

4. Η ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Καθηγητής Φώτιος Θ. Γραβάνης

*Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Λάρισας,
41110 Λάρισα.*

F.T.Gravanis@teilar.gr

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΕΡΙΚΕΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο άνθρωπος, στα πλαίσια της άσκησης της γεωργίας, πέραν των άλλων λαμβάνει μέτρα για τη διατήρηση των καλλιεργειών του σε υγιεινή κατάσταση. Τα μέτρα αναφέρονται στη γνώση των αιτιολογικών παραγόντων που επιφέρουν ζημίες και ασθένειες στα καλλιεργούμενα φυτά, καθώς και στους τρόπους αντιμετώπισής τους. Αυτά είναι τα λεγόμενα **φυτοπροστατευτικά μέτρα** ή γενικότερα η **φυτοπροστασία**.

Τα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τα παράσιτά τους αλληλοεπηρεάζονται, δεχόμενα παράλληλα την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων στο **Οικοσύστημα**.

Τα παράσιτα επηρεάζουν την υγεία του φυτού ή/και την ποιότητα και ποσότητα των προϊόντων του, δρώντας σε όλα τα όργανα του υπεργείου ή υπογείου τμήματος των φυτών. Αυτά αποτελούν είδη που ανήκουν σε διάφορες ομάδες ζωντανών οργανισμών, οι σπουδαιότερες των οποίων είναι τα έντομα, τα ακάρεα, οι μύκητες, τα βακτήρια και οι νηματώδεις.

Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής ότι η άσκηση της γεωργικής πράξης είναι μία οικονομική δραστηριότητα του ανθρώπου, που αφενός μεν διαταράσσει τη βιολογική ισορροπία αφετέρου δε πρέπει να έχει οικονομικό αποτέλεσμα. Έτσι, και ειδικότερα στα πλαίσια της βιολογικής παραγωγής, οι προσπάθειες κατατείνουν στη λήψη του μεγίστου δυνατού οικονομικού αποτελέσματος ενώ παράλληλα δεν επηρεάζουν αρνητικά το βιολογικό περιβάλλον του συστήματος (αγροοικοσυστήματος).

Για την άσκηση φυτοπροστασίας ειδικότερα στα πλαίσια βιολογικής γεωργίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω έννοιες:

Πληθυσμός: Είναι η ομάδα ατόμων του ίδιου είδους που καταλαμβάνει δεδομένη περιοχή στο οικοσύστημα.

Αγροοικοσύστημα: Είναι το οικοσύστημα (το σύστημα οργανισμών και περιβαλλοντικών στοιχείων) στο οποίο ασκείται η γεωργική πράξη (αγρός, περιβόλι, κλπ.) (Johansen, 1978). Είναι τεχνητό σύστημα σε αντίθεση με το φυσικό περιβάλλον. Το αγροοικοσύστημα στη βιολογική γεωργία τείνει προς το

φυσικό και είναι περισσότερο αποτελεσματικό όσο πληρέστερη είναι η γνώση των πληθυσμών των οργανισμών που υπάρχουν και οι διακυμάνσεις τους.

Αναπαραγωγικό δυναμικό: Είναι η ικανότητα ενός οργανισμού να αυξάνει την πυκνότητα του πληθυσμού του υπό δεδομένες κανονικές συνθήκες.

Επίπεδο οικονομικής ζημίας: Είναι το επίπεδο του πληθυσμού ενός φυτοπαρασίτου ή φυτοπαθογόνου κατά το οποίο αρχίζει να επιφέρει οικονομική ζημία στην καλλιέργεια.

Βαθμός ανεκτικότητας: Είναι το σημείο πυκνότητας πληθυσμού ενός φυτοπαρασίτου, μέχρι το οποίο δεν δικαιολογείται η λήψη φυτοπροστατευτικών μέτρων (Παλούκης, 1979).

Σημείο οικονομικής αντιμετώπισης φυτοπαρασίτων και φυτοπαθογόνων (economic threshold): Είναι το επίπεδο του πληθυσμού φυτοπαρασίτων και φυτοπαθογόνων στο οποίο πρέπει να λαμβάνονται φυτοπροστατευτικά μέτρα ώστε να παρεμποδιστούν οι πληθυσμοί τους να φθάσουν στο επίπεδο οικονομικής ζημίας.

Περιβαλλοντική πίεση: Είναι το αποτέλεσμα δράσης βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων επί του πληθυσμού ενός φυτοπαρασίτου.

Γενικό επίπεδο ισορροπίας: Είναι η μέση πυκνότητα πληθυσμού ενός φυτοπαρασίτου σε μακρά χρονική περίοδο κατά την οποία δεν παρατηρείται μόνιμη περιβαλλοντική αλλαγή.

4.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΦΥΤΟΝΟΣΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΦΥΤΟΝΟΣΩΝ

4.2.1.1 Η έννοια της φυτονόσου – Μερικοί όροι

Ασθένεια στα φυτά ή φυτονόσος ονομάζεται οποιαδήποτε ανωμαλία στη μορφή και φυσιολογία του φυτού αρκετής έντασης και διάρκειας, ώστε να θίγει παροδικά ή μόνιμα την κανονική ανάπτυξη του φυτού ή την ποιότητα των προϊόντων του (Γραβάνης, 2003).

Το αίτιο που προκαλεί την παραπάνω αλλαγή ονομάζεται **παθογόνος παράγοντας** ή απλώς **παθογόνο**. Το αίτιο αυτό μπορεί να είναι κλιματολογικός παράγοντας ή παρασιτικός οργανισμός ή συνήθεστερα ένα σύμπλοκο περιβαλλοντικών και ζώντων παραγόντων. Αν και ο όρος παθογόνο μπορεί να αποδώσει κάθε αιτιολογικό παράγοντα της ασθένειας, συνήθως χρησιμοποιείται για ζωντανούς οργανισμούς και ιούς. Εξάλλου, δεν πρέπει να συγχέεται ο όρος παθογόνο με τον όρο παράσιτο, δεδομένου ότι πολλά παράσιτα δεν προκαλούν ασθένειες, ενώ αντίθετα τοξικά προϊόντα ενός σαπροφύτου μπορεί να προκαλέσουν ασθένεια.

Παθογένεια, είναι η ικανότητα ενός παθογόνου να προκαλεί ασθένεια.

Παθογένεση, λέγεται η πορεία ή η αλληλουχία των γεγονότων με την οποία εκδηλώνεται μία ασθένεια.

Ευαισθησία, λέγεται η φυσιολογική κατάσταση του φυτού να εκδηλώνει σοβαρά συμπτώματα όταν προσβληθεί από ένα παθογόνο.

Ευπάθεια, λέγεται η φυσιολογική κατάσταση του φυτού που το καθιστά αδύναμο να αντισταθεί στην προσβολή ενός παθογόνου.

Ανθεκτικότητα, λέγεται η φυσιολογική κατάσταση του φυτού, που του επιτρέπει να αντισταθεί στην προσβολή ενός παθογόνου. Είναι δηλαδή, το αντίθετο της ευπάθειας.

Ξενιστής, λέγεται το φυτό, πάνω στο οποίο αναπτύσσεται ένα παράσιτο ή ιός.

Αλληλοπάθεια. Είναι η μελέτη της συμπεριφοράς μεταβολιτών που παράγονται από ανώτερα φυτά, φύκη, βακτήρια και μύκητες και επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την ανάπτυξη και εξέλιξη των αγροτικών ή βιολογικών συστημάτων (Rice, 1984).

4.2.1.2 Κατηγορίες ασθενειών των φυτών

4.2.1.2.1 Κατάταξη ασθενειών ανάλογα με τη μεταδοτικότητα

Ανάλογα με την ιδιότητα της μεταδοτικότητας, οι ασθένειες διακρίνονται σε:

- Μεταδοτικές, και
- Μη μεταδοτικές.

Μεταδοτικές είναι οι ασθένειες των οποίων το παθογόνο αίτιο μεταδίδεται από φυτό σε φυτό. Οφείλονται σε **παράσιτα** και **ιούς**.

Μη μεταδοτικές είναι οι ασθένειες των οποίων το παθογόνο αίτιο δεν μεταδίδεται από φυτό σε φυτό. Οφείλονται σε **δυσμενείς οικολογικούς και μετεωρολογικούς παράγοντες**.

Οι μεταδοτικές ασθένειες διακρίνονται σε:

- Επιδημικές.
- Ενδημικές.
- Σποραδικές.

Επιδημική λέγεται η μεταδοτική ασθένεια η οποία εκδηλώνεται περιοδικά, κατά τρόπο συγκεντρωτικό, σε μεγάλη έκταση καλλιεργειών και με έντονη μορφή.

Ενδημική λέγεται η μεταδοτική ασθένεια η οποία εκδηλώνεται σταθερά κάθε χρόνο σε μία περιοχή, με διαφορετική ένταση κάθε φορά.

Σποραδική λέγεται η μεταδοτική ασθένεια η οποία εκδηλώνεται κατά τρόπο διάσπαρτο στα φυτά μίας περιοχής.

4.2.1.2.2 Κατάταξη ασθενειών ανάλογα με το αίτιο

Με βάση το αίτιο οι φυτονόσοι διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

↳ **Μη παρασιτικές ασθένειες**. Οφείλονται σε:

- Εδαφικές συνθήκες (έλλειψη ή περίσσεια θρεπτικών στοιχείων, δομή του εδάφους, εδαφική υγρασία, αντίδραση του εδάφους, κλπ.).
- Μετεωρολογικούς παράγοντες (υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, δυσμενής φωτισμός, χαλάζι, άνεμος, κλπ.).
- Επιβλαβείς ουσίες στην ατμόσφαιρα.
- Τοξικότητα γεωργικών φαρμάκων.

↳ **Παρασιτικές ασθένειες**. Οφείλονται σε:

- Φυτικούς παρασιτικούς παράγοντες. Δηλαδή είδη του Βασιλείου των Φυτών. Τέτοιοι φυτικοί παρασιτικοί παράγοντες ανήκουν στα Βακτήρια, στους Μύκητες και στα Σπερματοφύτα.
- Ιούς. Οι ιοί είναι νουκλεοπρωτεΐνες που έχουν παθογόνο ικανότητα.

Οι σπουδαιότερες ομάδες παρασιτικών ασθενειών αναφέρονται σε περίληψη παρακάτω.

4.2.1.2.3 Βακτηριώσεις.

Οφείλονται σε **βακτήρια**. Τα βακτήρια είναι οι μικρότεροι ζωντανοί οργανισμοί. Μπορεί να είναι σφαιρικά (κόκκοι), επιμήκη (βακτηρίδια ή βάκιλλοι), κυρτά (δονάκια) ή σπειροειδή (σπειρύλλια). Τα φυτοπαθογόνα βακτήρια είναι βακτηρίδια.

Είναι μικρότερα και από τα μικρότερα σπόρια των μυκήτων. Η διάμετρος των κόκκων είναι 0,5 μm, κατά μέσο όρο. Για να γίνει πιο κατανοητό το πόσο μικρά είναι τα βακτήρια, αναφέρεται ότι έκταση μίας τετραγωνικής ίντσας (περίπου 2,54 cm²), καλύπτεται από 625.000.000 παρακείμενα άτομα του βακίλλου *Echerisia coli*, που έχει διαστάσεις 0,5 x 2,0 μm. Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση. Εξαιτίας αυτού, τα βακτήρια ονομάζονται και σχιζομύκητες. Κατά την διχοτόμηση, το μητρικό βακτηριακό κύτταρο διαιρείται σε δύο θυγατρικά, απόλυτα όμοια μεταξύ τους, όπως και με το μητρικό. Το καθένα θυγατρικό κύτταρο διαιρείται κατά τον ίδιο τρόπο, κ.ο.κ. Κάθε διαίρεση και με ευνοϊκές συνθήκες, διαρκεί 15-30 λεπτά. Με τέτοιο ρυθμό, μέσα σε 24 ώρες, από ένα βακτηριακό κύτταρο παράγονται 10¹⁰ άτομα. Αν υποθεθεί ότι συμβαίνουν 70 διαιρέσεις την ημέρα, τότε στο τέλος της ημέρας θα μπορούσε να συσσωρευθεί μάζα 4720 τόννων που θα προερχόταν από ένα βακτηριακό κύτταρο στην αρχή του 24ώρου. Ευτυχώς, οι συνθήκες δεν επιτρέπουν τέτοιο υπερβολικό ρυθμό πολλαπλασιασμού. Όσο γρήγορη είναι η αναπαραγωγή των βακτηρίων, τόσο ταχύτερη είναι και η καταστροφή τους από διάφορα αίτια (έλλειψη τροφής, σχηματισμός τοξικών ουσιών στο υπόστρωμα, ακατάλληλη θερμοκρασία, κλπ.).

4.2.1.2.4 Μυκώσεις

Οι μυκώσεις οφείλονται σε μύκητες. Οι μύκητες είναι ετερότροφοι οργανισμοί, διατρεφόμενοι με απορρόφηση. Το σώμα τους είναι θαλλός αμοιβαδοειδής ή νηματοειδής, με γνήσιους πυρήνες και κυτταρικό τοίχωμα, τυπικά συνιστάμενο από χιτίνη. Πολλαπλασιάζονται αγενώς και εγγενώς με σπόρια. Διαβιούν σε ποικιλία υποστρωμάτων και περιβαλλοντικών συνθηκών. Η διάδοσή τους είναι κοσμοπολιτική.

Η έλλειψη φωτοσυνθετικών χρωστικών χαρακτηρίζει τους μύκητες σαν ετερότροφους οργανισμούς. Ζουν παρασιτικά ή σαπροφυτικά ή συμβιούν με άλλα φυτά (με φύκη, οπότε συνιστούν τους λειχήνες ή με ρίζες ανωτέρων φυτών, οπότε συνιστούν μυκόρριζες).

Τα περισσότερα είδη μυκήτων είναι σαπρόφυτα, ενώ πολλά είδη είναι παράσιτα του ανθρώπου, των ζώων και κυρίως των φυτών, προκαλώντας ασθένειες, γνωστές σαν μυκώσεις. Οι μύκητες προσβάλλουν είτε στο υπέργειο μέρος των φυτών (Εικόνα 4.1) είτε τις ρίζες (Εικόνα 4.2) και οι ασθένειες που προκαλούν εκδηλώνονται με τα λεγόμενα συμπτώματα (βλ. παράγραφο 4.2.1.2.7).



Εικόνα 4.1. Κυκλοκόνο της ελιάς (διακρίνονται κηλίδες στα φύλλα).



Εικόνα 4.2. Φουζαρίωση της τομάτας

Σαν σαπρόφυτα, είναι υπεύθυνοι (μαζί με τα βακτήρια και τα ζώα) για την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών, συμβάλλοντας έτσι στην χουμοποίηση και την διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών.

Οι μύκητες είναι το σπουδαιότερο άθροισμα παθογόνων μικροοργανισμών και από απόψεως αριθμού ειδών και από απόψεως σημασίας στη Φυτοπαθολογία. Τόσο ώστε η έννοια της φυτονόσου να είναι σχεδόν αποκλειστικά αποδιδόμενη στους μύκητες.

Η ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών τους σε ότι αφορά την κατασκευή του σώματός τους (που λέγεται θαλλός και ειδικότερα μυκήλιο) αλλά και το είδος των αναπαραγωγικών τους στοιχείων (σπόρια και καρποφορίες) δεν επιτρέπει την ανάπτυξή τους στο παρόν κείμενο. Έτσι, συνιστάται στον αναγνώστη όπου έχει ειδικό ενδιαφέρον να ανατρέχει σε ειδικά βιβλία Φυτοπαθολογίας ή Μυκητολογίας.

4.2.1.2.5 Ιώσεις

Είναι ασθένειες που οφείλονται σε ιούς. Οι ιοί είναι υπερμικροσκοπικές οντότητες που δεν έχουν δικό τους μεταβολισμό. Πολλαπλασιάζονται μόνον μέσα σε ζωντανά κύτταρα, συμπεριφερόμενοι έτσι σαν υποχρεωτικά παράσιτα. Από χημικής απόψεως είναι νουκλεοπρωτεΐνες. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρουσιάζουν σχήμα και μέγεθος.



Όπως και οι αντίστοιχες ιώσεις του ανθρώπου και των ζώων και οι ιώσεις των φυτών είναι ασθένειες που δεν καταπολεμούνται αλλά προλαμβάνονται. Μεταφέρονται από φυτό σε φυτό με διάφορους τρόπους, ο σπουδαιότερος των οποίων είναι με έντομα και κυρίως με αφίδες. Είναι πρωταρχικής επομένως σημασίας η αντιμετώπιση των φορέων για να μην προσβληθεί η καλλιέργεια από ιούς.

Η αντιμετώπιση των ιώσεων γίνεται κυρίως με προληπτικά μέτρα, παρά με θεραπευτική αγωγή, δεδομένου ότι οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται θεραπευτικά, απλώς μειώνουν την ιική προσβολή, δεν εξολοθρεύουν τον ιό και συχνά ζημιώνουν το φυτό περισσότερο από την ίωση.

Οι κυριότερες μέθοδοι αντιμετώπισης των ιώσεων είναι:

- Περιορισμός των πηγών μόλυνσης (π.χ. καταστροφή των ζιζανίων που είναι ασθενή ή ξενίζουν έντομα-φορείς).
- Αποφυγή των φορέων.
- Καταστροφή των φορέων.
- Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.
- Ειδικές μέθοδοι πολλαπλασιασμού (π.χ. φυτά που προέρχονται από μικροπολλαπλασιασμό).

4.2.1.2.6 Σπερματοφύτα παράσιτα

Η μεγάλη πλειονότητα των ανωτέρων φυτών είναι αυτότροφα, λόγω της ικανότητάς τους να φωτοσυνθέτουν. Μερικά όμως απ' αυτά, στερούνται χλωροφύλλης και έτσι είναι αναγκασμένα να ζουν παρασιτικά.

Αυτά τα ανώτερα φυτά που δεν έχουν χλωροφύλλη (και επομένως δεν είναι πράσινα) και ζουν ολοκληρωτικά σε βάρος άλλων πρασίνων φυτών, ονομάζονται **ολοπαράσιτα**. Τέτοια είναι η οροβάγχη (Εικόνα 4.3) και η κουσκούτα.

Υπάρχουν όμως και μερικά ανώτερα φυτά, που αν και έχουν χλωροφύλλη και φωτοσυνθέτουν κανονικά, προσλαμβάνουν από άλλο ανώτερο φυτό, ανόργανες ουσίες και νερό. Αυτά τα φυτά, ονομάζονται **ημιπαράσιτα** (όπως το γκυ).

4.2.1.2.7 Τα συμπτώματα των φυτονόσων

Οι φυτονόσοι εκδηλώνονται με διάφορα χαρακτηριστικά, κυρίως μορφολογικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- τα συμπτώματα,
- τα σύνδρομα, και
- τα σημεία.

Σύμπτωμα λέγεται κάθε μορφολογική και φυσιολογική ανωμαλία του φυτού που πέφτει στην αντίληψή μας με οποιοδήποτε τρόπο και εμφανίζεται σαν εκδήλωση της ασθένειας.

Άλλα χαρακτηριστικά των ασθενειών είναι τα **σύνδρομα**. **Σύνδρομο** είναι σύμπλοκο συμπτωμάτων που παρουσιάζεται αυτούσιο (συγκεκριμένα συμπτώματα με συγκεκριμένη σειρά εμφανίσεως) σε πολλές ασθένειες και έτσι δεν είναι δυνατόν να χαρακτηρίσουν μία ειδική ασθένεια. Με άλλα λόγια το σύνδρομο δίδει την συμπτωματολογική εικόνα μιας νοσηρής καταστάσεως, περιγράφοντας τα συμπτώματα με την σειρά που εμφανίζονται και τα οποία εκδηλώνουν μία ασθένεια.

Τα σημεία αποτελούν την τρίτη κατηγορία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των ασθενειών που εξετάζει η Συμπτωματολογία. **Τα σημεία** είναι σώματα ξένα προς το φυτό, τα οποία εμφανίζονται στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό του, αποτελούν τμήματα του παθογόνου και χαρακτηρίζουν ορισμένες ασθένειες.

Εάν ένα φυτό ασθενήσει, η ασθένειά του γίνεται αντιληπτή με την εμφάνιση των διαφόρων συμπτωμάτων. Η τυχόν, επιπρόσθετα, εμφάνιση και σημείων βοηθάει σημαντικά στην διάγνωση της ασθένειας, διότι καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός του παθογόνου. Ευνόητο είναι ότι εμφάνιση σημείων συμβαίνει στις ασθένειες που οφείλονται σε παρασιτικά αίτια και ιούς.

4.2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.2.2.1 Στρατηγική αντιμετώπισης φυτονόσων

Η ασθένεια είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης παθογόνου, ξενιστή και περιβάλλοντος (Goidanich, 1964). Έτσι κάθε μέσο περιορισμού της ασθένειας πρέπει να αποσκοπεί:

- ➔ Στη μείωση της παρουσίας του παθογόνου (όπως την καταστροφή των μολυσμάτων ή την παρεμπόδιση παραγωγής σπορίων, κ.ά.).
- ➔ Στην αλλαγή του περιβάλλοντος, έτσι όμως ώστε να μην περιορίζει την ανάπτυξη του φυτού-ξενιστή (που είναι η καλλιέργεια). Οι ενέργειες κατά βάση είναι καλλιεργητικές, όπως η αμειψισπορά, η μεταβολή της εποχής ή διάρκειας ή βάθους σποράς, η κατεργασία του εδάφους, κ.ά. Για παράδειγμα η μείωση της υγρασίας στην επιφάνεια των φυτών παρεμποδίζει την βλάστηση των σπορίων του παθογόνου.
- ➔ Στην χειρισμό του φυτού-ξενιστή. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη ανθεκτικότητας ή η αλλαγή των φαινολογικών σταδίων της καλλιέργειας έτσι ώστε να μην προσελκύει ή να παρεμποδίζει το παθογόνο.

Είναι κατά τα ανωτέρω πολύ περίπλοκες οι σχέσεις μεταξύ παθογόνου, περιβάλλοντος και ξενιστή και απαιτείται λεπτομερής γνώση της βιολογίας του παθογόνου, της οικολογίας καθώς και της σχέσης όλων των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων στο αγροοικοσύστημα. Για την αντιμετώπιση επομένως των ασθενειών τα μέσα πρέπει να λαμβάνονται ολοκληρωμένα σε ένα ευέλικτο σύστημα που θα είναι συμβατό με τη αντιμετώπιση και των άλλων φυτοπροστατευτικών προβλημάτων αλλά και παράλληλα να είναι οικονομικά αποδεκτά.

Στην αντιμετώπιση των φυτονόσων κατά γενικό κανόνα τα μέτρα αποσκοπούν στην προστασία του πληθυσμού των φυτών και δεν είναι ατομικά (όπως π.χ. στην περίπτωση ασθενειών του ανθρώπου ή των ζώων). Εξάιρεση ίσως αποτελούν τα δένδρα ή μερικά καλλωπιστικά στα οποία εφαρμόζονται ατομικά μέτρα προστασίας και υγιεινής (Agris, 1988).

Οι αρχές που διέπουν την αντιμετώπιση των φυτονόσων (Agris, 1988; Jarvis, 1992; Mehrotra, 1980; Pyenson, 1977) είναι:

- ➔ **Αποφυγή:** Είναι η χρήση ή ο χειρισμός των περιβαλλοντικών παραγόντων κατά την άσκηση της φυτοπροστασίας με σκοπό να επωφεληθούμε από την απουσία, τη μη δυνατότητα μόλυνσης ή τη διακοπή του βιολογικού κύκλου του παθογόνου.
- ➔ **Αποκλεισμός:** Είναι η παρεμπόδιση διασποράς ενός παθογόνου σε μία αμόλυνη περιοχή ή η παρεμπόδιση της εγκατάστασής του.
- ➔ **Εκρίζωση:** Είναι η εξαφάνιση ενός παθογόνου από μία περιοχή στην οποία είχε εγκατασταθεί.
- ➔ **Προστασία:** Είναι η παρεμπόδιση πρόκλησης οικονομικής ζημίας σε μία καλλιέργεια από κάποιο παθογόνο, με παράθεση ενός χημικού ή φυσικού φραγμού μεταξύ του μολύσματος και του φυτού. Τα προστατευτικά μέτρα

πρέπει να λαμβάνονται είτε λίγο πριν την είσοδο του μολύσματος στα φυτά ή κατά την έναρξη της περιόδου επώασης.

- ➔ **Θεραπεία:** Είναι η εφαρμογή φυσικών ή χημικών μέσων με σκοπό την καταστροφή του παθογόνου μέσα στο φυτό.
- ➔ **Ανάπτυξη ανθεκτικότητας:** Είναι ο χειρισμός της μορφολογία ή φυσιολογίας ενός καλλιεργούμενου φυτού με βελτιωτικές μεθόδους επιλογής ή υβριδισμού έτσι ώστε το παθογόνο να μην μπορεί να εγκατασταθεί σ' αυτό.

4.2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΦΥΤΟΝΟΣΩΝ

4.2.3.1 Ορισμός - Γενικά

Με το όρο βιολογική αντιμετώπιση ασθενειών, εννοείται η ποσοτική μείωση του μολύσματος ή της φυτοπαθογόνου δραστηριότητας ενός παθογόνου αιτίου, που επιτυγχάνεται με την χρήση ή μεσολάβηση ενός ή περισσότερων οργανισμών, εκτός του ανθρώπου (Cook & Baker, 1983).

Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην περίπτωση των φυτοπαθογόνων με βιολογικό τρόπο, υπάρχει η ιδιαιτερότητα του χειρισμού ενός πλήθους άλλων παραγόντων (βιοτικών και αβιοτικών) που συνιστούν το οικολογικό περιβάλλον της φυτικής επιφάνειας και του επιφανειακού, καλλιεργούμενου εδάφους. Τα περιβάλλοντα αυτά και ειδικότερα το καλλιεργούμενο επιφανειακό έδαφος, είναι πλούσια σε μικροβιακή δραστηριότητα. Το έδαφος μάλιστα αποτελεί την πλουσιότερη εστία αλληλοεπηρεαζόμενων μικροοργανισμών και από πλευράς αριθμού και από πλευράς ειδών, παρέχοντας πλείστες όσες ευκαιρίες έκφρασης χρήσιμου ανταγωνισμού μεταξύ τους (Cook & Baker, 1983). Ίσως γι αυτό είναι δυσκολότερη η αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών από τις φυτονόσους του υπεργείου τμήματος των φυτών. Η φυλλόσφαιρα αλλά κυρίως το έδαφος αποτελεί ένα οικοσύστημα, ο μεγαλύτερος αριθμός μικροοργανισμών του οποίου είναι σαπρόφυτοι, επιτελούντες επωφελέστατο έργο, με την διάσπαση των πολύπλοκων οργανικών ενώσεων και συμμετέχοντες στην ανακύκλωση πολλών χημικών στοιχείων. Πολλοί εξ αυτών των μικροοργανισμών, δρουν ως **ανταγωνιστές** των φυτοπαθογόνων, περιορίζοντας την εκδήλωση σοβαρών φυτονόσων και με τον χειρισμό των οποίων ασκείται η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των φυτοπαθογόνων εδάφους.

Έτσι, οι τεχνικές που ακολουθούνται για τη βιολογική αντιμετώπιση των ασθενειών είναι:

- Η τροποποίηση των καλλιεργητικών τεχνικών με σκοπό την ανάπτυξη υπαρχόντων μικροβιακών ανταγωνιστών.
- Η εφαρμογή ανταγωνιστών με την εισαγωγή τους στο περιβάλλον που αναπτύσσονται τα φυτά ή επάνω στα φυτά.
- Ο εμβολιασμός των φυτών με χαμηλής παθογένειας μικροοργανισμούς ή ιούς του ίδιου είδους με τους παθογόνους.

4.2.3.2 Τεχνικές βιολογικής αντιμετώπισης φυτονόσων

4.2.3.2.1 Εισαγωγή – Το οικοσύστημα του εδάφους – Μερικές βασικές έννοιες

Ειδικότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φυτοπαθογόνα τα οποία προκαλούν ασθένειες στις ρίζες και τον λαιμό των καλλιεργούμενων φυτών και τα οποία, κατά τεκμήριο, διαβιούν στο έδαφος. Τους οργανισμούς αυτούς ονομάζουμε **φυτοπαθογόνα εδάφους**, ενώ τις φυτονόσους τις οποίες προκαλούν, **εδαφογενείς ασθένειες** (Εικόνα 4.3). Σε αντίθεση **φυτοπαθογόνα υπεργείου τμήματος** ονομάζονται τα φυτοπαθογόνα που προκαλούν φυτονόσους στα φύλλα (Εικόνα 4.1), καρπούς, βλαστούς και γενικά σε όλα τα υπέργεια μέρη των φυτών.

Στα φυτοπαθογόνα εδάφους περιλαμβάνονται είδη που ανήκουν σε διάφορες ομάδες ζωντανών οργανισμών, οι σπουδαιότερες των οποίων είναι **οι μύκητες, τα βακτήρια και οι νηματώδεις**. Σπάνια είναι η περίπτωση προσβολής υπεργείων μερών των φυτών από Νηματώδεις.

Μερικές βασικές διαπιστώσεις (Cook, 1990) που λαμβάνονται υπόψη στην βιολογική αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων εδάφους είναι οι εξής:

- Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών είναι μεγαλύτερος πλησίον των ριζών των φυτών, παρά στο έδαφος σε κάποια απόσταση από τις ρίζες.
- Η ανάπτυξη ασθενειών των ριζών ευνοείται σε αποστειρωμένο έδαφος. Όχι όμως αν εισαχθούν στο έδαφος μικροοργανισμοί ή φυσικό έδαφος προ της επανεισαγωγής του φυτοπαθογόνου.
- Η ανάπτυξη ασθενειών των ριζών σε καταστρεπτικά επίπεδα, ευνοείται από την μονοκαλλιέργεια ευπαθών φυτών. Όχι όμως όταν εφαρμόζεται αμειψισπορά.
- Οι περισσότερες ασθένειες των ριζών των φυτών παρεμποδίζονται ή ακόμη αποτρέπονται όταν προστίθεται οργανική ουσία, στο κατά φυσικό τρόπο «μολυσμένο» έδαφος. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του ανταγωνισμού των φυτοπαθογόνων από μικροοργανισμούς, οι οποίοι ευνοούνται από τα οργανικά υλικά που προστίθενται στο έδαφος.
- Στα περισσότερα εδάφη, αν όχι σε όλα, τα σπόρια μυκήτων παραμένουν ανενεργά, μέχρις ότου διεγερθούν προς βλάστηση από μία εξωτερική πηγή θρεπτικών ουσιών και ενέργειας.

Το έδαφος αποτελεί ένα οικοσύστημα, πλούσιο σε μικροοργανισμούς, πολλοί των οποίων δρουν ως ανταγωνιστές των φυτοπαθογόνων, περιορίζοντας την εκδήλωση σοβαρών φυτονόσων και με τον χειρισμό των οποίων ασκείται η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των φυτοπαθογόνων εδάφους. Αυτό επιτυγχάνεται με καλλιεργητικές πρακτικές, όπως η αμειψισπορά, η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων, κ.ά., οι οποίες επιφέρουν αλλαγή του περιβάλλοντος προς όφελος μερικών μικροοργανισμών. Οι τελευταίοι, δρώντες ως ανταγωνιστές των φυτοπαθογόνων, ασκούν την βιολογική τους επίδραση.

↪ **Αντίδραση Αυξήσεως της Ανάπτυξης:** Τα φυτοπαθογόνα εδάφους, προκαλούν προβλήματα στις ρίζες των φυτών, με συνέπειες που ποικίλλουν, από την μειωμένη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων και νερού μέχρι την καταστροφή των ριζών. Τελικό αποτέλεσμα είναι η καταστροφή του φυτού ή/και η μειωμένη παραγωγή του.

Οι καλλιεργητές που ασκούν συμβατική Γεωργία, προσπαθούν να αντισταθμίσουν την μειωμένη, κατά τα ανωτέρω, παραγωγή, είτε με αυξημένη εφαρμογή λιπασμάτων είτε με απολύμανση του εδάφους. Η απολύμανση του εδάφους επιφέρει την λεγόμενη **Αντίδραση Αυξήσεως της Ανάπτυξης (Increased Growth Response)**. Η Αντίδραση Αυξήσεως της Ανάπτυξης ομοιάζει με τη αντίδραση την προερχόμενη από την εφαρμογή λιπασμάτων, αφού το υγιές ριζικό σύστημα επιτρέπει καλή απορρόφηση ενώ παράλληλα είναι περισσότερο αποτελεσματικό στην μεταφορά όλων των παραγόντων ανάπτυξης των φυτών προς το υπέργειο μέρος. Έτσι, η απολύμανση του εδάφους (που αποτελεί την μέχρι τώρα συμβατική μέθοδο αντιμετώπισης των φυτοπαθογόνων εδάφους) και η Αντίδραση Αυξήσεως της Ανάπτυξης επιτρέπουν να εκδηλωθεί το παραγωγικό δυναμικό μίας καλλιέργειας (Cook & Baker, 1983).

Η απολύμανση όμως του εδάφους ούτε οικονομική λύση αποτελεί ούτε είναι αποδεκτή ως πρακτική προσέγγιση για τις περισσότερες καλλιέργειες για παραγωγή εδωδιμων αγροτικών προϊόντων. Είναι δε απολύτως απαγορευμένη στην περίπτωση εφαρμογής της Βιολογικής Γεωργίας. Από την άλλη μεριά, μετά μία προσωρινή μείωση της ασθένειας εξαιτίας της απολύμανσης του εδάφους, η αποικιοποίηση του εδάφους από φυτοπαθογόνα ριζών, είναι εντονότερη, (Chet & Henis, 1985; Beckman, 1987).

↪ **Μυκόσταση:** Στην προκείμενη περίπτωση, και για να αντιληφθεί κανείς καλλίτερα τις σχέσεις των διαφόρων μικροοργανισμών στο έδαφος, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί μία ιδιότητα του καλλιεργούμενου εδάφους που ονομάζεται **μυκόσταση (fungistasis)**. Με τον όρο αυτό νοείται η τοξική ιδιότητα του φυσικού εδάφους, που εκδηλώνεται με την αναστολή της βλάστησης των μολυσμάτων (Lockwood, 1977). Η μυκόσταση μπορεί να οφείλεται σε παρεμποδιστικές χημικές ενώσεις του εδάφους ή σε ειδικές τροφοπενικές καταστάσεις στο περιβάλλον των μολυσμάτων.

Τα μολύσματα των μυκήτων (σπόρια, σκληρώτια, κλπ) παραμένουν στο έδαφος σε μία κατάσταση εξωτερικά κατευθυνόμενου ληθάργου, που ενεργοποιείται ή αναστέλλεται από την επίδραση μίας εξωτερικής πηγής ενέργειας. Ο έλεγχος (ενεργοποίηση ή αναστολή) της μυκόστασης είναι δυνατόν να οφείλεται σε:

- Εκκρίματα των ριζών των φυτών-ξενιστών.
- Οργανικά πρόσθετα στο έδαφος
- Πτητικές διεγερτικές ουσίες

Η μυκόσταση έχει έτσι τεράστια αξία για την επιβίωση του παθογόνου, αφού τα μολύσματά του δεν βλαστάνουν με την ενδογενή τους ενέργεια,

υποκείμενα έτσι στην προοπτική να μην επιζήσουν στην συνέχεια όταν δεν υπάρχουν ξενιστές, αλλά μόνον όταν υπάρχουν ρίζες ξενιστών ή άλλη επαρκής πηγή ενέργειας που προωθεί την βλάστησή τους.

Σε άλλες περιπτώσεις η μυκόσταση αποτελεί μία συνεχή ληθαργική κατάσταση των μολυσμάτων, που διακόπτεται με:

- την πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος,
- την επίδραση θερμοκρασίας ή με την κατάσταση υγρασίας που επικρατεί,
- την μεγάλη πυκνότητα των μολυσμάτων,
- την παρουσία άλλων μικροοργανισμών που ενεργοποιούν την βλάστηση

Πίνακας 4.1. Παθογόνα σε κατασταλτικά εδάφη.

α/α	ΠΑΘΟΓΟΝΟ	ΑΣΘΕΝΕΙΑ
1	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	Ασθένεια λευκών σταχύων σιταριού
2	<i>Fusarium oxysporum</i>	Αδρομύκωση
3	<i>F. solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i>	Σήψη βάσεως στελέχους και ριζών φασολιού
4	<i>Phytophthora cinnamoni</i>	Σηψιρριζία του αβοκάντο
5	<i>Pythium</i> spp.	Σηψιρριζίες
6	<i>Rhizoctonia solani</i>	Σηψιρριζίες
7	<i>Streptomyces scabies</i>	Ακτινομύκωση γεωμήλων
8	<i>Sclerotium cepivorum</i>	Σήψη βολβού κρεμμυδιού
9	<i>Phymatotrichum omnivorum</i>	Σηψιρριζία στο βαμβάκι
10	<i>Sclerotium oryzae</i>	Σήψη του ριζιού

☞ **Κατασταλτικά εδάφη (Suppressive soils):** Η ιδιότητα αυτή που έχουν ορισμένα εδάφη να καταστέλλουν την ανάπτυξη ορισμένων παθογόνων οργανισμών, είναι γνωστή εδώ και 100 έτη.

Έδαφος κατασταλτικό για κάποιο παθογόνο (Baker & Cook, 1974), είναι εκείνο στο οποίο το παθογόνο:

- δεν εγκαθίσταται ή δεν παραμένει
- εγκαθίσταται, αλλά προκαλεί μικρή ή καθόλου ζημία
- εγκαθίσταται, προκαλεί ζημία, η οποία σταδιακά γίνεται αναξιόλογη, αν και το παθογόνο βρίσκεται στο έδαφος.

Ο Agrios (1988), αναφέρει ότι η κατασταλτικότητα ορισμένων εδαφών οφείλεται στην παρουσία ορισμένων ειδών μυκήτων που ανήκουν στα Γένη *Trichoderma*, *Penicillium* και *Sporodesmium*. Επίσης κατασταλτικότητα εδαφών παρατηρήθηκε να οφείλεται σε βακτηριακά είδη που ανήκουν στα Γένη *Pseudomonas* και *Bacillus*. Κατά τους Cook & Baker (1983) κατασταλτικά εδάφη έχουν αναφερθεί για τα παθογόνα που αναφέρονται στον Πίνακας 4.1.

Παρόλο που υπάρχει ένα μεγάλο εύρος αποδιδόμενων αιτίων στην ιδιότητα των διαφόρων εδαφών να καταστέλλουν συγκεκριμένα παθογόνα, στις περισσότερες των περιπτώσεων, το αίτιο είναι μικροβιακό, αφού αντιμικροβιακές επεμβάσεις στο έδαφος (π.χ. αποστείρωση), εξαφανίζουν την ιδιότητα αυτή (Alabouvette, 1990; Loper *et al.*, 1992; Cook & Baker, 1983; Hornby, 1990; Papavizas & Lumsden, 1980). Στην περίπτωση των

αδρομυκώσεων που οφείλονται σε φυσιολογικές φυλές του *Fusarium oxysporum*, τα κατασταλτικά εδάφη επιδεικνύουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά (Alabouvette *et al.*, 1985):

- Τα περισσότερα εδάφη είναι μέσης και βαριάς συστάσεως.
- Τα εδάφη είναι αλκαλικά ($pH \geq 8$).
- Σχετίζονται με μικροβιακή δραστηριότητα.
- Η ιδιότητα της κατασταλτικότητας είναι ειδική για το παθογόνο.
- Η κατασταλτικότητα μεταφέρεται σε μη κατασταλτικό έδαφος, όταν μικρή αναλογία (1-10%) κατασταλτικού εδάφους ενσωματωθεί σε μη κατασταλτικό έδαφος.

4.2.3.2.2 Πολλαπλασιασμός των υπαρχόντων στο περιβάλλον των φυτών ανταγωνιστών, με προσαρμογή των καλλιεργητικών τεχνικών

Καλλιεργητικές εργασίες, είναι δυνατόν να δημιουργούν περιβάλλον ευνοϊκό για τους ανταγωνιστές, έτσι ώστε με διαχείριση του πληθυσμού τους να επέρχεται βιολογικό αποτέλεσμα κατά των φυτοπαθογόνων.

Η προσθήκη οργανικών ουσιών στο έδαφος, όπως οργανικών λιπασμάτων (κοπριά), είναι σε μερικές περιπτώσεις τακτική που διακόπτει την μυκόσταση. Ως αποτέλεσμα επέρχεται η βλάστηση των μολυσμάτων των φυτοπαθογόνων σε εδαφικό περιβάλλον απουσίας των ξενιστών τους, με τελικό αποτέλεσμα την καταστροφή τους (Paravisas & Lumsden, 1980).

Ως οργανικά πρόσθετα, θεωρούνται τα υπολείμματα φυτών μετά το πέρας της καλλιεργητικής περιόδου, η χλωρά λίπανση, υπολείμματα τροφών, περιβλήματα και φλούδες καρπών, οργανικά λιπάσματα, πούλπα από βιομηχανική επεξεργασία καρπών ή ριζών, κλπ.). Γενικά, οι λεγόμενες «κομπόστες» αποτελούν οργανικά πρόσθετα.

Τα οργανικά πρόσθετα επιδρούν επί των φυτοπαθογόνων κατά διάφορους τρόπους, όπως:

- Διακόπτουν την μυκόσταση, δράση που όταν ακολουθείται από λύση της υφής, ελαττώνεται ο αριθμός των μολυσμάτων στο έδαφος.
- Επιδρούν αμέσως απενεργοποιώντας προσωρινά ή μόνιμα τα μολύσματα.
- Αναστέλλουν την ανάπτυξη ή καταστρέφουν τις υφές.
- Ακίνητοποιούν το άζωτο και άλλα θρεπτικά στοιχεία, υποβοηθώντας τον ανταγωνισμό των μικροοργανισμών.
- Αποτελούν θρεπτική πηγή μικροοργανισμών, που παράγουν αντιβιοτικά ή τοξίνες για τα φυτοπαθογόνα ή είναι πηγές ερεθισμού για παραγωγή πτητικών ουσιών ανασταλτικών αύξησης των φυτοπαθογόνων.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα, βιολογικής αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων με προσαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών αναφέρουμε τα εξής:

Βιολογική αντιμετώπιση της αδρομύκωσης της πατάτας, οφειλόμενης στον μύκητα *Verticillium dahliae*: Η εφαρμογή χλωράς λίπανσης για τρία χρόνια προ της καλλιέργειας πατάτας, μείωσε την ένταση της ασθένειας. Το αποτέλεσμα οφείλονταν σε αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας και ειδικότερα του σαπρόφυτου είδους *Fusarium equiseti* (Loper & Stowell, 1992).

Βιολογική αντιμετώπιση της σηψιρριζίας του αβοκάντο, οφειλόμενης στον μύκητα *Phytophthora cinnamomi*: Φυσικά κατασταλτικά εδάφη στο υπόψη παθογόνο στην Αυστραλία, χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας, αζώτου και ασβεστίου. Η καλλιέργεια αβοκάντο σε τέτοια εδάφη επέφερε την αλλοίωση της κατασταλτικότητας, με αποτέλεσμα την έντονη εμφάνιση της ασθένειας. Η επαναφορά της κατασταλτικότητας του εδάφους πραγματοποιήθηκε με την συνεχή καλλιέργεια ψυχανθών (τον χειμώνα) και ακολούθως (το καλοκαίρι) σόργου ή καλαμποκιού, με συχνή εφαρμογή κοπριάς και ασβέστωση. Η κατασταλτικότητα που αποκαταστάθηκε μ' αυτή την τεχνική, οφείλονταν στην αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας. Αυτό αποδείχθηκε, όταν κατασταλτικά εδάφη έχασαν αυτή την ιδιότητά τους, όταν αποστειρώθηκαν με ατμό. Βεβαίως πέραν της μικροβιακής δραστηριότητας, φυσικοί και χημικοί παράγοντες απετέλεσαν το σύμπλοκο που αποκατέστησε την κατασταλτικότητα του εδάφους (Loper & Stowell, 1992; Cook & Baker, 1983).

4.2.3.2.3 Εισαγωγή ανταγωνιστών στο περιβάλλον ή επί των φυτών

Χαρακτηριστικά βιολογικών ανταγωνιστών

Όπως προαναφέρθηκε, πάρα πολλά είδη μυκήτων και βακτηρίων, ως ανταγωνιστές, ασκούν βιολογική επίδραση σε ένα ή περισσότερα φυτοπαθογόνα.

Τα χαρακτηριστικά ενός καλού ανταγωνιστή συνοψίζονται (Baker & Cook, 1974) στα εξής:

- Να επιζεί και να αναπτύσσεται στην ριζόσφαιρα, στο περιβάλλον του σπόρου και γενικά στο περιβάλλον του φυτού, (ώστε να αποτρέπει την μόλυνση) ή στο περιβάλλον των μολυσμάτων στο έδαφος ή στο υπέργειο μέρος (ώστε να περιορίζει την επιβίωσή τους).
- Να παράγει αντιβιοτικά ευρέως φάσματος και υψηλής τοξικότητας για το παθογόνο, έτσι ώστε να είναι αποτελεσματικά σε μικρές συγκεντρώσεις, ενώ παράλληλα να μην απορροφώνται από το έδαφος.
- Τα παραγόμενα από έναν ανταγωνιστή αντιβιοτικά, να μην επηρεάζουν άλλους ανταγωνιστές.
- Ο ανταγωνιστής να μπορεί να γίνει εμπορικά διαθέσιμος.
- Η βλάστηση των σπορίων του να γίνεται γρήγορα (όσο τουλάχιστον του παθογόνου), ενώ η είσοδός του σε ληθαργική περίοδο να είναι βραδύτερη της αντίστοιχης του παθογόνου

- Να προσαρμόζεται καλύτερα από το παθογόνο στο περιβάλλον.

Είδη μυκήτων ως βιολογικοί ανταγωνιστές

Η άσκηση της βιολογικής αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων με την εισαγωγή ανταγωνιστών, έχει τους εξής στόχους:

- Να μειώσει τον πληθυσμό του φυτοπαθογόνου ή/και να διατηρήσει το παθογόνο κάτω ενός οικονομικού ορίου.
- Να παρεμποδίσει την μόλυνση του φυτού από το φυτοπαθογόνο.
- Να περιορίσει την ένταση της ασθένειας, μετά την εγκατάσταση του παθογόνου (Cook & Baker, 1983).

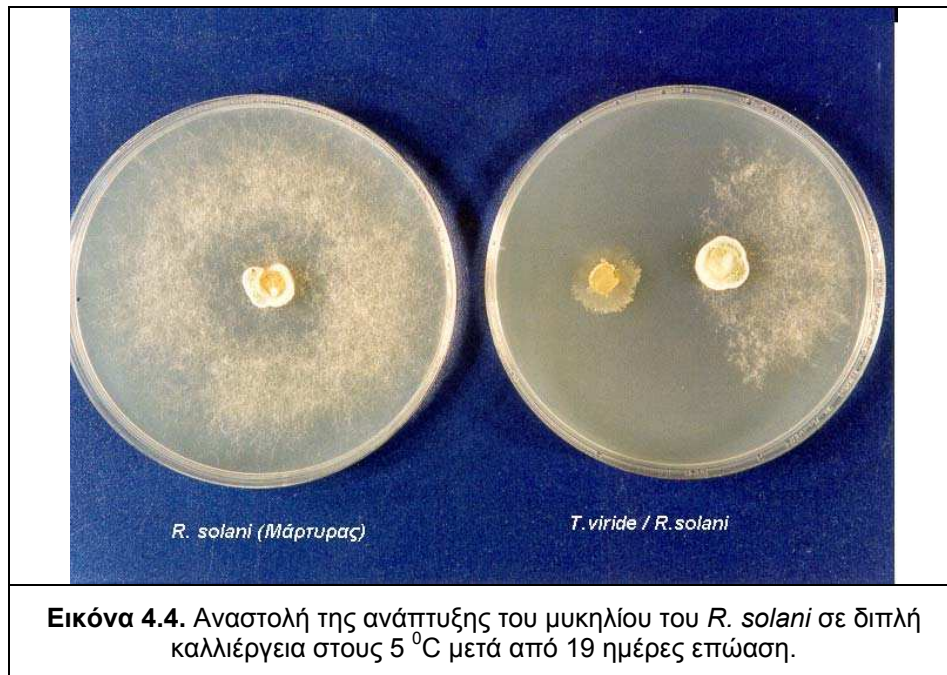
Χωρίς αμφιβολία, είδη του Γένους *Trichoderma* είναι από τα περισσότερα μελετηθέντα και ευρεθέντα να έχουν θετικές επιδράσεις και σε πειράματα αγρού. Πάνω από 30 δημοσιεύσεις σε δόκιμα διεθνή περιοδικά δημοσιεύονται κάθε χρόνο, για την χρήση του *Trichoderma* sp. ως μέσου για την αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων εδάφους (Merriman & Russell, 1990), και αυτό αποτελεί ένα μικρό μέρος της έρευνας που διενεργείται επ' αυτού του αντικειμένου. Από του 1932 που για πρώτη φορά αναφέρθηκε το είδος *T. lignorum* ως βιολογικός παράγοντας κατά ειδών όπως το *Rhizoctonia solani*, ένας μεγάλος αριθμός ειδών μυκήτων εδάφους, διαπιστώθηκε να έχουν ανταγωνιστική δράση εναντίον πολλών φυτοπαθογόνων.

Πολυάριθμα άλλα πειραματικά δεδομένα υπάρχουν, που αποδεικνύουν την βιολογική δράση ανταγωνιστών και ειδικότερα ειδών του γένους *Trichoderma* εναντίον διαφόρων φυτοπαθογόνων.

Κλασσικό παράδειγμα εφαρμογής βιολογικού παράγοντα για κατασταλτική αντιμετώπιση φυτοπαθογόνου εδάφους με παρασιτισμό αποτελεί, η χρήση του μύκητα *Sporidesmium sclerotivorum* για την αντιμετώπιση της σήψης του μαρουλιού προκαλούμενης από τον μύκητα *Sclerotinia minor* (Loper & Stowell, 1992).

Είδη ανταγωνιστών *Trichoderma* spp., ασκούν παρασιτική δράση εναντίον πολλών φυτοπαθογόνων εδάφους, αλλά επίσης ασκούν βιολογική επίδραση και με την παραγωγή διαφόρων ουσιών τοξικών κατά φυτοπαθογόνων, ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Ειδικότερα, οι Paragiannouli *et al.* (2001) ανέφεραν ότι τρία είδη του γένους *Trichoderma* και ο *Rhizoctonia solani* αναπτύχθηκαν σε τεχνητό υπόστρωμα PDA σε διπλή και πτητική καλλιέργεια. Οι ως άνω καλλιέργειες διατηρήθηκαν σε θερμοκρασίες 10 °C, 15 °C και 20 °C, σε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με πέντε επαναλήψεις. Στην διπλή καλλιέργεια στους 5 °C (Εικόνα 4.4) και 20 °C μόνον ο *T. harzianum* μείωσε τον ρυθμό ανάπτυξης του *R. solani*, ενώ στους 10 °C και 15 °C, ο ρυθμός ανάπτυξης του *R. solani* μειώθηκε και από τα τρία είδη *Trichoderma* που δοκιμάστηκαν. Στην πτητική καλλιέργεια ο *T. harzianum* και ο *T. viride* προκάλεσαν αναστολή της ανάπτυξης του *R. solani* σε όλες τις θερμοκρασίες (5 °C, 10 °C, 15 °C και 20 °C), ενώ ο *T. polysporum* στις θερμοκρασίες 15 °C και

20 °C. Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στην ερμηνεία ότι η βιολογική επίδραση των ειδών του *Trichoderma* επί του *R. solani* είναι σύμπλοκη, οφειλόμενη και στην παραγωγή ουσιών που διαχέονται μέσω του υποστρώματος και στην έκλυση πτητικών ουσιών, ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 4.4. Αναστολή της ανάπτυξης του μυκηλίου του *R. solani* σε διπλή καλλιέργεια στους 5 °C μετά από 19 ημέρες επώαση.

Παρατηρήθηκε επίσης μείωση της ασθένειας σε φυτά τομάτας θερμοκηπίου, οφειλόμενης στο *Fusarium oxysporum* var. *redolens* λόγω βιολογικής επίδρασης των *T. viridae* και *T. hamatum*, η βιολογική επίδραση των οποίων επιβεβαιώθηκε πειραματικά (Xifilidou *et al.*, 2000).

Ειδικότερα για τα είδη του Γένους *Trichoderma*, ο Harman (1998) αναφέρει ότι όχι μόνον έχουν βιολογική επίδραση επί φυτοπαθογόνων αλλά και επιδρούν επί των φυτών βελτιώνοντας την ανάπτυξή τους (βλ. επίσης παράγραφο 4.2.3.2.5). Οι μηχανισμοί με τους οποίους εκδηλώνονται οι βιολογικές επιδράσεις του *Trichoderma* spp. είναι:

- Μυκοπαρασιτισμός
- Αντιβίωση
- Ανταγωνισμός για θρεπτικά στοιχεία και χώρο
- Πρόκληση ανεκτικότητας των φυτών στο stress με την βελτίωση της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος
- Διαλυτοποίηση ανόργανων στοιχείων
- Πρόκληση ανθεκτικότητας στα φυτά
- Απενεργοποίηση της δράσεων των ενζύμων των φυτοπαθογόνων.

Επίσης ο μύκητας *Gliocladium virens* αποδείχθηκε να έχει βιολογική επίδραση επί διαφόρων εδαφογενών παθογόνων και κυρίως εναντίον του *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, που προκαλεί αδρομύκωση στην τομάτα. Οι Vagelas *et al.* (2001b), Βαγγέλας & συν. (2002a) και Γραβάνης & συν. (2002) ανέφεραν ότι μία απομόνωση του *Gliocladium virens* από έδαφος θερμοκηπίου στην περιοχή Λάρισας με ιστορικό εδαφογενών ασθενειών, αποδείχθηκε

εξαιρετικά ανταγωνιστική στους μύκητες *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) και *Rhizoctonia solani* σε διπλές καλλιέργειες *in vitro*. Σημαντικά θετική επίδραση στην απόδοση της τομάτας τεχνητά μολυσμένης με Fol επιτεύχθηκε όταν ο *G. virens* και άλλοι μύκητες δρώντες ως βιολογικοί παράγοντες (*Trichoderma harzianum* και *T. viride*) προστέθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα σε γλαστράκια, που διατηρήθηκαν σε θερμοκήπιο. Από τις τρεις χρησιμοποιηθείσες απομονώσεις, τα καλλίτερα αποτελέσματα σε ό,τι αφορά την μείωση της φουζαρίωσης της τομάτας έδωσαν οι *G. virens* και *T. harzianum*, ενώ λιγότερο αποτελεσματική ήταν η απομόνωση του *T. viride*. Η ίδια ως άνω απομόνωση του *Gliocladium virens* έδωσε καλά αποτελέσματα εναντίον της τήξεως φυταρίων βαμβακιού προκαλούμενης από *Rhizoctonia solani* (Kapsalis *et al.*, 2003). Το *Gliocladium virens* αναφέρεται επίσης ως βιολογικός παράγοντας εναντίον τήξεων φυταρίων που προκαλούνται από τους μύκητες *Pythium ultimum* και *Rhizoctonia solani*, ενώ η συγκεκριμένη απομόνωση αναπτύχθηκε και διατίθεται ως εμπορικό σκεύασμα με το εμπορικό όνομα **GlioGard** και **SoilGard** (Lumsden *et al.*, 1998). Αλλά και άλλο είδος του Γένους *Gliocladium* (*G. roseum*), αναφέρθηκε ως βιολογικός ανταγωνιστής του *Botrytis cinerea* μειώνοντας την ένταση της ασθένειας φαιά σήψη σε φράουλες (Navi & Bandyopadhyay, 2001).

Το είδος *Pythium oligandrum* αναφέρεται επίσης ως βιολογικός ανταγωνιστής πολλών εδαφογενών παθογόνων που προκαλούν σήψεις ριζών και βάσεως του στελέχους πολλών φυτών (Sullivan, 2001). Ειδικότερα οι Navi & Bandyopadhyay (2001), αναφέρουν την αντιμετώπιση των *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis* spp., *Phytophthora* spp., *Aphanomyces* spp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium* spp. *Tilletia caries* και *Gaeumannomyces graminis* με το εμπορικό σκεύασμα **Polyversum** το οποίο παρασκευάζεται από *Pythium oligandrum*.

Εκτός των παραπάνω ειδών μυκήτων, έχει διαπιστωθεί βιολογική επίδραση εναντίον φυτοπαθογόνων από ζυμομύκητες. Οι Saligkarias *et al.* (2002a και 2002b), διαπίστωσαν την βιολογική επίδραση των ζυμομυκήτων *Candida guilliermondii* και *Candida oleophila*, επί του *Botrytis cinerea* σε φυτά τομάτας. Οι Δημακοπούλου & συν. (2002) ανέφεραν την αναστολή ή επιβράδυνση ανάπτυξης της όξινης σήψης σταφυλιών που προκαλείται από τον μύκητα *Aspergillus niger* με επιφυτικούς ζυμομύκητες επί της φυλλόσφαιρας του αμπελιού. Οι Navi & Bandyopadhyay (2001), αναφέρουν την αντιμετώπιση του ωιδίου της τριανταφυλλιάς με τον ζυμομύκητα *Sporothrix flocculosa*, που εφαρμόστηκε με ψεκασμό αιωρήματος κυττάρων του βιολογικού ανταγωνιστή.

Σε πολλά εργαστήρια στον κόσμο γίνεται έρευνα για τη διαπίστωση βιολογικών ανταγωνιστών σε φυτονόσους και στη συνέχεια για την εμπορική τους χρήση. Στον Πίνακα 4.2 εμφανίζονται διάφορα εμπορικά σκευάσματα από ανταγωνιστές μύκητες και οι ασθένειες ή παθογόνα που καταπολεμούν (Tariq *et al.*, 2001; McSpadden Gardener & Fravel, 2002; Navi & Bandyopadhyay, 2001).

Πίνακας 4.2. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα από είδη μυκήτων και τα παθογόνα που καταπολεμούν.*

ΠΡΟΪΟΝ	ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΗΣ	ΠΑΘΟΓΟΝΟ ή ΑΣΘΕΝΕΙΑ
Rotstop	<i>Phlebiopsis gigantea</i>	<i>Heterobasidium annosum</i>
Primastop	<i>Gliocladium catenulatum</i>	Διάφορες ασθένειες
SoilGard ή GlioGard	<i>Gliocladium virens</i>	Τήξεις, Εδαφογενή παθογόνα, κ.ά.
Cotans WG	<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia</i> spp.
AQ10 Biofungicide	<i>Ampelomyces quispualis</i>	Ωίδια
YieldPlus	<i>Cryptococcus albidus</i>	<i>Botrytis</i> spp. <i>Penicillium</i> spp.
Aspire	<i>Candida oleophila</i>	<i>Botrytis</i> spp. <i>Penicillium</i> spp.
<i>Endothia parasitica</i>	<i>Endothia parasitica</i> (μη παθογόνος απομόνωση)	<i>Endothia parasitica</i> (παρασιτικό έλκος καστανιάς)
Fusaclean	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
Biofox C	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> & <i>F. moniliforme</i>
<i>Polygandron polyversum</i>	<i>Pythium oligandrum</i>	<i>Pythium ultimum</i>
Trichoderma 2000	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Pythium</i> spp.
Trichopel	<i>Trichoderma harzianum</i>	Διάφορες ασθένειες
T-22 & T-22HB, Bio-Trek, Rootshield	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i>
Supresivit	<i>Trichoderma harzianum</i>	Διάφορες ασθένειες
Trichodowels, Trichoject, Trichoseal	<i>Trichoderma harzianum</i> & <i>T. viride</i>	<i>Chondrostereum purpureum</i> & άλλα παθογόνα φυλλώματος και Εδαφογενή
Binab T	<i>Trichoderma harzianum</i> & <i>T. polysporum</i>	Αδρομυκώσεις, παθογόνα σήψης ξύλου, Take-All
Trichodex	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Botrytis cinerea</i> & άλλα παθογόνα

Πηγή: Tariq *et al.* (2001) and Navi & Bandyopadhyay (2001).

Βακτήρια ως βιολογικοί ανταγωνιστές

Όχι μόνον μύκητες αλλά και βακτήρια δρουν ως βιολογικοί ανταγωνιστές φυτοπαθογόνων. Παρόλο που δεν χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα, αναφέρεται ότι ψεκασμός της φυλλικής επιφάνειας με το βακτήριο *Pseudomonas fluorescens* μείωσε την ελμινθοσπορίαση σιτηρών προκαλούμενη από τον μύκητα *Drechslera dictyoides* (Agris, 1988).

Βακτήρια του Γένους *Bacillus* αναφέρονται ως βιολογικοί ανταγωνιστές φυτοπαθογόνων μυκήτων. Ψεκασμός με *Bacillus* sp. μείωσε την παρασιτική εσχάρωση της μηλιάς προκαλούμενη από τον *Nectria galligena*, καθώς και την κερκοσπορίαση της αραχίδας και την κηλίδωση του καπνού, οφειλόμενων

στους μύκητες *Cercospora* sp. και *Alternaria* sp., αντίστοιχα (Agrios, 1988). Ο Ρούμπος (2001) αναφέρει μεταξύ άλλων το εμπορικό σκεύασμα **Serenade WP** από το βακτήριο *Bacillus subtilis* κατά μυκήτων εδάφους, ωιδίων, κ.ά. Το σκεύασμα **Kodiak** παρασκευάζεται επίσης από το *Bacillus subtilis*, το οποίο χρησιμοποιείται εναντίον εδαφογενών παθογόνων Navi & Bandyopadhyay 2001).

Επίσης πέραν των ανωτέρω αναφέρονται ως βιολογικοί ανταγωνιστές τα βακτήρια *Pseudomonas fluorescens* και *Streptomyces* spp. (Navi & Bandyopadhyay 2001).

Για την μείωση του πληθυσμού των φυτοπαθογόνων ή/και η διατήρησή τους κάτω ενός οικονομικού ορίου, τα αποτελέσματα από τυχόν εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών, όπως η αμειψισπορά, είναι περισσότερο θετικά με την εισαγωγή ανταγωνιστών (Cook, 1990). Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η αντιμετώπιση του *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* με τροποποίηση της καλλιεργητικής πρακτικής και εισαγωγή ανταγωνιστών (Loper & Stowell, 1992). Ειδικότερα, η μονοκαλλιέργεια σιταριού πλέον των 6 ετών δημιουργεί την λεγόμενη μείωση της ασθένειας των λευκών σταχύων (Take-All decline), λόγω της αύξησης στο έδαφος ανταγωνιστικών μικροοργανισμών. Τα εδάφη που αποκτούν αυτούς τους ανταγωνιστικούς μικροοργανισμούς, εξαιτίας της μονοκαλλιέργειας σιταριού, καθίστανται κατασταλτικά, ιδιότητα που μεταφέρεται και σε άλλα εδάφη που δεν είναι κατασταλτικά. Διαπιστώθηκε ότι η κατασταλτικότητα αυτή των εδαφών οφείλεται σε φθορίζουσες ψευδομονάδες (*Pseudomonas fluorescens*), που απομονώθηκαν από ρίζες σιταριού. Τα υπόψη βακτήρια εκδηλώνουν την ανταγωνιστική τους δράση εναντίον του *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* λόγω της παραγωγής του αντιβιοτικού phenazine (Loper & Stowell, 1992).

Το βακτήριο *Pseudomonas oryzae*, το οποίο συμβιώνει με τον εντομοπαθογόνο Νηματώδη *Steinernema abbasi*, αποδείχθηκε να έχει βιολογική επίδραση εναντίον του *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, που προκαλεί αδρομύκωση στην τομάτα (Vagelas *et al.*, 2000 ; Vagelas *et al.*, 2001a; Vagelas *et al.*, 2001b; Vagelas *et al.*, 2001c; Vagelas *et al.*, 2003 ; Βαγγέλας & συν., 2002b). Επίσης το βακτήριο αυτό αποδείχθηκε βιολογικός ανταγωνιστής εναντίον του *Rhizoctonia solani* μειώνοντας την τήξη φυταρίων βαμβακιού (Kapsalis *et al.*, 2003a), καθώς και την τήξη οφειλόμενη στο *Pythium* spp. (Kapsalis *et al.*, 2003b)

4.2.3.2.4 «Μόλυνση» των φυτών με ασύμβατους ή μικρής παθογένειας μικροοργανισμούς

Ένας τέλειος ανταγωνιστής δεν είναι μόνον αυτός που επιδεικνύει τα ανωτέρω εκτεθέντα χαρακτηριστικά. Μπορεί, επίσης, να είναι ένα μη μολυσματικό στέλεχος ή μία μη μολυσματική απομόνωση ενός φυτοπαθογόνου, που έχει προσαρμοσθεί στο περιβάλλον ή στις θέσεις μόλυνσης του φυτού από το

φυτοπαθογόνο, με την επιπρόσθετη ικανότητα να παρεμποδίζει το παθογόνο. (Cook, 1990).

Μία περίπτωση προστασίας φυτών τομάτας από αδρομύκωση οφειλόμενη στον μύκητα *Verticillium dahliae*, διαπιστώθηκε (Gravanis & Xifilidou, 2001), με την προηγούμενη ενσωμάτωση στο έδαφος του ήπιου παθογόνου *Verticillium nigrescens*. Ειδικότερα, τα είδη *V. dahliae* και *V. nigrescens*, απομονωθέντα από έδαφος θερμοκηπίου, βρέθηκαν ισχυρό και ήπιο παθογόνο, αντίστοιχα, προκαλούντα αδρομύκωση στην τομάτα. Δοκιμές παθογένειας έγιναν σε σπορόφυτα τομάτας, ηλικίας 15 και 35 ημερών, αντίστοιχα. Τα σπορόφυτα μολύνθηκαν κατά την ημέρα της μεταφύτευσης σε γλαστράκια. Η ένταση της αδρομύκωσης, το ύψος, η διάμετρος του στελέχους, το νωπό και το ξηρό βάρος των μολυνθέντων σποροφύτων και των μαρτύρων, αξιολογήθηκαν στο τέλος του πειράματος. Φυτά και των δύο περιπτώσεων (15 και 35 ημερών) μολύνθηκαν αυθημερόν και με 4 ημέρες διαφορά με τα δύο είδη σε όλους τους συνδυασμούς. Φυτά 15 ημερών μολυνθέντα με τον *V. nigrescens* 4 ημέρες πριν από τον *V. dahliae* δεν είχαν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ένταση της ασθένειας, διάμετρο του στελέχους, νωπό και ξηρό βάρος, από τους μάρτυρες. Φυτά 15 και 35 ημερών με την ίδια μεταχείριση δεν είχαν στατιστικώς σημαντική διαφορά στην ένταση της ασθένειας από τους μάρτυρες, ενώ όλες οι άλλες μεταχειρίσεις είχαν. Η αυθημερόν μόλυνση (προηγούμενης αυτής με τον *V. nigrescens*) επέδειξε στατιστικώς σημαντική διαφορά από τους μάρτυρες αλλά και από όλες τις άλλες μεταχειρίσεις.

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να αναφέρουμε μία ευρύτατα διαδεδομένη εφαρμογή, της βιολογικής προστασίας δενδρυλλίων από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* που προκαλεί τον καρκίνο των οπωροφόρων δένδρων, με εμφάνιση των ριζών των δενδρυλλίων, προ της φυτεύσεώς τους σε αιώρημα του στελέχους **K-84** του βακτηρίου *Agrobacterium radiobacter*. Το εν λόγω βακτήριο παράγει το αντιβιοτικό agrocipin, στο οποίο οφείλεται η βιολογική δράση επί διαφόρων στελεχών του παθογόνου *Agrobacterium tumefaciens* (Γραβάνης, 1998).

Μπορεί επίσης, ο βιολογικός παράγοντας, να περιορίζει την εμφάνιση της ασθένειας, συμβάλλοντας στην άμυνα του φυτού και όχι παρεμποδίζοντας το μολυσματικό στέλεχος ή μολυσματική απομόνωση του οργανισμού. Η περίπτωση αυτή ονομάζεται **σταυροειδής προστασία**. Πάνω από 20 περιπτώσεις σταυροειδούς προστασίας έχουν δημοσιευθεί (Ogawa & Komada, 1985), αλλά μόνο μερικές μπορεί να έχουν πρακτική σημασία σε εμπορική κλίμακα. Μία τέτοια περίπτωση είναι η αντιμετώπιση της φουζαρίωσης της γλυκοπατάτας, προκαλούμενης από το *Fusarium oxysporum* από μία μη μολυσματική απομόνωση του ίδιου είδους, με την οποία μολύνθηκε η γλυκοπατάτα προηγούμενως (Ogawa & Komada, 1985).

Στις περιπτώσεις αυτές η πυκνότητα του παθογόνου στο έδαφος έχει δευτερεύουσα σημασία ή είναι αδιάφορη, στη διατήρηση της υγείας του φυτού, αφού ο βιολογικός παράγοντας, παρουσία του φυτοπαθογόνου, είτε παρεμποδίζει την μόλυνση είτε αυξάνει τους μηχανισμούς άμυνας του φυτού.

4.2.3.2.5 Εισαγωγή οργανισμών που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών

Μία άλλη προσέγγιση της βιολογικής αντιμετώπισης των εδαφογενών ασθενειών των φυτών, είναι το ορμονικό (φυτορρυθμιστικό) και θρεπτικό θετικό αποτέλεσμα, στην αύξηση και παραγωγή των καλλιεργούμενων φυτών. Το θετικό αυτό αποτέλεσμα προέρχεται από την δράση ορισμένων βακτηρίων (*Bacillus subtilis*, *Streptomyces* spp.), όταν αυτά προστίθενται στο περιβάλλον του σπόρου ή των ριζών και όχι το αντιβιοτικό αποτέλεσμα των βακτηρίων αυτών κατά των φυτοπαθογόνων εδάφους (Merrinam *et al.*, 1975; Schroth & Becker, 1990).

Εκτός από βακτήρια, είδη μυκήτων βελτιώνουν την ανάπτυξη των φυτών. Ο Harman (1998) αναφέρει ότι το στέλεχος T-22 του *T. harzianum*, επιδρά στην δημιουργία εκτενέστερου και πλέον αποτελεσματικού ριζικού συστήματος, που επιτρέπει στα φυτά (καλαμπόκι, σόγια, καλλωπιστικά, κ.ά) να αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε συνθήκες μειωμένης εδαφικής υγρασίας. Το ίδιο στέλεχος όταν αποικίζει τις ρίζες καλαμποκιού, επιτρέπει σ' αυτά τα φυτά να απαιτούν 40% λιγότερο άζωτο απ' ότι φυτά χωρίς τον μύκητα στις ρίζες τους.

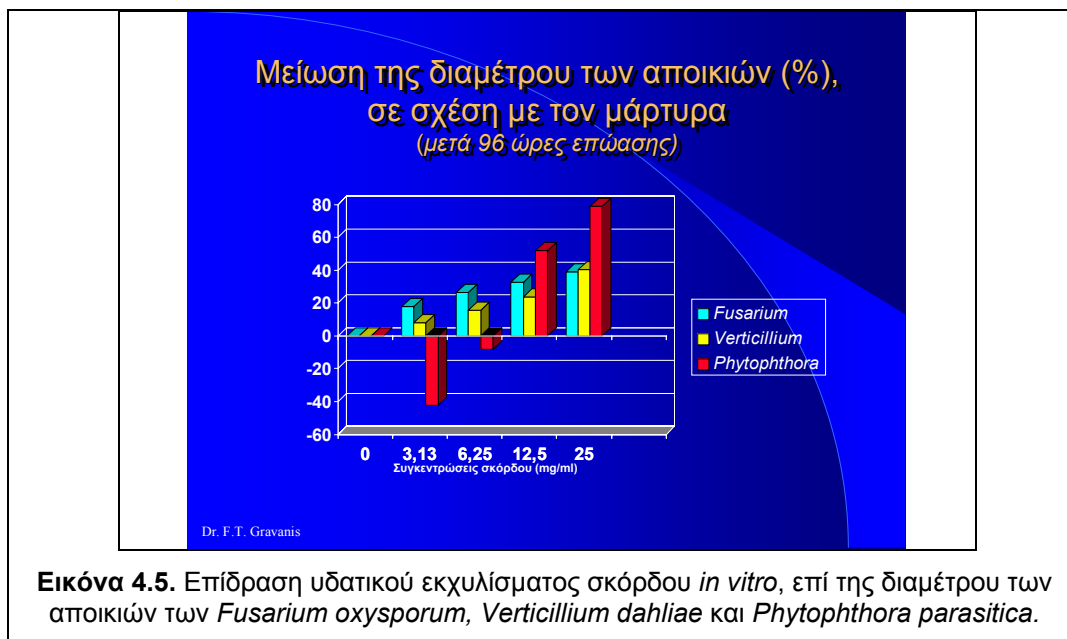
4.2.3.2.6 Εφαρμογή φυτικών εκχυλισμάτων και αιθερίων ελαίων ελέγχουν τα φυτοπαθογόνα

Μία άλλη προοπτική στην βιολογική αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων, είναι η χρήση ουσιών που παράγονται από ανώτερα φυτά (εκχυλίσματα ή αιθέρια έλαια), οι οποίες επιδεικνύουν βιολογικές ιδιότητες. Αρκετές περιπτώσεις εμπειρισμού είναι γνωστές και συνιστώνται σε διάφορα εγχειρίδια βιολογικής καλλιέργειας (Αλκιμος, 1990).

Χημικές ουσίες με βιολογικές ιδιότητες παράγονται σε διάφορους ιστούς και όργανα, πολλών φυτών, που ανήκουν σε διάφορες βοτανικές οικογένειες (Dixit & Dubey, 1992).

Η επίδραση υδατικού εκχυλίσματος σκόρδου, επί πέντε παθογόνων τομάτας, με χρήση σκόνης σκόρδου μαγειρικής χρήσης, μελετήθηκε η *in vitro* και *in vivo* (Gravanis *et al.*, 1998). Στα εργαστηριακά πειράματα, το μη αποστειρωμένο υδατικό εκχύλισμα σκόρδου που ενσωματώθηκε στο θρεπτικό υπόστρωμα (PDA) σε συγκέντρωση 25 mg·ml⁻¹ προκάλεσε μείωση της διαμέτρου των αποικιών των *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Verticillium dahliae* και *Phytophthora parasitica* έως και 42%, 48% & 100%, αντίστοιχα (Εικόνα 4.5). Μείωση παρατηρήθηκε και στον αριθμό των σπορίων που παρήχθησαν από τα παθογόνα *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* και *Verticillium dahliae*. Η Ελάχιστη Συγκέντρωση σκόρδου για την Ανάσχεση των βακτηρίων *Clavibacter michiganense* subsp. *michiganense* και *Pseudomonas syringae* p.v. *tomato* ήταν 30 mg·ml⁻¹ μετά από 72 ώρες επώασης. Υδατικό εκχύλισμα σκόρδου που

αποστειρώθηκε, έχασε κάθε μυκητοστατική και βακτηριοστατική δράση. Όταν τώρα το εκχύλισμα σκόρδου δοκιμάστηκε ενσωματούμενο στο έδαφος, για την αποτελεσματικότητά του στην αντιμετώπιση των ασθενειών που προκαλούνται από τα ανωτέρω 5 φυτοπαθογόνα εδάφους, βρέθηκε αποτελεσματικό, προφυλάσσοντας τεχνητά μολυσμένα φυτά.



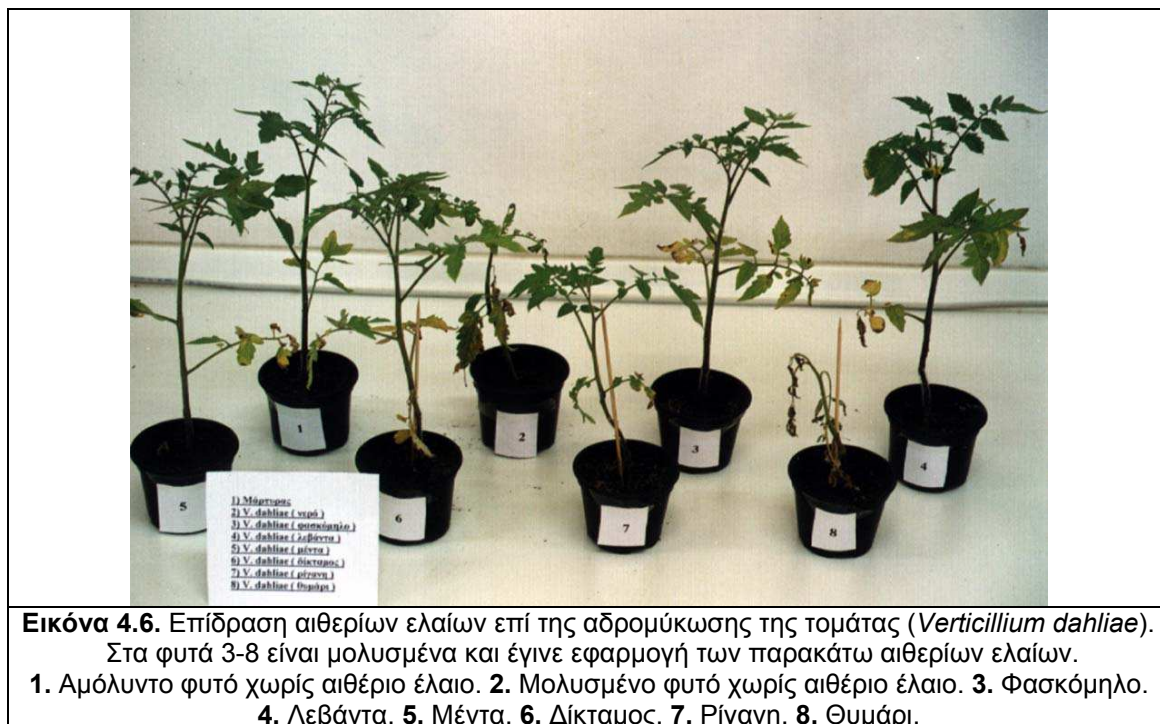
Διαπιστώθηκε επίσης *in vitro* η αντιβοτρυδική δράση του σκόρδου (*Allium sativum*) και της πιπεριάς (*Capsicum spp.*) (Wilson *et al.*, 1997),

Φυτικά εκχυλίσματα αλλά και αιθέρια έλαια φυτών (Γραβάνης, 1998) εκδηλώνουν βιολογική επίδραση εναντίον φυτοπαθογόνων εδάφους, όχι μόνον με την τοξική τους επίδραση εναντίον των μολυσμάτων, αλλά διακόπτοντας την μυκόσταση. Για παράδειγμα, τεχνητό έλαιο κρεμμυδιού, όταν χρησιμοποιήθηκε πειραματικά, διήγειρε την βλάστηση σκληρωτίων του *Sclerotium cepivorum*, απουσία ξενιστή, με αποτέλεσμα την επακολουθήσασα λύση των προκυψάντων υφών του παθογόνου (Merriman *et al.*, 1981).

Οι Gravanis *et al.* (2001), μελέτησαν την επίδραση έξι αιθερίων ελαίων προερχόμενων από τα φυτά, ρίγανης (*Origanum vulgare*), μέντας (*Mentha piperita*), θυμαριού (*Thymus vulgaris*), φασκόμηλου (*Salvia officinalis*), λεβάντας (*Levandulla officinalis*) και δίκταμου (*Origanum dictamus*), κατά ασθενειών τομάτας προκαλούμενων από φυτοπαθογόνα εδάφους.

Ειδικότερα δοκιμάστηκαν οι μύκητες *Furarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* & *Verticillium dahliae* (Εικόνα 4.6) και τα βακτήρια *Clavibacter michiganensis* pv. *michiganensis* και *Pseudomonas syringae*. Σε προκαταρκτικές δοκιμές *in vitro* όλα τα αιθέρια έλαια επέδειξαν μυκητοστατική και βακτηριοστατική επίδραση επί όλων των δοκιμασθέντων φυτοπαθογόνων. Σε δοκιμές *in vivo* σπορόφυτα τομάτας 20 ημερών, μεταφυτεύθηκαν σε δοχεία διαμέτρου 9 cm με μίγμα τύρφης και άμμου. Κατά την μεταφύτευση έγινε μόλυνση των φυταρίων και ακολούθως εφαρμόστηκαν τα αιθέρια έλαια με ριζοπότισμα σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (40 μl, 20 μl & 10 μl, αντίστοιχα). Έγιναν 10

επαναλήψεις ανά μεταχείριση σε όλους τους συνδυασμούς φυτοπαθογόνου και αιθερίου ελαίου, ενώ τα φυτά-μάρτυρες ήταν χωρίς μόλυνση και εφαρμογή



Εικόνα 4.6. Επίδραση αιθερίων ελαίων επί της αδρομύκωσης της τομάτας (*Verticillium dahliae*). Στα φυτά 3-8 είναι μολυσμένα και έγινε εφαρμογή των παρακάτω αιθερίων ελαίων.
1. Αμόλυντο φυτό χωρίς αιθέριο έλαιο. 2. Μολυσμένο φυτό χωρίς αιθέριο έλαιο. 3. Φασκόμηλο. 4. Λεβάντα. 5. Μέντα. 6. Δίκταμος. 7. Ρίγανη. 8. Θυμαρί.

οποιοδήποτε αιθερίου ελαίου. Τα φυτά διατηρήθηκαν σε περιβάλλον θερμοκηπίου και η εκτίμηση των αποτελεσμάτων έγινε την 21^η ημέρα από την μεταφύτευση. Εκτιμήθηκαν το ξηρό βάρος των φυτών, το νωπό βάρος, η διάμετρος του στελέχους, το ύψος και τέλος η γενική εμφάνιση των φυτών. Στις συγκεντρώσεις 40 μl & 20 μl τα αιθέρια έλαια κυρίως του θυμαριού και δευτερευόντως της ρίγανης, ήταν φυτοτοξικά. Στις υψηλές αυτές συγκεντρώσεις όλα τα αιθέρια έλαια επέδειξαν στατιστικώς σημαντική επίδραση κατά όλων των φυτοπαθογόνων συγκρινόμενα με τους μάρτυρες. Στην συγκέντρωση των 10 μl ανά φυτό, όλα τα αιθέρια έλαια είχαν στατιστικώς σημαντική επίδραση κατά όλων των φυτοπαθογόνων, εκτός του *Clavibacter michiganensis*, συγκρινόμενα με τους μάρτυρες. Ειδικότερα το αιθέριο έλαιο του δικτάμου βρέθηκε αποτελεσματικότερο με στατιστικώς σημαντική διαφορά απ' αυτό της λεβάντας, ενώ όλα τα άλλα είχαν ενδιάμεση συμπεριφορά, με μη στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους, όπως και με τα αντίστοιχα του δικτάμου και της λεβάντας.

4.2.4 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΦΥΤΟΝΟΣΩΝ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.2.4.1 Μέτρα υγιεινής – Καραντίνα

Είναι αυτονόητο ότι αν δεν έρχεται σε επαφή το φυτό με το παθογόνο δεν εκδηλώνεται ασθένεια.

Σε μία περιοχή που δεν υπάρχει μία ασθένεια, η εισαγωγή του παθογόνου είναι πιθανόν να προκαλέσει επιδημική εκδήλωση της ασθένειας. Αυτό οφείλεται στην μη ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων των φυτών στην παρουσία ενός παθογόνου. Είναι γνωστή η επιδημία περονόσπορου που ενέσκηψε στην Ευρώπη. Στην Ελλάδα ο περονόσπορος κατέστη επιδημία σε όλη την χώρα το 1960.

Με την έκδοση εφαρμογής απαγορευτικών διατάξεων καραντίνας, επιδιώκεται να αποκλεισθεί η εμφάνιση μίας καταστρεπτικής ασθένειας που υπάρχει σε άλλη περιοχή. Τα μέτρα καραντίνας αναφέρονται στην απαγόρευση εισαγωγής φυτικών προϊόντων, πολλαπλασιαστικού υλικού, εδάφους και οποιουδήποτε υλικού που είναι πιθανό να περιέχει μολύσματα του παθογόνου. Ειδικόι ελεγκτές, ελέγχουν τα εισαγόμενα προϊόντα στις εισόδους (τελωνεία) της χώρας. Έτσι αποφεύγεται η εκδήλωση σε κάποια χώρα καταστροφικών επιφυτειών. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι τα μέτρα που λήφθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο για την αποτροπή εισόδου στην χώρα του *Synchytrium endobioticum*. Το παθογόνο υπάρχει στην ηπειρωτική Ευρώπη. Μία δε ποικιλία πατάτας (η King Edward) που καλλιεργείται στη Βρετανία εκτιμάται ιδιαίτερα για τα οργανοληπτικά της χαρακτηριστικά, ενώ είναι εξαιρετικά ευπαθής στο *Synchytrium endobioticum*. Με τα μέτρα καραντίνας που λαμβάνονται από το Ηνωμένο Βασίλειο, η ως άνω ποικιλία πατάτας εξακολουθεί να καλλιεργείται στην χώρα.

Ένας άλλος τρόπος περιορισμού ανάπτυξης ασθενειών είναι η λήψη μέτρων υγιεινής. Αυτά έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα σε εκμεταλλεύσεις ελεγχόμενες όπως οι θερμοκηπιακές. Το σύνολο επομένως των πρακτικών που αποσκοπούν στην ελάττωση του αριθμού των μολυσμάτων και της διασποράς τους, αποτελεί αυτό που εννοείται ως υγιεινή του θερμοκηπίου. Καταστροφή του 90% των μολυσμάτων υπολογίσθηκε ότι αντιστοιχεί στην μείωση της ασθένειας από το 62% στο 9.2% (Jarvis, 1992). Οι πηγές των μολυσμάτων πρέπει να αναγνωρίζονται και να καταστρέφονται στο χώρο που περιβάλλει την θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Σ' αυτές περιλαμβάνονται:

- κάδοι απορριμμάτων,
- διάδρομοι,
- ζιζάνια σε ακτίνα μέχρι 10 μέτρα από το θερμοκήπιο,
- πολυετή φυτά λαχανικών και ανθέων,
- ανοικτά δοχεία νερού,
- άλλες υδατοδεξαμενές, κ.ά.

Δεδομένου ότι τα ρούχα μπορεί να μολυνθούν με φυτικούς χυμούς, αποτελούν εστίες μεταδόσεως ιών και βακτηρίων και πρέπει να πλένονται τακτικά. Τα εργαλεία να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται, ενώ τα χέρια των εργατών να πλένονται τακτικά κατά την διάρκεια της εργασίας. Πρόσωπα που δεν επιτελούν εργασία δεν πρέπει να κυκλοφορούν χωρίς λόγο στον θερμοκηπιακό χώρο λόγω κινδύνου μεταφοράς παθογόνων.

4.2.4.2 Καλλιεργητικά μέσα

Τα μέτρα αυτά αποσκοπούν κυρίως στην τροποποίηση του περιβάλλοντος των φυτών εις βάρος της ανάπτυξης του παθογόνου. Αυτά μπορεί να είναι άμεσα καλλιεργητικά μέτρα ή τροποποίηση του χρόνου εφαρμογής των καλλιεργητικών εργασιών.

4.2.4.2.1 Αερισμός

Επειδή η πλειονότητα των φυτονόσων εκδηλώνεται σε σχετικά υψηλά ποσοστά υγρασίας, ο αερισμός των φυτών επιδρά αρνητικά επί των παθογόνων.

Ο αερισμός των φυτών δύναται να επιτευχθεί είτε με αραίωση του φυλλώματος είτε με αύξηση της απόστασης μεταξύ των φυτών (Goidanich, 1964).

Ένα κλασσικό παράδειγμα αραίωσης του φυλλώματος είναι η αποφύλλωση των αμπελιών μέχρι του κόμπου που αναπτύσσεται το πρώτο τσαμπί σταφυλιών, ως καλλιεργητικό μέτρο για την αποφυγή της βοτρυτίδας.

Η αύξηση της απόστασης των φυτών δεν έχει μόνον ευεργετικά αποτελέσματα στην μείωση της υγρασίας του περιβάλλοντος αλλά βοηθά στην θερμοκρασία και στο φωτισμό του περιβάλλοντος, που είναι αποφασιστικοί παράγοντες στην εξέλιξη των μολυσματικών ασθενειών.

4.2.4.2.2 Αλλαγή χρόνου σποράς

Ο χρόνος σποράς επιδρά και επί των φυτονόσων που εκδηλώνονται αργότερα κατά την ανάπτυξη των φυτών δεδομένου ότι διευκολύνονται τα φυτά να φθάσουν στο στάδιο αντοχής τους τότε που το παθογόνο είναι ικανό να προσβάλλει. Αλλά και να διαφύγουν της προσβολής όταν δεν συμπέσει το ευπαθές στάδιο του φυτού με το στάδιο ικανότητας του παθογόνου να προσβάλλει.

Στην περίπτωση του δαυλίτη του σιταριού η οψιμότερη σπορά το φθινόπωρο έχει ως αποτέλεσμα τη μη σύμπτωση του ευπαθούς σταδίου ανάπτυξης του σιταριού με την εποχή που το παθογόνο είναι περισσότερο επιθετικό για την εκδήλωση της ασθένειας.

4.2.4.2.3 Η κατεργασία του εδάφους

Φυτοπροστατευτικό αποτέλεσμα της κατεργασίας του εδάφους είναι:

- Η αποτροπή της επαφής μολυσμάτων με τις ρίζες των φυτών.
- Η καταστροφή ενδιάμεσων ξενιστών των φυτοπαθογόνων.

Το τελευταίο επιτυγχάνεται με την καταστροφή των ζιζανίων, αφού δεν επιτρέπεται η χημική ζιζανιοκτονία στη βιολογική γεωργία.

Για παράδειγμα, η καταστροφή της λουβουδιάς (*Chenopodium album*) σε καλλιέργεια τεύτλων με την κατεργασία του εδάφους είναι σημαντικό μέτρο για την αποφυγή της ριζομανίας, δεδομένου ότι ο παθογόνος ιός μεταφέρεται με τη λουβουδιά.

Ομοίως η καταστροφή της βερβερίδας που είναι ενδιάμεσος ξενιστής της μαύρης σκωρίασης του σιταριού, διακόπτει το βιολογικό κύκλο του παθογόνου (*Puccinia graminis*).

4.2.4.2.4 Αμειψισπορά

Αναφέρεται στη διακοπή της καλλιέργειας φυτών σε έναν αγρό με παράλληλη καλλιέργεια του εδάφους για την καταστροφή αυτοφυούς βλάστησης. Εφαρμόζεται κατά βάση στα ποώδη φυτά αλλά και σε δενδρώδη για την αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων, νηματωδών και εντόμων εδάφους (βλ. επίσης παραγράφους 4.3.5.3.1 και 4.4.2.4.1).

Η μονοκαλλιέργεια οδηγεί στην ανάπτυξη των πληθυσμών των παθογόνων της και την αύξηση της έντασης των ασθενειών που προκαλούν. Μετά από κάποια χρονική περίοδο το έδαφος καθίσταται έντονα μολυσμένο και ακατάλληλο για καλλιέργεια του συγκεκριμένου φυτού ή συγγενών φυτών. Με την αμειψισπορά 3-4 ετών, αποφεύγεται η δημιουργία αυτής της κατάστασης. Δηλαδή για 3-4 χρόνια αποφεύγεται η καλλιέργεια του ίδιου φυτού ή φυτών που ανήκουν στην ίδια βοτανική Οικογένεια (Mehrotra, 1980; Agrios, 1988).

Με την αμειψισπορά επιδιώκεται να καταπολεμηθούν πλήρως εδαφογενή παθογόνα, τα μολύσματα των οποίων παραμένουν σε φυτικά υπολείμματα και διατηρούνται μόνον εφόσον τα υπολείμματα αυτά υπάρχουν. Αντίθετα, παθογόνα τα οποία σχηματίζουν όργανα διαίωσής τους που διατηρούνται για πολλά χρόνια (π.χ. σκληρώτια ή χλαμυδοσπόρια) δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν με την αμειψισπορά. Με την αμειψισπορά όμως μειώνεται ο πληθυσμός τους και η σημασία της ασθένειας που προκαλούν. Για παράδειγμα η αμειψισπορά 3-4 ετών μειώνει την αδρομύκωση οφειλόμενη στον μύκητα *Verticillium dahliae*, που σχηματίζει μικροσκληρώτια παραμένοντα στο έδαφος για περισσότερο από 10 χρόνια (Agrios 1988).

4.2.4.2.5 Αγρανάπαυση

Με τον όρο εννοείται η κατεργασία του εδάφους και στη συνέχεια η μη καλλιέργεια φυτών για κάποιο χρονικό διάστημα. Ο αγρός όπως κοινά λέγεται αφήνεται να ξεκουραστεί. Κατά τη διάρκεια της αγρανάπαυσης τα φυτικά υπολείμματα μαζί με τα μολύσματα των φυτοπαθογόνων καταστρέφονται από μικροοργανισμούς του εδάφους, με μικρή πιθανότητα επανάκτησης του πληθυσμού τους. Ιδιαίτερα όταν κατά την διάρκεια της αγρανάπαυσης μεσολαβεί θερμό καλοκαίρι το αποτέλεσμα είναι καλλίτερο. Με την αγρανάπαυση καταπολεμούνται φυτοπαθογόνοι μύκητες καθώς και νηματώδεις (βλ. παράγραφο 4.4.2.4.3).

4.2.4.3 Φυσικά μέσα

4.2.4.3.1 Αποστείρωση – Παστερίωση του εδάφους

Η αποστείρωση (βλ. επίσης παράγραφο 4.4.2.5.2) αποτελεί τεχνική που έχει στόχο την εξάλειψη των μολυσμάτων. Όταν συμβαίνει μονοκαλλιέργεια στο έδαφος του θερμοκηπίου επί σειρά ετών, ο πληθυσμός των παθογόνων εδάφους αυξάνει και επομένως πρέπει να ελαττωθεί με μερική ή ολική αποστείρωση του εδάφους, σε επίπεδα που δεν προκαλούνται προβλήματα.

Πλήρης αποστείρωση του εδάφους με ατμό ή ξηρή θερμότητα είναι εξαιρετικά δαπανηρή και συχνά προξενεί προβλήματα με αύξηση του μαγγανίου και της αμμωνίας σε φυτοτοξικά επίπεδα. Από την άλλη μεριά τα περισσότερα απολυμαντικά εδάφους δεν ελέγχουν αποτελεσματικά τα βακτήρια.

Η αποδεκτή μέθοδος αποστείρωσης του εδάφους στη Βιολογική Γεωργία είναι η αποστείρωση με ατμό.

Οι μικροοργανισμοί είναι περισσότερο ευπαθείς στον ατμό όταν βρίσκονται σε ενεργό μεταβολικό στάδιο (Jarvis, 1992), αλλά πολλοί εξ αυτών σχηματίζουν ανθεκτικές κατασκευές (σκληρώτια, χλαμυδοσπόρια, ωσπόρια, κ.ά.). Οι τελευταίοι είναι περισσότερο ευπαθείς όταν τα ανθεκτικά στάδια είναι υγρά και θερμά. Η καταλληλότερη περίοδος για την αποστείρωση του εδάφους είναι αμέσως μετά την συγκομιδή της καλλιέργειας και μάλιστα συνιστάται η αποκομιδή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας πριν την εφαρμογή της αποστείρωσης. Το έδαφος επίσης καλό είναι να μην είναι συμπαγές και να είναι ψιλοχωματισμένο.

Θεωρείται ότι θερμοκρασία 82 °C επί 30 min, αποστειρώνει το έδαφος. Τα περισσότερα παθογόνα θανατώνονται στους 70 °C (Πίνακας 4.3).

Είναι ευνόητο ότι σε ό,τι αφορά τις μεθόδους εφαρμογής του ατμού, δεν είναι δυνατόν να γίνουν σε εκτεταμένη έκταση αγρού αλλά κυρίως σε θερμοκήπια. Αναφέρονται (Greer & Diver, 1999) τρεις κυρίως μέθοδοι εφαρμογής του ατμού:

- Κάλυψη του εδάφους με πλαστικό και διανομή του ατμού με σωληνώσεις και ακροφύσια στα επιφανειακά 20 cm του εδάφους για 6-8 ώρες.
- Διανομή του ατμού σε υπάρχουσες σωληνώσεις στράγγισης του εδάφους για αποστείρωση του επιφανειακού εδάφους μέχρι 60 cm βάθους.
- Εφαρμογή αρνητικής πίεσης, όπου αντλίες στην επιφάνεια του εδάφους αντλούν τον ατμό που διανέμεται μέσω σωληνώσεων τοποθετημένων σε βάθος 60 cm και 3 m απόσταση του ενός αγωγού από τον άλλο.

Πίνακας 4.3. Θερμική αδρανοποίηση μερικών Φυτοπαθογόνων. *

α/α	ΕΙΔΟΣ ΠΑΘΟΓΟΝΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ (min)
1	Τα περισσότερα βακτήρια	60-70	10
2	<i>Botrytis cinerea</i>	55	15
3	<i>Didymella lycopersici</i>	50	30
4	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>dianthi</i>	60	30
5	<i>Phytophthora cryptogea</i>	50	30
6	<i>Pythium ultimum</i>	46	20-40
7	<i>Rhizoctonia solani</i>	53	30
8	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	50	5
9	<i>Sclerotium rolfsii</i>	50	30
10	<i>Thielaviopsis basicola</i>	48	30
11	<i>Verticillium dahliae</i>	58	30
12	Οι περισσότεροι Ακτινομύκητες	90	30
13	Οι περισσότεροι Ιοί	100	15

* Πηγή: Jarvis, 1992

Έδαφος όμως που μεταφέρεται ή κομπόστες είναι δυνατόν να αποστειρωθούν σε ειδικά κοντέινερς.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η αποστείρωση του εδάφους με ατμό αφήνει το λεγόμενο «βιολογικό κενό». Δηλαδή στο έδαφος καταστρέφονται όχι μόνον τα παθογόνα αλλά και σαπρόφυτοι οργανισμοί, πολλοί των οποίων είναι ανταγωνιστές των παθογόνων. Παρατηρείται λοιπόν ότι μετά την αποστείρωση το έδαφος αποικίζεται ευκολότερα από τα παθογόνα, με αποτέλεσμα μετά πάροδο 2-3 ετών το έδαφος να είναι περισσότερο μολυσμένο απ' ό,τι πριν την αποστείρωση, αφού τα παθογόνα αναπτύσσονται χωρίς ανταγωνισμό (Chet & Henis, 1985; Beckman, 1987). Ένα άλλο μειονέκτημα της αποστείρωσης με ατμό σε θερμοκρασία ανώτερη των 80 °C, είναι η ανάπτυξη τοξικότητα μαγγανίου, ειδικότερα σε όξινα εδάφη και για 60 ημέρες μετά την αποστείρωση. Τέλος η μέθοδος της αποστείρωσης είναι αρκετά δαπανηρή. Λιγότερο δαπανηρή είναι η παστερίωση του εδάφους, κατά την οποία το έδαφος θερμαίνεται στους 80 °C περίπου, με μίγμα αέρα και ατμού. Μ' αυτήν την μέθοδο καταστρέφονται τα περισσότερα παθογόνα, ενώ δεν επηρεάζεται η θερμοάντοχη μικροχλωρίδα, η οποία ασκεί σημαντικό βιολογικό έλεγχο στα υπόλοιπα παθογόνα.

4.2.4.3.2 Ηλιοαπολύμανση

Η ηλιοαπολύμανση αποτελεί πολλά υποσχόμενη μέθοδο αποστείρωσης του εδάφους (βλ. επίσης παράγραφο 1.4.4.2.5.1. Αναφέρεται στην κάλυψη του εδάφους με σκούρου χρώματος πλαστικό, σε περίοδο θέρους, αφού προηγουμένως ο αγρός έχει καλλιεργηθεί και ποτισθεί. Το έδαφος παραμένει καλυμμένο για 6-8 εβδομάδες. Έτσι, οι υδρατμοί που δημιουργούνται κάτω από το πλαστικό έχουν μικροβιοκτόνο δράση. Η ενσωμάτωση οργανικού λιπάσματος (κοπριάς ή οργανικού προσθέτου) κατά την κατεργασία του εδάφους πριν το άπλωμα του πλαστικού, είναι δυνατόν να μειώσει τον χρόνο της ηλιοαπολύμανσης σε 4 εβδομάδες. Αναφέρεται (Greer & Diver, 1999) ότι διπλό φύλλο πλαστικού που διαχωρίζεται με σωλήνες PVC ανά 2-4 m, έτσι ώστε να υπάρχει ένα στρώμα αέρα πάχους 5-10 cm μεταξύ των φύλλων πλαστικού, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανσης. Στην Ελλάδα αποδείχθηκε (Τζάμος & συν., 2000) ότι ηλιοαπολύμανση 4-6 εβδομάδων κατά το θέρος, καταπολεμά αποτελεσματικά μύκητες των αδρομυκώσεων των κολοκυνθοειδών, όπως *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *F. oxysporum* f.sp. *melonis* και *Verticillium dahliae*. Εξίσου αποτελεσματική ήταν και στη τομάτα και αγκινάρα η αντιμετώπιση του *V. dahliae*, *Pyrenocheta lycopersici* και *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Η χρήση αδιαπέραστων πλαστικών φύλλων σε συνδυασμό με την εφαρμογή του ανταγωνιστικού βακτηρίου *Paenibacillus* sp. μείωσε τον χρόνο ηλιοαπολύμανσης κατά του *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* σε 15-20 ημέρες αντί των 4 εβδομάδων.

Η μέθοδος της ηλιοαπολύμανσης αποδείχθηκε ικανοποιητική για την αποστείρωση εδάφους θερμοκηπίων με πρακτική εφαρμογή σε πολλές παραμεσόγειες χώρες, αλλά και στην Ιαπωνία, Βέλγιο κ.α.

Με την μέθοδο αυτή εκτός της αποστείρωσης εδαφών θερμοκηπίων είναι δυνατή η παστερίωση άμμου ή εδάφους που προορίζονται για υποστρώματα σε δοχεία (γλάστρες) ή ακόμη ήδη χρησιμοποιημένο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Μία απλή τεχνική επί του προκειμένου που εφαρμόζεται στην Florida των Η.Π.Α. (Greer & Diver, 1999) έχει ως εξής: Το προς παστερίωση υπόστρωμα τοποθετείται σε σακούλες απορριμμάτων, οι οποίες στις συνέχειες τοποθετούνται σε άλλες διαφανείς πλαστικές σακούλες. Ακολούθως οι διπλές κλειστές σακούλες με το υπόστρωμα τοποθετούνται στο ύπαιθρο συνήθως επί ασφαλτοστρωμένου δαπέδου ή καλυμμένου με τσιμέντο, όπου δέχονται απ' ευθείας την επίδραση του ήλιου. Μετά την ηλιοαπολύμανση το υπόστρωμα διανέμεται σε στρώμα 10 cm σε γλάστρες ή άλλα δοχεία ανάπτυξης των φυτών.

Η ηλιοαπολύμανση μπορεί να αποτελέσει ένα μη δαπανηρό τρόπο μείωσης των μολυσμάτων, αλλά με το κόστος διατήρησης του εδάφους ή των άλλων υποστρωμάτων στα οποία εφαρμόζεται, εκτός παραγωγικής χρήσεως για μερικές εβδομάδες.

4.2.4.3.3 Θερμοθεραπεία

Με την θερμοθεραπεία είναι συχνά δυνατή η απολύμανση του φυτικού υλικού (σπόρων, μοσχευμάτων και ολοκλήρων φυτών). Θερμοκρασία κάτω του θανατηφόρου για τα φυτά ορίου, εφαρμοζόμενη για περίοδο μερικών λεπτών σε σπόρους, μερικών ημερών ή εβδομάδων σε ολόκληρα φυτά, είναι δυνατόν να εξαλείψει ιώσεις.

4.2.4.4 Ανθεκτικές ποικιλίες

Η εύρεση και καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών είναι η πλέον οικονομική και περιβαλλοντικά ασφαλής μέθοδος αντιμετώπισης ασθενειών (αλλά και ζωικών εχθρών).

Παρόλες τις ζημίες που υφίστανται τα φυτά από τα παράσιτα και παθογόνα, η πραγματικότητα είναι ότι ένα μικρό ποσοστό των μικροοργανισμών είναι παθογόνα (π.χ. από τα 100.000 είδη μυκήτων μόνον τα 200 προκαλούν σοβαρές ζημίες στα καλλιεργούμενα φυτά). Τα περισσότερα φυτά δεν προσβάλλονται από το μεγαλύτερο μέρος των μυκήτων και των βακτηρίων, που είναι όμως παθογόνα σε άλλα φυτά. Προκύπτει λοιπόν ότι κάθε φυτό έχει μηχανισμούς αντοχής και ότι για να εκδηλωθεί ασθένεια πρέπει να υπάρχει αμοιβαία βιοχημική εξειδίκευση φυτού και παθογόνου. Η εξειδίκευση αυτή είναι αντικείμενο γενετικού ελέγχου. Πρέπει δηλαδή να υπάρχουν και στο φυτό και στο παθογόνο συγκεκριμένοι γόννοι, για να παραχθεί ασθένεια (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992).

Η ανθεκτικότητα των φυτών στα παθογόνα είναι κατά τα ανωτέρω, κληρονομούμενος χαρακτήρας και από την άποψη αυτή μία ποικιλία φυτού διακρίνεται ως ακολούθως:

- **Απρόσβλητη.** Είναι η ποικιλία που δεν αποτελεί ξενιστή του συγκεκριμένου παθογόνου και η ιδιότητα αυτή είναι κληρονομική.
- **Ανθεκτική.** Στην περίπτωση αυτή το φυτό προσβάλλεται αλλά δεν εκδηλώνεται η ασθένεια, λόγω γενετικών μορφολογικών ή φυσιολογικών χαρακτηριστικών.
- **Ανεκτική.** Η ποικιλία προσβάλλεται αλλά η ένταση της ασθένεια είναι περιορισμένη και οικονομικά αποδεκτή.
- **Ευπαθής.** Η ποικιλία προσβάλλεται και εκδηλώνει έντονα συμπτώματα.

Εάν η ανθεκτικότητα μίας ποικιλίας ελέγχεται από έναν ή λίγους γόνους, ομιλούμε για τη λεγόμενη **κάθετη ανθεκτικότητα**. Αντίθετα εάν η ανθεκτικότητα προσδιορίζεται από πολλούς γόνους, ομιλούμε για την **οριζόντια ανθεκτικότητα**.

Ένα φυτό με κάθετη ανθεκτικότητα είναι πλήρως ανθεκτικό σε κάποιο παθογόνο και εκδηλώνει το φαινόμενο της υπερευαισθησίας (Agrinos, 1988; Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Δεν είναι όμως αποτελεσματική σε νέες φυλές

του παθογόνου που μπορεί να δημιουργηθούν ή να εισαχθούν από άλλες περιοχές. Επίσης φυτά με κάθετη ανθεκτικότητα χάνουν γρήγορα την ανθεκτικότητά τους στην περίπτωση υποχρεωτικών παρασίτων (περονόσποροι, σκωριάσεις, ωίδια) και μάλλον αργά στην περίπτωση προαιρετικών παρασίτων (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Αντίθετα, ένα φυτό με οριζόντια ανθεκτικότητα ουδέποτε είναι πλήρως ανθεκτικό ή πλήρως ευπαθές σε ένα παθογόνο, έχοντας σχετική αντοχή σε όλους τους βιοτύπους του παθογόνου (Agrios, 1988; Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Η ανάπτυξη οριζόντιας ανθεκτικότητας είναι εύκολο να ελεγχθεί και αναπτυχθεί σε ένα βελτιωτικό πρόγραμμα, με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο προσιτή η ανάπτυξη της από τους βελτιωτές (Agrios, 1988). Παρόλα αυτά υπάρχουν πλεονεκτήματα και περιορισμοί και στα δύο είδη ανθεκτικότητας.

Η ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών γίνεται με:

- Εισαγωγή μίας ποικιλίας, η οποία με φυσική επιλογή ή μεταλλαγή, έχει υψηλό επίπεδο ανθεκτικότητας σε ένα παθογόνο.
- Επιλογή σε πρόγραμμα βελτίωσης ατόμων μίας ποικιλίας που επιδεικνύουν ανθεκτικότητα σε ένα παθογόνο.
- Υβριδισμό φυτών για μεταφορά γόνων ανθεκτικότητας από μία ποικιλία σε άλλη που συγκεντρώνει άλλα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, εκτός της ανθεκτικότητας.
- Εισαγωγή φυσικά μεταλλαγμένων ποικιλιών για ανθεκτικότητα.

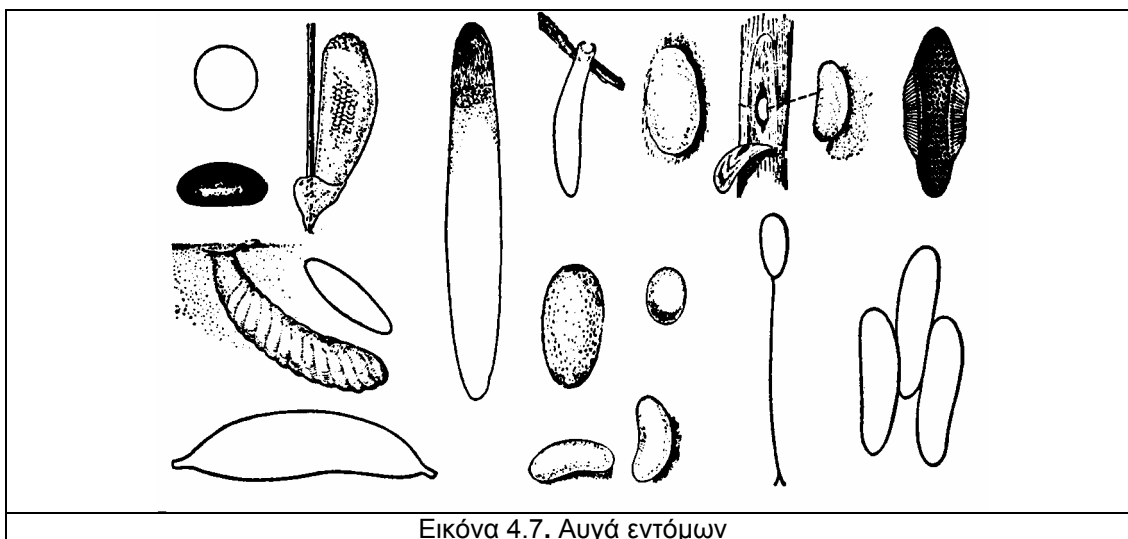
Στην αγορά υπάρχουν ποικιλίες ή υβρίδια φυτών που έχουν ανθεκτικότητα σε ένα ή περισσότερα παθογόνα. Η μονοκαλλιέργεια της σύγχρονης συμβατικής γεωργίας τείνει να δημιουργήσει ομοιογενείς πληθυσμούς παθογόνων, με πλήρη επικράτηση των γονοτύπων εκείνων που έχουν παθογενετική εξειδίκευση για τη συγκεκριμένη ποικιλία φυτού. Για να αντεπεξέλθουμε του προβλήματος, πρέπει να εισαχθούν στην καλή αυτή ποικιλία γόνοι ανθεκτικότητας. Αυτοί οι γόνοι ευρίσκονται μετά εξέταση ανομοιογενών πληθυσμών του αυτού ή συγγενών ειδών του καλλιεργούμενου φυτού, ώστε με διασταύρωση να ενσωματωθούν (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Έχει επομένως μεγάλη σημασία η ανομοιογένεια των φυτοκοινωνιών για την ανάπτυξη γενετικής αντοχής στα παθογόνα. Κατά την άσκηση επομένως της βιολογικής γεωργίας είναι επιθυμητή και επιδιώκεται η διακοπή της μονοκαλλιέργειας και ανάπτυξη της βιοποικιλότητας του αγροοικοσυστήματος.

4.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΑΚΑΡΕΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΝΤΟΜΩΝ

4.3.1.1 Βιολογικός κύκλος εντόμων – Εναλλαγή γενεών

Τα έντομα είναι ζώα ωτοτόκα. Πολλά όμως γεννούν ζωντανά, και το φαινόμενο ονομάζεται **ζωτοκία**. Ο χρόνος που μεσολαβεί από την ωτοκία μέχρι την εκκόλαψη του αυγού, ονομάζεται **περίοδος επώασης**. Η περίοδος επώασης είναι μεταβλητή στα διάφορα είδη και για κάθε είδος, ανάλογα των περιβαλλοντικών συνθηκών και κυρίως της θερμοκρασίας.



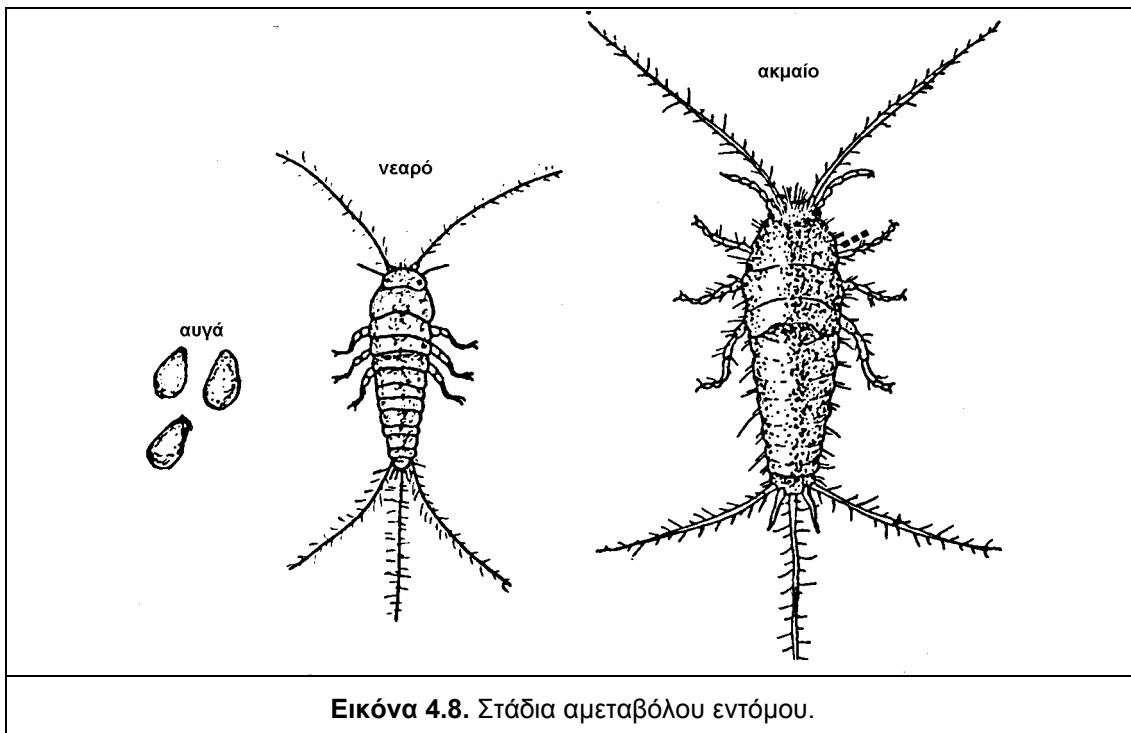
Εικόνα 4.7. Αυγά εντόμων

Τα αυγά των εντόμων ποικίλλουν σε σχήμα, χρώμα, μέγεθος και αριθμό που αποτίθενται (Εικόνα 4.7). Πολλές φορές είναι χαρακτηριστικός για μία ομάδα εντόμων ή ακόμα για ένα είδος, ο τρόπος με τον οποίο αποτίθενται τα αυγά. Αν είναι δηλαδή μεμονωμένα ή κατά ομάδες, πάνω ή μέσα στο υπόστρωμα ωτοκίας, το είδος του υποστρώματος ωτοκίας, ο τρόπος ωθεσίας (με το ένα άκρο τους ή στά πλάγια, σε σειρές ή σε μάζες καλυπτόμενες ή μη κλπ.). Γενικά, τα αυγά είναι μικρά σε μέγεθος, σπάνια διακρινόμενα στην περίπτωση που αποτίθενται μεμονωμένα.

Ο αριθμός των αυγών που ωτοκεί ένα έντομο ποικίλλει από 1 (σε πολλές αφίδες) μέχρι πολλά εκατομμύρια (στους τερμίτες). Ένα θηλυκό μπορεί να ωτοκήσει όλα τα αυγά μία φορά, ενώ σε άλλα είδη η ωτοκία κλιμακώνεται σε μία ορισμένη περίοδο.

Η μετεμβρυϊκή περίοδος αρχίζει με την εκκόλαψη του αυγού, και τελειώνει με την έξοδο του **ακμαίου ή τέλειου (imago)**.

Ο εκκολαπτόμενος από το αυγό οργανισμός έχει, κατά κανόνα, μορφή και μέγεθος διαφορετικά από το ακμαίο. Λόγω δε του ότι ο χιτίνινος σκελετός δεν είναι εκτατός, η αύξηση είναι ασυνεχής και τελείται με αποβολή, κατά περιόδους, του παλαιού εξωσκελετού και σχηματισμό νέου. Η διαδικασία της αποβολής του παλαιού χιτίνινου περιβλήματος ονομάζεται **έκδυση (ecdysis)**, το δε αποβαλλόμενο περίβλημα **έκδυμα (exuvia)**. Συνεπώς, έκδυση είναι η αλλαγή του χιτίνινου εξωσκελετού με σκοπό να επιτραπούν σημαντικές και βαθμιαίες αυξήσεις του μεγέθους του σώματος του εντόμου. Ο αριθμός των εκδύσεων τις οποίες υφίστανται τα έντομα ποικίλλει στα διάφορα είδη. Συνήθως συμβαίνουν 3-5 εκδύσεις. Η περίοδος μεταξύ δύο διαδοχικών εκδύσεων ονομάζεται **ηλικία (instar)**.



Εικόνα 4.8. Στάδια αμεταβόλου εντόμου.

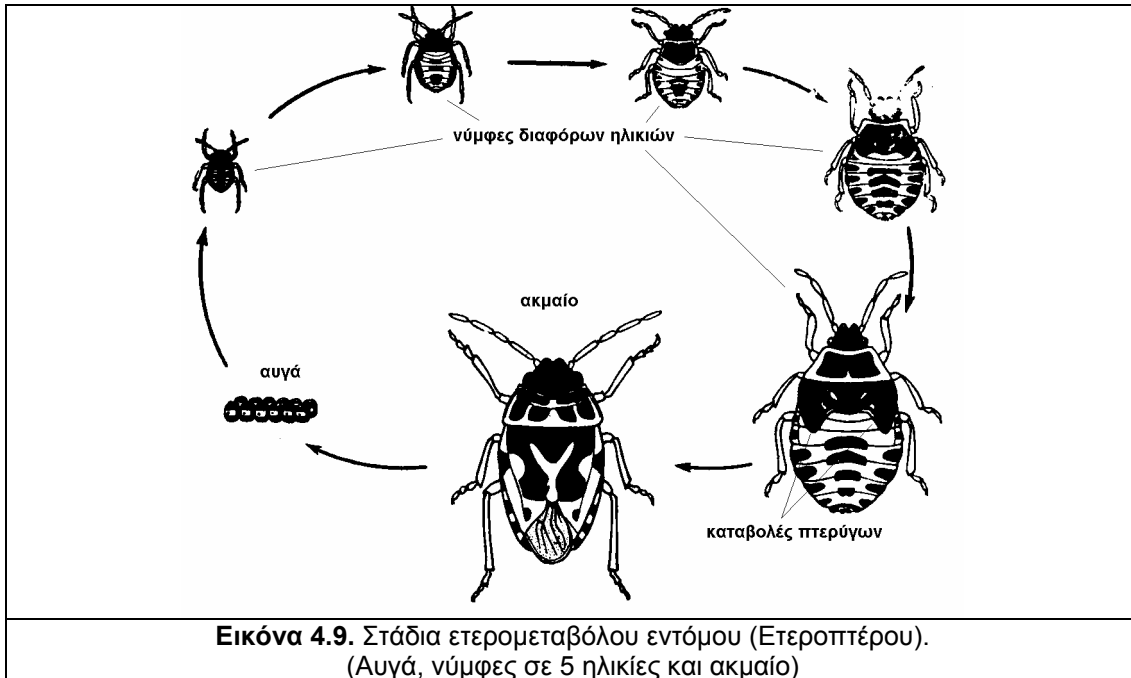
4.3.1.2 Μεταμορφώσεις

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το νεαρό άτομο μετά την εκκόλαψη του αυγού, είναι πάντοτε άπτερο και κατά κανόνα έχει μορφή διαφορετική από το ακμαίο. Επομένως, για να καταστεί ακμαίο, υφίσταται μία ή περισσότερες μεταβολές στην μορφή. Οι μεταβολές, λοιπόν, που υφίσταται το έντομο από της εκκόλαψης του αυγού έως ότου καταστεί ακμαίο, ονομάζονται **μεταμορφώσεις**. Η περίοδος μεταξύ δύο διαδοχικών μεταμορφώσεων, ονομάζεται **στάδιο (stadium)**.

Τα έντομα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το εάν υφίστανται ή όχι, μεταμορφώσεις:

- Αμετάβολα, και
- Μετάβολα.

Αμετάβολα είναι τα έντομα τα οποία δεν υφίστανται μεταμορφώσεις. Τέτοια είναι τα έντομα της Υποκλάσεως Arterygota. Σ' αυτά το νεαρό άτομο που εκκολάπτεται από το αυγό είναι μορφολογικά όμοιο με το ακμαίο (Εικόνα 4.8). Εξελίσσεται σε ακμαίο με μεταβολή μόνο του μεγέθους του σώματος (υφιστάμενο εκδύσεις) και με ανάπτυξη του αναπαραγωγικού του συστήματος. Ευνόητο είναι ότι το ακμαίο δεν φέρει πτέρυγες.



Μετάβολα είναι τα έντομα των οποίων τα ακμαία φέρουν πτέρυγες (Υποκλάση Pterygota). Υφίστανται λοιπόν μία τουλάχιστον μεταμόρφωση (σχηματισμό πτερυγώτου ακμαίου). Τα μετάβολα έντομα είναι δυνατόν να υποστούν:

- ατελή ή
- πλήρη μεταμόρφωση.

4.3.1.3 Ατελής μεταμόρφωση

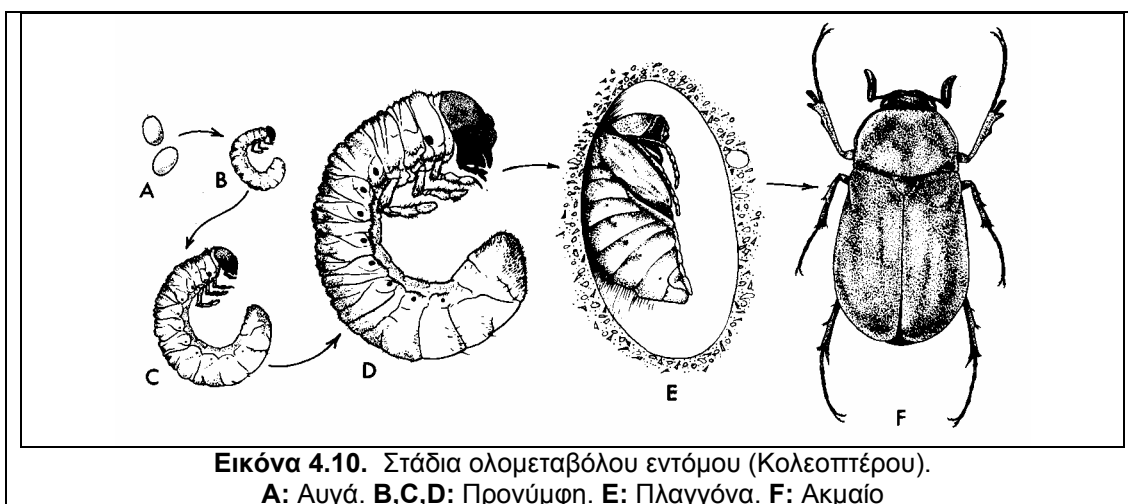
Το άτομο που προκύπτει από την εκκόλαψη του αυγού μοιάζει με το ακμαίο, με την διαφορά ότι δεν φέρει πτέρυγες, και ονομάζεται **νύμφη (nympha)**. Περί το τέλος της 3ης νυμφικής ηλικίας αρχίζουν να εμφανίζονται εξωτερικές καταβολές πτερύγων. Οι καταβολές αυτές γίνονται σταδιακά μεγαλύτερες στις επόμενες ηλικίες (Εικόνα 4.9). Κατά την τελευταία έκδυση, η νύμφη υφίσταται μία κάπως μεγαλύτερη μεταβολή, με ουσιώδη αύξηση και σχηματισμό των πτερύγων του ακμαίου. Δεν υπάρχει λοιπόν πραγματική μεταμόρφωση, αλλά μία ατελής ή ακριβέστερα, σταδιακή μεταμόρφωση.

Τα έντομα που υφίστανται ατελή μεταμόρφωση χαρακτηρίζονται ως **ετερομετάβολα ή εξωπτερύγωτα**. Τα στάδια λοιπόν που διέρχονται τα ετερομετάβολα έντομα είναι: αυγό – νύμφη - ακμαίο.

Ετερομετάβολα είναι τα Orthoptera, Thysanoptera, Hemiptera, κ.ά.

4.3.1.4 Πλήρης μεταμόρφωση

Σε πολλά έντομα οι καταβολές πτερύγων αρχίζουν να σχηματίζονται εσωτερικά, έως ότου σε ένα στάδιο πριν από τον σχηματισμό του ακμαίου, εμφανίζονται εξωτερικά καταβολές πτερύγων. Κατά το στάδιο αυτό το έντομο ακινητεί και δεν διατρέφεται. Υφίσταται λοιπόν πλήρης μεταμόρφωση. Τα έντομα που υφίστανται πλήρη μεταμόρφωση ονομάζονται **ολομετάβολα** ή **ενδοπτερύγωτα**.



Εικόνα 4.10. Στάδια ολομεταβόλου εντόμου (Κολεοπτέρου).
A: Αυγά. B,C,D: Προνύμφη. E: Πλαγγόνα. F: Ακμαίο

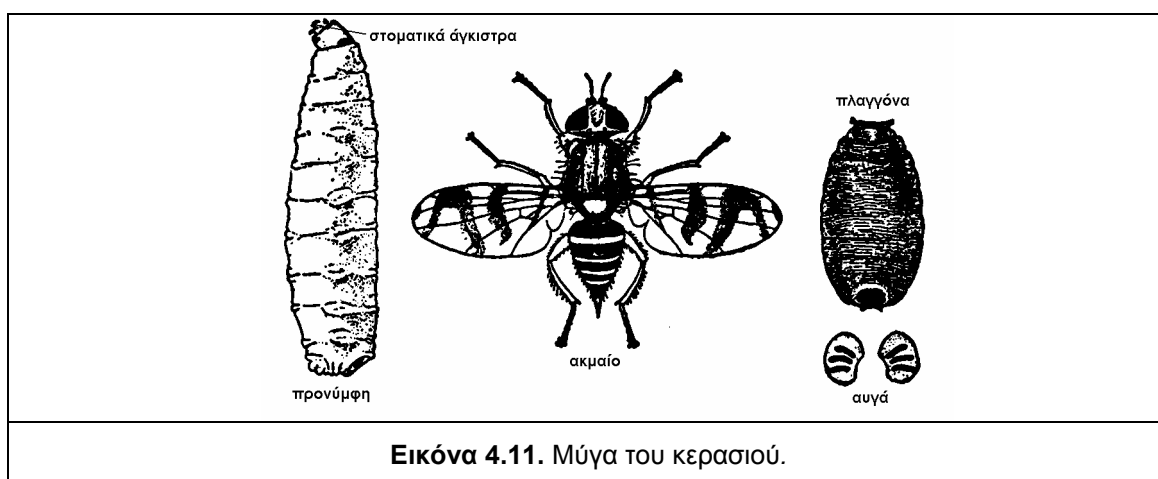
Στα ολομετάβολα υπάρχουν τρία μετεμβρυϊκά στάδια:

- **Προνύμφη (larva)**. Είναι το πρώτο στάδιο μετά το αυγό. Διαφέρει τελείως από το ακμαίο. Σύνθετοι οφθαλμοί και πτέρυγες δεν υπάρχουν. Τα στοματικά μέρη συνήθως είναι διαφορετικά από του ακμαίου. Υφίσταται 5-6 εκδύσεις (Εικόνα 4.10.B,C,D).
- **Πλαγγόνα (pupa)**. Προέρχεται από την μεταμόρφωση της προνύμφης. Γενικά είναι ακίνητη και δεν λαμβάνει τροφή (Εικόνα 4.10.E). Το στάδιο του βιολογικού κύκλου που διανύει το έντομο σαν πλαγγόνα ονομάζεται νυμφικό, γι' αυτό πολλές φορές την πλαγγόνα την ονομάζουν νύμφη. (Δεν έχει καμία σχέση με την νύμφη των ετερομεταβόλων εντόμων, γι' αυτό προς αποφυγή συγχύσεως είναι προτιμότερος ο όρος πλαγγόνα). Στο εσωτερικό της πλαγγόνας οι ιστοί της προνύμφης αποδομούνται και χρησιμοποιούνται για τον σχηματισμό των μελλοντικών οργάνων του ακμαίου. Παρατηρείται δηλαδή μία ιστόλυση την οποία διαδέχεται οργανογένεση.
- **Ακμαίο ή τέλειο (imago)**. Είναι το σεξουαλικά ώριμο στάδιο, το οποίο φέρει πτέρυγες και προέρχεται από την μεταμόρφωση της πλαγγόνας (Εικόνα 4.10.F).

Ολομετάβολα είναι τα Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera κ.ά.

Η αλυσίδα των μορφών από το αυγό μέχρι την διαμόρφωση του ακμαίου εντόμου, συνιστά τον **βιολογικό κύκλο** του εντόμου. Η συμπλήρωση του βιολογικού κύκλου (από αυγό σε αυγό) συνιστά την **γενεά**.

- ↪ Υπάρχουν έντομα τα οποία στην περίοδο ενός έτους συμπληρώνουν μία μόνο γενεά. Για παράδειγμα η μύγα του κερασιού (*Rhagoletis cerasi*) (Εικόνα 4.11), διαχειμάζει σαν πλαγγόνα μέσα στο έδαφος. Κατά τον Μάιο εξέρχονται τα ακμαία τα οποία ζευγαρώνουν, και το θηλυκό ωοτοκεί μέσα στα κεράσια. Τα αυγά εκκολάπτονται και οι εξερχόμενες προνύμφες αναπτύσσονται διατρεφόμενες μέσα στον καρπό. Μετά περίοδο 20-25 ημερών οι προνύμφες συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους, εξέρχονται από τα κεράσια, πέφτουν στο έδαφος και νυμφώνονται σε βάθος 3-5 cm. Οι πλαγγόνες αυτές παραμένουν έτσι μέχρι τον Μάιο του επόμενου έτους.



Εικόνα 4.11. Μύγα του κερασιού.

- ↪ Άλλα έντομα παρουσιάζουν περισσότερες της μίας γενεές κατ' έτος. Για παράδειγμα αναφέρουμε τον πράσινο σκώληκα (*Helicoverpa armigera*) που εμφανίζει 3-4 γενεές κατ' έτος. Το έντομο διαχειμάζει σαν πλαγγόνα στο έδαφος. Κατά τον Απρίλιο εμφανίζονται τα ακμαία, τα οποία ζευγαρώνουν και το θηλυκό ωοτοκεί σε διάφορους ξενιστές (την εποχή αυτή κυρίως στην τομάτα). Σε 3 ημέρες τα αυγά εκκολάπτονται και οι προνύμφες συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους σε 3 περίπου εβδομάδες. Κατόπιν εισδύουν στο έδαφος σε βάθος 2-15 cm και μεταμορφώνονται σε πλαγγόνες. Η νυμφική περίοδος διαρκεί 10-18 ημέρες, μετά το πέρας της οποίας εμφανίζονται τα ακμαία της νέας γενεάς. Κατά τον ίδιο τρόπο ακολουθούν άλλες 2-3 γενεές. Οι πλαγγόνες της τελευταίας γενεάς του φθινοπώρου διαχειμάζουν.

Στις περιπτώσεις των εντόμων που εμφανίζουν πολλές γενεές κατ' έτος, επισημαίνονται διαφοροποιήσεις:

- Είναι δυνατόν οι γενεές να είναι πανομοιότυπες όσον αφορά τον ξενιστή, την διάρκεια του βιολογικού κύκλου και τις τροφικές συνήθειες. Να εξελίσσονται δηλαδή αλλητάλληλες γενεές σε έναν ή περισσότερους ξενιστές κατά τον ίδιο τρόπο (με τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά, τις ίδιες τροφικές και αναπαραγωγικές συνήθειες), όπως π.χ. ο πράσινος σκώληκας.

- Είναι δυνατόν, σε άλλα έντομα, μία ή περισσότερες γενεές μέσα στο ίδιο έτος, να διαφέρουν μίας ή πολλών γενεών στον τρόπο αναπαραγωγής ή τις τροφικές συνθήκες ή την μορφολογία των ατόμων. Π.χ. οι αφίδες πολλαπλασιάζονται παρθενογενετικά από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο, ενώ έμφυλα άτομα εμφανίζονται το φθινόπωρο.

↪ Εκτός των εντόμων που εμφανίζουν μία ή περισσότερες γενεές κατ' έτος, υπάρχουν και άλλα έντομα που συμπληρώνουν μία γενεά σε περισσότερα από 1 χρόνια. Για παράδειγμα ο καπνώδης των οπωροφόρων δένδρων (*Carpodis tenebrionis*), συμπληρώνει τον βιολογικό του κύκλο σε 2 έτη. Είναι ξυλοφάγο Κολεόπτερο. Τα ακμαία εμφανίζονται τον Ιούνιο και ωτοκοούν στον λαιμό των δένδρων. Σε 1-3 εβδομάδες τα αυγά εκκολάπτονται και οι νεαρές προνύμφες εισέρχονται μέσα στον κορμό, όπου ορύσσουν οφιοειδείς στοές. Διαχειμάζουν μέσα στις στοές σαν προνύμφες 2ης ή 3ης ηλικίας. Κατά τον Μάιο του επόμενου έτους μεταμορφώνονται σε πλαγγόνες μέσα σε ένα ωοειδές «κελί» που έχουν ορύξει, στο ύψος του λαιμού του δένδρου. Τον Ιούνιο εμφανίζονται ακμαία νέας γενεάς.

4.3.1.5 Διαχείμαση - Διάπαυση - Τροπισμοί

Τα διάφορα έντομα **διαχειμάζουν** υπό μορφή που συγκεντρώνει τα περισσότερα εχέγγυα για την ασφαλή διαβίωση του ατόμου, κάτω από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες του χειμώνα. Έτσι τα διάφορα είδη διαχειμάζουν σε κατάσταση αυγού, προνύμφης πλαγγόνας ή ακμαίου στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό του εδάφους, κάτω από νεκρά φύλλα, πέτρες κλπ., πάνω ή κάτω από τον φλοιό των δένδρων, σε φυσικά ή τεχνητά καταφύγια. Αφού εξασφαλισθούν ικανοποιητικές συνθήκες περιβάλλοντος, τα διάφορα βιολογικά στάδια των εντόμων διαδέχονται το ένα το άλλο χωρίς διακοπή. Όταν όμως οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι εκτός της ευνοϊκής περιοχής αναπτύξεως, το έντομο αναστέλλει την ανάπτυξή του (ανάσχεση της αναπτύξεως).

Υπάρχουν έντομα των οποίων η ανάπτυξη αναστέλλεται σε ορισμένο στάδιο του βιολογικού τους κύκλου, έστω και αν οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή του, οπότε εννοούμε ότι πέφτει σε **διάπαυση**. Είναι, λοιπόν, διάπαυση, η κατάσταση κατά την οποία αναστέλλονται όλες οι λειτουργίες του εντόμου και η οποία είναι ανεξάρτητη των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Η διάπαυση μπορεί να εκδηλωθεί σε κάθε στιγμή του έτους και σε διάφορα στάδια του βιολογικού κύκλου του εντόμου, ανάλογα με το είδος. Έτσι έχουμε:

- Εμβρυϊκή διάπαυση (π.χ. *Lepidosaphes ulmi*).
- Προνυμφική διάπαυση (π.χ. *Lasiocampa quercus*).
- Νυμφική διάπαυση (π.χ. *Helicoverpa armigera*).
- Διάπαυση ακμαίου (π.χ. ανθονόμος της μηλιάς).

Ένα άλλο βιολογικό φαινόμενο το οποίο παίζει σπουδαίο ρόλο στην κατανομή των μελών ενός πληθυσμού εντόμων είναι οι τροπισμοί.

Τροπισμός ή τακτισμός είναι η αντίδραση του νευρικού συστήματος του εντόμου προς μία πηγή φυσικού ή βιολογικού ερεθισμού, η οποία αντίδραση εκφράζεται με τον προσανατολισμό και στην συνέχεια την μετατόπιση του εντόμου προς την προέλευση του ερεθισμού (θετικός τροπισμός) ή κατά την αντίθετη κατεύθυνση (αρνητικός τροπισμός).

Ανάλογα με την πηγή του ερεθισμού μιλούμε για φωτοτροπισμό, χημειοτροπισμό, γαιοτροπισμό, θερμοτροπισμό, θιγμοτροπισμό, κλπ.

4.3.1.6 Ζημίες προκαλούμενες από τα φυτοφάγα έντομα

Τα έντομα αποβαίνουν επιζήμια στον άνθρωπο, τα κατοικίδια ζώα, τα καλλιεργούμενα φυτά, τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα, τα κτίρια. Η γεωργική εντομολογία ενδιαφέρεται και εξετάζει τα έντομα που προκαλούν ζημίες στα καλλιεργούμενα φυτά. Αυτές είναι:

- άμεσες, και
- έμμεσες.

Οι άμεσες ζημίες είναι απόρροια του τρόπου διατροφής και διαβίωσης του εντόμου, συσχετιζόμενες άμεσα με τον τύπο των στοματικών μορίων. Οι έμμεσες ζημίες προέρχονται από μεταδιδόμενες από τα έντομα ασθένειες στα καλλιεργούμενα φυτά, όπως ιώσεων, μυκώσεων, βακτηριώσεων.

Από τα έντομα ζημίες προκαλούνται από εκείνα που τα στοματικά τους μόρια είναι είτε μασσητικά ή νύσσοντα μυζητικά ή ξέοντα μυζητικά ή γναθικά άγκιστρα (Γραβάνης, 1997; Ross, 1965) .

4.3.1.6.1 Έντομα με μασσητικά στοματικά μόρια

Τα έντομα αυτά προκαλούν ζημίες με την απόσπαση τμημάτων φυτικών οργάνων (φύλλων, ανθέων, καρπών, ριζών). Από αυτά, άλλα είναι έντομα επιφανειακά, που ζουν και διατρέφονται στην επιφάνεια των φυτικών οργάνων, και άλλα υπονομευτές, που εισδύουν μέσα στους φυτικούς ιστούς και ορύσσουν στοές, όπου συμπληρώνουν μέρος ή ολόκληρο τον βιολογικό τους κύκλο.

Επιφανειακά έντομα

Αυτά μπορεί να προκαλέσουν ζημίες στο φύλλωμα, τους οφθαλμούς, τους καρπούς, τις ρίζες. Συγκεκριμένα:

- Απογυμνώνουν τελείως το φυτό από το φύλλωμα (π.χ. ακρίδες, *Melolontha* sp., *Leptinotarsa decemlineata*, *Anomala* sp.).

- Προκαλούν φυλλόπτωση με αποκοπή του μίσχου (π.χ. *Byctiscus betulae* κν. σιγαροποιός του αμπελιού).
- Προκαλούν τον σχηματισμό μικρών οπών στο έλασμα του φύλλου (π.χ. άλτες του αμπελιού και των τεύτλων).
- Προκαλούν στείρωση των ανθέων και ανθόρροια, σαν αποτέλεσμα της διατροφής τους από τα ανθικά μέρη (π.χ. ευδεμίδα του αμπελιού, πυρηνοτρήτης της εληάς).
- Καταστρέφουν τους οφθαλμούς (π.χ. *Ottiorhynchus* sp. στο αμπέλι, *Helicoverpa armigera* στο βαμβάκι).
- Καταστρέφουν την ρίζα (π.χ. μηλολόνη).



Εικόνα 4.12. *Sinoxylon sexdentatum*. Ακμαίο σε στοά.

Υπονομευτές

Διακρίνονται ανάλογα με τα φυτικά μέρη τα οποία προσβάλλουν:

- Φυλλορύκτες. Είναι υπονομευτές φύλλων (π.χ. πυρηνοτρήτης της εληάς, *Lithocolletis cerasi*).
- Βλαστορρύκτες. Είναι υπονομευτές βλαστών (π.χ. *Anarsia lineatella*, *Oberea linearis*).
- Υπονομευτές οφθαλμών (π.χ. ανθονόμος της μηλιάς).
- Υπονομευτές κορμού και κλάδων [π.χ. *Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, σκολύτες της εληάς, Σινόξυλο (Εικόνα 4.12)].
- Υπονομευτές καρπών (π.χ. καρπόκαφα των μήλων, ρόδιος σκώληκας του βαμβακιού)
- Υπονομευτές κονδύλων, βολβών, ριζωμάτων (π.χ. φθοριμαία της πατάτας, *Cleonus mendicus*).
- Υπονομευτές σπόρων (π.χ. βρούχοι οσπρίων, καλάνδρα σιτηρών).

4.3.1.6.2 Έντομα με νύσσοντα μυζητικά στοματικά μόρια

Στην ομάδα αυτή ανήκουν τα είδη της Τάξεως Hemiptera (βρωμούσες, αλευρώδεις, ψύλλες, τζιτζίκια, αφίδες, κοκκοειδή), τα οποία προσβάλλουν τα φυτά με εισαγωγή των νυσσουσών σμηρίγγων μέσα στους φυτικούς ιστούς. Τα έντομα αυτά προξενούν έμμεσες κυρίως ζημιές, διότι πολλά απ' αυτά είναι φορείς ιώσεων. Μπορεί να προκαλέσουν:

- Κιτρίνισμα, αποξήρανση και πτώση των φύλλων (π.χ. αφίδες, κοκκοειδή).
- Παραμόρφωση των φύλλων (π.χ. *Myzus persicae*).
- «Λιθίαση» των καρπών (π.χ. φυτοκόρεις της αχλαδιάς).
- Κηλίδωση των καρπών (π.χ. ψώρες των μήλων, εσπεριδοειδών κ.ά. οφειλόμενες σε κοκκοειδή).

- Υπερπλασίες φυτικών ιστών και κηκίδες (π.χ. *Eriosoma lanigerum*).
- Μείωση της αρτοποιητικής ικανότητας των αλεύρων (π.χ. βρωμούσες των σιτηρών).
- Υπερτροφίες και εξογκώματα στο υπόγειο τμήμα του φυτού (π.χ. *Eriosoma lanigerum* στην μηλιά, φυλλοξήρα του αμπελιού).

4.3.1.6.3 Έντομα με ξέοντα μυζητικά στοματικά μόρια

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα είδη της Τάξεως Thysanoptera (θρίπες). Είναι έντομα μικρού μεγέθους που διαβιούν πάνω σε φυτικά όργανα, διατρεφόμενα με απόξεση των ιστών και αναρρόφηση των χυμών. Οι ζημίες που προκαλούν είναι:

- Παραμόρφωση και κιτρίνισμα φύλλων π.χ. *Liothrips oleae*).
- Αποχρωματισμός και αποξηράνση του ελάσματος των φύλλων (π.χ. *Thrips tabaci*).
- Νέκρωση των επιδερμικών κυττάρων των καρπών των εσπεριδοειδών κατά κυκλικές ζώνες που συνοδεύεται από ρήξη του φλοιού τους (π.χ. *Scitothrips citri*).
- Ανάσχεση της αναπτύξεως των οφθαλμών.

4.3.1.6.4 Έντομα με στοματικά άγκιστρα

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι ακέφαλες προνύμφες των κυκλορράφων Διπτέρων (π.χ. δάκος της εληάς, μύγα της μεσογείου, μύγα των σύκων, μύγα των κερασιών κ.ά.). Οι προνύμφες αυτές ζουν κυρίως σαν υπονομευτές διαφόρων φυτικών οργάνων. Οι ζημίες που προκαλούν είναι:

- Εξασθένηση, μαλασμός και πτώση του φυλλώματος (π.χ. *Pegomyia hyoscyami betae* στα τεύτλα).
- «Σκουλήκισμα» των καρπών [π.χ. μύγα των κερασιών (Εικόνα 4.11)].

4.3.2 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΚΑΡΕΩΝ

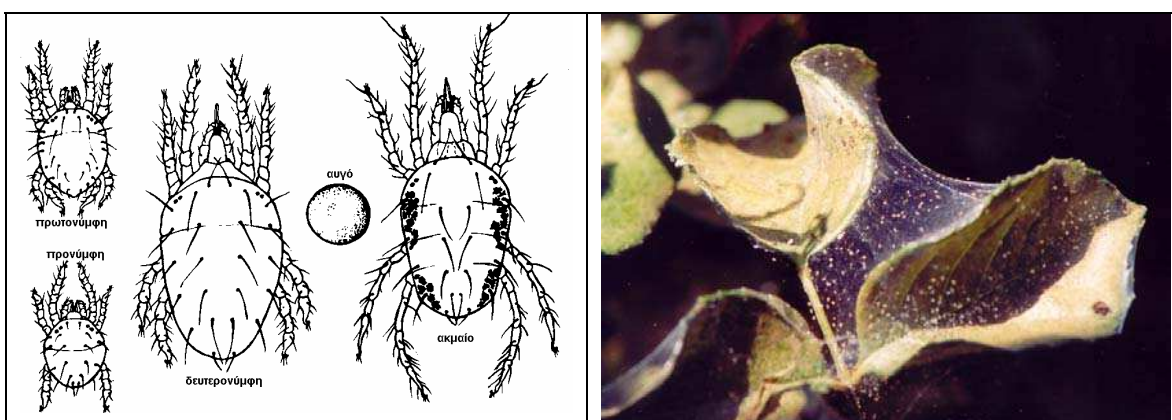
4.3.2.1 Μορφολογία του σώματος των ακάρεων

Τα ακάρεα (Τάξη Acarina ή Acari) είναι Αρθρόποδα που ανήκουν στην Κλάση Arachnida της Υποτάξεως Chelicerata. Η Τάξη Acarina περιλαμβάνει είδη κυρίως χερσαία. Αυτά κατά κανόνα είναι αρπακτικά, αλλά και φυτοπαράσιτα και ζωοπαράσιτα είδη.

Σε ό,τι αφορά την γενική σωματική τους κατασκευή, τα ακάρεα μαζί με τις αράχνες (Araneae), έχουν ενιαία μη αρθρωτή κοιλία (Hologastra), χαρακτήρας που διαφορίζει αυτά τα δύο αθροίσματα από τα άλλα Arachnida. Το τελευταίο μέρος του σώματος των ακάρεων (που φέρει τα πόδια), δεν ενώνεται με «μίσχο» με το υπόλοιπο σώμα, όπως συμβαίνει με τις αράχνες.

Το μέγεθός τους είναι πολύ μικρό 0,10 -0,15 mm. Το σώμα τους είναι είτε ελλειψοειδές, ρομβοειδές και σφαιρικό ή επίμηκες και σκωληκόμορφο.

Τα ακάρεα, όπως και τα άλλα αρθρόποδα, διαθέτουν σκληρό χιτίνινο εξωσκελετό, ο οποίος ρυθμίζει την οικονομία νερού του ατόμου και προστατεύει το άκαρι.



Εικόνα 4.13. Τετράνυχτοι.
Αριστερά: Στάδια βιολογικού κύκλου. **Δεξιά:** Ιστός με άτομα τετράνυχου.

Το σώμα του ακάρεος (Εικόνα 4.13) διακρίνεται σε δύο μέρη:

- ↳ Το Γναθόσωμα.
- ↳ Το Ιδιόσωμα.

Το Γναθόσωμα είναι το πρόσθιο μέρος του σώματος που φέρει το στοματικό άνοιγμα και τα προστοματικά εξαρτήματα, δηλαδή ένα ζεύγος αρθρωτών χηληκεράτων και ένα ζεύγος ποδοπροσακτριδών. Παρόλο που ομοιάζει με την κεφαλή του εντόμου, δεν φέρει τα αντίστοιχα εξαρτήματα και όργανα, πέραν των στοματικών μορίων. Τα χηληκέρата υποβοηθούν στη λήψη της τροφής. Σε μερικά αθροίσματα ακάρεων, τα χηληκέρата είναι επιμηκυσμένα και σμηριγγοειδή, διασκευασμένα σε νύσσοντα όργανα. Οι ποδοπροσακτριδές

μπορεί να είναι απλά αισθητήρια όργανα, εφοδιασμένα με χημικοτακτικές ή θιγμοτροπικές τρίχες, που βοηθούν στον εντοπισμό της τροφής. Συχνά όμως είναι διασκευασμένες σε όργανα τροφοσυλληπτικά.

Το Ιδιόσωμα αποτελεί το υπόλοιπο μέρος του σώματος. Στο ιδιόσωμα υπάρχουν τέσσερα (4) ζεύγη αρθρωτών ποδιών. Το ιδιόσωμα των ακάρεων παραλληλίζεται με την λειτουργία του θώρακα της κοιλίας και μέρους της κεφαλής των εντόμων. Μπορεί να καλύπτεται με ισχυρά χιτίνισμένα τμήματα ή να είναι μαλακό, μη σκληροποιημένο.

Αν και το ιδιόσωμα θεωρείται ότι είναι ενιαίο, είναι δυνατόν να φέρει βαθουλώματα και αυλακώσεις, ιδιαίτερα στα είδη που το ιδιόσωμα δεν είναι έντονα σκληροποιημένο. Το ιδιόσωμα φέρει όργανα που εξυπηρετούν την κίνηση, αναπνοή, σύζευξη, καθώς επίσης φέρει και αισθητήρια όργανα. Τα πόδια των ακάρεων είναι 4 ζεύγη σε αριθμό (Εικόνα 4.13), εκτός των Phytotritpalpidae (Trombidiformes, Prostigmata), τα οποία έχουν 3 ζεύγη ποδιών και των Eriophyidae (Trombidiformes, Tetrapodili), τα οποία φέρουν 2 ζεύγη ποδιών. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι τα οκτάποδα ακάρεα, σε ένα ατελές στάδιο (στάδιο πρωτονύμφης), φέρουν 3 ζεύγη ποδιών. Τα πόδια είναι αρθρωτά κινητήρια εξαρτήματα του ιδιοσώματος, τα οποία (όπως και οι ποδοπροσακτρίδες) αποτελούνται από 6 άρθρα.

4.3.2.2 Εμβρυϊκή και μετεμβρυϊκή ανάπτυξη - Οικολογία

Τα αυγά των ακάρεων ποικίλλουν σε σχήμα, χρώμα, αριθμό κατά ωοθεσία, κλπ. Συνήθως είναι ωοειδή, άσπρα, αν και σε πολλά Prostigmata είναι ζωηρών χρωματισμών κατά θέσεις. Μπορεί επίσης να είναι λεία ή με επάρματα. Συνήθως τα αυγά καλύπτονται από μία κηρώδη, υδατοστεγή ουσία. Τα αυγά αποτίθενται μεμονωμένα ή καθ' ομάδες.

Μετά την εκκόλαψη των αυγών, ακολουθούν ένα ή περισσότερα ατελή στάδια μέχρι το στάδιο του ακμαίου. Το νεαρό άτομο που προκύπτει από την εκκόλαψη του αυγού είναι εξάποδο (στα Eriophyoidea είναι τετράποδα όλα τα ατελή στάδια) και ονομάζεται **προνύμφη**. Ακολουθούν μέχρι τρία στάδια οκταπόδων νυμφών (πρωτονύμφη, δευτερονύμφη, τριτονύμφη) πριν από την εμφάνιση του σεξουαλικά ώριμου ακμαίου.

Σε πολλά αθροίσματα και ειδικότερα στα Prostigmata, σε δύο από τα ατελή στάδια το άκαρι είναι ανενεργό χωρίς να τρέφεται. Στα Tetranychoida μετά το αυγό ακολουθεί η προνύμφη, και στην συνέχεια δύο νυμφικά στάδια (πρωτονύμφη και δευτερονύμφη) πριν εμφανισθεί το ακμαίο (Εικόνα 4.13).

Η αύξηση του πληθυσμού των ακάρεων εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από την προσαρμογή των ειδών στις αλλαγές των συνθηκών, της τροφής, ικανότητα ωοτοκίας κλπ. Το μικρό μέγεθος και το μαλακό σώμα των ακάρεων παρέχει πολύ μικρή προστασία στις αλλαγές των καιρικών συνθηκών. Προσαρμογή στην αλλαγή των κλιματικών συνθηκών είναι η είσοδος των ακάρεων σε διάπαυση (χειμερινή ή θερινή), μετανάστευση σε προφυλαγμένα μέρη των

φυτών, πρόκληση ανώμαλης ανάπτυξης φυτικών ιστών (π.χ. κηκίδες, ερίνωση) μέσα στους οποίους βρίσκουν προστασία. Πέραν αυτών τα ακάρεα αμύνονται στις καιρικές αλλαγές με αλλαγές των συνηθειών τους ή και μορφολογικές αλλαγές, ή απόθεση αυγών ειδικής μορφολογίας να αντεπεξέρχονται δύσκολες καιρικές συνθήκες (π.χ. αυγά χειμώννα).

4.3.2.3 Ταξινόμηση των ακάρεων

Η ταξινόμηση των ακάρεων βασίζεται επί του αριθμού και της θέσεως των αναπνευστικών στιγμάτων (ανοίγματα μέσω των οποίων αναπνέουν). Σύμφωνα με το ταξινομικό σύστημα των Baker & Warton, η Τάξη Acari υποδιαιρείται σε 5 Υποτάξεις (Onychopalpida, Mesostigmata, Ixodides, Trombidiformes, Sarcoptiformes).

↳ **Η Υποτάξη Trombidiformes** υποδιαιρείται σε 3 Υπεροικογένειες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του Πίνακας 4.4.

→ Τα είδη της **Υπεροικογένειας Tarsonemini** δεν παρουσιάζουν μεγάλο φυτοπαθολογικό ενδιαφέρον. Είναι όμως ενδιαφέροντα ως παράσιτα σπονδυλωτών και εντόμων. Περιλαμβάνει τις Οικογένειες Rodapolipodidae, Scutacaridae, Pyemotidae και Tarsonemidae. Μερικά από τα πιο ενδιαφέροντα είδη είναι:

- *Pyemotus ventricosus*. Είναι ωφέλιμο, σαν εκτοπαράσιτο των προνυμφών του *Sitotroga cerealella* και *Sitophilus* spp., που προσβάλουν αποθηκευμένους σπόρους σιτηρών, καθώς και του *Anarsia lineatella* που προσβάλλει την ροδακινιά.
- *Acaraspis woodi*. Προκαλεί την ακαρίωση των μελισσών.
- *Tarsonemus palidus*. Προσβάλλει την φράουλα.
- *Tarsonemus spirifex*. Προσβάλλει την βρώμη.

→ Η **Υπεροικογένεια Prostigmata** περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ειδών πολλά των οποίων είναι εκτοπαράσιτα σπονδυλωτών και εντόμων ή θηρευτικά εντόμων. Άλλα είδη είναι σαπροφάγα. Μεγάλος αριθμός ειδών είναι φυτοφάγα, πολύ επιβλαβή στα καλλιεργούμενα φυτά. Τα περισσότερα φυτοφάγα είδη υπάγονται στην **Οικογένεια Tetranychidae** (τετράνυχτοι), ενώ μικρότερος αριθμός φυτοπαρασίτων ειδών υπάγεται στην **Οικογένεια Phytoptipalpidae**.

★ Όλα τα είδη της **Οικογένειας Tetranychidae** είναι φυτοφάγα. Το σώμα τους έχει σχήμα ωσειδές, απιόμορφο, λεπτυνόμενο προς τα πίσω (ιδιαίτερα στα αρσενικά). Το μήκος τους δεν υπερβαίνει το 1 mm. Το χρώμα τους ποικίλλει, κίτρινο, πράσινο, πορτοκαλί, κόκκινο. Τα χηληκέρατα έχουν διαμορφωθεί κατά τρόπο ώστε το ακίνητο μέρος είναι διογκωμένο και αποτελεί τον χηληκεροφόρο, ενώ η χηλή είναι διαμορφωμένη σε νύσσουσα σμήριγγα. Οι ποδοπροσακτρίδες συνίστανται από 4 άρθρα. Το 4ο άρθρο φέρει ισχυρή προέκταση σαν «δαγκάνα». Τα περισσότερα είδη των τετρανύχων εκκρίνουν μετάξινα νημάτια και υφαινούν ιστό στα φυτικά όργανα πάνω στα

οποία διαβιούν (Εικόνα 4.13). Η Οικογένεια Tetranychidae υποδιαιρείται σε δύο Υποοικογένειες (Tetranychinae και Bryobiinae), και περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων, και τα εξής φυτοπαράσιτα είδη:

- *Panonychus ulmi*. Ο κόκκινος τετράνουχος των οπωροφόρων.
- *Eotetranychus carpini vitis*. Προσβάλλει το αμπέλι.
- *Tetranychus urticae*. Είναι είδος πολυφάγο καταστρεπτικότητα σε πάρα πολλά ποώδη φυτά και δένδρα (Εικόνα 4.13).
- *Bryobia rubrioculus f. typica*. Προσβάλλει τα μηλοειδή.
- *Bryobia rubriculus f. prunicola*. Προσβάλλει τα πυρηνόκαρπα.

Πίνακας 4.4. Χαρακτήρες των Υπεροικογενειών της Υποτάξης Trombidiformes

ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ	ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ
Σώμα μη σκληρόμορφο (εκτός από είδη της Οικογένειας Demodicidae). Φέρουν 4 ζεύγη ποδιών (εκτός από μερικά είδη των Οικογενειών Podapolipodidae και Phytoptiridae). Έχουν καλά αναπτυγμένο τραχειακό σύστημα.	
<ul style="list-style-type: none"> • Τα χηληκέρατα είναι πολύ μικρά, σε σχήμα δόρατος. Το γναθόσωμα είναι πολύ μικρό, δύσκολα ορατό. Οι ποδοπροσακτρίδες είναι πολύ μικρές. 	Tarsonemini
<ul style="list-style-type: none"> • Τα χηληκέρατα και ποδοπροσακτρίδες είναι μεγάλα (εκτός των ειδών της Οικογένειας Demodicidae). Το γναθόσωμα είναι γενικά ορατό. Το σώμα τους είναι σχετικά μεγάλο μη σκληρόμορφο με 4 ζεύγη ποδιών (εκτός από τα είδη της Οικογένειας Demodicidae, που είναι σκληρόμορφα με 4 ζεύγη ποδιών, και ενός γένους της Οικογένειας Phytoptiridae, που φέρουν 3 ζεύγη ποδιών). Τα αναπνευστικά στίγματα βρίσκονται στην βάση των χηληκεράτων. (Τα είδη του γένους <i>Demodex</i> δεν έχουν τραχείες). 	Prostigmata
Σώμα σκληρόμορφο, δακτυλιωτό, μικρότερου μήκους από 200 μm, με 2 ζεύγη ποδιών. Δεν έχουν αναπνευστικό σύστημα. Το γναθόσωμα είναι πολύ μικρό. Χηληκέρατα σε σχήμα δόρατος. Ποδοπροσακτρίδες πολύ μικρές.	Tetrapodili

- ★ Τα είδη αυτής της **Οικογένειας Phytoptiridae** Οικογένειας είναι πολύ μικρά (0,2-0,3 mm), με σώμα ελαφρά επιμηκυμένο. Το εξωτερικό τους περίβλημα φέρει ραβδώσεις. Παραμένουν κατά προτίμηση κατά μήκος των κυρίων νεύρων στα φύλλα. Στην Οικογένεια αυτή υπάγεται το είδος *Brevipalpus oudemansi* που προσβάλλει οπωροφόρα δένδρα.

→ Στην **Υπεροικογένεια Tetrapodili** αυτή υπάγεται μόνον η **Οικογένεια Eriophyidae**. Τα είδη της είναι όλα φυτοφάγα που ζουν και διατρέφονται στους οφθαλμούς, ταξιανθίες, φύλλα, καρπούς και προκαλούν σχηματισμό κηκίδων, σκωριοχρόων μεταχρωματισμών, ερινώσεων. Επίσης προκαλούν παραμόρφωση καρπών και ανθέων. Τα σπουδαιότερα είδη είναι:

- *Eriophyes vitis*. Προκαλεί την ερίνωση του αμπελιού.
- *Eriophyes piri*. Προκαλεί την ερίνωση της αχλαδιάς.
- *Phytoptus avellanae*. Προκαλεί την ερίνωση της φουντουκιάς.
- *Vasates lycopersici*. Προκαλεί την ορειχαλκόχρουν ακαρίωση της τομάτας.

- *Aceria sheldoni*. Το παραμορφωτικό άκαρι των εσπεριδοειδών.
- *Aceria oleae*. Προκαλεί παραμόρφωση των φύλλων της ελιάς.
- *Phyllocoptruta oleivora*. Προκαλεί την σκωριόχρουν κηλίδωση των καρπών των εσπεριδοειδών.
- *Aculops pelekassi*. Προκαλεί την σκωριόχρουν κηλίδωση των καρπών της μανδαρινιάς και πορτοκαλιάς.

4.3.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ & ΑΚΑΡΕΩΝ

4.3.3.1 Οικολογικοί χαρακτήρες των εντόμων και ακάρεων

Η αριθμητική σπουδαιότητα ενός εντόμου είναι συνισταμένη της πάλης δύο ομάδων παραγόντων (Bonnetmaison, 1965; Kok & Kok, 2003). Αυτοί είναι:

- Παράγοντες βιοτικού δυναμικού.
- Παράγοντες καταστροφής.

Οι παράγοντες βιοτικού δυναμικού αναφέρονται στο έντομο, δηλαδή, στην δυνατότητα του κληρονομικού του ποιού. Τέτοιοι παράγοντες είναι η γονιμότητα, ο αριθμός των γενεών κατά την διάρκεια ενός έτους και οι δυνατότητες αναπτύξεως του εντόμου στα φυτά μίας περιοχής (πλήθος ξενιστών).

Οι παράγοντες καταστροφής είναι δύο κατηγοριών:

- Αβιοτικοί ή κλιματικοί παράγοντες.
- Βιοτικοί παράγοντες (ζωντανοί οργανισμοί).

Οι παράγοντες καταστροφής αναφέρονται στους περιβαλλοντικούς, με την ευρεία έννοια του όρου, που αντιμετωπίζει σαν ανταγωνιστικούς ένα έντομο σε μία περιοχή.

↳ **Αβιοτικοί ή κλιματικοί παράγοντες:** Κάθε είδος εντόμου μπορεί να αναπτυχθεί και να πολλαπλασιασθεί μέσα σε θερμικά όρια, έξω από τα οποία καταστρέφεται.

Ελάχιστα ή μέγιστα θανατηφόρων θερμοκρασιών λέγονται οι θερμοκρασίες που προκαλούν τον θάνατο του εντόμου σε μικρό χρονικό διάστημα. Αυτά τα όρια ποικίλλουν για ένα και το αυτό είδος και για ένα και το αυτό στάδιο, ανάλογα με την φυσιολογική κατάσταση του εντόμου. Πολύ περισσότερο, είναι ευνόητο, τα θερμικά όρια ποικίλουν μεταξύ των ειδών. Για παράδειγμα, τα αυγά, οι προνύμφες, οι πλαιγγόνες και τα ακμαία του βρούχου των φασολιών, φονεύονται με έκθεση σε θερμοκρασία 55 °C επί 20-25 min, ενώ τα αυγά και οι νεαρές προνύμφες της ευδεμίδας και της κοχυλίδας του αμπελιού, καταστρέφονται με έκθεση σε θερμοκρασία 45 °C επί 15 min. Τα ελάχιστα και μέγιστα θανατηφόρων θερμοκρασιών ορίζουν μία θερμική περιοχή η οποία ονομάζεται **περιοχή επιβίωσης**.

Με τον όρο **πραγματικές ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες** εννοούμε τα θερμικά όρια έξω από τα οποία το έντομο αναστέλλει προσωρινά την δραστηριότητά του. Για παράδειγμα, η μύγα της μεσογείου (*Ceratitis capitata*) δεν ωτοκεεί όταν η θερμοκρασία είναι κατώτερη των 13,5 °C. Οι πραγματικές ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες ορίζουν θερμική περιοχή, που ονομάζεται **ευνοϊκή περιοχή αναπτύξεως**.

Με τον όρο **άριστο της θερμοκρασίας αναπτύξεως (optima)** εννοούμε το εύρος της θερμοκρασίας μέσα στο οποίο η ανάπτυξη είναι ταχύτερη.

Αν και έγινε λόγος μόνον για την επίδραση της θερμοκρασίας στην διαμόρφωση των περιοχών, επιβιώσεως, ευνοϊκής και optima, είναι ορθότερο να μιλούμε για συνδυασμό θερμοκρασίας, υγρασίας, ενδεχόμενα και άλλων παραγόντων, η συνισταμένη επίδραση των οποίων διαμορφώνει τις αναφερθείσες περιοχές αναπτύξεως.

↪ **Βιοτικοί παράγοντες καταστροφής:** Με τον όρο αυτό εννοούμε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και ιούς οι οποίοι ασκούν καταστροφικό ρόλο στην αύξηση του πληθυσμού των φυτοφάγων εντόμων. Οι βιοτικοί καταστροφικοί παράγοντες αντιπροσωπεύονται από πολλά ζωικά και φυτικά αθροίσματα καθώς και ιούς:

- Πρωτόζωα (π.χ. *Nosema carposapsae*, παράσιτο της καρπόκαψας των μήλων.).
- Νηματώδεις (π.χ. τα είδη της Οικογένειας Mermithidae είναι παράσιτα ακρίδων).
- Ακάρεα (π.χ. το *Pediculus ventricosus* είναι παράσιτο της καλάνδρας των σπόρων των σιτηρών).
- Μύκητες. Τέσσερες Τάξεις μυκήτων (Entomophthorales, Mucorales, Blastocladales, Chytridiales) περιλαμβάνουν είδη εντομοφάγα.
- Βακτήρια (π.χ. το *Bacillus thuringiensis* προκαλεί ασθένεια σε πολλές προνύμφες Λεπιδοπτερόντων).
- Έντομα (π.χ. το *Coccinella* sp. τρέφεται από αφίδες).
- Σπονδυλωτά (φρύννοι, πτηνά, νυκτερίδες είναι εντομοφάγα).
- Ιοί προκαλούν ιώσεις στα έντομα.

Ο ρόλος ορισμένων εντόμων στον περιορισμό άλλων είναι σημαντικότερος. Αυτά τα έντομα μπορεί να δράσουν σαν:

- θηρευτικά ή αρπακτικά, και σαν
- παράσιτα.

4.3.3.2 Η έννοια της βιολογικής αντιμετώπισης εντόμων και ακάρεων

Η αλόγιστη χρήση χημικών ουσιών (εντομοκτόνων) για την καταπολέμηση των επιβλαβών στα φυτά αρθροπόδων (κυρίως εντόμων και ακάρεων) κατά την

τελευταία πενήνταετία, αύξησε την ανησυχία των ανθρώπων για τις επιπτώσεις των χημικών στην υγεία καθώς και στο περιβάλλον. Έτσι, δημιουργήθηκε η ιδέα χρήσης εναλλακτικών μέσων για την αντιμετώπιση των εντόμων. Οι μέθοδοι αυτές είναι σαφώς πλέον φιλικές προς το περιβάλλον. Η πλέον όμως φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος για την αντιμετώπιση των εντόμων είναι η βιολογική μέθοδος.

Βιολογική αντιμετώπιση εντόμων και ακάρεων (αλλά και άλλων ζωικών εχθρών) είναι η χρήση των φυσικών εχθρών τους με σκοπό τη μείωση του πληθυσμού των επιβλαβούς εντόμου ή ακάρεος (ή άλλου ζωικού εχθρού).

Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων μπορεί κάλλιστα να εφαρμοσθεί σε συστήματα συμβατικής γεωργίας (δηλαδή με περιορισμένη χρήση χημικών εντομοκτόνων) περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον. Σ' αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε στην Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση των εντόμων. Φυσικά, η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων είναι η κατά βάση αποδεκτή στα πλαίσια εφαρμογής της Βιολογικής ή Οργανικής γεωργίας.

Η χρήση φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων για τη μείωση των πληθυσμών τους με στόχο την ελαχιστοποίηση του φυτοπαρασιτικού τους ρόλου, δεν είναι νέα. Είναι γνωστό ότι στην αρχαία Κίνα μετέφεραν φωλιές μυρμηγκιών στα περιβόλια εσπεριδοειδών, αφού ήταν γνωστή η υπερπαρασιτική δράση των μυρμηγκιών (*Oecophylla smaragdina*) ως αρπακτικών των επιβλαβών εντόμων στα εσπεριδοειδή. Μάλιστα τοποθετούσαν καλάμια μπαμπού από το ένα δένδρο στο άλλο ώστε να επιτρέπουν την μετακίνηση των αρπακτικών μυρμηγκιών. Η αρχική αυτή ιδέα εφαρμόζεται σήμερα με σύγχρονες τεχνικές ανάπτυξης και διασποράς των φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων και αποτελεί την μοντέρνα προσέγγιση εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων.

Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των φυτοφάγων εντόμων διαφέρει από τη λεγόμενη **Φυσική αντιμετώπιση**. Το αποτέλεσμα δηλαδή που προέρχεται στον πληθυσμό επιβλαβών ζωικών ειδών από τους πληθυσμούς των ωφελίμων ειδών οργανισμών που βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον (Anonymos, 2000). Αυτό σημαίνει ότι στη Βιολογική έναντι της Φυσικής αντιμετώπισης υπεισέρχεται η ενεργός παρέμβαση του ανθρώπου.

Οι βασικές αρχές της βιολογικής αντιμετώπισης (Kok & Kok, 2003) είναι:

- Ένας ζωντανός οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ενός άλλου οργανισμού.
- Μερικοί βιολογικοί παράγοντες έχουν περιορισμένη εξειδίκευση επί ενός άλλου οργανισμού ενώ άλλοι δεν έχουν.

Πλεονεκτήματα της βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων είναι:

- Δεν επηρεάζει αρνητικά την υγεία των ανθρώπων και των ζώων.
- Μπορεί να εφαρμοσθεί και στα συστήματα συμβατικής γεωργίας και στη βιολογική γεωργία.
- Δεν ζημιώνει το περιβάλλον.
- Συχνά έχει εξειδικευμένη δράση χωρίς να επηρεάζει άλλα ζωικά είδη, αντίθετα με ότι συμβαίνει με τη χρήση χημικών.

- Περιορίζει του πληθυσμούς των φυτοπαρασίτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ότι η χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Μειονεκτήματα της βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων αποτελούν τα εξής:

- Απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό και εντατική διαχείριση και επομένως εξειδικευμένο προσωπικό για την εφαρμογή της.
- Μπορεί να εφαρμοσθεί σε μεγάλη αγροτική έκταση από όλους τους παραγωγούς ενώ είναι δύσκολη έως αδύνατη η εφαρμογή της σε μικρούς μεμονωμένους αγρούς.
- Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της δεν είναι άμεσα (όπως με τη χρήση εντομοκτόνων).
- Η εξειδικευμένη δράση επί ενός μόνον φυτοφάγου εντόμου από πλεονέκτημα μπορεί να μετατραπεί σε μειονέκτημα σε σχέση με την ευρέως φάσματος δράση των εντομοκτόνων.

Οι ωφέλιμοι οργανισμοί που αποτελούν το μέσο εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης, διακρίνονται σε:

- Αρπακτικά
- Παρασιτοειδή ή Παράσιτα
- Παθογόνα.

Στην συνέχεια θα αναπτυχθούν χωριστά τα χαρακτηριστικά και θα αναφερθούν αρπακτικά, παρασιτοειδή και παθογόνα που χρησιμοποιούνται για τον βιολογικό έλεγχο εντόμων και άλλων ζωικών εχθρών.

4.3.3.3 Αρπακτικά

4.3.3.3.1. Ορισμοί - Γενικά

Αρπακτικά είναι οργανισμοί που τρέφονται από άλλους οργανισμούς, οι οποίοι είναι μικρότεροι ή ασθενέστεροι απ' αυτούς. Γενικά, μέχρι να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους, καταναλίσκουν περισσότερα από ένα άτομα του θηράματός τους (Weeden *et al.*, 2002).

Τα αρπακτικά είτε κατατρώγουν το επιβλαβές έντομο είτε το απομυζούν. Π.χ. *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* (Neuroptera, Chrysopidae), *Mantis religiosa* (Mantodea, Mantidae), κ.ά.

Τα αρπακτικά κατά κανόνα έχουν μεγάλο εύρος ξενιστών. Το πλέον πιθανό είναι να επιφέρουν άμεσο αποτέλεσμα επί των φυτοφάγων εντόμων. Από την άλλη μεριά, επειδή κινούνται απομακρυνόμενα από το αρχικό σημείο που διατράφηκαν, τα αποτελέσματα της δράσεως τους συχνά διαφεύγει της προσοχής και δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Επειδή όμως καταστρέφουν μεγάλους αριθμούς των ξενιστών τους, εκ του αποτελέσματος αυτού είναι εμφανής η παρουσία τους.

Τα γενικά χαρακτηριστικά των αρπακτικών εντόμων είναι:

- Σκοτώνουν και καταναλίσκουν περισσότερα από ένα ξενιστή (θήραμα) μέχρι να φθάσουν στην ωριμότητά τους.
- Έχουν σχετικά μεγαλύτερο μέγεθος από το θύμα τους.
- Διατρέφονται από το θύμα και τα ατελή και τα ακμαία τους.
- Τα ατελή τους στάδια είναι δραστήρια στην κίνηση.
- Τα αρπακτικά καταναλίσκουν αμέσως το θύμα τους. Εξαιρέση αποτελούν τα αρπακτικά Υμενόπτερα, που αποθηκεύουν το θύμα τους για διατροφή των ατελών τους σταδίων.

Αναφέρονται πάνω από 200.000 είδη Αρθροπόδων ως αρπακτικά επιβλαβών εντόμων, κατανεμημένα σε 200 περίπου Οικογένειες (New, 1991). Τα σπουδαιότερα των αρπακτικών είναι έντομα που ταξινομούνται σε πολλές Τάξεις (π.χ. Neuroptera, Coleoptera, Hemiptera, κ.ά.), καθώς και ακάρεα κυρίως της Οικογένειας Phytoseiidae.

Είναι τόσο μεγάλη η βιοποικιλότητα των αγροοικοσυστημάτων, έτσι ώστε σε μία μόνον καλλιέργεια μπορεί να υπάρχουν 300-500 διαφορετικά είδη αρπακτικών (Anonymous, 2000).

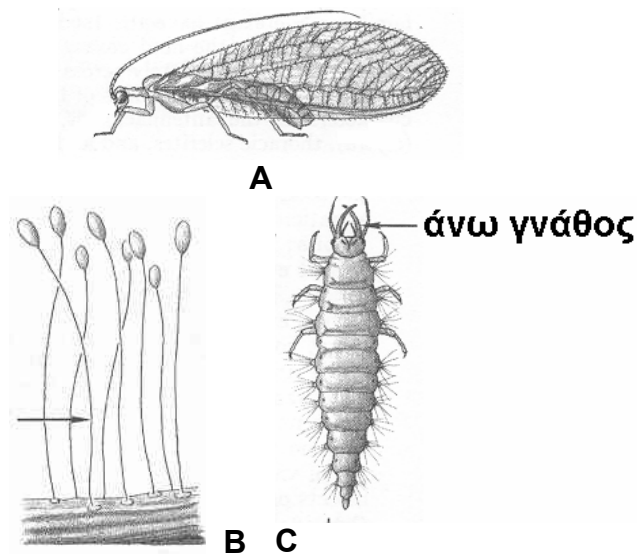
4.3.3.3.2. Μερικά σπουδαία αρπακτικά

☞ ***Chrysopa* spp. (Neuroptera) κν. Χρυζόπα.** Είναι νυκτόβιο έντομο συχνά προσελκυσμένο στο φως. Το ακμαίο (adult) έχει ανοικτό πράσινο χρώμα. Η κεφαλή είναι ευκίνητη με λεπτές και μακρές κεραίες και μεγάλα χρυσόχρωμα σύνθετα μάτια. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς με πλούσια νεύρωση μήκους 8-12 mm (Εικόνα 4.14.A). Το ακμαίο δεν είναι εντομοφάγο αλλά διατρέφεται από γύρη ανθέων, μελίτωμα αφίδων και νέκταρ. Η προνύμφη (larva) είναι ευκίνητη με 3 ζεύγη ποδών και μασητικά στοματικά μόρια με χαρακτηριστικές δρεπανοειδείς άνω γνάθους (Εικόνα 4.14.C). Η γενική της εμφάνιση ομοιάζει με μικροσκοπικό κροκόδειλο. Το μήκος της είναι περί τα 10-12 mm.

Το θηλυκό ωτοκεί περί τα 300 αυγά σε μία περίοδο 3-4 εβδομάδων, τα οποία αποθέτει κατά ομάδες στην επιφάνεια των φύλλων. Τα αυγά είναι χαρακτηριστικά ωοειδή στην κορυφή ενός είδος μακρού μίσχου (Εικόνα 4.14.B).

Μετά την εκκόλαψη των αυγών οι εξερχόμενες προνύμφες διατρέφονται ως αρπακτικά αφίδων, αλευρωδών, θριπών, μικρών προνυμφών Λεπιδοπτερών και αυγών εντόμων. Αν δεν υπάρχουν θηράματα, επιδεικνύουν κανιβαλισμό. Ειδικότερα, συλλαμβάνουν το θήραμά τους με τις ισχυρές άνω γνάθους, το παραλύουν και στην συνέχεια διατρέφονται απ' αυτό. Η προνυμφική περίοδος διαρκεί 2-3 εβδομάδες και στη συνέχεια οι προνύμφες νυμφώνονται σε μεταξώδες βομβύκιο. Τα ακμαία εμφανίζονται μετά 5 ημέρες. Ακολουθούν πολλές γενεές. Μία γενεά διαρκεί περί τις 3

εβδομάδες. Στην Ελλάδα καταγράφηκε εύρος βιολογικού κύκλου 22 ημέρες (Τόλης, 1986). Η διαχείμαση γίνεται ως νύμφη. Κατά τη διάρκεια της ζωής της μία προνύμφη καταναλίσκει περί τα 200 θηράματα.



Εικόνα 4.14. *Chrysopa* sp. (Neuroptera, Chrysopidae).
A: Ακμαίο. B: Αυγά. C: Προνύμφη.

Υπάρχουν εμπορικά σκευάσματα αυγών. Η δόση εφαρμογής εξαρτάται από το φυτό στο οποίο εφαρμόζεται και τις κλιματικές συνθήκες. Συνήθως εφαρμόζονται 5-10 αυγά ανά φυτό ανά 15νήμερο. Συνιστώνται 2-3 εφαρμογές. Είναι αποτελεσματική η εφαρμογή εντός θερμοκηπίων.

↪ ***Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae).** Είναι οι γνωστές *πασχαλίτσες* ή *λαμπρίτσες*. Ανήκουν στην Οικογένεια Coccinellidae των Κολεοπτέρων. Στην ίδια Οικογένεια υπάγονται πολλά είδη αρπακτικά επιβλαβών εντόμων, όπως είδη των Γενών *Adalia*, *Adonia*, *Scymnus*, *Exochomus*, κ.ά. Τα ακμαία έχουν σώμα ισχυρά καμπυλωτό μήκους περί τα 4 mm, χρώμα κόκκινο-πορτοκαλί, με επτά μαύρα στίγματα στα έλυτρα (Εικόνα 4.15.A). Ο προθώρακας και η κεφαλή είναι μαύρα. Τα στοματικά μόρια είναι μασητικού τύπου. Η προνύμφη έχει μήκος περί τα 9-10 mm, χρώμα γκρίζο με πορτοκαλόχρωμα, κίτρινα ή άσπρα στίγματα (Εικόνα 4.15.C). Είναι ευκίνητη με μασητικά στοματικά μόρια και αρκετά λαίμαργη. Τα αυγά είναι κίτρινα-πορτοκαλόχρωμα ωσειδή-ατρακτοειδή (Εικόνα 4.15.B) και αποτίθενται κατά ομάδες στα φύλλα. Η νύμφη είναι ημισφαιρική με χρώμα μαύρο και πορτοκαλί.

Διαχειμάζουν ως ακμαία σε διάφορα προφυλαγμένα μέρη. Πολλές φορές διαχειμάζουν συναθροισμένα σε ομάδες σε δασώδη προφυλαγμένα μέρη και μεταναστεύουν μόλις επαναρχίσουν την δραστηριότητά τους την Άνοιξη. Μετά μία μικρή χρονικά περίοδο προωτοκίας, ζευγαρώνουν και τα θηλυκά αποθέτουν τα αυγά τους επί των φύλλων επί των οποίων διατρέφονται από αφίδες και άλλα μικρά έντομα.



Εικόνα 4.15. *Coccinella* sp. (Coleoptera, Coccinellidae).
A: Ακμαίο. **B:** Αυγά. **C:** Προνύμφη.

Τα αυγά εκκολάπτονται μετά 5-7 ημέρες επώαση. Οι εξερχόμενες προνύμφες κινούνται δραστήρια καταναλίσκοντας με βουλιμία αφίδες, άλλα έντομα με μαλακό σώμα (θρίπες) και τετρανύχους. Με το πέρας της προνυμφικής περιόδου νυμφώνονται και μετά μία εβδομάδα εξέρχονται τα ακμαία της επόμενης γενεάς. Ακολουθούν πολλές αλληλοκαλυπτόμενες γενεές κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού και του Φθινοπώρου. Η διάρκεια μίας γενεάς το Καλοκαίρι διαρκεί 1,5 μήνα.

Οι πασχαλίτσες (τα ακμαία και οι προνύμφες) είναι σπουδαία αρπακτικά, καταναλίσκοντα (ακμαίο και προνύμφη) περί τις 500 αφίδες σε διάστημα ενός μηνός.

↪ **Αρπακτικά Ημίπτερα.** Στα Ημίπτερα περιλαμβάνονται αρπακτικά είδη που ανήκουν σε διάφορες Οικογένειες. Τα ακμαία και οι νύμφες διατρέφονται από το θήραμά τους με μύζηση. Στην **Οικογένεια Anthocoridae** περιλαμβάνονται αρπακτικά και ειδικότερα τα *Orius* spp (Berry *et al.*, 2000; Koppert, 2002; Orr *et al.*, 1997). Τα ακμαία έχουν κηλίδες μαύρες και άσπρες ενώ οι νύμφες είναι κιτρινο-πορτοκαλόχρωμες. Το μήκος τους είναι 3 mm. Είναι αρκετά ευκίνητα και λαίμαργα, καταστρέφοντας περί τα 30-35 άτομα τετρανύχων ανά ημέρα. Διατρέφονται από μικρά έντομα (θρίπες, αφίδες) και ακάρεα. Σπουδαία είδη είναι τα *O. tristicolor* και *O. insidiosus* (Εικόνα 4.16). Το τελευταίο κυκλοφορεί και ως εμπορικό σκεύασμα με το όνομα **THRIPOR-1** (Koppert, 2002).



Εικόνα 4.16. *Orius insidiosus*.
A: Ακμαίο. **B:** Νύμφη.

Επίσης αρπακτικά υπάρχουν στην **Οικογένεια Pentatomidae** (*Perillus bioculatus*) και την **Οικογένεια Geocoridae** (*Geocoris* spp.). Τα είδη αυτά διατρέφονται από τετρανύχους, αφίδες, αυγά εντόμων, αλλά και προνύμφες μεγαλύτερων εντόμων. Το *P. bioculatus* είναι αρπακτικό της προνύμφης του δορυφόρου της πατάτας. Τα *Geocoris* spp. καταναλίσκουν περί τους 80

τετρανούχους ανά ημέρα (Orr *et al.*, 1997). Όταν ενοχληθούν πέφτουν στο έδαφος.

- ↪ **Αρπακτικά Δίπτερα.** Τα σπουδαιότερα είδη ανήκουν στην **Οικογένεια Tachinidae** (*Wintemia* spp. *Myiopharus* spp.) (Berry *et al.*, 2000; Orr *et al.*, 1997). Είναι μύγες (6-14 mm), μεγαλύτερες από τις οικιακές και έντονα τριχωτές, με κόκκινο, κίτρινο ή υπόλευκο χρωματισμό της κοιλιάς τους. Παράσιτα είναι οι προνύμφες. Τα ακμαία κινούνται δραστήρια στη φυτική επιφάνεια αναζητώντας θηράματα. Αποθέτουν τα αυγά τους επί του θηράματος ή δίπλα του. Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες διατρέφονται ως παράσιτα στο εσωτερικό προνυμφών Λεπιδοπτέρων (καρπόκαφα μηλοειδών, κ.ά.) και Κολεοπτέρων (δορυφόρο πατάτας κ.ά.), καθώς και με Ημίπτερα. Μπορεί περισσότερες της μίας προνύμφες να παρασιτούν επί του ίδιου εντόμου. Μόλις συμπληρώσουν την προνυμφική περίοδο, εξέρχονται πέφτουν στο έδαφος και νυμφώνονται. Υπάρχουν 2-3 αλληλοκαλυπτόμενες γενεές τον χρόνο.

Άλλα παράσιτα είδη Διπτέρων ανήκουν στην **Οικογένεια Syrphidae** (Berry *et al.*, 2000; Orr *et al.*, 1997). Τα ακμαία των ειδών αυτών (*Syrphus* spp. και *Allograpta* spp.) μοιάζουν με μικρές μέλισσες, λόγω των κίτρινων ζωνών στο σώμα τους. Έχουν μήκος περί τα 10-12 mm. Τα ακμαία τρέφονται με γύρη λουλουδιών και με διάφορες γλυκείες ουσίες (μελιτώματα Ομοπτέρων). Οι προνύμφες τους (12 mm), είναι άπτερες και ακέφαλες, μοιάζουν με μικρά σαλιγκάρια και ζουν παρασιτικά επί αφίδων. Τα ακμαία, ωτοκοούν στις φυτικές επιφάνειες. Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες διατρέφονται από αφίδες για 7-10 ημέρες και στη συνέχεια πέφτουν στο έδαφος και νυμφώνονται. Μία προνύμφη μπορεί να καταστρέψει περί τις 400 αφίδες. Υπάρχουν 3-7 γενεές τον χρόνο.

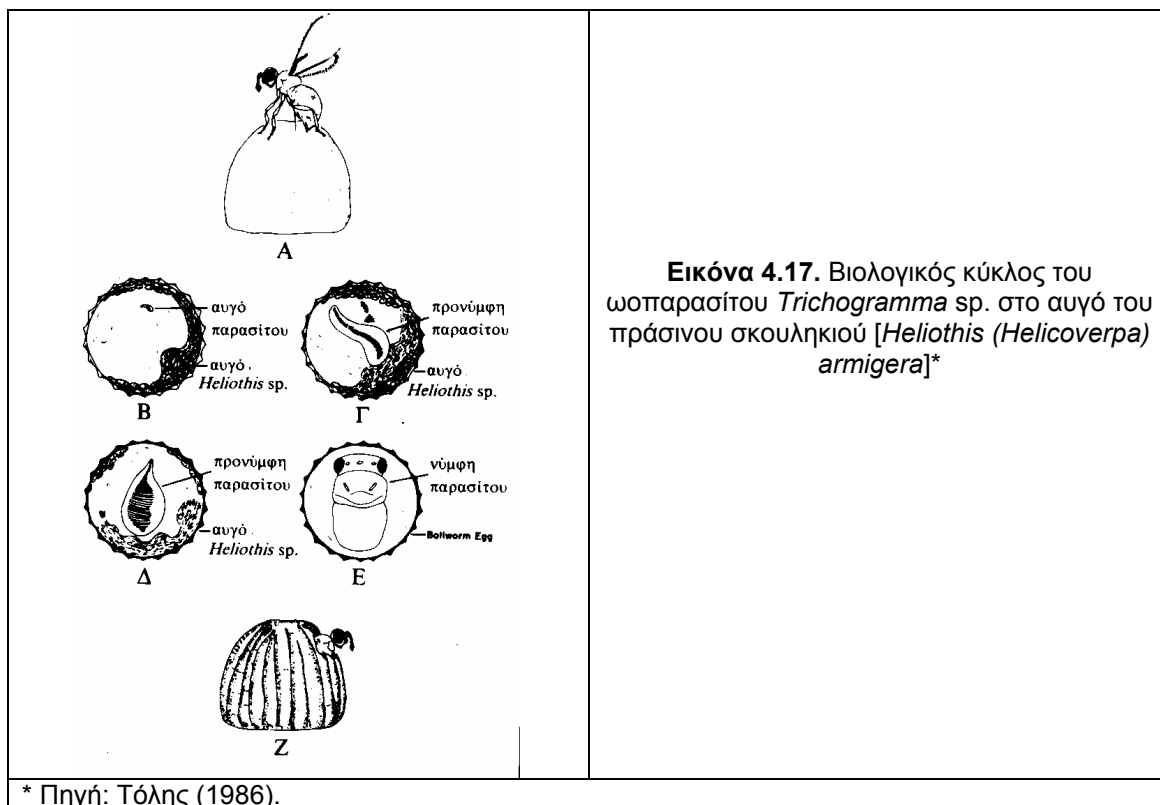
- ↪ Άλλα εκτός των Coccinelidae, **αρπακτικά Κολεόπτερα** ανήκουν στην **Οικογένεια Carabidae** (Bonnemaison, 1965; Orr *et al.*, 1997; Ross, 1965). Είναι έντομα εδάφους, με μακρές λεπτές κεραίες, σκούρου ή μεταλλικού χρώματος, μακρά έλυτρα και πόδια, που τα επιτρέπουν να κινούνται ταχύτατα στο έδαφος. Τα ακμαία είναι νυκτόβια, κρυπτόμενα κατά την ημέρα στο έδαφος. Οι προνύμφες είναι λεπτές και δραστήριες. Διατρέφονται με ατελή στάδια εντόμων αλλά και άλλα ζώα του εδάφους (γαιοσκώληκες).

4.3.3.4 Παρασιτοειδή

4.3.3.4.1. Ορισμοί – Γενικά

Παρόλο που τώρα ίσως θεωρείται ο όρος συνώνυμος του παρασίτου, το Παρασιτοειδές είναι στενότερη έννοια. **Παράσιτο** είναι ένας οργανισμός που ζει και διατρέφεται μέσα ή πάνω στο σώμα ενός άλλου οργανισμού. **Παρασιτοειδές** είναι παράσιτο έντομο που καταστρέφει τον ξενιστή του (Anonymus, 2000; Weeden *et al.*, 2002).

Μπορεί να διακριθούν σε ωοπαράσιτα (όταν παρασιτείται το αυγό του φυτοφάγου εντόμου) (Εικόνα 4.17), παράσιτα προνύμφης, πλαγγόνας, ακμαίου. Π.χ. *Trichogramma luteum* (Hymenoptera, Trichogrammidae) και *Telonus ullyetti* (Hymenoptera, Scelionidae) είναι ωοπαράσιτα του πράσινου σκώληκα (*Helicoverpa armigera*). *Exochus notatus* (Hymenoptera, Ichneumonidae) και *Rogas testaceus* (Hymenoptera, Braconidae) είναι παράσιτα της προνύμφης του πυρηνοτρήτη της εληάς (*Prays oleae*).



Οι διαφορές παρασίτων και αρπακτικών είναι:

- Τα παράσιτα είναι περισσότερο εξειδικευμένα επί των ξενιστών τους σε σχέση με τα αρπακτικά.
- Είναι επίσης περισσότερο προσαρμοσμένα με τον ξενιστή τους σε δεδομένο περιβάλλον και σε πολλές περιπτώσεις παράσιτο και ξενιστής βρίσκονται μαζί στο περιβάλλον.
- Το παράσιτο χρειάζεται πολύ λιγότερα άτομα του ξενιστή του για τη συμπλήρωση του βιολογικού του κύκλου απ' ότι ένα αρπακτικό.
- Διατρέφεται λιγότερο από ένα αρπακτικό και δεν απαιτείται να αναζητήσει τροφή.
- Τα παράσιτα αποθέτουν συνήθως τα αυγά τους μέσα στο σώμα του ξενιστή τους. Όταν εκκολαφθούν τα ατελή τους στάδια διατρέφονται στο εσωτερικό του ξενιστή όπου μπορεί να συμπληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο.

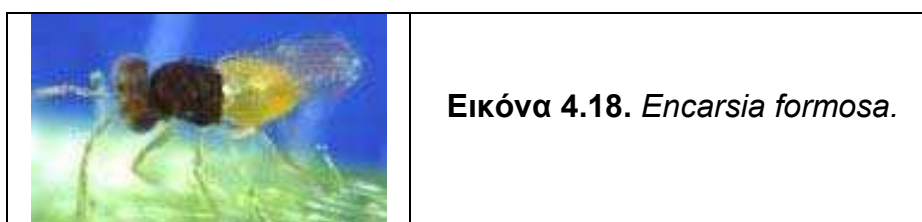
Τα παράσιτα είναι Ολομετάβολα έντομα. Τα ακμαία διαβιούν ελεύθερα και μόνον μερικά είδη διατρέφονται από τους ξενιστές τους. Μόνον τα θηλυκά εκ των παρασίτων ειδών παίζουν ρόλο στον βιολογικό έλεγχο των ξενιστών τους

αφού μόνον αυτά ωτοκοούν σ' αυτούς. Σε μερικά μάλιστα είδη δεν υφίστανται αρσενικά.

Ο αριθμός των παρασιτοειδών ίσως είναι το 25% του συνόλου των ειδών των εντόμων, ενώ παράσιτα γενικώς ανέρχονται σε 800.000 είδη.

4.3.3.4.2. Τα σπουδαιότερα παρασιτοειδή

Τα περισσότερα παρασιτοειδή ανήκουν στην Τάξη των Υμενοπτέρων, ακολουθούμενα από τα Δίπτερα. Υπάρχουν όμως και είδη που ανήκουν στα Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα και Νευρόπτερα.



↪ **Παρασιτοειδή Υμενόπτερα.** Η Τάξη των Υμενοπτέρων περιλαμβάνει τα σπουδαιότερα είδη παρασιτοειδών και ειδικότερα (Bonnemaison, 1965; Τόλης, 1986) στις παρακάτω **Οικογένειες**:

- **Ichneumonidae.** Υπάγονται τα είδη, *Ichneumon* sp., *Aleima* sp., *Parylypa* sp., *Campoletis* sp., *Melanicheumon* sp., κ.ά.
- **Braconidae.** *Apanteles* sp., *Chelonus* sp., *Meteorus* sp., *Microplitis* sp., *Praon* sp., κ.ά.
- **Trichogramidae.** *Trichogramma* sp. (Εικόνα 4.17).
- **Chalcidae.** *Spilochalcis* sp.
- **Aphelinidae.** *Aphelinus* sp., *Encarsia* sp. (Εικόνα 4.18), *Prospaltella* sp.

Όλα τα παρασιτοειδή Υμενόπτερα είναι πολύ μικρά, σπάνια ορατά (Berry *et al.*, 2000; Orr *et al.*, 1997). Μερικές φορές αφήνουν μετάξινο βομβύκιο δίπλα στο θήραμά τους. Παρασιτούν κυρίως σε ατελή στάδια φυτοφάγων εντόμων (αυγά και προνύμφες Λεπιδοπτέρων, Κολεοπτέρων, νύμφες και ακμαία κοκκοειδή, κ.ά.). Παρασιτισμένα έντομα πολύ σπάνια φθάνουν στην ωριμότητά τους. Είναι χαρακτηριστική η εικόνα των νεκρών παρασιτισμένων εντόμων. Στην περίπτωση των ωτοπαρασίτων, τα παρασιτισμένα αυγά είναι μαύρα.

↪ **Παρασιτοειδή Δίπτερα.** Τα ωφέλιμα είδη υπάγονται κυρίως στις Οικογένειες **Acroceridae**, **Bombyliidae**, **Cecidomyiidae**, **Cryptochetidae**, **Phoridae**, **Pipincludidae** και **Sarcophagidae** (Anonymous, 2000).

4.3.3.5 Παθογόνα

4.3.3.5.1. Ορισμοί – Γενικά

Τα παθογόνα είναι μικροοργανισμοί και ιοί που προκαλούν ασθένειες στους ξενιστές τους (Orr *et al.*, 1997; Weeden *et al.*, 2002).

Πολλά είδη ανήκοντα στα Βακτήρια, τα Πρωτόζωα, τους Μύκητες και τους Νηματώδεις καθώς και τους ιούς, δρουν ως παθογόνα φυτοφάγων εντόμων (Bonnemaison, 1965).

Τα παθογόνα δρουν επί των ξενιστών και προκαλούν χρόνιες ή οξείες ασθένειες που είναι μεταδοτικές από ξενιστή σε ξενιστή. Προκαλούν έτσι είτε τον θάνατο είτε δυσλειτουργία των ξενιστών που αδυνατούν έτσι να αναπτυχθούν και να ωριμάσουν, διακοπτομένου του βιολογικού τους κύκλου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των παθογόνων (Weeden *et al.*, 2002) είναι:

- Επιφέρουν τον θάνατο, μειώνουν την αναπαραγωγή, ελαττώνουν τον ρυθμό ανάπτυξης ή μικραίνουν τον χρόνο ζωής των φυτοφάγων.
- Συνήθως είναι εξειδικευμένα σε ένα είδος ξενιστή ή σε συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού του κύκλου.
- Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος ή την πυκνότητα πληθυσμού του φυτοφάγου εντόμου.
- Ο βαθμός ελέγχου των φυτοφάγων εντόμων από υπάρχοντα στη φύση παθογόνα είναι απρόβλεπτος.
- Έχουν σχετικά αργή δράση στο να παρέχουν επαρκή έλεγχο των φυτοπαθογόνων, που κυμαίνεται από μερικές ημέρες ή περισσότερο.
- Μπορεί να προκαλέσουν επιζωοτίες.

Τα παθογόνα των εντόμων και ακάρεων ανήκουν σε διάφορες ομάδες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, νηματώδεις) και στους ιούς. Η χρήση των μικροοργανισμών και ιών για την καταπολέμηση φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων συνιστά τη λεγόμενη **μικροβιακή καταπολέμηση**, που βασίζεται στην εφαρμογή σκευασμάτων εντοποπαθογόνων μικροοργανισμών (πρωτοζώων, βακτηρίων, μυκήτων, κ.ά.) και ιών. Αυτά τα σκευάσματα ονομάζονται **μικροβιακά εντομοκτόνα**.

4.3.3.5.2. Εντομοπαθογόνα βακτήρια

Από τα βακτήρια, πάνω από 90 είδη είναι εντομοπαθογόνα, αλλά μόνον μερικά απ' αυτά έχουν μελετηθεί και αξιολογηθεί (Weeden *et al.*, 2002). Κλασικό παράδειγμα εντομοπαθογόνου βακτηρίου είναι ο *Bacillus thuringiensis* ο οποίος έδωσε άριστα αποτελέσματα εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτερών και άλλων εντόμων. Ορισμένες μάλιστα φυλές του επιδεικνύουν εξειδίκευση σε ειδικές ομάδες εντόμων (π.χ. κουνούπια). Ο βάκιλλος αυτός κυκλοφορεί και ως

εμπορικό σκεύασμα (**DIPEL, Thuricide**, κ.ά) (Koppert, 2003). Ένα άλλο έντομοπαθογόνο είδος του ίδιου Γένους είναι ο *Bacillus popilliae*, που χρησιμοποιείται εναντίον προνυμφών Κολεοπτέρων (Scarabaeidae) (Weeden *et al.*, 2002).

Τα εντομοπαθογόνα βακτήρια αναπτύσσονται κυρίως επί των προνυμφών μερικών Κολεοπτέρων και Διπτέρων. Οι ασθενείς προνύμφες επιδεικνύουν όλο και χαμηλότερη δραστηριότητα, δεν τρέφονται και αποβάλλουν μία υγρή ουσία από το στόμα και την έδρα. Μετά τον θάνατό τους μαυρίζουν (Εικόνα 4.19), ενώ το σωματικό περίβλημα παραμένει άθικτο (Bonnemaison, 1965; Weeden *et al.*, 2002).

Μία άλλη περίπτωση αποτελεί το βακτήριο *Pseudomonas oryzae* που είναι συμβιωτικό με τον εντομοπαθογόνο Νηματώδη *Steinernema abbasi* (Εικ. 4.65) επί του Κολεοπτέρου *Galleria mellonella*. Στην πραγματικότητα η εντομοπαθογόνος δράση του νηματώδη οφείλεται στο βακτήριο (Βαγγέλας & συν. 2002b) (Εικόνα 4.20).



4.3.3.5.3. Εντομοπαθογόνοι μύκητες

Σε ό,τι αφορά τους μύκητες, εντομοπαθογόνα είδη κατατάσσονται στους Ζυγομύκητες και τους Δευτερομύκητες (Bonnemaison, 1965). Υπάρχουν είδη παθογόνα εναντίον αφίδων, αλευρωδών, μυγών, προνυμφών Λεπιδοπτέρων, θριπών και τετρανύχων. Τα ασθενή άτομα δεν τρέφονται πέφτουν σε λήθαργο και θανατώνονται. Τα νεκρά άτομα διογκώνονται και καλύπτονται πολλές φορές από το μυκήλιο του παθογόνου μύκητα.

Μερικά είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων διατίθενται ως εμπορικά σκευάσματα.

- Ο μύκητας *Metarhizium anisopliae* χρησιμοποιείται εναντίον κατσαρίδων.
- Ο *Beauveria bassiana* (με τα εμπορικά ονόματα **Mycotrol GH-OF** και **Mycotrol GH-ES**) χρησιμοποιείται εναντίον ακρίδων.
- Ο *Paecilomyces fumosoroseus* (με εμπορικό όνομα **Apopka Strain 97**) χρησιμοποιείται σε καλλωπιστικά εναντίον αφίδων, θριπών, αλευρωδών και τετρανύχων.
- Ο *Verticillium lecanii* χρησιμοποιείται ως μικροβιακό εντομοκτόνο με την εμπορική ονομασία **Mycotal** εναντίον αλευρωδών και αφίδων ιδιαίτερα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Koppert, 2003).

4.3.3.5.4. Εντομοπαθογόνοι ιοί

Σε ό,τι αφορά τους ιούς, υπάρχουν ιοί που προκαλούν τις λεγόμενες μολυσματικές πουεδρώσεις σε προνύμφες Λεπιδοπτέρων. Μερικά εμπορικά σκευάσματα στην Αμερική χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες ανθοκομικών σε θερμοκήπια εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτέρων.

4.3.3.5.5. Εντομοπαθογόνοι Νηματώδεις

Οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις κατατάσσονται στις Οικογένειες Steinernematidae και Heterorhabditidae. Τα εντομοπαθογόνα είδη που χρησιμοποιούνται και εμπορικά είναι:

- ↳ *Steinernema carpospsae*: Αποτελεσματικό εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτέρων.
- ↳ *Steinernema feltiae*: Προσβάλλει ατελή στάδια Διπτέρων. Διατηρεί την αποτελεσματικότητά του στο έδαφος σε χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των 10°C).
- ↳ *Steinernema glaseri*: Είναι ο μεγαλύτερος εντομοπαθογόνος νηματώδης (διπλάσιο μήκος από τον *Steinernema carpospsae*). Προσβάλλει προνύμφες Κολεοπτέρων και ειδικότερα της Οικογένειας Scarabaeidae.
- ↳ *Steinernema kushidai*: Απομονώθηκε και χρησιμοποιείται μόνον στην Ιαπωνία εναντίον προνυμφών της Οικογένειας Scarabaeidae.
- ↳ *Heterorhabditis bacteriophora*: Προσβάλλει προνύμφες Λεπιδοπτέρων και Κολεοπτέρων. Έχει μικρή αποτελεσματικότητα όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι κάτω των 20°C.
- ↳ *Heterorhabditis megidis*: Χρησιμοποιείται εναντίον ριζοφάγων προνυμφών Κολεοπτέρων

Φαίνεται ότι η εντομοπαθογόνος δράση των νηματωδών οφείλεται σε συμβιωτικά βακτήρια (όπως στην περίπτωση του *Steinernema abbasi*).

4.3.4 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Υπάρχουν οι παρακάτω τρεις τύποι βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων και των ακάρεων (Landis & Orr, 1996; Orr *et al.*, 1997) με χρήση αρπακτικών παρασιτοειδών και παθογόνων:

4.3.4.1 Κλασική Βιολογική Αντιμετώπιση (εισαγωγή φυσικών εχθρών)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην περίπτωση που ένα φυτοφάγο έντομο ή άκαρι σε μία περιοχή, έχει άλλη περιοχή προέλευσης και με κάποιο τρόπο διασποράς βρέθηκε και εγκαταστάθηκε στην υπόψη περιοχή, χωρίς όμως να έχουν εισαχθεί συγχρόνως και οι φυσικοί του εχθροί (Dent, 1991). Η απουσία των φυσικών εχθρών δίδει την δυνατότητα στον εισαχθέντα φυτικό εχθρό να πολλαπλασιασθεί και να αποτελέσει πρόβλημα στην περιοχή. Με την Κλασική Βιολογική Αντιμετώπιση γίνεται αναζήτηση στη περιοχή προέλευσης του φυτοπαρασίτου εντόμου των φυσικών του εχθρών. Οι τελευταίοι κατά κανόνα διατηρούν τον πληθυσμό του επιβλαβούς εντόμου στη περιοχή προέλευσής του σε χαμηλά επίπεδα. Έτσι, αν οι φυσικοί του εχθροί του φυτοφάγου εντόμου εισαχθούν στην περιοχή που τελικά αυτό εγκαταστάθηκε, αναμένεται ο βιολογικός έλεγχος του πληθυσμού του, σε επίπεδα κάτω από το οικονομικό επίπεδο προσβολής.

Το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα, που αποτελεί και τη πρώτη στον Κόσμο επιτυχή εφαρμογή της βιολογικής αντιμετώπισης με εισαγωγή φυσικού εχθρού από άλλη χώρα, είναι η περίπτωση του κοκκοειδούς *Icerya purhasi* (Homoptera, Margarodidae), γνωστού ως «βαμβακάδα» των εσπεριδοειδών, στην Καλιφόρνια το 1888. Το κοκκοειδές, ιθαγενές της Αυστραλίας διεσπάρει και επεκτάθηκε στους εσπεριδοειδώνες της Καλιφόρνια, προκαλώντας σημαντικές ζημιές. Το 1888 ο Albert Koebele, ευρισκόμενος στην Αυστραλία ως εκπρόσωπος του Ομοσπονδιακού Υπουργείου Γεωργίας, διαπίστωσε ότι στην Αυστραλία το *Icerya purhasi* δεν αποτελούσε ιδιαίτερο πρόβλημα λόγω παρουσίας του φυσικού του εχθρού *Rodolia cardinalis* (Coleoptera, Coccinellidae). Απέστειλε 514 ακμαία του αρπακτικού στην Καλιφόρνια. Το έντομο εκτράφηκε και εξαπολύθηκε στα περιβόλια της Ν. Καλιφόρνιας και εγκαταστάθηκε. Σε λιγότερο από ένα χρόνο αποδείχθηκε η αποτελεσματικότητα του αρπακτικού με τον έλεγχο του πληθυσμού του *Icerya purhasi* (Clausen, 1978).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η βιολογική αντιμετώπιση στην Ελλάδα των Κοκκοειδών *Chrysomphalus dictyospermi* και *Lepidosaphes beckii* των εσπεριδοειδών με τα παράσιτα Υμενόπτερα *Aphytis melinus* και *A. lepidosaphes*, αντίστοιχα. Τα Υμενόπτερα αυτά εισήχθησαν στην Ελλάδα από τις ΗΠΑ, εκτράφηκαν στο εντομοτροφείο του Μπεννακείου Φυτοπαθολογικού

Ινστιτούτου (από την Δρ. Λουκία Αργυρίου) και με διαδοχικές εξαπολύσεις εγκαταστάθηκαν στις περιοχές καλλιέργειας εσπεριδοειδών. Αποτέλεσμα είναι από 30ετίας τα ανωτέρω κοκκοειδή να μην αποτελούν πλέον πρόβλημα.

Ανάλογης επιτυχίας είναι η βιολογική αντιμετώπιση της ψώρας του San Jose (*Quandraspidiotus permiciosus*) στην Ελλάδα, με την εισαγωγή, εκτροφή, εξαπόλυση και εγκατάσταση του Υμενοπτέρου *Prospaltella permiciosi* στις δενδροκαλλιεργούμενες περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας.

Πρέπει να επισημανθεί ότι απαιτείται η εγκατάσταση του εισαγόμενου φυσικού εχθρού στο περιβάλλον που εξαπολύεται, ώστε να αποκατασταθεί ισορροπία με τον πληθυσμό του φυτοπαρασίτου και να υπάρχει στο εξής φυσικός έλεγχος. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να υπάρχει συνεχής εισαγωγή του φυσικού εχθρού όταν αυξάνεται επικίνδυνα ο πληθυσμός του φυτοπαρασίτου.

4.3.4.2 Αύξηση του πληθυσμού των φυσικών εχθρών φυτοφάγων εντόμων.

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται στην υποβοήθηση ανάπτυξης του πληθυσμού ενός υπάρχοντος φυσικού εχθρού για την αντιμετώπιση ιθαγενούς ή εξωτικού φυτοπαρασίτου και μπορεί να υλοποιηθεί με δύο τρόπους. Είτε:

- Με εκτροφή του φυσικού εχθρού στο Εργαστήριο και διαδοχικές εξαπολύσεις του στη φύση σε κατάλληλο χρόνο.
- Με εκτροφή ενός φυσικού εχθρού πλέον αποτελεσματικού από πλευράς αναζήτησης ή ρυθμού παρασιτισμού του θηράματός του και στη συνέχεια εξαπόλυσή του στη φύση.

Συνήθως δεν υπάρχει σύμπτωση της ανάπτυξης του πληθυσμού του φυσικού εχθρού νωρίς κατά την καλλιεργητική περίοδο με την ανάπτυξη του πληθυσμού του φυτοπαρασίτου εντόμου. Έτσι, εξαπολύσεις φυσικών εχθρών νωρίς, βοηθά στην παρουσία ικανού πληθυσμού φυσικών εχθρών όταν το φυτοπαρασίτο πρωτοεμφανίζεται.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η μέθοδος αυτή της βιολογικής αντιμετώπισης εντόμων και ακάρεων (σε αντίθεση με την προηγούμενη και την επόμενη) δεν παρέχει μόνιμη λύση στο πρόβλημα των φυτοπαρασίτων εντόμων όταν ο φυσικός εχθρός δεν εγκαθίσταται αναπτύσσοντας ικανοποιητικούς πληθυσμούς στο περιβάλλον και προϋποθέτει συνεχή διαχείριση εκ μέρους του ανθρώπου.

Παράδειγμα στην περίπτωση αυτή αποτελεί η βιολογική αντιμετώπιση του ψευδόκκοκου των εσπεριδοειδών (*Pseudococcus citri*) στην Ελλάδα με το αρπακτικό *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera, Coccinellidae). Το αρπακτικό αυτό είναι ιθαγενές της Αυστραλίας, εισήχθη και εκτρέφονταν στο εντομοτροφείο του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Με τις εξαπολύσεις που γίνονταν κατά καιρούς, μειωνόταν σημαντικά ο πληθυσμός του ψευδόκκοκου. Το αρπακτικό όμως δεν εγκαταστάθηκε στην Ελλάδα και έτσι

θα πρέπει να εισάγεται κάθε φορά που είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση του ψευδόκοκκου.

4.3.4.3 Διατήρηση των φυσικών εχθρών στο περιβάλλον.

Είναι σπουδαιότατη μέθοδος βιολογικής αντιμετώπισης εντόμων και ακάρεων. Προϋποθέτει τον προσδιορισμό όλων των παραγόντων που επηρεάζουν αρνητικά την επιβίωση ή αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών των φυτοπαρασίτων εντόμων και στη συνέχεια την τροποποίηση των παραγόντων αυτών προς όφελος των φυσικών εχθρών. Επίσης η μέθοδος αναφέρεται και στη παροχή αναγκαίων πηγών επιβίωσης των φυσικών εχθρών των φυτοπαρασίτων εντόμων και ακάρεων.

Η μέθοδος αποτελεί μέρος της προσπάθειας για αύξηση της βιοποικιλότητας σε ένα σύστημα άσκησης βιολογικής γεωργίας. Αυτό ονομάστηκε προσφυώς στην Αμερική ως «*Farmscaping*» (Dufour, 2000) και επιτυγχάνεται με τη χρήση φυτικών φρακτών, φυτών που αποτελούν ενδιαίτητα ωφελίμων εντόμων, δεξαμενών νερού κλπ. που ελκύουν και υποβοηθούν την ανάπτυξη πληθυσμών ωφελίμων ζώων (όπως εντόμων, νυκτερίδων και αρπακτικών πτηνών) στο αγροοικοσύστημα εφαρμογής της βιολογικής γεωργίας.

Η σχεδόν μονοκαλλιέργεια που έχει επικρατήσει με την άσκηση της συμβατικής Γεωργίας, έχει ως ένα αποτέλεσμα την αναποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών να ελέγξουν τα φυτοπαρασίτα έντομα και ακάρεα. Δεν είναι ασυνήθης η διαπίστωση ότι οι φυσικοί εχθροί των φυτοπαρασίτων αναπτύσσονται και αναπαράγονται όταν είναι πλέον αργά να εμποδίσουν τα φυτοπαρασίτα να προκαλέσουν την οικονομική ζημία. Αυτό συμβαίνει διότι η καλλιέργεια σε συμβατική γεωργία είναι απομονωμένη από τα ενδιαίτηματα στα οποία αναπτύσσονται οι φυσικοί εχθροί. Επίσης μερικά αρπακτικά (όπως για παράδειγμα οι πασχαλίτσες) λόγω της βουλιμίας με την οποία διατρέφονται παροδικά περιορίζουν αισθητά τα φυτοπαρασίτα με αποτέλεσμα να εξαναγκάζονται να μετακινηθούν σε άλλες τοποθεσίες.

Τα ακμαία των ωφελίμων αρπακτικών και παρασιτοειδών χρειάζονται τροφή ώστε να είναι σε θέση να ωοτοκήσουν. Πολλά μάλιστα απ' αυτά δεν διατρέφονται από τα φυτοπαρασίτα ως αρπακτικά ή παρασιτοειδή (π.χ. η χρυζόπα). Άλλα πάλι (π.χ. μερικά παράσιτα Δίπτερα και Υμενόπτερα) κατά την περίοδο προωτοκίας απαιτούν τροφή διαφορετική απ' αυτή με την οποία διατρέφονται μετά την προωτοκία. Έτσι λοιπόν οι διαθέσιμες τροφές για τα ακμαία παράσιτα και αρπακτικά μπορεί να υπάρχουν εκεί που αναπτύσσονται τα φυτοπαρασίτα. Η αποτελεσματικότητα κατά τα ανωτέρω των αρπακτικών και παρασιτοειδών είναι δυνατόν να αυξηθεί αν γίνει καλός χειρισμός του αγροοικοσυστήματος που να επιτρέπει την αύξηση της πιθανότητας τα αρπακτικά να συνυπάρχουν και επομένως να βρίσκουν τα φυτοπαρασίτα. Ένας τέτοιος χειρισμός είναι ο εμπλουτισμός του αγροοικοσυστήματος με συμπληρωματικές πηγές διατροφής των αρπακτικών και παρασιτοειδών.

4.3.5 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΑΚΑΡΕΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.3.5.1. Καταπολέμηση με μηχανικά μέσα

Τα μηχανικά μέσα καταστροφής των εντόμων χρησιμοποιούνται διαρκώς και λιγότερο, διότι απαιτούν σημαντικό αριθμό ημερομισθίων, καθώς και χρήση ειδικών εργαλείων ή μηχανημάτων ή ειδικευμένης εργασίας.

4.3.5.1.1. Σύλληψη των ακμαίων

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναντίον ορισμένων, μεγαλόσωμων συνήθως, εντόμων γεωργικής σημασίας. Παλαιότερα στην Γαλλία, η σύλληψη του ανθονόμου της μηλιάς και της μηλολόνης αποτελούσε πρακτικά εφαρμοζόμενη μέθοδο καταπολεμήσεως. Η εργασία αυτή γινόταν τις πρωινές ώρες, όταν τα έντομα είναι ακόμη «μουδιασμένα» από το νυκτερινό ψύχος.

Στις χώρες της Β. Αφρικής, εφαρμόζεται η σύλληψη των ακμαίων ετεροπτέρων των σιτηρών με ειδικούς συλλεκτήρες που κρατούν εργάτες στο ύψος των σταχύων καθώς βαδίζουν διασχίζοντας τον σιταγρό.

4.3.5.1.2. Καταστροφή ωτοκίων, φωληών, νυμφών

Η καταστροφή των ωτοκίων της περιίδας των λαχάνων και του δορυφόρου της πατάτας εφαρμόζεται με σύνθλιψη σε λαχανοκομικές καλλιέργειες. Η συλλογή και στην συνέχεια καταστροφή των φωληών της κάμπιας των πεύκων, αποτελεί και σήμερα τον τρόπο αντιμετώπισης του εντόμου αυτού στα δένδρα που βρίσκονται μέσα στην πόλη.

Ο «σιγαράς» του αμπελιού αποθέτει τα αυγά του μέσα στα περιτυλιχθέντα απ' αυτόν φύλλα. Όταν τα φύλλα ξηρανθούν γίνονται καλώς ορατά και έτσι είναι εύκολη η συλλογή και καταστροφή τους.

4.3.5.1.3. Προσκολλητικές ταινίες

Η χρήση προσκολλητικών ταινιών γύρω από τον κορμό δένδρων, εμποδίζει την άνοδο προς το φύλλωμα ορισμένων μη ιπταμένων εντόμων ή προνυμφών. Η μέθοδος εφαρμόζεται στο αμπέλι κατά του ωτιορρύγχου (*Otiorrhynchus*

excellens) και στην εληά κατά των απτέρων θηλυκών του Λεπιδοπτέρου *Hybernia bajaran*, τα οποία βαδίζουν προς το φύλλωμα για ωτοκία.

4.3.5.1.4. Φράγματα, τάφροι

Για έντομα τα οποία μεταναστεύουν βαδίζοντα, χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν, βαθειά αυλάκια, χαντάκια γεμάτα με (ή χωρίς) νερό ή ασβέστη, στην περίμετρο του προς προστασία αγρού. Η μέθοδος αυτή εφαρμόσθηκε κατά του *Cleonus mendicus* (Coleoptera, Curculionidae) των σακχαροτεύτων.

4.3.5.1.5. Παγίδευση

Χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ακόμη εναντίον ορισμένων Λεπιδοπτέρων, Διπτέρων, κ.ά. Χρησιμοποιούνται δολώματα ή ελκυστικές ουσίες ή αντικείμενα για να προσελκύσουν τα έντομα μέσα σε δοχεία από τα οποία δεν μπορούν να εξέλθουν.

Στον κορμό των μηλιών τοποθετείται ειδικό χαρτί με αυλακώσεις, που αποτελεί κατάλληλο τόπο διαχειμάσεως των προνυμφών της καρπόκαψας των μήλων. Τον χειμώνα οι παγίδες αυτές αφαιρούνται και καταστρέφονται μαζί με τις διαχειμάζουσες κάμπιες της καρπόκαψας.

Κατά περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν πολλές μορφές παγίδων, όπως τροφικές, φωτοπαγίδες, κ.ά. Οι φωτοπαγίδες χρησιμοποιούνται ικανοποιητικά σε περιπτώσεις Λεπιδοπτέρων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται για πληθυσμιακές μελέτες, για τον προσδιορισμό της εξόδου των ακμαίων και έτσι τον προσδιορισμό του χρόνου επεμβάσεως με φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Ο Οργανισμός Βάμβακος παλαιότερα είχε εγκαταστήσει δίκτυο φωτοπαγίδων για τον έλεγχο του πληθυσμού του ρόδινου σκώληκα και του πράσινου σκώληκα.

4.3.5.1.6. Φυγοκέντρωση

Επιτυγχάνεται με μία συσκευή που ονομάζεται entoleter. Αυτή περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα και εκσφενδονίζει τους σπόρους (σιτηρών) στο τοίχωμα της συσκευής, γεγονός το οποίο προκαλεί την θανάτωση των εντόμων που παρασιτούν στους σπόρους. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την απεντόμωση αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, όπως σπόρων, αλεύρων κλπ. Με την συσκευή αυτή επιτυγχάνεται όχι μόνο η θανάτωση των ακμαίων και ατελών σταδίων των εντόμων και ακάρεων αλλά και των αυγών τους. Τέτοια μηχανήματα λειτουργούν σε διάφορους αλευρομύλους.

4.3.5.2. Χρησιμοποίηση φυσικών μέσων

4.3.5.2.1 Θερμότητα

Τα έντομα, ζουν και αναπτύσσονται μέσα σε ορισμένο εύρος θερμοκρασιών. Κατά γενικό κανόνα, δεν αντέχουν για πολύ σε μία θερμοκρασία ίση ή μεγαλύτερη των 55 °C.

Στην περίπτωση των εντόμων εδάφους, το έδαφος μπορεί να απολυμανθεί με εφαρμογή ατμού ή θερμού νερού.

Στην περίπτωση εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα (σπόρους), οι σπόροι μπορεί να υποβληθούν στην επίδραση ξηράς θερμότητας 55-70 °C, επί μεταβλητό χρόνο. Η μέθοδος έχει το μειονέκτημα ότι μειώνει το βάρος του σπόρου.

Στις περιπτώσεις απεντομώσεως σπόρων προοριζομένων για σπορά, και για να μην καταστραφεί η βλαστική ικανότητα των σπόρων, συνιστάται όπως η θερμοκρασία απεντομώσεως να μην υπερβαίνει τους 57,5 °C, ο χρόνος εκθέσεως τις 6 ώρες και η υγρασία των σπόρων το 12%.

4.3.5.2.2 Φωτιά

Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της κηκιδόμυγας των σιτηρών *Mayetiola destructor* (Diptera, Cecidomyiidae). Συγκεκριμένα γίνεται καύση της καλαμιάς με αποτέλεσμα την καταστροφή των εντόμων που βρίσκονται στα στελέχη των σιτηρών.

4.3.5.2.3 Ηλεκτροστατικό πεδίο

Ικανοποιητικά αποτελέσματα δίδουν υψίσυχνα ηλεκτροστατικά πεδία παραγομένων από ειδικές συσκευές, για την απεντόμωση αποθηκευμένων προϊόντων και κατεργασμένης ξυλείας.

4.3.5.2.4 Ήχος

Η επίδρασή του στους ζωντανούς οργανισμούς έγινε αντιληπτή από του 1ου παγκοσμίου πολέμου, όταν είχαν παρατηρηθεί νεκρά ψάρια γύρω από τα υποβρύχια. Νέες τεχνικές (υπέρηχοι) παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Υπερηχητικά κύματα 400 χιλιοκύκλων που δοκιμάστηκαν σε φυτοφάγα έντομα (καρπόκαφα των μήλων), παρουσίασαν θανατηφόρα δράση μετά από έκθεση των εντόμων επί 4-30 λεπτά της ώρας.

4.3.5.2.5 Ιονίζουσα ακτινοβολία

Δοκιμάσθηκαν σωμάτια β σε δόσεις 70.000-350.000 RAD με επιτυχία σε ξυλοφάγα έντομα και έντομα αποθηκών. Έχουν όμως περιορισμένη διεισδυτική ικανότητα. Η ακτινοβολία γ είναι υψηλής διεισδυτικής ικανότητας αλλά τα έντομα έχουν επιδείξει μία καταπληκτική ανθεκτικότητα σε σύγκριση με τα θηλαστικά (65πλάσια). Η ακτινοβολία γ εφαρμόστηκε επιτυχώς για την στείρωση αρσενικών ατόμων ενός πληθυσμού εντόμων. Η μέθοδος εφαρμόστηκε επί του Διπτέρου *Callitroga hominivorax*, το οποίο προκαλεί δερματικές μυιάσεις σε κατοικίδια και άγρια θηλαστικά των Η.Π.Α. και της Κεντρ. Αμερικής. Το έντομο επίσης ενδημεί στην Αφρική και απείλησε και την Ν Ευρώπη το 1991. Οι μύγες αυτές ζευγαρώνουν μία μόνο φορά, ωτοκοούν πάνω στο δέρμα των ζώων και οι προνύμφες εισδύουν μέσα σ' αυτό μέσω επιφανειακών πληγών. Μία δοκιμή έγινε στο νησί Curacao το 1954. Μεγάλος αριθμός αρσενικών ληφθέντων με τεχνητή εκτροφή, στειρώθηκε με ακτίνες γ του κοβαλτίου 60 και στην συνέχεια εξαπολύθηκε στο νησί, σε αναλογία 100 αρσενικών κατά εβδομάδα και κατά 1 km². Διαπιστώθηκε ότι τα στειρωθέντα αρσενικά ζευγάρωναν κανονικά και τα θηλυκά έδιναν στείρες ωτοκίες. Μετά ένα έτος εφαρμογής της μεθόδου δεν υπήρχε ούτε ένα δείγμα του εντόμου πάνω στο νησί. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε πειραματικά στο Ισραήλ για την καταπολέμηση της μύγας της μεσογείου με αρνητικά αποτελέσματα. Στην Ελλάδα, προγραμματίστηκε από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενεργείας και εφαρμόζεται κατά του δάκου της ελιάς.

4.3.5.3. Καλλιεργητικές μέθοδοι

4.3.5.3.1 Αμειψισπορά

Τα περισσότερα έντομα τρέφονται από περιορισμένο αριθμό φυτικών ειδών ή από ένα μόνο είδος φυτού. Κατάλληλη επομένως αμειψισπορά μπορεί να περιορίσει σημαντικά τον πληθυσμό επιβλαβών εντόμων, ιδίως εκείνων τα οποία είναι ολιγοφάγα και δεν μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις. Η σημασία της αμειψισποράς σαν μέσο περιορισμού του πληθυσμού των επιβλαβών

εντόμων, μειώνεται κατά πολύ στις περιπτώσεις πολυφάγων εντόμων που μπορούν να αναπτύσσονται σε μεγάλο αριθμό ειδών καλλιεργουμένων και αυτοφυών φυτών. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, είναι ευνόητη η ανάγκη της επιμελούς καταστροφής της αυτοφυούς βλαστήσεως. (βλ. επίσης παράγραφο 4.2.4.2.4 και 4.4.2.4.1)

4.3.5.3.2 Καλλιεργητικές εργασίες

Με τις αρόσεις καταστρέφεται σοβαρός αριθμός επιβλαβών εντόμων που διανύουν ένα στάδιο του βιολογικού τους κύκλου στο έδαφος. Με την κατεργασία του εδάφους καταστρέφονται μηχανικά τα έντομα που ζουν ή διαχειμάζουν στο έδαφος, καθώς επίσης τα βομβύκια, οι φωληές ή η τροφή τους. Με την αναστροφή του εδάφους εκτίθενται στους φυσικούς τους εχθρούς (πτηνά, τρωκτικά κλπ.) ή στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες ή θάβονται σε δυσμενές γι' αυτά βάθος. Φθινοπωρινές και χειμερινές αρόσεις προκαλούν μείωση του αναμενόμενου για την επόμενη άνοιξη πληθυσμού του πράσινου σκώληκα λόγω καταστροφής των πλαγγόνων που βρίσκονται μέσα στο έδαφος. Οι θερινές αρόσεις καταστρέφουν τα αυγά και τις νεαρές προνύμφες των σιδηροσκωλήκων.

4.3.5.3.3 Χρόνος εκτέλεσης καλλιεργητικών εργασιών

Η διευθέτηση του χρόνου σποράς και συγκομιδής, κλαδεύσεως, αρδεύσεως κλπ. έχει μεγάλη σημασία σε πολλές περιπτώσεις.

4.3.5.3.4 Φυτά παγίδες

Η μέθοδος συνίσταται στην προσέλκυση των εντόμων σε άλλα φυτά (που δεν αποτελούν την κύρια καλλιέργεια) και ακολούθως στην καταστροφή των φυτών αυτών μαζί με τα έντομα που βρίσκονται πάνω σ' αυτά ή την καταπολέμησή τους που είναι πιο ευχερής στα φυτά παγίδες). Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για τον πράσινο σκώληκα στο βαμβάκι με δευτερεύουσα καλλιέργεια το καλαμπόκι στο οποίο προσελκύονται τα έντομα για ωτοκία.

4.3.5.3.5 Ανθεκτικές ποικιλίες

Ανθεκτικά φυτά στα έντομα είναι εκείνα τα οποία υφίστανται μικρότερες ζημιές ή πάνω στα οποία τα επιβλαβή έντομα πολλαπλασιάζονται ή εμφανίζονται σε μικρότερο βαθμό απ' ό,τι σε άλλα φυτά, όταν επικρατούν παρόμοιες συνθήκες

αγρού. Κλασσικό παράδειγμα ανθεκτικότητας στην γεωργική πράξη είναι τα υποκείμενα αμερικανικών ειδών αμπέλου (ανθεκτικών στην ριζόβια μορφή φυλλοξήρας) πάνω στα οποία εμβολιάζονται ποικιλίες ευρωπαϊκής αμπέλου.

4.4 Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΦΥΤΟΠΑΡΑΣΙΤΩΝ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ

Γενικά οι Νηματώδεις είναι ζώα σκωληκόμορφα μικρού μεγέθους. Το μήκος των φυτοπαρασίτων Νηματωδών κυμαίνεται από 0,2 mm μέχρι 5 mm. Εξεταζόμενοι στο μικροσκόπιο, μεγεθυμένοι 100 φορές, μέσα σε σταγόνα νερού, διακρίνονται σαν λεπτά νωθρά ή δραστήρια σκουλήκια, με λευκό χρωματισμό στο προσπίπτον φως ή διαφανή σε διερχόμενο φως.

Αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της εδαφοπανίδας. Διαβιούν στους εδαφικούς πόρους και διακινούνται κολυμπώντας στο εδαφικό νερό. Όταν το έδαφος είναι ξηρό προσκολλώνται στα εδαφικά σωματίδια. Πολλά είδη Νηματωδών διαβιούν σε υδάτινα περιβάλλοντα (θάλασσα, ποταμούς, λίμνες). Τα περισσότερα είδη Νηματωδών είναι σαπρόφυτα και επιτελούν ωφέλιμο έργο στη Φύση. Ένα μέρος των ειδών είναι παράσιτα φυτών και ειδικότερα του υπόγειου μέρους τους. Υπάρχουν όμως και φυτοπαρασίτοι Νηματώδεις υπεργείων φυτικών οργάνων (π.χ. *Aphelencooides* spp. *Anguina* spp. κ.ά.)



Εικόνα 4.21. Αυγό Νηματώδη.



Εικόνα 4.22. Θηλυκό *Meloidogyne* sp.

Παρόλο που, τυπικά, οι Νηματώδεις είναι σκωληκόμορφοι, υπάρχουν μερικά γένη, των οποίων τα θηλυκά έχουν απιοειδές (Εικόνα 4.22), σφαιρικό, λεμονοειδές σχήμα (π.χ. στα γένη *Meloidogyne* και *Heterodera*). Τα θηλυκά του είδους *Tylenchulus semipenetrans* έχουν σακκόμορφο σχήμα. Σ' όλες όμως τις περιπτώσεις, τα αρσενικά είναι σκωληκόμορφα. Το φαινόμενο αυτό (δηλαδή της μορφολογικής διαφοράς αρσενικών και θηλυκών του αυτού είδους), λέγεται **γενετήσιος διμορφισμός**.

Οι Νηματώδεις είναι, κατά κανόνα, ζώα **γονοχωριστικά**. Υπάρχουν, δηλαδή, αρσενικά και θηλυκά άτομα. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις **ερμαφροδιτισμού** (όταν ένα άτομο έχει και όρχεις και ωοθήκες) και **παρθενογένεσης** (όταν γίνεται αναπαραγωγή χωρίς γονιμοποίηση).

Οι Νηματώδεις είναι ζώα ωοτόκα. Τα αυγά, γενικά, είναι ωοειδή στο σχήμα με λεία επιφάνεια (Εικόνα 4.21). Τα θηλυκά ωοτοκούν από μερικά αυγά την ημέρα μέχρι μερικές χιλιάδες, σε μία περίοδο δύο μηνών. Γενικά, ωοτοκούν περί τα 500 αυγά. Η ωοθεσία γίνεται στο χώμα, κοντά ή μέσα στις ρίζες των ξενιστών, στα άνθη, μέσα στους ιστούς των φύλων κ.α. Τα είδη του γένους *Meloidogyne* ωοθετούν σε πηκτωματώδη ουσία, που εκκρίνει το θηλυκό πριν από την ωοτοκία. Αντίθετα, το σωματικό περίβλημα των θηλυκών του γένους *Heterodera*, σκληρύνεται και μετασχηματίζεται σε κύστη, μετά τον θάνατο του ατόμου, μέσα στην οποία διατηρούνται τα αυγά. Οι κύστεις αυτές είναι πολύ ανθεκτικές, μέσα στις οποίες τα αυγά είναι δυνατόν να διατηρηθούν επί 10 και περισσότερα έτη και στη συνέχεια να εκκολαφθούν και να προκληθούν προσβολές.

Με την εκκόλαψη των αυγών προκύπτουν νεαρά σκωληκόμορφα άτομα που ονομάζονται νύμφες. Οι νύμφες έχουν ανανάπτυκτο το αναπαραγωγικό σύστημα, ενώ έχουν λειτουργικά όλα τα άλλα οργανικά συστήματα των Νηματωδών. Η αύξηση του μεγέθους τους γίνεται με διαδοχικές αποβολές του εξωτερικού σωματικού περιβλήματος και σχηματισμό νέου μεγαλύτερου κάθε φορά. Η διαδικασία αυτή λέγεται έκδυση. Συνήθως οι νύμφες υφίστανται 4 εκδύσεις, που χωρίζουν τη νυμφική περίοδο των Νηματωδών σε 4 διαστήματα που ονομάζονται ηλικίες. Πολλές φορές η διαδικασία της αυξήσεως αρχίζει πριν από την εκκόλαψη των αυγών, έτσι ώστε η πρώτη έκδυση να γίνεται μέσα στο αυγό, οπότε με την εκκόλαψη προκύπτει νύμφη 2ης ηλικίας.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο βιολογικός κύκλος των περισσότερων φυτοπαρασίτων Νηματωδών, περιλαμβάνει τρία στάδια:

- αυγό
- νύμφη (4 ηλικίες)
- ακμαίο.

Ο κύκλος αυτός συμπληρώνεται, συνήθως, σε 20-40 ημέρες εφ' όσον επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες.

Όλοι οι φυτοπαρασίτοι Νηματώδεις διαβιούν στο έδαφος, έστω και κατά ένα μικρό μέρος του βιολογικού τους κύκλου. Δηλαδή, παρόλο που ορισμένοι Νηματώδεις είναι παράσιτα υπεργείων οργάνων των φυτών, κατά τη διάρκεια ενός μέρους της ζωής τους βρίσκονται στο έδαφος. Το βάθος στο οποίο βρίσκονται οι Νηματώδεις στο έδαφος, είναι εκείνο στο οποίο φθάνουν οι ρίζες των φυτών ξενιστών. Η μεγάλη όμως πλειονότητα βρίσκεται σε βάθος 10-20 cm του εδάφους. Η δραστηριότητα και γενικά η διαβίωση των Νηματωδών στο έδαφος, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εδαφική δομή, τον αερισμό και την εδαφική υγρασία.

Επειδή οι Νηματώδεις διαβιούν στα κενά μεταξύ των εδαφικών σωματιδίων και δεδομένου ότι η διάμετρος του σώματός τους είναι πάνω από 0,02 mm, είναι ευνόητο ότι τα πολύ συμπαγή εδάφη δεν έχουν εδαφικούς πόρους αρκετά ευρείς για την διαβίωση των Νηματωδών.

Το υγρό περιβάλλον που εξασφαλίζεται με το εδαφικό νερό στους πόρους του εδάφους, είναι απαραίτητο για τους Νηματώδεις. Κορεσμός όμως του εδάφους έχει δυσμενή αποτελέσματα. Το νερό γεμίζει τους εδαφικούς πόρους, εκδιώκει τον αέρα και δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες.

Με την στράγγιση του εδάφους, οι πόροι αδειάζουν, το έδαφος αερίζεται και δημιουργούνται έτσι ευνοϊκές συνθήκες για τους Νηματώδεις. Αν όμως η απώλεια του εδαφικού νερού συνεχισθεί, λεπτά «φιλμ» εδαφικού νερού περιβάλλουν τα σωματίδια του εδάφους, παρασυρομένων και προσροφουμένων στενά και των Νηματωδών στα εδαφικά σωματίδια, με τόση δύναμη όσο μικρότερη ποσότητα νερού υπάρχει. Όταν η εδαφική υγρασία φθάσει στο σημείο μαράνσεως, η δύναμη συγκρατήσεως των Νηματωδών στα εδαφικά σωματίδια είναι τόσο ισχυρή, ώστε η κίνηση και γενικά η διαβίωση των Νηματωδών γίνεται αδύνατη.

Μερικά είδη Νηματωδών αποφεύγουν τις παραπάνω δυσάρεστες συνθήκες από την ξήρανση του εδάφους, μεταναστεύοντας σε βαθύτερα στρώματα εδάφους, ενώ άλλοι Νηματώδεις μεταπίπτουν σε κατάσταση αδράνειας κατά την διάρκεια που υφίστανται δυσμενείς συνθήκες (το φαινόμενο ονομάζεται αναβίωση). Είδη Νηματωδών που διακινούνται στα υπέργεια μέρη των φυτών μέσω των φυτικών ιστών (π.χ. *Anguina tritici*), εξασφαλίζουν την υγρασία από τους ιστούς στους οποίους διακινούνται. Άλλα είδη (π.χ. *Aphelenchoides ritzemabosi*), αναρριχώνται στα φυτά όταν αυτά καλύπτονται από νερό (βροχής ή δροσιάς).

Ως προς την θερμοκρασία, οι απαιτήσεις ποικίλλουν στα διάφορα είδη. Για παράδειγμα, στους 3 °C διακόπτεται η ανάπτυξη του *Globodera rostochiensis*. Επίσης, οι νύμφες του *Anguina tritici*, όταν βρίσκονται σε κατάσταση αναστολής των λειτουργιών τους, ανέχονται ύψος θερμοκρασίας 50 °C και 70 °C, καθώς και ψύχος 25 °C. Η θερμοκρασία επηρεάζει επίσης την ανθεκτικότητα των «ανθεκτικών ποικιλιών» στους Νηματώδεις, καθώς και το μέγεθος των όγκων που προκαλούνται στις ρίζες, από Νηματώδεις του γένους *Meloidogyne*.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκέντρωση και η συμπεριφορά των Νηματωδών στο έδαφος (διακίνηση προς διατροφή, εκκόλαψη αυγών κλπ.) επηρεάζεται, γενικά, από την συγκέντρωση διαφόρων παραγόντων που διαχέονται στο έδαφος από τις ρίζες των φυτών, από την συγκέντρωση του CO₂ του O₂, κλπ.

Για να διατραφεί ένας φυτοπαράσιτος Νηματώδης, προσαρμόζει τα χείλη πάνω στα φυτικά κύτταρα και στη συνέχεια εκτείνοντας το στοματικό δόρυ διατρύπεί το κυτταρικό τοίχωμα. Στη συνέχεια, με εκτεταμένο το δόρυ, παραμένει ακίνητος, ενώ εκχέει σίελο μέσα στο κύτταρο. Με την είσοδο του μυζητικού δόρατος στους φυτικούς ιστούς, προκαλούνται άμεσες μηχανικές ζημιές στα φυτικά κύτταρα, οι οποίες όμως δεν θεωρούνται σοβαρές. Αντίθετα, οι μεγαλύτερες ζημιές οφείλονται στον εκκρινόμενο σίελο, που μπορεί να προκαλέσει:

- Κυτταρικές υπερτροφίες και υπερπλασίες.
- Καταστολή της μίτωσης.
- Νέκρωση κυττάρων.

- Ερεθισμό για αύξηση.

Από την προσβολή Νηματωδών, συμπτώματα είναι δυνατόν να εκδηλωθούν στο υπέργειο ή στο υπόγειο τμήμα των φυτών. Κατά γενικό κανόνα, τα συμπτώματα διαπιστώνονται αφού στο μεταξύ έχει αυξηθεί πολύ ο πληθυσμός των Νηματωδών. Αλλά ακόμα κι αν διαπιστωθεί ανωμαλία στα φυτά, επειδή συχνά τα συμπτώματα δεν είναι ειδικά, εύκολα μπορεί να προκληθεί σύγχυση, και τα συμπτώματα μπορεί να αποδοθούν σε ακατάλληλες εδαφικές συνθήκες, θρεπτικές ανωμαλίες (τροφοπενίες, τοξικότητες), έλλειψη νερού, προσβολή από διάφορα φυτοπαθογόνα (μύκητες, βακτήρια, ιούς κλπ.).



Ειδικεύοντας το θέμα, τα σπουδαιότερα συμπτώματα από προσβολή Νηματωδών είναι τα παρακάτω:

♦ Συμπτώματα στο υπόγειο τμήμα των φυτών

- **Εξογκώματα στις ρίζες.** Είναι υπερτροφίες που το μέγεθός τους ποικίλλει από 1 mm μέχρι άνω των 2 cm (Εικόνα 4.23). Ο σχηματισμός των όγκων είναι αποτέλεσμα της δημιουργίας γιγαντιαίων κυττάρων από τον διατρεφόμενο Νηματώδη. Στα εξογκώματα δεν περικλείονται απαραίτητα και οι διατρεφόμενοι Νηματώδεις. Εξογκώματα στις ρίζες προκαλούν κυρίως τα είδη του γένους *Meloidogyne*. Επίσης είδη του γένους *Xiphinema* προκαλούν όγκους στις ρίζες αμπέλου και τριανταφυλλιάς. Εξογκώματα στις ρίζες προκαλούν επίσης τα είδη των γενών *Nacobbus* και *Longidorus*.
- **Πληγές στις ρίζες.** Αυτές ποικίλλουν σε μέγεθος, εμφανιζόμενες σαν μικρά στίγματα δυσδιάκριτα ή αδιάκριτα με γυμνό μάτι, μέχρι πληγές που περιβάλλουν τη ρίζα. Οφείλονται στη καταστροφή των κυττάρων από τα οποία τράφηκαν οι Νηματώδεις. Τα είδη του γένους *Radopholus*, προκαλούν πληγές που καταλήγουν σε νέκρωση, λόγω της εκκρίσεως τοξικού σιέλου κατά τη διατροφή τους. Ανάλογα συμπτώματα προκαλούνται από είδη των γενών *Tylenchulus*, *Xiphinema*, *Aphelenchoides*, *Pratylenchus*, *Criconemoides*.

- **Πρόκληση σχηματισμού πλευρικών ριζών.** Η καταστροφή της κύριας ρίζας απ' τους Νηματώδεις, προκαλεί τον δευτερογενή σχηματισμό πλευρικών ριζών. Τα συμπτώματα αυτά παρατηρούνται σε προσβολές από είδη των γενών *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Nacobbus*, *Heterodera*.
- **Προσβολή ακραίου τμήματος ριζών.** Νηματώδεις διατρεφόμενοι στα άκρα ή κοντά στα άκρα των ριζών, προκαλούν το σταμάτημα της αναπτύξεώς τους, με συνέπεια οι ρίζες να είναι κοντές και διογκωμένες, χωρίς πλευρικά ριζίδια. Τα συμπτώματα αυτά προκαλούνται από είδη του γένους *Trichodorus*.
- **Σήψη ριζών.** Η σήψη προκαλείται από δευτερογενείς προσβολές παρασίτων ή σαπροφύτων οργανισμών (μυκήτων, βακτηρίων), που χρησιμοποιούν τις προσβολές των Νηματωδών σαν πύλες εισόδου στους φυτικούς ιστούς.

♦ Συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα των φυτών

- Τα συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα των φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα είναι προσβεβλημένο από Νηματώδεις, δεν είναι ειδικά, αλλά παρόμοια με εκείνα που εκδηλώνονται όταν το ριζικό σύστημα είναι προσβεβλημένο από διάφορα παθογόνα. Τα συμπτώματα αυτά είναι νανισμός, χλώρωση μαρασμός ιδιαίτερα έντονος κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, μικροκαρπία κ.ά. Τα παραπάνω συμπτώματα εκδηλώνονται κατά ομάδες φυτών, που εμφανίζονται κατά κηλίδες στον αγρό.
- Υπάρχουν όμως είδη Νηματωδών που προσβάλλουν υπέργεια όργανα των φυτών, εκδηλουμένων έτσι ειδικών συμπτωμάτων. Τα είδη του γένους *Ditylenchus* διατρεφόμενα σε μίσχους, φύλλα και άνθη, προκαλούν εξογκώματα, πάχυνση μίσχων, σταμάτημα της αναπτύξεως. Είδη του γένους *Anguina* προκαλούν σχηματισμό κηκίδων στη θέση των ωοθηκών ανθέων που προσβάλλουν. Είδη του γένους *Aphelenchoides* διατρεφόμενα σαν εκτοπαράσιτα στους οφθαλμούς, προκαλούν επιφανειακές μικροσκοπικές πληγές που οδηγούν στην ανώμαλη έκπτυξη του ελάσματος των φύλλων.

Το 1958 αποδείχθηκε για πρώτη φορά ότι οι Νηματώδεις είναι φορείς ιώσεων. Συγκεκριμένα οι Αμερικανοί Hewitt, Rask και Goheen στην Καλιφόρνια ανακάλυψαν ότι το είδος *Xiphinema index* είναι φορέας των ιών που προκαλούν τον μολυσματικό εκφυλισμό της αμπέλου. Μέχρι τώρα διαπιστώθηκε ότι 19 διαφορετικοί ιοί έχουν φορείς 16 είδη Νηματωδών που ανήκουν στα γένη *Longidorus*, *Xiphinema*, *Trichodorus* και *Paratrichodorus*. Όλα αυτά τα γένη υπάγονται στην Υπεροικογένεια Dorylaimoidea. Τα δύο πρώτα μεταδίδουν ισομετρικούς ιούς (nervoviruses), ενώ τα δύο υπόλοιπα, ανισομετρικούς (tobaviruses). Ικανότητα μεταδόσεως έχουν και οι νύμφες και τα ακμαία των ειδών αυτών.

Οι Νηματώδεις είναι πιο κοινοί σε ελαφρά εδάφη παρά στα βαριά αργιλλώδη, λόγω των ευρύτερων εδαφικών πόρων, που τους επιτρέπουν να διαβιούν και

κινούνται καλλίτερα, ενώ είναι αποδοτικότερος ο αερισμός του αμμώδους εδάφους. Επιπλέον σε ελαφρά εδάφη παρατηρείται μικρότερη παρουσία οργανισμών που ανταγωνίζονται τους Νηματώδεις ή είναι αρπακτικοί Νηματωδών. Από την άλλη μεριά, φυτά αναπτυσσόμενα σε ελαφρά και καλά στραγγιζόμενα εδάφη, είναι πιθανότερο να υποφέρουν από ξηρασία, και είναι έτσι περισσότερο τρωτά στη ζημία από παρασιτικούς Νηματώδεις.

4.4.2 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΝΗΜΑΤΩΔΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.4.2.1 Γενικά

Ο έλεγχος των Νηματωδών είναι ουσιαστικά προληπτικός, δεδομένου ότι όταν τα φυτά παρασιτισθούν από Νηματώδεις, αυτοί εισέρχονται στους φυτικούς ιστούς. Έτσι, προστατεύονται από την ενδεχόμενη επίδραση χημικών νηματωδοκτόνων. Τα νηματωδοκτόνα που χρησιμοποιούνται στη συμβατική Γεωργία εφαρμόζονται μόνον σε εδάφη ελεύθερα φυτών, αφού είναι φυτοτοξικά. Πρακτικά λοιπόν δεν είναι δυνατόν να εφαρμόζονται νηματωδοκτόνα σε παρασιτισμένα φυτά από Νηματώδεις διότι θα καταστραφούν και τα φυτά που ξενίζουν τους Νηματώδεις. Η πιο πρακτική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των Νηματωδών είναι η εφαρμογή στρατηγικής που είναι απόλυτα συμβατή με τη βιολογική Γεωργία και περιλαμβάνει:

- Καραντίνα και υγιεινή (αποφυγή μόλυνσης αγρών, διαχείριση του εδάφους ως βιολογικό σύστημα).
- Καλλιεργητικές μέθοδοι (Αμειψισπορά, αγρανάπαυση, κατάκλυση, φυτά παγίδες, κ.ά.).
- Φυσικές μέθοδοι (ηλιοαπολύμανση του εδάφους, αποστείρωση με ατμό, εμβάπτιση πολλαπλασιαστικού υλικού σε θερμό νερό).
- Εφαρμογή βιολογικών παραγόντων.
- Ανθεκτικές ποικιλίες.

4.4.2.2 Καραντίνα και Υγιεινή

Ίσως η καλλίτερη προστασία των φυτών από την προσβολή Νηματωδών είναι η αποφυγή μόλυνσης του εδάφους από Νηματώδεις (Radewald, 1977). Πέραν των διατάξεων καραντίνας που εκδίδονται για την αποφυγή εισόδου ενός παθογόνου είδους Νηματώδη σε μία χώρα, σπουδαιότερα είναι τα μέτρα που λαμβάνει κάθε παραγωγός για τη μη μόλυνση των αγρών του. Η σημασία των μέτρων καραντίνας είναι πολύ μεγάλη αν αναλογισθεί κανείς ότι είναι σχεδόν αδύνατον να απαλλαγεί ένας αγρός από τους Νηματώδεις από τη στιγμή που μολύνθηκε.

Τα παρακάτω αποτελούν μέτρα που συνιστάται να λαμβάνονται για την αποφυγή διάδοσης Νηματωδών σε υγιή εδάφη (Radewald, 1977; Dufur *et al.*, 2003):

- Χρησιμοποίηση πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.
- Εφαρμογή υδροπονικών συστημάτων σε θερμοκήπια.
- Καλός καθαρισμός γεωργικών μηχανών από προσκολλημένο έδαφος, όταν μετακινούνται από αγρό σε αγρό.
- Αποφυγή επιφανειακής άρδευσης με νερό προερχόμενο από μολυσμένους αγρούς.
- Αποφυγή ή περιορισμός μετακίνησης ζώων από μολυσμένο σε καθαρό αγρό.
- Καταστροφή ζιζανίων που αποτελούν ξενιστές Νηματωδών.

Όλες οι μέθοδοι αντιμετώπισης των Νηματωδών λειτουργούν καλύτερα στα πλαίσια ενός υγιούς εδαφολογικού περιβάλλοντος με ικανοποιητικό ποσοστό οργανικής ουσίας. Η οργανική ουσία δημιουργεί περιβάλλον κατάλληλο για την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών, που ανταγωνίζονται τα διάφορα παράσιτα μεταξύ των οποίων είναι και οι Νηματώδεις. Έτσι ένα ισορροπημένο εδαφολογικό οικοσύστημα θα υποστηρίξει μια ευρεία ποικιλία οργανισμών που δρουν ως βιολογικοί παράγοντες, που θα βοηθήσει να κρατήσει υπό έλεγχο τους πληθυσμούς των Νηματωδών και των άλλων παρασίτων.

Στις περιπτώσεις επαναφύτευσης δένδρων ή αμπελιού σε ήδη μολυσμένα εδάφη, απαραίτητη είναι η εξαγωγή των ριζών της προηγούμενης καλλιέργειας και η καταστροφή τους (Τερλίδου, 1967).

4.4.2.3 Διαχείριση του εδάφους ως βιολογικό σύστημα

Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι οποιαδήποτε δράση ή μέτρο λαμβάνεται με σκοπό την αντιμετώπιση Νηματωδών και άλλων εδαφογενών παρασίτων και φυτοπαθογόνων έχει ως βάση και αφετηρία τη διατήρηση μιας καλής βιολογικής ισορροπίας στο έδαφος. Η αρχή κάθε προσπάθειας προς την κατεύθυνση αυτή είναι η εφαρμογή οργανικής ουσίας στο έδαφος.

Υπάρχουν δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η προσθήκη της οργανικής ουσίας υπό μορφή οργανικού λιπάσματος ή κομπόστας μειώνει τους πληθυσμούς των παρασίτων Νηματωδών και κατ' επέκταση τη ζημία στην παραγωγή.

Η οργανική ουσία στο έδαφος βελτιώνει τη θρεπτική κατάσταση, τον αερισμό και τη δομή του εδάφους και ευνοεί την ανάπτυξη εδαφικής μικροχλωρίδας που είτε ανταγωνίζεται τους Νηματώδεις είτε παράγει Νηματωδοτοξίνες. Επίσης η οργανική ουσία προωθεί την ανάπτυξη των πληθυσμών των σαπροφύτων Νηματωδών (που αποτελούν την συντριπτική πλειονότητα των Νηματωδών στο έδαφος), με αποτέλεσμα τη αύξηση της χουμοποίησης και τη βελτίωση του εδάφους ως βιολογικού συμπλόκου.

Έχει αναφερθεί (Dufour *et al.*, 2003) ότι η προσθήκη στο έδαφος οργανικής ουσίας συνιστάμενης από χιτίνη (π.χ. σπασμένα και κονιοποιημένα κελύφη οστρακοδέρμων) περιορίζει τους πληθυσμούς Νηματωδών. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη πληθυσμών μυκήτων που διατρέφονται από χιτίνη και οι οποίοι μύκητες διατρέφονται επίσης από αυγά και ακμαία Νηματωδών. Στις ΗΠΑ, υπάρχουν εμπορικά οργανικά υλικά από χιτίνη (κελύφη γαρίδων) όπως το **Poly 21™** (της εταιρείας Peaceful Valley Farm Supply, CA). Το υλικό αυτό ενσωματώνεται στο έδαφος με την κατεργασία.

Άλλα οργανικά εδαφικά πρόσθετα υλικά που χρησιμοποιούνται ενσωματούμενα στο έδαφος για την αντιμετώπιση Νηματωδών είναι οστεάλευρα, πριονίδι, χλωρά λίπανση, κ.ά. Τα υλικά αυτά φέρονται ότι δημιουργούν συνθήκες στο έδαφος που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη Νηματωδών.

4.4.2.4 Καλλιεργητικές μέθοδοι

4.4.2.4.1 Αμειψισπορά

Αναφέρεται στην εναλλαγή ευπαθών ετήσιων καλλιεργειών και ανθεκτικών στους Νηματώδεις (βλ επίσης παραγράφους 4.2.4.2.4 και 4.3.5.3.1). Η μέθοδος αυτή μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να αποτρέψει την ανάπτυξη φυτοπαρασίτων Νηματωδών σε επίπεδα που δεν προκαλούν οικονομική ζημία. Είναι αναγκαίο όμως να προσδιορισθεί το είδος του παράσιτου Νηματώδη ώστε να επιλεγούν τα ανθεκτικά σ' αυτόν φυτά. Για παράδειγμα σε ό,τι αφορά τους Νηματώδεις *Meloidogyne* ανθεκτικό θεωρείται το φυτό *Crotalaria spectabilis* ενώ μερική ανοσία επιδεικνύουν πολλά εκ των σιτηρών. Φυτά στα οποία δεν καθίσταται δυνατή η ανάπτυξη Νηματωδών *Meloidogyne* και επομένως συνιστώνται ως φυτά αμειψισποράς αναφέρονται (Πελεκάσης, 1994) τα εξής:

- *Ambrosia artemisifolia* (Compositae).
- Βρώμη (παρόλο που πολλές φορές εμφανίζονται όγκοι στις ρίζες).
- Σιτάρι.
- Ρύζι.
- Γλυκοπατάτα.
- *Crotalaria spectabilis* (Στις ρίζες του φυτού αυτού εισέρχονται μεν οι νύμφες των Νηματωδών αλλά δεν αναπτύσσονται λόγω ακαταλληλότητας του ξενιστή και πεθαίνουν. Έτσι διακόπτεται ο βιολογικός κύκλος του Νηματώδη).

Τα ανωτέρω φυτά εντασσόμενα σε διετή ή ακόμα καλλίτερα σε τετραετή αμειψισπορά με ευαίσθητα φυτά έδωσαν καλά αποτελέσματα εναντίον των Νηματωδών *Meloidogyne*. Από την άλλη μεριά όσο πιο πολυφάγα (δηλαδή έχουν πολλούς ξενιστές) είναι τα είδη των Νηματωδών τόσο περισσότερο μειώνεται η αποτελεσματικότητα της αμειψισποράς.

Για την περίπτωση του χρυσονηματώδη της πατάτας, ευπαθή φυτά είναι και η μελιτζάνα και η τομάτα. Ανθεκτικά είναι τα σιτηρά και ψυχανθή (κουκιά, βίκος,

πιζέλια, κ.ά.), καθώς και λαχανοκομικά φυτά (μαρούλια, λάχανα, κουνουπίδια, καρώτα, κ.ά.). Στην περίπτωση όμως των λαχανοκομικών πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι το έδαφος δεν είναι μολυσμένο με Νηματώδεις *Meloidogyne*, στους οποίους τα λαχανοκομικά φυτά είναι ευπαθή.

Κατά γενικό κανόνα, όταν υπάρχουν στον αγρό Νηματώδεις με ανθεκτικά στάδια (π.χ. *Globodera* sp., *Heterodera* sp., *Ditylenchus* sp.) τότε το σύστημα αμειψισποράς θα πρέπει να είναι μακροχρόνιο (5-7 έτη), χωρίς να περιμένουμε βέβαια και άριστα αποτελέσματα (Κολιοπάνος 1999).

Γενικός κανόνας για τις αμειψισπορές είναι η εναλλαγή φυτών με διαφορετικού τύπου ριζικό σύστημα (π.χ. φυτά βαθύρριζα με πασαλώδη ρίζα να εναλλάσσονται με φυτά επιπολαιόρριζα με θυσανωτή ρίζα).

4.4.2.4.2 Φυτά παγίδες – Νηματωδοτοξικά φυτά

Η μέθοδος συνίσταται στην επιλογή ενός ευπαθούς φυτού σε Νηματώδεις και η καλλιέργειά του στον αγρό. Οι Νηματώδεις προσβάλλουν το φυτό εγκαθίστανται σ' αυτό και στη συνέχεια τα φυτά εξάγονται και καταστρέφονται (Κολιοπάνος 1999). Άλλη περίπτωση αποτελεί το φυτό *Crotalaria spectabilis*, το οποίο επιδεικνύει πλήρη ανοσία, αφού οι Νηματώδεις εγκλωβίζονται σ' αυτό και διακόπτεται ο βιολογικός τους κύκλος (βλ. ανωτέρω παράγραφο 3.2.4.1). Στην περίπτωση μάλιστα αυτή δεν συντρέχει λόγος καταστροφής των φυτών.

Άλλα φυτά που χρησιμοποιούνται ως παγίδες είναι αυτά που παράγουν **αλληλοχημικά**. Δηλαδή ουσίες που δεν αποτελούν τροφές και επηρεάζουν άλλους οργανισμούς στο περιβάλλον που τα φυτά αυτά αναπτύσσονται. Για παράδειγμα (Dufour *et al.*, 2003; Wider & Abawi, 2000) η αγριάδα και το σόργο παράγουν μία χημική ένωση (dhurrin) που μεταβολίζεται σε υδροκυάνιο, το οποίο είναι εξαιρετικά ισχυρό νηματοδωκτόνο. Επίσης το φυτό *Asparagus officinalis* παράγει μία τοξική ουσία (glycoside) για πολλά είδη Νηματωδών (Κολιοπάνος 1999). Σταυρανθή του γένους *Brassica* αναφέρεται (Dufour *et al.* 2003, Maquwarth personal communication) παράγουν ενώσεις (glucosinolates) οι οποίες κατά την ενζυματική τους διάσπαση δίδουν παραπροϊόντα που επηρεάζουν τον βιολογικό κύκλο των Νηματωδών. Έτσι χρησιμοποιούμενα τα σταυρανθή ως φυτά παγίδες περιορίζουν την ανάπτυξη των Νηματωδών.

Κλασικό επίσης παράδειγμα αποτελούν τα φυτά του γένους *Tagetes* (κατηφέδες), οι ρίζες των οποίων προσελκύουν και προσβάλλονται από Νηματώδεις. Στην συνέχεια όμως οι ρίζες παράγουν όζον που θανατώνει τους Νηματώδεις. Τα *Tagetes* για να επιδείξουν το νηματοδωκτόνο αποτέλεσμά τους πρέπει να καλλιεργηθούν για μία καλλιεργητική περίοδο σε αγρό ελεύθερο ζιζανίων. Τα *Tagetes* μειώνουν τον πληθυσμό των Νηματωδών *Pratylenchus* (Κολιοπάνος, 1999).

Γενικά, η χρήση φυτών παγίδων και νηματωδοτοξικών φυτών έχει πρακτική σημασία στη περίπτωση αντινηματοδικής προστασίας καλλωπιστικών φυτών.

4.4.2.4.3 Αγρανάπαυση

Αναφέρεται στη διακοπή της καλλιέργειας φυτών σε έναν αγρό με παράλληλη καλλιέργεια του εδάφους για την καταστροφή αυτοφυούς βλάστησης (βλ. επίσης παράγραφο 4.2.4.2.5). Οι Νηματώδεις μετά τέτοια μεταχείριση καταστρέφονται λόγω ελλείψεως φυτών-ξενιστών, καθώς επίσης λόγω της έκθεσής τους στον αέρα και την ηλιακή θερμότητα, με την αναστροφή του εδάφους. Η αγρανάπαυση μειώνει σημαντικά τους πληθυσμούς των φυτοπαρασίτων Νηματωδών μέχρι βάθους 20 cm (που είναι το βάθος της καλλιέργειας του εδάφους). Δεν επηρεάζει σημαντικά τους βαθύτερα διαβιούντες Νηματώδεις εκτός φυσικά της δυσμενούς επίδρασης λόγω ελλείψεως φυτών-ξενιστών. Αναφέρεται μείωση κατά 80-90% του πληθυσμού Νηματωδών του γένους *Meloidogyne* με αγρανάπαυση 2 ετών. Η περίοδος αυτή μπορεί να μειωθεί στον ένα χρόνο αν ο αγρός δισκοσβαρνίζεται ανά 10 ημέρες κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να εκτιμηθεί η δυσμενής επίδραση της κατεργασίας του εδάφους και από πλευράς οικονομικής (λόγω ηυξημένου κόστους καυσίμων), αλλά και της απώλειας οργανικής ουσίας λόγω καύσεως.

Η αγρανάπαυση δίδει καλά αποτελέσματα στην περίπτωση ετήσιων καλλιεργειών. Αντίθετα δεν συνιστάται ως μοναδική μέθοδος αντιμετώπισης Νηματωδών σε πολυετείς καλλιέργειες δεδομένου ότι η ζώνη ελέγχου είναι αβαθής και οι παραμένοντες Νηματώδεις προσβάλλουν σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα τις ρίζες των νεόφυτων δενδρυλλίων.

4.4.2.4.4 Κατάκλυση των αγρών

Η κατάκλυση των αγρών με νερό έχει δώσει καλά αποτελέσματα εναντίον των Νηματωδών *Meloidogyne*. Απαιτείται όμως μακροχρόνια κάλυψη με νερό σε ποσότητα που τουλάχιστον το έδαφος να βρίσκεται στο σημείο κορεσμού. Η διάρκεια κατάκλυσης πρέπει να διαρκεί 4-12 μήνες, ενώ άλλοι (Κολιοπάνος 1999) συνιστούν 1-2 έτη. Οι Νηματώδεις καταστρέφονται λόγω έλλειψης οξυγόνου για την αναπνοή καθώς και συγκέντρωσης ουσιών (οργανικά οξέα, μεθάνιο, H₂S, κ.ά.) που είναι τοξικές γι αυτούς (Dufour *et al.*, 2003; Πελεκάσης, 1994; Κολιοπάνος, 1999). Πρακτικά το μέτρο αυτό δεν είναι εφαρμόσιμο, εκτός εάν κατά τη διάρκεια της κατάκλυσης συνδυασθεί η καλλιέργεια υδροχαρούς φυτού (π.χ. ρύζι) (Radewald, 1977).

4.4.2.5 Φυσικές Μέθοδοι

4.4.2.5.1 Ηλιοαπολύμανση

Όπως και στην περίπτωση των αντιμετώπισης φυτονόσων (βλ παράγραφο 4.2.4.3.2), η ηλιοαπολύμανση έχει θετικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση Νηματωδών. Σε συνθήκες της Κύπρου, ηλιοαπολύμανση 4 ή 8 εβδομάδων σε θερμοκήπιο τομάτας, μείωσε το βαθμό προσβολής από ριζοκόμβους Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp.) κατά 47% και 66%, αντίστοιχα, ενώ ο μέσος όρος παραγωγής και στις δύο δοκιμές ηλιοαπολύμανσης αυξήθηκε κατά ~25% σε σχέση με τον ακάλυπτο μάρτυρα (Νεοφύτου & συν., 2002).

Έχει αναφερθεί (Dufour *et al.*, 2003; Jarvis, 1992) ότι υπολείμματα από κραμβολάχανο ενσωματούμενα στο έδαφος βελτιώνουν το αποτέλεσμα της ηλιοαπολύμανσης. Αυτό οφείλεται στο ότι αέρια παραγόμενα ως προϊόντα αποσύνθεσης του κραμβολάχανου, εγκλωβίζονται κάτω από το πλαστικό και έχουν ως αποτέλεσμα αυτό που ονομάζεται **βιοκαπνισμός**. Το ίδιο αποτέλεσμα έχει και η ενσωμάτωση αποβλήτων επεξεργασίας τροφίμων.

4.4.2.5.2 Αποστείρωση με ατμό – Εμβάπτιση σε θερμό νερό

Η αποστείρωση του εδάφους με ατμό είναι μία μέθοδος πολύ αποτελεσματική στην περίπτωση βέβαια μικρής σχετικά ποσότητας εδάφους. Έχει ιδιαίτερη εφαρμογή στην περίπτωση των θερμοκηπίων (Radewald, 1977; Dufour *et al.*, 2003).

Πίνακας 4.5. Θερμική αδρανοποίηση μερικών Νηματωδών*

α/α	ΕΙΔΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ (min)
1	Νηματώδεις φυλλώματος	49	15
2	<i>Anguillulina dospaci</i>	56	11
3	<i>Heterodera marioni</i>	48	15
4	<i>Meloidogyne incognita</i>	48	10
5	<i>Pratylenchus penetrans</i>	49	10

* Πηγή: Jarvis, 1992

Η επιτυγχάνόμενη θερμοκρασία ατμού που διανέμεται στο έδαφος είναι άνω των 70 °C. Η θερμική αδρανοποίηση ορισμένων ειδών Νηματωδών εμφανίζεται στον Πίνακα 4.5 .

Με τον ατμό το έδαφος αποστειρώνεται και επομένως καταστρέφονται εκτός των Νηματωδών, Έντομα, Μύκητες, Βακτήρια, Ιοί, σπέρματα ζιζανίων, αλλά και κάθε άλλος ζωντανός οργανισμός.

Πίνακας 4.6. Θερμοκρασία νερού και χρόνος εμβάπτισης πολλαπλασιαστικού υλικού διαφόρων φυτών για την καταπολέμηση Νηματωδών*

ΦΥΤΟ	ΕΙΔΟΣ ΝΗΜΑΤΩΔΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ (min)
Χρυσάνθεμο (σε λήθαργο)	<i>Radopholus similis</i>	55.0	20
Εσπεριδοειδή (γυμνόρριζα)	<i>Radopholus similis</i>	50.0	10
Εσπεριδοειδή (γυμνόρριζα)	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	46.7	25
Σκελίδες σκόρδου	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	49.0	20
Σπορόφυτα αμπελιού (γυμνόρριζα)	<i>Meloidogyne</i> sp., <i>Pratylenchus</i> sp. & <i>Xiphinema</i> sp.	51.7	5
Σπέρματα σιταριού	<i>Anguina tritici</i>	50.0	120
Βολβοί ίριδας	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	43.3	180
Βολβοί νάρκισσου	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	43.0	240
Σπορόφυτα τριανταφυλλιάς	<i>Meloidogyne</i> sp.	45.0	60
Φράουλα (σε λήθαργο)	<i>Meloidogyne hapla</i>	52.8	3
Φράουλα (σε λήθαργο)	<i>Pratylenchus penetrans</i>	51.0	9
Βιολέτες	<i>Aphelenchoides fragariae</i>	43.0	30
Γλυκοπατάτα	<i>Meloidogyne</i> sp.	46.6	65

* Πηγή: Radewald, 1977

Για χρήση πολλαπλασιαστικού υλικού απαλλαγμένου από Νηματώδεις εφαρμόζεται η εμβάπτιση σε θερμό νερό (Πίνακας 4.6).

4.4.2.6 Βιολογικοί ανταγωνιστές

Πολλοί μικροοργανισμοί του εδάφους επιδεικνύουν βιολογική επίδραση επί φυτοπαρασίτων Νηματωδών. Αυτοί ανήκουν κυρίως στα Βακτήρια και τους Μύκητες, αλλά υπάρχουν είδη που ανήκουν στα Πρωτόζωα και τους Νηματώδεις, τα Έντομα και τα Ακάρεα που είναι νηματωδοβόρα. Τέλος υπάρχουν και ιοί παθογόνοι Νηματωδών (Κολιοπάνος, 1999).

Βακτήρια του γένους *Pseudomonas* και ειδικότερα το *P. oryzihabitans* επέδειξε νηματωδοκτόνο δράση εναντίον του κυστονηματώδη της πατάτας (Andreoglou & Gowen, 2000) και Νηματωδών *Meloidogyne* (Andreoglou *et al.*, 2001; Leontopoulos *et al.*, 2001; Leontopoulos *et al.*, 2003; Vagelas *et al.*, 2003). Το συγκεκριμένο βακτήριο είναι συμβιωτικό του εντομοπαθογόνου Νηματώδη *Steinernema abbasi* και αποδείχθηκε παθογόνο εναντίον των προνυμφών του εντόμου *Galleria mellonella* (Vagelas, 2002). Στο βακτήριο λοιπόν αυτό (*P. oryzihabitans*) οφείλεται η Νηματωδοκτόνος δράση του εντομοπαθογόνου Νηματώδη *Steinernema abbasi*. Αντίθετα σε άλλο είδος του γένους *Steinernema* (το *S. riobravis*) η νηματωδοκτόνος δράση απεδόθη σε αλληλοχημικά τα οποία παράγονται από μη προσδιορισθέντα συμβιωτικά βακτήρια (Dufour *et al.*, 2003).

Εξαιρετικά παθογόνο εναντίον Νηματωδών *Meloidogyne* αποδείχθηκε και το βακτήριο *Pasteuria penetrans* (Channer & Gowen, 1988; Dube & Smart, 1987; Davies *et al.*, 1988). Το βακτήριο αυτό είναι σποριογόνο. Είναι εξαιρετικά

ανθεκτικό στις αλλαγές της θερμοκρασίας και υγρασίας στο έδαφος αλλά και στην παρουσία χημικών ουσιών. Παρασιτεί στους νηματώδεις *Meloidogyne*, όπου και αναπαράγεται. Όταν δεν υπάρχουν Νηματώδεις στο έδαφος επιβιώνει ως σπόριο για πολλά χρόνια. Στην Ιαπωνία από την εταιρεία Nematech Co. Ltd., κυκλοφορεί το εμπορικό νηματωδοκτόνο σκεύασμα **Pasteuria WP**, με δραστική ουσία 1×10^6 σπόρια του *P. penetrans* ανά γραμμάριο σκευάσματος. Τα σπόρια του βακτηρίου προσκολλώνται στους Νηματώδεις παράγοντας στη συνέχεια μεγάλους αριθμούς νέων σπορίων. Τα φυτά προσβάλλονται αρχικά από τους Νηματώδεις και εκδηλώνουν εξογκώματα τα οποία περιέχουν λίγα μόνον αυγά Νηματωδών ή καθόλου. Τα θηλυκά των Νηματωδών στις ρίζες καταστρέφονται όταν υπάρχει ικανός αριθμός σπορίων στο σώμα τους. Με την πάροδο του χρόνου ο αριθμός των σπορίων του βακτηρίου αυξάνει ενώ παράλληλα ο αριθμός των Νηματωδών ελαττώνεται μέχρι του σημείου να μην προκαλούν προβλήματα στα φυτά. Το βιολογικό αυτό νηματωδοκτόνο συνιστάται για την καταπολέμηση του *Meloidogyne incognita*. Το σκεύασμα χρησιμοποιείται στις καλλιέργειες τομάτας, αγγουριού, κολοκύθας, πεπονιών και γλυκοπατάτας

Πάνω από 100 είδη μυκήτων που ανήκουν κυρίως στην Τάξη Moniliales των Δευτερομυκήτων (Deuteromycotina) έχει διαπιστωθεί ότι είναι Νηματωδοβόροι (Κολιοπάνος, 1999). Ειδικότερα μεταξύ αυτών είναι οι *Trichoderma harzianum*, *Hirsutella rhossiliensis*, *H. minnesotensis*, *Verticillium chlamydosporium*, *Arthrobotrys dactyloides* και *Paecilomyces lilacinus* (Dufour et al., 2003). Επίσης ο μύκητας *Gliocladium virens* αναφέρθηκε ότι έχει βιολογική επίδραση επί Νηματωδών (Leontopoulos et al., 2001).

Ήδη υπάρχουν εμπορικά βιολογικά σκευάσματα στην αγορά. Στην αμερικανική αγορά, τα Νηματωδοκτόνα σκευάσματα **DiTera™** και **Prosper-Nema™** έχουν ως βάση τον μύκητα *Myrothecium verrucaria* και μίγμα διαφόρων μυκήτων, αντίστοιχα. Τα σκευάσματα **Deny™** και **Activate™** έχουν ως βάση τα βακτήρια *Burkholderia cepacia* και *Bacillus chitinisporus*, αντίστοιχα (Dufour et al., 2003).

Επίσης το αρπακτικό άκαρι *Hypoaspis miles* εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτερών και Θριπών είναι και νηματωδοφάγο (Dufour et al., 2003). Το άκαρι αυτό κυκλοφορεί ως εμπορικό σκεύασμα με το όνομα **ENTOMITE-M** από την ολλανδική εταιρεία Koppert BV (Koppert BV, 2003).

4.4.2.7 Ανθεκτικές ποικιλίες

Κατά γενικό κανόνα, η καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών είναι περισσότερο αποτελεσματική εναντίον των ενδοφυτικών Νηματωδών (π.χ. *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp., *Globodera* spp.), συγκριτικά με τους ελεύθερα διακινούμενους εκτοπαρασιτικούς Νηματώδεις. Αυτό οφείλεται στο ότι οι πρώτοι, διανύουν το μεγαλύτερο μέρος του βιολογικού τους κύκλου εντός των ριζών, «προσκολλημένοι» σε ειδικά παρεγχυματικά κύτταρα για τη διατροφή τους. Έτσι, μετά την είσοδό τους στη ρίζα ανθεκτικού φυτού, παγιδεύονται

προσκολλούμενοι στα αναγκαία για τη διατροφή τους κύτταρα, τα οποία όμως δεν αναπτύσσονται (Dufour *et al.*, 2003).

Πίνακας 4.7. Ανθεκτικά στους Νηματώδεις υποκείμενα καρποφόρων δένδρων

ΦΥΤΟ	ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ
Μηλιά	Δεν υπάρχουν πλήρως ανθεκτικά υποκείμενα
Αχλαδιά	Bartlett, Quince (ελαφρά ανθεκτικό)
Εσπεριδοειδή	<i>Poncirus trifoliata</i> , πικρολεμονιά, rough lemon, νεραντζιά
Ροδακινιά	Nemaguard, Nemared, Citation, Hansen 536
Δαμασκηνιά	Myrobalan 29-C, Marianna 2624
Βερικοκκιά, Αμυγδαλιά	Nemaguard, Nemared, Myrobalan, Marianna 2624
Κερασιά	Mazzard, Mahaleb

Πηγή: Dufour *et al.*, 2003

Πολλές ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών, ιδιαίτερα λαχανικών (όπως η τομάτα) διατίθενται στο εμπόριο μετά από γενετική βελτίωση με ενσωματωμένους γόνους ανθεκτικότητας στα διάφορα παράσιτα και φυτοπαθογόνα. Οι γόνοι αυτοί ανθεκτικότητας αναφέρονται κυρίως για ιούς (viruses), μύκητες (fungi) και νηματώδεις (nematodes). Έτσι σε περίπτωση υπάρξεως ανθεκτικότητας σε ιούς, μύκητες και νηματώδεις, στη συσκευασία των σπερμάτων αναφέρεται αντίστοιχα VFN.

Υπάρχουν επίσης ποικιλίες πατάτας ανθεκτικές στον χρυσονηματώδη.

Μεγάλης σημασίας είναι η ύπαρξη ανθεκτικών στους Νηματώδεις υποκειμένων δένδρων και αμπελιού, λόγω της μόνιμης για πολλά χρόνια καλλιέργειας των φυτών αυτών (Πίνακας 4.7).

4.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.5.1. ΓΕΝΙΚΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Ζιζάνια λέγονται αυτοφυή σπερματόφυτα, που φυτρώνουν και αναπτύσσονται σε καλλιεργούμενη ή δασική έκταση όπου δεν είναι επιθυμητό και όταν λόγω της διάδοσής τους επιφέρουν μείωση της αξίας της αγροτικής παραγωγής (Hanf, 1983).

Τα ζιζάνια είναι ανεπιθύμητοι «εισβολείς» εντός των καλλιεργειών, σε αντιδιαστολή με τη συνήθη φυσική βλάστηση που αποτελεί τη φυσική χλωρίδα μη καλλιεργησίμων εκτάσεων. Με την έννοια αυτή, καλλιεργούμενα φυτά από ενδεχόμενη προηγούμενη καλλιέργεια θεωρούνται ζιζάνια όταν αυτοφύονται εν μέσω καλλιέργειας άλλου φυτού (π.χ. φυτά σιταριού σε καλλιέργεια βαμβακιού).

Η φυτοκοινωνίες των ζιζανίων που αναπτύσσονται σε μία καλλιεργούμενη έκταση ποικίλλουν σημαντικά, επηρεαζόμενες από δύο ομάδες παραγόντων (Hanf, 1983):

- ↳ Ομάδα μη ειδικών παραγόντων: Προσδιορίζει τη σύνθεση της φυτοκοινωνίας που αναπτύσσεται σε παρακείμενες μη καλλιεργημένες εκτάσεις. Οι παράγοντες αυτοί αναφέρονται, στο κλίμα και τις εδαφικές συνθήκες της περιοχής.
- ↳ Ομάδα ειδικών παραγόντων. Είναι οι ειδικές καλλιεργητικές μέθοδοι που εφαρμόζονται σε μία καλλιεργήσιμη έκταση (εδαφική καλλιέργεια, σπορά, συγκομιδή). Για παράδειγμα επανειλημμένη καλλιέργεια του εδάφους καταστρέφει τη φυτική βλάστηση. Έτσι τα φυτά που επιβιώνουν μετά από τέτοια μεταχείριση είναι εκείνα που κατορθώνουν να ωριμάσουν και σχηματίσουν σπέρματα πριν από την επόμενη καλλιέργεια του εδάφους ή εκείνα που σχηματίζουν ριζώματα ή βολβούς και έτσι είναι δυνατόν να ανγεννηθού. Τα επιβιώνοντα κατ' αυτόν τον τρόπο φυτά είναι αυτά που θα δημιουργούν πρόβλημα, ως ζιζάνια, στη συγκεκριμένη καλλιεργούμενη περιοχή.

Από τα ανωτέρω, γίνεται αντιληπτό ότι για την αντιμετώπιση των ζιζανίων με μεθόδους αποδεκτές σε βιολογικό σύστημα καλλιέργειας σε μία περιοχή, στόχο αποτελεί η τροποποίηση των ειδικών παραγόντων στην καλλιέργεια που ευνοούν την ανάπτυξη των συγκεκριμένων ζιζανίων.

Η ζημιογόνος επίδραση των ζιζανίων στα καλλιεργούμενα φυτά αναφέρεται (Fryer & Makepeace, 1977; Ελευθεροχωρινός, 1996) στα εξής:

- **Ανταγωνισμός** που ασκούν στα καλλιεργούμενα φυτά για την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων.
- **Αλληλοπάθεια**. Στην περίπτωση των ζιζανίων, η αλληλοπάθεια αναφέρεται στην επίδραση τοξικών ουσιών επί καλλιεργουμένων φυτών που παράγονται από τα ζιζάνια και διαχέονται στο περιβάλλον των ριζών. Οι φυτοτοξικές αυτές ουσίες (αλληλοχημικά) εκκρίνονται από τις ρίζες των

ζιζανίων σε υγρή ή αέρια μορφή ή παράγονται ως αποτέλεσμα αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων ζιζανίων από προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο (Pratley, 1996).

- Αποτελούν **ενδιάμεσους ξενιστές** φυτοπαρασίτων εντόμων, ακάρεων και φυτοπαθογόνων (μυκήτων, βακτηρίων, κ.ά.).

Πίνακας 4.8. Τα σπουδαιότερα ζιζάνια στην Ελλάδα

α/α	Είδος	Οικογένεια	Κοινό όνομα στην ελληνική	Κοινό όνομα στην αγγλική
ΕΤΗΣΙΑ ΦΘΙΝΟΠΩΡΙΝΑ ΖΙΖΑΝΙΑ				
1	<i>Avena sterilis</i> & <i>A. fatua</i>	Gramineae	αγριοβρώμη	wild oat
2	<i>Lolium</i> sp.	Gramineae	ήρα	ryegrass
3	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Gramineae	αλεπονουρά	black grass
4	<i>Phalaris</i> spp.	Gramineae	φάλαρη	canarygrass
5	<i>Bromus sterilis</i>	Gramineae	βρόμος	baren brome
6	<i>Galium</i> spp.	Rubiaceae	κολλητσίδα	cleavers
7	<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	παπαρούνα	corn poppy
8	<i>Chamomila recutita</i>	Asteraceae	χαμομήλι	chamomile
9	<i>Anthemis</i> spp.	Asteraceae	ανθεμίδα	mayweed
10	<i>Fumaria officinalis</i>	Papaveraceae	καπνόχορτο	fumitory
11	<i>Sinapis arvensis</i>	Cruciferae	σινάπι	charlock, wild mustard
12	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Cruciferae	καψέλλα	shepherd's-purse
13	<i>Veronica</i> spp.	Scrophulariaceae	βερόνικα	speedwell
14	<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	στελλάρια	chickweed
15	<i>Bifora radians</i>	Umbeliferae	μπιφόρα	
ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΙΝΑ ΖΙΖΑΝΙΑ				
1	<i>Bilderdykia</i> (<i>Polygonum</i> , <i>Falopia</i>) <i>convolulus</i>	Polygonaceae	Αναρριχώμενο πολύγωνο	black-bindweed
2	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	πολυκόμπι	prostrate knotweed
3	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	λουβουδιά	fat-hen
4	<i>Amaranthus</i> spp.	Amaranthaceae	βλήτο	pigweed
5	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	αγριοτομάτα, στύφος	black nightshade
6	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	αντράκλα, γλυστρίδα	common purslane
7	<i>Xanthium spinosum</i> & <i>X. strumarium</i>	Asteraceae	ασπράγκαθο, αγριομελιτζάνα	spiny cotbur, common cocklebur
8	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	τάτουλας	jimsonweed
9	<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	αγριοβαμβακιά	velvetleaf
10	<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	αγριοπιπεριά	redshank
11	<i>Tribolus terrestris</i>	Zygophyllaceae	τριβόλι	puncture vine
12	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Gramineae	μουχρίτσα	barnyard grass
13	<i>Setaria</i> spp.	Gramineae	σετάρια	foxtail
14	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramineae	αιματόχορτο	crabgrass
ΠΟΛΥΕΤΗ ΖΙΖΑΝΙΑ				
1	<i>Cyperus</i> spp.	Cyperaceae	κύπερη	nutsedge
2	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramineae	αγριάδα	bermudagrass
3	<i>Sorghum halepense</i>	Gramineae	βέλιουρας	johnsongrass
4	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	περικοκλάδα	field bindweed
5	<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae	κίρσιο	creeping thistle
6	<i>Solanum oleagnifolium</i>	Solanaceae	σολανό	silverleaf nightshade
7	<i>Paspalum distichum</i>	Gramineae	νεραγριάδα	knotgrass
8	<i>Cardaria draba</i>	Cruciferae	βρωμόλαχανο	hoary cress
9	<i>Rumex</i> spp.	Polygonaceae	λάπαθο, ξυνολάπαθο	docks

Πρέπει δε να ληφθεί υπόψη ότι σε πολλές γραμμικές καλλιέργειες η ζημία από την παρουσία των ζιζανίων είναι μεγαλύτερη όταν ο ανταγωνισμός της καλλιέργειας από τα ζιζάνια συμβαίνει κατά τα πρώτα στάδια της καλλιέργειας. Οι *Paratchail et al.* (2002), αναφέρουν ότι η παρουσία των ζιζανίων μετά την 11^η εβδομάδα από το φύτευμα του βαμβακιού δεν επηρεάζει την παραγωγή. Επομένως ο βαμβακαγρός πρέπει να είναι ελεύθερος ζιζανίων μέχρι την 11^η εβδομάδα από του φυτρώματος της καλλιέργειας.

Παρόλο που δεν υπάρχει φυλογενετική ταξινόμηση και ονοματολογία ζιζανίων, λόγω της σημασίας τους στην Γεωργία κατατάσσονται σε:

- Ετήσια χειμερινά. Αφορούν ζιζάνια ετήσιου βιολογικού κύκλου, που φυτρώνουν ανθίζουν και ωριμάζουν μέσα στη χρονική περίοδο που αναπτύσσονται οι ετήσιες καλλιέργειες φθινοπωρινής σποράς. Αυτά τα ζιζάνια προκαλούν προβλήματα στις φθινοπωρινές καλλιέργειες κυρίως, αλλά και σε πολυετείς καλλιέργειες.
- Ετήσια εαρινά. Είναι ετήσια ζιζάνια που φυτρώνουν ανθίζουν και ωριμάζουν στη χρονική περίοδο της καλλιέργειας ετήσιων καλλιεργειών εαρινής σποράς.
- Πολυετή. Είναι ζιζάνια που διαθέτουν ριζώματα, βολβούς ή άλλους υπόγειους βλαστούς, που τα επιτρέπουν να διβιούν για περισσότερα του ενός έτη.

Τα σπουδαιότερα ζιζάνια που εμφανίζονται στην Ελλάδα εμφανίζονται στον Πίνακα 4.8 με τις κοινές ονομασίες τους στην ελληνική (Ελευθεροχωρινός, 1996) και την αγγλική (Anonymous, 1969; Anonymous, 1985; Anonymous, 1992; *Witson et al.*, 1992).

4.5.2. ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.5.2.1 Βιολογική αντιμετώπιση των ζιζανίων

4.5.2.1.1 Τύποι βιολογικής αντιμετώπισης ζιζανίων

Ο βιολογικός έλεγχος ζιζανίων περιλαμβάνει τη χρήση των φυσικών τους εχθρών για τον έλεγχο του πληθυσμού τους.

Ο στόχος του βιολογικού ελέγχου ζιζανίων δεν είναι η εξόντωση των ζιζανίων αλλά η μείωση και η μακροπρόθεσμη σταθεροποίηση του πληθυσμού τους σε επίπεδο κάτω του οικονομικού ορίου.

Ο βιολογικός έλεγχος των ζιζανίων είναι εξαιρετικά επιτυχής και αποτελεί την κύρια μέθοδο αντιμετώπισής τους σε πολλές καλλιέργειες.

Η βιολογική μέθοδος είναι βασισμένη στην παρατήρηση ότι οι φυσικοί εχθροί των ζιζανίων είναι πρωταρχικής σημασίας στον περιορισμό της διασποράς και της πυκνότητας του πληθυσμού των ζιζανίων. Σκόπιμα ή τυχαία εισαγμένα φυτά σε περιοχές έξω από τη φυσική διασπορά τους και χωρίς παράλληλη εισαγωγή των φυσικών τους εχθρών, γίνονται οικονομικώς σημαντικά ζιζάνια σε πολλές περιπτώσεις. Για αυτόν τον λόγο, ο βιολογικός έλεγχος, με εισαγωγή των φυσικών τους εχθρών, των εξωτικών λεγομένων ζιζανίων ήταν και εξακολουθεί να είναι, η κύρια μέθοδος αντιμετώπισής τους.

Ο βιολογικός έλεγχος των φυτοκοινωνιών γίνεται κατά φυσικό τρόπο σε ένα οικοσύστημα. Πολλά αυτοφυή φυτά θεωρούνται σοβαρά ζιζάνια καλλιεργουμένων φυτών σε μία περιοχή η οποία δεν είναι ο αρχικός τους βιότοπος αλλά έχουν μεταφερθεί σ' αυτήν. Τα ίδια φυτά-ζιζάνια στον αρχικό τους βιότοπο δεν αποτελούν πρόβλημα δεδομένου ότι ο πληθυσμός τους ελέγχεται από φυσικούς εχθρούς. Στις περιπτώσεις αυτές, είναι ενδεδειγμένο να γίνεται αναζήτηση του φυσικού εχθρού του ζιζανίου στον αρχικό του βιότοπο, που να μπορεί να εισαχθεί στο νέο ενδιαίτημα για τον έλεγχο του πληθυσμού του. Εφαρμόζεται δηλαδή η λεγόμενη «κλασσική βιολογική μέθοδος», που αναφέρθηκε στην περίπτωση των εντόμων και ακάρεων (βλ. παράγραφο 4.3.4.1).

Τέσσερις βασικοί τύποι βιολογικού ελέγχου ζιζανίων μπορούν να διακριθούν:

- ↪ **Κλασσικός βιολογικός έλεγχος.** Περιλαμβάνει την εισαγωγή σε μία περιοχή ενός φυσικού εχθρού (αρπακτικό ζώο ή παράσιτο) ενός ζιζανίου. Ο βιολογικός παράγοντας εισάγεται και μόλις εγκατασταθεί στην περιοχή, ο πληθυσμός του αυξάνει και καθίσταται είναι αυτοϋποστηριζόμενος μέχρις ότου φθάσει σε μια μακροπρόθεσμη ισορροπία με αυτόν του ξενιστή του (ζιζανίου) (Evans, 2002; Evans *et al.*, 2001).
- ↪ **Αύξηση του πληθυσμού των φυσικών εχθρών.** Αναφέρεται σε μια κατάσταση κατά την οποία ο πληθυσμός ενός βιολογικού παράγοντα δεν μπορεί να διατηρηθεί σε επιθυμητά επίπεδα μακροπρόθεσμα σε μία περιοχή. Απαιτείται επομένως η περιοδική ή εποχιακή συμπλήρωση του βιολογικού παράγοντα. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για εγγενείς βιολογικούς παράγοντες.
- ↪ **Εφαρμογή βιολογικών σκευασμάτων (bioherbicides).** Αποτελεί έναν σχετικά βραχυπρόθεσμο έλεγχο των ζιζανίων, που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή (ψεκασμό βιολογικού σκευάσματος) του εξειδικευμένου βιολογικού παράγοντα σε υψηλές συγκεντρώσεις. Εφαρμόζεται κυρίως με ψεκασμό μυκητιακών ζιζανιοκτόνων (mycoherbicides) (Evans, 2002; Evans *et al.*, 2001). Ο πληθυσμός του βιολογικού παράγοντα δεν διατηρείται ή διατηρείται για βραχύ χρονικό διάστημα στο περιβάλλον εφαρμογής, αλλά επιτρέπει τον περιορισμό του πληθυσμού του ζιζανίου. Τα αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου είναι κατά τεκμήριο βραχυπρόθεσμα.
- ↪ **Η διατήρηση του πληθυσμού των φυσικών εχθρών.** Περιλαμβάνει τον περιβαλλοντικό χειρισμό κατά τρόπο που να ενισχύει το βιολογικό αποτέλεσμα εγγενών ή εισαχθέντων βιολογικών παραγόντων επί των ζιζανίων μίας περιοχής.

4.5.2.1.2 Βιολογικοί παράγοντες για την αντιμετώπιση ζιζανίων

Στη βιολογική αντιμετώπιση των ζιζανίων, τα έντομα αποτελούν τους πλέον ενδιαφέροντες βιολογικούς παράγοντες μεταξύ άλλων οργανισμών. Μερικοί λόγοι για την υπεροχή των εντόμων στο βιολογικό έλεγχο ζιζανίων είναι η καλή γνώση της συστηματικής κατάταξής τους, του βιολογικού τους κύκλου και των σχέσεων τους με τα φυτά ξενιστές, ο υψηλός βαθμός εξειδίκευσής τους σε ό,τι αφορά το φυτό-ξενιστή, η σαφής και ευδιάκριτη ζημία που προκαλούν και το γεγονός ότι μπορούν εύκολα να χειρισθούν από τον άνθρωπο (π.χ. εκτροφή και εξαπόλυση στο περιβάλλον).

Στο Wyoming της Αμερικής γίνεται συστηματική βιολογική αντιμετώπιση ζιζανίων με εξαπόλυση των εντόμων φυσικών τους εχθρών. Αναφέρεται ο έλεγχος 16 ειδών διαφορετικών ζιζανίων με τη χρήση 42 ειδών εντόμων (Zimmerman, 1997).

Οι Mason & Huber (2001). Αναπτύσσουν την βιολογική αντιμετώπιση 24 ζιζανίων, όπως αυτή εφαρμόστηκε κατά την 20ετία 1981-2000 στον Καναδά. Ως βιολογικοί παράγοντες αναφέρονται επιτυχείς εφαρμογές όχι μόνον εντόμων αλλά και **μυκήτων** και **βακτηρίων**. Στις περισσότερες των περιπτώσεων παθογόνων (μυκήτων και βακτηρίων) πρόκειται για εδαφογενή είδη που προκαλούν σήψεις λαιμού και ριζών των υπό έλεγχο ζιζανίων. Δυστυχώς η περίπτωση των παθογόνων δεν έτυχε εμπορικής αξιοποίησης για τους λόγους που αναφέρει ο Evans (2002). Κατά γενικό όμως κανόνα, στην Ελλάδα και γενικότερα στη Ν. Ευρώπη, δεν έχουν εφαρμοσθεί σε εμπορική κλίμακα βιολογικοί παράγοντες για την αντιμετώπιση των ζιζανίων.

Σε ό,τι αφορά τους **μύκητες** (Evans, 2002; Evans *et al.*, 2001), παρόλο που υπάρχουν πολλά θετικά ερευνητικά αποτελέσματα, πολύ λίγα εμπορικά σκευάσματα με βάση είδη μυκήτων που δρουν ως βιολογικοί παράγοντες εναντίον ζιζανίων κυκλοφορούν στην αγορά. Ειδικότερα, οι Evans *et al.* (2001) αναφέρουν το εμπορικό σκεύασμα **DeVine™**. Το σκεύασμα αυτό σε υγρή μορφή συνίσταται από τον μύκητα *Phytophthora palmivora* και χρησιμοποιείται εναντίον του ζιζανίου *Morrenia odonata* σε δενδρώνες εσπεριδοειδών στη Florida των ΗΠΑ. Ο βιολογικός παράγοντας που είναι μύκητας εδαφους, προκαλεί σηψιριζία στο ζιζάνιο. Το προϊόν παρασκευάστηκε και διατίθεται από την εταιρεία Abbott Laboratories. Ένα άλλο εμπορικό σκεύασμα είναι το **Collego™**. Το σκεύασμα αυτό διατίθεται υπό μορφή βρέξιμης σκόνης και περιέχει τον μύκητα *Colletotrichum gleosporioides* f.sp. *aeschenomene*. Χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του ζιζανίου *Aeschenomene virginica* σε καλλιέργειες σόγιας και ρυζιού.

Το κόστος για registration, σε συνδυασμό με την ανεπαρκή ή ολοκληρωτική έλλειψη αγοράς και επιπροσθέτως με τεχνολογικής φύσεως εμπόδια σχετιζόμενα με τη χημεία του σκευάσματος, είναι η κύρια αιτία που πολλά υποσχόμενα μυκοζιζανιοκτόνα δεν κατόρθωσαν να γίνουν εμπορικά σκευάσματα και εμπορικά εκμεταλλεύσιμα (Evans, 2002).

Οι **χήνες** και οι **κότες** ελεύθερης βοσκής, έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ζιζανίων σε μερικές καλλιέργειες (π.χ. στην αντιμετώπιση ζιζανίων σε

οπωρώνες). Ένα πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα από τη χρήση χηνών και πουλερικών για βόσκηση σε οπωρώνες είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία από την παραγόμενη κοπριά.

Η βοσκή με **αίγες** έχει χρησιμοποιηθεί για τον «καθαρισμό» μερικών ανεπιθύμητων ζιζανίων σε λιβάδια. Εντούτοις, τα μη εύγεστα είδη που δεν προτιμώνται για κατανάλωση από τις αίγες και έτσι παραμένουν στο έδαφος, μπορούν να γίνουν χειρότερα ζιζάνια λόγω του μειωμένου ανταγωνισμού από τα εύγεστα φυτά.

Υπάρχει αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον για **φυτοφάγα ψάρια** που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο υδροχαρών ζιζανίων χωρίς τον κίνδυνο ανταγωνισμού με τα ίδια ψάρια ή τη ζημία στα επιθυμητά φυτά.

4.5.2.2 Άλλες μέθοδοι αντιμετώπισης των ζιζανίων στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας

4.5.2.2.1 Προληπτικές μέθοδοι

Η πρόληψη αφορά την μη εισαγωγή ζιζανίων σε μία καλλιεργήσιμη έκταση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ως εξής:

- ↪ Χρησιμοποίηση σπόρου σποράς απαλλαγμένου από σπέρματα ζιζανίων. Αυτό είναι πρωταρχικής σημασίας, λαμβανομένου υπόψη ότι, ειδικότερα σε παρτίδες μικρών σπόρων, είναι δυνατόν να έχουν παρεισφρήσουν εξίσου μικροί σπόροι ζιζανίων. Οι σπόροι σποράς επομένως που πρέπει να χρησιμοποιούνται να είναι πιστοποιημένοι από σποροπαραγωγική εταιρεία, η οποία, κατά τεκμήριο, χρησιμοποίησε μηχανήματα διαλογής για τον αποκλεισμό ξένων σπόρων.
- ↪ Αποφυγή χρήσης μη χωνευμένης κοπριάς και προσοχή στη χρήση ζωοτροφών από «μολυσμένες» περιοχές. Σπόροι ζιζανίων είναι δυνατόν να επιβιώσουν σε κοπριά ζώων που έχουν καταναλώσει τα ζιζάνια. Επίσης δέματα ζωοτροφών (σανός, άχυρο, κ.ά.) από περιοχές στις οποίες είναι έντονη η παρουσία ζιζανίων είναι δυνατόν να μεταφέρουν σπόρους ζιζανίων σε «αμόλυντες» περιοχές. Αναφέρεται (Fryer & Makepeace, 1977) η διάδοση σπόρων αγριοβρώμης μ' αυτόν τον τρόπο.
- ↪ Καλός καθαρισμός γεωργικών μηχανών που έχουν προηγουμένως χρησιμοποιηθεί σε έκταση «μολυσμένη» με ζιζάνια.

4.5.2.2.2 Βοτάνισμα

Αναφέρεται στην αφαίρεση των ζιζανίων με το χέρι. Δεδομένου ότι η βιολογική γεωργία χαρακτηρίζεται από έντονη προσωπική εργασία, το βοτάνισμα

προσιδιάζει και είναι από τις πλέον αποτελεσματικές μεθόδους για την αντιμετώπιση ζιζανίων. Καθίσταται ευνόητο ότι έχει αποτέλεσμα όταν εφαρμόζεται από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των ζιζανίων και πάντως πριν από τον σχηματισμό καρποφόρων οργάνων τους.

4.5.2.2.3 Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα μέτρα αντιμετώπισης των ζιζανίων. Επιτρέπει τον ανταγωνισμό των ειδών της φυτοκοινωνίας στον αγρό και παρεμπόδιση της επικράτησης ενός ζιζανίου ή μίας ομάδας ζιζανίων. Καλό είναι να εναλλάσσονται γραμμικές καλλιέργειες (με φυτά με πασσαλώδη ρίζα), με φυτά με ρηχό θυσσανώδες ριζικό σύστημα (σιτηρά). Η ένταξη στην αμειψισπορά φυτών που καλύπτουν την επιφάνεια του αγρού (π.χ. φθινοπωρινά ψυχανθή, τριφύλλια, κ.ά.) δίδει την ευκαιρία παρεμπόδισης ανάπτυξης των ζιζανίων.

4.5.2.2.4 Κάλυψη του εδάφους

Η κάλυψη του εδάφους αναφέρεται σε δενδρώδεις καλλιέργειες ή γραμμικές καλλιέργειες για την παρεμπόδιση ανάπτυξης των ζιζανίων. Η κάλυψη μπορεί να γίνει με αδιαφανές πλαστικό φύλλο ή με οργανικά υλικά (π.χ. πριονίδι, τρίμματα φλοιών και κλαδίσκων προϊόντων κλάδευσης, άχυρο, κ.ά.).

4.5.2.2.5 Μηχανική καλλιέργεια του εδάφους

Η αναμόχλευση του εδάφους με διάφορα καλλιεργητικά εργαλεία καταστρέφει τα ήδη φυτρωμένα ζιζάνια και σε πολλές περιπτώσεις «παραχώνει» σε βαθύτερα στρώματα σπέρματα ζιζανίων, με αποτέλεσμα την αδυναμία φυτρώματός τους. Αυτό μπορεί να γίνει με το απλούστερο «τσάπισμα» ή με σύγχρονα καλλιεργητικά εργαλεία φερόμενα στον γεωργικό ελκυστήρα ή τέλος με αυτοκινούμενα σκαπτικά εργαλεία (π.χ. μοναξονικοί ελκυστήρες, φρέζες, κ.ά.).

4.6 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

4.6.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ

Το πρώτο βήμα για την φυτοπροστασία σε ένα αειφόρο και ειδικότερα βιολογικό σύστημα αγροτικής εκμετάλλευσης είναι ο σχεδιασμός του αγρο-οικοσυστήματος. Έχοντας έτσι υπόψη τις οικολογικές προσεγγίσεις που μπορεί να εφαρμοσθούν στο συγκεκριμένο αγρο-οικοσύστημα, οδηγούμαστε στο κατάλληλο σχεδιασμό διαχείρισης των εχθρών των αρπακτικών τους και των παρασιτοειδών τους (Dufour, 2001).

Τροποποιώντας τον ορισμό που αναφέρει ο Benbrook (1996) για την αποκαλούμενη «βιοεντατική ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών και ασθενειών» (Biointensive IPM), θα λέγαμε ότι η φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα στρατηγικών που βασίζεται στην κατανόηση της οικολογίας των φυτικών παρασίτων και παθογόνων. Ξεκινά με την ακριβή διάγνωση των φυτοπροστατευτικών προβλημάτων και στη συνέχεια βασίζεται σε ένα εύρος προληπτικών και αποτρεπτικών για τα παράσιτα τεχνικών καθώς και στη βιολογική αντιμετώπισή τους. Στόχος της τακτικής αυτής είναι η διατήρηση των πληθυσμών των φυτοπαρασίτων σε αποδεκτά επίπεδα.

Κατά την άσκηση της φυτοπροστασίας στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- ↪ **Σχεδιασμός των καλλιεργειών:** Πρέπει να σχεδιάζεται το σύστημα καλλιέργειας που θα εφαρμοσθεί, με στόχο τη βελτίωση του αγροοικοσυστήματος. Στα πλαίσια αυτά οι δράσεις που θα αναληφθούν πρέπει να οδηγούν στην ανάπτυξη και βελτίωση των φυσικών ισορροπιών και όχι στην εξαφάνιση ενός ή περισσοτέρων βιολογικών ειδών, που έστω είναι φυτοπαρασίτα.
- ↪ **Έλεγχος των βιοκοινωνιών στο αγροοικοσύστημα:** Κανονικός έλεγχος των πληθυσμών των οργανισμών που υπάρχουν στο σύστημα, ώστε να αξιολογηθούν οι πληθυσμοί των ειδών των επιβλαβών εντόμων και των ωφέλιμων οργανισμών. Έτσι ο παραγωγός μπορεί να πάρει μέτρα που οδηγούν στην αύξηση του φυσικού ελέγχου των εχθρών από τα ωφέλιμα. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο πληθυσμός του επιβλαβούς εντόμου θα διατηρηθεί (και πρέπει να διατηρείται) κάτω του ορίου οικονομικής ζημίας. Δηλαδή του ορίου πέραν του οποίου αναμένεται να επιφέρει σημαντικές ζημιές στην καλλιέργεια.
- ↪ **Σχεδιασμός των φυτοπροστατευτικών μέτρων που θα εφαρμοσθούν:** Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η παρουσία ενός φυτικού εχθρού δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι αποτελεί φυτοπροστατευτικό πρόβλημα και έτσι δεν απαιτείται λήψη μέτρων εναντίον του και μόνον από τη διαπίστωση της παρουσίας του στο σύστημα. Γίνεται θεώρηση και καταγραφή όλων των πιθανών επιλογών φυτοπροστασίας πριν από τη λήψη οποιουδήποτε μέτρου. Στην συνέχεια γίνεται ανάπτυξη φιλοσοφίας εφαρμογής όλων των διαπιστωμένων φυτοπροστατευτικών επιλογών κατά ολοκληρωμένο τρόπο,

έτσι ώστε η εφαρμογή μίας τεχνικής να μην περιορίζει την αποτελεσματικότητα μία άλλης.

Επεκτείνοντας την εφαρμογή της φυτοπροστασίας στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας από το στενό πλαίσιο αντιμετώπισης φυτοπαθογόνων εδάφους, όπως αναφέρεται από τον Γραβάνη (1998), το πλαίσιο διαγράφεται ως εξής:

- Αρχικά, η προσπάθεια αποτελεσματικής βιολογικής προστασίας από τα φυτοπαράσιτα και φυτοπαθογόνα, πρέπει να κατευθύνεται στην διαχείριση μίας βιολογικής ισορροπίας στο περιβάλλον του αγροοικοσυστήματος, τέτοιας ώστε να εκδηλώνονται οι βιολογικές ιδιότητες των φυσικών εχθρών και των μικροοργανισμών εις βάρος των κατά τεκμήριο φυτοπαθογόνων και φυσικά προς όφελος των καλλιεργουμένων φυτών. Η διαχείριση αυτή μπορεί να επιτευχθεί κυρίως με κατάλληλες προσαρμογές καλλιεργητικών πρακτικών.
- Στις περιπτώσεις που η εκδήλωση βιολογικών αποτελεσμάτων από τους υπάρχοντες φυσικούς εχθρούς και μικροοργανισμούς είναι πενιχρή, οι προσπάθειες πρέπει να κατευθύνονται στην εισαγωγή ανταγωνιστών. Με τέτοιο τρόπο όμως, ώστε αυτοί να εγκαθίστανται στο περιβάλλον του αγροοικοσυστήματος με εφάπαξ ή έστω περιορισμένη εφαρμογή, συμμετέχοντας στην συνέχεια σε ένα ισορροπημένο πλέον βιολογικό περιβάλλον.
- Τέλος, εφόσον οι παραπάνω πρακτικές δεν αποδώσουν αποτελέσματα, προσπάθεια πλέον αποτελεί η εφαρμογή βιολογικών προϊόντων, εμπορικών σκευασμάτων, που θα κατευθύνονται κατασταλτικά κατά των φυτοπαράσιτων και φυτοπαθογόνων.



Εικόνα 4.24. Φύτευση φυτών τριανταφυλλιάς στην άκρη γραμμών αμπελιού, ως δείκτων για την έναρξη προσβολής ωιδίου.

Πρωταρχικής σημασίας ενέργεια για την άσκηση της φυτοπροστασίας στη βιολογική γεωργία είναι η **δειγματοληψία**. Αναφέρεται στον έλεγχο των φυτών και την ποσοτική καταγραφή των εχθρών τους ή της ποσοτικής ζημίας που προκάλεσαν. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται παγίδες για τη σύλληψη των φυτικών εχθρών και την εκτίμηση της πυκνότητας των πληθυσμών τους. Η

δειγματοληψία πραγματοποιείται σε κανονικά διαστήματα ή κατά τη διάρκεια κριτικών σταδίων της ανάπτυξης των φυτών. Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές και εκτιμάται το πόσο πλησίον είναι η προσβολή ή η ζημία των φυτών από το οικονομικό επίπεδο ζημίας (Hoffmann & Frodsham, 1993). Μία παραπλήσια τεχνική είναι η φύτευση φυτών-δεικτών για την έναρξη μίας μολυσματικής ασθένειας. Σε βιολογική καλλιέργεια αμπελιού στην περιοχή της Leon στην Ισπανία, φυτεύουν τριανταφυλλίες στις άκρες των γραμμών φύτευσης του αμπελιού. Οι τριανταφυλλίες ως πολύ ευαίσθητες στην προσβολή ωιδίου, αποτελούν δείκτες προειδοποίησης για εφαρμογή αντιωιδιακών επεμβάσεων (κυρίως ψεκασμός ή επίπασση με θείο) στο αμπέλι (Εικόνα 4.24).

4.6.2. ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τα προϊόντα που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των παρασίτων και των ασθενειών των φυτών στην βιολογική γεωργία σύμφωνα με το Παράρτημα II του Κανονισμού 2092/91, είναι τα ακόλουθα:

- **Πύρεθρο:** Πρόκειται περί παρασκευασμάτων με βάση τις πυρεθρίνες, που εξαγονται από το φυτό *Chrysanthemum (Pyrethrum) cinerariaefolium* (Compositae) και περιέχουν ενδεχομένως συνεργό ουσία. Η χρησιμοποίηση του πυρέθρου ως εντομοκτόνου ήταν γνωστή στους νομάδες του Καυκάσου από του 1800. Η πρώτη βιομηχανική παραγωγή άρχισε στην Ευρώπη το 1828. Χρησιμοποιήθηκε ιδιαίτερα ως οικιακό εντομοκτόνο. Η εντομοτοξική ουσία του πυρέθρου είναι οι **πυρεθρίνες**, που λαμβάνονται με εκχύλιση των ανθέων του φυτού. Δρουν ως εντομοκτόνα επαφής.
- **Ροτενόνη & ροτενοειδή:** Πρόκειται περί παρασκευασμάτων που προέρχονται από το φυτό *Derris elliptica* (Leguminosae). Η εντομοτοξική ουσία λαμβάνεται με εκχύλιση κονιοποιημένων ριζών του φυτού. Δρουν ως εντομοκτόνα στομάχου.
- **Quassia:** Είναι εντομοκτόνο προερχόμενο από εκχύλιση του ξύλου του δένδρου *Quassia amara* L. (Simarubaceae). Το δένδρο φύτεται στο Σουρινάμ, την Βραζιλία, την Κεντρική Αμερική. Το εντομοκτόνο δρα επί του νευρικού συστήματος των εντόμων. Χρησιμοποιήθηκε από του 1890 εναντίον αφίδων του λυκίσκου. Οι σπουδαιότερες εντομοτοξικές ουσίες που περιέχει είναι η κουασσίνη, νεοκουασσίνη και πικρασμίνη.
- **Παρασκευάσματα από το *Ryania speciosa*.**
- **Πρόπολη:** Είναι μία ρητινώδης ουσία που χρησιμοποιούν οι μέλισσες στα κελιά της κηρύθρας για να φράζουν τις σχισμές και να επικαλύπτουν τα τοιχώματά τους. Οι μέλισσες συλλέγουν την πρόπολη από τους οφθαλμούς και τους φλοιούς δένδρων, κυρίως της σημύδας, της ελάτης και του πεύκου. Η σύνθεσή της είναι 30% κερί, 50% ρητίνες και βάλσαμο και 10% αιθέρια έλαια. Έχει αντιβακτηριακή και μυκητοστατική δράση.

- Γη διατόμων:** Είναι φυσική ουσία αποτελούμενη από απολιθωμένα κατάλοιπα διατόμων από παλαιές γεωλογικές περιόδους, πριν 20-80 εκατ. χρόνια. Τα διάτομα είναι υδρόβια Χρυσόφυτα συνιστώντα φυτοπλαγκτόν. Τα νεκρά διάτομα βυθίζονταν στο νερό απορροφούσαν πυρίτιο και δημιουργούσαν στρώμα. Η απολιθωση αυτών των στρωμάτων σχημάτισε τη γη διατόμων. Η γη διατόμων είναι σκόνη συνιστάμενη από άνω του 90% από πυρίτιο. Έχει πολλές εφαρμογές (παράγοντας φίλτρων, συστατικό οδοντόπαστας, κ.ά.) μεταξύ των οποίων ως υλικό για την αντιμετώπιση ασπονδύλων. Μία αναπτυσσόμενη εφαρμογή είναι η καταπολέμηση εντόμων αποθηκών (Cook, 2003). Εμπορικό σκεύασμα **Insecto**[®] της αμερικανικής εταιρείας Insecto Ltd., χρησιμοποιήθηκε στο Εργαστήριό μας με θετικά αποτελέσματα εναντίον του *S. oryzae* σε αποθηκευμένο σιτάρι και κριθάρι (αδημοσίευτα αποτελέσματα).
- Κόνις πετρωμάτων**
- Παρασκευάσματα μεταλδεΐδης:** Η μεταλδεΐδη είναι γνωστή χημική ουσία που χρησιμοποιείται εναντίων λειμάκων (γυμνοσάλιαγκες) και κοχλιών. Δρα από του στόματος με κατάποση. Η δραστηριότητά της είναι μεγαλύτερη σε περιβάλλον ξηρασίας, υψηλής θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας. Είναι επίσης τοξική επί βατράχων, ψαριών και άλλων ομάδων ζώων. Επιτρέπεται η χρήση της στην βιολογική γεωργία εφόσον χρησιμοποιείται μέσα σε παγίδες.
- Θείον:** Το θείον (θειάφι) έχει ακαρεοκτόνες, μυκητοκτόνες και εντομοκτόνες ιδιότητες. Στο εμπόριο κυκλοφορεί ως κόνις επιπάσεων περιεκτικότητας 95% σε θείον. Οι λεπτές κόνιες είναι καλλίτερες από τις χονδρόκοκκες. Κυκλοφορεί επίσης ως βρέξιμη σκόνη για ψεκασμούς. Η μορφή αυτή συνιστάται για εφαρμογή στα ευαίσθητα στο θειάφι φυτά (π.χ. βερυκοκιά, κολοκυνθοειδή). Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του σε θερμό (άνω των 35 °C) και ξηρό καιρό. Είναι κατάλληλο εναντίον των ωιδίων και των τετρανύχων.
- Βορδιγάλειος πολτός:** Είναι γνωστό μυκητοκτόνο εναντίον περonosπόρων με βάση τον χαλκό. Το όνομά του προέρχεται από την Γαλλική πόλη Bordeaux (Μπορντό = Βορδίγαλον). Ο βορδιγάλειος πολτός πρωτοπαρασκευάστηκε από τον Millardet το 1882, ως μείγμα θειικού χαλκού (γαλαζόπετρα) με υδροξείδιο του ασβεστίου (σβησμένη ασβέστη) σε αναλογία 1:2 περίπου. Εκτός των περonosπόρων παρουσιάζει δράση εναντίων παθογόνων που προκαλούν σεπτοριάσεις, μονιλιώσεις, εξασκώσεις, φουζικλάδιο, κορύνεο, κερκοσποριάσεις, κλαδοσποριάσεις, σκωριάσεις. Είναι το περισσότερο παραγόμενο μυκητοκτόνο στον κόσμο. Όσο πιο όξινο είναι το μείγμα τόσο πιο φυτοτοξικό είναι. Κατά γενικό κανόνα ο βορδιγάλειος πολτός χρησιμοποιείται ως ψεκαστικό υγρό περιεκτικότητας 1-2% σε θειικό χαλκό. Η συνήθης αναλογία του μείγματος θειικού χαλκού με υδροξείδιο του ασβεστίου είναι 1:1-1,5 ανάλογα με την ποιότητα του υδροξειδίου του ασβεστίου.

- **Βουργούνδιος πολτός:** Είναι μείγμα θεικού χαλκού με ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3). Πρωτοπαρασκευάσθηκε από τον Μάσσον το 1887. Χρησιμοποιείται όπως και ο βορδιγάλειος πολτός.
- **Πυριτικό νάτριο.**
- **Διττανθρακικό νάτριο.**
- **Καλιούχος σάπων (μαλακό σαπούνι).**
- **Φερομόνες:** Η λέξη φερομόνη αναφέρεται στην ένωση που εκκρίνεται από ένα ζώο για να επηρεάσει την συμπεριφορά ζώων του αυτού είδους. Οι φερομόνες μπορούν να διακριθούν σε ομάδες:
 - ⇒ Φερομόνες φύλου ή sex φερομόνες.
 - ⇒ Φερομόνες συναγερμού.
 - ⇒ Φερομόνες σμήνους.
 - ⇒ Φερομόνες τροφής.
 - ⇒ Φερομόνες ωοθεσίας, κ.ά.
 Οι παρουσιαζόμενες δυνατότητες χρήσεως φερομονών για την αντιμετώπιση των εντόμων στην βιολογική γεωργία είναι η τεχνική συγχύσεως. Συγκεκριμένα διανέμονται στον αγρό πολλά σημεία εκλύσεως φερομόνης. Έτσι τα αρσενικά δεν είναι δυνατόν να εντοπίσουν τα δεκτικά γονιμοποίησης θηλυκά, με αποτέλεσμα να μην παρατηρούνται ωοθεσίες.
- **Παρασκευάσματα του *Bacillus thuringiensis*:** Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί ασθένειες σε προνύμφες εντόμων, κυρίως Λεπιδοπτερών, χωρίς να επηρεάζει βλαπτικά τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα. Έτσι, έχουν παρασκευασθεί ιδιοσκευάσματα από τον βάκιλλο, τα οποία είναι σε μορφή βρέξιμης σκόνης, που με ψεκασμό επιφέρουν το επιθυμητό εντομοκτόνο αποτέλεσμα εναντίον πολλών εχθρών των καλλιεργουμένων φυτών (βλ. παράγραφο 4.3.3.5.2).
- **Κοκκώδη παρασκευάσματα ιών:** Έχει διαπιστωθεί ότι ορισμένοι οι, προκαλούν ασθένειες σε προνύμφες κυρίως, εντόμων. Έτσι παρασκευάσθηκαν ιδιοσκευάσματα που περιέχουν σωματίδια του εντομοκτόνου ιού, τα οποία εφαρμόζονται για την προστασία των καλλιεργουμένων φυτών (βλ. παράγραφο 4.3.3.5.4).
- **Φυτικά και ζωικά έλαια.**
- **Παραφινέλαιο.**

Πέραν των ανωτέρω ρητά αναφερομένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 2092/91 και των βιολογικών σκευασμάτων που αναφέρθηκαν στις παραγράφους 4.2.3.2.3, 4.2.3.2.4, 4.2.3.2.5, 4.2.3.2.6, 4.3.3.5 και 4.4.2.6, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση υδατικών εκχυλισμάτων «κομπόστας» που έχουν υποστεί ζύμωση (compost teas) (Diver, 1998 & 2002). Αναφέρθηκε η αντιμετώπιση των παθογόνων φυλλώματος *Phytophthora infestans*, *Venturia inequalis*, *Plasmopara viticola*, *Uncinula*

necator, *Botrytis cinerea*, *Sphaerotheca fuliginea* αλλά και της αδρομύκωσης (*Fusarium oxysporum*) με ψεκασμό φυλλώματος ή εφαρμογή στο έδαφος, αντίστοιχα, διαφόρων ζυμωμένων εκχυλισμάτων κομπόστας από κοπριά ή κοπριά και άχυρο, κ.ά. Τα ενεργά βιολογικά συστατικά αυτών των εκχυλισμάτων κομπόστας προσδιορίστηκαν να είναι βακτήρια (*Bacillus* spp.), ζυμομύκητες (*Sporobolomyces* spp. *Cryptococcus* spp.), μύκητες, αλλά και φαινολικές ενώσεις και αμινοξέα (Diver, 1998)

