



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Ζωικοί Εχθροί Θεωρία

Ενότητα 10: Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης
των ζωικών εχθρών (συνέχεια)

Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα
Καθηγήτρια Εντομολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα: Τεχνολόγων Γεωπόνων

Τίτλος Μαθήματος: Ζωικοί Εχθροί Θεωρία

Ενότητα 10: Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών (συνέχεια)

Όνομα Καθηγητή: Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα

Βαθμίδα Καθηγητή: Καθηγήτρια

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών (συνέχεια)

- Στο παρόν περιγράφονται μόνο η Χημική, Βιολογική & Βιοτεχνολογική μέθοδος αντιμετώπισης, καθώς και η Ολοκληρωμένη καταπολέμηση
- Οι υπόλοιπες μέθοδοι καταπολέμησης ζωικών εχθρών αναφέρονται στην Ενότητα 9
- Σχετικά με τη χημική μέθοδο καταπολέμησης, βλέπε και σημειώσεις μαθήματος με τα Φυτοπροστατευτικά προϊόντα



Σκοποί ενότητας

- Καταγραφή των δυνητικών μεθόδων & μέτρων καταπολέμησης των ζωικών εχθρών.

Περιεχόμενα ενότητας

- Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών.
 - Χημική μέθοδος.
 - Ρυθμιστικές ουσίες της ανάπτυξης.
 - Φερομόνες.
 - Βιολογική μέθοδος.
 - Βιοτεχνολογική μέθοδος (στερωτικές ουσίες & γενετική καταπολέμηση).
 - Ολοκληρωμένη καταπολέμηση.



Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών: Χημική μέθοδος



Συμβατική-Χημική μέθοδος

- Αν δεν αποδίδουν τα προαναφερθέντα μέτρα & μέσα (αλλά και αυτά που ακολουθούν) → χρήση χημικών ουσιών
- Τα ΦΠ που κυκλοφορούν στο εμπόριο ονομάζονται **εμπορικά σκευάσματα ΦΠ** ή απλά **σκευάσματα**
- Στο κάθε ΦΠ πρέπει η ωφέλιμη δράση της ουσίας να είναι μεγαλύτερη από τον κίνδυνο τοξικής δράσης (ήτοι, θεώρηση της σχέσης ωφέλεια προς κίνδυνος)



Χημική μέθοδος

- Χρήση χημικών μέσων (εντομοκτόνα, ακαρεοκτόνα, νηματοκτόνα, στειρωτικές ουσίες, ανασχετικές της ανάπτυξης, αντιμεταβολίτες, ελκυστικές, απωθητικές & αποτρεπτικές, φερομόνες κ.λπ.), τα οποία επηρεάζουν τη φυσιολογία, συμπεριφορά & δυναμική του πληθυσμού ενός ζωικού εχθρού κατά τον τρόπο που εξυπηρετεί κάθε φορά τον άνθρωπο
- Πιο διαδεδομένη μέθοδος καταπολέμησης ζωικών εχθρών και όσο προοδεύει η συνθετική χημεία & βιοχημεία, αλλά και η τεχνολογία εφαρμογής των ανωτέρω φυτοπροστατευτικών προϊόντων, θα έχει όλο και περισσότερες εφαρμογές
- Η σύνθεση, δοκιμή & τυποποίηση των νέων δραστικών ουσιών έχει προσφέρει λύσεις



Φυτοπροστατευτικό Προϊόν (ΦΠ)

Pesticide ή Agrochemical

- Είναι κάθε ουσία ή μείγμα ουσιών συμπεριλαμβανομένων και των επεξεργασμένων ή μη φυτικών προϊόντων, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο καταπολέμησης εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων των φυτών ή να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των εν λόγω ουσιών
- Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα (ΦΠ) \approx Γεωργικό Φάρμακο = Φυτοφάρμακο (εξαιρούνται τα «βιο-παρασιτοκτόνα» (σκευάσματα βιολογικής αντιμετώπισης)
- Όροι **συνώνυμοι καταπολέμηση-αντιμετώπιση-έλεγχος**, που εκφράζουν διαφορετικές προσεγγίσεις φιλοσοφίας και τακτικής φυτοπροστασίας



Τυποποίηση ΦΠ



- Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των δραστικών ουσιών δεν πληρούν τις προϋποθέσεις, ώστε να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως ΦΠ (επικίνδυνη η χρήση τους για χρήστες & περιβάλλον)
- **Τυποποίηση** (formulation) είναι η επεξεργασία δραστικής ουσίας με τις βοηθητικές ουσίες ή έκδοχα με σκοπό την ομοιόμορφη κατανομή αποτελεσματική, εύκολη & ασφαλή εφαρμογή (της δραστικής ουσίας) στον αγρό
- **Σκεύασμα** είναι το τελικό προϊόν της τυποποίησης, ήτοι το μείγμα ενός ή περισσοτέρων δρώντων συστατικών & βοηθητικών ουσιών με την ίδια εγγυημένη σύνθεση έτοιμο να χρησιμοποιηθεί στην πράξη, όπως είναι (ετοιμόχρηστο) ή μετά από αραίωση σε νερό



Σκοποί τυποποίησης ΦΠ

- Βελτίωση βιολογικής δράσης δραστικής ουσίας (αποτελεσματική)
- Βελτίωση τεχνικής εφαρμογής (χρήση απλών μηχανημάτων)
- Διασπορά μικρής ποσότητας δραστικής ουσίας σε μεγάλες εκτάσεις (ομοιόμορφη κατανομή της στον αγρό)
- Βελτίωση σταθερότητας & ασφάλειας κατά την αποθήκευση και εφαρμογή στον αγρό
- Βελτίωση τοξικολογικών χαρακτηριστικών
- Μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ακίνδυνη για το χρήστη και περιβάλλον)



Συστατικά ΦΠ

- **Δραστική ουσία** (το καθαρό **δρων συστατικό** ή δ.ο.; active ingredient): χαρακτηρίζεται από ένα **κοινό όνομα**, το οποίο είναι διεθνώς κατοχυρωμένο
- **Φορέας της δραστικής ουσίας** (carrier ή filler): φέρει τη δραστική ουσία στην επιθυμητή μορφή
- **Αδρανή συστατικά ή βοηθητικές/προσθετικές ουσίες** (spray supplements): βελτιώνουν τις ιδιότητες του ΦΠ (προσκολλητικότητα, διαβρεκτικότητα κ.λπ.), για να καταλήξει αποτελεσματικά και με ασφάλεια η δραστική ουσία στις στοχευμένες επιφάνειες
- **Αραιωτικό** (όχι πάντα)



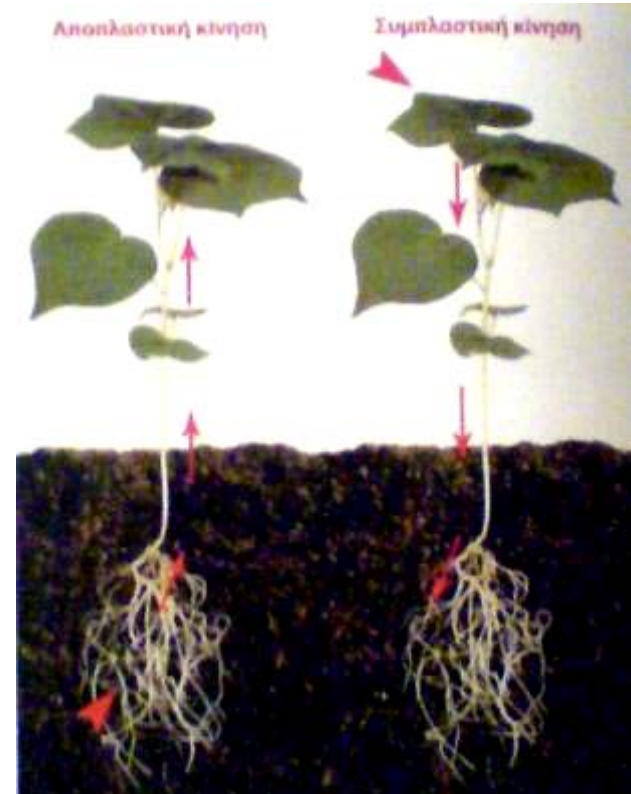
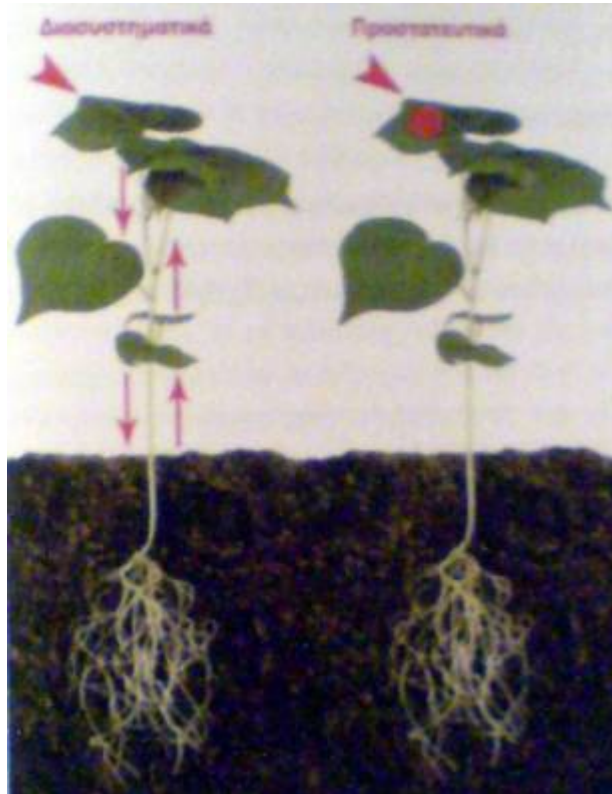
Διασυστηματικά & Προστατευτικά ΦΠ

- **Διασυστηματικά:** Παραλαμβάνονται από το φυτό και μετακινούνται μέσα στους φυτικούς ιστούς (αυτή η ιδιότητα **αφορά το φυτό & όχι το ζωικό εχθρό**), ώστε να καθίστανται εντομοξικά και τα μέρη του φυτού που δεν εφαρμόστηκε το ΦΠ
 - Απορρόφηση & κυκλοφορία εντός φυτικών ιστών → υδατοδιαλυτό τουλάχιστον σε ορισμένο βαθμό
 - Όλα μετακίνηση μόνο προς το πάνω μέρος του φυτού (**αποπλαστική κίνηση**) και όχι προς τα κάτω (**συμπλαστική κίνηση**)
- **Προστατευτικά:** **δεν** εισέρχονται και **δεν** κυκλοφορούν στο εσωτερικό των φυτικών οργάνων (τουλάχιστον σε σημαντικό βαθμό), αλλά παραμένουν εξωτερικά στις φυτικές επιφάνειες που εφαρμόστηκαν



Διασυστηματικά & Προστατευτικά ΦΠ

Αποπλαστική & Συμπλαστική κίνηση





Διασυστηματικά ΦΠ

- Έχουν προληπτική & θεραπευτική δράση
- Προστασία οργάνων του φυτού που δεν είχαν σχηματισθεί κατά το χρόνο εφαρμογής (αφού τα ΦΠ μεταφέρονται)
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του χρόνου επέμβασης και κάλυψης όλων των ευπρόσβλητων τμημάτων του φυτού
- Δυνατότητα προστασίας υπέργειων φυτικών τμημάτων με την προσθήκη του ΦΠ στις ρίζες ή στο σπόρο
- Κατάλληλα για τους ζωικούς εχθρούς που νυσσουν και μυζούν σχετικά μεγάλες ποσότητες φυτικού χυμού
- Πλείστα οργανικά διασυστηματικά εντομοκτόνα & ακαρεοκτόνα δρουν και ως επαφής (προστατευτικά) και δεν είναι αφ' ευατών εκλεκτικά



Προστατευτικά ΦΠ

- Προστατεύουν μόνο το μέρος του φυτού που εφαρμόστηκαν
- Προσβολή της νέας βλάστησης, παρόλο που καλύφθηκαν με το ΦΠ ικανοποιητικά τα παλαιότερα όργανα του φυτού
- Το ΦΠ να μην απομακρύνεται ή διασπάται στο περιβάλλον (βροχή, ηλιακό φως κ.τ.λ.)
- Αν η επέμβαση γίνει πριν την προσβολή, τότε μπορεί να μην υφίσταται (αρκετό) ΦΠ, όταν ο ζωικός εχθρός φθάσει στην προστατευόμενη επιφάνεια



Κατηγορίες ΦΠ για ζωικούς εχθρούς βάσει του τρόπου δράσης τους

- **Στομάχου:** προσβάλλουν τον πεπτικό σωλήνα και εισέρχονται στο έντομο διαμέσου της στοματικής οδού
- **Επαφής:** προσβάλλουν το νευρικό σύστημα και εισέρχονται μέσω του σωματικού περιβλήματος του εντόμου ή από τους ταρσούς των ποδιών
- **Ασφυκτικά ή καπνογόνου δράσης:** εισέρχονται στο έντομο κυρίως μέσω των αναπνευστικών τρημάτων, προσβάλλουν το αναπνευστικό σύστημα και προκαλούν ασφυξία (εφαρμογή κυρίως για την καταπολέμηση σε αποθήκες)



Βιολογική δράση ΦΠ για ζωικούς εχθρούς

- Είναι ο **τρόπος/μηχανισμός δράσης** που δρα σε υποκυτταρικό επίπεδο και στο **εύρος δράσης του**, δηλαδή τον αριθμό και τα είδη, που μπορεί να εκδηλώσει την τοξική του δράση
- Δρα σε **βιοχημικά συστήματα παραγωγής ενέργειας**
- Δρα σε διάφορες **βιοσυνθέσεις**
- Δρα στη λειτουργία του **νευρικού συστήματος**



Είσοδος, μεταβολισμός, απέκκριση ΦΠ

- Απόθεση ΦΠ στα φυτά και είσοδό του στο σώμα του ζωικού εχθρού δια **επαφής**, δια **στόματος** και δια **αναπνευστικού συστήματος**
- Μετακίνηση ΦΠ στο εσωτερικό του σώματος και προσβολή του ευπαθούς ιστού ή ενζύμου (εκδήλωση τοξικής δράσης ΦΠ)
- Από την είσοδο ΦΠ στο σώμα ως την προσβολή του «στόχου», ποσοστό ΦΠ μεταβολίζεται συνήθως σε λιγότερο τοξικές ή μη-τοξικές ουσίες, οι οποίες τελικά απεκκρίνονται
- Άλλα ΦΠ μεταβολίζονται σε περισσότερο τοξικές ουσίες (ενεργοποιούνται) και αφού προσβάλλουν το «στόχο, απενεργοποιούνται και απεκκρίνονται
- Ορισμένα ΦΠ (τα **αθροιστικά**) αντί να απεκκρίνονται, συσσωρεύονται στο λιπόσωμα χωρίς να αποδομηθούν



Ιδιότητες ΦΠ

- Βιολογική δράση (μηχανισμός δράσης ΦΠ)
- Δραστικότητα (σχέση δράσης με χρησιμοποιούμενη ποσότητα)
- Υπολειμματική δράση (ρυθμός αποδόμησης προς μη τοξικά παράγωγα)
- Τοξικότητα προς άλλους οργανισμούς (θερμόαιμα, μέλισσες, ωφέλιμοι οργανισμοί κ.λπ.)
- Εκλεκτική τοξικότητα
- Περιβαλλοντικό προφίλ (ασφαλής χρήση σε σχέση με τον άνθρωπο-ζώα-περιβάλλον)
- Εκλεκτικότητα [τοξικότητα σε έναν ή ορισμένους (μικρο)οργανισμούς]
- Ικανότητα πρόσληψης από τα φυτά
- Ενδοθεραπευτική δράση (πρόσληψη και κίνηση ΦΠ στα φυτά)
- Συνδυαστικότητα (εφαρμογή ως μείγμα διαφόρων ΦΠ)



Χρήση σύμφωνα με τις οδηγίες της ετικέτας ΦΠ

- Αποτελεσματικό (φάσμα δράσης, καλλιέργεια, δοσολογία, οδηγίες χρήσης)
- Δεν βλάπτει το χρήστη & τον καταναλωτή, τα καλλιεργούμενα φυτά και το περιβάλλον
 - Τοξικολογική κατάταξη (βαθμός τοξικότητας)
 - Διάστημα μεταξύ τελευταίας επέμβασης και συγκομιδής
 - Φυτοτοξικότητα & Μελισσοτοξικότητα
 - Φράσεις ασφαλείας
 - Οικοσύστημα
- Απουσία υπολειμμάτων ΦΠ στα αγροτικά προϊόντα



Τρόποι εφαρμογής ΦΠ

- **Ψεκασμός** φυτών ή εδάφους με την εκτόξευση σταγονιδίων, αφού το ΦΠ διαλυθεί στο νερό
- **Σκόνισμα-επίπαση** των φυτών (εκτόξευση σκόνης), σπόρων ή εδάφους χύδην ή τη χρήση ειδικών μηχανημάτων
- **Διασπορά στο έδαφος** των κοκκωδών σκευασμάτων με το χέρι ή με ειδικά μηχανήματα
- **Έγχυση** πτητικών χημικών ουσιών στο έδαφος
- Επεμβάσεις στο πολλαπλασιαστικό υλικό ή στα συγκομισμένα προϊόντα
- **Διασκόρπιση** δολωμάτων, **επενδύσεις** σπόρων **επαλείψεις** κορμών ή πληγών, **υποκαπνισμούς**, ριζοπόστισμα, επέμβαση στα **συγκομισμένα προϊόντα** κ.ά.



Αποτελεσματική δράση ΦΠ

- Η δραστική ουσία να έρθει σε επαφή με το ζωικό εχθρό
- Επιλογή κατάλληλου σκευάσματος ΦΠ
- **Κατάλληλος τρόπος εφαρμογής του ΦΠ:** πάνω στα φυτά ή στο έδαφος ή στο σπόρο ή στα συγκομισμένα προϊόντα
- **Τρόπος εφαρμογής ΦΠ εξαρτάται:** είδος ζωικού εχθρού-στόχος, φυσικοχημικές ιδιότητες δ.ο. (πτητικότητα, υδατοδιαλυτότητα κ.ά.), καλλιέργεια (είδος, ποικιλία, στάδιο ανάπτυξης κ.λπ.), διαθέσιμος μηχανολογικός εξοπλισμός



Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ΦΠ

Αυτοί που επηρεάζουν το ζωικό εχθρό ή φυτό

- Φυλή
- Φύλο
- Ηλικία
- Φυσιολογική κατάσταση
- Συμπεριφορά ζωικού εχθρού
- Επιφάνεια του φυτού
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες
- Ανθεκτικότητα έναντι στα ΦΠ

Αυτοί που αφορούν το ΦΠ

- Σκεύασμα ΦΠ
- Τρόπος εφαρμογής ΦΠ
- Χρόνος εφαρμογής ΦΠ
- Καιρικές συνθήκες



Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ΦΠ

- **Φυλή:** φυλές με διάφορη μορφή, συμπεριφορά κ.ά. Με διαφορετική ευπάθεια απέναντι σε δεδομένο ΦΠ; Χρήση ΦΠ επί σειρά γενεών δύναται να δημιουργηθούν ανθεκτικές φυλές
- **Φύλο:** σε πολλά είδη, το ένα φύλο είναι ανθεκτικότερο σε ορισμένα ΦΠ από το άλλο; συνήθως το θήλυ είναι ανθεκτικότερο σε ΦΠ επαφής, λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους του ή το φύλο με εντονότερη δραστηριότητα και τρόπος βρώσης, πτήσης, βάδισης θα έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να λάβει δεδομένη δόση ΦΠ
- **Ηλικία:** Οι νεαρές προνύμφες (1^{ης} & 2^{ης} ηλικίας) είναι πιο ευπαθείς σε σχέση με τις μεγαλύτερης ηλικίας; Συνιστώμενη δόση ορισμένων ΦΠ θανατώνουν μόνο νεαρά ανήλικα (σημαντικό η έγκαιρη εφαρμογή)



Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ΦΠ

- **Φυσιολογική κατάσταση ζωικού εχθρού:** ζωικοί εχθροί σε διάπαυση είναι πιο ανθεκτικά; Νηστικών έναντι χορτάτων; Ασθενικών & μικρών έναντι ζωηρών & μεγαλύτερων; Παρθένων έναντι γονιμοποιημένων; Με άφθονο λιπώδη ιστό έναντι με λίγο ή απουσία του
- **Συμπεριφορά ζωικού εχθρού:** δραστήριο με αποστάσεις μετακίνησης λαμβάνει το σώμα του περισσότερη ποσότητα ΦΠ; Εξαρτάται και από την κατανομή πληθυσμού στο φυτό
- **Επιφάνεια του φυτού:** επηρεάζει την ποσότητα ΦΠ που το φυτό συγκρατεί; Οι κηρώδεις ουσίες της επιφάνειας του φυτού απορροφούν ορισμένη ποσότητα ΦΠ (πλείστα ΦΠ είναι λιποδιαλυτά)



Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ΦΠ

- **Περιβάλλον:** Ποσότητα & ποιότητα διαθέσιμης τροφής, θερμοκρασία (τοξικότητα ΦΠ αυξάνει με τη θερμοκρασία), εποχή, πυκνότητα πληθυσμού ζωικού εχθρού & των φυσικών εχθρών του, είδος επιφάνειας ή χώρου κ.ά. παράγοντες επηρεάζουν την ευπάθεια του ζωικού εχθρού στα ΦΠ
- **Ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ΦΠ:** Η επί σειρά γενεών έκθεση σε δεδομένο ΦΠ μπορεί να δημιουργήσει πληθυσμούς ή φυλές ανθεκτικές, οι οποίες δεν καταπολεμούνται με τις συνιστώμενες δόσεις για ευπαθείς πληθυσμούς



Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των ΦΠ

- **Σκεύασμα ΦΠ:** ομοιογένεια, ικανότητα καλής διατήρησης και διασποράς) εξαρτώνται από το είδος & ποιότητα αδρανών και βοηθητικών ουσιών, μέθοδο & μέσα παρασκευής σκευάσματος και κατ' επέκταση να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά του (η τυποποίηση ΦΠ κατέχει σημαντικό ρόλο)
- **Τρόπος & χρόνος εφαρμογής ΦΠ:** ομοιομορφία κατανομής ΦΠ στο φύλλωμα, διασυστηματικό ή όχι, όγκος ψεκασμού, μέγεθος σταγόνας, προσεκτική εφαρμογή (ψεκασμός ή επίπαση) κ.λπ. επί της μεθόδου και μέσα εφαρμογής ΦΠ μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητά του



Επιλογή σκευάσματος ΦΠ

- **Να είναι απαραίτητο & κατάλληλες συνθήκες**
 - Δραστική ουσία, που θα προσφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα
 - Κατάλληλο ιδιοσκεύασμα αυτής (κοκκώδες, σκόνη επίπασης, γαλάκτωμα κ.λπ.)
 - Κατάλληλο μηχάνημα διαμοιρασμού της στον αγρό
 - Χρόνος εφαρμογής



Επιλογή σκευάσματος ΦΠ

Οικολογικοί παράμετροι

- **Καλλιέργεια**
 - Είδος
 - Στάδιο ανάπτυξης
 - Φυτικό μέρος που προσβάλλεται
- **Οικολογικοί παράγοντες**
 - Συγκαλλιέργεια
 - Γειτνιαζόμενες καλλιέργειες
 - Ωφέλιμοι οργανισμοί
- **Ζωικός εχθρός**
 - Αναγνώριση!!!!
 - Πώς & που διαχειμάζουν
 - Τι προσβάλλουν
 - Ευαίσθητα στάδια & μορφές
 - Εποχή
 - Ευαισθησία σε ΦΠ
- **Περιβάλλον**
 - Θερμοκρασία
 - Σχετική υγρασία
 - Έδαφος



Επιλογή σκευάσματος ΦΠ

Παράμετροι του ΦΠ

- **Δραστική ουσία**
 - Διασυστηματικότητα
 - Υπολειμματιξότητα
 - Εκλεκτικότητα
- **Μορφή σκευάσματος**
 - Τρόπος εφαρμογής
 - Αριθμός επεμβάσεων
 - Χρόνος επεμβάσεων
 - Δοσολογία
 - Κόστος



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: ωό (1)

- Χειμερινό ωό που εναποτίθεται συνήθως στα «καταφύγια» επί του ξενιστού ή στο έδαφος και περιβάλλεται και από κέλυφος → δύσκολη διαπέρασή τους από τα ΦΠ
- Γνώση ωοτοκίας: συναγερμός προσβολής και προετοιμασία αντιμετώπισης με τη χρήση ΦΠ στο ευαίσθητο στάδιο των νεαρών (ερπουσών) προνυμφών
- Δυνατή η αντιμετώπιση ζωικών εχθρών στο στάδιο του ωού:
 - ΦΠ με μεγάλη διεισδυτική ικανότητα, π.χ. χειμερινός πολτός σε δένδρα σε λήθαργο καταστρέφει τις χειμερινές ωοτοκίες
 - Χειρονακτική συλλογή ωοτοκιών ορισμένων εντόμων, π.χ. *Anthonomus grandis*



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: ωό (2)

- Εναπόθεση ωών εντόμων:
 - Επί της **εξωτερικής επιφάνειας** του φυτού-ξενιστή; καταστρέφονται με ΦΠ
 - Στο **εσωτερικό** του ξενιστή; σχεδόν αδύνατο να καταστραφούν χωρίς να προκληθεί σημαντική ζημιά στον ξενιστή
 - Στο **έδαφος** πλησίον του ξενιστή; αφού εντοπιστούν δύναται να προσβληθούν με κατάλληλα πτητικά ΦΠ
 - Στην **εξωτερική επιφάνεια ή στους εσωτερικούς ιστούς άλλου ξενιστή**, που υπάρχει πλησίον του καλλιεργούμενου φυτού-ξενιστή και άρα αν είναι ζιζάνιο → καθολικής δράσης ζιζανιοκτόνο για την καταστροφή και των ωοτοκίων (π.χ. τετρανύχων)
- Εναπόθεση ωών νηματωδών πάνω ή μέσα στο φυτό-ξενιστή



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: ωό (3)

- Γνωστό εκ των προτέρων για την κατάλληλη επέμβαση και στις **θέσεις εναπόθεσης των ωών**
 - Ζωικός εχθρός ήταν παρόν στην ευρύτερη περιοχή και σε μεγάλους πληθυσμούς στο προηγούμενο βιολογικό του στάδιο
 - Ο βιολογικός κύκλος και οι συνήθειες του παρασίτου



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: προνύμφη (1)

- **Προνύμφες** που διαβιούν στο εσωτερικό ή στην εξωτερική επιφάνεια του ξενιστή-φυτού
- Είναι το στάδιο που καταναλώνει τις μεγαλύτερες ποσότητες τροφής και κατά συνέπεια προκαλούν τη μεγαλύτερη ζημιά στα καλλιεργούμενα φυτά
- Αν τέλεια η καταστροφή ωών (δύσκολο να επιτευχθεί) → ματαίωση εμφάνισης προνυμφών
- Επιτυχής αντιμετώπιση των πρώτων προνυμφών προτού ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος του εχθρού και άρα μείωση πληθυσμού στη δεύτερη γενεά κ.ο.κ.



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: προνύμφη (2)

- Προνύμφες που διαβιούν και τρέφονται στην εξωτερική επιφάνεια του ξενιστή και άρα κάλυψη με:
 - ΦΠ-επαφής των φυτικών οργάνων, που διαβιούν και κινούνται
 - ΦΠ-στομάχου των φυτικών μερών, που διατρέφονται (συνήθως φύλλα)
 - Κατάλληλο ΦΠ-διασυστηματικό
- Δύσκολο όταν διαβιούν οι προνύμφες εξωτερικά, αλλά σε απρόσιτες και κρυφές θέσεις του ξενιστή (π.χ. εξωτερικά των ριζών ή μέσα στον κολεό των φύλλων σιταριού ή καλαμποκιού)
 - Επιτυχής καταπολέμηση με ΦΠ-Διασυστηματικό ή σκεύασμα ΦΠ που διεισδύει σε αυτές τις απόκρυφες θέσεις, π.χ. ΦΠ-επαφής σε κοκκώδη μορφή που «κατρακυλά» μέσα στον κολεό καλαμποκιού για την καταπολέμηση της πυραλίδας *Pyrausta nubilalis*



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: προνύμφη (3)

- Αν η προνύμφη εξέλθει από το ωό στην εξωτερική επιφάνεια του ξενιστή και στη συνέχεια εισδύει στο εσωτερικό του και διατρέφεται μέχρι να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο
 - Πριν εισέλθει στους ιστούς του ξενιστή με ΦΠ- επαφής & στομάχου
 - Μετά την είσοδό της με κατάλληλο ΦΠ-διασυστηματικό
- Προνύμφες εξαρχής στο εσωτερικό των ξενιστών και διανύουν όλα τα στάδια εντός του ξενιστή
 - Καταστροφή ενηλίκων πριν ωοτοκήσουν με ΦΠ-επαφής ή/και ΦΠ-στομάχου
 - Κατάλληλο ΦΠ-διασυστηματικό
 - Καταστροφή ξενιστή, π.χ. συλλογή & κάψιμο



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: νύμφη

- Στο στάδιο της νύμφης συνήθως είναι ακίνητα και σε αδράνεια (δεν τρέφονται)
- Η νύμφωση λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου επί του φυτού-ξενιστή ή στο έδαφος πλησίον του ξενιστή (εάν νύμφωση χειμώνα → απόκρυφα μέρη)
- Θωράκιση νύμφης σε βομβύκιο, που πλέκει ή εντός δερματοσκελετού του τελευταίου προνυμφικού σταδίου σκληρύνοντάς το κατάλληλα
- Καταπολέμηση με χειρονακτική συλλογή στην περίπτωση που είναι εμφανείς οι νύμφες ή με τη χρήση ΦΠ-επαφής με μεγάλη διεισδυτική ικανότητα με ψεκασμό στις θέσεις που υπάρχουν τα βομβύκια (π.χ. χειμερινός πολτός με DNOC)



Επιλογή σκευάσματος

Στάδιο ζωικού εχθρού: ακμαίο

- Στο ακμαίο, οι ζωικοί εχθροί διακρίνονται:
 - Ενήλικα που κινούνται συνεχώς και συνεχίζουν να διατρέφονται σε βάρος της καλλιέργειας μέχρι να ενηλικιωθούν πλήρως και ωοτοκήσουν → κάλυψη των οργάνων που διατρέφονται με ΦΠ-επαφής ή ΦΠ-στομάχου ή ΦΠ-διασυστηματικά (π.χ. ακρίδες)
 - Ενήλικα που κινούνται πάνω στον ξενιστή, αλλά δεν διατρέφονται → κάλυψη επιφανειών που κινούνται με ΦΠ-επαφής
 - Ενήλικα που διαβιούν στα καταφύγια, κινούνται ελάχιστα, αλλά διατρέφονται από τον ξενιστή (π.χ. ενήλικα θήλεα κοκκοειδών και πολλών παρασίτων που διαβιούν στις ρίζες) → ΦΠ-διασυστηματικά ή ΦΠ-επαφής με μεγάλη διεισδυτική ικανότητα



Επιλογή σκευάσματος κλειστοί χώροι

- Χρήση **πτητικού ΦΠ**, που καταπολεμά συνήθως όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου των ζωικών εχθρών
 - Έντομα σιταποθηκών
 - Νηματώδεις που ζουν στο έδαφος



Τοξικότητα-Θανατηφόρες δόσεις ΦΠ

- Ορισμένη ποσότητα (δόση) ΦΠ σε πληθυσμό ζωικού εχθρού δύναται η εκδήλωση κάποιου συμπτώματος; Όσο η δόση αυξάνεται, τόσο αυξάνονται σε μέγεθος & αριθμό τα συμπτώματα και τελικά οι ζωικοί εχθροί πεθαίνουν
- **Τοξικότητα** είναι η ικανότητα μίας ουσίας να προκαλεί βλάβη (π.χ. παράλυση, ανασχεση ανάπτυξης κ.ά.) σε ένα ζωντανό οργανισμό, αλλά και άλλους οργανισμούς μη-στόχους και στη λειτουργία των οικοσυστημάτων
- **Κατηγορίες τοξικότητας: Οξεία** (acute toxicity) & **χρόνια** (chronic toxicity)



Αποφυγή σύγχυσης των εννοιών Τοξικότητα-Αποτελεσματικότητα ΦΠ

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

- Σύνολο **ανεπιθύμητων** επιδράσεων ΦΠ σε **όλους** τους οργανισμούς μη-στόχους (ανώτερους & μη)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Σύνολο επιδράσεων ΦΠ **μόνο** στους οργανισμούς-στόχους

Οικο-τοξικολογία ή Τοξικολογία Περιβάλλοντος είναι η επιστήμη, που εξετάζει τις τοξικές επιδράσεις των ΦΠ και γενικότερα των ρύπων σε όλους τους οργανισμούς του περιβάλλοντος



Οξεία τοξικότητα

- Οι δυσμενείς επιδράσεις που εμφανίζονται σε **βραχύ** χρονικό διάστημα μετά την επαφή ή χορήγηση στον οργανισμό μίας μόνο δόσης του εξεταζόμενου ΦΠ
- Είναι **αναστρέψιμη**
- Οφείλεται συνήθως στην αναστολή λειτουργίας ενός συστήματος του οργανισμού και μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά (LD₅₀ & LC₅₀, ED₅₀ & EC₅₀)



Οξεία τοξικότητα

Μέση θανατηφόρος δόση LD50

- **Μέση θανατηφόρος δόση (Lethal Dose, LD50)** είναι η υπολογισμένη ελάχιστη/κατώτερη δόση μίας ουσίας, η οποία αναμένεται να προκαλέσει το θάνατο στο 50% των «δηλητηριασμένων» ζώων μετά το άπαξ της χορήγησης
- Η τιμή της εκφράζεται με το βάρος της υπό εξέτασης ουσίας (mg) προς τη μονάδα βάρους του πειραματόζωου (kg)
- **Πλεονεκτήματα:** Δεν λαμβάνεται υπόψη το σωματικό βάρος
- **Μειονεκτήματα:** Δεν λαμβάνεται υπόψη η παραλλακτικότητα (π.χ. ηλικία, φύλο) μεταξύ ατόμων του ίδιου του πειραματόζωου-οργανισμού; Παρέχει στοιχεία για πειραματικά κυρίως είδη και μόνο ενδείξεις τοξικότητας σε άνθρωπο και άλλα είδη



Οξεία τοξικότητα

Μέση θανατηφόρος συγκέντρωση LC50

- **Μέση θανατηφόρος συγκέντρωση (Lethal Concentration, LC50)** είναι η στατιστικά υπολογισμένη συγκέντρωση μίας ουσίας στον περιβάλλοντα αέρα ή νερό, που περιβάλλει τους οργανισμούς και αναμένεται να προκαλέσει το θάνατο κατά την έκθεση, ή μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο μετά την έκθεση, του 50% των εκτεθειμένων σε αυτή (πειραματο)ζώων για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα
- Η τιμή της εκφράζεται με το βάρος της ελεγχόμενης ουσίας (mg) ανά σταθερό όγκο (L)
- Μέτρηση τοξικότητας σε ψάρια ή οργανισμούς, που έχουν εισπνεύσει ατμούς του ΦΠ
- Εξαρτάται από το χρονικό διάστημα επαφής του ΦΠ με τον υπό εξέταση οργανισμό



Οξεία τοξικότητα: EC50/ED50 & I50

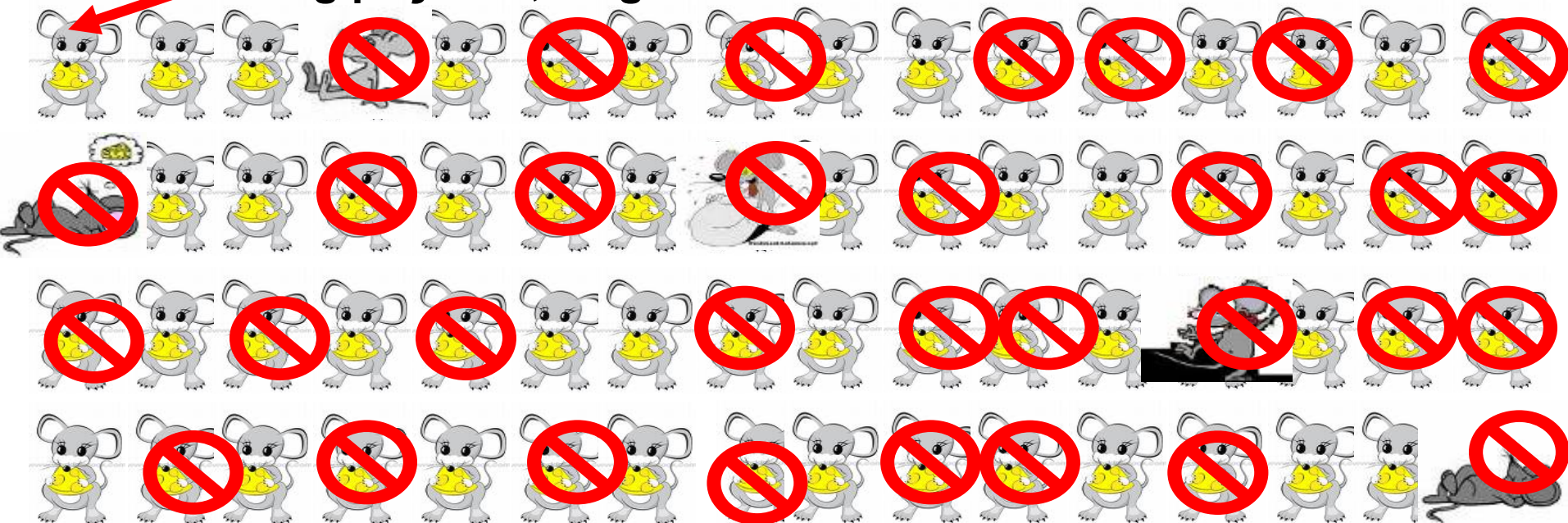
- **EC50** ή **ED50** (**effective dose**) είναι η χρήση τους, όταν ως κριτήριο τοξικότητας δεν λαμβάνεται υπόψη η νέκρωση του οργανισμού
- **I50** είναι η δόση που αναστέλλει τη δράση ενός ενζυμικού συστήματος *in vitro*



Οξεία τοξικότητα

Μέση θανατηφόρος δόση LD50

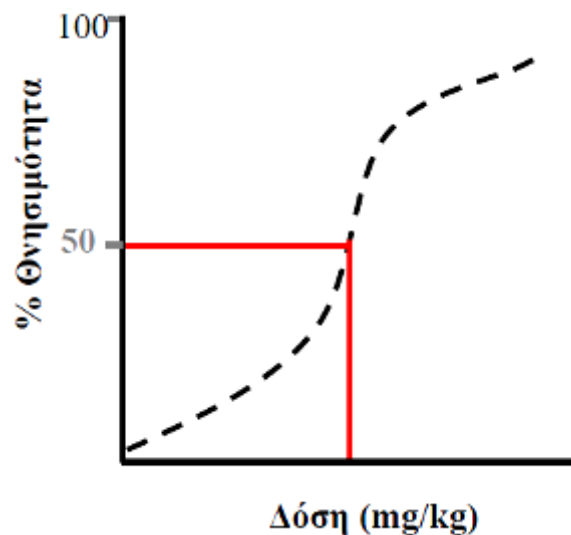
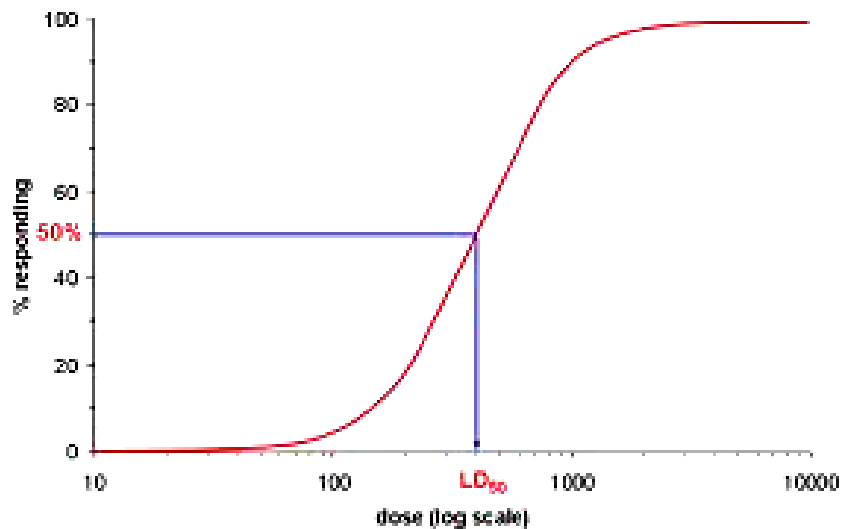
100 g μυς & 46,4 mg ΦΠ



Μέση θανατηφόρος δόση (LD50) είναι η ελάχιστη δόση που απαιτείται, για να προκληθεί θάνατος του 50% των πειραματόζων που εφαρμόσθηκε (mg δραστικής ουσίας ανά kg ζώντος βάρους πειραματόζου)



Οξεία τοξικότητα-Υπολογισμός LD50



Ο πληθυσμός του υπό εξέταση οργανισμού έρχεται σε επαφή με διαφορετικές συγκεντρώσεις της ουσίας και το ποσοστό των ατόμων που πεθαίνουν καταγράφεται, ενώ τα αποτελέσματα του πειράματος περιγράφονται από **σιγμοειδή καμπύλη**



Ταξινόμηση οξείας τοξικότητας

- Η ταξινόμηση σε κατηγορίες της **οξείας** τοξικότητας των δρώντων συστατικών ΦΠ έχει στόχο την ταχεία ενημέρωση ως προς το βαθμό τοξικότητας (επικινδυνότητας)
 - $LD_{50} < 1 \text{ mg/kg}$ Πάρα πολύ τοξικές
 - $1 < LD_{50} < 50 \text{ mg/kg}$ Πολύ τοξικές
 - $50 < LD_{50} < 500 \text{ mg/kg}$ Μετρίως τοξικές
 - $500 < LD_{50} < 5000 \text{ mg/kg}$ Ελαφρώς τοξικές



Ταξινόμηση οξείας τοξικότητας-ΕΕ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ		LD ₅₀ σε ποντίκια (mg/kg βάρους)			
		Στερεά		Υγρά	
Παλαιότερος διαχωρισμός	Νεότερος διαχωρισμός	Από το στόμα	Από το δέρμα	Από το στόμα	Από το δέρμα
I. Πολύ τοξικά	Δηλητήριο (T+)	<5	<10	<25	<50
	Τοξικό (T)	5-50	10-100	25-200	50-400
II. Μέτρια τοξικά	Επικίνδυνο (Xn)	50-500	100-1000	200-2000	400-2000
III. Λιγότερο τοξικά	Ερεθιστικό (Xi)	>500	>1000	>2000	>2000
Εξαιρούνται κατάταξης	Εξαιρούνται κατάταξης	-	-	-	-

- **Στερεά μορφή** ΦΠ (εξαίρεση: δολώματα & σκευάσματα μορφής δισκίων)
- **Υγρής μορφής** ΦΠ (ένταξη και: δολώματα, σκευάσματα μορφής δισκίων & σκόνες με τεμαχίδια διαμέτρου μικρότερης των 50 mm)
- **Ερεθιστικό:** Ουσίες και παρασκευάσματα όχι διαβρωτικά, τα οποία με άμεση παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη επαφή με το δέρμα ή τους βλεννογόνους μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές. Επίσης, εκείνα που μπορεί να προκαλέσουν οφθαλμικό ερεθισμό











Ταξινόμηση οξείας τοξικότητας-ΕΕ

Κατηγορίες τοξικότητας ΦΠ	LD ₅₀ στοματική (mg/kg)		LD ₅₀ δερματική (mg/kg)		LC ₅₀ αναπνευστική (mg/L)
	Στερεά	Υγρά Δολώματα & Δισκία	Στερεά	Υγρά Δολώματα & Δισκία	Αέρια
Δηλητήρια	<5	<25	<10	<50	<0,5
Τοξικά	5 – 50	25 – 200	10 – 100	50 – 400	0,5 – 2
Επιβλαβή	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000	2 - 20



Ταξινόμηση οξείας τοξικότητας-WHO

WHO Hazard Class	Information to appear on the label			Acute LD50 (rat) (mg/kg bw)			
	Hazard statement	Band colour	Hazard symbol	Oral		Dermal	
				Solid	Liquid	Solid	Liquid
Ia Extremely hazardous	Very toxic			< 5	< 20	< 10	< 40
Ib Highly hazardous	Toxic			5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
II Moderately hazardous	Harmful			50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
III Slightly hazardous	Caution			> 500	> 2000	> 1000	>4000
Unlikely to present a hazard in normal use				> 2000	> 3000		



Σύμβολα επισήμανσης τοξικών ουσιών στην ετικέτα ΦΠ

Ταξινόμηση (κίνδυνοι για την υγεία) : Οξεία τοξικότητα για κατάποση



	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4	Κατηγορία 5		
CLP:					Χωρίς σύμβολο		
	Κίνδυνος	Κίνδυνος	Κίνδυνος	Προσοχή	Προσοχή		
[mg/kg]	5	25	50	200	300	2000	5000
LD ₅₀							
EU:	Πολύ τοξικό (T+)	Τοξικό (T)	Επιβλαβές (Xn)				
	R26, R27, R28	R23, R24, R25	R20, R21, R22				



Χρόνια τοξικότητα

- **Χρόνια τοξικότητα** είναι οι δυσμενείς επιδράσεις που εμφανίζονται μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα, ως αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης επαφής ενός οργανισμού με μικρές και μη θανατηφόρες δόσεις του ΦΠ
- **Μη αναστρέψιμη**
- Εμφανίζεται με τη μορφή ορμονικών διαταραχών, καρκινογένεσης ή τερατογένεσης, μεταλλαξογένεσης, εγκεφαλικών διαταραχών
 - **Παράδειγμα:** οργανικές ενώσεις που μειώνουν τον αριθμό των νησίδων Langerhans στο πάγκρεας, όπου συντίθεται η ινσουλίνη



Ταξινόμηση χρόνιας τοξικότητας Καρκινογένεση

- Κατάταξη σε 5 κατηγορίες, ανάλογα με τον **κίνδυνο να προκαλέσουν καρκινογένεση**
 - **Group A.** Καρκινογόνα για τον άνθρωπο
 - **Group B.** Πολύ πιθανά καρκινογόνα για τον άνθρωπο
 - **Group C.** Πιθανά καρκινογόνα
 - **Group D.** Μη κατηγοριοποιήσιμα
 - **Group E.** Μη καρκινογόνα



Χρόνια τοξικότητα

Ορμονικές διαταραχές

- **Endocrine Disrupting Substances (EDS)** ονομάζεται η κάθε ξеноβιοτική ουσία-ΦΠ που παρεμβαίνει στην ομαλή λειτουργία του ορμονικού συστήματος ενός οργανισμού
- **Παραδείγματα μηχανισμών παρεμπόδισης ομαλής λειτουργίας ορμονικού συστήματος:** δεσμεύονται στον υποδοχέα φυσικών οιστρογόνων και τον ενεργοποιούν; δεσμεύονται στον υποδοχέα οιστρογόνων και δεν τον ενεργοποιούν (μπλοκάρουν την ομαλή λειτουργία); παρεμβαίνουν στη βιοσύνθεση και μεταβολισμό των ορμονών; προκαλούν μεταβολές στον αριθμό των υποδοχέων των ορμονών στα κύτταρα; προκαλούν ανωμαλίες στη λειτουργία του θυρεοειδή; προκαλούν ανωμαλίες στην σπερματογένεση και αναπαραγωγή



Ποσοτικός προσδιορισμός χρόνιας τοξικότητας

- **Non Observed Effect Level (NOEL; mg/kg σωματικού βάρους / ημέρα)** είναι η υψηλότερη δόση που δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στον υπό εξέταση πληθυσμό ενός οργανισμού, ο οποίος τρέφεται σε δεδομένο χρονικό διάστημα με ποικιλία συγκεντρώσεων του ΦΠ
- **Lowest Observed Effect Level (LOEL)** είναι η χαμηλότερη ημερήσια δόση, που προκαλεί συμπτώματα τοξικότητας στο υπό εξέταση είδος



Τοξικότητα-Θανατηφόρες δόσεις ΦΠ

- Τα ανωτέρω ισχύουν για εντομοκτόνα & ακαρεοκτόνα που βρίσκονται κατά την εφαρμογή τους σε **στερεή ή υγρή** κατάσταση
- Τοξική ουσία σε **αέρια μορφή** (εκφράζεται συνήθως σε βάρος), χρησιμοποιείται το **θανατηφόρο γινόμενο**: είναι το γινόμενο της συγκέντρωσης μίας τοξικής ουσίας στο χώρο επί το χρόνο έκθεσης του ζωικού εχθρού στη συγκέντρωση αυτή
- Εφαρμογή θανατηφόρου γινομένου σε κλειστούς χώρους (αποθήκη, θερμοκήπιο) για την **απεντόμωση** προϊόντων ή χώρων (με αυτό τον όρο νοούνται όλοι οι ζωικοί εχθροί: έντομα, ακάρεα, νηματώδεις, τρωκτικά)
- Εφαρμογή θανατηφόρου γινομένου και στην περίπτωση που οι ζωικοί εχθροί θανατώνονται με εμβάπτιση σε υγρό που διαρκεί (τοξικολογία υδρόβιων εντόμων, π.χ. προνύμφες κουνουπιών)



Λοιπές τοξικολογικές παράμετροι ΦΠ

- **MRL (Maximum Residue Level)** είναι η **υψηλότερη επιτρεπόμενη συγκέντρωση** ενός ΦΠ, που μπορεί να περιέχει ένα προϊόν **στην αγορά** και είναι μοναδικό-ξεχωριστό για κάθε συνδυασμό ΦΠ-προϊόντος
 - Προσδιορίζεται βάσει της δόσης αναφοράς (reference dose) κάθε ΦΠ & βάσει στοιχείων των συμμετοχής του προϊόντος στη δίαιτα του πληθυσμού ή συγκεκριμένων ευαίσθητων πληθυσμιακών ομάδων
- **Pro-Harvest Interval (PHI)** είναι το χρονικό διάστημα που καθορίζεται για κάθε ΦΠ ως απαραίτητο να μεσολαβήσει μεταξύ τελευταίας εφαρμογής και συγκομιδής του εδάδιμου τμήματος μίας καλλιέργειας, ώστε να μην παραμείνουν ανεπιθύμητα υπολείμματα του ΦΠ στον π.χ. καρπό



Εκλεκτικότητα ή Εκλεκτική τοξικότητα ΦΠ

- **Εκλεκτικότητα:** είναι η βιολογική δράση ενός ΦΠ να καταστρέφει επιλεκτικά τον οργανισμό-στόχο, χωρίς να έχει καμία επίδραση (ή αρκετά μικρότερη) σε οργανισμούς μη-στόχους
- **Αναλογία εκλεκτικότητας για σπονδυλωτά (VSR)** ονομάζεται ο δείκτης **εκλεκτικότητας** κατά τον οποίο η ουσία είναι τοξική στα σπονδυλωτά σε σχέση με τα έντομα & ακάρεα
- **Μεγάλη VSR** σημαίνει ότι η ουσία είναι **πολύ τοξικότερη για έντομα & ακάρεα** από ό,τι για σπονδυλωτά και κυρίως για τρωκτικά (συνηθέστερο πειραματόζωο)
- Ομοίως συγκρίνεται η LD50 εντομοκτόνων για ωφέλιμο είδος εντόμου με την LD50 για ένα ζημιογόνο είδος εντόμου (έλεγχος εκλεκτικότητας κάθε εντομοκτόνου για το κάθε ωφέλιμο έντομο που πρέπει να διατηρηθεί)



Εκλεκτικότητα ή Εκλεκτική τοξικότητα ΦΠ

- **Πλεονεκτήματα:** Υψηλή αποτελεσματικότητα (δρουν σε ένα μόνο κυτταρικό συστατικό παρεμποδίζοντας πλήρως μία κυτταρική λειτουργία σε πολύ μικρή συγκέντρωση) και χαμηλή τοξικότητα σε φυτά, άνθρωπο, οικολογική ισορροπία
- **Μειονεκτήματα:** Χρήση σε περιορισμένο αριθμό περιπτώσεων και αφού έχει διαγνωστεί το φυτοπαράσιτο, ενώ παρουσιάζεται εύκολα η ανάπτυξη ανθεκτικότητας εκ μέρους των φυτοπαρασίτων, γιατί με τη μεταβολή ενός μόνο κυτταρικού συστατικού (με μεταλλαγή π.χ. του αντίστοιχου γόνου) οδηγεί σε μερική ή πλήρη απώλεια της αποτελεσματικότητας τους
- Λίγα στο εμπόριο εκλεκτικά ΦΠ για ζωικούς εχθρούς (ο μέσος αγρότης προτιμά τα ευρέως φάσματος)



Οικολογική εκλεκτικότητα ΦΠ

- Εκλεκτικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται είτε με τη χρήση εκλεκτικών ΦΠ, είτε με τη χρήση ευρέως φάσματος αλλά με κατάλληλο τρόπο στον κατάλληλο χρόνο, όπως:
 - Κατεύθυνση εφαρμογής ΦΠ προς το ζωικό εχθρό-στόχο, αποφεύγοντας της θέσεις που βρίσκονται οι φυσικοί του εχθροί
 - Επιλογή κατάλληλου χρόνου (ημέρα, ώρα), ώστε η ζημιά στους οργανισμούς μη-στόχους να είναι η ελάχιστη δυνατή
 - Αποφυγή δόσεων & τρόπου εφαρμογής ΦΠ που εξαφανίζουν πλήρως το φυτοφάγο ζωικό εχθρό, διότι το ίδιο αποτελεί τροφή για τους φυσικούς εχθρούς του (αν το φυτοφάγο εξαφανιστεί, αυτά τα ωφέλιμα θα απομακρυνθούν ή θα θανατωθούν να δεν υπάρχει εναλλακτική για αυτά τροφή)



Συνδυαστικότητα

- Είναι η ικανότητα ενός ΦΠ να εκδηλώνει τη βιολογική του δράση εφαρμοζόμενο ταυτόχρονα με ένα ή περισσότερα άλλα ΦΠ; Αποτελεσματικότητα ίδια με το άθροισμα των επιμέρους ενεργειών των ΦΠ
- Η δυνατότητα ανάμιξης και η ταυτόχρονη εφαρμογή δύο ή περισσότερων σκευασμάτων εξαρτάται από τη μορφή των σκευασμάτων και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των δραστικών ουσιών
- **Πλεονεκτήματα:** Ταυτόχρονη καταπολέμηση περισσότερων ζωικών εχθρών με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους εφαρμογής
- **Μειονεκτήματα:** Αποτροπή ανάπτυξης ανθεκτικών στελεχών ή φυλών των ζωικών εχθρών στα ΦΠ με εξειδικευμένο τρόπο & διαφορετικό μηχανισμό δράσης



Περιπτώσεις συνδυαστικότητας

- **Ανόμοια συνδυασμένη δράση:** όταν οι τοξικές ουσίες εφαρμοζόμενες χωριστά προκαλούν κοινή αντίδραση και όταν συνδυαστούν προκαλούν την ίδια αντίδραση, αλλά δρώντας σε διαφορετικά & ξεχωριστά φυσιολογικά συστήματα
 - **Ανεξάρτητη συνδυασμένη δράση:** η μία ουσία δεν επηρεάζει ούτε την αντιδρώσα ποσότητα της άλλης ουσίας ή άλλων ουσιών, ούτε την αντίδραση με το έταιρό της φυσιολογικό σύστημα ή/και το αντίστροφο
 - **Εξαρτημένη συνδυασμένη δράση:** η μία ουσία επηρεάζει την αντιδρώσα ποσότητα της άλλης ουσίας ή άλλων ουσιών ή/και την αντίδραση με το έταιρό της φυσιολογικό σύστημα ή/και το αντίστροφο



Περιπτώσεις συνδυαστικότητας

- **Όμοια συνδυασμένη δράση:** όταν οι τοξικές ουσίες εφαρμοζόμενες χωριστά προκαλούν κοινή αντίδραση και όταν συνδυαστούν προκαλούν την ίδια αντίδραση, δρώντας όμως ανεξάρτητο στο ίδιο φυσιολογικό σύστημα
- **Συνεργιστική δράση:** όταν η βιολογική δράση του μίγματος είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα των δράσεων των ουσιών ξεχωριστά
 - **Ενεργοποίηση:** όταν μία ουσία ατοξική ή ελάχιστα τοξική στη χρησιμοποιούμενη ποσότητα, αυξάνει τη δράση μίας τοξικής ουσίας
- **Ανταγωνιστική δράση:** όταν η βιολογική δράση του μίγματος είναι μικρότερη από το άθροισμα των δράσεων των ουσιών ξεχωριστά



Ανθεκτικότητα ζωικών εχθρών

- Η ανθεκτικότητα ζωικών εχθρών σε ένα ΦΠ ορίζεται ως ο πληθυσμός (και όχι το άτομο), ο οποίος με την πάροδο των γενεών από ευπαθής καθίσταται ανθεκτικός απέναντι σε δεδομένο ΦΠ μέσα από την επιλογή των γονιδίων ανθεκτικότητας που ο πληθυσμός ήδη έχει (κληρονομήσιμη ιδιότητα)
- Ανθεκτικότητα πραγματώνεται, όταν το πλείστο του πληθυσμού ενός είδους εκτίθεται σε (θανατηφόρο) δόση ΦΠ του μη-ανθεκτικού αρχικά πληθυσμού
- Ο βαθμός ποικίλλει και καθορίζεται από τις ιδιότητες του ζωικού εχθρού



Τύποι ανθεκτικότητας των ζωικών εχθρών

- **Ηθολογική:** αφορά την ποσότητα ΦΠ που δέχεται ο ζωικός εχθρός και οφείλεται στην ιδιαίτερη συμπεριφορά ή συνήθεια των ανθεκτικών ατόμων που τα καθιστά να μην δέχονται, να μην έρχονται σε επαφή με τις θανατικές ποσότητες του ΦΠ
- **Φυσιολογική:** αφορά την ποσότητα ΦΠ που εισδύει στο σώμα του ζωικού εχθρού και φθάνει στο στόχο σε ορισμένο χρόνο, ήτοι την ταχύτητα διείσδυσης του ΦΠ σε συνδυασμό με την ταχύτητα απέκκρισης & τυχόν αποθήκευσης σε μη-ευπαθείς ιστούς (π.χ. ανθεκτικά άτομα με εξωσκελετό λιγότερο περατό στο ΦΠ και άρα βραδύτερη διείσδυση ή ταχύτερη απέκκριση)
- **Βιοχημική:** αφορά την αποδόμηση του ΦΠ προς μη-τοξικά παράγωγα ή την αδράνεια/αντοχή του στόχου δράσης του ΦΠ



Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας στους ζωικούς εχθρούς

- Γενετικοί
 - Αριθμός γονιδίων ανθεκτικότητας
 - Κυριαρχία γονιδίων ανθεκτικότητας
 - Διεισδυτικότητα, εκφραστικότητα, αλληλεπιδράσεις γονιδίων ανθεκτικότητας
 - Προηγούμενη επιλογή από άλλα ΦΠ
 - Βαθμός συμβιβασιμότητας γονιδίων ανθεκτικότητας με παράγοντες καταλληλότητας (fitness)



Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας στους ζωικούς εχθρούς

- Βιολογικοί/οικολογικοί
 - Βιοτικοί
 - Αριθμός γενεών το έτος
 - Αριθμός απογόνων ανά γενεά
 - Μονογαμικότητα ή πολυγαμικότητα και παρθενογένεση
 - Συμπεριφοράς
 - Απομόνωση, κινητικότητα, μετανάστευση (ή διασπορά)
 - Μονοφαγία ή πολυφαγία
 - Τυχαία επιβίωσή, καταφύγια



Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας στους ζωικούς εχθρούς

- Εφαρμογής ΦΠ
 - Το ίδιο το ΦΠ & σκεύασμα (χημική δομή, σχέση με άλλα ΦΠ που χρησιμοποιηθήκαν στο παρελθόν, διάρκεια υπολειμμάτων)
 - Δόση ΦΠ; Τρόπος & έκταση εφαρμογής του ΦΠ
 - Ουδός εφαρμογής (πυκνότητα πληθυσμού κατά την εφαρμογή)
 - Ουδός επιλογής (ποσοστό πληθυσμού που θανατώνεται και σχετίζεται με τη δόση ΦΠ και το βαθμό κάλυψης της επιφάνειας)
 - Στάδιο του βιολογικού κύκλου του ζωικού εχθρού που επιλέγεται
 - Εναλλαγή εφαρμογής (σε διαδοχικές γενεές του ζωικού εχθρού)



Χειρισμοί αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας

- **Ήπιοι/μετριοπαθείς χειρισμοί** (τα γονίδια είναι πόρος που πρέπει να μην εξαφανιστεί κατά την καταπολέμηση)
 - **Προσέγγιση:** εφαρμογή μικρής πίεσης επιλογής
 - **Μέσα:** (i) Μικρές δόσεις που προκαλούν θνησιμότητα στα ομοζυγωτά ευπαθή λιγότερο από το 100%; (ii) Υψηλότερες πυκνότητες επέμβασης & λιγότερο συχνές επεμβάσεις; (iii) Επεμβάσεις τοπικού χαρακτήρα; (iv) Διατήρηση/διαφύλαξη των καταφυγίων; (v) Ορισμένες γενεές να μην καταπολεμούνται; (vi) Χρήση ουσιών με μικρή διάρκεια παραμονής στο περιβάλλον



Χειρισμοί αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας

- **Χειρισμοί με κορεσμό** (αφαίρεση του πλεονεκτήματος επιλογής των ανθεκτικών φαινοτύπων με κορεσμό των αμυντικών τους μηχανισμών)
 - **Προσέγγιση:** κάνοντας τα ανθεκτικά γονίδια «λειτουργικώς» υποτελή ή/και καταστέλλοντάς τα αποτοξικοποιητικά ένζυμα)
 - **Μέσα:** (i) Μεγάλες δόσεις «επί του στόχου», για να κάνουν τα ανθεκτικά γονίδια «λειτουργικώς» υποτελή; (ii) χρήση κατάλληλου συνεργιστή, για να εξουδετερώσει ειδικά αποτοξικοποιητικά ένζυμα και να αφαιρέσει το πλεονέκτημα επιλογής των ανθεκτικών γονιδίων και των γονιδίων που είναι λειτουργικώς υποτελή



Χειρισμοί αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας

- **Χειρισμοί με πολλαπλή προσβολή/επίθεση** (επιλογή προς πολλές κατευθύνσεις & στόχους/θέσεις δράσης για τη μείωση της πίεσης από ένα και μόνο παράγοντα)
 - **Προσέγγιση:** διατήρηση βαθμού επιλογής από κάθε παράγοντα κατώτερα από το επίπεδο που οδηγεί στην ανθεκτικότητα:
 - **Μέσα:** (i) χρήση μείγματος ΦΠ; (ii) εναλλαγή ή διαδοχή ΦΠ με διαφορετικό μηχανισμό δράσης; (iii) ουσίες με δράση σε πολλούς στόχους)



Μελισσοτοξικότητα

- Αποφυγή χρήσης μελισσοτοξικών ΦΠ σε ανθισμένα φυτά
- Εφαρμογή ΦΠ νωρίς το πρωί ή αργά το απόγευμα ακόμα και με αβλαβή ΦΠ για τις μέλισσες (τότε οι μέλισσες δεν ίπτανται)
- Αποφυγή, εκτός από τα άνθη, εφαρμογής μελισσοτοξικών ΦΠ και όπου υπάρχουν ύδατα, γιατί αυτά τα ΦΠ δρουν συνήθως εξ επαφής στο πεπτικό σύστημα
- Αν χρήση μελισσοτοξικού ΦΠ → καταστροφή ζιζανίων στα δένδρα
- Αν μεγάλη ανάγκη για τη χρήση μελισσοτοξικών ΦΠ κατά την άνθιση → ειδοποίηση τουλάχιστον 48 ώρες πριν την εφαρμογή των μελισσοκόμων που βρίσκονται σε ακτίνα 3 km, για την απομάκρυνση των κυψελών τουλάχιστον σε ακτίνα 5 km από το χώρο επέμβασης



Φυτοτοξικότητα

- Πλείστα εντομοκτόνα & ακαρεοκτόνα αν εφαρμοστούν σε δόσεις μεγαλύτερες των συνιστώμενων (αναγραφόμενων στην ετικέτα του ΦΠ) υφίσταται κίνδυνος πρόκλησης ζημιάς και στα καλλιεργούμενα φυτά
- Αυτός ο κίνδυνος υφίσταται και όταν εφαρμόζονται ταυτόχρονα ή με διαφορά λίγων ημερών ΦΠ που δεν συνδυάζονται
- Αυτός ο κίνδυνος υφίσταται και όταν εφαρμόζονται με ακατάλληλο καιρό και ιδιαίτερα όταν επικρατούν υπερβολικά θερμές συνθήκες
- Αυτός ο κίνδυνος υφίσταται και όταν εφαρμόζονται ορυκτέλαια ψεκασμών και όταν εφαρμόζονται ορυκτέλαια και ορισμένα άλλα ΦΠ σε ορισμένες καλλιέργειες (π.χ. ροδακινιές)



Σχετικά με θέματα περί κατηγοριών ΦΠ (δραστικές & βοηθητικές ουσίες) για την καταπολέμηση ζωικών εχθρών, καθώς επίσης περί μορφών σκευασμάτων ΦΠ και δυνητικών τρόπων προφυλάξεων...

... βλέπε παραδόσεις μαθήματος σχετικά με τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα



Ρυθμιστικές ουσίες ανάπτυξης των εντόμων

- Μηχανισμοί φυσιολογίας των εντόμων που δεν υπάρχουν στα θηλαστικά: σύνθεση χιτίνης, σχηματισμός δερματίου, έκδυση, μεταμόρφωση, μετατροπή φυτοστερολών σε εντομοστερόλες, παραγωγή & έκλυση φερομονών
- Μηχανισμοί ανωτέρω ελέγχονται από ορμόνες (κατηγορίες ορμονών: **εγκεφαλική, εκδυσόνες, νεανικές**)
- Χρήση ουσιών-ρυθμιστών της ανάπτυξης των εντόμων (IGRs) ως μέσα καταπολέμησης: μιμητικές ορμονών, παρεμποδιστές έκδυσης, νευροπεπτίδια, αντιμεταβολίτες



Ρυθμιστικές ουσίες ανάπτυξης των εντόμων

- **Μιμητικές ορμονών:** πρόκληση ανωμαλίας στη μορφογένεση ενηλίκου με την εφαρμογή νεανική ορμόνη ή μιμητική της ουσία στο στάδιο της προνύμφης ή νύμφης με αποτέλεσμα ενδιάμεσων μεταξύ ανήλικου και ενήλικου μορφών, που είναι ανίκανες να φάνε, συζευχθούν, αναπαραχθούν και τάχιστα πεθαίνουν
- Πρόκληση ανωμαλίας των εξωγενών νεανικών ορμονών και στην εμβρυογένεση (μη εκκόλαψη ωών)
- Ουσίες μιμητικές νεανικής ορμόνης έχουν εντοπισθεί και σε φυτά (σεσκουϊτερπένια, φαρνεσόλη & φαρνεσενικό οξύ), οι οποίες εισέρχονται από το δερμάτιο και δρουν σε πολύ μικρές ποσότητες (ng)
- Πλεονέκτημα: απουσία τοξικότητας για τα θερμόαιμα; Μειονέκτημα: απαιτούν εφαρμογή σε ορισμένο αναπτυξιακό στάδιο των εντόμων



Ρυθμιστικές ουσίες ανάπτυξης των εντόμων

- **Ουσίες που παρεμποδίζουν την έκδυση:** παρεμπόδιση σύνθεση ή απόθεση χιτίνης και έτσι μη κανονική πραγμάτωση της έκδυσης ή το δερμάτιο να είναι λεπτό και εύθραυστο (θάνατος εντόμου)
- **(Αντι)Νευροπεπτίδια** (ρυθμίζουν φυσιολογικές λειτουργίες, όπως ανάπτυξη, εξέλιξη, έκδυση, αναπαραγωγή, διάπαυση, συμπεριφορά, αλλαγή χρώματος, μεταβολισμός, συστολή μυών κ.ά.) που (θα) παρεμποδίζουν ζωτικές λειτουργίες των εντόμων
- **Αντιμεταβολίτες:** ουσίες-ανταγωνιστές (και μικρής τοξικότητας για τα θερμόαιμα) των -απαραίτητων- μεταβολιτών που χρησιμοποιεί ο οργανισμός του εντόμου; Μοιάζουν με θρεπτικές ουσίες και όταν εισαχθούν στον οργανισμό εμποδίζουν τις συγγενείς τους θρεπτικές ουσίες της τροφής να πράξουν τον κανονικό τους ρόλο



Ουσίες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζωικών εχθρών

- **Απωθητικές:** είναι ενοχλητικές και αποφεύγεται η προσβολή (απομάκρυνση ή μη-αναγνώριση ξενιστή ή τροφή τους ή το υπόστρωμα όπου ωοτοκούν)
- Πρακτική εφαρμογή για την προστασία ανθρώπου (μύγες, κουνούπια, σκνίπες, ακάρεα) και (λιγότερο) ζώων, καθώς επίσης και (ακόμα λιγότερο) καλλιεργούμενων φυτών (κυρίως για πουλιά και ορισμένα θηλαστικά)
- Μικρή υπολειμματική δράση και σχετικά μεγάλη τιμή
- Ροτενόνη, νικοτίνη, κρεοζώτο, πυρεθρίνες, έλαια από πεύκο, citronella, καμφορά, deet, N-βουτυλοακετανιλίδη κ.λπ.



Ουσίες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζωικών εχθρών

- **Αποτρεπτικές βρώσης:** μία γνωστή ουσία, η ακετανιλίδη ή DTA ως αποτρεπτική βρώσης φυλλώματος ορισμένων ετήσιων φυτών από προνύμφες Lepidoptera & Coleoptera
- Αντιβρωτική και η Z.I.P. για την προστασία του φλοιού φυλλοβόλων δένδρων ενάντια των τρωκτικών
- Αποτρεπτικές βρώσης οι μονομεθυλικός αιθέρας της πινοσυλβίνης, ταξιφολίνη και β-μεθυλανθρακινόνη για την προστασία ξυλείας από τερμίτες
- Μειονέκτημα: πλήρης κάλυψη φυτού



Ουσίες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζωικών εχθρών

- **Αποτρεπτικές ωτοκίας:** πρακτικά το γάλα ασβέστη για επάλειψη κορμού και βραχιόνων δένδρων (αλλά και ως αποτρεπτικό βρώσης φλιοφάγων & ξυλοφάγων εντόμων)
- **Εξόντωση άρρενων:** προσέλκυσή τους σε τοξικές επιφάνειες και μη-παραγωγή βιώσιμων τέκνων από τα θήλεα
 - Διασπορά σε περιοχή τεμαχίων χαρτονιού ή ινοπλακών εμποτισμένων με ελκυστική των άρρενων ατόμων ουσιών και κατάλληλο ΦΠ
 - Ενδείκνυται για εφαρμογή από καλά οργανωμένες Κρατικές Υπηρεσίες σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους καταπολέμησης, π.χ. εξαπόλυση στειρωμένων πληθυσμών



Ουσίες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζωικών εχθρών

- **Ελκυστικές ουσίες:** πτητικές ουσίες που δρουν από κάποια απόσταση και προκαλούν προσανατολισμένη μετακίνηση ζωικού εχθρού προς αυτές ή πρόκληση συνάθροισης (αλλαγή ταχύτητα μετακίνησης) ή πρόκληση βρώσης (συνεχίζει να τρώει)
 - Ελκυστικότητα των ουσιών ποικίλλει ανάλογα είδος, φυσιολογική κατάσταση, φύλο ζωικού εχθρού, καιρικές συνθήκες κ.ά.
 - **Φερομόνες** που με τη βοήθεια του ανέμου δρουν από σχετικά μεγάλη απόσταση
 - **Ελκυστικές τροφής** που δρουν από πολύ μικρή απόσταση κυρίως για Diptera (**δάκος ελιάς, μύγα μεσογείου**) και υπάγονται τα υδατικά διαλύματα αμμωνίου και ό,τι εκλύει αμμωνία, οξεικό οξύ, οξεικός ανυδρίτης, μελάσσα υγρά υδρολύματα πρωτεϊνών φυτικής ή ζωικής προέλευσης, κ.ά.



Ουσίες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζωικών εχθρών

- **Φερομόνες:** ελκυστικές και πολύ λιγότερο αποτροπής ωοτοκίας, οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον στην καταπολέμηση εντόμων και για τον καθορισμό του κατάλληλου χρόνου εφαρμογής του
- **Ελκυστικές φερομόνες** συμβάλλουν στη διαπίστωση διασποράς, μετανάστευσης, συμπεριφοράς, επιβίωσης, νέων μικρών αποικιών, εμφάνισης χρονικά των ενηλίκων μίας γενεάς, πυκνότητας πληθυσμού, προσέλκυση σε τοξική επιφάνεια, δημιουργία φυτών-παγίδων, μαζικής παγίδευσης, παρεμπόδισης συνάντησης των δύο φύλλων κ.λπ.
- **Φερομόνες αποτροπής ωοτοκίας** (σήμανση ξενιστού): το θήλυ τοποθετεί στο σημείο ωοτοκίας ή κοντά σε αυτό ειδική φερομόνη, ώστε για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα να αποτρέψει άλλα θήλεα να ωοτοκήσουν ξανά εκεί ή άλλα είδη (π.χ. δάκος ελιάς) τοποθετούν άλλα συστατικά του ίδιου του φυτού-ξενιστή (κυρίως σε Diptera, π.χ. μύγα των κερασιών)



Φερομονικές (σεξουαλικές) παγίδες

- Σύλληψη ατόμων ενός είδους και για πολλά είδη, άτομα ενός φύλου και έχουν ως ελκυστική ουσία είτε ζωντανά έντομα που δεν έχουν συζευχθεί, είτε εκχύλισμα τέτοιων ζωικών εχθρών, είτε συνθετική φερομόνη
- **Αποδοτικότητα** εξαρτάται από τύπο παγίδας, θέση της στον αγρό, τύπο εξατμιστήρα, πυκνότητα πληθυσμού ζωικού εχθρού, πυκνότητα φυλλώματος, γειννίαση φυτού-ξενιστή, θερμοκρασία, άνεμο κ.ά.
- **Τύποι παγίδων:** Από χαρτόνι παραφινωμένο με την εσωτερική επιφάνεια με κολλητική ουσία και εσωτερικά βρίσκεται ο εξατμιστήρας (εμποτισμένο πλακίδιο, φιαλίδιο, κορδόνι κ.λπ.), που εκλύει τη φερομόνη
- Συχνότητα ελέγχου, διάταξη & πυκνότητα παγίδων για τη διαπίστωση και καταγραφή των συλλαμβανόμενων ζωικών εχθρών εξαρτάται από το είδος του, εποχή, περιοχή, αριθμό συλλήψεων, είδος φυτού



Φερομονικές (σεξουαλικές) παγίδες



Ημικυλινδρικής
μορφής



Τύπου
δέλτα

Τύπου
McPhail





Δακοκτονία: Ψεκασμός κάλυψης & Δολωματικός ψεκασμός

- **Ψεκασμός κάλυψης:** κάλυψη με ΦΠ όλη της φυτικής επιφάνειας
- **Δολωματικός ψεκασμός:** πρόσθεση ουσίας ή μείγμα ουσιών ως δόλωμα (ελκυστικό, φαγοδιεγερτικό, σταθμευτικό) στο ψεκαστικό υγρό με το ΦΠ
 - Επίτευξη μεγαλύτερου ποσοστού θανάτωσης πληθυσμού του ζωικού εχθρού ή προσφέρει το ίδιο αποτέλεσμα με το συνήθη ψεκασμό κάλυψης, αλλά με μικρότερη δόση ΦΠ ανά στρέμμα
 - Από το έδαφος ψεκάζεται εσωτερικά το σκιερό μέρος μόνο του κάθε φυτού ή ορισμένων μόνο φυτών (μικρότερο κόστος) και στα αψέκαστα επιζούν τα ωφέλιμα, τα οποία δρουν τελικά συνεργιστικά
 - Αντιμετώπιση ενήλικων σταδίων, κυρίως όταν μετακινούνται γρήγορα
 - Και για τη μύγα μεσογείου

Δακοκτονία: Παγίδες



Τύπου
McPhail
γυάλινες



Μαζική προσέλκυση,
παγίδευση & θανάτωση
των ακμαίων με
φερομόνη φύλου



Σύγκριση Χημικής με άλλες μεθόδους καταπολέμησης: Πλεονεκτήματα

- Ευχέρεια εφαρμογής ΦΠ
- Κόστος
- Αξιοπιστία
- Επικινδυνότητα
- Επιπτώσεις στο περιβάλλον
- Ανεξαρτησία καλλιεργητή
- Επιπτώσεις στην καλλιέργεια



Σύγκριση Χημικής με άλλες μεθόδους καταπολέμησης: Μειονεκτήματα

- Ανάπτυξη ανθεκτικότητας
- Τοξικότητα κατά την εφαρμογή
- Υπολείμματα στα γεωργικά προϊόντα
- Ρύπανση του περιβάλλοντος
- Έξαρση δευτερευόντων φυτοπαρασίτων



Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών: Βιολογική αντιμετώπιση



Βιολογική αντιμετώπιση

- Διατήρηση & ενίσχυση της βιοποικιλότητας
- Μέθοδος εξαπόλυσης ωφέλιμων εντόμων & ακάρεων
- Εισαγωγή εντομοπαθογόνων μυκήτων, βακτηρίων, ιών
- Μαζική παγίδευση
- Χρήση «βοτανικών» εντομοκτόνων (εκχυλίσματα φυτών)
- Κατά μερικούς, ελαττωματικά άτομα του επιζήμιου είδους (π.χ. στειρωμένα)
- Κατά μερικούς, χρήση ανθεκτικών ποικιλιών



Ωφέλιμα έντομα

- **Πρώτη εφαρμογή:** αρπακτικό *Rodolia cardinalis* Coleoptera ενάντια στη βαμβακάδα εσπεριδοειδών (κοκκοειδές *Icerya purchasi*)
- **Αρπακτικά** (θηρευτικά): κατά την ανήλικη ζωή του και μέχρι να συμπληρώσει την ανάπτυξή του κατατρώγει περισσότερα από ένα άτομα της (φυτοφάγου) λείας του
- **Παράσιτα:** προσβάλλει ένα μόνο άτομο του (φυτοφάγου) ξενιστή του και αποτελεί περίπτωση συμβίωσης κατά την οποία το παράσιτο λαμβάνει την τροφή του από τους ιστούς του ξενιστή του και τον εξασθενίζει, αλλά δεν τον θανατώνει
- **Παρασιτοειδή:** καταστρέφει τα ζωικά όργανα και ιστούς του ξενιστή του, ώστε αυτός τελικά πεθαίνει
- **Υπερπαρασιτοειδή:** κάθε έντομο που παρασιτεί σε ένα παρασιτοειδές



Παρασιτοειδή

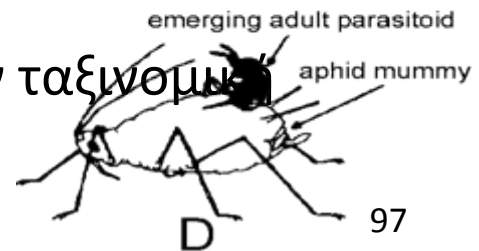
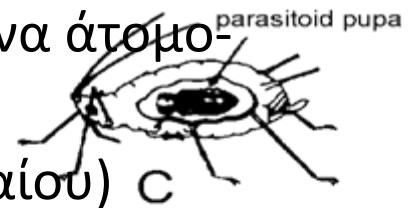
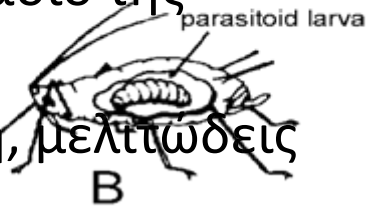
- Έντομα που ζουν μέσα ή πάνω σε άλλα έντομα και συμπληρώνουν το σύνολο ή το μεγαλύτερο μέρος του βιολογικού κύκλου σε ένα άτομο του ξενιστή-εντόμου (διατροφική εξειδίκευση)
- Ανήκουν κυρίως στην τάξη των **Υμενοπτέρων** (85%) και δευτερευόντως στην τάξη των **Διπτέρων** (13%)



Παρασιτοειδή

- **Χαρακτηριστικά**

- παρασιτική συμπεριφορά εκφράζεται μόνο στο στάδιο της προνύμφης
- τέλεια έντομα ζουν ελεύθερα τρεφόμενα από γύρη, μελιτώσεις ουσίες και διάφορα εκκρίματα φυτών
- παρασιτική προνύμφη παρασιτεί και σκοτώνει ένα άτομο-ξενιστή
- μέγεθος του σώματος του παρασιτοειδούς (ακμαίου) προσεγγίζει εκείνο του ξενιστή
- το παρασιτοειδές και ο ξενιστής παρουσιάζουν ταξινομική συγγένεια





Στάδια αλληλεπίδρασης παρασιτοειδών-ξενιστών

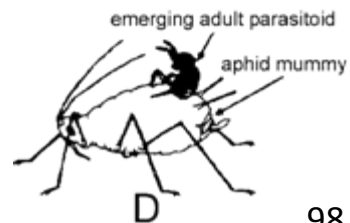
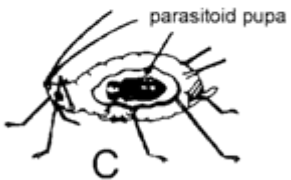
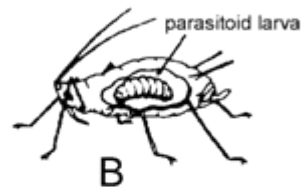
A) Ανεύρεση περιβάλλοντος του ξενιστή

B) Ανεύρεση του ξενιστή – εντόμου

(κατανομή, πυκνότητα πληθυσμού, οσμές)

Γ) Απόφαση θηλυκού για εναπόθεση ωών

Δ) Ανάπτυξη μηχανισμών αλληλεπίδρασης ξενιστή-παρασιτοειδούς (σχηματισμός κύστης και εναπόθεση μελανίνης γύρω από θέση προσκόλλησης του παρασιτοειδούς)





Παρασιτοειδή

- **Κριτήρια χαρακτηρισμού παρασιτοειδούς:**
 - Ο ξενιστής να καταστρέφεται
 - Απαίτηση ένα άτομο ξενιστού, για την ανάπτυξη του παρασιτοειδούς
 - Μόνο ένα στάδιο να δρα τροφικά (να τρώει) τον ξενιστή (π.χ. συνήθως προνύμφη εντόμου ή ενήλικο θήλυ ακάρεος)
- Κατά την καταπολέμηση ζωικών εχθρών συνήθως χρησιμοποιούνται τα παρασιτοειδή (και όχι τα παράσιτα), γιατί ενδιαφέρει ο θάνατος του ξενιστού-φυτοφάγου ζωικού εχθρού
- Παράσιτο έχει επικρατήσει να χαρακτηρίζονται οι οφέλιμοι εντομοπαρασιτικοί μικροοργανισμοί & ιοί

Παράδειγμα Παρασιτοειδούς

Αλευρώδης των θερμοκηπίων
(*Trialeurodes vaporariorum*
Aleurodidae Hemiptera



Παρασιτισμός-εναπόθεση ωών σε νύμφη
Trialeurodes vaporariorum από το *Encarsia*
formosa Aphelinidae, Hymenoptera
(παρασιτική σφήκα)(άνω) & παρασιτισμένη
νύμφη αλευρώδη (κάτω)



μαύρο παρασιτισμένη; λευκό υγιής)

Παράδειγμα Παρασιτοειδούς





Παρασιτοειδή

Νύμφες του αλευρώδη

Αφίδες

Πυραλίδα του καλαμποκιού

Άκαρι
Κοκκοειδές

Λυριόμυζες

Έντομο-στόχος (Έντομο-ξενιστής)	Παρασιτοειδές	Σκεύασμα
Homoptera, Aleyrodidae <i>Trialeurodes vaporariorum</i> <i>Bemisia tabaci</i>	Hymenoptera, Aphelinidae <i>Encarsia formosa</i> <i>Eretmocerus eremicus</i> <i>E. eremicus</i> + <i>E. mundus</i>	EN-STRIP (Encarsia system) ERCAL (Eretmocerus system) BEMIMIX
Homoptera, Aphididae <i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Aulacorthum solani</i> (Αφίδες κηπευτικών υπό κάλυψη)	Homoptera, Aphididae <i>Aphidius colemani</i> <i>A. matricariae</i> <i>Aphelinus abdominalis</i>	Aphidius system Aphipar Bunting Aphidoletes, Aphidend
Lepidoptera <i>Ephestlia kühniella</i>	<i>Trichogramma evanescens</i>	Tricho-strip
Homoptera, Lecanidae, Diaspididae <i>Planococcus citri</i> <i>Saissetia oleae</i>	Hymenoptera <i>Leptomastix dactylopii</i> <i>Metaphycus helvolus</i>	Leptopar Bunting Metaphycus
Diptera <i>Lyriomyza bryoniae</i> <i>L. trifolii</i> <i>Phytomyza syngenesiae</i> <i>L. huidobrensis</i>	Hymenoptera <i>Dacnusa sibirica</i> <i>Diglyphus isaea</i> <i>D. sibirica</i> + <i>Opius pallipes</i> <i>D. sibirica</i> + <i>Diglyphus isaea</i> <i>Dacnusa</i> sp. + <i>D. isaea</i>	Bunting Dacnusa, Miglyphus, Minex



Έντομα ως φυσικοί εχθροί: Εισαγωγή & εποικισμός εξωτικών ειδών

- Δύσκολη εργασία από εξειδικευμένο προσωπικό με στάδια:
 - Διερεύνηση για τον εντοπισμό αποτελεσματικών εξωτικών φυσικών εχθρών (παρασιτοειδή & αρπακτικά)
 - Συλλογή, αποστολή, διατήρηση & εκτροφή στη χώρα εισαγωγής
 - Εξαπόλυση & εγκατάστασή τους στο ύπαιθρο
 - Αξιολόγηση αποτελέσματα εξαπόλυσης των εισαχθέντων φυσικών εχθρών στο νέο τους περιβάλλον
- Εξερεύνηση σε περιοχές συνήθως με παρόμοιο κλίμα, όπου εκεί οι φυσικοί εχθροί του φυτοφάγου ζωικού εχθρού είναι αποτελεσματικοί



Έντομα ως φυσικοί εχθροί:

Υποβοήθηση ιθαγενών ειδών εντόμων

- Ενδεχόμενη αποτυχία, λόγω περιορισμένης προσαρμοστικότητας φυσικών ειδών ή όχι αρκούντως κατάλληλο περιβάλλον
- Τρόποι αποτελεσματικότερης δράσης του φυσικού εχθρού
 - Περιοδικός εποικισμός (μαζική παραγωγή ή συλλογή στον αγρό και εξαπόλυσή του)
 - Τεχνητή επιλογή των προσαρμοσμένων φυλών του στο περιβάλλον
 - Παροχή τροφής ή/και καταφυγίου στα ενήλικα
 - Παροχή (και) άλλων ξενιστών
 - Προσθήκη ξενιστών ή άτομα του φυτοφάγου ξενιστή τους στην περιοχή
 - Καταπολέμηση μυρμηγκιών & Περιορισμός σκόνης
 - Αλλαγή περιβάλλοντος



Έντομα ως φυσικοί εχθροί

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

- **Πλεονεκτήματα:** Δράση της μείωσης του ζημιογόνου ζωικού εχθρού για μεγάλη διάρκεια; μικρή ή καμία δαπάνη καταπολέμησης για τον αγρότη αν το κόστος έρευνας από Κρατικά ή Κοινοφελή Ιδρύματα); ακίνδυνη μέθοδος καταπολέμησης για τον άνθρωπο, αγροτικά ζώα, καλλιεργούμενα φυτά, περιβάλλον
- **Μειονεκτήματα:** Περιορισμένες δυνατότητες (περιορισμός σε λιγότερα από 100 από τα περίπου 1500 είδη φυτοφάγων ζωικών εχθρών); Ακατάλληλη για ζωικούς εχθρούς υγειονομικής σημασία ή/και για κατοικίδια ζώα; Μικρότερης, λιγότερο άμεσης & μη σταθερής αποτελεσματικότητας σε σχέση με τη χημική; Πολυετής έρευνα & με μεγάλες δαπάνες & χρήση εξειδικευμένου προσωπικού; Ενδεχόμενη εξαφάνιση των ιθαγενών φυσικών εχθρών σε μία περιοχή με την εισαγωγή εξωτικών ειδών; Ορισμένες φορές, παρεμπόδιση δράσης φυσικών εχθρών από τα μυρμήγκια



Ωφέλιμα ακάρεα

- Κυρίως το *Phytoseiulus persimilis* Phytoseiidae σε θερμοκήπια ενάντια του φυτοφάγου ακάρεος *Tetranychus urticae*
- Κατά τη διερεύνηση ωφέλιμων ακάρεων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι πάνω σε ένα φυτό όπου ζουν τα φυτοφάγα ακάρεα υπάρχουν περισσότερα από ένα αρπακτικά είδη ακάρεων που τρώνε το φυτοφάγο είδος ή είδη
- Η επιτυχία της βιολογικής αντιμετώπισης εξαρτάται από το βαθμό αλληλεπίδρασης των ανωτέρω ένθεν κακείθεν ειδών, καθώς επίσης και από τις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος
- Όταν σπανίζουν τα φυτοφάγα ακάρεα, τα ωφέλιμα ακάρεα κανιβαλίζουν (τρώνε το ένα το άλλο)



Ωφέλιμα ακάρεα

- Τα περισσότερα αρπακτικά αρθρόποδα είναι εντομοφάγα ή ακαρεοφάγα σε όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου
- Αρπακτική δράση: σε νεανικά στάδια ή στο στάδιο του ενήλικου
- Miridae: νεαρή νύμφη αρχικά φυτοφάγος
- Είδη με διατροφική εξειδίκευση: *Rodolia cardinalis* κ.ά.
- Αδηφάγος διατροφή (*Chrysoperla carnea* κ.ά.)

Συγκριτικά με τα παρασιτοειδή

- **Πλεονέκτημα:** Δεν απαιτείται συγχρονισμός με το ευαίσθητο στάδιο του βιολογικού κύκλου ενός μόνο θύματος
- **Μειονέκτημα:** Περιορισμένη χρήση, λόγω προβληματισμού για εισαγωγή φυσικών εχθρών χωρίς εξειδικευμένη διατροφική δράση



Phytoseiulus persimilis (αρπακτικό άκαρι)

- Αρπακτικό ενάντια σε όλα τα στάδια (προτίμηση στα νεαρότερα) κυρίως του φυτοφάγου ακάρεος *Tetranychus urticae*
- Το αρπακτικό άκαρι μπορεί να επιβιώσει μόνο στους *Tetranychus spp*
- **Τρόπος δράσης:** Τα τέλεια αρπακτικά ακάρεα και οι νύμφες ψάχνουν δραστήρια την τροφή τους απομυζώντας το περιεχόμενο της





Αρπακτικά Εντόμων & Ακάρων

Ζωικός Εχθρός	Αρπακτικό	Σκεύασμα
Αφίδες, Τετράνυχτοι	<i>Macrolophus caliginosus</i> <i>Chrysoperla carnea</i>	MIRICAL Macrolophus system Bunting Chrysoperla
Αφίδες (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> κ.α.)	<i>Phytoseiulus persimilis</i> <i>Aphidoletes aphidimyza</i> <i>Hippodamia convergens</i>	APHIDEND Aphidoletes system, Aphidend Aphidamia
Θρίπτες (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i>)	<i>A. barkeri</i> , <i>A. degenerans</i> , <i>Amblyseius cucumeris</i> <i>Orius</i> spp.	THRIPEX Amblyseius system Thripot
Αλευρώδεις <i>Trialeurodes vaporariorum</i> <i>Bemisia tabaci</i>	<i>A. swirskii</i> <i>Macrolophus caliginosus</i>	SWIRSKI-MITE PLUS Mirical
Ψευδόκοκκος (<i>Planococcus citri</i>)	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Cryptobug Cryptolaemus system
Ακάρεα <i>etranychus</i> spp. <i>T. urticae</i> , <i>Panonychus ulmi</i>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> <i>Metaseiulus occidentalis</i>	Spidex Spidex-O



Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί (μικροβιακή καταπολέμηση)

- Καταπολέμηση ζωικών εχθρών με παθογόνους, για αυτά, μικροοργανισμούς μέσω της πρόκλησης επιζωτίας (κατά προτίμηση θανατηφόρο) στο φυτοφάγο ζωικό εχθρό
- Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί κατατάσσονται στα βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, ιούς (και νηματώδεις, επειδή η μέθοδος παραγωγής, εφαρμογής & μελέτης τους μοιάζει περισσότερο)
- Όταν είναι στο ανθεκτικό στάδιο της ζωής τους, οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί τυποποιούνται και διατίθενται στην αγορά
- Ορισμένες φορές αναφέρονται και ως «μικροβιακά εντομοκτόνα»



Παράγοντες επιτυχούς μικροβιακής καταπολέμησης

- Γνώση βιολογίας μικροοργανισμού, π.χ. τρόπος μετάδοσης
- Γνώση παθογόνου δύναμης μικροοργανισμού (όσο ικανότερο είναι να εισδύει και ζημιώνει τους ιστούς του φυτοφάγο ζωικό εχθρού-ξενιστή, τόσο μεγαλύτερη είναι)
- Ύπαρξη φυλών & ικανότητα παραγωγής τοξινών
- Γνώση αλληλεπίδρασης μικροοργανισμού με το φυτοφάγο ζωικό εχθρού-ξενιστή
- Παράγοντες σταθερότητας μικροβιακού σκευάσματος
- Είδος τροφής εντόμου και άρα το είδος φυτού που προσβάλλεται, που ίσως επηρεάζει την ευπάθεια του εντόμου στο μικροοργανισμό
- Καιρικές συνθήκες



Στρατηγικές μικροβιακής καταπολέμησης

- **Μαζική διασπορά:** Ο μικροοργανισμός διασπείρεται, κάθε φορά, σε μεγάλη συγκέντρωση και προϋποθέτει να έχει μεγάλη παθογόνο δύναμη και γρήγορο αποτέλεσμα; Συχνά εφαρμόζεται περισσότερο από μία φορές κατά την καλλιεργητική περίοδο; Παράδειγμα: βακτήριο *Bacillus thuringiensis*
- **Διασπορά μικρού αριθμού** μικροοργανισμών με σκοπό την εγκατάστασή τους στην περιοχή; συνήθως μία εφαρμογή; Οι μικροοργανισμοί επιζούν & αναπαράγονται και η η επιζωτία εξαπλώνεται στον πληθυσμό του φυτοφάγου ζωικού εχθρού και διαρκεί χρόνια; Εφαρμογή σε σταθερά αγροοικοσυστήματα (δάση, δένδρα, έδαφος); Παράδειγμα: διασπορά ιού ενάντια στο φυλλοφάγο πευκοδασών *Gilpina hercyniae* Hymenoptera
- **Χειρισμός περιβάλλοντος:** περιλαμβάνει μέτρα που ευνοούν τη διατήρηση πυκνών πληθυσμών ενός παθογόνου μιας περιοχής και που, χωρίς τη λήψη αυτών των μέτρων, θα ήταν αναποτελεσματικό



Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα μικροβιακής καταπολέμησης

- Εκτός αυτών που αναφέρθηκαν προηγουμένως περί της χρήσεων των εντόμων ως φυσικούς εχθρούς, επιπλέον με τα μικροβιακά σκευάσματα:
- **Πλεονεκτήματα:** Συνδυάζονται με πολλά άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα; Τα ασθενή έντομα είναι πιο ευπαθή από τα υγιή στα χημικά εντομοκτόνα (συνδυασμός μικροβιακού σκευάσματος & χημικού εντομοκτόνου αυξάνει το ποσοστό θανάτωσης του επιζήμιου πληθυσμού του ζωικού εχθρού)
- **Μειονεκτήματα:** ορισμένα προκαλούν προσκόλληση ή συγκράτηση των νεκρών εντόμων στο φυτό (μείωση αξίας εμπορεύσιμου προϊόντος); Ορισμένα χρειάζονται ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, για να δράσουν αποτελεσματικά; Συνήθως απαιτείται χρονικός προσδιορισμός του χρόνου εφαρμογής & έγκαιρη εφαρμογή με κριτήριο την περίοδο επώασης της ασθένειας, που προκαλούν στο φυτοφάγο έντομο



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα βακτήρια

- Περισσότερες εφαρμογές στην πράξη, το κρυσταλλοφόρο βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (Bt) για έντομα γεωργικής & υγειονομικής σημασίας
- Είναι περιβαλλοντικά αποδεκτό, τοξικό για έντομα & εκλεκτικό
- Πλείστα έγκλειστα σωμάτια (βλέπε περί μηχανισμού δράσης) περιέχουν περισσότερες της μίας δ-ενδοτοξίνες, που ποικίλλουν σε αριθμό & μοριακή δομή με το υποείδος ή φυλή του Bt
- Ανάλογα το υποείδος ή φυλή Bt, είναι τοξικό μόνο σε Lepidoptera, άλλα σε Lepidoptera & Diptera, άλλα σε Coleoptera και άλλα μόνο σε Diptera (και κουνούπια)



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα βακτήρια

- Ευρεία χρήση βακτηρίων ως βιολογικό εντομοκτόνο
- Εφαρμογή με ψεκασμό μία ή περισσότερες φορές
- Ύπαρξη δύο κατηγοριών
 - Προκαλούν θανατηφόρες ασθένειες: π.χ. το βακτήριο *Bacillus popilliae*, που προσβάλλει και θανατώνει προνύμφες Scarabaeidae που ζουν στο έδαφος
 - Ασκούν εντομοκτόνο δράση με την παραγωγή εντομοκτόνων



Εντομοπαθογόνα Βακτήρια

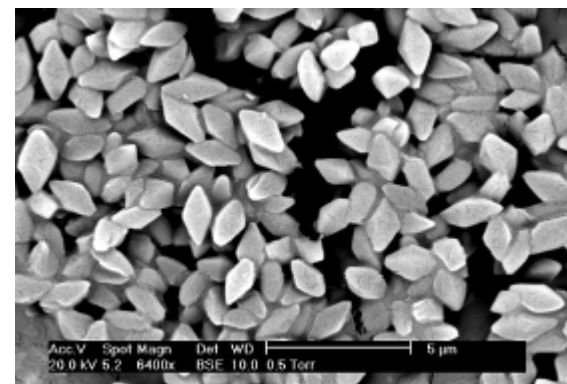
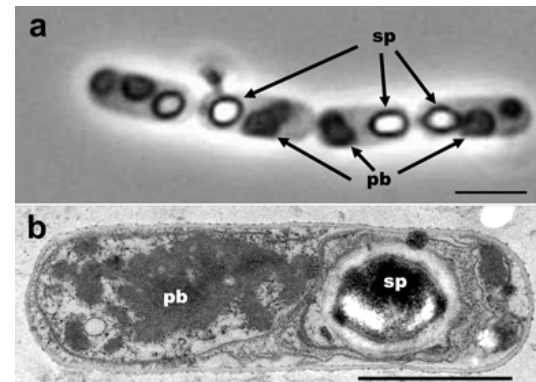
Προκαλούν θανατηφόρες ασθένειες

- Όταν τα βακτηριακά κύτταρα εισέλθουν στον πεπτικό σωλήνα βλαστάνουν και πολλαπλασιάζονται
- Οι νεκρές προνύμφες χρησιμεύουν ως δευτερογενείς μολύνσεις για πολλά χρόνια (έως και 10 έτη)
- Πρόβλημα για εμπορική εκμετάλλευση αποτελεί, ότι αυτό το βακτήριο δεν μπορεί να αναπτυχθεί σε τεχνητά υποστρώματα

Εντομοπαθογόνα βακτήρια

Εκείνα που ασκούν εντομοκτόνο δράση με την παραγωγή εντομοκτόνων

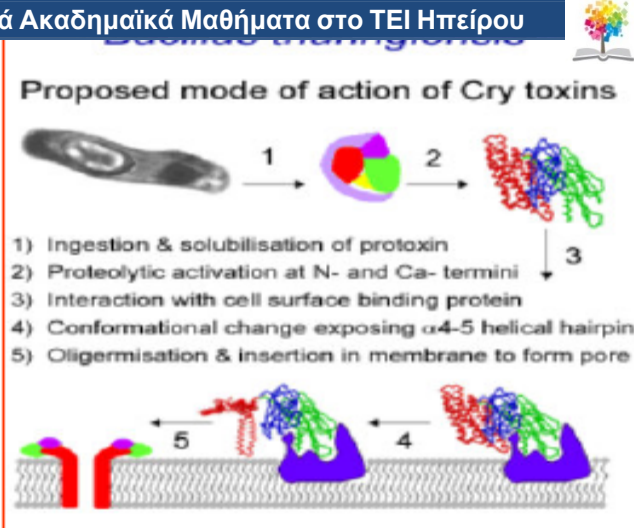
- Παράγουν πρωτεϊνικές δ-ενδοτοξίνες, οι οποίες θανατώνουν το έντομο (καταστροφή των επιθηλιακών του κυττάρων) χωρίς την παρουσία του βακτηρίου
- Ενσωμάτωση γονιδίων τοξινών σε φυτά (διαγονιδιακά φυτά) με αποτέλεσμα τα φυτά να αποκτήσουν εντομοτοξικές ιδιότητες (ανθεκτικά φυτά: *Bt*-καλαμπόκι, *Bt*-βαμβάκι)





Εντομοπαθογόνα βακτήρια

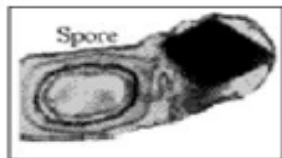
Εκείνα που ασκούν εντομοκτόνο δράση με την παραγωγή εντομοκτόνων



Bacillus thuringiensis

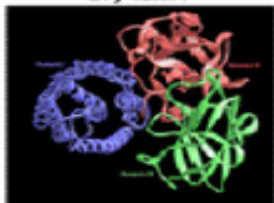


Gram-positive, spore-forming soil bacterium

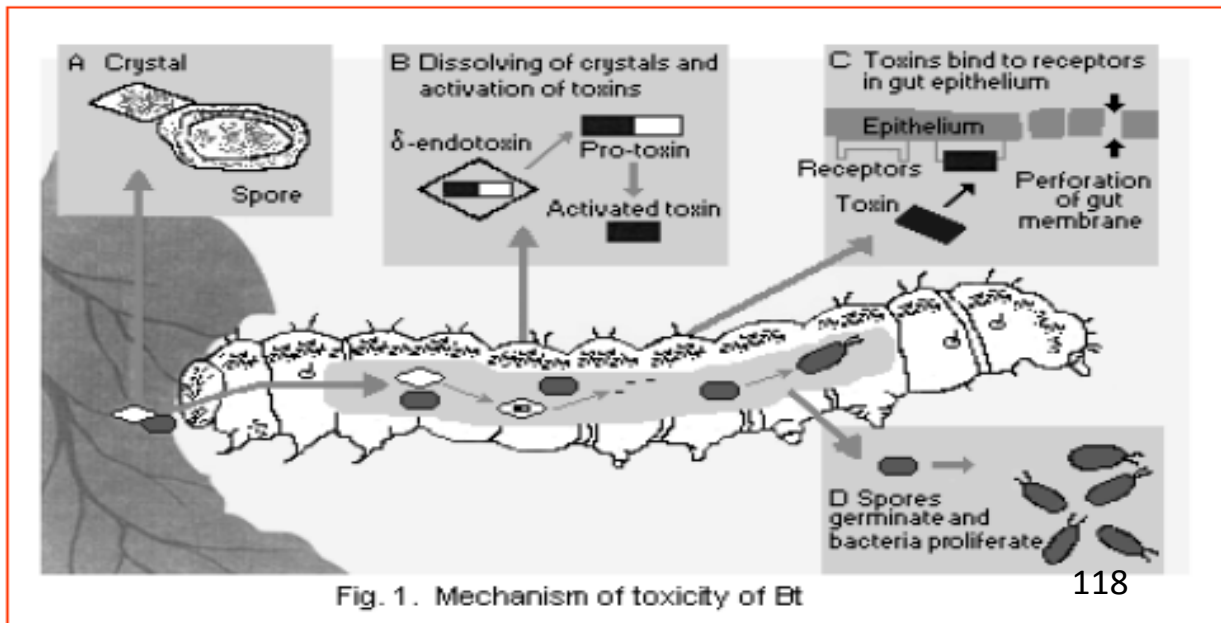


Produce insecticidal crystal proteins (δ -endotoxins) during sporulation

Cry toxin



Most *Bt* strains can synthesise more than one crystal, which may be formed by different Cry toxins





Μικροβιακή καταπολέμηση

Βακτήρια: Μηχανισμός δράσης (1)

- Κατά τη σπορίωση, το *Bacillus thuringiensis* (**Bt**) παράγει παρασποριακό κρυσταλλικό έγκλειστο σωματίο και όταν το σποριωμένο βακτήριο καταποθεί από το έντομο, αυτό το κρυσταλλικό σωματίο διαλυτοποιείται στο μέσο έντερό του και απελευθερώνει πρωτεΐνες, τις **δ-ενδοτοξίνες** (προτοξίνες)
- Με τη βοήθεια του υψηλού pH και των προτεασών του μέσου εντέρου του εντόμου, αυτές οι προτοξίνες αποδομούνται και δίνουν τοξίνες (πιθανότατα γλυκοπρωτεΐνες ή πολυπεπτίδια)
- Οι τοξίνες διαπερνούν την περιτροφική μεμβράνη, φθάνουν στο επιθήλιο του μέσου εντέρου και προκαλούν λύση της συνέχειας των κυτταρικών του μεμβρανών
- Ο πεπτικός σωλήνας παραλύει και το έντομο σταματά να τρώει



Μικροβιακή καταπολέμηση

Βακτήρια: Μηχανισμός δράσης (2)

- Η βλάβη του εντερικού επιθηλίου επιτρέπει τη ροή ιόντων προς την αιμολέμφο
- Αυτό το γεγονός έχει ως συνέπεια να καταστρέφει την κλιμάκωση ιόντων και προκαλεί καταστροφή των microvilli και της συνέχειας του πεπτικού σωλήνα
- Περιεχόμενα του πεπτικού σωλήνα εισέρχονται στο αιμόκοιλο, όπου τα σποριωμένα βακτήρια βλαστάνουν (ενεργοποιούνται)
- Το έντομο πεθαίνει από σηψαιμία, συχνά γρήγορα (1-2 ημέρες)
- **Μειονέκτημα:** μικρή υπολειμματική του διάρκεια στο φύλλωμα (>24 ώρες), λόγω της αποδόμησης των κρυσταλλικών προτοξινών του από τις υπεριώδεις ακτίνες και λιγότερο σε απομάκρυνση του σκευάσματος λόγω βροχής; Ικανότητα ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών στο Bt



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα βακτήρια

- Κυρίως χρησιμοποιείται για πολλά είδη φυλλοφάγων Lepidoptera, λόγω της ευπάθειάς τους στις τοξίνες & τρόπου βρώσης (μάσηση) των προνυμφών τους
- Όσα είδη δαγκάνουν, μασούν και καταπίνουν το φύλλωμα μαζί με τα επιφανειακά στρώματα που έχουν το βακτήριο, εισάγουν τάχιστα στο σώμα τους την παραλυτική & θανατηφόρο δόση
- Όσα Lepidoptera ή άλλα έντομα διαβρώνουν για λίγο την επιφάνεια του φυτού δεν είναι συνήθως ευπαθή στο βακτήριο; είναι ακατάλληλο το βακτήριο για καταπολέμηση βαστορुकτικών, φυλλορुकτικών, φλοιορुकτικών & ξυλοφάγων προνυμφών
- Ορισμένες φυλές Bt καταπολεμούν προνύμφες κουνουπιών, γιατί αυτές έχουν μασητικά στοματικά μόρια, οι οποίες συλλαμβάνουν & καταπίνουν τους κόκκους του βακτηριακού σκευάσματος



Εντομοπαθογόνα βακτήρια

Εκείνα που ασκούν εντομοκτόνο δράση με την παραγωγή εντομοκτόνων

- Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) είναι ένα σύμπλοκο υποειδών

Είδος	Φυτοφάγα Έντομα	Εφαρμογή	Εμπορικά σκεύασμα
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	λεπιδόπτερα	κηπευτικά αμπέλι μηλοειδή πυρηνόκαρπα βαμβάκι δασικά	Agree, Bactacin, Biobit, BMP, Condor, Cutlass, Dipel, Thuricide, Javelin, Torow CT Dipel, Foray, Thuricide
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>	λεπιδόπτερα	κηπευτικά μηλοειδή αμπέλι πυρηνόκαρπα βαμβάκι καπνός μελισσοκομίες καλλωπιστικά	Χανταί, Χεντανί Certan Cloebac
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>mori</i>	καλέοπτερα	κηπευτικά	Foil, MTRAK, Novodor, Trident
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	κουνοίπια, σφίδες	δεξαμενές, λίμνες, υδροβιότοποι	Veclobac, Teknar, Skeetal



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα βακτήρια

- ***Bacillus sphaericus***: κρυσταλλοφόρο βακτήριο για προνύμφες κουνουπιών σε λμνάζοντα νερά
- Κατά το στάδιο της σπορίωσης παράγει παρασποριακό κρυσταλλικό σωματίδιο, το οποίο περιέχει τοξικές πρωτεΐνες από τις οποίες ένα ζεύγος τους είναι απαραίτητο για το πλείστο της τοξικής δράσης κατά των κουνουπιών
- Όταν αυτές οι 2 πρωτεΐνες καταποθούν διαλυτοποιούνται στον αλκαλικό πεπτικό σωλήνα και με πρωτεόλυση δίνουν 2 πρωτεΐνες μικρότερου ΜΒ και αυτές προσβάλλουν το επιθήλιο του γαστρικού caecum και του οπισθίου μέρους του μέσου εντέρου
- Οι τοξίνες του *B. sphaericus* δρουν σε μικρές συγκεντρώσεις, διαρκούν στο υδάτινο περιβάλλον για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα και δεν δημιουργούν πρόβλημα σε άνθρωπο, ψάρια, ζώα



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα βακτήρια

- ***Bacillus popilliae***: χρήση ενάντια των γαιοβίων προνυμφών του *Popillia jaronica* Coleoptera, το οποίο καταστρέφει ρίζες πολλών φυτών (κυρίως χλοοτάπητες)
- Πρόκληση της «γαλακτώδους ασθένειας τύπου Α» στις προνύμφες του *P. jaronica*; Αξιόλογης αποτελεσματικότητας
- Μολυσματικός κύκλος μεγάλης σχετικά διάρκειας και επίτευξη περιορισμού του προνυμφικού πληθυσμού μόνο μετά από 2-3 έτη



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι μύκητες

- Μολυσματικό για τα έντομα στάδιο των εντομοπαθογόνων μυκήτων είναι το κονίδιο, το οποίο βλαστάνει και διαπερνά το δερμάτιο του εντόμου με συνδυασμό πίεσης από το βλαστικό σωλήνα του μύκητα και ενζυμικής αποδόμησης με πρωτεάσες & χιτινάσες, που ο μύκητας παράγει
- Οι υφές του μύκητα στη συνέχεια εισδύουν στο αιμόκοιλο και σε 3-14 ημέρες από την εφαρμογή των σπορίων, το έντομο πεθαίνει
- Ορισμένοι μύκητες παράγουν και τοξίνες
- Απαιτούν μετά την εφαρμογή τους υψηλή σχετική υγρασία (μικρή πρακτική εφαρμογή; δύσκολο στο ύπαιθρο στα υπέργεια φυτικά μέρη, καταλληλότερα στο έδαφος)
- Ευπαθείς στις υπεριώδεις ακτίνες



Μικροβιακή καταπολέμηση

Εμπορικά σκευάσματα μυκήτων

- ***Bauveria bassiana***: ενάντια δορυφόρου πατάτας, καρπόκαψας μηλοειδών, έντομα αποθηκών, Lepidoptera αραβοσίτου
- ***Bauveria brongniartii***: ενάντια Scarabaeidae Coleoptera σε λειβάδια & δεδροκήπους
- ***Metsrhizium anisopliae***: ενάντια Homoptera, Scarabaidae & Curculionidae Coleoptera σε λεμονιές και καλλωπιστικά
- ***Verticillium lecanii***: ενάντια Aleurodiae (αλευρώδεις), θριπών, αφίδων κ.ά. σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες
- ***Aschersonia aleyrodis***: ενάντια αλευρωρών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι μύκητες

- Σε αντίθεση με τα άλλα παθογόνα (βακτήρια, ιοί), οι μύκητες προσβάλλουν τα έντομα με επαφή και απευθείας διάτρηση του εξωσκελετού
- Το σπόριο του μύκητα βλαστάνει και διατρυπά το σώμα του εντόμου με τη δράση ενζύμων και εισέρχεται στην αιμολέμφο του εντόμου
- Αποικίζει πλήρως το έντομο μέσα σε 7-10 ημέρες και το έντομο πεθαίνει

Κλάση	Γένος	Έντομο στόχος
Χυτρίδιομύκητες (Chytridiomycetes)	<i>Coelomomyces</i>	κουνούπια
Οομύκητες (Oomycetes)	<i>Lagenidium</i>	κουνούπια
Ζυγομύκητες (Zygomycetes)	<i>Conidiobolus</i>	αφίδες
	<i>Erynia</i>	αφίδες
	<i>Entomophthora</i>	αφίδες
	<i>Entomophaga</i>	λεπιδόπτερα, τζιτζικάκια
Αδηλομύκητες (Imperfect fungi)	<i>Zoophthora</i>	αφίδες, λεπιδόπτερα, κολεόπτερα
	<i>Beauveria</i>	λεπιδόπτερα, κολεόπτερα, τζιτζικάκια
	<i>Metarhizium</i>	ημίπτερα
	<i>Nomurea</i>	λεπιδόπτερα
	<i>Paecilomyces</i>	αλευρώδεις, τζιτζικάκια,
	<i>Verticillium (V. lecanii)</i>	αφίδες, αλευρώδεις
	<i>Hirsutiella</i>	ακάρεα



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνα Πρωτόζωα

- Πρακτικά αυτά που έχουν το στάδιο της σπορίωσης ως το ανθεκτικό τους στάδιο και συνήθως είναι και το μολυσματικό
- Το έντομο μολύνεται κυρίως καταπίνοντας τα πρωτόζωα; Ορισμένα είδη μπορεί να μεταδοθούν από το θήλυ στα τέκνα δια του ωαρίου; Δύναται και η είσοδος από οπές ωοτοκίας παρασιτικών Hymenoptera
- Κυρίως προσβάλλονται το λιπόσωμα, σωλήνες Malpighi, εντερικό επιθήλιο και η προσβολή καταλήγει σε κυττόλυση
- **Μειονέκτημα:** μικρή εντομοπαθογόνος δύναμη, αργής δράσης, ευπάθεια στο υπεριώδες φως
- Εμπορικά μόνο το είδος *Nosema locusta* ενάντια της ακρίδας *Locusta migratoria*



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

- Ενδοκυτταρικοί με μολυσματική οντότητα το νουκλεοκαψίδιο
- Σημαντικότεροι με πρακτική αξία στην καταπολέμηση ζωικών εχθρών είναι αυτοί της Οικ. Baculoviridae (σχήμα ραβδίου)
- **Διάκριση Baculoviridae:** στην ομάδα A [υπάγονται οι ιοί της νουκλεϊκής πολυέδρωσης (NPV), στην ομάδα B (υπάγονται οι ιοί της γρανούλωσης, GV), ομάδα C (υπάγονται οι μη-έγκλειστοι ιοί)
- **Μόλυνση εντόμου:** να φάει ψεκασμένο φύλλωμα με NPV ή GV → διάλυση πρωτεΐνης στο αλκαλικό υγρό (pH 9,5-10,0) του πεπτικού του σωλήνα → απελευθέρωση ιικών σωματιδίων → μόλυνση κυττάρων πεπτικού σωλήνα → πολλαπλασιασμός τους → εξάπλωσή τους και σε άλλα όργανα του εντόμου ως μη έγκλειστοι ιοί → θάνατος προνύμφης



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

- Όταν νεκρωθεί η προνύμφη, τότε απελευθερώνεται μεγάλος αριθμός νουκλεοκαψιδίων στο περιβάλλον, τα οποία είναι ικανά να μολύνουν υγιείς προνύμφες
- **Χρόνος θανάτωσης εντόμου:** από 3-7 ημέρες έως 3-4 εβδομάδες, ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις ιού-φυτοφάγου εντόμου-φυτού
- **Πλεονεκτήματα:** μεγάλη εκλεκτικότητα, ικανοποιητική παθογόνος δύναμη, μεγάλη υπολειμματική διάρκεια (μεγαλύτερη από αυτή των εντομοπαθογόνων βακτηρίων)
- **Μειονεκτήματα:** σχετικά μεγάλη περίοδος επώασης, κόστος παραγωγής, περιορισμένες πωλήσεις
- Εφαρμογή με ψεκασμό μία ή περισσότερες φορές



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

- Στο εμπόριο σκευάσματα ιών κυρίως για φυλλοφάγα λεπιδόπτερα και υμενόπτερα σε βαμβάκι, μηδική
- **Πλεονεκτήματα**
 - Αντιμετωπίζουν πολλές γενιές εντόμων μιας και έχουν μεγάλη υπολειμματική διάρκεια στον αγρό (μεγαλύτερη από τα βακτηριακά)
 - Μεγάλη εκλεκτικότητα και μεγάλη παθογόνο δύναμη
- **Μειονεκτήματα**
 - Μεγάλη περίοδος επώασης που δυσκολεύει το πότε θα εφαρμοστούν, για να προληφθεί η ζημιά από τα έντομα
 - Μεγάλο κόστος παραγωγής, επειδή απαιτούνται έντομα ζωντανά



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

- Επιτυχής εφαρμογή εντομοπαθογόνων ιών για την καταπολέμηση των εντόμων
 - *Helicoverpa armigera*
 - *Mamestra brassicae*
 - *Spodoptera littoralis*
 - *Carpocapsa pomonella*
 - *Agrotis segetum*
 - *Adoxophyes orana*
 - *Pieris rapae*

κ.λπ.



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

- Ιοί: υποχρεωτικά παράσιτα, δεν αναπτύσσονται σε θρεπτικά υποστρώματα
- **NPVs**: αντιμετώπιση του *Gilpinia hercyniae* στα δασικά δενδροκομικά είδη (Εισαγωγή *Gilpinia hercyniae*-φορείς του ιού)

Κύριες ομάδες ιών που έχουν αναπτυχθεί ή εξετάζεται η χρήση τους ως βιολογικοί παράγοντες για τον έλεγχο φυτοφάγων εντόμων.

Ιώσεις εντόμων	Στοχευόμενα έντομα
Baculoviruses-Nuclear Polyhedrosis Viruses (NPVs) (Πολυεδρώσεις-Πυρηνικές Πολυεδρώσεις)	Λεπιδόπτερα, προνύμφες Υμενοπτέρων
Granulosis Viruses (GVs) (Κοκκιώσεις)	Λεπιδόπτερα
Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses (CPVs) (Πρωτοπλασματικές Πολυεδρώσεις)	Λεπιδόπτερα
Entomopoxviruses	Ορθόπτερα, προνύμφες Κολεοπτέρων
Indoviruses	Δίπτερα, κουνούπια (mosquitoes)

G. hercyniae





Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι ιοί

Πίνακας 4.2: Ιοί που χρησιμοποιούνται ως βιολογικοί παράγοντες για τον έλεγχο φυτοφάγων εντόμων.

Φυτοφάγα Έντομα	Ιός	Καλλιέργεια	Εμπορικό σκεύασμα
Λεπιδόπτερα			
<i>Anticarsia yemonatalis</i>	NPV	σόγια	-
<i>Adoxophyes orana</i>	GV	οπωροφόρα	Capex
<i>Cydia pomonella</i>	GV	μηλοειδή, καρυδιά	Madex, Carpovirusine
<i>Helicovera zea</i>	NPV	βαμβάκι, κηπευτικά	Gemstar
<i>Lymantria dispar</i>	NPV	δασικά	Gypcheck
<i>Mamestra brassicae</i>	NPV	κηπευτικά	Mamestrin
<i>Heliothis armigera</i>	NPV	βαμβάκι	Mamestrin
<i>Phthorimaea operculella</i>	NPV	πατάτα	Mamestrin
<i>Plutella xylostella</i>	NPV	κηπευτικά	Mamestrin
<i>Orgyia pseudotsugata</i>	NPV	δασικά	TM Biocontrol
<i>Spodoptera littoralis</i>	NPV	βαμβάκι	Spodoptera
<i>Spodoptera exigua</i>	NPV	κηπευτικά	Spod-X
<i>Plodia interpunctella</i>	GV	αποθηκευμένα καρδιά	-
Υμενόπτερα			
<i>Gilpinia hercyniae</i>	NPV	δασικά	
<i>Neodiprion sertifer</i>	NPV	κινοφόρα	Neoccheck-s, Sentifervirus
<i>Neodiprion lecontei</i>	NPV	κινοφόρα	Lecontivirus
<i>Autographa californica</i>	NPV	κηπευτικά	Gusano



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

- Εισαγωγή εντομοπαθογόνων νηματωδών στο σώμα των εντόμων είτε παθητικά με την τροφή του (ως ω ή ω ε ενήλικα θήλεα γεμάτα με ω), είτε ενεργητικά από φυσικές του οπές ή διαπερνώντας το δερμάτιό του
- Ενδιαφέρουν περισσότερο αυτά που προκαλούν το θάνατο του εντόμου μέσω των συμβιωτικών βακτηρίων, τα οποία προκαλούν ασθένεια στο έντομο που εξελίσσεται και το θανατώνει τάχιστα
- Στην ουσία το παθογόνο αίτιο είναι το βακτήριο, ωστόσο χαρακτηρίζονται εντομοπαθογόνοι οι νηματώδεις-ξενιστές του παρόλο που είναι στην κυριολεξία οι νηματώδεις εντομοπαρασιτικοί και φορείς του εντομοπαθογόνου βακτηρίου



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

- **Συμπτώματα μόλυνσης:** παραμόρφωση στοματικών μορίων, αλλοίωση ή παρεμπόδιση ανάπτυξης, αναπαραγωγής κ.ά., αλλαγή χρώματος προνύμφης του εντόμου
- Είδη εντομοπαθογόνων νηματωδών: *Steinernema* & *Heterorhabditis* εναντίον εντόμων διαφόρων τάξεων (π.χ. Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera) σε χλοοτάπητες, λειβάδια, κηπευτικά, βιομηχανικά φυτά, δένδρα, αλλά και για έντομα υγειονομικής σημασίας (π.χ. οικιακή μύγα)
- Προσφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα εναντίον ειδών που ζουν σε προφυλαγμένες θέσεις, επειδή ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των νηματωδών αυτών σε υγρασία
- Εφαρμογή με πότισμα, ψεκασμό μέχρι απορροής, έγχυση, εισαγωγή βαμβακερών φυτιλιών στις στοές των φυτοφάγων εντόμων



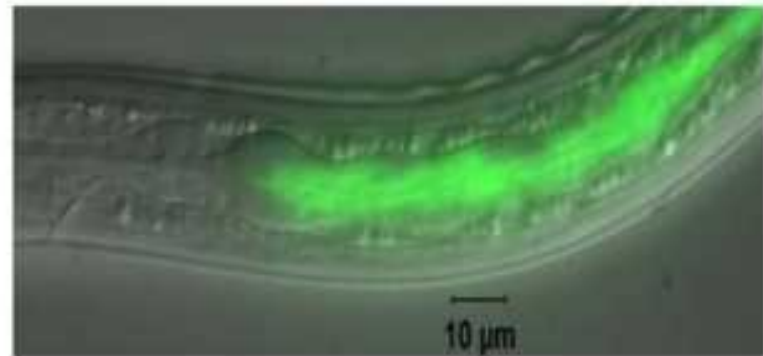
Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

- Νηματώδεις Οικ. Mermithidae (για την καταπολέμηση κουνουπιών) και Steinernematidae & Heterorhabditidae (για την καταπολέμηση εντόμων εδάφους και εσωτερικού των δένδρων: Coleoptera, Orthoptera, Diptera)
- Υποχρεωτικά παράσιτα: έλκονται από την προνύμφη λαμβάνοντας ουσίες που εκκρίνονται από το σώμα της
- Εισαγωγή των νηματωδών από φυσικά ανοίγματα ή από σημεία που ο εξωσκελετός της προνύμφης είναι ακόμα μαλακός
- Ελευθερώνει βακτήρια στο εσωτερικό της προνύμφης και τα βακτήρια προκαλούν παθογένεια στο έντομο και το θανατώνουν μέσα σε 24-48 ώρες
- Βακτήρια και νηματώδεις τρέφονται με τα θρεπτικά συστατικά του σώματος της προνύμφης

Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

Steinenerma feltiae

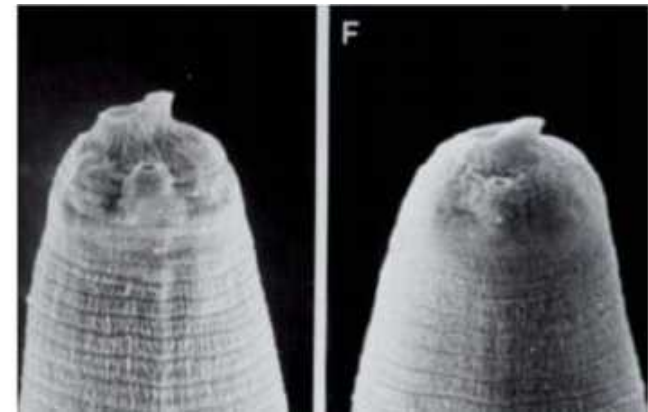
- Υποχρεωτικό παράσιτο και προσβάλλει τα έντομα ως προνύμφη 3^{ου} σταδίου
- Αμοιβαία συμβίωση με βακτήρια *Xenorhabdus* εντός του σώματος του νηματώδη



Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

Heterorhabditis bacteriophora

- Υποχρεωτικό παράσιτο και προσβάλλει τα έντομα ως προνύμφη 3^{ου} σταδίου
- Αμοιβαία συμβίωση με βακτήρια *Photobacterium luminescens* εντός του σώματος (έντερο) του νηματώδη





Μικροβιακή καταπολέμηση Εντομοπαθογόνοι νηματώδεις

Παραγωγή-Εμπορία και εφαρμογή

- Μαζική παραγωγή του νηματώδη *in nitro*, παραγωγή των βακτηρίων
- Αποθήκευση τους 4-15°C για 3-6 μήνες (*H. bacteriophora*) ή 6-12 μήνες (*S. feltiae*)
- Εφαρμογή με ψεκαστήρες υψηλής πίεσης





Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών: Βιοτεχνολογικά μέτρα



Στερωτικές ουσίες

- Είναι κάθε ουσία που επηρεάζει δυσμενώς τη γονιμότητα σε βαθμό που προκαλεί στέρωση, δηλαδή δεν μπορεί να δώσει βιώσιμους απογόνους
- **Αίτια στειρότητας:** ανικανότητα για σύζευξη, μη παραγωγή ωαρίων από το θήλυ, ασπερμία ή αδράνεια σπερματοζωαρίων στο άρρεν κ.λπ.
- Συνήθως προκαλείται κυρίαρχη θανατηφόρα μετάλλαξη στους γαμέτες (π.χ. κυρίαρχη αβιωσιμότητα στα σπερματοζωάρια), ήτοι πρόκληση βλαβών παρόμοιες με αυτές των ακτινοβολιών («ραδιομιμητικές» ουσίες που λέγονται **χημικο-στερωτικές**)
- Οι περισσότερες είναι αλκυλιωτικές, ήτοι εντός ζωντανών ιστών των εντόμων τα παραγόμενα $-CH_2-$ ενώνονται με νουκλεοξέα & πρωτεΐνες του κυττάρου με αποτέλεσμα τη διατάραξη του γενετικού κώδικα, που καταλήγει σε σημειακές μεταλλάξεις και σε σπάσιμο χρωματοσωμάτων



Στερωτικές ουσίες

- Εφαρμογή του στερωτικού μέσου συνήθως στο νεαρό ενήλικο ή στο τελευταίο ανήλικο στάδιο (προχωρημένης ηλικίας νύμφες)
- Είσοδος στερωτικών ουσιών στο σώμα με την τροφή, από το δερμάτιο ή αναπνευστικό σύστημα και δρουν κυρίως στους ιστούς που αναπτύσσονται γρήγορα, π.χ. αναπαραγωγικά όργανα
- Πρόκληση στειρότητας και με ορισμένα είδη ακτινοβολίας, όπως είναι οι ακτίνες Χ, οι γ, τα νετρόνια
- Αν και το κυρίαρχο ελάττωμα είναι η στείρωση, άλλα ελατώματα στο πλαίσιο καταπολέμησης ζωικών εχθρών είναι η ανικανότητα διαχείμανσης και η μη-προσαρμογή σε δεδομένο περιβάλλον
- **Εφαρμογή στον αγρό** σήμερα πρακτικά είναι η **εξαπόλυση στερωμένων εντόμων στη φύση** και η **στείρωση του φυσικού πληθυσμού**



Εξαπόλυση στειρωμένων εντόμων

- Γνωστή και ως τεχνική του στείρου εντόμου (SIT) ή στείρου άρρενος
- Συνίσταται στην παραγωγή ή συλλογή, στείρωση και εξαπόλυση στον αγρό μεγάλου αριθμού ατόμων (συνήθως 10πλάσιος) του (ιθαγενούς ή άγριου) είδους φυτοφάγου εντόμου, που καταπολεμείται
- Η εξαπόλυση γίνεται περισσότερες από μία φορές και για χρονική περίοδο, που καλύπτει πολλές γενεές του εντόμου στη φύση, και μειώνει πιο γρήγορα και πιο πολύ το φυσικό πληθυσμό από ό,τι το εντομοκτόνο
- **Φάσεις εφαρμογής της μεθόδου:** παραγωγή (ή συλλογή) των εντόμων υπό ελεγχόμενες συνθήκες; Ακτινοβόλησή τους σε πηγή ραδιενεργού ουσίας ή ακτίνων; Αποθήκευση σε κατάλληλες συνθήκες ως τη μεταφορά τους; Μεταφορά στην περιοχή εξαπόλυσης; Παρακολούθηση αναλογίας των δύο πληθυσμών (άγριος & στείρος) και αξιολόγηση του αποτελέσματος (σήμανση στείρων ατόμων & παγίδευση κατά περιόδους)



Εξαπόλυση στειρωμένων εντόμων

- **Προϋποθέσεις εξαπόλυσης στειρωμένων εντόμων**
 - Να μην προξενούν σοβαρές ζημιές ή αφόρητη ενόχληση
 - Ικανότητα διασποράς στειρωμένων εντόμων στη φύση
 - Πρόκληση στείρωσης χωρίς τη μείωση συμπεριφοράς σύζευξης & ανταγωνιστικότητας του εντόμου
 - Εκτροφή (μαζική παραγωγή) μεγάλου αριθμού εντόμων
 - Γνώση μεγέθους φυσικού πληθυσμού της περιοχής τις διάφορες εποχές του έτους
 - Μείωση φυσικού πληθυσμού, αν χρειαστεί, ώστε να περιοριστεί σε χαμηλά επίπεδα και να είναι πολύ μικρότερος από τον στειρωμένο πληθυσμό που δύναται να εξαπολυθεί



Εξαπόλυση στειρωμένων εντόμων

- Συνήθως εξαπόλυση στείρων άρρενων ατόμων, αλλά και θήλεων ή και των δύο φύλων μαζί; Εξαρτάται από την ικανότητα & συχνότητα σύζευξης κάθε φύλου, παράγοντας που οφείλεται σε πολυπεπτίδια του σπερματικού υγρού
- Αποτελεσματική μέθοδος και για είδη που αναπαράγονται εγγενώς και **δεν** προκαλούν ζημιά ως ενήλικα
- Μέθοδος ακριβή & όχι απλή στην εφαρμογή της, ωστόσο προσφέρει καλά αποτελέσματα όταν δοκιμάζεται σε μικρή κλίμακα εναντίον Diptera (δάκος της ελιάς) & Lepidoptera, αλλά και Coleoptera



Στείρωση φυσικού πληθυσμού

- Εφαρμογή μόνο πειραματικά (δυσκολία εύρεσης μη-επικίνδυνων στείρωτικών ουσιών); επανάληψη της στείρωσης επί σειρά γενεών, τότε η μείωση του φυτοφάγου εντόμου θα είναι μεγαλύτερη από ό,τι αν ο πληθυσμός θανατωθεί στο ίδιο ποσοστό
- Όλες οι γνωστές στείρωτικές ουσίες είναι πολύ επικίνδυνες για άνθρωπο & ζώα (τοξικές, μεταλλαξογόνες ή καρκινογόνες) ή/και φυτοτοξικές (απαγορεύεται η χρήση τους στον αγρό)
- Ενθαρρυντική περίπτωση αποτελεί ουσία ομο-αζα-στεροειδούς εστέρα του [παρα-[δισ(2-χλωροαιθυλο)άμινο]φαινυλο]οξεικού οξέος; Όταν προστέθηκε στην τροφή ενήλικο δάκων προκλήθηκε μεγάλου βαθμού στείρωση και στα δύο φύλα χωρίς να επηρεαστεί η μακροζωία τους
- Ευκολότερη πρακτική εφαρμογή με χημικές στείρωτικές ουσίες με ψεκάσμο κάλυψης ή δολωματικό



Καταπολέμηση γενετικά

- **Προαιρετικώς θανατηφόρα γονίδια:** προκαλούν θάνατο έμμεσα και μόνο υπό ορισμένες συνθήκες
- Εκτροφή & εξαπόλυση εντόμων με αυτά τα γονίδια (ευαίσθητα στη θερμοκρασία) και οι απόγονοί τους πεθαίνουν, όταν βρεθούν στις θανατηφόρες συνθήκες
- Αυτά τα γονίδια εμποδίζουν τη διάπαυση, κατασκευή κατάλληλου βομβυκίου, βρώση
- Μειονέκτημα έναντι της εξαπόλυσης στειρωμένων πληθυσμών, τα τέκνα των εντόμων που θα εξαπολυθούν ζουν, μέχρι να υποστούν τις δυσμενείς συνθήκες και έτσι μπορεί να προκαλέσουν ζημιά
- Μόνο πειραματική εφαρμογή



Καταπολέμηση γενετικά

- **Εκλεκτική μεταβίβαση:** άτομο δομής «Αα» παράγει περισσότερους γαμέτες «Α», παρά «α», ή το αντίστροφο
- Πρόκληση αλλαγής της αναλογίας φύλου και μείωση πληθυσμού που, θεωρητικά, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να εξαφανιστεί
- Μόνο πειραματική εφαρμογή



Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών: Ολοκληρωμένη καταπολέμηση



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

- Πολλοί ορισμοί, ο απλούστερος: Στρατηγική συνδυασμού δύο ή περισσότερων μεθόδων ή μέτρων καταπολέμησης και κυρίως της χημικής & βιολογικής καταπολέμησης, ώστε η πυκνότητα πληθυσμού ζωικού εχθρού να συγκρατείται σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια
- Σκοπός: με το μικρότερο δυνατό κόστος, η μείωση των δυσμενών επιδράσεων άλλων μεθόδων καταπολέμησης, ιδιαίτερα της χημικής, και η παραγωγή προϊόντων χωρίς ανεπίτρεπτα τοξικά υπολείμματα και με την ελάχιστη δυνατή ζημιά των χρήσιμων συνιστωσών, βιοτικών και μη, του αγροοικοσυστήματος
- Εκλεκτική & Οικολογικά ορθή



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

- Για την επιτευχθεί διαρκής, οικολογικά & οικονομικά αποδεκτή προστασία του φυτού, σε μία συντονισμένα προσπάθεια ενσωματώνεται:
 - Φυσική αντοχή ή ανοχή του φυτού
 - Βιοτικούς και άλλους περιβαλλοντολογικούς παράγοντες φυσικού περιορισμού του ζωικού εχθρού
 - Κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες
 - Κατάλληλα ΦΠ



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

- Συνήθως στην πράξη λαμβάνει χώρα η χρήση ΦΠ κατά τρόπο, που να επιτρέπει την επιβίωση ικανοποιητικού αριθμού αποτελεσματικών φυσικών εχθρών του φυτοφάγου ζωικού εχθρού της καλλιέργειας
- Συμπλήρωση έργου καταπολέμησης ΦΠ από τους φυσικούς εχθρούς και καθυστέρηση της αύξησης του πληθυσμού φυτοφάγου ζωικού εχθρού
- Τελικά περιορίζεται στο ελάχιστο απαραίτητο ο αριθμός των χημικών επεμβάσεων, για την προστασία της παραγωγής
- Δύναται να χρησιμοποιηθούν και καλλιεργητικά ή άλλα μέτρα, αντί των χημικών, αν υπάρχουν κατάλληλα για την κάθε περίπτωση



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

- Απουσία διαφοράς μεταξύ βιολογικής αντιμετώπισης & ολοκληρωμένης καταπολέμησης ως προς το σεβασμό των ωφέλιμων οργανισμών
- Εφαρμογή ολοκληρωμένης καταπολέμησης σε μεγαλύτερο αριθμό ζωικών εχθρών από ό,τι η βιολογική και άρα έχει καλύτερες προοπτικές εφαρμογής της στη γεωργική πρακτική
- Ορθός προγραμματισμός εφαρμογής της απαιτεί γνώση βιολογίας, ηθολογίας, δυναμικής πληθυσμού, παραγόντων φυσικού περιορισμού ενός ζωικού εχθρού μιας καλλιέργειας, καθώς και των καλλιεργητικών τεχνικών που ταιριάζουν στο κάθε φυτό
- Βασική προϋπόθεση εφαρμογής είναι η ανοχή ποσοστού ζημιάς στα φυτά έως το όριο ανεκτής πυκνότητας



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

- **Πλεονεκτήματα:** μικρότερη ρύπανση περιβάλλοντος, μικρότερο κίνδυνος για την υγεία του αγρότη, περιορισμός πιθανότητας δημιουργίας ανθεκτικών στα ΦΠ φυλών, πιο υγιεινά τρόφιμα, σταθερότερη καταπολέμηση, μικρότερο (συνήθως) κόστος, μείωση της τυχόν μη-ορατής ζημιάς των φυτών (φυτοτοξικότητα)
- **Μειονεκτήματα:** περισσότερη φροντίδα, ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό, συντονισμός όσων μετέχουν στην εφαρμογή, δυσκολίες τεχνικής φύσεως



Ολοκληρωμένη καταπολέμηση & ρόλος μυρμηγκιών

- Διττός ρόλος: και ωφέλιμα & ζημιογόνα
- Ωφέλιμα: αρπακτικά φυτοφάγων ζωικών εχθρών, επικονίαση φυτών, βελτίωση εδάφους, ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων
- Ζημιογόνα: τρώνε ή διαταράσσουν φυτά, φορείς φυτονόσων, ευνοούν φυτοφάγα Hemiptera (π.χ. αφίδες), προσβάλλουν ή προκαλούν ερεθισμό σε ανθρώπους & ζώα ή άλλους ωφέλιμους οργανισμούς



Βιβλιογραφία

Τζανακάκης, Μ. Ε. (1995). Εντομολογία. Studio University Press, 501 σελ.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δρ Δήμητρα Ζωάκη Μαλισιόβα.

Ζωικοί Εχθροί Θεωρία. Μέθοδοι & μέτρα καταπολέμησης των ζωικών εχθρών (συνέχεια).

Έκδοση: 1.0. Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG102/>>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κλ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Δρ Αντωνόπουλος Δημήτριος

Γεωπόνος-Φυτικής Παραγωγής ΓΠΑ

Γεωπόνος-Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας ΓΠΑ

ΕΠΠΑΙΚ ΑΣΠΑΙΤΕ

ΜΔΕ (MPhil) Φυτοπροστασίας ΓΠΑ

ΜΔΕ (MSc) Ασφάλειας Τροφίμων WUR

ΔΔ (PhD) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ

Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας NCSU USA

Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ-ΙΚΥ

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

