανάπτυξης των φυτών, μαράνσεις των φύλλων, ιδιαίτερα κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, που επανέρχονται τη νύχτα ή μετά άρδευση, χλώρωση και πολλές φορές περιφερειακή ξήρανση των φύλλων, συμπτώματα έλλειψης ιχνοστοιχείων ή του αζώτου, φυτά όχι εύρωστα, που νεκρώνονται πολύ πρόωρα με περιορισμό της καρποφορίας και με απώλειες στην παραγωγή. Τα ανωτέρω γενικά θεωρούνται σαν αποτέλεσμα της επίδρασης σύνθεσης ή μεταφοράς ορισμένων ορμονών ανάπτυξης του ξενιστή (κυτοκινίνες και γιββερελίνες) που μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη των νηματωδών και να προκαλέσουν έναν περιορισμό στη φωτοσύνθεση. Είδη των *Meloidogyne* μπορούν να προκαλέσουν σε ορισμένα φυτά την εμφάνιση φυματίων στα φύλλα και στελέχη. Γενικά τα προκαλούμενα συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα, εξαρτώνται από τον πληθυσμό των νηματωδών και το είδος του ξενιστή αυτό γίνεται πιο έντονα σε αντίξοες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών, όπως ξηρασία, μικρή γονιμότητα του εδάφους.

Συμπτώματα υπόγειου τμήματος

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι μια κατά το δυνατόν ασφαλής διάγνωση για το παθογόνο αίτιο δεν είναι δυνατό να βασιστεί σε μια εξέταση του υπέργειου τμήματος. Αυτή απαραίτητα πρέπει να συμπληρωθεί από μια μακροσκοπική και εργαστηριακή εξέταση που θα αφορά το ριζικό σύστημα. Βασικό και καθοριστικό σύμπτωμα της προσβολής από τα *Meloidogyne* είναι η παρουσία στις ρίζες ακανόνιστων διαπλατυνσεων (φυματίων) με μορφή κόμβων και εξογκωμάτων από υπερτροφικά κύτταρα του φλοιού της ρίζας από όπου και ο κοινός όρος

“πατάτιασμα”. Σοβαρές προσβολές χαρακτηρίζονται από την παραγωγή μεγάλου αριθμού μικρών και μεγάλων εξογκωμάτων σ’όλη τη ριζόσφαιρα με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ένα τερατόμορφο ριζικό σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις η μόλυνση συνοδεύεται από έκφυση πολλών πλαγίων ριζιδίων γύρω από την προσβεβλημένη περιοχή. Τυπικά συμπτώματα γι’αυτά τα πολυφάγα είδη δεν διαπιστώνονται.

Το μέγεθος της προσβολής εξαρτάται από τον πληθυσμό, το είδος των νηματωδών καθώς και από το βαθμό της ευαισθησίας του φυτού-ξενιστή. Αν και καθοριστικό σύμπτωμα της προσβολής των *Meloidogyne* συνήθως είναι ο σχηματισμός των φυματίων μόνο ορισμένα είδη, που θεωρούνται παθογόνα με μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον όπως τα *M.incognita*, *M.javanica*, *M.arenaria* και *M.hapla*, *M. thamesi*, προκαλούν κόμβους και εξογκώματα που συνενούμενα τείνουν να γίνουν μεγάλα, που περιέχουν θηλυκά εμπυγμένα σε βάθος. Οι ωοσωροί συχνά βρίσκονται δια μέσου των εξογκωμάτων, συνήθως όμως ο ιστός της ρίζας θραύεται και αυτοί εξέρχονται στην επιφάνεια. Το *M. artiellia* προκαλεί πολύ μικρούς κόμβους σε βαμβάκι, Brassicaceae και πολλά Poaceae. Επίσης τα θηλυκά είναι μερικώς βυθισμένα στον ριζικό ιστό και οι σωροί των ωών τους βρίσκονται εξωτερικά.

Μια νύμφη δεν σταματά την ανάπτυξη της ρίζας, στην περίπτωση όμως που εισέρχονται πολλές η ανάπτυξη σταματά μέσα σε 24 ώρες. Όταν συμβεί αυτό τα κύτταρα της καλύπτρας και τα άλλα κύτταρα κοντά στο άκρο της ρίζας παύουν να διαιρούνται. Η ανάπτυξη του κεντρικού κυλίνδρου σταματά και στα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού εμφανίζεται κάποια υπερτροφία. Το παράσιτο φαίνεται ότι σταματά τη μιτωτική διαίρεση από το ακραίο μερίστωμα. Οι νύμφες θα εισέλθουν και θα αναπτυχθούν στους ιστούς των ριζιδίων εφόσον αυτοί προσφέρονται για παρασιτισμό. Εάν οι ιστοί των ριζιδίων ωριμάσουν και διαφοροποιηθούν ώστε να μη μπορούν οι εκκολαπτόμενες μέσα στους ιστούς νύμφες να διατραφούν, τότε μεταναστεύουν στο έδαφος για αναζήτηση καταλλήλων ριζιδίων για τη θρέψη τους. Το αντίθετο συμβαίνει όταν κατά την εκκόλαψη των νεαρών νυμφών οι ιστοί προσφέρονται για παρασιτισμό, οπότε οι ιστοί αναμολύνονται και μικρός αριθμός νυμφών διαφεύγει στο έδαφος.



Εικόνα2: Προσβολή των ριζών από τις χαρακτηριστικές κύστες στην τομάτα από το γένος *Meloidogyne*.



Εικόνα3: Προσβολή των ριζών από τις χαρακτηριστικές κύστες στην τομάτα από το γένος *Meloidogyne*.

Ιστολογία (φυμάτια: εξογκώματα) – (συγκίτια: syncytia)

Οι νύμφες 2^{ου} σταδίου των *Meloidogyne* κινούνται δια μέσου ή μεταξύ των κυττάρων κατά μήκος του κεντρικού κυλίνδρου όπου τελικά εγκαθίστανται μόνιμα τρεφόμενες από τα αγγειακά παρεγχυματικά κύτταρα. Τα εξογκώματα που προκαλούνται από τα *Meloidogyne* είναι υπερτροφικά κύτταρα του φλοιού γύρω από τον νηματώδη. Αυτά αναπτύσσονται γρήγορα για να τραφούν οι νύμφες 2^{ου} σταδίου, που μπορούν να εκκρίνουν ρυθμιστικές ουσίες ανάπτυξης μέσα στο ξενιστή από τους νωτικοκοιλιακούς οισοφαγικούς αδένες. Οι νηματώδεις επίσης προκαλούν το σχηματισμό γιγαντόμορφων κοινοκυττάρων (syncytia-συγκίτια) στον αγγειώδη ιστό, τα οποία είναι πολυπύρηννα με πυκνόρρευστο κυτταρόπλασμα και κυτταρικά τοιχώματα πολύ διογκωμένα, που προφανώς σχηματίζονται με επαναλαμβανόμενη μίτωση ενός μόνο πυρήνα στο ίδιο κύτταρο. Φαίνεται ότι ορισμένες τοξικές εκκρίσεις των οισοφαγικών αδένων προκαλούν το σχηματισμό των κοινοκυττάρων που η

σύνθεση τους δεν έχει προσδιοριστεί επακριβώς. Τα κοινοκύτταρα διατηρούνται και εξαρτώνται καθ' ολοκληρία από το ερεθισμό κατά τη διατροφή των νηματωδών. Εάν ο νηματώδης νεκρωθεί με οποιοδήποτε τρόπο νεκρώνεται και το κοινοκύτταρο αφήνοντας στη θέση του μικρή κοιλότητα, όπως συμβαίνει σε παλαιές θέσεις παρασιτισμού θηλυκών ατόμων, που έχουν νεκρωθεί. Δια μέσου των φυματίων μπορεί να βρεθεί ένα θηλυκό άτομο ή πολλά. Αυτό εξαρτάται από το φυτό-ξενιστή και από το είδος του νηματώδη.

Συνήθως τα είδη *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* και *M. hapla* προκαλούν το σχηματισμό σύνθετων εξογκωμάτων με πολλά θηλυκά. Τα είδη που προκαλούν μικρούς κόμβους ή και καθόλου βρίσκονται ανά ένα ή δύο. Μικρές διογκώσεις μπορεί να σχηματίσουν και αρσενικά άτομα όπως στην περίπτωση του *M. artiellia*. Προσβολές των φυματίων του βακτηρίου *agrobacterium tumefaciens* από είδη *Meloidogyne* αναφέρονται σε είκοσι φυτικά είδη μεταξύ των οποίων δενδρύλλια ροδακινιάς (*Prunus* sp) και ιτέας (*Salix babylonica*).

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Τα νεώτερα νηματοδοκτόνα καρβαμιδικά oxamyl (vydate), οργανοφωσφορικά phenamiphos (nemacur) κ.α. χρησιμοποιούνται ευρέως στην καταπολέμηση των διαφόρων ειδών *Meloidogyne*.

Επίσης καταπολέμηση μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

Κατευθύνσεις και προσανατολισμοί φυτοπροστασίας

Η αντιμετώπιση των νηματωδών, μπορεί να πραγματοποιηθεί με χημικά μέσα και αγρονομικά αλλά όσο είναι δυνατόν, θα πρέπει να βασίζεται βασικά στην πρόληψη, μιας και πολύ συχνά οι θεραπευτικές επεμβάσεις δεν αποδίδουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η απολύμανση του εδάφους πριν την εγκατάσταση του φυτωρίου, μπορεί να εκτελεστεί με απολυμαντικά εδάφους με ευρύ φάσμα δράσης, όπως είναι τα υποκαπνιστικά ή τα νηματοδοκτόνα με διασυστηματική δράση. Η χημική επέμβαση αποτελεί ασφαλώς ένα καλό μέσο αντιμετώπισης των νηματωδών, αλλά θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι αυτό δεν εξαλείφει ριζικά την προσβολή και ότι οι πληθυσμοί που θα επιβιώσουν, μην έχοντας ανταγωνιστές, αναπαράγονται τάχιστα και μπορούν να φθάσουν σε μικρό χρονικό διάστημα στο επίπεδο της αρχικής προσβολής. Για να περιορίσουμε τους πληθυσμούς των νηματωδών σε ανεκτά για τα

φυτά επίπεδα, θα πρέπει να συμπληρώσουμε τη χημική καταπολέμηση με αγρονομικά μέσα, ανάμεσα στα οποία θυμίζουμε:

α) απλές αμειψισπορές

β) μεταφύτευση υγιών και πιστοποιημένων φυτών

γ) χρησιμοποίηση στην περίπτωση των πυρηνόκαρπων, ανθεκτικών στον φυματιογόνο νηματώδη υποκειμένων (*Meloidogyne* spp.)

δ) χρησιμοποίηση πιστοποιημένων φυτών

Συνοψίζοντας, χρειάζεται η πρόληψη των νηματωδών, να βασίζεται κυρίως στη χρησιμοποίηση αγρονομικών μέσων καταπολέμησης, προσφεύγοντας μόνο στα χημικά στις περιπτώσεις που θα κριθεί αναγκαίο, έτσι ώστε να μειώσουμε στο ελάχιστο την επιβάρυνση του περιβάλλοντος προς το συμφέρον όλων μας.

Βιβλιογραφία

- ❖ Barker K. R., Carter C. C and Sasser J.N.1985. An. Advanced Treatise on Meloidogyne Volume II: Methodology, Carolina, by Carolina State University Graphics, 69-74, 135-145 .
- ❖ Bellows T. S. and Fisher T.W. 1992. Principles and Applications of Biological Control, University of California, Academic Press, σελ 539- 545 .
- ❖ Riggers R. D. and Wrather J. A, 1992, Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode, A.P.S Press: The American Phytophathological Society, Minesota, 87,133
- ❖ Shurtleff M. C and Averre III C. W. 1995. Diagnosing Plant Diseases Caused Nematodes, Minesota, A.P.S. Press: The American by Phytophathological Society, 1-4
- ❖ Webster, J. M. 1972. Economic Nematology, Canada, Academic Press, σελ17-26, 469-483.
- ❖ Επιτραπέζια τομάτα, 2007, τεύχος Ετήσια Έκδοση, σελ 73-74
καταπολέμηση των νηματωδών εν γένει. Μπεν. Φυτοπαθ. Ινστ. T.D. 1, 32.
- ❖ Κύρου, Ν. Χ. 1994. Φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις Αθήνα, Εκδόσεις Agrotypos, σελ 203-215..
- ❖ Κύρου, Ν.Χ. 1973. Νηματώδεις απαντώμενοι επί δενδρωδών καλλιεργειών Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, Γεωπονικά Τ. 211.
- ❖ Κύρου, Ν.Χ. 1973. Προσβολές καλλιέργειας καπνού υπό ριζοκόμβων το γένους
- ❖ Κύρου, Ν.Χ. 1976. Βιολογικές παρατηρήσεις επί του *Heterodera avenae* Woll., 207 1924 επί καλλιέργειας σίτου εις Κ. Μακεδονία. Χρον. Μπεν. Φυτοπαθ. Ινστ. 3, 203.
- ❖ Μπαλαγιάννη, Π. Γ. 1988. Φυτοπροστασία Αθήνα, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου 1954, σελ 49-55.
νηματώδους *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderae).
- ❖ Οδηγός Φυτοπροστασίας της Τομάτας, 2005, τεύχος Ετήσια Έκδοση, σελ 22-23.
- ❖ Τριανταφύλλου, Α.Χ. 1951. Ο νηματώδης σκόληξ *Heterodera marioni* και η
- ❖ Τριανταφύλλου, Α.Χ. 1960. Προσδιορισμός του φύλλου εις το *Meloidogyne incognita* Chitwood 1949 και ο αμφιφυλετισμός εις το *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Χρονικά Μπεν. Φυτοπαθ. Ινστ. Ν.Σ. 3, σελ 14-36.
- ❖ Τριανταφύλλου, Α.Χ., and Hirschmann, H. 1960. Μετεμβρυακή ανάπτυξη του

- ❖ Φυτοπροστασία φυτωρίων οπωροφόρα- φράουλα,2003, Ετήσια Έκδοση, σελ 53-57 .

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	3
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του Γένους <i>Tylenchus</i>	5
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	6
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	6
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Tetylenchus</i>	6
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Anguina</i>	7
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	8
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	8
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	9
ΞΕΝΙΣΤΕΣ- ΔΙΑΔΟΣΗ:.....	10
ΚΑΤΑΠΟΙΛΕΜΗΣΗ:.....	10
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Ditylenchus</i>	11
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	12
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	12
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ-ΞΕΝΙΣΤΕΣ:.....	14
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	15
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Belonolaimus</i>	16
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	17
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	17
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	18
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Tylenchorhynchus</i>	18
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	19
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	19
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	20
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Pratylenchus</i>	20
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	22
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	22
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ :.....	23
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Pratylenchoides</i>	23
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	24
Καταπολέμηση:.....	26
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Radopholus</i>	26
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	27
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	27
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ:.....	28
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	29
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Nacobbus</i>	30
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	31
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	31
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	32
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Hoplolaimus</i>	32
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	33
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	33
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	34
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Rotylenchus</i>	34
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	35
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	36
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	36
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Helicotylenchus</i>	37
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	37
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	38
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	38
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Rotylenchulus</i>	38
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	39
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	40
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	41
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Dolichodorus</i>	41
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	42

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:.....	43
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Heterotera</i>	44
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	45
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΔΟΣΗ:	47
ΞΕΝΙΣΤΕΣ:.....	48
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ:.....	49
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:	51
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	57
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:	61
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Globodera</i>	62
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	64
ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ:.....	67
Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους <i>Meloidogyne</i>	72
ΒΙΟΛΟΓΙΑ:.....	74
Καταπολέμηση	89
Βιβλιογραφία.....	91