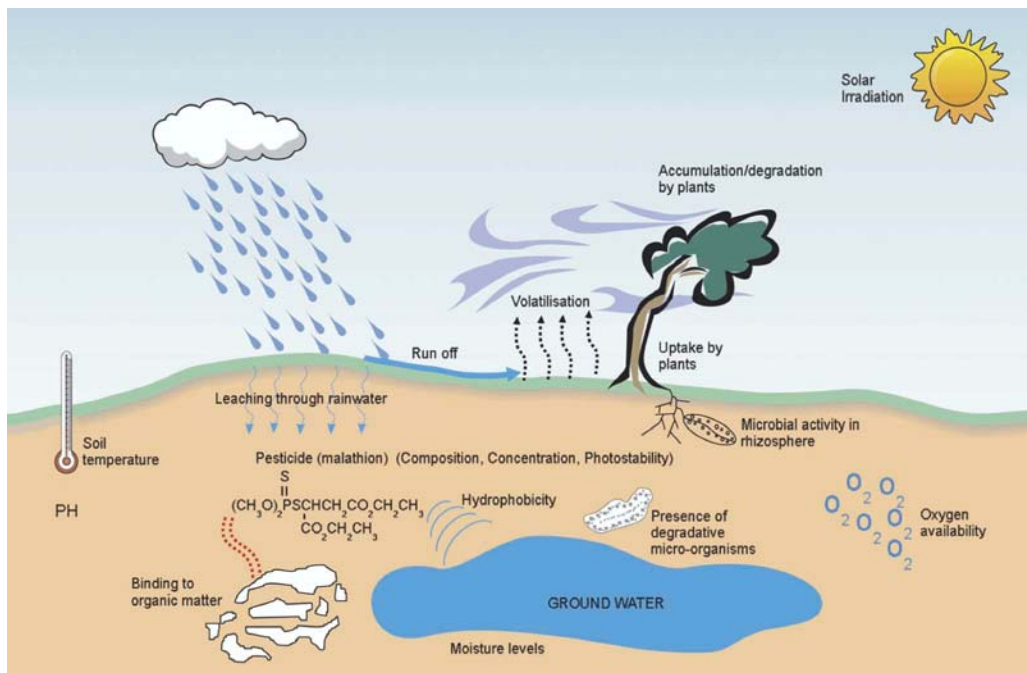


ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜ. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

ΜΑΥΡΟΜΑΝΩΛΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ

Εισηγητής : Σοφία Γκούμα

ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2007

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες για την καταπολέμηση βλαβερών οργανισμών που προσβάλλουν τα φυτά και για τον περιορισμό του ανταγωνισμού τους από ζιζάνια, ώστε να βελτιώνεται η απόδοση και να προστατεύονται η ποιότητα, η αξιοπιστία και η τιμή των προϊόντων που παράγουν.

Ωστόσο, είναι γεγονός ότι η χρήση τους εγκυμονεί κινδύνους, επειδή οι εγγενείς ιδιότητες των περισσότερων φυτοφαρμάκων τα καθιστούν επικίνδυνα για την υγεία και το περιβάλλον, εάν δεν χρησιμοποιούνται σωστά. Το έδαφος και το νερό είναι δυνατόν να ρυπανθούν μέσω της διασποράς φυτοφαρμάκων στο έδαφος και των απορροών κατά τον καθαρισμό του εξοπλισμού ή μετά από αυτόν ή μέσω ανεξέλεγκτης απόρριψής τους.

Έτσι είναι δυνατό να προσροφηθούν στο έδαφος, να εκπλυθούν στα υπόγεια νερά και να εξαερωθούν με αποτέλεσμα την εναπόθεσή τους και πάλι στο έδαφος.

Στο έδαφος ένα φυτοφάρμακο είναι δυνατόν να υποστεί φωτοχημική, χημική ή μικροβιακή διάσπαση. Τα προϊόντα διάσπασης είναι συνήθως λιγότερο επικίνδυνα ή μη τοξικά. Υπάρχουν όμως και πολύ ανθεκτικά (δύσκολα αποδομήσιμα) φυτοφάρμακα που προκαλούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος και συσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας στα έμβια όντα.

ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Σύμφωνα με την οδηγία 414/91 της Ε.Ε., σαν **φυτοπροστατευτικά προϊόντα** (plant protection products) νοούνται οι δραστικές ουσίες και τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν μια ή περισσότερες δραστικές ουσίες και προορίζονται για να:

- προστατεύουν τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα από κάθε είδος επιβλαβείς οργανισμούς ή να παραλαμβάνουν τη δράση τους
- επηρεάζουν τις βιολογικές διεργασίες των φυτών, (εκτός αν πρόκειται για θρεπτικές ουσίες)
- διατηρούν τα φυτικά προϊόντα (εκτός και αν πρόκειται για ουσίες που κατατάσσονται στα συντηρητικά)
- καταστρέφουν τα ανεπιθύμητα φυτά
- καταστρέφουν μέρη των φυτών, να επιβραδύνουν ή να παρεμποδίζουν την ανεπιθύμητη ανάπτυξή τους

Με βάση τον παραπάνω ορισμό, στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα εντάσσονται τα παρακάτω:

Παρασιτοκτόνα: Είναι χημικές ουσίες ή μίγματα ουσιών που απαντώνται στη φύση ή συντίθενται τεχνητά και έχουν την ιδιότητα να επιδρούν σε συγκεκριμένα βιολογικά υποστρώματα (φυτικά ή ζωικά) μεταβάλλοντας τη βιολογική τους συμπεριφορά. Αποτέλεσμα της δράσης τους είναι ο θάνατος ή η παρεμπόδιση της αύξησης ή της αναπαραγωγής του ζωντανού οργανισμού, ανάλογα με το είδος του οποίου τα παρασιτοκτόνα χαρακτηρίζονται σαν **ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, νηματοδωκτόνα, ακαρεοκτόνα, βακτηριοκτόνα, λειμακοκτόνα** ή **τρωκτικοκτόνα**.

Εντομοελκυστικά: Είναι ουσίες που χρησιμοποιούνται για την προσέλκυση εντόμων και την παγίδευσή τους σε διάφορα συστήματα θανάτωσής τους. Οι ουσίες αυτές μπορεί να είναι ελκυστικά τροφής, οσμής, χρώματος ή φύλου.

Εντομοαπωθητικά: Είναι ουσίες που έχουν την ιδιότητα να απωθούν τα έντομα. Χρησιμοποιούνται κυρίως στη δημόσια υγεία.

Ρυθμιστές Ανάπτυξης Εντόμων: Είναι ουσίες που επηρεάζουν τους βιοχημικούς μηχανισμούς ανάπτυξης και έκδυσης των εντόμων και συνήθως αναφέρονται σαν μια ειδική κατηγορία εντομοκτόνων.

Φυτορρυθμιστικές ουσίες: Είναι οργανικές ενώσεις, φυσικές ή συνθετικές που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις προάγουν, παρεμποδίζουν ή τροποποιούν ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών.

Μικροβιολογικά Σκευάσματα: Περιέχουν σε λανθάνουσα κατάσταση μικροοργανισμούς οι οποίοι μετά από κατάλληλους χειρισμούς μπορούν να δράσουν εναντίον άλλων, επιβλαβών για τις καλλιέργειες οργανισμών.

Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία κάθε ουσία ή μίγμα ουσιών που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των ασθενειών και των εχθρών των φυτών ή βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των παραπάνω ουσιών, χαρακτηρίζεται σαν **“γεωργικό φάρμακο”** ή **“φυτοφάρμακο”**. Σ’ αυτά εντάσσονται όλες σχεδόν οι προαναφερθείσες κατηγορίες φυτοπροστατευτικών προϊόντων (εκτός των βιολογικών σκευασμάτων) αν και στη γεωργική πρακτική σαν φυτοφάρμακα νοούνται κυρίως τα παρασιτοκτόνα.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΑΡΑΣΙΤΟΚΤΟΝΩΝ

Τα παρασιτοκτόνα, σαν χημικές ενώσεις που είναι, χαρακτηρίζονται από μια σειρά **φυσικοχημικών** ιδιοτήτων (σημείο ζέσεως, ισομέρεια, πολικότητα, διαλυτότητα κ.λ.π.) οι οποίες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την παρασιτοκτόνο δράση τους. Εκείνες, όμως, που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη φυτοπροστασία είναι οι **βιολογικές** τους ιδιότητες που εκφράζουν την αλληλεπίδρασή τους με τα διάφορα βιολογικά υποστρώματα.

1. ΠΑΡΑΣΙΤΟΚΤΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ

Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται στον τρόπο δράσης ενός παρασιτοκτόνου, δηλαδή στο μηχανισμό μέσω του οποίου δρα σε υποκυτταρικό επίπεδο και στο εύρος δράσης του, δηλαδή τον αριθμό και τα είδη των παρασίτων στα οποία μπορεί να εκδηλώσει την τοξική του δράση.

Οι μηχανισμοί τοξικής δράσης των διαφορών παρασιτοκτόνων διαφέρουν σημαντικά και συνδέονται άμεσα με τη δομή του μορίου τους και τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες. Συνήθως παρεμποδίζουν:

- βιοχημικά συστήματα παραγωγής ενέργειας (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα)
- διάφορες βιοσυνθέσεις (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα)
- τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης (ζιζανιοκτόνα)
- τη λειτουργία του νευρικού συστήματος (εντομοκτόνα)
- τη δράση των φυτορμονών (ζιζανιοκτόνα)
- την κυτταρική διαίρεση (ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα)
- τη λειτουργία των κυτταρικών μεμβράνων (μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα)

Σε μερικές περιπτώσεις τα παρασιτοκτόνα εμφανίζουν σύμπλοκους μηχανισμούς τοξικής δράσης που δεν έχουν διερευνηθεί πλήρως. Η ποικιλία των μηχανισμών δράσης των παρασιτοκτόνων συχνά αντικατοπτρίζεται και στις ομαδοποιήσεις τους ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους.

Η ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου να επιφέρει άμεσο αποτέλεσμα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή του χαρακτηρίζεται σαν **άμεση ενέργεια**. Η ιδιότητα αυτή ενδιαφέρει κυρίως στις περιπτώσεις ξαφνικής εμφάνισης μεγάλων πληθυσμών ενός παρασίτου σε μια καλλιέργεια και συνδέεται άμεσα με το μηχανισμό δράσης του παρασιτοκτόνου.

Η δράση ορισμένων παρασιτοκτόνων επί των διαφόρων παρασίτων δεν επιφέρει πάντα θανατηφόρο αποτέλεσμα. Ανάλογα με το μηχανισμό δράσης τους και το είδος του παρασίτου μπορεί να προκαλούν παρεμπόδιση της ανάπτυξης ή της αναπαραγωγής ή της εγκατάστασης του παρασίτου στον ξενιστή και κατά συνέπεια δεν ισχύει στην κυριολεξία ο όρος “παρασιτοκτόνο”. Για παρασιτοκτόνα αυτού του τύπου έχουν προταθεί, κατά περίπτωση, όροι όπως “μυκητοστατικά”, “βακτηριοστατικά”, “αντισποριογόνα” “εντομοστατικά” κ.λ.π.

Το φάσμα δράσης ενός παρασιτοκτόνου καθορίζεται τόσο από τον τρόπο δράσης του σε υποκυτταρικό επίπεδο όσο και από παραμέτρους που συνδέονται με το παράσιτο και το περιβάλλον και δεν μπορούν να εκτιμηθούν εκ των προτέρων. Η μέτρηση της επίδρασης ενός παρασιτοκτόνου επί ενός παρασίτου γίνεται με κατάλληλες τυποποιημένες **βιοδοκιμές** κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες εργαστηρίου ή αγρού. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό, γίνονται δύο κατηγορίες βιοδοκιμών:

- βιοδοκιμές με άγνωστο παράγοντα το παρασιτοκτόνο όπου επιδιώκεται να βρεθεί το κατάλληλο παρασιτοκτόνο για την αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου παρασίτου με τη δοκιμή διαφόρων χημικών ουσιών (screening)
- βιοδοκιμές με άγνωστο παράγοντα το παράσιτο όπου επιδιώκεται να διερευνηθεί το φάσμα δράσης ενός γνωστού παρασιτοκτόνου ή να διαπιστωθεί η ύπαρξη ανθεκτικών φυλών συγκεκριμένων, ευαίσθητων στο παρασιτοκτόνο, παρασίτων. Στις βιοδοκιμές χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες κατά περίπτωση τεχνικές ανάλογα με το είδος του παρασιτοκτόνου (εντομοκτόνο, ζιζανιοκτόνο, μυκητοκτόνο) και τη βιοοικολογία του παρασίτου.

Ορισμένα παρασιτοκτόνα δρουν επί μεγάλου αριθμού φυτοπαρασίτων επιδεικνύοντας **ευρύ φάσμα δράσης**. Η ιδιότητα αυτή, ανάλογα με τους στόχους μιας εφαρμογής, είναι άλλοτε επιθυμητή και άλλοτε ανεπιθύμητη. Για παράδειγμα, ζιζανιοκτόνα με ευρύ φάσμα δράσης θεωρούνται σε πολλές περιπτώσεις χρήσιμα (δενδρώδεις καλλιέργειες, ακαλλιέργητες εκτάσεις) ενώ εντομοκτόνα ευρέως φάσματος είναι επικίνδυνα για τους πληθυσμούς ωφέλιμων εντόμων και ακάρεων. Αλλά παρασιτοκτόνα δρουν επί ενός ή λίγων ειδών παρασίτων επιδεικνύοντας **εκλεκτική δράση**. Τα παρασιτοκτόνα αυτά είναι περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ευρέως φάσματος (ζιζανιοκτόνα σε ετήσιες καλλιέργειες, εντομοκτόνα σε συστήματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης κ.λ.π).

2. ΕΚΛΕΚΤΙΚΗ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδιότητα αυτή σχετίζεται με την ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου να δρα τοξικά επί ενός είδους, γένους ή και οικογένειας παρασίτων (ζωικών ή φυτικών) χωρίς ταυτόχρονα να έχει δυσμενείς επιδράσεις στον ξενιστή ή σε άλλους οργανισμούς που θα επεκταθούν στη δράση του.

Η δυσκολία αναγνώρισης εκλεκτικά τοξικών ουσιών προκύπτει από το γεγονός ότι όσο αυξάνουν οι γνώσεις μας στη συγκριτική βιοχημεία, τόσο διαπιστώνουμε ομοιότητες παρά διαφορές ανάμεσα στους οργανισμούς των διαφόρων κατηγοριών. Αποτέλεσμα είναι να περιορίζεται σημαντικά η δυνατότητα να εμποδίσουμε με χημικά μέσα μια σημαντική λειτουργία σε έναν οργανισμό χωρίς να επηρεάζονται άλλοι οργανισμοί. Ακόμα κι αν πρόκειται για ένα παρασιτοκτόνο που έχει αναγνωρισθεί σαν παρεμποδιστής μιας μόνο λειτουργίας, εξειδικευμένης για μια κατηγορία οργανισμών, είναι δύσκολο να αποκλείσουμε ότι η ουσία αυτή, αν χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερη συγκέντρωση ή κάτω από διαφορετικές συνθήκες δεν θα επηρεάσει και άλλες λειτουργίες.

Η εκλεκτική τοξικότητα είναι επιθυμητή τόσο γιατί μειώνονται οι κίνδυνοι φυτοτοξικότητας όσο και οι ανεπιθύμητες επιδράσεις στον άνθρωπο και την οικολογική ισορροπία. Από την άποψη αυτή, το ιδανικό παρασιτοκτόνο θα πρέπει να έχει μικρό φάσμα δράσης περιορισμένο σε ένα μικρό αριθμό ειδών μιας κατηγορίας παρασίτων. Τότε όμως η εμπορικότητα του θα ήταν μειωμένη αφού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο σε περιορισμένο αριθμό περιπτώσεων και αφού προηγουμένως είχε γίνει ασφαλής προσδιορισμός του παρασίτου.

Σε γενικές γραμμές ο βαθμός εξειδίκευσης ενός παρασιτοκτόνου στο επίπεδο των οργανισμών είναι κατά κανόνα ανάλογος του βαθμού εξειδίκευσης της δράσης του σε υποκυτταρικό επίπεδο. Ενώσεις που είναι τοξικές σε μια κατηγορία οργανισμών συνήθως παρεμποδίζουν μια κυτταρική λειτουργία επιδρώντας σε ένα κυτταρικό συστατικό (ένζυμο ή ουσία). Στους μη ευαίσθητους ή ελάχιστα ευαίσθητους οργανισμούς, το συστατικό αυτό ή δεν υπάρχει ή υπάρχει αλλά δεν έχει μεγάλη σημασία για τη βιωσιμότητα του οργανισμού ή έχει μικρή συγγένεια (affinity) με τη δραστική ουσία. Σε μερικές περιπτώσεις η μειωμένη ευαισθησία μπορεί να οφείλεται σε μειωμένη περατότητα της κυτταρικής μεμβράνης ή στην ύπαρξη κάποιου συστήματος (ενζυμικού ή άλλου) δέσμευσης ή αποτοξικοποίησης του τοξικού μορίου πριν φθάσει στην ευαίσθητη θέση (sensitive site).

Παρασιτοκτόνα μεγάλης εκλεκτικότητας έχουν κατά κανόνα και μεγάλη αποτελεσματικότητα. Αυτό οφείλεται στο ότι τα εκλεκτικά μόρια μπορούν και σε πολύ μικρή συγκέντρωση να παρεμποδίσουν τελείως μια κυτταρική λειτουργία γιατί όλα τα μόρια που διατίθενται θα αντιδράσουν με ένα μόνο κυτταρικό συστατικό, σε αντίθεση με τα μη εκλεκτικά μόρια που αντιδρούν με πολλά συστατικά του κυττάρου.

Μειονέκτημα των εκλεκτικών παρασιτοκτόνων είναι η ευκολία ανάπτυξης ανθεκτικότητας εκ μέρους των παρασίτων γιατί μεταβολή ενός μόνο κυτταρικού συστατικού (με μεταλλαγή του αντίστοιχου γονιδίου) είναι αρκετή για να οδηγήσει σε μερική ή πλήρη απώλεια της αποτελεσματικότητάς τους. Επιπλέον, η συνεχής και εκτεταμένη χρήση εκλεκτικών παρασιτοκτόνων μπορεί να οδηγήσει στην έξαρση ασθενειών και προσβολών των καλλιεργούμενων φυτών από παράσιτα που πριν δεν δημιουργούσαν ιδιαίτερα προβλήματα. Αυτό οφείλεται στο ότι το εκλεκτικό παρασιτοκτόνο επηρεάζει τον ανταγωνισμό μεταξύ των παρασίτων ευνοώντας εκείνα που έχουν μικρότερη ευαισθησία.

3. ΕΝΔΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Είναι η ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου να εισέρχεται και να εκδηλώνει την παρασιτοκτόνο δράση του στο εσωτερικό των φυτικών ιστών. Ευνόητο είναι ότι ένα τέτοιο παρασιτοκτόνο θα πρέπει να παρουσιάζει, σε υποκυτταρικό επίπεδο, εκλεκτική τοξικότητα για να μην εμφανίζει φυτοτοξικότητα και να μην διασπάται γρήγορα έτσι ώστε να μπορεί να κινηθεί σε σημαντική απόσταση από το σημείο εισόδου του. Στην περίπτωση των ζιζανιοκτόνων η ιδιότητα αυτή αφορά τα ζιζάνια και όχι τα καλλιεργούμενα φυτά. Η ενδοθεραπευτική δράση διακρίνεται σε διεισδυτική (ή "εις βάθος") και διασυστηματική.

Διεισδυτική δράση είναι η ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου να εισδύει στους ιστούς κάτω από την φυτική επιφάνεια όπου εφαρμόζεται, δρώντας κατά παρασίτων που βρίσκονται εγκατεστημένα εκεί (ενδοφυτικό μυκήλιο μυκήτων, προνύμφες εντόμων κ.λ.π).

Διασυστηματική δράση είναι η ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου όχι μόνο να εισέρχεται στους φυτικούς ιστούς αλλά και να κινείται μέσω του ανοδικού ή/και του καθοδικού ρεύματος των χυμών προς άλλα σημεία ή φυτικά όργανα.

Η διείσδυση και κίνηση ενός παρασιτοκτόνου στους ιστούς του φυτού εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του και κυρίως από τη διαλυτότητα του στο νερό και τα

λίπη. Παρασιτοκτόνα που ψεκάζονται στο φύλλωμα, για να εισέλθουν στο εσωτερικό των φύλλων πρέπει να διαπεράσουν αρχικά τα κηρώδη υδρόφοβα στρώματα της εφυμενίδας και στη συνέχεια τις υδρόφιλες κυτταρίνες και ημικυτταρίνες της επιδερμίδας. Κατά συνέπεια, το μόριο του παρασιτοκτόνου θα πρέπει να παρουσιάζει κατάλληλη λιπόφιλη και υδρόφιλη ισορροπία. Η είσοδος από τα στομάτια θεωρείται σχετικά μικρής σημασίας γιατί αυτά βρίσκονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και επιπλέον οι σταγόνες του ψεκαστικού υγρού δεν μπορούν να περάσουν από το άνοιγμα λόγω επιφανειακής τάσης. Η είσοδος των παρασιτοκτόνων από τη ρίζα είναι πιο εύκολη γιατί τα ριζικά τριχίδια δεν έχουν εφυμενίδα.

Ανάλογα με την **κατεύθυνση** που γίνεται η κίνηση ενός παρασιτοκτόνου στο εσωτερικό του φυτού διακρίνουμε :

- **Ακροπεταλική κίνηση**, δηλαδή από τη βάση προς της κορυφή του φυτού και από το κέντρο προς την περιφέρεια του φύλλου
- **Βασιπεταλική κίνηση**, δηλαδή από την κορυφή του φυτού προς τις ρίζες

Ανάλογα με τον **τρόπο** που γίνεται η κίνηση ενός παρασιτοκτόνου στο εσωτερικό του φυτού διακρίνουμε :

- **Αποπλαστική κίνηση**, δηλαδή κίνηση του παρασιτοκτόνου μέσω των κυττάρων του ξύλου και των μεσοκυττάρων χώρων αλλά πάντα έξω από το πρωτόπλασμα του κυττάρου
- **Συμπλαστική κίνηση**, δηλαδή κίνηση μέσω του πρωτοπλάσματος και των πλασμοδεσμών των κυττάρων και απαιτείται πέρασμα από την πρωτοπλασματική μεμβράνη που συνήθως γίνεται με ειδικά συστήματα ενεργού μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας (ATP).

Γενικά, ουσίες που κινούνται αποπλαστικά ακολουθούν ακροπεταλική κατεύθυνση, κινούνται ταχύτερα παρασυρόμενες από το ρεύμα της διαπνοής και συσσωρεύονται στην περιφέρεια των φύλλων όπου καταλήγουν τα ξυλώδη αγγεία. Αντίθετα ουσίες που κινούνται συμπλαστικά ακολουθούν βασιπεταλική κατεύθυνση και κινούνται πιο αργά. Τα παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα, χαρακτηρίζονται κυρίως από αποπλαστική και σπανιότερα, από συμπλαστική κίνηση.

Η δράση των διασυστηματικών παρασιτοκτόνων μπορεί να εκδηλωθεί όχι μόνο πριν αλλά και αρκετά μετά τη μόλυνση ή προσβολή επιτρέποντας μεγαλύτερη άνεση στον καθορισμό του χρόνου της επέμβασης. Επιπλέον απαιτείται μικρότερη ανάγκη επιμελούς κάλυψης με το ψεκαστικό υγρό όλης της ευπρόσβλητης επιφάνειας γιατί προστατεύεται ολόκληρο το φυτό έστω κι αν ένα μόνο μέρος του λάβει την κατάλληλη δόση παρασιτοκτόνου. Το σημαντικότερο όμως πλεονέκτημα των διασυστηματικών παρασιτοκτόνων είναι ότι δεν προστατεύουν μόνο τα υπάρχοντα, κατά την εφαρμογή, φυτικά όργανα αλλά και τη νέα βλάστηση η οποία είναι και περισσότερο ευαίσθητη σε ασθένειες και προσβολές.

4. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η ιδιότητα αυτή εκφράζει το χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή ενός παρασιτοκτόνου κατά το οποίο συνεχίζεται η παρασιτοκτόνος δράση του.

Η υπολειμματική δράση ενός παρασιτοκτόνου εξαρτάται από την ευκολία αποδόμησης του, τον τρόπο εφαρμογής του, το είδος του σκευάσματος και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, μικροβιακό φορτίο του εδάφους κλπ.), παράγοντες που καθορίζουν και επηρεάζουν της σταθερότητα του.

Σαν **σταθερότητα** ενός παρασιτοκτόνου ορίζεται η ικανότητα να αποδομείται αργά ή γρήγορα και να χάνει τη βιοδραστικότητα του. Εκφράζεται με **τον χρόνο ημιμεταβολής ή ημιζωής**, δηλαδή το χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή του, κατά το οποίο η δράση του μειώνεται κατά 50%.

Η μεγάλη υπολειμματική δράση ενός παρασιτοκτόνου αυξάνει την αποτελεσματικότητά του, επιτρέπει τη μείωση του αριθμού των επεμβάσεων για την καταπολέμηση ενός παρασίτου καθώς επίσης και την εφαρμογή προληπτικών εφαρμογών, πριν δηλαδή την εμφάνιση της ασθένειας ή της προσβολής. Σε μερικές όμως περιπτώσεις, η μεγάλη υπολειμματική δράση ενός παρασιτοκτόνου μπορεί να το καταστήσει επικίνδυνο για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Παρασιτοκτόνα με μεγάλο χρόνο ημιζωής είναι αυτά που δεν αποδομούνται στο περιβάλλον και συνήθως εισερχόμενα στις τροφικές αλυσίδες υφίσταται **βιομεγένθυση**, δηλαδή η συγκέντρωσή τους αυξάνει καθώς προχωράμε προς τους τελευταίους κρίκους των τροφικών αλυσίδων.

5. ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Αφορά την ικανότητα ενός παρασιτοκτόνου να μπορεί να εκδηλώσει τη βιολογική του δράση εφαρμοζόμενο ταυτόχρονα με ένα ή περισσότερα αλλά παρασιτοκτόνα. Η δυνατότητα ανάμιξης και η ταυτόχρονη εφαρμογή δύο ή περισσότερων σκευασμάτων δεν είναι πάντα εφικτή λόγω πιθανής αλληλεπίδρασης των συστατικών τους και εξαρτάται από τη μορφή των σκευασμάτων και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των δραστικών ουσιών.

Η ανάμιξη δύο ή περισσότερων δραστικών ουσιών στο ίδιο σκεύασμα ή σκευασμάτων στο ίδιο ψεκαστικό υγρό, έχει άλλοτε θετικό, άλλοτε αρνητικό και άλλοτε ουδέτερο αποτέλεσμα, ανάλογα με το αν η παρασιτοκτόνος δράση του μίγματος είναι μεγαλύτερη (**συνεργισμός**), μικρότερη (**ανταγωνισμός**) ή ίδια με το άθροισμα των επιμέρους ενεργειών των παρασιτοκτόνων.

Η συνδυαστικότητα των δραστικών ουσιών ή των σκευασμάτων έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον κατά την εφαρμογή προγραμμάτων φυτοπροστασίας γιατί επιτρέπει την ταυτόχρονη καταπολέμηση περισσότερων παρασίτων με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους εφαρμογής. Μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπισθεί ή να αποτραπεί η ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών ή φυλών των παρασίτων στα παρασιτοκτόνα με εξειδικευμένο τρόπο δράσης. Στην περίπτωση αυτά οι δραστικές ουσίες θα πρέπει να έχουν, σε υποκυτταρικό επίπεδο, διαφορετικό μηχανισμό δράσης.

6. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ

Τα περισσότερα παρασιτοκτόνα παρουσιάζουν υψηλή βιολογική δραστηριότητα έναντι πολλών κατηγοριών οργανισμών μη στόχων, συμπεριλαμβανομένων του ανθρώπου και των ανώτερων ζώων.

Η είσοδος των παρασιτοκτόνων στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να γίνει :

- Από το δέρμα (με επαφή)
- Από το αναπνευστικό σύστημα
- Από το στόμα

Στην πρώτη περίπτωση μεγάλη σημασία έχει η κατάσταση του δέρματος (ύπαρξη αμυχών) και η φυσικοχημική κατάσταση του παρασιτοκτόνου. Σχετικά με την

αναπνευστική οδό, μεγάλη σημασία έχει το μέγεθος των σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού ή των κόκκων της σκόνης επίπασης. Και στις δύο περιπτώσεις η είσοδος των παρασιτοκτόνων στον οργανισμό αυξάνει με την άνοδο της θερμοκρασίας. Η είσοδος από το στόμα, εκτός των περιπτώσεων τυχαίας ή ηθελημένης κατάποσης, γίνεται με την επανειλημμένη κατανάλωση τροφών με υψηλές ποσότητες υπολειμμάτων παρασιτοκτόνων, ειδικά όταν αυτό δεν αποδομείται και δεν αποβάλλεται από τον ανθρώπινο οργανισμό.

Η τοξική ενέργεια μπορεί να εκδηλωθεί μετά από μία, λίγες ή επανειλημμένη έκθεση ενός ανθρώπου στο παρασιτοκτόνο και χαρακτηρίζεται σαν οξεία, υποξεία και χρόνια τοξικότητα, αντίστοιχα. Η οξεία και υποξεία τοξικότητα χαρακτηρίζεται από σαφή εκδήλωση τοξικολογικών συμπτωμάτων ή θανάτου σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η χρόνια τοξικότητα εκδηλώνεται με βλάβες ή αλλοιώσεις οργάνων του οργανισμού και δεν οδηγεί άμεσα στο θάνατο.

Τα τοξικά φαινόμενα μπορεί να εκδηλωθούν με τις ακόλουθες μορφές :

- Αντιδράσεις υπερευαισθησίας (αλλεργίες)
- Ελάττωση της αντίστασης του οργανισμού
- Διαταραχή του μεταβολισμού των ξένων ουσιών στο οργανισμό
- Δυσλειτουργία ζωτικών οργάνων
- Μεταλλαξογένεση, καρκινογένεση ή τερατογένεση

Οι διαβαθμίσεις της τοξικότητας των διαφορών παρασιτοκτόνων μελετώνται σε πειραματόζωα και αφορούν κυρίως την από το στόμα χορήγηση της τοξικής ουσίας και σπανιότερα μέσω του δέρματος και της αναπνευστικής οδού. Η οξεία τοξικότητα ενός παρασιτοκτόνου εκφράζεται με το δείκτη LD₅₀ (Lethal Dose, θανατηφόρος Δόση) σε mg δραστικής ουσίας ανά kg ζώντας βάρους του πειραματόζωου και δηλώνει την κατώτερη δόση που απαιτείται για να προκληθεί θάνατος στο 50% των πειραματόζωων που εφαρμόστηκε.

Σύμφωνα με την ισχύουσα Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία, οι δραστικές ουσίες των γεωργικών παρασιτοκτόνων κατατάσσονται από την άποψη της οξείας τοξικότητας σε τρεις κατηγορίες :

- Δηλητήρια (κατηγορία I)
- Τοξικά (κατηγορία II)
- Επιβλαβή (κατηγορία III)

Με βάση την LD₅₀ σε επίμυες, σύμφωνα με τον Πίνακα 2. Δραστικές ουσίες που έχουν LD₅₀ μεγαλύτερο από την κατηγορία III εξαιρούνται τοξικολογικής κατάταξης. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης LD₅₀ δεν μπορεί να δηλώσει πόσο επιβλαβής είναι μια δραστική ουσία για τον ανθρώπινο οργανισμό αφού πολλά παρασιτοκτόνα με χαμηλή οξεία τοξικότητα είναι ύποπτα χρόνιας τοξικότητας λόγω ειδικών επιδράσεων τους (μεταλλαξογένεση, καρκινογένεση, κλπ.) και κατά συνέπεια ίσως πιο επικίνδυνα.

Πίνακας 2. Κατηγορίες τοξικότητας φυτοπροστατευτικών προϊόντων με βάση την LD₅₀ οξείας τοξικότητας σε επίμυες σύμφωνα με τους Κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΜΕΣΩ		
	ΣΤΟΜΑΤΟΣ (mg/Kg Z.B*)	ΔΕΡΜΑΤΟΣ (mg/Kg Z.B)	ΑΝΑΠΝΟΗΣ (mg/L αέρα)
	Στερεά εκτός από δολώματα και δισκία		
I (ΔΗΛΗΤΗΡΙΑ)	0-5	0-10	-
II (ΤΟΞΙΚΑ)	5-50	10-100	-
III (ΕΠΙΒΛΑΒΗ)	50-500	100-1000	-
	Υγρά, δολώματα και δισκία		
I (ΔΗΛΗΤΗΡΙΑ)	0-25	0-50	-
II (ΤΟΞΙΚΑ)	25-200	50-400	-
III (ΕΠΙΒΛΑΒΗ)	200-2000	400-4000	-
	Αεροκαλύματα, καπνογόνα και πολύ λεπτές σκόνες επιπάσεως (διαμ<50μ)		
I (ΔΗΛΗΤΗΡΙΑ)	-	-	0,0-0,5
II (ΤΟΞΙΚΑ)	-	-	0,5-2,0
III (ΕΠΙΒΛΑΒΗ)	-	-	2,0-20,2

- Ζων Βάρους πειραματόζωου

Η εκδήλωση ενός τοξικού αποτελέσματος επηρεάζεται, εκτός από τη δόση και από άλλους παράγοντες όπως:

- Το χρόνο έκθεσης
- Τη φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού του οργανισμού (φύλο, ηλικία, διατροφή, ιδιοσυγκρασία κλπ.)
- Το διαλύτη και τις βοηθητικές ουσίες του σκευάσματος
- Το μηχανισμό δράσης της δραστικής ουσίας σε υποκυτταρικό επίπεδο
- Την ικανότητα μεταβολισμού και απέκκρισης της δραστικής ουσίας από τον οργανισμό

Εκτός από τον άνθρωπο και τα ανώτερα θηλαστικά, τα παρασιτοκτόνα είναι τοξικά και σε άλλες κατηγορίες οργανισμών όπως οι μέλισσες, τα ψάρια και τα πτηνά.

Η **μελισσοτοξικότητα** ενός παρασιτοκτόνου είναι συνήθως ανάλογη της εντομοτοξικής του δράσης και πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ'όψιν κατά την εφαρμογή του ιδιαίτερα σε ανθισμένα φυτά, καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Η μελισσοτοξικότητα ενός παρασιτοκτόνου αξιολογείται με πειράματα εργαστηρίου και αγρού, όπου εξετάζεται η τοξικότητα με επαφή ή μετά από πρόσληψη με την τροφή. Ανάλογα με το βαθμό μελισσοτοξικότητας, τα παρασιτοκτόνα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

Πολύ τοξικά : στα οποία απαγορεύεται η χρήση τους στην ανθοφορία, τηρείται απόσταση ασφαλείας τουλάχιστον 50 m από τις κυψέλες και τα ψεκαζόμενα φυτά είναι ασφαλή για τις μέλισσες 2-3 ημέρες μετά τον ψεκασμό τους

Μετρίως τοξικά : στα οποία πρέπει να αποφεύγεται η χρήση τους στην ανθοφορία ή να εφαρμόζονται κατά τις βραδινές ώρες (όταν δεν πετούν οι μέλισσες), τηρείται απόσταση ασφαλείας 50 m από τις κυψέλες και τα φυτά είναι ασφαλή 4-6 ώρες μετά τον ψεκασμό

Σχετικά μη τοξικά : τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην ανθοφορία αλλά όχι κατά τις ώρες που πετούν οι μέλισσες (νωρίς το πρωί ή αργά το βράδυ). Γενικά όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σκευάσματα τοξικά για τις μέλισσες σε απόσταση τουλάχιστον 5 m από το σημείο ψεκασμού.

Τα υδάτινα συστήματα είναι γενικά πολύ ευαίσθητα στις ξένες χημικές ουσίες. Ο λόγος είναι ότι οι περισσότεροι υδρόβιοι οργανισμοί προσλαμβάνουν το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο διυλίζοντας μεγάλες ποσότητες νερού μέσω των βραγχίων τους. Ταυτόχρονα, προσλαμβάνουν γρήγορα, και μερικές φορές συσσωρεύουν και ξένες ουσίες που βρίσκονται στο νερό. Φαίνεται ότι για τους υδρόβιους οργανισμούς αυτός ο τρόπος πρόσληψης και συσσώρευσης υπολειμμάτων παρασιτοκτόνων είναι μεγαλύτερης σημασίας απ' ό,τι με την τροφή.

Η τοξικότητα των παρασιτοκτόνων στα ψάρια ελέγχεται εργαστηριακά σε διάφορα είδη ψαριών και υδροχαρών φυτών που αποτελούν της τροφή τους για τυχόν τάσεις βιομεγέθυνσης στους διάφορους κρίκους των τροφικών αλυσίδων.

Τα άγρια πουλιά και ειδικά αυτά που βρίσκονται στους τελευταίους κρίκους των τροφικών αλυσίδων συνήθως υφίστανται της επίδραση της βιοσυσσώρευσης των παρασιτοκτόνων.

7. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη νέων φυτοπροστατευτικών προϊόντων γίνεται κυρίως από τις μεγάλες χημικές, συνήθως πολυεθνικές εταιρείες και λιγότερο από κρατικούς φορείς (Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα).

Για τον σκοπό αυτό δοκιμάζεται μεγάλος αριθμός χημικών ενώσεων που έχουν παραχθεί είτε με σύνθεση είτε σαν παραπροϊόντα άλλων βιομηχανικών διεργασιών με την ελπίδα να αναγνωρισθούν νέες ουσίες που να υπερέχουν από τις ήδη υπάρχουσες, τουλάχιστον όσο αφορά τα παρασιτοκτόνα, στα εξής σημεία :

- Να παρουσιάζουν ειδική δράση εναντίον ορισμένων επιβλαβών οργανισμών
- Να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο τοξικές για τους άλλους οργανισμούς ώστε να προστατεύεται το οικοσύστημα
- Να αποδομούνται στο έδαφος, τα φυτά και τα αποθηκευμένα προϊόντα σε εύλογο χρονικό διάστημα
- Να μην αφήνουν υπολείμματα στα γεωργικά προϊόντα ή να αφήνουν ελάχιστα ίχνη αβλαβή για τον καταναλωτή
- Να είναι αποτελεσματικές σε πολύ χαμηλές δόσεις ώστε να γίνεται εξοικονόμηση πρώτων υλών.

Κάθε νέα ουσία πρέπει να δοκιμασθεί σε σχέση με αυτό το ευρύ φάσμα απαιτήσεων και πρέπει να περάσει με επιτυχία από πολλά στάδια μελέτης και ελέγχων που σχετίζονται με :

- Χημεία, δηλαδή σύνθεση και παραγωγή
- Τυποποίηση, δηλαδή να δοθεί στη δραστική ουσία κατάλληλη μορφή ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πράξη
- Βιολογία, δηλαδή κύρια δράση, δευτερογενείς επιδράσεις (τρόπος και φάσμα δράσης), επίδραση του εδάφους και του κλίματος στην αποτελεσματικότητα της, οικολογικά πειράματα
- Αναλυτική χημεία, δηλαδή προσδιορισμός υπολειμμάτων, αποδόμηση της ουσίας στο έδαφος, τα φυτά και τα θηλαστικά
- Τοξικολογία, δηλαδή επίδραση της στον άνθρωπο και τα θηλαστικά
- Έγκριση κυκλοφορίας, εμπορία και ενημέρωση των παραγωγών για την χρήση της.

Αυτές οι δραστηριότητες συνήθως αλληλοκαλύπτονται χρονικά αλλά τα βιολογικά πειράματα και τα πειράματα προσδιορισμού υπολειμμάτων, αποδόμησης στο

έδαφος, τα φυτά και τα θηλαστικά και οι τοξικολογικές μελέτες είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες. Ταυτόχρονα, οι απαιτήσεις των αρμόδιων κρατικών υπηρεσιών για τοξικολογικές μελέτες συνεχώς αυξάνουν και σήμερα απαιτούνται αποτελέσματα από περίπου 50 διαφορετικές μελέτες τοξικότητας που διαρκούν τουλάχιστον 5 χρόνια.

Με βάση τις υψηλές τεχνικές προδιαγραφές των υπηρεσιών έγκρισης κυκλοφορίας και των διεθνών οργανισμών, υπολογίζεται ότι μόνο μία στις 20-40.000 χημικές ενώσεις που δοκιμάζονται καταλήγει να γίνει εμπορικό σκεύασμα. Αυτή είναι και η αιτία που σήμερα η ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος, από τη σύνθεση του μέχρι της επίσημη αδεία κυκλοφορίας του, διαρκεί 7-10 χρόνια και το κόστος τείνει να φτάσει κατά μέσο όρο τα 100 εκ. δολάρια ανά σκεύασμα.

ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ

A. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

- 1. Θείο (sulphur) στοιχειακό (S)**
- 2. Ανόργανες ενώσεις Χαλκού (Cu)**

- Βορδιγάλειος πολτός (Bordeux mixture): θειικός χαλκός (γαλαζόπετρα, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) εξουδετερωμένος με υδροξείδιο του ασβεστίου [$\text{Ca}(\text{OH})_2$].
- Βουργούνδιος πολτός (Bergundy mixture): θειικός χαλκός εξουδετερωμένος με σόδα ($\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).
- Οξυχλωριούχος χαλκός [copper oxychloride, $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$]
- Υδροξείδιο χαλκού [copper hydroxide, $\text{Cu}(\text{OH})_2$]
- Υποξείδιο χαλκού (copper oxide, CuO_2)

Η περιεκτικότητα των σκευασμάτων των διαφόρων ενώσεων χαλκού (ανόργανων και οργανικών) είναι εκφρασμένη, παντού στο βιβλίο αυτό, σε μεταλλικό χαλκό (Cu).

B. ΟΡΓΑΝΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

1. Οργανικές ενώσεις (organitin):

fentin acetate, fentin hydroxide

2. Οργανικές ενώσεις χαλκού (organic copper):

οξικινολινικός χαλκός, χαλκούχα άλατα λιπαρών και ρητινικών οξέων.

Γ. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ ΜΕ ΜΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΗ

Συνήθως μη διασυστηματικά, προστατευτικά, μάλλον γενικής τοξικότητας στο υποκυτταρικό επίπεδο.

1. Διθειοκαρβαμιδικά

- Δισουλφίδια του θειουράμ: thiram, ETEM
- Δι-αλκυλο-διθειοκαρβαμιδικά: ziram, ferbam
- Μονο-αλκυλο-διθειοκαρβαμιδικά: zineb, maneb, mancozed, propineb, metiram, nabam, (ή metham sodium)

2. Κινόνες

dithianon, dichlone

3. Φθαλιμίδια

captan, folpet, captafol, dichlofluanid

4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες

Guintozene (ή PCNB), dicloran, biphenyl, OPP, SOPP, tolclofos-methyl

5. Δικαρβοξυμικά

Procymidone, iprodione, vinclozolin, chlozolinate

6. Γουανιδινικά

Dodine, guazatine, iminoctadine

7. Φαινολικά

Dinocap, binapacryl, hexachlorophene

8. Διάφορα

Chlorothalonil, chinomethionate, etridiazole, fenaminosulf, dichlofluanid, 8-hydroxyguinoline sulfate

Δ. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ ΜΕ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΗ

Είναι συνήθως διασυστηματικά, με προστατευτική και θεραπευτική δράση.

1. Παρεμποδιστές βιοσύνθεσης εργοστερόλης (EBIs)

Εμποδίζουν τη σύνθεση της εργοστερόλης, ενός σημαντικού συστατικού των μεμβρανών των μυκήτων (εκτός από ωομύκητες). Διακρίνονται δυο υποομάδες, που παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση της εργοστερόλης σε διαφορετική θέση.

α. Υποομάδα I (ή DMIs)

Παρεμποδίζουν το ένζυμο C-14 demethylase

- Πιπεραζινικά

triforine

- Πυριμιδινικά

fenarimol, nuarimol

- Πυριδινικά

pyrifenox

- Ιμιδαζολικά

imazalil, prochloraz

- Τριαζολικά

bitertanol, cyproconazole, difenoconazole, diniconazole, flusilazol, flutriafol, hexaconazole, myclobutanil, penconazole, propiconazole, tebuconazole, triadimefon, triadimenol

β. Υποομάδα II

Παρεμποδίζουν τα ένζυμα Δ14 reductase και Δ8-Δ7 isomerase

- **Μορφολινικά**

dodemorph, fenpropimorph, tridemorph, trimorphamide

2. Βενζιμιδαζολικά

Παρεμποδιστές σχηματισμού των μικροσωλινίσκων της μιτωτικής ατράκτου.

Benomyl, carbendazim, thiophanate-methyl, thiabendazole

3. Αμινοπυριδινικά

Παρεμβαίνουν στο μεταβολισμό των πουρινών, εμποδίζουν το σχηματισμό appresorium στα ωΐδια.

Ethirimol, bupirimate

4. Φαινυλαμίδα

Παρεμβαίνουν στη βιοσύνθεση RNA, δρουν διασυστηματικά στα Peronosporales.

benalaxyl, metalaxyl, ofurace

5. Καρβοξαμιδικά

Παρεμβαίνουν στην αναπνοή, ειδικά στον κύκλο του Krebs.

carboxim, oxycarboxim

6. Οργανοφωσφορικά

Μηχανισμός δράσης όχι καλά γνωστός.

pyrazophos, fosetyl, nitrothal-isopropyl, tolcofos=methyl

7. Καρβαμιδικά

diethofencarb, propamocarb, prothiocarb

8. Ακεταμίδια

cymoxanil

ANTIBIOTIKA

Πολύπλοκες οργανικές ενώσεις, αρχικά μικροβιακής προέλευσης και αργότερα συνθετικές.

1. Εναντίον βακτηρίων:

streptomycin, oxytetracylin

2. Εναντίον μυκήτων και βακτηρίων:

kasugamycin

Z. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ

Παρασκευάσματα ανταγωνιστικών μυκήτων ή άλλων μικροοργανισμών:

Trichoderma harzianum (μύκητας)

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας είναι πιο συνηθισμένο για ορισμένα παθογόνα (βοτρύτης, ωίδια, περονόσποροι κ.α.) και σε ορισμένες ομάδες μυκητοκτόνων, όπως στα βενζιμιδαζολικά, στα φαινυλαμίδια και στην υποομάδα I των παρεμποδιστών βιοσύνθεσης εργοστερόλης. Εάν εμφανισθεί ανθεκτικότητα ενός μύκητα σ' ένα μυκητοκτόνο, συνήθως χάνεται η αποτελεσματικότητα όλων των μυκητοκτόνων της ίδιας ομάδας στο μύκητα αυτό, ακόμα και αν τα άλλα μυκητοκτόνα δεν χρησιμοποιήθηκαν ποτέ (διασταυρωτή ανθεκτικότητα).

Για την αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικότητας θα πρέπει να γίνεται εναλλαγή μυκητοκτόνων τα οποία όχι μόνο να ανήκουν σε διαφορετική χημική ομάδα αλλά να έχουν και διαφορετικό τρόπο δράσης.

ENTOMOKTONA

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ

1. ΟΡΓΑΝΟΦΩΣΦΟΡΙΚΑ

Είναι η μεγαλύτερη ομάδα εντομοκτόνων. Περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία οργανικών ενώσεων του φωσφόρου οι οποίες όλες δρουν στο νευρικό σύστημα των εντόμων (παρεμποδίζουν το ένζυμο χολινεστεράση). Πολλά οργανοφωσφορικά έχουν και

ακαρεοκτόνο δράση (τα ακάρεα αναπτύσσουν εύκολα ανθεκτικότητα σ' αυτά), ενώ ορισμένα έχουν και νηματωδοκτόνο δράση (cadusafos, diazinon, ethoprop κ.α.). Ορισμένα είναι καθαρά νηματωδοκτόνα (fenamiphos). Η πρόληψή τους από τα έντομα γίνεται κυρίως με επαφή και κατάποση, ενώ ορισμένα προσλαμβάνονται και με την αναπνοή (δράση ατμών, σημειώνονται με *)

α. Μη διασυστηματικά

Παραμένουν στην εξωτερική επιφάνεια των φυτικών ιστών ή έχουν και μικρή διεισδυτική ικανότητα:

azinphos-methyl, cadusafos, carbophenothion, chlormephos, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl*, diazinom*, dichlorvos*, ethion, ethoprop, fenitrothion, fenthion*, malathion*, mecarbam, methidathion, parathion*, parathion-methyl*, phosalone, phosmet*, pirimiphos-methyl, profenophos, guinalphos, triazophos.

β. Διασυστηματικά

Διεισδύουν στο εσωτερικό των φυτικών οργάνων και μέσω των ηθμωδών αγγείων μεταφέρονται και διαχέονται μέσα στους φυτικούς ιστούς:

acephate, demeton-S-methyl, dimethoate, disulfoton (από ρίζες), fenamiphos, formothion, heptenophos, methamidophos, monocrotophos, omethoate, phorate, phosphamidon, terbufos, thiometon, vamidothio.

2. ΟΡΓΑΝΟΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ

Πολλά από τα παλαιότερα γνωστά μέλη απαγορεύθηκαν λόγω της ιδιότητάς τους να παραμένουν για μεγάλο χρόνο στο έδαφος και στους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Μόνο δύο ενώσεις της ομάδας χρησιμοποιούνται σήμερα.

- lindane (ή γ-HCH) αποκλειστικά για εφαρμογή στο έδαφος πριν τη σπορά ορισμένων καλλιεργειών.
- endosulfan

3. ΚΑΡΒΑΜΙΔΙΚΑ

Σημαντική ομάδα εντομοκτόνων που περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ενώσεων παραγώγων του καρβαμιδικού οξέος. Όλες δρουν στο νευρικό σύστημα των εντόμων κατά τρόπο ανάλογο με τα οργανοφωσφορικά (παρεμποδιστές χολινεστερασών).

Μοναδική εξαίρεση το fenoxycarb, το οποίο ενεργεί ως μιμητικό της ορμόνης νεότητας και παρεμποδίζει τη μεταμόρφωση των προνυμφών σε τέλεια έντομα.

Εκτός από λίγες εξαιρέσεις (carbaryl, fenoxycarb, thiodicarb), τα καρβαμιδικά έχουν σε σημαντικό βαθμό διασυστηματική δράση. Πολλά χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εντόμων τόσο του εδάφους όσο και του φυλλώματος είτε ως επενδυτικά σπόρων είτε με εφαρμογή στο έδαφος. Ορισμένα έχουν και νηματωδοκτόνο ή και ακαρεοκτόνο δράση (aldicarb, carbofuran, oxamyl, thiofanox). Η πρόσληψη γίνεται με επαφή και κατάποση και σε ελάχιστες περιπτώσεις και με την αναπνοή (pirimicarb, thiofanox).

aldicarb, bendiocarb, benfuracarb, butocarboxim, butoxycarboxim, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, fenoxycarb, furathiocarb, methomyl, oxamyl, pirimicarb, thiodicarb, thiofanox.

4. ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΠΥΡΕΘΡΙΝΕΣ (ή ΠΥΡΕΘΡΙΝΟΕΙΔΗ)

Στην ομάδα ανήκουν συνθετικές ενώσεις ανάλογες των φυσικών πυρεθρινών (από τα άνθη του *Chrysanthemum cinerariaefolium*) αλλά με ισχυρότερη εντομοκτόνο δράση και πιο σταθερές. Δρουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα των εντόμων προκαλώντας ταχεία παράλυση (knock-down).

Οι συνθετικές πυρεθρίνες είναι μη διασυστηματικά εντομοκτόνα μέτριας υπολειμματικής διάρκειας (εξαίρεση το bioresmethrin που διασπάται πολύ γρήγορα). Δρουν κυρίως με επαφή και ορισμένα και με κατάποση. Έχουν συνήθως αρκετά ευρύ φάσμα δράσης στα έντομα (καταστρέφουν και πολλά ωφέλιμα) ενώ ορισμένα έχουν και ακαρεοκτόνο δράση (όπως acrinathrin, bifenthrin, fenpropathrin, fluvalinate).

acrinathrin, alpha-cypermethrin, bifenthrin, bioresmethrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, esfenvalerate, fenpropathrin, fenvalerate, flucythrinate, fluvalinate, lambda-cyhalothrin, permethrin, zeta-cypermethrin.

5. ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΒΕΝΖΟΪΛΟΥΡΙΑΣ

Νεότερη ομάδα εντομοκτόνων που (μαζί με τα fenoxycarb, buprofezin και cyromazine) είναι γνωστά και ως **ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων** (IGRs). Δρουν στα προνυμφικά κυρίως στάδια των ολομετάβολων εντόμων στα οποία παρεμποδίζουν τη σύνθεση χιτίνης και σταματούν την ανάπτυξη και την εξέλιξη τους.

Είναι εκλεκτικά στα περισσότερα ωφέλιμα αρπακτικά και προσφέρονται για χρήση σε προγράμματα ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας.

Diflubenzuron, teflubenzuron, triflumuron.

6. ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Ορισμένα νεότερα κυρίως εντομοκτώνα, που ανήκουν σε διάφορες άλλες χημικές ομάδες και έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης, είναι τα εξής (βλέπε αναλυτική παρουσίαση του καθενός παρακάτω):

Abamectin, buprofezin, cyromazine, imidacloprid.

Από αυτά, τα buprofezin και cyromazine θεωρούνται επίσης σαν ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων γιατί παρεμποδίζουν τη σύνθεση χιτίνης όπως τα παράγωγα της βενζοϋλουρίας.

7. ΠΟΛΤΟΙ

Είναι γαλακτώματα ή γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα ελαίων, συνήθως ορυκτελαίου, παραφινελαίου ή ανθρακενελαίου, τα οποία χρησιμοποιούνται για ψεκασμούς κατά τη βλαστική περίοδο (**θερινή πολτοί**) εναντίον κοκκοειδών αυγών εντόμων και ακάρεων κ.λ.π. Ορισμένα λόγω φυτοτοξικότητας συνιστάται να χρησιμοποιούνται μόνο στα φυλλοβόλα δένδρα και την περίοδο του ληθάργου (**χειμερινοί πολτοί**).

Υπάρχουν και μιτοί πολτοί ελαίων με οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο ή DNOC. Πολτοί με DNOC χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ως χειμερινοί.

8. ΥΠΟΚΑΠΝΙΣΤΙΚΑ

Aluminium phosphide,
Magnesium phosphide

Εκλύουν φωσφίνη και χρησιμοποιούνται για τον υποκαπνισμό προϊόντων σε καλά στεγανοποιημένους χώρους.

Dazomet, methyl bromide,
1-3 dichloropropene

Είναι πτητικά ή διασπώνται σε πτητικές ενώσεις στο έδαφος και χρησιμοποιούνται κυρίως για την απολύμανση εδάφους πριν τη σπορά ή φύτευση.

9. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΑ

Στη χώρα μας διατίθενται διάφορα σκευάσματα του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis* subsp *Kurstaki* για την καταπολέμηση προνυμφών λεπιδοπτέρων. Υπάρχουν σκευάσματα για επιπάσεις (D), για ψεκασμούς κανονικού όγκου (WP) και για ψεκασμούς υπερμικρού όγκου (SU). Η περιεκτικότητα των σκευασμάτων αυτών σε ενεργό πρωτεΐνη του βακτηρίου είναι 0,2-6,4% ή 1000-32000 IU/mg.

ZIZANIOKTONA

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ

1. ΕΚΛΕΚΤΙΚΑ ΑΓΡΩΣΤΩΔΟΚΤΟΝΑ

Γνωστά και ως **παρεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-συνενζύμου A** (ACCCase inhibitors). Είναι εκλεκτικά μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνια με δράση αποκλειστικά σε αγρωστώδη είδη. Χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων σε πλατύφυλλες καλλιέργειες. Ορισμένα,

συνήθως με ενσωμάτωση στο σκεύασμα κατάλληλου αντιδότη (safener), χρησιμοποιούνται στα χειμερινά σιτηρά για την καταπολέμηση τα αγριοβρώμης και άλλων ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων. Η ζιζανιοκτόνος δράση τους οφείλεται στο ότι στα ευαίσθητα είδη παρεμποδίζουν τη δράση του ενζύμου ACCase και σταματούν τη σύνθεση απαραίτητων λιπαρών οξέων (συμμετέχουν στις κυτταρικές μεμβράνες κ.λ.π.). Σε άλλες χώρες έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ορισμένα ζιζάνια. Περιλαμβάνονται δυο χημικές ομάδες:

A) Αρυλοξυφαινοξυ-προπιονικά οξέα

Clodinafor, diclofor, fenoxarpor, flampor, fluazifor, halacyfor, quizalofor

Τα σκευάσματα των δραστικών αυτών ουσιών περιέχουν τη δραστική ουσία σε μορφή εστέρα (π.χ. diclofor-methyl, fenoxarpor-ethyl κ.ο.κ), ο οποίος στα φυτά διασπάται και δίνει το οξύ (π.χ. diclofor) που είναι ο πραγματικός ενεργός παράγοντας. Τα οξέα είναι συνήθως μείγματα δυο ισομερών (R και S). Σε ορισμένα χρησιμοποιείται μόνο το R ισομερές το οποίο βρέθηκε ότι είναι πιο ενεργό. Τα τελευταία περιέχουν στο κοινό τους όνομα το σύμβολο P (π.χ fluazifor-P-butyl).

β) Παράγωγα κυκλοεξανεδιόνης (ή οξύμες) sethoxymid, tralkoxydim

2. ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΕΣ ΤΗΣ ALS

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν δυο σχετικά νέες χημικές ομάδες ζιζανιοκτόνων που δρουν με τον ίδιο τρόπο. Παρεμποδίζουν τη δράση του ενζύμου **οξεικογαλακτική συνθετάση** (ALS) και σταματούν τη σύνθεση τριών απαραίτητων αμινοξέων (λευκίνη, ισολευκίνη, βαλίνη) με αποτέλεσμα να σταματά η ανάπτυξη των ζιζανίων (χαρακτηριστικό σύμπτωμα όλων των ζιζανιοκτόνων της κατηγορίας αυτής). Λόγω του ειδικού αυτού τρόπου δράσης τους έχουν πολύ χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά. Έχουν όμως παρατηρηθεί ορισμένα προβλήματα ανθεκτικότητας σ' άλλες χώρες.

Είναι εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα που απορροφούνται τόσο από τα φύλλα όσο και από τις ρίζες των ζιζανίων. Ορισμένα έχουν μεγάλη υπολειμματικότητα στο έδαφος και βάζουν περιορισμούς στη διαδοχή των καλλιεργειών της αμειψισποράς.

A) Σουλφονουλουρίες

Bensulfuron, chlorsulfuron, nicosulfuron, primisulfuron, rimsulfuron, thifensulfuron, triasulfuron, tribenuron

B) Ιμιδαζολινόνες

Imazamethabenz, imazapyr

3.ΟΡΜΟΝΙΚΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τρεις χημικές ομάδες ζιζανιοκτόνων που δρουν κατά τον ίδιο τρόπο και εκλεκτικά μόνο σε πλατύφυλλα είδη φυτών (ετήσια και πολυετή). Τα ζιζανιοκτόνα αυτά εφαρμόζονται μεταφυτρωτικά, στο φύλλωμα των ζιζανίων, αλλά απορροφούνται εξίσου καλά τόσο από το φύλλωμα όσο και από τις ρίζες. Μεταφέρονται μέσα στο φυτό (συμπλαστικά και αποπλαστικά) και συσσωρεύονται στους μεριστωματικούς ιστούς όπου ανατρέπουν τον κανονικό ρυθμό αύξησης των κυττάρων (επιδρούν στη σύνθεση νουκλεοξέων και πρωτεϊνών). Αποτέλεσμα είναι η ανώμαλη ανάπτυξη των φυτών με τα χαρακτηριστικά συμπτώματα επιναστίας, συστροφής και παραμόρφωσης νεαρών φύλλων και βλαστών. Στο έδαφος τα ζιζανιοκτόνα αυτά εκπλύνονται εύκολα αλλά η υπολειμματική δράση τους μπορεί να διαρκέσει μερικούς μήνες.

A) Φαινοξυ-αλκανοϊκά παράγωγα

2,4-D, MCPA, dichlorprop, mecoprop

B) Παράγωγα βενζοϊκού οξέος

Dicamba

Γ) Παράγωγα πικολινικού οξέος

Clopyralid, triclopyr

4.ΔΙΝΙΤΡΟΑΝΙΛΙΝΕΣ

Χημική ομάδα στην οποία ανήκουν ζιζανιοκτόνα με παρόμοιες ιδιότητες. Δρουν κυρίως σε αγρωστώδη αλλά και σε πλατύφυλλα ζιζάνια. Απορροφούνται από τους νεαρούς βλαστούς (κολεόπτιλο, υποκοτύλιο) και τα ριζίδια των σποροφύτων κατά τα πρώτα στάδια βλάστησης των σπόρων και συσσωρεύονται στις κορυφές τους όπου και συσσωρεύονται στις κορυφές τους όπου σταματούν τη διαίρεση και την επιμήκυνση των κυττάρων (παρεμποδιστές μίτωσης). Είναι πτητικές ενώσεις που χάνονται γρήγορα λόγω εξάτμισης από το έδαφος, ενώ υφίσταται σε σημαντικό βαθμό και φωτοδιάσπαση. Παράλληλα, η μετακίνηση (έκλυση) των ζιζανιοκτόνων

αυτών στο έδαφος είναι πολύ περιορισμένη. Για όλους αυτούς τους λόγους χρησιμοποιούνται προσπαρτικά με ενσωμάτωση.

Benfluralin, dinitramine, ethalfluralin, pendimethalin, trifluralin

5. ΤΡΙΑΖΙΝΕΣ

Ζιζανιοκτόνα με προφυτρωτική κυρίως δράση σε ετήσια πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Τα περισσότερα (εκτός από simazine) έχουν και μεταφυτρωτική δράση στα νεαρά στάδια των ζιζανίων. Η ζιζανιοκτόνος δράση τους οφείλεται στο γεγονός ότι εμποδίζουν τη φυσιολογική ροή των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II των χλωροπλαστών και σταματούν τη φωτοσύνθεση. Έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε άλλες χώρες. Διακρίνονται σε δυο υποομάδες:

α) Συμμετρικές τριαζίνες

Atrazine, cyanazine, simazine, terbuthylazine, desmetryn, prometryn, terbutryn

β) Ασύμμετρες τριαζίνες

metamitron, metribuzin

6. ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΦΑΙΝΥΛΟΥΡΙΑΣ

Μια άλλη σημαντική χημική ομάδα ζιζανιοκτόνων που έχει τον ίδιο τρόπο δράσης και παρόμοιες ιδιότητες όπως και οι τριαζίνες.

diuron, fluometuron, isoproturon, linuron, metobromuron, monolinuron

7. ΟΥΡΑΚΙΛΕΣ

Άλλη μια χημική ομάδα ζιζανιοκτόνων με ίδιο τρόπο δράσης και παρόμοιες ιδιότητες όπως οι δυο προηγούμενες.

bromacil, lenacil, terbacil

8. ΚΑΡΒΑΜΙΔΙΚΑ

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται παράγωγα του καρβαμιδικού οξέος τα οποία δρουν ως ζιζανιοκτόνα με διάφορους μηχανισμούς (παρεμποδιστές μίτωσης, φωτοσύνθεσης κ.α.). Διακρίνονται δυο υποομάδες:

α) Φαινυλοκαρβαμιδικά

Έχουν μεταφυτρωτική δράση.

desmedipham, phenmedipham

β) Θειοκαρβαμιδικά

Έχουν προφυτρωτική δράση, κυρίως σε αγρωστώδη ζιζάνια. Είναι πτητικά και χρειάζονται ενσωμάτωση στο έδαφος.

cycloate, EPTC, molinate, pebulate, thiobencarb, triallate

9. ΑΜΙΔΙΑ

Περιλαμβάνονται χημικά συγγενείς ενώσεις με εκλεκτική ζιζανιοκτόνο δράση που οφείλεται σε διάφορους μηχανισμούς.

α) Χλωροακεταμίδια

Μάλλον ομοιογενής ομάδα, με προφυτρωτική κυρίως δράση (δρουν κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των σποροφύτων).

alachlor, metolachlor, pretilachlor, propachlor

β) Άλλα αμίδια

- Εδάφους: napropamide, propyzamide, naptalam, tebutam
- Φυλλώματος: propanil

10. ΔΙΠΥΡΙΔΥΛΙΑ

Μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα επαφής. Στο έδαφος προσροφώνται στο κολλοειδή και αδρανοποιούνται πλήρως και αμέσως.

Difenzoguat, diguat, paraguat

11. ΝΙΤΡΙΛΙΑ

- Εδάφους με ευρύ φάσμα: dichlobenil
- Φυλλώματος, πλατυφυλλοκτόνα: bromaxynil, ioxynil

12. ΔΙΑΦΟΡΑ

- Εκλεκτικά προφυτρωτικά: fluorochloridone
- Εκλεκτικά προ- και μεταφυτρωτικά: ethofumesate, oxadiazon, oxyfluorfen
- Εκλεκτικά μεταφυτρωτικά: bentazone, pyridate, guinclorac
- Καθολικά διασυστηματικά: amitrole, glyphosate, glyphosate trimesium (ή sulfosate)
- Καθολικά επαφής: glufosinate

ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ

1. ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΑΥΞΙΝΕΣ

Είναι συνθετικές ενώσεις με δράση ανάλογη των φυσικών αυξινών (υποκίνηση της αύξησης, επιμήκυνση κυττάρων). Ανάλογα με την ένωση, το φυτό, το χρόνο εφαρμογής και τις συνθήκες του περιβάλλοντος, οι συνθετικές αυξίνες

χρησιμοποιούνται στην πράξη για τη ριζοβόληση μοσχευμάτων, για την παρθενογενετική (χωρίς γονιμοποίηση) καρπόδεση και τη βελτίωση της καρπόδεσης σε αντίξοες συνθήκες, για την αραίωση καρπών αλλά και την παρεμπόδιση της καρπόπτωσης. Τα «ορμονικά» ζιζανιοκτόνα (βλέπε προηγούμενο κεφάλαιο) συγκαταλέγονται στην κατηγορία αυτή και όταν χρησιμοποιούνται σε πολύ χαμηλές δόσεις έχουν ανάλογες επιδράσεις.

indolylbutyric acid (ή IBA),

a-naphthylacetic acid (ή β-NOA)

PCA (ή 4-CPA)

2. ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ

Συνθετικές ενώσεις με δράση ανάλογη των φυσικών γιββερελλινών (υποκίνηση αύξησης). Στην πράξη χρησιμοποιούνται σαν υποκατάστατο της χαραγής και για αύξηση του μεγέθους των ραγών στη Σουλτανίνα και στην Κορινθιακή σταφίδα. Επίσης για τη διακοπή του ληθάργου (πατατόσπορος κ.α.), αύξηση της καρπόδεσης σε ορισμένα δένδρα (αχλάδια, κεράσια), πρωίμιση της άνθησης και αύξηση του μήκους του ανθικού στελέχους σε καλλωπιστικά και αγκυνάρα, πρωίμιση και αύξηση παραγωγής σε φυλλώδη λαχανικά.

gibberellic, acid (ή GA₃)

3. ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Πρόκειται για ενώσεις οι οποίες διασπώμενες μέσα στους φυτικούς ιστούς ελευθερώνουν αιθυλένιο, μια φυσική ορμόνη που προάγει την ωρίμαση. Στην πράξη χρησιμοποιούνται για την επιτάχυνση και το συγχρονισμό της ωρίμασης καθώς και τη μείωση της πρόσφυσης του καρπού στον ποδίσκο για διευκόλυνση της συγκομιδής (συγκομιδή σ' ένα χέρι, μηχανική συγκομιδή).

ethephon

4. ΑΝΤΙΦΥΤΡΩΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Ενώσεις που σταματούν τη διαίρεση των κυττάρων και με τον τρόπο αυτό αναστέλλουν το φύτερωμα (κονδύλων, βολβών κ.λ.π.) και την έκπτυξη μασχαλαίων οφθαλμών (φυλλίζια στον καπνό κ.λ.π.).

maleic, hydrazide

5. ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΕΣ ΑΥΞΗΣΗΣ

Είναι ενώσεις οι οποίες αναστέλλουν την επιμήκυνση των βλαστών, χωρίς να επηρεάζουν την κυτταροδιαίρεση. Με τη δράση τους, τα φυτά κάνουν κοντύτερα και

ισχυρότερα στελέχη τα οποία είναι πιο ανθεκτικά στο πλάγιασμα κ.λ.π. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οδηγούν έμμεσα και σε βελτίωση της ανθοφορίας και καρποφορίας (εξασφαλίζουν ευνοϊκότερη ισορροπία μεταξύ βλαστικών και αναπαραγωγικών οργάνων).

chlormaguat (ή CCC), mepiguat, daminozide

6. ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΙΚΑ

Ενώσεις που επιταχύνουν τη γήρανση και την πτώση των φύλλων. Χρησιμοποιούνται στο βαμβάκι για τη διευκόλυνση της μηχανικής συγκομιδής.

dimethipin, thidiazuron, S,S,S-tributyl phosphotriothioate

7. ΑΠΟΞΗΡΑΝΤΙΚΑ ΚΟΡΥΦΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ

Έχουν δράση επαφής στις κορυφές νεαρών βλαστών. Χρησιμοποιούνται για την καταστροφή των φυλλιζίων στον καπνό. Ανήκουν σε δύο χημικές ομάδες:

- Λιπαρές αλκοόλες n-decanol, octanol κ.α.
- Δινιτροανιλίνες butralin, flumetralin, pendimethalin

8. ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΟΞΗΡΑΝΤΙΚΑ

Χρησιμοποιούνται για την αποξηράνση των φυτών μετά την ωρίμανση της συγκομιδής.

diguat, paraguat,

χλωρικό μαγνήσιο, χλωρικό νάτριο

9. ΓΕΝΙΚΟΙ ΔΙΕΓΕΡΤΕΣ

Είναι οργανικές ενώσεις οι οποίες σε ορισμένες συνθήκες μπορούν να ενεργήσουν σαν γενικά διεγερτικά, βελτιώνοντας και επιταχύνοντας το φύτερωμα, τη ριζοβολία, την ανάπτυξη, την άνθηση και την καρποφορία.

sodium nitrophenolate, sodium nitroguaiacolate, thiamine, nicotinic acid, L-cysteine, folic acid κ.α.

ΤΡΩΚΤΙΚΟΚΤΟΝΑ

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

1. ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΑ ΤΡΩΚΤΙΚΟΚΤΟΝΑ

Εμποδίζουν την πήξη του αίματος και προκαλούν θάνατο των τρωκτικών, μετά από λίγες ημέρες, κυρίως λόγω εσωτερικής αιμορραγίας. Επειδή μεσολαβεί ένα διάστημα μεταξύ κατανάλωσης και θανάτου δεν παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό το

συνηθισμένο με άλλες ουσίες (άμεσης δράσης) φαινόμενο που τα τρωκτικά μετά τη θέα των πρώτων πτωμάτων αποφεύγουν την κατανάλωση του τρωκτικοκτόνου.

α) Παράγωγα κουμαρίνης

Έχουν έμμεση αντιπηκτική δράση επιδρώντας στη βιταμίνη Κ₁.

β) Παράγωγα ινδανδιόνης

Έχουν έμμεση αντιπηκτική δράση. Θάνατος σε 3-5 ημέρες.

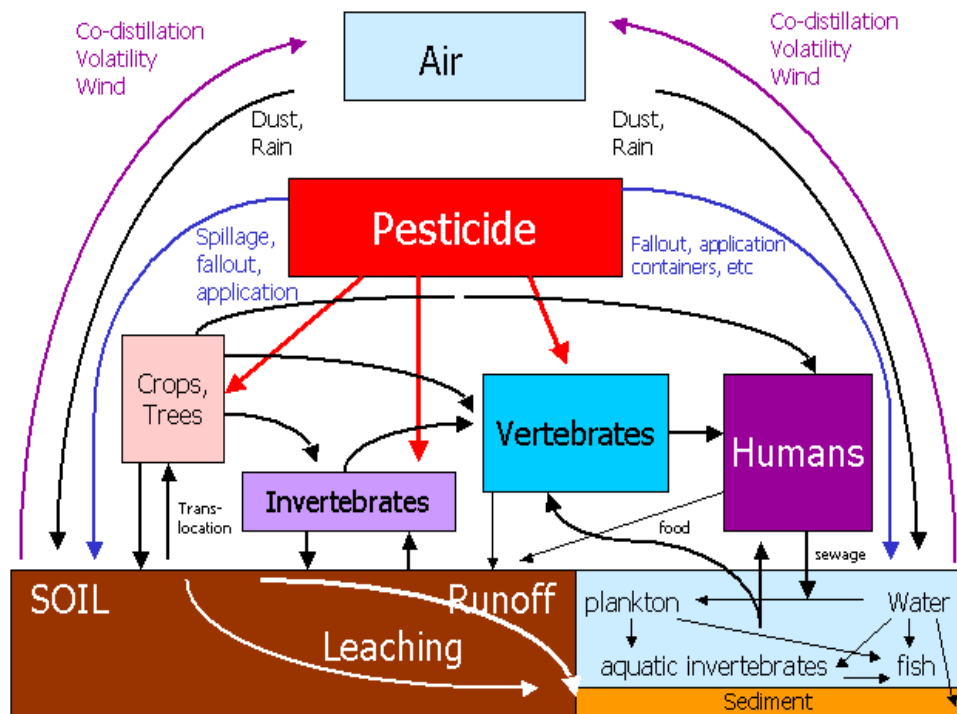
2. ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΡΩΚΤΙΚΟΚΤΟΝΑ

fluoroacetamide (LD₅₀ 13 mg/Kg). Γενικό δηλητήριο.

scilloroside (LD₅₀ 0,43-2,15 mg/Kg). Φυτικής προέλευσης, με περισσότερο εκλεκτική τοξικότητα στα τρωκτικά.

zinc phosphide (LD₅₀ 45,7 mg/Kg). Γενικό δηλητήριο, ιδιαίτερη προσοχή κατά τη χρήση.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



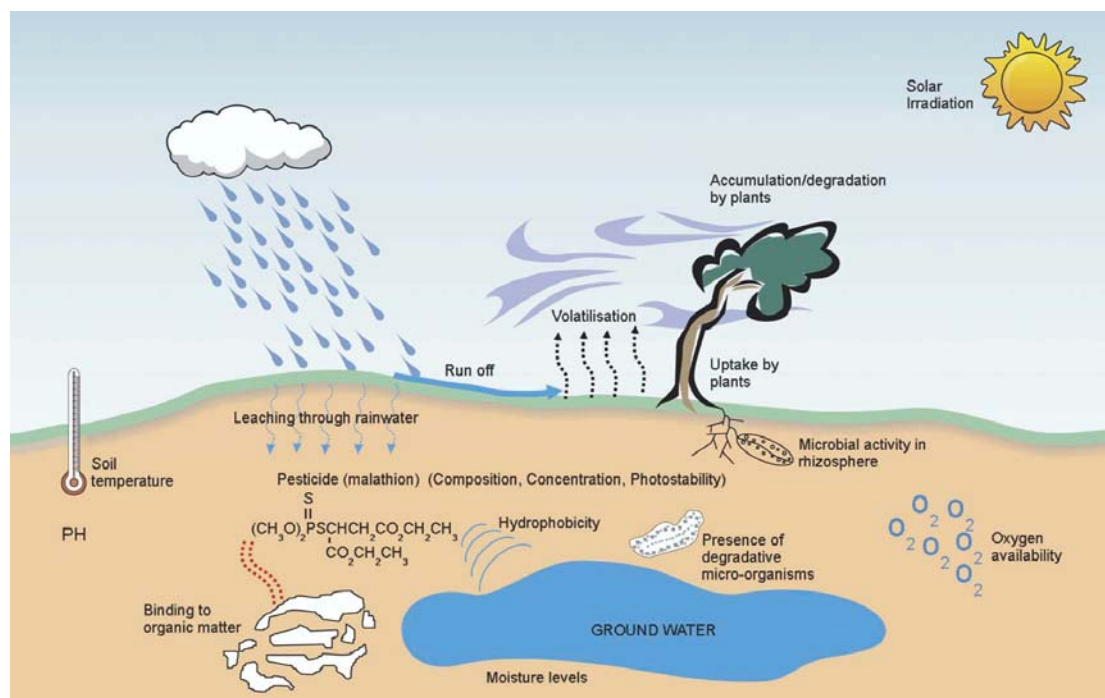
Τα περισσότερα φυτοφάρμακα είναι ισχυρά δηλητήρια και περικλείουν κινδύνους για τον άνθρωπο, τους υπόλοιπους οργανισμούς και το περιβάλλον ειδικά όταν γίνεται κακή χρήση ή και κατάχρηση. Οι κίνδυνοι για τη υγεία του ανθρώπου και των ζώων έγκειται στην υψηλή τοξικότητα ορισμένων φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Οι κίνδυνοι μπορούν να προέλθουν είτε από απευθείας έκθεση (βιομηχανικοί εργάτες που παράγουν τα φυτοφάρμακα και χρήστες) είτε έμμεση έκθεση (καταναλωτές και άτομα παρόντα στους τόπους χρήσης). Οι χρόνιες επιπτώσεις της έκθεσης στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και οι οποίες είναι δυνατόν να θέσουν σε κίνδυνο την υγεία των εκτιθέμενων πληθυσμών είναι ιδίως αυτές που συνδέονται με τη βιοσυσσώρευση και την ανθεκτικότητα των ουσιών, με τις μη αναστρέψιμες επιδράσεις τους, όπως είναι η καρκινογένεση, η μεταλλαξιγένεση, η γονιδιοτοξικότητα ή οι αρνητικές επιδράσεις τους στο ανοσοποιητικό ή στο ενδοκρινικό σύστημα των θηλαστικών, ιχθύων ή πτηνών.

Σε ότι αφορά τους περιβαλλοντικούς κινδύνους, η έκπλυση και η επιφανειακή απορροή αποτελούν σημειακές πηγές ανεξέλεγκτης διασποράς φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο περιβάλλον, που επιφέρουν ρύπανση του εδάφους και των υδάτων. Επίσης, η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων μπορεί να έχει έμμεσες συμπληρωματικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα όπως, π.χ περιορισμός της βιοποικιλότητας. Στην πράξη, είναι εξαιρετικά δύσκολη η ποσοτικοποίηση των ανεπιθύμητων επιδράσεων της χρήσης φυτοφαρμάκων.

Τύχη των φυτοπροστατευτικών μετά την εφαρμογή τους

Μετά την εφαρμογή ενός φυτοπροστατευτικού αυτό μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά, να εξατμιστεί, να δεσμευτεί στο έδαφος (στα κolloειδή της αργίλου ή στην οργανική ουσία) ή να περάσει στο υπέδαφος και στα υπόγεια νερά μέσω της έκπλυσης (αμμώδη εδάφη). Τέλος μπορεί να μετακινηθεί λόγω επιφανειακής απορροής σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσα. Στο έδαφος μπορεί να υποστεί χημική ή μικροβιακή διάσπαση σε λιγότερο τοξικές ουσίες (μεταβολίτες).

Οι παραπάνω διεργασίες φαίνονται στο παρακάτω σχήμα



Σχήμα 1 : Τύχη των φυτοπροστατευτικών στο περιβάλλον

Οι παράγοντες που επιδρούν στα παραπάνω φαινόμενα εξαρτώνται τόσο από τις ιδιότητες του εδάφους όσο και από τα χαρακτηριστικά του φυτοφαρμάκου. Ειδικότερα η μηχανική σύσταση και το ποσοστό της οργανικής ουσίας είναι οι παράγοντες του εδάφους που επιδρούν περισσότερο. Όσον αφορά φυτοπροστατευτικά, η

διαλυτότητά τους στο νερό, ανθεκτικότητά τους στη διάσπαση είναι οι ιδιότητες που δείχνουν το αν υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του εδάφους των υπόγειων νερών.

Περίοδος ημιζωής (Half – life) DT_{50}

Ορίζεται το χρονικό διάστημα (μέρες, εβδομάδες ή χρόνια) που απαιτείται, μετά την εφαρμογή, για να αποδομηθεί το 50% του φαρμάκου. Επειδή ο ρυθμός διάσπασης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, η περίοδος ημιζωής ορίζεται σαν εύρος (π.χ. 1-3 μέρες, 2-4 χρόνια κ.λ.π.).

Πίνακας 1.Ταξινόμηση της αποδόμησης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο έδαφος

DT_{50} (ημέρες)	Ταξινόμηση
<20	Άμεσα αποδομήσιμα
20-60	Αρκετά αποδομήσιμα
60-180	Αργά αποδομήσιμα
>180	Πολύ αργά αποδομήσιμα

Επιμέρους δείκτες που αφορούν τη γρήγορη αποδόμηση ή όχι ενός φυτοφαρμάκου είναι οι παρακάτω:

- ❖ Soil half-life : Ορίζεται σαν το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποδόμηση του 50% του φαρμάκου στο έδαφος. Εξαρτάται από το Ph, τη θερμοκρασία, τη μηχανική σύσταση του εδάφους και το είδος των μικροοργανισμών που υπάρχουν και που μπορούν να διασπάσουν το συγκεκριμένο φάρμακο.
- ❖ Photolysis half-life : Είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να αποδομηθεί το 50% του φαρμάκου από την έκθεση του στο φως. Όταν αυτό είναι μεγαλύτερο των 7 ημερών υπάρχει πιθανότητα ρύπανσης των υπόγειων νερών.
- ❖ Hydrolysis half-life : Είναι η χρονική περίοδος που διασπάται το φάρμακο όταν έρθει σε επαφή με το νερό. Η κρίσιμη τιμή ορίζεται στους 6 μήνες.
- ❖ Συντελεστής δέσμευσης του φαρμάκου στο έδαφος (K_{oc}) : Είναι ένα μέτρο που δείχνει τη δυνατότητα του φαρμάκου να συγκροτηθεί να δεσμευτεί να δεσμευτεί στο έδαφος.

Διαλυτότητα (solubility)

Είναι ένα μέτρο που δείχνει την ευκολία διάλυσης ενός χημικού στο νερό και τυπικά εκφράζεται σαν η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να διαλυθεί σε ένα λίτρο νερού (ppm ή ppb).

1. Παράγοντες που επηρεάζουν την διαλυτότητα

α) Πολικότητα πολύ διαλυτό.

Όσο > είναι πολικότητα τόσο πιο εύκολα διαλύονται στο νερό.

β) Δεσμοί υδρογόνου.

γ) Μέγεθος μακρομορίων

Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος τόσο μειώνεται η διαλυτότητα του φυτοφαρμάκου στο νερό.

δ) Θερμοκρασία.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η διαλυτότητα.

ε) Η τιμή του pH.

Επηρεάζεται η πολικότητα σε φυτοφάρμακα που έχουν όξινες ομάδες.

Πίνακας 2

Χημικό	Διαλυτότητα	Διασπορά στο περιβάλλον %		
		% στο έδαφος	% στο νερό	% στα έμβια όντα
DDT	0.003	98.6	1.31	0.081
Chlorpyrifos	0.3	75.3	24.7	0.020
Linndane	10	39.4	60.6	0.011
2,4 D	900	3.16	96.8	0.0003

2. Δείκτης οκτανόλης (Kow)

Ορίζεται ως ο λόγος της συγκέντρωσης ενός φυτοφαρμάκου στην οκτανόλη προς την συγκέντρωσή του στο νερό.

Δείχνει κατά πόσο ένα φυτοφάρμακο μπορεί να συγκρατηθεί στο έδαφος ή να συσσωρευτεί σε ζωντανούς οργανισμούς. Οι τιμές του σε οργανικές ενώσεις είναι αρκετά μεγάλες γι' αυτό συνήθως εκφράζεται ως "log Kow" και παίρνει τιμές από -3 έως 7.

Φυτοφάρμακα με μεγάλες τιμές Kow μπορούν να συσσωρευτούν στο έδαφος και στους ζώντες οργανισμούς.

Παράγοντες που επηρεάζουν είναι η πολικότητα του μορίου. Όσο πιο πολικό είναι ένα μόριο τόσο πιο διαλυτό είναι στο νερό, αφού το νερό είναι πολύ πολικό. Οι πολικές ενώσεις έχουν μικρές τιμές Kow, σε αντίθεση με τις μη πολικές. Επίσης όσο μεγαλύτερο είναι το μοριακό βάρος και το σημείο βρασμού μιας ένωσης τόσο μεγαλύτερο είναι και ο δείκτης Kow .

Πίνακας 3

Χημικό	log K _{ow}	Διαλυτότητα στο νερό (ppm)
Methyl Bromide	-	9200
Dicamba	0.48	6100
Aldicarb	0.7	6000
Simazine	1.90	5

3. Περίοδος ημιζωής στο νερό

(Hydrolysis Half – life)

Είναι η χρονική περίοδος που απαιτείται για να διασπαστεί το 50% ενός φυτοφαρμάκου και να παραχθεί ένα προϊόν όταν αυτό έρθει σε επαφή με το νερό.

Παράγοντες που επηρεάζουν είναι :

α) Η χημική σύσταση του φυτοφαρμάκου

Πολλές χημικές ομάδες, συστατικά φυτοφαρμάκων υπόκεινται σε υδρόλυση π.χ. αμίδια, καρβαμιδικά, καρβοξυλικοί και φωσφορικοί εστέρες.

β) Θερμοκρασία

Η υδρόλυση επιταχύνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

γ) pH

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την επίδραση του pH στην περίοδο ημιζωής ενός φαρμάκου λόγω υδρόλυσης.

Πίνακας 4

Επίδραση του pH στην περίοδο ημιζωής ενός φαρμάκου λόγω υδρόλυσης.

Χημικό	pH	t1/2(days) at 25° C
Parathion	5	133
	7	247
	9	102
Chlorpyrifos	5	72,8
	7	72,1
	9	27,4
Carbaryl	5	1230
	7	11,6
	9	0,134

(Crosby 1993)

4. Περίοδος ημιζωής στο φως

(Photolysis half – life)

Είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να αποδομηθεί το 50% του φυτοφαρμάκου από την έκθεσή του στο φως. Όταν αυτό είναι μεγαλύτερο των 7 ημερών υπάρχει πιθανότητα ρύπανσης των υπόγειων νερών.

Τα χημικά μπορούν να διασπαστούν άμεσα ή έμμεσα από το ηλιακό φως.

Η άμεση διάσπαση συμβαίνει όταν απορροφήσει κατευθείαν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία ενώ έμμεση όταν αυτά παίρνουν ενέργεια από άλλα μόρια που έχουν απορροφήσει ηλιακή ακτινοβολία.

Όλα τα φυτοφάρμακα είναι επιδεκτικά φωτόλυσης σε κάποιο βαθμό. Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν είναι :

- ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας(π.χ. κλιματικές συνθήκες, καιρός)
- ο χρόνος έκθεσης σε αυτήν
- τα χαρακτηριστικά (ιδιότητες) του φαρμάκου
- ο τρόπος εφαρμογής τους.

Φυτοφάρμακα που εφαρμόζονται διαφυλλικά ή στην επιφάνεια του εδάφους είναι προφανώς πιο επιδεκτικά φωτόλυσης σε σχέση με αυτά που ενσωματώνονται στο έδαφος.

Τα προϊόντα διάσπασης των φυτοφαρμάκων είναι δυνατόν να είναι περισσότερο ή λιγότερα τοξικά από τα αρχικά.

5. Εξάτμιση (Volatilization)

Η εξάτμιση είναι ένα κύριος τρόπος μεταφοράς ενός φυτοφαρμάκου από το νερό ή την επιφάνεια του εδάφους.

Η δυνατότητα για εξάτμιση εκφράζεται για ένα φυτοφάρμακο από την σταθερά

Henry 's law : $H = \frac{\text{τάση ατμών}}{\text{διαλυτότητα}}$

Μεγάλες τιμές της σταθεράς αυτής δείχνουν την τάση των ουσιών για εξάτμιση.

Εξαρτάται όμως σημαντικά από τις κλιματικές (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος) ή εδαφικές συνθήκες (δομή, οργανικός άνθρακας, υγρασία κ.λ.π.), τον τρόπο εφαρμογής τους. Για τα περισσότερα φυτοφάρμακα οι απώλειες μέσω της εξάτμισης είναι πολύ μικρές σε σύγκριση με τις απώλειες λόγω έκπλυσης ή επιφανειακής απορροής.

6. Συντελεστής δέσμευσης φαρμάκων στο έδαφος (Koc)

Είναι ένα μέτρο που δείχνει την δυνατότητα του φυτοφαρμάκου να συγκρατηθεί στο έδαφος.

Παράγοντες που επηρεάζουν είναι

α) Οργανικός άνθρακας

Το ποσό του ανόργανου άνθρακα που υπάρχει στο έδαφος επηρεάζει πολύ σημαντικά την δέσμευση του φαρμάκου. Και αυτό διότι η οργανική ουσία είναι μη πολική και αρνητικά φορτισμένη.

Τα περισσότερα φυτοφάρμακα είναι μη πολικές ενώσεις, υδρόφοβες άρα και μη εύκολα διαλυτές στο νερό με αποτέλεσμα να προσροφούνται στα αργιλικά ορυκτά αλλά και στην οργανική ουσία.

Άρα όσο περισσότερη οργανική ουσία έχει ένα έδαφος τόσο πιο πιθανή είναι η δέσμευση σ' αυτό ενός φυτοφαρμάκου.

β) Πολικότητα

Μια πολική ένωση θα είναι πολύ διαλυτή στο νερό επομένως δύσκολα μπορεί να συγκρατηθεί στο έδαφος αφού υπόκειται σε έκπλυση.

Πίνακας 5

Χρόνος αποδόμησης φυτοφαρμάκων στο έδαφος

Χημικό	Αντιδράσεις	Έδαφος	Οργανική ουσία %	pH	t1/2 μέρες
Atrazine	Αερόβια	Πηλώδες	1.4	7.6	146
	Αναερόβια	Πηλώδες	1.4	7.6	159
Bromacil	Αερόβια	Αργιλλοπηλώδες	2.8	6.4	458
	Αναερόβια	Αμμοπηλώδες	2.0	7.1	198
Diazinon	Αερόβια	Αμμοπηλώδες	1.3	7.8	39.7
	Αναερόβια	Αμμοπηλώδες	1.3	7.8	15.6
Methyl Bromade	Αερόβια	Αμμο-αργιλλοπηλώδες	0.26	7.3	1.46
	Αναερόβια	αμμώδες	0.34	7.0	1.63
Dicamba	Αερόβια	Πηλώδης	3.8	6.1	15.3
	Αναερόβια	Πηλώδης	3.8	6.1	88

γ) Ασθενή οξέα και βάσεις γενικά επηρεάζονται από το pH.

δ) Αλατότητα

Αυξημένη ποσότητα αλάτων στο έδαφος γενικά μειώνει την δέσμευση των φυτοφαρμάκων που είναι κατιονικά. Αυτό συμβαίνει διότι ανταγωνίζονται με τα άλατα τις ίδιες θέσεις δέσμευσης στο έδαφος.

Υπάρχουν διαφορές γραμμικές συσχετίσεις με τις οποίες είναι δυνατόν να εκτιμηθεί το K_{oc} , όταν είναι βέβαια γνωστός ο δείκτης K_{ow} και η διαλυτότητα.

Πίνακας 6

#	Μέθοδος	r^2	Κατηγορίες χημικών ενώσεων
1	$\log K_{oc} = -0.55 \log S + 3.64$	0.71	❖ Τα περισσότερα φυτοφάρμακα
2	$\log K_{oc} = -1.54 \log S + 0.44$	0.94	❖ Αρωματικοί υδρογονάνθρακες ❖ Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες
3	$\log K_{oc} = -0.56 \log S + 4.28$	0.99	❖ Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες
4	$\log K_{oc} = -0.54 \log K_{ow} + 1.38$	0.74	❖ Τα περισσότερα φυτοφάρμακα
5	$\log K_{oc} = 1.0 \log K_{ow} - 0.21$	1.00	❖ Αρωματικοί υδρογονάνθρακες ❖ Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες
6	HPLC retention times	-	❖ Τα περισσότερα φυτοφάρμακα ❖ Πολύ ακριβής

όπου : S η διαλυτότητα του φυτοφαρμάκου

K_{ow} ο δείκτης οκτανόλης

Ένα φυτοφάρμακο είναι δυνατόν να υποστεί φωτοχημική, χημική ή μικροβιακή διάσπαση. Τα προϊόντα διάσπασης είναι συνήθως λιγότερο επικίνδυνα ή μη τοξικά. Υπάρχουν όμως και πολύ ανθεκτικά (δύσκολα αποδομήσιμα) που προκαλούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος και συσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας στα έμβια όντα.

Η διάσπαση των φαρμάκων επηρεάζεται από πολλούς εδαφικούς παράγοντες και έχει μελετηθεί αρκετά. Η θερμοκρασία του εδάφους επιδρά στο ρυθμό ανάπτυξης αλλά και στο θάνατο των μικροοργανισμών που διασπούν τα φυτοφάρμακα και επομένως στο βαθμό διάσπασής τους.

Μικροβιακή διάσπαση

Είναι συχνά η κυριότερη αιτία διάσπασης φυτοφαρμάκων. Τα βακτήρια, οι μύκητες και άλλοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τα φάρμακα σαν πηγή άνθρακα και ενέργειας. Σ' ένα γραμμάριο γόνιμου εδάφους έχει εκτιμηθεί ότι υπάρχουν 5,000 έως 7,000 διαφορετικά είδη βακτηρίων. Οι πληθυσμοί των βακτηρίων συχνά είναι μεγαλύτεροι του ενός εκατομμυρίου ενώ των μυκήτων περισσότερο από δέκα χιλιάδες ανά γραμμάριο εδάφους.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί εκκρίνουν εξωκυτταρικά ή μη διάφορα ένζυμα που διασπούν τους διάφορους ρυπαντές, ανάμεσά τους και τα φυτοφάρμακα. Η διάσπαση στην ιδανική περίπτωση είναι πλήρης και τα προϊόντα της διάσπασης είναι CO₂, H₂O και διάφορα ανόργανα άλατα. Η διεργασία της διάσπασης είναι αποτέλεσμα , τις περισσότερες φορές, δράσης πολλών διαφορετικών μικροοργανισμών (consortia).

Εξαρτάται από τη φύση του ρυπαντή, την ικανότητα των μικροοργανισμών για διάσπαση τις εδαφικές ιδιότητες.

Η διάσπαση αυτή είναι άμεση όταν οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν άμεσα, τα χημικά ως πηγή ενέργειας για την ανάπτυξή τους. Σε άλλες περιπτώσεις προχωρεί αργά αφού απαιτείται εγκλιματισμός των μικροοργανισμών ενώ τέλος μπορεί να μην είναι εφικτή αν τα χημικά είναι δύσκολα αποδομήσιμα.

Πίνακας 7. Αποδόμηση τυπικών περιβαλλοντικών μολυντών από λιγνινολυτικούς Βασιδιομύκητες.

Μύκητας	Ρυπαντές	Βιβλιογραφία
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Lindane, DDT BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene and xylene) Atrazine	Bumbus <i>et al.</i> , 1985 Yavad and Reddy, 1993 Hickey <i>et al.</i> , 1994
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> <i>Phanerochaete eryngi</i> <i>Pleurotus florida</i> <i>Pleurotus sajor-caju</i>	Heptachlor Lindane	Arisoy, 1998
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> <i>Trametes versicolor</i>	Pentachlorophenol	Alleman <i>et al.</i> , 1992
<i>Trametes versicolor</i>	Pesticides	Khadrani <i>et al.</i> , 1999 Morgan <i>et al.</i> , 1991
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Pesticides	Khadrani <i>et al.</i> , 1999
	Dyes	Sasek <i>et al.</i> , 1998
	Catechol Pyrene Phenanthrene	Bezadel <i>et al.</i> , 1996
<i>Pleurotus pulmonaris</i>	Atrazine	Mazaphy <i>et al.</i> , 1996
<i>Bjerkandera adusta</i>	Pesticides	Khadrani <i>et al.</i> , 1999

Πίνακας 8. Αποδόμηση τυπικών περιβαλλοντικών μολυντών από βακτήρια

Pesticide	Bacteria	Reference
DDT	<i>Alcaligenes eutrophus</i>	Nadeau et al. (1994)
2,4D	<i>Alcaligenes eutrophus</i> <i>Flavobacterium</i> <i>Arthrobacter</i> <i>Pseudomonas cepacia</i>	Pemberton and Fisher (1977) Chaudhry and Huang (1988) Sandman and Loos (1988) Bhat et al. (1994)
atrazine	<i>Nocardia</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Rhodococcus</i> <i>Rhodococcus</i>	Cook (1987) Cook (1987) Mandelbaum (1995) Behki et al. (1993) Behki and Kham (1994)
parathion	<i>Flavobacterium</i> <i>Pseudomonas dimuta</i>	Sethunathan&Yoshida(1973) Serder et al. (1982)
diazinon	<i>Flavobacterium</i>	Sethunathan&Yoshida(1973)
fenthion	<i>Bacillus</i>	Patel,Gopinathan (1986)
carbofuran	<i>Achromobacter</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Flavobacterium</i> <i>Flavobacterium</i>	Karns et al. (1986) Chaudhry and Ali (1988) Chaudhry and Ali (1988) Head et al. (1992)
EPTC	<i>Arthrobacter</i> <i>Rhodococcus</i> <i>Rhodococcus</i>	Tam et al. (1987) Behki et al. (1993) Behki and Kham (1994)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημοπόπουλος Βασίλειος,(1998)Φυτοπροστατευτικά προϊόντα, Εκδόσεις Έμβρυο

Γιαννοπολίτης Κ.Ν ,(1997) Οδηγός γεωργικών φαρμάκων

Andrzej Leonowicz *et a l.*, (2003) *Weed Science*, **51**: 472-495.

Barr D. and Aust S. (1994) Mechanisms white rot fungi use to degrade pollutants. *Environmental Science Technology*, **28** (2): 78-87.

Engene, (2005) Fate of Pesticides in the Environment and its Bioremediation.

Helen Atterby *et al.*, (2002) Pesticide outlook – February 2002

J.W. Bennet *et al.*, (2002) Use of Fungi Biodegradation. ASM Press Washington D.C.

Maloney S. (2001) Pesticide degradation. *In* Gadd G. (Ed.) Fungi in bioremediation. Cambridge University Press. Cambridge, U.K

Pointing S. (2001) Feasibility of bioremediation by white-rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **57**: 20-33.

Reddy C. and Mathew Z. (2001) Bioremediation potential of white rot fungi. *In*. Gadd G. (Eds.) Fungi in bioremediation. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.