

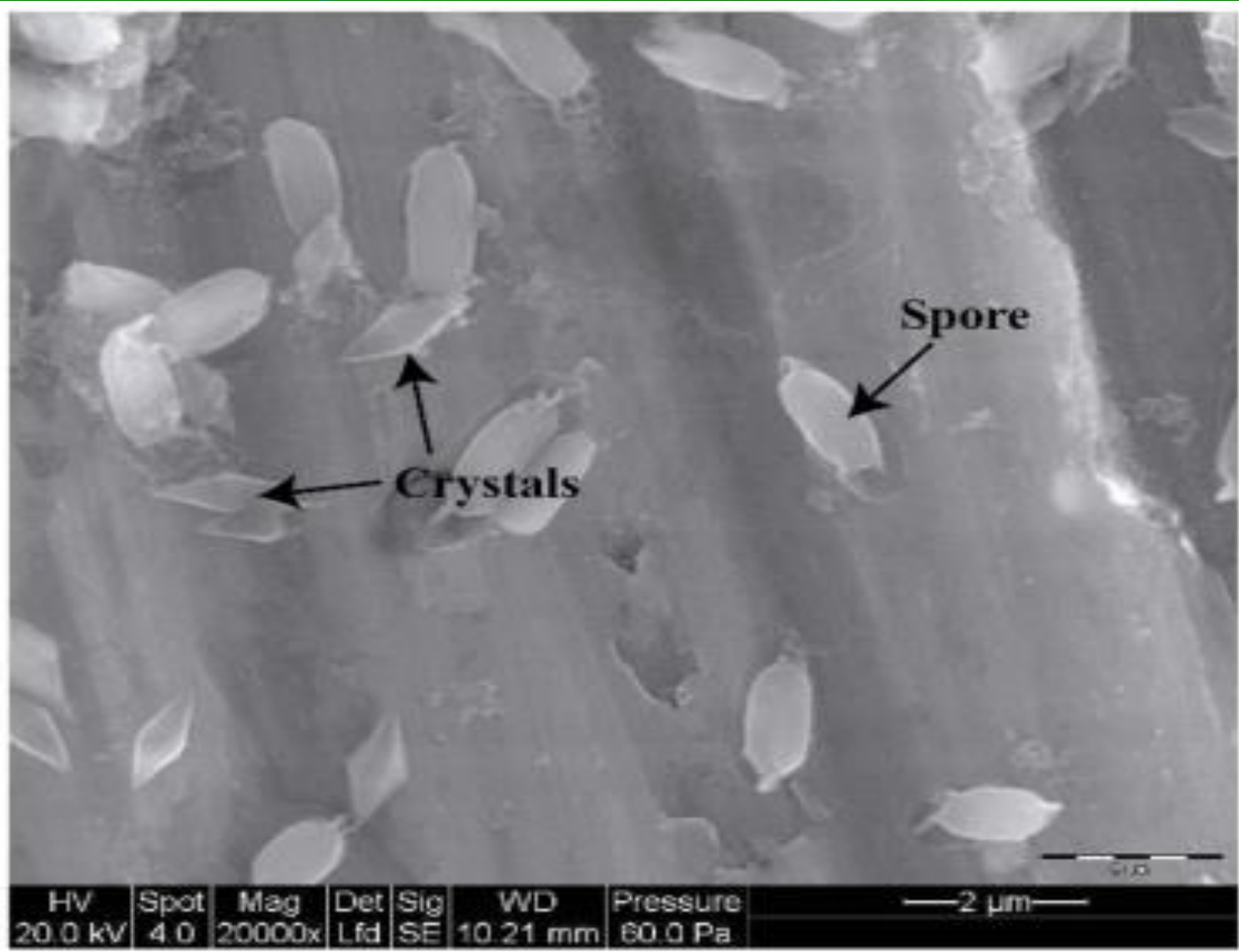
# ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

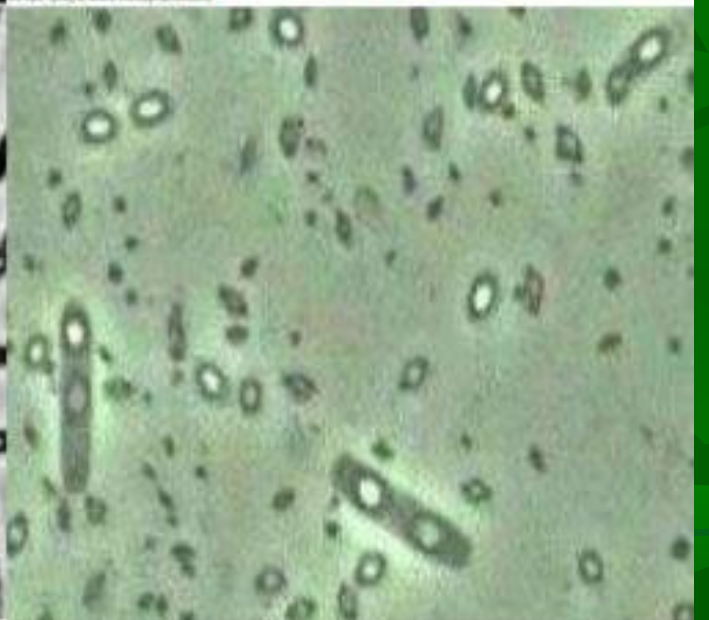
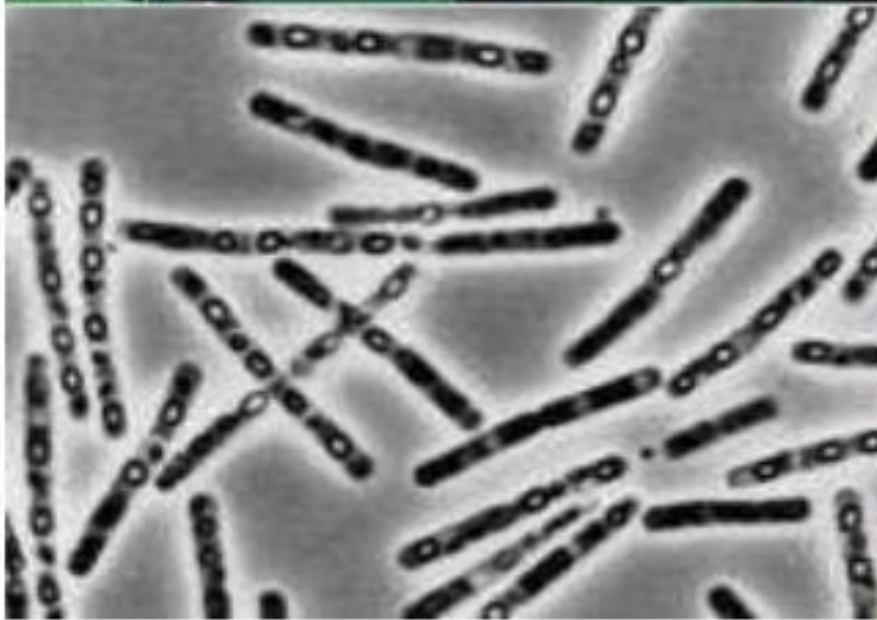
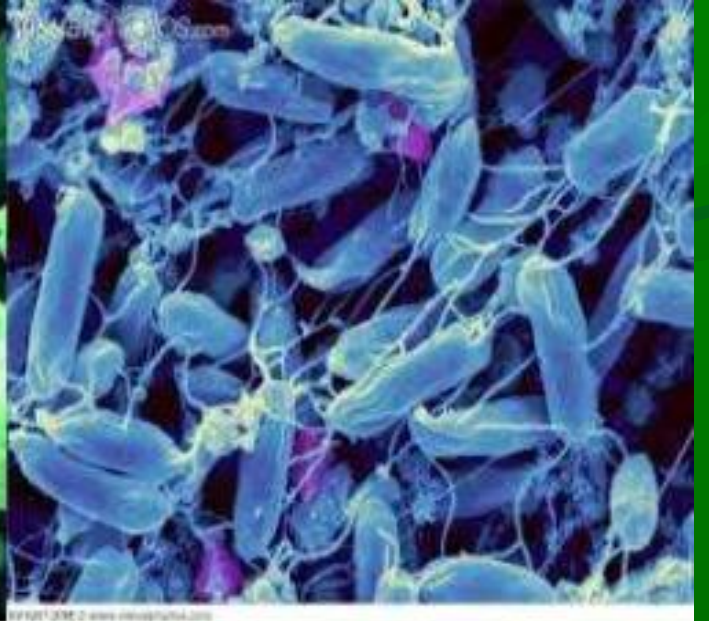
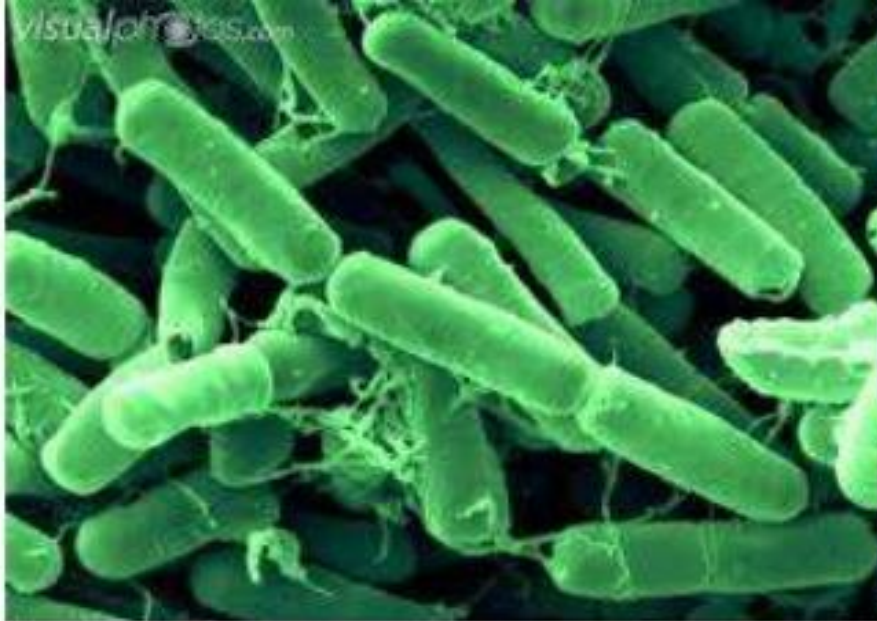
## ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΣΤΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ

Η χρησιμοποίηση των φυτοφαρμάκων στη δασοπονία είναι πολύ περιορισμένη σε σύγκριση με τη Γεωπονία. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στα προληπτικά μέτρα που λαμβάνονται στη δασική πράξη και τα οποία είναι ήδη γνωστά από άλλα μαθήματα.

Θα πρέπει όμως να επισημανθεί και η πλεονεκτική θέση της δασοπονίας απέναντι στη γεωπονία, όσον αφορά την καταπολέμηση των διαφόρων βλαπτικών παραγόντων.







Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι :

1. Στη δασοπονία δεν χρησιμοποιούνται φυτά με μεγάλη γενετική εξειδίκευση όπως συμβαίνει στην Γεωπονία. Απεναντίας εφαρμόζεται κυρίως η λεγόμενη «φυσική δασοπονία» με τη χρησιμοποίηση των ειδών που υπάρχουν σε μια περιοχή. Τα είδη αυτά χαρακτηρίζονται από μια μεγάλη γενετική ποικιλότητα που έχει σαν αποτέλεσμα τη σχετικά υψηλή φυσική αντίσταση στους διάφορους βλαπτικούς παράγοντες. Βέβαια με τη χρησιμοποίηση ξενικών ταχουαυξών ειδών είναι σίγουρο ότι και η δασοπονία θ' αρχίσει να αντιμετωπίζει προβλήματα παρόμοια με αυτά της Γεωπονίας, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη χρήση χημικών ουσιών.
2. Σε περίπτωση μικρών βλαβών είναι δυνατόν να μην επέμβουμε καθόλου.
3. Επιδημίες σε φυλλοβόλα δάση είναι σχετικά υποφερτές.
4. Ακόμα και όταν χρησιμοποιούμε χημικές ουσίες έχουμε τοπικά περιορισμένες και το κυριότερο όχι επαναλαμβανόμενες επεμβάσεις.
5. Στην περίπτωση της χρήσης ζιζανιοκτόνων δεν αποσκοπούμε στη νέκρωση όλων των φυτών, πράγμα που γίνεται στην Γεωπονία.

## ΕΞΟΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Έξοδα ανάπτυξης του εντομοκτόνου σε ευρώ

Σύνθεση	500.000
Εργαστηριακοί έλεγχοι	200.000
Υπαίθριος έλεγχος	300.000
Τοξικολογία	350.000
Πατέντα	25000
Σύνθεση	80.000
Ανάπτυξη παραγωγής	450.000
Ανάπτυξη μεθόδου	350.000
Δοκιμές υπαίθρου	100.000
Δοκιμαστικές πωλήσεις	150.000
Συνολικό ποσό	2.505.000

## ΟΜΑΔΕΣ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Με τον όρο φυτοφάρμακα εννοούμε γενικά όλες τις ουσίες που έχουν χημική προέλευση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο στην καταπολέμηση των διαφόρων βλαπτικών οργανισμών των φυτών. Οι χημικές αυτές ουσίες διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο δράση τους, στις εξής μεγάλες ομάδες:

1. Απωθητικές ουσίες (repellents, Schreckstoffe)
2. Ελκυστικές ουσίες (attractants, Lockstoffe)
3. Ανασταλτικές ουσίες (Hemmstoffe)
4. Τοξικές ουσίες (pesticides, Giftstoffe)

Οι χημικές ουσίες των τριών πρώτων ομάδων εντάσσονται στα πλαίσια της λεγόμενης μεθόδου καταπολέμησης βλαπτικών οργανισμών, ενώ οι ουσίες της τέταρτης ομάδας χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της χημικής μεθόδου καταπολέμησης. Οι τελευταίες είναι και οι πιο κοινές, με αποτέλεσμα ο περισσότερος κόσμος όταν ακούει τη λέξη φυτοφάρμακα να εννοεί αποκλειστικά και μόνο αυτές τις ουσίες. Γι' αυτό κι εμείς, πολλές φορές, με τον όρο φυτοφάρμακα ή γεωργικά φάρμακα θα εννοούμε μόνο τις τοξικές ουσίες.

## ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Τα φυτοφάρμακα που υπάρχουν στο εμπόριο είναι μείγματα διαφόρων ενώσεων, μεταξύ των οποίων περιέχεται σε διάφορο ποσοστό και η δραστική ουσία (active ingredient), η κύρια δηλαδή ουσία που είναι υπεύθυνη για τη δράση του φυτοφαρμάκου.

Ακόμα όμως και στα εργοστάσια παραγωγής η σύνθεση των φυτοφαρμάκων ή τουλάχιστον των περισσοτέρων απ' αυτών δε γίνεται με τη χημικώς καθαρή μορφή της δραστικής ουσίας, γιατί αυτό είτε είναι αδύνατο είτε αντιοικονομικό. Η σύνθεση ενός φυτοφαρμάκου στο εργοστάσιο γίνεται με τη μορφή της τεχνικώς καθαρής ουσίας, που περιέχει τη δραστική ουσία σε μεγάλα συνήθως ποσοστά.

Μόνο στην περίπτωση που η περιεκτικότητα του παραγόμενου προϊόντος σε δραστική ουσία είναι 100% έχουμε ταύτιση της δραστικής ουσίας με την τεχνικώς καθαρή ουσία. Όταν η δραστική ουσία βρίσκεται σε μικρότερο ποσοστό, τότε η τεχνικώς καθαρή ουσία περιέχει και διάφορες άλλες ενώσεις, οι οποίες είναι δυνατόν να έχουν κάποια τοξική δράση παρόμοια μ' αυτή της δραστικής ουσίας ή να είναι εντελώς ανενεργοί, οπότε χαρακτηρίζονται σαν αδρανή συστατικά.



Κατά τη χρήση των φυτοφαρμάκων οι δοσολογίες ετοιμάζονται πάντοτε με βάση την περιεκτικότητα του προϊόντος σε δραστική ουσία.

Γι' αυτό πρέπει να προσέχουμε και να αναζητούμε στο δοχείο συσκευασίας πάντοτε την περιεκτικότητα σε δραστική ουσία και να μη τη συγκρίνουμε με την αναγραφόμενη επίσης πολλές φορές περιεκτικότητα σε τεχνικώς καθαρή ουσία.

Τα διάφορα φυτοφάρμακα είναι βιολογικά ενεργά σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες. Έτσι η κάθε χημική ένωση (δραστική ουσία) πρέπει, πριν ακόμα δοθεί στο εμπόριο, να παρασκευασθεί (τυποποιηθεί) σε μια μορφή που να εξασφαλίζει την εύκολη και ακίνδυνη χρησιμοποίηση της σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της ομοιόμορφης εξάπλωσης της σε μεγάλη επιφάνεια. Η μορφή με την οποία δίνει ο παρασκευαστής μια δραστική ουσία στο εμπόριο ονομάζεται σκεύασμα (formulation).

Ο παρασκευαστής μπορεί να πουλά ένα προϊόν του σε μορφή που να είναι δυνατόν να εφαρμοστεί όπως είναι, χωρίς δηλαδή άλλη αραίωση, ή μπορεί να πουλά ένα άλλο που για να χρησιμοποιηθεί πρέπει προηγουμένως να αραιωθεί με ένα κατάλληλο διαλύτη (π.χ. νερό).

Στην περίπτωση περιλαμβάνονται λίγες σχετικά ενώσεις, όπως π.χ. το malathion, που προσφέρονται στο εμπόριο περιέχοντας μόνο την τεχνικώς καθαρή ουσία σε υγρή μορφή και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες (ULV = υπέρμικρος όγκος) χωρίς να αραιωθούν.

Τα περισσότερα όμως προϊόντα για τεχνικούς, τοξικολογικούς αλλά και οικονομικούς λόγους δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη μορφή του υπέρμικρου όγκου. Χωρίς προηγούμενη αραίωση είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και ορισμένα άλλα σκευάσματα τα, τα οποία αν και δεν προσφέρονται με τη μορφή τεχνικώς καθαρής ουσίας, εν τούτοις περιέχουν τη δραστική ουσία σε μεγάλο ποσοστό και είναι κατάλληλα για αεροψεκασμούς, όπου απαιτείται μικρή ποσότητα ανά μονάδα ραντιζόμενης επιφάνειας.

Με την τυποποίηση και την παρασκευή των σκευασμάτων επιδιώκεται βελτίωση των διαφόρων τοξικολογικών, φυσικών και χημικών ιδιοτήτων της τεχνικώς καθαρής ουσίας, πράγμα που επιτυγχάνεται με την προσθήκη ποικίλων βοηθητικών ουσιών, όπως διαλυτικών, γαλακτοματοποιητικών, διαβρεκτικών, προσκολλητικών, εξαπλωτικών, σταθεροποιητικών, συνεργαστικών, βελτιωτικών της ρευστότητας κ.λ.π. ουσιών.

Ο κάθε παρασκευαστής δίνει στα σκευάσματα του κάτι από την τέχνη και τις γνώσεις του. Περισσότερες λεπτομέρειες στο θέμα αυτό δε δίνονται, γιατί, όπως είναι αυτονόητο, αποτελούν απόρρητα μυστικά που δεν πρέπει να φτάσουν στα χέρια των ανταγωνιστών. Πάντως τα ποσά που δαπανούνται από μια εταιρεία για την έρευνα στο θέμα της βελτίωσης της μορφής σκευάσματος ενός προϊόντος της είναι πολύ μικρά σε σύγκριση μ' αυτά που δαπανούνται για την ανακάλυψη νέων ενώσεων.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η μορφή με την οποία προσφέρεται ένα προϊόν στο εμπόριο καθορίζεται κυρίως από οικονομικά κριτήρια και όχι από κριτήρια που έχουν άμεση σχέση με την αποτελεσματικότητά του. Έτσι πολλά φυτοφάρμακα προσφέρονται σαν βρέξιμες σκόνες λόγω κυρίως του υψηλού κόστους ανεύρεσης ενός διαλύτη που να είναι κατάλληλος για τη συγκεκριμένη δραστική ουσία.

Ελπίζεται πάντως ότι στο μέλλον θα γίνουν περισσότερες προσπάθειες στο θέμα της βελτίωσης των μορφών σκευάσματος, γιατί, εκτός από το κόστος παρασκευής νέων προϊόντων, αυξάνεται συνεχώς και η σημασία που δίνει ο άνθρωπος στην προσφορά του περιβάλλοντος από τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων.

Η περιεκτικότητα σε δραστική ουσία εκφράζεται για μεν τα υγρά σκευάσματα σε βάρος κατ' όγκο (B/O) για δε τα στερεά σκευάσματα σε βάρος κατά βάρος (B/B).

## ΜΟΡΦΕΣ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ

Τα εμπορικά σκευάσματα είναι δυνατόν να ταξινομηθούν κατά διάφορους τρόπους.

Η ταξινόμηση που θα ακολουθήσει στη συνέχεια έχει σαν κριτήριο τη μορφή με την οποία χρησιμοποιείται το φυτοφάρμακο στην πράξη, γιατί πολλές φορές η μορφή της χρησιμοποιούμενης ουσίας είναι διαφορετική απ' τη μορφή που έχει το σκεύασμα στο εμπόριο. Με βάση τα παραπάνω διακρίνουμε 4 κατηγορίες εμπορικών σκευασμάτων:

- A. Στερεά σκευάσματα ή σκευάσματα ξηρής μορφής (dry formulations)
- B. Σκευάσματα υγρής μορφής (sprays)
- Γ. Σκευάσματα σε αέριο μορφή
- Δ. Διάφορα άλλα σκευάσματα

Όλα τα σκευάσματα που υπάρχουν είναι δυνατόν να συμπεριληφθούν σε μια από τις τρεις πρώτες κατηγορίες που αναφέρθηκαν. Η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει απλώς διάφορα σκευάσματα που παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες.

## *A. ΣΤΕΡΕΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ*

**α) Σκόνες** (D-dust, DP-dustable powder, P.-powder). Με τον ευρύτερο όρο «σκόνες» χαρακτηρίζονται πολύ μικρά στερεά τεμαχίδια με διάμετρο συνήθως μικρότερη των 30μ. Η περιεκτικότητα σε δραστική ουσία ενός προϊόντος με μορφή σκόνης κυμαίνεται συνήθως από 0,5 έως 10%.

Κατά καιρούς παράγονται και σκόνες με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε δραστική ουσία (20-80%). Οι σκόνες όμως αυτές, οι οποίες ονομάζονται πυκνές σκόνες (DC-dust concentrate), σπάνια χρησιμοποιούνται απ' ευθείας. αποτελούν συνήθως τη βάση για τη δημιουργία προϊόντων με μικρότερη περιεκτικότητα σε δραστική ουσία από άλλους παρασκευαστές.

Οι σκόνες παρασκευάζονται με δυο κυρίως τρόπους. Κατά τον πρώτο τρόπο τα στερεά τεμαχίδια της αδρανούς ύλης, που πρέπει να χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλη προσροφητική ικανότητα, εμποτίζονται ή επενδύονται με το διάλυμα της δραστικής ουσίας.

Ο δεύτερος τρόπος εφαρμόζεται όταν η τεχνικώς καθαρή ουσία είναι σε στερεά μορφή και συνίσταται στην απλή ανάμειξη της με την αδρανή ουσία. Το υλικό που λαμβάνεται με τους παραπάνω δυο τρόπους αλέθεται για να αποκτήσει την επιθυμητή ομοιογένεια και λεπτότητα τεμαχιδίων και στη συνέχεια αναμιγνύεται με το ίδιο αδρανές υλικό με σκοπό τη δημιουργία ενός προϊόντος με την επιθυμητή περιεκτικότητα σε αδρανή ουσία.

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται σαν φορείς του τεχνικώς καθαρού προϊόντος πρέπει να μην έχουν μεγάλη επιφανειακή οξύτητα ή αλκαλικότητα καθώς επίσης και μεγάλο συντελεστή απορρόφησης λαδιού (oil absorption index), γιατί διαφορετικά το σκεύασμα θα είναι ασταθές.

Κατάλληλα υλικά για φορείς (carrier) της τεχνικώς καθαρής ουσίας είναι διάφορα ορυκτά αργίλλου, όπως ο ατταπουλγίτης, που είναι συνήθως γνωστός σαν «γη του φούλλερ» (fuller's earth), ο μοντμοριλονίτης και ο καολινίτης.

Χρησιμοποιούνται επίσης διάφορες μορφές πυρόλιθου (silica) όπως ο διατομίτης, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα και ο τάλκης. Ο διατομίτης αποτελείται, όπως εξάλλου και το όνομα δηλώνει, από σκελετούς διατόμων και σαν όλα τα υλικά (εκτός από τον τάλκη) που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι πολύ βλαπτικός στο δερμάτιο των εντόμων. Γενικά πολλές σκόνες με διάμετρο τεμαχιδίων μικρότερη των 10μ. είναι επιβλαβείς στο δερμάτιο των εντόμων και συνεπώς έχουν εντομοκτόνο δράση.

Αναφέρονται ακόμη και περιπτώσεις χρησιμοποίη-σης σκόνων από σκέτα αδρανή υλικά, χωρίς δηλ να έχουν ειδική εντομοκτόνο ουσία, που έδωσαν ποσοστά νέκρωσης εντόμων μέχρι και 85%.

Όταν στις σκόνες τα επί μέρους τεμαχίδια του τεχνικώς καθαρού προϊόντος και του φορέα είναι ανεξάρτητα και όχι συγκολλημένα μεταξύ τους τότε υπάρχει κίνδυνος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, της μεταφοράς ή και της εφαρμογής να διαχωριστούν.



Το σχήμα και το ειδικό βάρος των τεμαχιδίων της σκόνης έχουν μεγάλη σημασία, γιατί επηρεάζουν την ποσότητα που αιωρείται στον αέρα με αποτέλεσμα τα μικρότερα τεμαχίδια να παρασύρονται εύκολα μακριά από το στόχο τους, ιδίως όταν η εφαρμογή τους γίνεται από τον αέρα με τη βοήθεια ελικοπτέρων ή αεροπλάνων.

Οι σκόνες αν και έχουν χρησιμοποιηθεί πάρα πολύ στην καταπολέμηση διαφόρων επιδημιών, ιδίως δε σε περιοχές με έλλειψη νερού, παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα.

Το κυριότερο πρόβλημα είναι το μέγεθος των τεμαχιδίων. Παρόλο που ορισμένες προδιαγραφές καθορίζουν ότι π.χ. το 95% της σκόνης πρέπει να περνά από κόσκινο με διάμετρο οπών 44μ. ή το 98% από κόσκινο 150μ., συμβαίνει πολλές φορές οι σκόνες να αποτελούνται από τόσο μικρά τεμαχίδια ώστε το 50% περίπου να είναι μικρότερα των 10μ. και το 90% μικρότερα των 30μ.

Σκόνες με μεγάλο ποσοστό τεμαχιδίων είναι επικίνδυνες, γιατί τα μικρά τεμαχίδια εισπνέονται εύκολα από τους ανθρώπους. Επειδή τα μικρά τεμαχίδια παρασύρονται επίσης εύκολα από τον αέρα μειώνεται σημαντικά το ποσοστό της σκόνης που φτάνει στο στόχο. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι τόσο μεγάλη ώστε μόνο το 10-20% της σκόνης να βρίσκει το στόχο της.

Από το άλλο όμως μέρος τα μικρά τεμαχίδια και κυρίως αυτά με διάμετρο μικρότερη των 30μ. όταν φτάσουν στο στόχο τους προσκολλούνται στην επιφάνεια του πολύ καλύτερα από ότι τα μεγαλύτερα τεμαχίδια. Έχει π.χ. υπολογισθεί ότι για να απομακρυνθεί από την επιφάνεια προσκόλλησης του ένα τεμαχίδιο διαμέτρου 100μ. απαιτείται άσκηση δύναμης 4kg, ενώ για την απομάκρυνση ενός τεμαχιδίου με διάμετρο 10μ. απαιτείται δύναμη που φτάνει στα 500kg. Η τοξικότητα επίσης της σκόνης είναι το μέγεθος των τεμαχιδίων της. Ένα άλλο μεγάλο μειονέκτημα των σκόνων είναι ότι παρασύρονται εύκολα από ισχυρές βροχοπτώσεις που ακολουθούν την επίταση.

Για διευκόλυνση της απόθεσης οι επιπάσεις γίνονται συνήθως κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας, οπότε εκμεταλλευόμαστε τη σχετική άπνοια, που επικρατεί συνήθως τις ώρες αυτές, και την τυχόν ύπαρξη δροσιάς. Με σκοπό τη βελτίωση της προσκολλητικής ικανότητας των σκόνων στις φυτικές επιφάνειες έχουν γίνει προσπάθειες ηλεκτροστατικής φόρτισης των τεμαχιδίων, χωρίς όμως ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σε περιοχές με μεγάλη υγρασία παρουσιάζεται και το πρόβλημα της διατήρησης τους σε ξηρή μορφή, γιατί σε υγρό περιβάλλον τα τεμαχίδια της σκόνης συνενώνονται και συσφίγγονται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες κατά την αποθήκευση και χρήση τους. Λόγω της μικρής περιεκτικότητας σε δραστική ουσία απαιτείται για κάθε επέμβαση σχετικά μεγάλη ποσότητα σκόνης (20-50kg/ha), πράγμα που επιβαρύνει την καταπολέμηση με μεγάλο μεταφορικό κόστος.

Το μεγάλο μεταφορικό κόστος και η παράσυρση των μικρών τεμαχιδίων από τον αέρα είναι οι κύριες αιτίες για τη μικρή χρησιμοποίηση που βρίσκουν σήμερα οι σκόνες σε υπαίθριες συνθήκες, καθώς και για τη μη χρησιμοποίηση τους σε επεμβάσεις που γίνονται με ελικόπτερα ή αεροπλάνα.

Έτσι, η χρήση τους περιορίζεται σε ειδικές περιπτώσεις και κυρίως στην προληπτική επικάλυψη των σπόρων πριν από τη σπορά, γιατί τις περισσότερες φορές η δουλειά αυτή γίνεται στις κεντρικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης των σπόρων. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι απαραίτητο οι σκόνες να περιέχουν ένα έντονο χρώμα και μια πικρή γεύση για να μη τρώγονται από τον άνθρωπο, τα οικιακά ζώα και τα πουλιά. Ένα άλλο πεδίο όπου χρησιμοποιούνται σήμερα σκόνες, και μάλιστα με μικρή περιεκτικότητα σε δραστική ουσία, είναι η προληπτική προστασία διαφόρων αποθηκευμένων αγαθών.

## **β) Κοκκώδη σκευάσματα (G-granules).**

Τα σκευάσματα αυτά αποτελούνται από κόκκους, οι οποίοι είναι ξηρά, ανεξάρτητα, σχετικά μεγάλα τεμαχίδια.

Τα κοκκώδη σκευάσματα χρησιμοποιούνται τελευταία σε συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό, έχοντας στην ουσία αντικαταστήσει τις σκόνες επίπασης, κυρίως των περισσότερο επικίνδυνων χημικών ενώσεων, γιατί με το μεγάλο τους μέγεθος αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά το πρόβλημα της παράσυρσης του φυτοφαρμάκου από τον αέρα.

Για την Παρασκευή των κόκκων προηγείται η μετατροπή της τεχνικώς καθαρής ουσίας σε κατάλληλη υγρή μορφή με την οποία εμποτίζονται στη συνέχεια οι κόκκοι του φορέα του σκευάσματος. Σαν φορείς χρησιμοποιούνται υλικά παρόμοια με αυτά των σκόνων όπως π.χ. είναι ο ατταπουλγίτης και ο καολινίτης ενώ υπάρχει και η δυνατότητα χρησιμοποίησης βερμικουλίτη, ανθρακόσκονης και άμμου.

Μερικές φορές ακολουθείται μια άλλη μέθοδος παραγωγής που συνίσταται στη δημιουργία πρώτα μιας σκόνης, από την οποία στη συνέχεια παρασκευάζονται οι κόκκοι με τη συνένωση πολλών τεμαχιδίων της σκόνης.

Η εκλογή του κατάλληλου φορέα γίνεται ανάλογα με τις επιθυμητές ιδιότητες του προϊόντος. Ιδιαίτερα λαμβάνονται υπόψη η απορροφητικότητα, η σκληρότητα, το ειδικό βάρος και η ρευστότητα του υλικού, καθώς επίσης και ο ρυθμός διάλυσης των κόκκων στο νερό. Το ειδικό βάρος δίνει το βάρος ενός ορισμένου όγκου κόκκων και μπορεί π.χ. να εκφραστεί σε  $\text{g/dm}^3$   $\text{kg/m}^3$ .

Όπως και στις σκόνες η περιεκτικότητα των κοκκωδών σκευασμάτων σε δραστική ουσία είναι σχετική μικρή. Συνήθως είναι μικρότερη από 15%, πολλές μάλιστα φορές είναι μόνο 2-5%, με αποτέλεσμα να έχουμε κι εδώ μεγάλο κόστος μεταφοράς, το οποίο υπολογίζεται σε δραχμές ανά μονάδα βάρους ή όγκου της δραστικής ουσίας.

Αν και ο ρυθμός έκλυσης της δραστικής ουσίας από τους κόκκους εξαρτάται από τις ιδιότητες της χημικής ένωσης, του διαλύτη και του φορέα, μπορεί σε γενικές γραμμές να λεχθεί ότι η διάρκεια δράσης είναι πολύ μεγαλύτερη απ' αυτή που λαμβάνεται με μια μόνο εφαρμογή ενός υγρού σκευάσματος της ίδιας δραστικής ουσίας.

Ανάλογα με τις επιθυμίες του παρασκευαστή είναι δυνατόν οι κόκκοι να υφίστανται μια κατάλληλη προδιεργασία ή να επενδύονται με διάφορα υλικά (π.χ. συνθετικές ουσίες) ώστε να γίνεται καλύτερος έλεγχος στην έκλυση της τοξικής ουσίας. Η ελεγχόμενη και η μεγάλη διάρκεια έκλυσης αποτελούν σημαντικά πλεονεκτήματα από κοκκώδους σκευάσματος, γιατί μπορούν να αντιμετωπισθούν διάφορα προβλήματα κατά την εφαρμογή, όπως π.χ. είναι οι καιρικές συνθήκες και πιο συγκεκριμένα μια βροχερή περίοδος.

Έτσι, όταν έχουμε στη διάθεση μας μια αρκετά ακριβή πρόγνωση του χρόνου εμφάνισης της επιδημίας, μπορούμε χρησιμοποιώντας μια κατάλληλη μορφή κόκκων να επέμβουμε πριν από την έναρξη της βροχερής περιόδου.

Τα κοκκώδη σκευάσματα με διασυστηματική δράση πρέπει, όπως είναι αυτονόητο, να προσληφθούν από τα φυτά. Η πρόσληψη όμως της δραστικής ουσίας από τις ρίζες του φυτού ελαχιστοποιείται όταν στο έδαφος επικρατούν συνθήκες ξηρασίας, επειδή τότε μειώνεται η κίνηση της ουσίας από τους κόκκους προς τις ρίζες.

Από το άλλο όμως μέρος είναι δυνατόν όταν στο έδαφος επικρατούν πολύ υγρές συνθήκες να προκύψει πρόβλημα φυτοτοξικότητας από τη χρήση ορισμένων κοκκωδών σκευασμάτων.



Τα κοκκώδη σκευάσματα αποτελούν μια σχετικά εύκολη μέθοδο εφαρμογής πολύ τοξικών και επομένως επικίνδυνων δραστικών ουσιών, γιατί αποκλείεται ο κίνδυνος πιτσιλίσματος ή επαφής του δέρματος με σταγόνες συμπυκνωμένων σκευασμάτων υγρής μορφής. Πρέπει όμως να είναι κανείς πολύ προσεκτικός και να παίρνει όλα τα μέτρα, ώστε να αποφεύγεται η διάσπαση των κόκκων σε μικρά τεμαχίδια που μπορούν εύκολα να εισπνέονται ή να έρχονται σε επαφή με το δέρμα.

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των κοκκωδών σκευασμάτων είναι η μεγάλη ακρίβεια που τα χαρακτηρίζει. Μπορούν δηλαδή να εφαρμοστούν μόνο εκεί που εμείς θέλουμε, με αποτέλεσμα να απαιτείται μικρότερη ποσότητα δραστικής ουσίας.

Στην πράξη η εφαρμογή (σκόρπισμα) των κόκκων γίνεται πολύ εύκολα με το χέρι. Απαραίτητο προληπτικό μέτρο για τη δουλειά αυτή είναι η χρησιμοποίηση πλαστικών γαντιών. Εκτός από την εφαρμογή με το χέρι υπάρχει και η δυνατότητα χρησιμοποίησης διαφόρων μηχανών, πολλές από τις οποίες έχουν και μηχανισμό για τον ακριβή καθορισμό της ποσότητας που διασκορπίζεται.

Οι κόκκοι είναι τυποποιημένοι σε κατηγορίες και χαρακτηρίζονται με δυο νούμερα που αντιστοιχούν σε δυο διαφορετικά μεγέθη κόσκινου. Το πρώτο δηλώνει το κόσκινο από το οποίο περνούν όλοι οι κόκκοι και το δεύτερο αυτό από το οποίο δεν περνά κανένας. Ο αριθμός των κόκκων που αντιστοιχεί στη μονάδα βάρους εξαρτάται από το μέγεθος τους. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ενδεικτικά ο αριθμός των κόκκων που αντιστοιχούν σε 1 m<sup>2</sup> όταν η δοσολογία είναι 1 kg σκευάσματος ανά εκτάριο (1kg/ha).

Πίνακας: Αριθμός κόκκων ατταπουλγκίτη που αντιστοιχεί στη μονάδα επιφάνειας.

Μέγ. κόσκινου	Μέγ. κόκκων (μ)	Αρ. κόκκων/m <sup>2</sup> για 1kg
8/15	2360-1080	32
15/30	1080-540	253
20/40	830-400	817
30/60	540-246	2712
80/120	200-80	78125

Τα κοκκώδη σκευάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την καταπολέμηση βλαπτικών οργανισμών που ζουν στο έδαφος (π.χ. έντομα εδάφους).

Επίσης πολλά διασυστηματικά εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την καταπολέμηση ορισμένων μυζητικών κυρίως εντόμων προσφέρονται στο εμπόριο σε μορφή κοκκώδους σκευάματος. Οι κόκκοι μπορούν και περνούν εύκολα μέσα και από τις πιο πυκνές κόμεις των δέντρων φτάνοντας μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Λόγω αυτής της ιδιότητας χρησιμοποιούνται από ελικόπτερα και αεροπλάνα.

Κόκκοι διαφόρων φυτοφαρμάκων εμποτίζονται πολλές φορές με λιπάσματα, κατεβάζοντας έτσι σημαντικά το κόστος παρασκευής αλλά και εφαρμογής, αφού σε μια επέμβαση γίνεται διπλή δουλειά.

### **γ) Ξηρά δολώματα (dry baits).**

Πολλές φορές τα φυτοφάρμακα αναμιγνύονται με βρώσιμα προϊόντα ή αδρανή υλικά και σχηματίζουν δολώματα, τα οποία είναι ελκυστικά και τρώγονται εύκολα από διάφορους βλαπτικούς ζωικούς οργανισμούς.

Με τον τρόπο αυτό έχουν καταπολεμηθεί ακρίδες, κατσαρίδες, φυλλοφάγα μυρμήγκια, ποντίκια αλλά ακόμα πουλιά και θηλαστικά. Στα μειονεκτήματα των δολωμάτων συγκαταλέγεται η δυνατότητα να φαγωθούν από ωφέλιμους οργανισμούς, όπως π.χ. τα κατοικίδια ζώα, τα πουλιά, κλπ, και το ότι όταν επικρατεί υγρός καιρός διασπώνται εύκολα και αχρηστεύονται.



A BIOLOGICAL INSECTICIDE FOR GRASSHOPPERS  
**SEMASPORE  
BAIT**



KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN  
This bait is intended for outdoor use only.

**PLANET NATURAL**



**OMRI**  
ORGANIC MATERIALS REVIEW INSTITUTE

For the Right to Buy  
10000 1st Ave., Annapolis, MD 21410-1400  
www.planetnatural.com

## *B. ΥΓΡΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ*

### *α) Οργανικά διαλύματα (OS-oil solutions).*

Τα σκευάσματα αυτά αποτελούνται από την τεχνικώς καθαρή ουσία που είναι διαλυμένη σε έναν ή περισσότερους οργανικούς διαλύτες. Σαν διαλύτες χρησιμοποιούνται κυρίως υδρογονάνθρακες ή μείγματα υδρογονανθράκων, όπως η ξυλόλη, το τολουένιο και κλάσματα απόσταξης πετρελαίου. Το είδος του χρησιμοποιούμενου διαλύτη εξαρτάται όχι μόνο από το είδος και τις ιδιότητες της δραστικής ουσίας, αλλά και από άλλους παράγοντες μεταξύ των οποίων οι σπουδαιότεροι είναι η φυτοτοξικότητα και το κόστος του. Επειδή οι περισσότεροι οργανικοί διαλύτες είναι φυτοτοξικοί δεν ψεκάζονται απ' ευθείας στο φύλλωμα των φυτών.



Στην πράξη χρησιμοποιούνται περισσότερο εκεί όπου δεν υπάρχει πρόβλημα φυτοτοξικότητας, όπως π.χ. κατά μήκος των δρόμων για την καταπολέμηση ζιζανίων, σε στεκούμενα νερά για την καταπολέμηση των κουνουπιών και σε κατοικούμενους χώρους για την καταπολέμηση μυγών, κουνουπιών και λοιπών εντόμων.

Ορισμένα διαλύματα πρέπει πριν από τη χρήση τους να αραιωθούν, ενώ άλλα χρησιμοποιούνται όπως ακριβώς πωλούνται στο εμπόριο, χωρίς δηλαδή προηγούμενη αραιώση. Η αραιώση, όπου αυτή είναι απαραίτητη, γίνεται με τον ίδιο ή άλλο οργανικό διαλύτη. Πολλά οργανικά διαλύματα που προορίζονται για οικιακή χρήση προσφέρονται στο εμπόριο σε μικρά δοχεία υπό πίεση και είναι περισσότερο γνωστά σαν aerosols (αερολύματα).







β) **Γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα (EC-emulsi-fiable concentrates).** Τα γαλακτωματοποιημένα σκευάσματα είναι συμπυκνωμένα (πυκνά) οργανικά διαλύματα του τεχνικώς καθαρού προϊόντος που περιέχουν αρκετή ποσότητα μιας ουσίας, η οποία κάνει δυνατή την αραίωση του διαλύματος με νερό (γαλάκτωμα) και η οποία ονομάζεται γαλακτωματοποιητής (emulsifier).

Η προσθήκη του γαλακτωματοποιητή είναι απαραίτητη, γιατί χωρίς αυτόν ο οργανικός διαλύτης και το νερό σχηματίζουν δυο διαφορετικά στρώματα και δεν αναμιγνύονται.

Ο γαλακτωματοποιητής δεν είναι λοιπόν τίποτα άλλο παρά ένας ταυτόχρονα υδρόφιλος και λιπόφιλος παράγοντας, που επιτρέπει τη δημιουργία ενός ομοιογενούς και σταθερού αιωρήματος από μικρά σταγονίδια του διαλύματος, μεγέθους συνήθως μικρότερου των 10μ., στο νερό. Στο γαλάκτωμα που σχηματίζεται τα μικρά σταγονίδια του αιωρούμενου υγρού (οργανικό διάλυμα) αποτελούν την ασυνεχή ή ελαιώδη φάση και το υγρό στο οποίο αιωρούνται (νερό) αποτελεί τη συνεχή ή υδάτινη φάση.



3 FL. OZ.

25 FL. OZ.



# Suspend<sup>®</sup> SC

## Insecticide

Only for Use and Storage by Pest Control Operators and/or Commercial Applicators

For Residential, Industrial and Institutional Control of House Insecticide Pests Listed on the Label. Do Not Use on Commercial and Residential Pet and Livestock Insecticide Pests.

ACTIVE INGREDIENTS	%
Deltamethrin	2.70%
Permethrin	66.30%
Other Insecticides	31.00%

\*Quantities 2.42 to 2.66 milligrams are active.

EPA Reg. No. 400-703 256-501-501-10-1

**KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN**

### CAUTION

FOR PRODUCT USE INFORMATION, CALL 1-800-231-3477. Refer to placard marked for complete directions for Use and Precautionary Statements.

**Delta Guard**  
Insecticide

NET CONTENTS  
**1 pint**

40291002  
4/10/04 41000007

**EACH STEP**  
by BAYER

Η περιεκτικότητα των γαλακτωματοποιήσιμων σκευασμάτων σε δραστική ουσία είναι διάφορη και κυμαίνεται από 10-60%. Η πιο συνηθισμένη περιεκτικότητα είναι περίπου 20-40%. Η περιεκτικότητα σε δραστική ουσία εξαρτάται και από την τοξικότητα του φυτοφαρμάκου. Έτσι ορισμένες πολύ τοξικές ουσίες περιέχονται, για λόγους ασφαλείας, σε περιεκτικότητα όχι μεγαλύτερη του 20%.

Μερικά φυτοφάρμακα, όπως π.χ. το carbaryl, δεν προσφέρονται σε μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού επειδή οι διαλύτες της δραστικής ουσίας είναι πολύ ακριβοί και κάνουν το προϊόν αντιοικονομικό.

### **IE-invert emulsions**

Η σημαντικότερη ιδιότητα των γαλακτωματοποιήσιμων σκευασμάτων είναι **η σταθερότητα του παραγόμενου γαλακτώματος**. Το γαλάκτωμα ενός καλού σκευάσματος της κατηγορίας αυτής πρέπει να διατηρείται σταθερό για μερικές ημέρες μετά την προσθήκη του νερού χωρίς να μεσολαβήσει άλλη ανάδευση. Ένα ασταθές γαλάκτωμα «σπάζει» όταν η ελαιώδης φάση του ξεχωρίζει και σχηματίζει επιφανειακά μια «κρέμα» ή όταν τα σταγονίδια της ίδιας φάσης συνενώνονται και σχηματίζουν ένα ξεχωριστό στρώμα. Με την ανάδευση αποτρέπεται ο διαχωρισμός των δυο φάσεων.

Για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των γαλακτωματοποιήσιμων σκευασμάτων εκτός από το γαλακτωματοποιητή προσθέτονται και διάφορες άλλες ουσίες, όπως π.χ. εξαπλωτικές, διαβρεκτικές, προσκολλητικές, κλπ. **Μετά το ραντισμό και την κάλυψη της φυτικής επιφάνειας με το ραντιστικό υγρό η συνεχής φάση (το νερό) του γαλακτώματος εξατμίζεται και παραμένει σε μια λεπτή επιφανειακή στρώση το φυτοφάρμακο.**

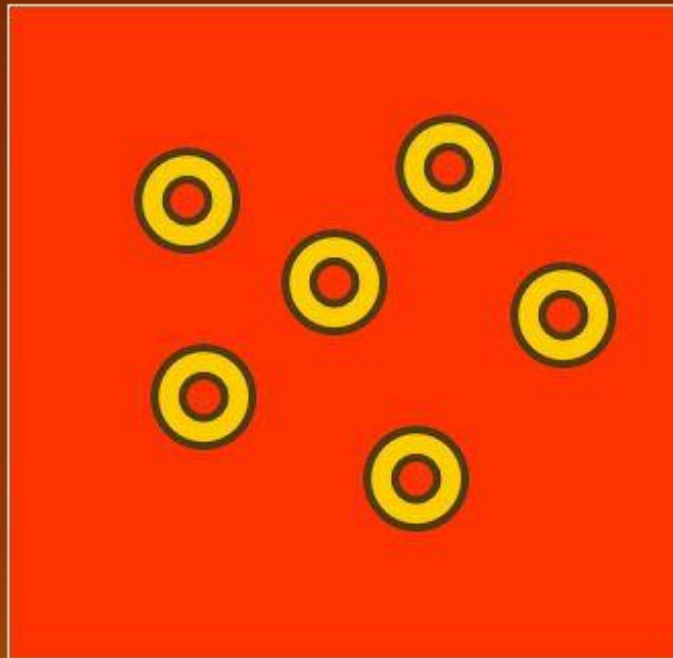
Τα γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα είναι του τύπου «λάδι σε νερό» και είναι τα πιο συνηθισμένα. Υπάρχει όμως και ο τύπος γαλακτώματος «νερό σε λάδι». Τα σκευάσματα της μορφής αυτής ονομάζονται αντίστροφα γαλακτώματα (IE-invert emulsions) και είναι σχετικά σπάνια, γιατί η εφαρμογή τους γίνεται μόνο με ειδικά μηχανήματα.

Τα γαλακτώματα αυτά είναι πολύ ιξώδη και η ανάμειξη των δυο φάσεων γίνεται στα μπέκ των μηχανημάτων εφαρμογής. Με τη μορφή των αντίστροφων γαλακτωμάτων έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως διάφορα ζιζανιοκτόνα.

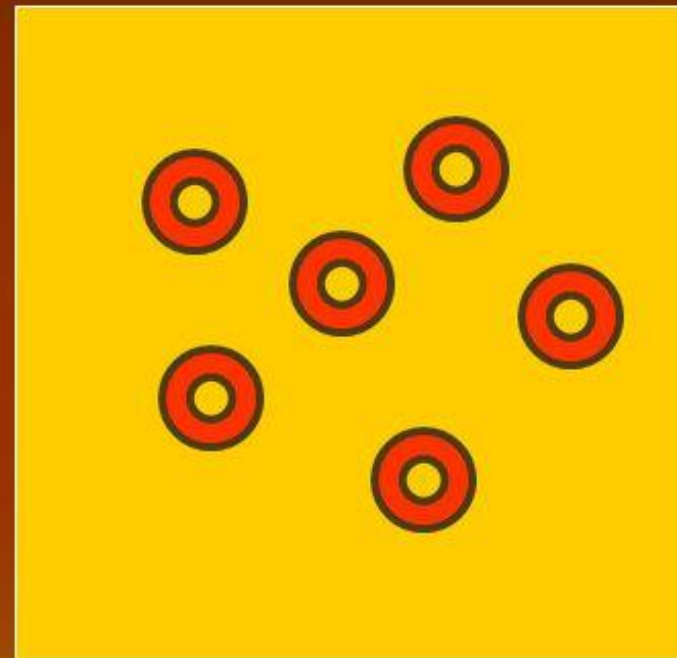
# Types of emulsions

## Multiple emulsions

w/o/w



o/w/o



### γ) Βρέξιμες σκόνες (WP-wettable powders).

Τα σκευάσματα αυτά, που από μερικούς ονομάζονται και υδατοαιωρήσιμες σκόνες, αποτελούνται από πολύ μικρά τεμαχίδια φυτοφαρμάκου και επιφανειοδραστικών παραγόντων (surface-active agents), οι οποίοι κάνουν δυνατή την ανάμειξη της σκόνης με το νερό σχηματίζοντας ένα σταθερό και ομοιογενές αιώρημα. Η σκόνη (τεμαχίδια) του φυτοφαρμάκου αποτελείται από το τεχνικώς καθαρό προϊόν και το αδρανές υλικό (συνήθως τάλκη ή άργιλλο), ο δε τρόπος παρασκευής της είναι παρόμοιος με αυτόν των σκόνων επίπασης.

Στους χρησιμοποιούμενους επιφανειοδραστικούς παράγοντες, που αποσκοπούν γενικά στη μείωση της επιφανειακής τάσης, περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο διαβρεκτικές και αιωρητικές ουσίες.

Χωρίς την ύπαρξη των διαβρεκτικών ουσιών δε θα ήταν δυνατή η καλή ανάμειξη της σκόνης με το νερό, ενώ οι αιωρητικές ουσίες αυξάνουν την αιωρησιμότητα του σκευάσματος, την ιδιότητα δηλαδή των διασπαρμένων στο νερό τεμαχιδίων της σκόνης να παραμένουν σε αιώρηση για αρκετό χρονικό διάστημα.





Gambar 2.1. *Wettable Powder*



Οι επιφανειοδραστικοί παράγοντες συντελούν ακόμα στην καλή διάβρεξη και εξάπλωση του ραντιστικού υγρού στις φυτικές επιφάνειες.

Η αιωρητικότητα μιας βρέξιμης σκόνης εξαρτάται όχι μόνο από την ύπαρξη κατάλληλων διαβρεκτικών και αιωρητικών ουσιών, αλλά και από τη λεπτότητα της σκόνης. Όσο μεγαλύτερα είναι τα τεμαχίδια της σκόνης, τόσο μεγαλύτερο είναι και το βάρος τους με αποτέλεσμα να καθιζάνουν γρηγορότερα. Για το λόγο αυτό τα τεμαχίδια της σκόνης πρέπει να είναι πολύ μικρού μεγέθους.

Συνήθως το μεγαλύτερο ποσοστό των τεμαχιδίων μιας βρέξιμης σκόνης έχει μέγεθος μικρότερο από 5μ. και όλα τα τεμαχίδια πρέπει να είναι μικρότερα από 44μ.

Η περιεκτικότητα των βρέξιμων σκόνων σε δραστική ουσία είναι αρκετά μεγάλη. Η συχνότερη είναι γύρω στο 50%, ενώ υπάρχουν φυτοφάρμακα της μορφής αυτής με ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό σε δραστική ουσία, όπως 75-80%. Το ανώτερο όριο καθορίζεται από την απαιτούμενη σε κάθε περίπτωση ελάχιστη περιεκτικότητα του σκευάσματος σε αδρανή υλικά και βοηθητικές ουσίες.

Ο καθορισμός του ποσοστού με το οποίο θα συμμετέχουν οι επιφανειοδραστικοί παράγοντες σε μια βρέξιμη σκόνη δεν είναι αυθαίρετος. Οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει να υπάρχουν σε τέτοια ποσότητα, ώστε από το ένα μέρος να βοηθούν στην καλή διάβρεξη και εξάπλωση του υλικού στη ραντιζόμενη επιφάνεια, από το άλλο όμως μέρος να μην θα επιτρέπουν την εύκολη απόλυση του με τη βροχή.

Οι βρέξιμες σκόνες πρέπει να χαρακτηρίζονται από μια καλή ροή, που θα διευκολύνει το μέτρημα τους στα δοχεία ανάμειξης κατά τη διαδικασία παρασκευής του ραντιστικού υγρού. **Πρέπει επίσης να διαβρέχονται και να αιωρούνται πολύ καλά στο νερό χωρίς να σχηματίζουν σβώλους.**

Για να εξασφαλίζεται μια καλή ανάμειξη συνίσταται να αναμιγνύεται σε πρώτη φάση ολόκληρη η ποσότητα της σκόνης με το 5% περίπου της τελικής ποσότητας του νερού που θα χρησιμοποιηθεί. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται μια αραιή πάστα, που όταν αραιωθεί με το υπόλοιπο νερό δίνει ένα αιώρημα καλό και μεγάλης διάρκειας.

**Οι διαβρεκτικές και αιωρηματικές βοηθητικές ουσίες πρέπει να μην επιτρέπουν στα τεμαχίδια της σκόνης να συναθροίζονται και να καθιζάνουν στον πυθμένα των δοχείων ραντισμού.**

Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις περιπτώσεις που τα μηχανήματα ραντισμού δεν έχουν ενσωματωμένο αναδευτήρα. Όταν μια βρέξιμη σκόνη περιέχει επιφανειοδραστικούς παράγοντες σε ποσότητα μεγαλύτερη από το κανονικό σχηματίζεται, με την πρόσληψη αέρα από το παρασκευαζόμενο ραντιστικό υγρό, υπερβολική ποσότητα αφρού.

Ο αφρός αυτός είναι ανεπιθύμητος γιατί δημιουργεί συνεχείς διακοπές στην παροχή ραντιστικού υγρού, που έχει σαν αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη κάλυψη της ραντιζόμενης επιφάνειας.

Οι καλής ποιότητας βρέξιμες σκόνες δεν πρέπει να χάνουν τις επιθυμητές ιδιότητες τους με την πάροδο του χρόνου. Ακόμα και ο σχεδιασμός των δοχείων συσκευασίας είναι δυνατόν να παίζει σημαντικό ρόλο στην αποφυγή προβλημάτων (δημιουργία σβόλων), που μπορεί να προκαλέσει η επίδραση της πίεσης και των υψηλών θερμοκρασιών κατά την διάρκεια παρατεταμένης αποθήκευσης του σκευάσματος.

**Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των κακής ποιότητας βρέξιμων σκόνων συνοψίζονται στο ότι:**

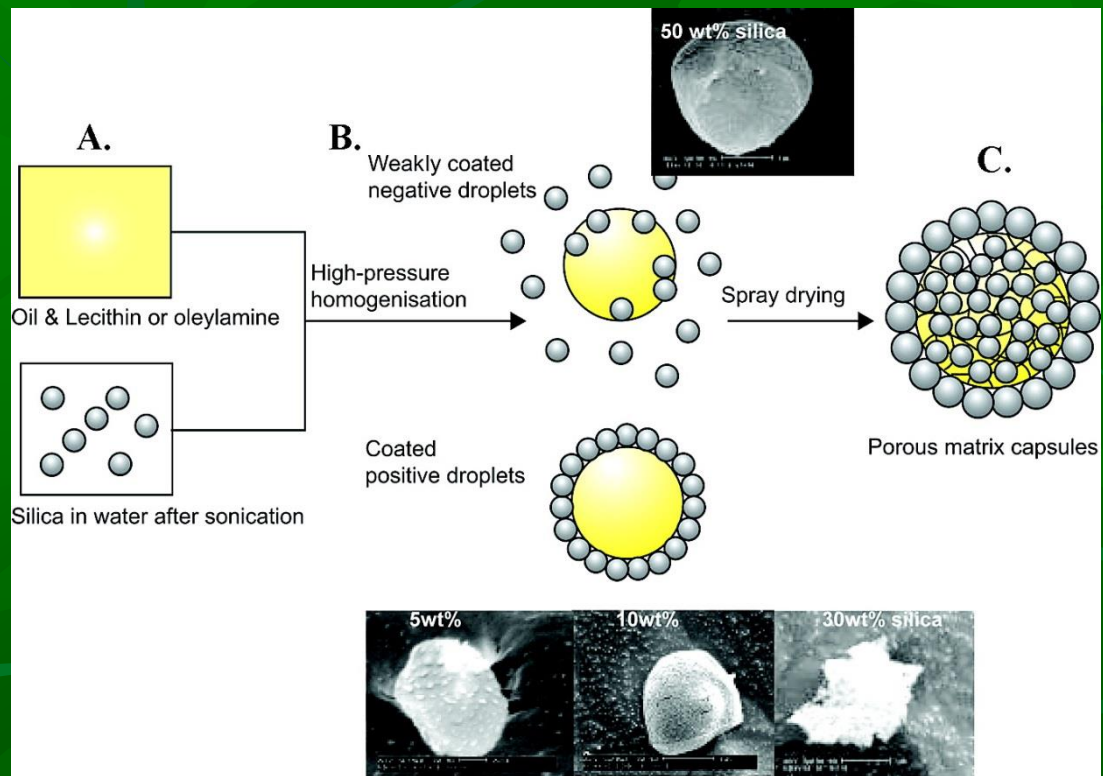
- 1) αναμιγνύονται δύσκολα με το νερό.
- 2) βουλώνουν συνεχώς τα φίλτρα των μηχανημάτων ραντισμού
- 3) σβωλιάζουν μετά από πολύκαιρη αποθήκευση.

Τα σκευάσματα σε βρέξιμες σκόνες κανονικά δεν πρέπει να συνδυάζονται (αναμιγνύονται) με σκευάσματα άλλης μορφής, παρόλο που ορισμένα απ' αυτά είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να μπορούν να συνδυαστούν με γαλακτώματα. Μερικές φορές είναι δυνατή η προσθήκη μικρής ποσότητας ενός γαλακτωματοποιήσιμου σκευάσματος σε μια βρέξιμη σκόνη που έχει ήδη αραιωθεί κανονικά. Ακόμα όμως και τότε καλά είναι πριν την ανάμειξη να γίνει σχετικός έλεγχος.

#### **δ) Μικροκάψουλες (microcapsules).**

Οι μικροκάψουλες είναι κοκκώδεις σκεύασμα, που αποτελείται από πολύ μικρές κάψουλες, μεγέθους κάτω των 10μ. (μερικές δε φορές και μέχρι 3μ.). Η εφαρμογή όμως δε γίνεται με διασπορά αλλά μετά από ανάμειξη του σκευάσματος με νερό, οπότε δημιουργείται ένα αιώρημα. Παρόλο που τα έξοδα παραγωγής των σκευασμάτων αυτών είναι πολύ μεγαλύτερα από τα έξοδα των άλλων μορφών σκευασμάτων πιστεύεται ότι **τα πλεονεκτήματά τους δικαιολογούν τη μεγαλύτερη δαπάνη.**

Σε κάθε μικροκάψουλα διακρίνουμε δύο κυρίως μέρη: το τοίχωμα της κάψουλας, το οποίο αποτελείται από συνθετικές ουσίες (π.χ. ζελατίνη), και το περιεχόμενο της κάψουλας που είναι το φυτοφάρμακο.



**Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των σκευασμάτων σε μικροκάψουλες είναι ότι:**

- 1. απαιτείται μικρότερη ποσότητα τοξικής ουσίας,**
- 2. μεγαλώνει η διάρκεια δράσης ορισμένων ουσιών (π.χ. πυρεθρίνες), που σε άλλες μορφές σκευασμάτων έχουν μικρή διάρκεια.**
- 3. κινδυνεύουν λιγότερο τα ωφέλιμα έντομα,**
- 4. η βαθμιαία απελευθέρωση της χημικής ένωσης κάνει τις μικροκάψουλες κατάλληλες για τη χρήση ουσιών που επιδρούν στη συμπεριφορά των εντόμων, όπως είναι π.χ. οι φερομόνες. Με μορφή μικροκάψουλας έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί οι φερομόνες dispare και dicastalure.**



ε) **Σκευάσματα υπέρμικρου όγκου (ULW, ultra-low-volume formulations).**

Τα σκευάσματα αυτά περιέχουν συνήθως μόνο την τεχνικώς καθαρή ουσία στην αρχική της υγρή μορφή ή όταν η τεχνικώς καθαρή ουσία είναι στερεά, το διάλυμα της στην ελάχιστη δυνατή ποσότητα διαλύτη.

Τις περισσότερες φορές η εφαρμογή των σκευασμάτων αυτών γίνεται από το έδαφος ή τον αέρα χωρίς άλλη αραίωση και με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων, τα οποία περιορίζουν σημαντικά την απαιτούμενη ποσότητα ραντιστικού υγρού.

Ο ραντισμός γίνεται με τη μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων, έτσι ώστε να δαπανάται ραντιστικό υγρό της τάξης των 0,5 λίτρων έως το πολύ 5 λίτρων ανά εκτάριο (0,5-5lit/ha).

Η δυσκολία στην παρασκευή των σκευασμάτων υπέρμικρου όγκου έγκειται κυρίως στην **ανάγκη εξεύρεσης ενός κατάλληλου διαλύτη.**

Οι φυσικές ιδιότητες που πρέπει να έχει ένας τέτοιος διαλύτης είναι **μικρή πτητικότητα** (το σημείο βρασμού πρέπει να βρίσκεται πάνω από τους 300°C), **μικρό ιξώδες, μεγάλο ειδικό βάρος** για να αυξάνεται η τελική ταχύτητα πρόσκρουσης των σταγονιδίων στη ραντιζόμενη επιφάνεια, να διαλύει καλά το φυτοφάρμακο, να μπορεί να συνδυαστεί με άλλες χημικές ενώσεις και να μην είναι φυτοτοξικό.

Επειδή είναι σχεδόν αδύνατο να βρεθεί για κάθε φυτοφάρμακο ένας διαλύτης που να συνδυάζει όλες τις παραπάνω ιδιότητες, χρησιμοποιείται συνήθως ένα **μείγμα περισσότερων ουσιών, κάθε μια από τις οποίες παρουσιάζει ένα ή περισσότερα πλεονεκτήματα.**





Ένα πρόβλημα αυτών των μειγμάτων είναι ότι μεγαλώνει συνήθως το μέγεθος των σταγονιδίων με αποτέλεσμα να μειώνεται πάρα πολύ ο αριθμός των σταγονιδίων που λαμβάνονται από μια ορισμένη ποσότητα υγρού και να μην έχουμε ικανοποιητική κάλυψη της ραντιζόμενης επιφάνειας.

Είναι γνωστό ότι π.χ. διπλασιασμός της διαμέτρου των σταγονιδίων από 75μ. σε 150μ. μειώνει τον αριθμό τους στο 1/8. με την αύξηση όμως του μεγέθους δε μειώνεται μόνο ο αριθμός των σταγονιδίων, αλλά αυξάνεται και η φυτοτοξικότητα του σκευάσματος.

Οι διαλύτες που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνουν μείγματα φυτικών λαδιών και διαφόρων αρωματικών υδρογονανθράκων, γλυκόλες ή ορυκτά λάδια.

## Γ. ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΣΕ ΑΕΡΙΟ ΜΟΡΦΗ

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα σκευάσματα που κατά τη χρησιμοποίησή τους εξατμίζονται και παράγουν διάφορα αέρια, στα οποία περιλαμβάνεται η δραστική ουσία. Πολλά από τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε στερεή ή υγρή μορφή παράγουν μετά την εφαρμογή τους και δηλητηριώδεις ατμούς έχοντας έτσι δράση και στην αέριο μορφή τους.

**Στην κατηγορία όμως των σκευασμάτων που έχουν αέρια μορφή ανήκουν μόνο εκείνα τα φυτοφάρμακα στα οποία η κύρια δράση γίνεται σε μορφή αερίων.**

Τα σκευάσματα αυτά, ανεξάρτητα του ότι χρησιμοποιούνται σαν αέρια, κυκλοφορούν στο εμπόριο σε διάφορες μορφές. Ορισμένα κυκλοφορούν σε στερεά μορφή, ενώ άλλα είναι υγροποιημένα και προσφέρονται συνήθως σε ανθεκτικές στην εσωτερική πίεση φιάλες διαφόρων μεγεθών.

Υπάρχουν όμως και σκευάσματα σε κανονική υγρή μορφή, που η εφαρμογή τους γίνεται μετά από θέρμανση σε ειδικές συσκευές. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται και τα καπνογόνα σκευάσματα.

Τα αέρια σκευάσματα (fumigants) χρησιμοποιούνται πάρα πολύ για απολύμανση του εδάφους. Ιδιαίτερα χρήσιμα όμως είναι στην καταπολέμηση εντόμων και άλλων βλαπτικών παραγόντων που βρίσκονται σε περιορισμένους χώρους, όπως σιλό, αποθήκες, πλοία, σπίτια, κλπ. Χρησιμοποιούνται ακόμη και στο ύπαιθρο για την απολύμανση διαφόρων συγκεντρωμένων προϊόντων, όπως ξυλεία, φυτάρια, κλπ.

Στην τελευταία περίπτωση η επέμβαση γίνεται αφού πρώτα τα αντικείμενα καλυφθούν καλά με διάφορα υλικά (π.χ. πλαστικά καλύμματα), ώστε να δημιουργηθεί ένα κλειστό περιβάλλον.



**Application of a gaseous soil fumigant using plastic sheath**



**Application liquid soil fumigant using a tractor irrigation method**





# SOIL FUMIGATION

## HOW IT WORKS

SOIL IS INJECTED

1

VOLATIZES INTO GAS

2

REDUCES THE HARMFUL PATHOGENS

3

FUMIGANT DECOMPOSES

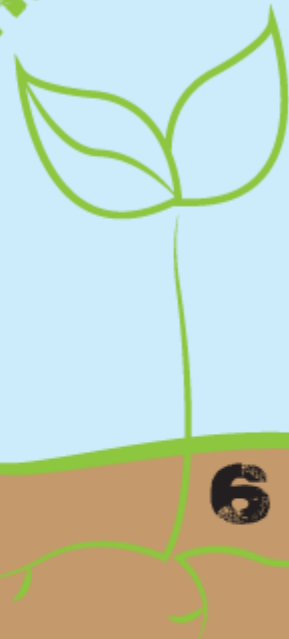
4

CROP PLANTING

5

6

HEALTHY





Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα πρέπει το αέριο φυτοφάρμακο να βρίσκεται σε μια ορισμένη συγκέντρωση και να δράσει για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.

Γι' αυτό οι δοσολογίες των σκευασμάτων αυτών αναφέρονται σε συνδυασμούς συγκέντρωσης του αερίου και χρόνου δράσης. Επειδή η όλη διαδικασία της εφαρμογής είναι επικίνδυνη, η δουλειά αυτή πρέπει να γίνεται μόνο από άτομα εκπαιδευμένα και εφοδιασμένα με τον κατάλληλο εξοπλισμό.

Μια πολύ συνηθισμένη μορφή σκευασμάτων της κατηγορίας αυτής είναι τα σπινιάλ που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των κουνουπιών σε κατοικήσιμους χώρους.

## Δ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΛΛΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ

### α) Ταινίες (banding materials).

Οι ταινίες αυτές χρησιμοποιούνται για τοπική εφαρμογή ενός φυτοφαρμάκου στον κορμό των δένδρων. Γνωστές είναι οι κολλητικές ταινίες που παγιδεύουν όσα έντομα ανεβαίνουν ή κατεβαίνουν στον κορμό των δένδρων.

**β) Σκευάσματα υπό πίεση (Pressure packs).** Είναι ένας εύκολος αλλά ακριβός τρόπος παραγωγής μικρών σταγονιδίων ψεκαστικού υγρού, μεγέθους κάτω των 10-15μ., γι' αυτό κι η συνηθέστερη ονομασία τους είναι aerosols. Τα σκευάσματα αυτά είναι ειδικά κατασκευασμένοι μεταλλικοί κύλινδροι, οι οποίοι περιέχουν τη δραστική ουσία σε μορφή διαλύματος και ένα ή περισσότερα υγροποιημένα προωθητικά αέρια. Επειδή χρησιμοποιούνται περισσότερο σε κατοικήσιμους χώρους ο κάθε κατασκευαστής προσθέτει, για βελτίωση των ιδιοτήτων τους, διάφορες άλλες ουσίες (αρωματικές, αποσμητικές, κλπ). Σαν προωθητικά αέρια χρησιμοποιούνται συνήθως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες, επειδή χαρακτηρίζονται από το ότι δεν είναι εύφλεκτοι, έχουν μικρό βαθμό τοξικότητας, είναι σχεδόν άοσμοι και έχουν σημείο βρασμού κατάλληλο για πολλά προϊόντα. Η λειτουργία γίνεται με τη βοήθεια μιας βαλβίδας, που είναι ταυτόχρονα και μπεκ.

Όταν πιεστεί η βαλβίδα ανοίγει και ελευθερώνεται, με τη βοήθεια της πίεσης που υπάρχει μέσα στο κουτί, το περιεχόμενο, μόλις τα προωθητικά αέρια βγουν στην ατμόσφαιρα ένα μέρος του εξαερώνεται και αναγκάζει το διάλυμα της δραστικής ουσίας να μετατραπεί σε σταγονίδια.

Όσο τα σταγονίδια απομακρύνονται από το μπεκ και πλησιάζουν προς τη ραντιζόμενη επιφάνεια, τόσο μικραίνει και το μέγεθος τους, λόγω της συνεχιζόμενης εξαέρωσης των προωθητικών αερίων και του διαλύματος. Για τον παραπάνω λόγο πρέπει, αν θέλουμε να έχουμε ομοιόμορφη κατανομή των σταγονιδίων στο στόχο, να μην κρατάμε το δοχείο πολύ κοντά στο αντικείμενο.

Για λόγους ασφαλείας τα aerosols προσφέρονται μόνο σε συσκευασίες μικρού όγκου. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το μεγάλο κόστος παρασκευής περιορίζει σημαντικά τη χρήση τους (κατοικήσιμους χώρους και σε κήπους).

## ΕΚΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ

Τις περισσότερες φορές μια δραστική ουσία προσφέρεται στο εμπόριο σε σκευάσματα διαφόρων μορφών. Βέβαια υπάρχουν δραστικές ουσίες, σχετικά όμως λίγες, που για διάφορους λόγους δεν πωλούνται σε μια συγκεκριμένη μορφή και πολύ λιγότερες που προσφέρονται σε μια μόνο μορφή σκευάσματος. Όταν υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ περισσοτέρων μορφών σκευασμάτων, η εκλογή του καταλληλότερου γίνεται με ορισμένα κριτήρια που θέτει ο καταναλωτής.

Τέτοια κριτήρια είναι:

### **1. Απαιτούμενος εξοπλισμός.**

Είναι αυτονόητο ότι ο αγοραστής δεν πρόκειται να προτιμήσει ένα σκεύασμα που προϋποθέτει την ύπαρξη ειδικών μηχανημάτων εφαρμογής, τα οποία δεν έχει στη διάθεση του. Σκευάσματα π.χ. υπέρμικρου όγκου (ULV) με ειδικά μηχανήματα.



Σε πολλά φτωχά κράτη όπου δεν υπάρχει η ευχέρεια αγοράς μηχανημάτων ραντισμού, προτιμούνται σκόνες και κοκκώδη σκευάσματα, γιατί μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα ακόμα και με το χέρι.

Έλλειψη εργατικών χεριών οδηγεί σε επιλογή εκείνου του σκευάσματος, που είναι καταλληλότερο για χρήση από τον αέρα.

Σε περιοχές που υπάρχει πρόβλημα εξεύρεσης μεγάλης ποσότητας νερού προτιμούνται σκευάσματα στερεάς μορφής (σκόνες, κόκκοι) ή σκευάσματα υπέρμικρου όγκου.

Όταν υπάρχουν μεγάλα ραντιστικά μηχανήματα με ενσωματωμένους αναδευτήρες προτιμούνται τα γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα που χύνονται απ' ευθείας στα δοχεία ραντισμού, κάνοντας έτσι την ανάμειξη ευκολότερη. Επίσης είναι πολύ ευκολότερο σε υπαίθριες συνθήκες να μετρήσουμε τον όγκο ενός υγρού παρά να ζυγίζουμε το βάρος μιας σκόνης.

## 2. Αποτελεσματικότητα.

Η αποτελεσματικότητα ενός σκευάσματος είναι πρωταρχικός παράγοντας για την επιλογή του. Εντομοκτόνα επαφής είναι αποτελεσματικότερα σε μορφή βρέξιμης σκόνης παρά σε μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού, πιθανώς γιατί τα τελευταία απορροφούνται ευκολότερα από τους φυτικούς ιστούς.

Σημασία έχει ακόμη και το μέγεθος των τεμαχιδίων της σκόνης. Βρέξιμες σκόνες με όλα τα τεμαχίδια μικρού μεγέθους έχουν μεγαλύτερη δράση επαφής από ότι σκόνες που περιέχουν και τεμαχίδια μεγαλύτερου μεγέθους.

Η επιφανειακή κάλυψη του φυλλώματος των δένδρων με εντομοκτόνα στομάχου καταπολεμά αποτελεσματικά μόνο τα φυλλοφάγα έντομα και πολύ λιγότερο αυτά που ανοίγουν στοές στα φύλλα ή στο φλοιό, γιατί τα τελευταία έντομα συνήθως δεν καταπίνουν τις πρώτες δαγκωματιές.

Η αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων στομάχου βελτιώνεται σημαντικά όταν στο ραντιστικό υγρό προσθέσουμε και φαγοδιεγερτικές ουσίες.

Ένας παράγοντας που επηρεάζει αποφασιστικά την αποτελεσματικότητα μιας επέμβασης είναι η ποσότητα του φυτοφαρμάκου που παρασύρεται από τον αέρα. Το πρόβλημα αυτό είναι εντονότερο σε επεμβάσεις στις οποίες χρησιμοποιούνται ελικόπτερα ή αεροπλάνα. Μείωση της ποσότητας του ραντιστικού υγρού που παρασύρεται από τον αέρα επιτυγχάνεται με την εκλογή σκευασμάτων που περιέχουν ουσίες, οι οποίες αυξάνουν το ιξώδες και πυκνώνουν το υγρό.

Επειδή η προσθήκη τέτοιων ουσιών ανεβάζει το κόστος και δημιουργεί δυσκολίες στην ανάμειξη, μπορούμε να αντιμετωπίσουμε αποτελεσματικά το πρόβλημα είτε με την αύξηση του μεγέθους των σταγονιδίων, είτε χρησιμοποιώντας σκεύασμα κοκκώδους μορφής.

Υπάρχουν πάρα πολλά διασυστηματικά φυτοφάρμακα με εντομοκτόνο, μηκυτοκτόνο και ζιζανιοκτόνο δράση που προσφέρονται στο εμπόριο με τη μορφή βρέξιμης σκόνης. Καλό όμως είναι να έχουμε υπόψη μας ότι η πρόσληψη των διασυστηματικών φυτοφαρμάκων από τα φυτά βελτιώνεται με τη χρησιμοποίηση σκευασμάτων, τα οποία περιέχουν ένα κατάλληλο οργανικό διαλύτη ή φορέα.

Διυλισμένα παράγωγα πετρελαίου (π.χ. καθαρό πετρέλαιο) έχουν προστεθεί σε γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα, με σκοπό την αύξηση της διαπεραστικότητας της τοξικής ουσίας, εκεί όπου σκευάσματα αραιωμένα σε νερό είχαν φτωγά αποτελέσματα.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα είναι η σταθερότητα του σκευάσματος πάνω στη ραντιζόμενη επιφάνεια.

Ανάλογα με τις περιστάσεις και τις ιδιαιτερότητες του καταπολεμούμενου βλαπτικού παράγοντα είναι δυνατόν να επιθυμείται μικρότερη ή μεγαλύτερη σταθερότητα.

Αύξηση της σταθερότητας επιτυγχάνεται με την προτίμηση σκευασμάτων που περιέχουν προσκολλητικές και σταθεροποιητικές βοηθητικές ουσίες.

Βελτίωση της σταθερότητας του φυτοφαρμάκου στην έκπλυση από τη βροχή μπορούμε να έχουμε, εκτός από την προσθήκη βοηθητικών ουσιών και οργανικών διαλυτών, και με τη μείωση του μεγέθους των σταγονιδίων. Συνδυασμό των πλεονεκτημάτων, που παρουσιάζει το μικρό μέγεθος και η βραδεία απελευθέρωση του φυτοφαρμάκου, έχουμε τελευταία με τη χρησιμοποίηση σκευασμάτων σε μορφή μικροκάψουλας.

**3. Φυτοτοξικότητα**, που είναι δυνατόν να παρουσιάζουν ορισμένα φυτικά είδη σε συγκεκριμένους διαλύτες ή βοηθητικές ουσίες, μπορεί να μας οδηγήσει στον αποκλεισμό ενός σκευάσματος και στην προτίμηση κάποιου άλλου.

Η φυτοτοξικότητα εκδηλώνεται είτε με το (χημικό) κάψιμο φυτικών ιστών, είτε με τη φυσική δράση των σταγονιδίων που βρίσκονται στην επιφάνεια του φυτού και εστιάζουν τις ηλιακές ακτίνες δρώντας σαν συγκεντρωτικοί φακοί, είτε τέλος με τη δυσμενή επίδραση στην αύξηση των δένδρων.

#### 4. Τοξικότητα στον άνθρωπο και στα ζώα.

Ο κίνδυνος δηλητηρίασης έχει άμεση σχέση με την πυκνότητα του σκευάσματος. Διαλέγοντας ένα σκεύασμα με μικρή περιεκτικότητα σε δραστική ουσία μειώνουμε τον κίνδυνο κατά την ανάμειξη και την εφαρμογή. Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι μείωση του κινδύνου επιτυγχάνουμε και με πολλά άλλα μέτρα, όπως κατάλληλα μηχανήματα ραντισμού, χρησιμοποίηση προστατευτικού ρουχισμού, κλπ.

## 5. Οικονομικότητα.

Στην πράξη, τις περισσότερες φορές η επιλογή του σκευάσματος γίνεται μεταξύ του τι υπάρχει στην αγορά και το πόσο κοστίζει αυτό. Ο υπολογισμός του κόστους γίνεται με βάση την περιεκτικότητα σε δραστική ουσία και όχι το βάρος του σκευάσματος. Σε γενικές γραμμές φθηνότερα είναι τα σκευάσματα σε μορφή βρέξιμης σκόνης κι εκείνα με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε δραστική ουσία ανά μονάδα βάρους.

Κατά τον υπολογισμό του κόστους πρέπει να μην περιοριζόμαστε μόνο στο κόστος του φυτοφαρμάκου, αλλά να παίρνουμε υπόψη μας και το κόστος ολόκληρης της μεθόδου εφαρμογής, γιατί η προτίμηση ενός σκευάσματος μπορεί να συνεπάγεται περισσότερο χρόνο, περισσότερη δουλειά και ειδικό εξοπλισμό εφαρμογής.



Συχνά η οικονομικότητα δε συμβαδίζει με την αποτελεσματικότητα. Πολλές δραστικές ουσίες τυποποιούνται και προσφέρονται στο εμπόριο από περισσότερους παρασκευαστές.

Ο καθένας απ' αυτούς χρησιμοποιεί διαφορετική μέθοδο παρασκευής, διαφορετικό εξοπλισμό, βοηθητικές και βιολογικά ανενεργείς ουσίες διαφορετικής ποιότητας, έχει διαφορετική πείρα και ικανότητα, κλπ, με αποτέλεσμα δυο σκευάσματα, ακόμα και της ίδιας μορφής, με το ίδιο ποσοστό σε δραστική ουσία να διαφέρουν σημαντικά στην αποτελεσματικότητά τους.

## ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Τα μέτρα προστασίας εξαρτώνται από τους **κινδύνους** που προκύπτουν κατά τη **μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρήση** των διαφόρων φυτοφαρμάκων, η τοξικότητα των οποίων ποικίλει ανάλογα με τη χημική τους σύνθεση, την πυκνότητα τους και τη μορφή του σκευάσματος.

Το τελευταίο έχει πολύ μεγάλη σημασία, γιατί ο κίνδυνος δηλητηρίασης, ακόμα και των πιο τοξικών χημικών ενώσεων, μπορεί να περιοριστεί σημαντικά με την κατάλληλη μορφή που θα δοθεί στο σκεύασμα.

Εκείνο που δεν πρέπει να ξεχνούμε είναι ότι τα φυτοφάρμακα, όπως γενικά τα φάρμακα και οι χημικές ουσίες, πρέπει να αποθηκεύονται και να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες που τα συνοδεύουν.

Έτσι, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνει κάποιος που πρόκειται να χρησιμοποιήσει ένα φυτοφάρμακο είναι να διαβάσει και να ακολουθήσει πιστά τις οδηγίες του κατασκευαστή που υπάρχουν γραμμένες πάνω στη συσκευασία.

Η είσοδος ενός φυτοφαρμάκου στο ανθρώπινο σώμα είναι δυνατό να γίνει με τρεις τρόπους: α) από το στόμα (oral),  
β) από το δέρμα (dermal), και  
γ) με την εισπνοή (inhalation).

Ο κίνδυνος εισόδου από το στόμα είναι πολύ μικρός, εκτός αν κάποιος είναι απερίσκεπτος (όπως δυστυχώς συμβαίνει πολλές φορές στην πράξη) και τρώει, πίνει ή καπνίζει προτού πλύνει πολύ καλά τα χέρια και το πρόσωπο του. Είσοδο από το στόμα μπορεί να έχουμε επίσης μετά από αποθήκευση ενός φυτοφαρμάκου σε δοχεία που χρησιμοποιούνται για τρόφιμα (π.χ. μπουκάλια αναψυκτικών και μύρας), κατανάλωση φρούτων και λαχανικών που μόλις είχαν ραντιστεί ή μετά από απόπειρες αυτοκτονίας.

Περισσότερο κοινή είναι η είσοδος ενός δηλητηρίου στο σώμα από το δέρμα, κυρίως όταν υπάρχουν πληγές ή ακόμα και αμυχές. Το πάνω μέρος των χεριών και των καρπών απορροφούν περισσότερο δηλητήριο από τις παλάμες, ενώ μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αποφυγή μόλυνσης των ματιών.

Ο κίνδυνος της δερμικής απορρόφησης είναι αυξημένος όταν επικρατεί ζεστός καιρός, που εκτός από τα άλλα κάνει αβάστακτο και τον κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό.

Ένα φυτοφάρμακο είναι δυνατόν να φτάσει στα πνευμόνια με την εισπνοή σταγονιδίων ή τεμαχιδίων, ιδίως όταν έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 μικρά, αλλά και ατμών του. Η ποσότητα όμως αυτή είναι συνήθως μικρότερη από το 1% αυτής που απορροφάται από το δέρμα.

Ο κίνδυνος εισπνοής είναι μεγαλύτερος κατά την ανάμειξη συμπυκνωμένων σκευασμάτων καθώς και κατά την εφαρμογή σκευασμάτων σε μορφή σκόνης, ομίχλης ή καπνού.

Βέβαια ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος όταν οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε χώρους με περιορισμένο αερισμό και μειώνεται όταν γίνονται στο ύπαιθρο.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο εισόδου ενός φυτοφαρμάκου στο σώμα διακρίνουμε δυο μορφές δηλητηρίασης: την οξεία δηλητηρίαση, όταν αυτή γίνεται από μια μόνο δόση ή έκθεση, και τη χρόνια δηλητηρίαση, που οφείλεται σε επαναλαμβανόμενη λήψη μικρών δόσεων σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η δεύτερη περίπτωση είναι πολύ συνηθισμένη σε ανθρώπους που ασχολούνται συχνά με την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων.

Η τοξικότητα ενός φυτοφαρμάκου εκφράζεται συνήθως σε χιλιοστά γραμμαρίου (mg) της δραστικής ουσίας ανά χιλιόγραμμο (kg) βάρους, (που είναι ακριβώς το ίδιο με το γνωστό μας «μέρη ανά εκατομμύριο» - ppm) του ελεγχόμενου οργανισμού. Η μέτρηση γίνεται στη μέση θανατηφόρα δόση (LD50), που είναι η δόση η οποία προκαλεί τη νέκρωση του 50% του ελεγχόμενου οργανισμού σε καθορισμένο χρονικό διάστημα (24 ωρών).

Ένα μεγάλο μέρος των εξόδων ανάπτυξης ενός φυτοφαρμάκου οφείλεται στις εκτεταμένες τοξικολογικές αναλύσεις που πρέπει να γίνουν προτού το προϊόν δοθεί στο εμπόριο.

Οι αναλύσεις αυτές συνήθως είναι οι εξής:

1. Οξεία στομαχική τοξικότητα
2. Δερματική τοξικότητα
3. Ερεθισμός ματιών
4. Εισπνοή
5. Υποξεία τοξικότητα (για διάστημα 90 ημερών και 2 ετών)
6. Καρκινογέννηση
7. Τερατογέννηση (σε εγκύους αρουραίους)
8. Μελέτες τριών γενεών (σε ποντίκια)
9. Προσδιορισμός της αποδεκτής ημερήσιας πρόσληψης
10. Επίδραση στα άγρια ζώα και τα ψάρια
11. Επίδραση στο μεταβολισμό των φυτών και των θηλαστικών
12. Έλεγχος υπολειμμάτων

## ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization – WHO) έχει ταξινομήσει τα διάφορα φυτοφάρμακα σε βαθμούς κινδύνου ανάλογα με την τοξικότητα τους όταν λαμβάνονται από το στόμα ή το δέρμα, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη του και τη μορφή του σκευάσματος (στερεά και υγρή μορφή).

Πίνακας: Βαθμοί κινδύνου των φυτοφαρμάκων

Κλάση	Βαθμός κινδύνου	Στοματική τοξικότητα		Δερματική τοξικότητα	
		Στερεά	Υγρά	Στερεά	Υγρά
Ia	Πάρα πολύ επικίνδυνα	< 5	< 20	< 10	< 40
Ib	Πολύ επικίνδυνα	5 – 50	20 – 200	10 – 100	40 – 400
II	Μέτρια επικίνδυνα	50 – 500	200 – 2000	100 – 1000	400 – 4000
III	Ελαφρά επικίνδυνα	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

\* Οι αριθμοί αναφέρονται στο LD50 των αρουραίων (rats) και είναι mg/kg βάρους.

Στην Ελλάδα ισχύει μια εγκύκλιος του Υπουργείου Γεωργίας η οποία βασίζεται στην ισχύουσα Directive της Ε.Ο.Κ. Στην οδηγία αυτή αναφέρονται τρεις βαθμοί τοξικότητας με τους χαρακτηρισμούς «Πολύ τοξικά», «Τοξικά» και «Επιβλαβή» που σχεδόν ταυτίζονται με τους τρεις πρώτους βαθμούς του παραπάνω πίνακα.

Για τα γεωργικά φάρμακα σε μορφή αερίου, καπνογόνου ή αερολύματος (aerosols) ορίζονται οι επόμενες τιμές  $LC_{50}$ , που προσδιορίζονται ύστερα από δοκιμές τεσσάρων ωρών αναπνοής σε αρουραίους: μέχρι και 0,5 mg/λίτρο αέρος έχουμε τα «Πολύ Τοξικά», πάνω από 0,5 μέχρι και 2 mg τα «Τοξικά, ενώ τέλος πάνω από 2 και μέχρι 20 mg/l αέρος έχουμε τα «Επιβλαβή» φυτοφάρμακα.



Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι τιμές τοξικότητας (LD50) που αναγράφονται στις συσκευασίες των φυτοφαρμάκων αναφέρονται στη δραστική τους ουσία, ενώ οι τιμές για την ταξινόμηση σε βαθμούς κινδύνου αναφέρονται στην τοξικότητα του σκευάσματος.

Εάν δεν υπάρχουν στοιχεία για την τοξικότητα ενός σκευάσματος, μπορούμε να την υπολογίσουμε από τον τύπο:  $LC_{50}$  της δραστικής ουσίας  $\times 100$  % της δραστικής ουσίας στο σκεύασμα.

Για παράδειγμα αναφέρουμε το κοκκώδες σκεύασμα του Carbofuran με περιεκτικότητα σε δραστική ουσία 5%. Η στοματική τοξικότητα (LD<sub>50</sub>) της καθαρής ουσίας είναι 8, οπότε η αντίστοιχη του παραπάνω σκευάσματος είναι  $8 \times 100 / 5 = 160$ .

## ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ

Ο προστατευτικός ρουχισμός είναι απαραίτητος όταν κάποιος πρόκειται να ασχοληθεί με φυτοφάρμακα. Μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να δίνεται όταν τα φυτοφάρμακα είναι ισχυρά ή όταν πρόκειται για σκευάσματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε δραστική ουσία. Ο ρουχισμός αυτός καλό είναι να περιλαμβάνει:

α) Ολόσωμη φόρμα εργασίας. Όταν η προμήθεια μιας τέτοιας φόρμας είναι αδύνατη, τότε μπορούμε να χρησιμοποιούμε μια παλιά μας φορεσιά. Ανεξάρτητα του τι χρησιμοποιούμε, τα ρούχα πρέπει να πλένονται πολύ καλά αμέσως μετά από κάθε χρήση τους.

β) Αδιάβροχα γάντια. Πρέπει να είναι αρκετά μακριά για να προστατεύουν τους καρπούς των χεριών και όταν τα φοράμε να τοποθετούμε τα άκρα τους μέσα στα манίκια της φόρμας εργασίας. Προτού βγάλουμε τα γάντια πρέπει να τα πλένουμε με άφθονο νερό για να αποφεύγουμε τη μόλυνση των χεριών μας.

Αυτό που συμβαίνει συνήθως στην πράξη, να βγάζουμε δηλαδή, τα γάντια όταν κατά τη διάρκεια της εργασίας πρόκειται να καθαρίσουμε το μπεκ του μηχανήματος ραντισμού, πρέπει να το αποφύγουμε εντελώς, παρόλο που έτσι ο χειρισμός γίνεται δυσκολότερος. Ας μη ξεχνούμε ότι η απορρόφηση του δηλητηρίου είναι πολύ μεγαλύτερη όταν έρχεται σε επαφή με υγρά χέρια.

γ) Μάσκα προσώπου και ματιών. Στο εμπόριο υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι, από τα απλά γυαλιά μέχρι τις πιο τελειοποιημένες μάσκες αερίων.

δ) Παπούτσια. Καλό είναι να χρησιμοποιούνται αδιάβροχα παπούτσια, όπως είναι οι πλαστικές μπότες. Επίσης τα άκρα του παντελονιού πρέπει να τοποθετούνται έξω από τις μπότες.

## ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗΣ

Τα γενικά συμπτώματα της οξείας και της χρόνιας δηλητηρίασης από φυτοφάρμακα είναι πονοκέφαλος, κούραση, αδυναμία, ιδρώμα, ζαλάδες, ναυτία και εμετός, διάρροια και ανορεξία.

Αύξηση της έντασης των συμπτωμάτων οδηγεί σε υπερβολική έκκριση σάλιου (σιελόρροια) και ιδρώτα (περιδρωσία), στομαχικούς σπασμούς, τρεμούλιασμα και συσπάσεις.

Ο ασθενής είναι δυνατόν να παρουσιάσει θόλωση της όρασης του, ταχυπαλμία και δυσκολία στην αναπνοή του.

Ισχυρή δηλητηρίαση οδηγεί σε σπασμούς, σε μάτια με μικρές κόρες (μεγέθους κεφαλής καρφίτσας) παράλυση αναπνοής και πιθανώς απώλεια αισθήσεων.

## ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ

Σε περίπτωση δηλητηρίασης από φυτοφάρμακο ο ασθενής πρέπει να οδηγηθεί όσο γίνεται γρηγορότερα στο πλησιέστερο νοσοκομείο. Στο μεταξύ όμως μπορούμε να κάνουμε ορισμένα πράγματα πολύ σημαντικά για την παραπέρα πορεία του ασθενή. Συγκεκριμένα αυτός πρέπει να απομακρύνεται από τη ραντιζόμενη περιοχή, να τοποθετείται, αν είναι δυνατόν, σε σκιαζόμενο μέρος και να φροντίζουμε να παραμένει ήρεμος και ζεστός. Τα μέρη του σώματος του που ήρθαν σε επαφή με την τοξική ουσία πρέπει να πλένονται πολύ καλά με σαπούνι και πολύ νερό, αφού προηγουμένως του έχουμε αφαιρέσει τα μολυσμένα ρούχα, και να του δίνουμε να πει όσο γίνεται περισσότερο νερό.

Στην περίπτωση που η δηλητηρίαση έγινε από το στόμα πρέπει να προσπαθήσουμε να του προκαλέσουμε εμετό δίνοντας του να πει νερό με αλάτι (δυο κουταλάκια του γλυκού αλάτι σε ένα ποτήρι νερό) ή βάζοντας ένα καθαρό αντικείμενο βαθιά στο στόμα του. Καλό είναι να έχει προηγηθεί η πόση μιας ποσότητας γάλακτος.

Αν η τοξική ουσία μπήκε στο μάτι, αυτό πρέπει να πλένεται πολλές φορές με καθαρό νερό. Όταν διαπιστώσουμε ότι ο ασθενής αντιμετωπίζει πρόβλημα αναπνοής, πρέπει να του κάνουμε αμέσως τεχνητή αναπνοή.

Κατά τη μεταφορά του ασθενούς στο νοσοκομείο καλό είναι να παίρνει κάποιος μαζί του την ετικέτα με το όνομα και τις οδηγίες ή αν δεν μπορεί να την ξεκολλήσει, ολόκληρο το κουτί συσκευασίας του φυτοφαρμάκου, ώστε να μάθει ο γιατρός την ακριβή σύνθεση της δραστικής ουσίας. Αυτό έχει μεγάλη σημασία γιατί ο τρόπος θεραπείας εξαρτάται και από το είδος της δηλητηρίασης. Όταν η δηλητηρίαση οφείλεται σε οργανοφωσφορούχες ή καρβαμιδικές ενώσεις σαν αποτελεσματικό αντίδοτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ατροπίνη. Ας σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν κατάλληλα αντίδοτα για τις οργανοχλωριούχες ουσίες και το paraquat.

Πίνακας: Οδηγίες για την ασφαλή χρήση των φυτοφαρμάκων (από Matthews 1979).

### Α. Γενικές οδηγίες πριν από τη χρήση:

1. Μάθετε πρώτα το όνομα του βλαπτικού παράγοντα και το βαθμό της βλάβης.
2. Χρησιμοποιείτε φυτοφάρμακα μόνο όταν είναι εντελώς απαραίτητα.
3. Ρωτήστε και μάθετε τη σωστή μέθοδο καταπολέμησης.
4. Χρησιμοποιείτε πάντοτε το κατάλληλο φυτοφάρμακο. Αν είναι κατάλληλες περισσότερες από μια χημικές ενώσεις, διαλέξτε τη λιγότερο τοξική στα θηλαστικά κι αν είναι δυνατόν, αυτή με τον μικρότερο χρόνο παραμονής.
5. Διαβάστε καλά τις οδηγίες χρήσης της ένωσης που θα χρησιμοποιήσετε.
6. Μάθετε και προμηθευτείτε τον κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό.

7. Όταν κάνετε συχνή χρήση οργανοφωσφορούχων ενώσεων να επισκέπτεστε τακτικά γιατρό για έλεγχο του ύψους της χοληστεράσης στο αίμα.

8. Βεβαιωθείτε ότι τα μηχανήματα εφαρμογής λειτουργούν σωστά και δεν παρουσιάζουν διαρροές.

9. Παίρνετε μαζί σας άφθονο καθαρό νερό, σαπούνι με πετσέτα και καθαρά εφεδρικά ρούχα.

10. Αποθηκεύετε όλα τα φυτοφάρμακα σε ξηρό και ασφαλές μέρος. Αποφεύγετε την εισπνοή στερεών και αερίων παρασκευασμάτων, κυρίως σε περιορισμένους χώρους.

11. Ειδοποιείτε τους περίοικους, ιδίως όταν αυτοί έχουν κυψέλες.

12. Μην παίρνετε μαζί σας περισσότερες από τις απαιτούμενες ποσότητες φυτοφαρμάκων. Μη μεταφέρετε φυτοφάρμακα σε άλλα δοχεία, ιδίως σε μπουκάλια μπίρας ή αναψυκτικών.



## **B. Κατά τη διάρκεια της ανάμειξης και της εφαρμογής:**

1. Φοράτε πάντοτε τον κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό. Σε περίπτωση μόλυνσης του αντικαταστήστε τον με άλλα, καθαρά ρούχα.
2. Επανελέγξτε τις οδηγίες που υπάρχουν πάνω στο κουτί της συσκευασίας.
3. Κατά την ανάμειξη μην επιτρέπετε να πλησιάζουν τρίτοι και κυρίως παιδιά.
4. Μην εργάζεστε ποτέ μόνοι όταν πρόκειται για πολύ τοξικά φυτοφάρμακα.
5. Φροντίστε ώστε το σκεύασμα να μην έρχεται ποτέ σε επαφή με το δέρμα και κυρίως τα μάτια και το στόμα. Τα υγρά σκευάσματα πρέπει να χύνονται με μεγάλη προσοχή για να αποφεύγονται τυχόν πιτσιλίσματα. Αν παρόλα αυτά μολυνθείτε, πλυθείτε αμέσως.

6. Μη τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε κατά την ανάμειξη και τη χρήση.
7. Να έχετε πάντοτε πρόχειρο άφθονο, καθαρό νερό για να πλυθείτε.
8. Ο άνεμος δεν πρέπει να φυσάει ποτέ προς το πρόσωπο σας.
9. Η ανάμειξη των φυτοφαρμάκων πρέπει να γίνεται πάντοτε στις σωστές ποσότητες.
10. Αποφεύγετε την εισπνοή σκόνεων και ατμών.
11. Φροντίζετε ώστε ο άνεμος να φυσάει πάντοτε από το αράντιστο μέρος.
12. Μην αφήνετε στο ύπαιθρο φυτοφάρμακα χωρίς να τα φυλάγετε.
13. Όταν η ανάλυση αίματος δείξει χαμηλό επίπεδο χοληνεστεράσης σταματήστε να ασχολείστε με φυτοφάρμακα.

## Γ. Μετά την εφαρμογή:

1. Τοποθετήστε αμέσως το φυτοφάρμακο που περίσσεψε στην αποθήκη φύλαξης του.
2. Πλένετε τα μηχανήματα ραντισμού αμέσως μετά από κάθε χρήση και μη φυλάγετε σ' αυτά την ποσότητα φυτοφαρμάκου που περίσσεψε.
3. Βγάλτε και πλύνετε τα ρούχα που χρησιμοποιήσατε.
4. Παραχώνετε πάντοτε τα άδεια δοχεία συσκευασίας των φυτοφαρμάκων. Στην περίπτωση που αποφασίσατε να τα κάψετε μη στέκεστε ποτέ κοντά στον καπνό της φωτιάς. Μη χρησιμοποιείτε ποτέ τα άδεια δοχεία για αποθήκευση νερού και τροφών, γιατί ακόμα και το καλύτερο πλύσιμο δεν παρέχει απόλυτη ασφάλεια.
5. Πλυθείτε καλά και φορέστε καθαρά ρούχα.
6. Μην επιτρέπετε σε ξένους να μπαίνουν στη ραντισμένη περιοχή για το καθοριζόμενο από τις οδηγίες χρήσης του φυτοφαρμάκου χρονικό διάστημα.

## ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΕ ΡΑΝΤΙΖΟΜΕΝΕΣ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η χρησιμοποίηση φυτοφαρμάκων σε δασικές εκτάσεις απαιτεί και τη λήψη ορισμένων πρόσθετων μέτρων, που είναι απαραίτητη για την ασφάλεια τόσο αυτών που εργάζονται όσο και αυτών που επισκέπτονται τα δάση. Δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι **ένας επισκέπτης μπορεί να μη γνωρίζει ότι έγινε χρήση φυτοφαρμάκων σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία του δάσους**. Πιο συγκεκριμένα πρέπει να παίρνουμε τα κατάλληλα μέτρα στις εξής περιπτώσεις:

1. Ύπαρξη κυψελών με μέλισσες μέσα ή κοντά στη ραντισμένη περιοχή. Όπως έχει αναφερθεί καλό είναι να διαλέγουμε ένα κατάλληλο για τη δουλειά μας φυτοφάρμακο, που παράλληλα να μην είναι τοξικό για τις μέλισσες.

Όταν αυτό είναι αδύνατο πρέπει να καταλήγουμε σ' εκείνο με τη μικρότερη τοξικότητα. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητο να ενημερώνονται όλοι οι μελισσοκόμοι για το πότε ακριβώς προβλέπεται να γίνει η επέμβαση, ώστε να φροντίζουν για την έγκαιρη απομάκρυνση των κυψελών τους, καθώς επίσης και για το χρονικό διάστημα, μετά την πάροδο του οποίου μπορούν να επαναφέρουν τις κυψέλες τους στη ραντισμένη περιοχή.

Πολλές φορές έχει μεγάλη σημασία και ο τρόπος εφαρμογής του παρασιτοκτόνου με την έννοια ότι όσο περισσότερο περιορισμένη προς το στόχο γίνεται η χρήση, τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος για τις μέλισσες. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιόδους ανθοφορίας της υποβλάστησης, γιατί οι μέλισσες προτιμούν τα φυτά με άνθη.

Η χρήση ενός φυτοφαρμάκου είναι δυνατόν, εκτός από την άμεση νέκρωση των μελισσών, να προκαλέσει και έμμεση ζημιά στους μελισσοκόμους όταν επηρεάζει δυσμενώς την ποσότητα της προσφερόμενης τροφής για τις μέλισσες.

Μείωση της βοσκήσιμης ύλης των μελισσών προκύπτει μετά από κακή εκλογή και χρήση ενός ζιζανιοκτόνου, όταν μαζί με τα καταπολεμούμενα ζιζάνια νεκρώνονται και φυτά με μεγάλη μελισσοκομική αξία. Επίσης η χρήση εντομοκτόνων σε δάση πεύκης είναι δυνατόν, εκτός από την καταπολέμηση διαφόρων βλαπτικών δασικών εντόμων, να προκαλέσει και νέκρωση του φλοιοφάγου εντόμου *Monophlebus* (=Marchalina) *hellenicus*, με τα γλυκά περιττώματα του οποίου τρέφονται οι μέλισσες και παράγουν το γνωστό «πευκόμελο». Γι' αυτό σε περιοχές που υπάρχει το έντομο αυτό, όπως π.χ. είναι τα δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση εντομοκτόνων με ευρύ φάσμα δράσης ή εντομοκτόνων που είναι τοξικά σε μυζητικά έντομα.

2. Βόσκοντα ζώα. Επειδή σήμερα τα περισσότερα δάση βόσκονται, πρέπει να παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία των ζώων. Σε γενικές γραμμές ότι αναφέρθηκε για την προστασία των μελισσών ισχύει και για τα βόσκοντα ζώα. Πέρα όμως από την άμεση προστασία των ζώων πρέπει να ενδιαφερόμαστε και για την άμεση προστασία των ζώων πρέπει να ενδιαφερόμαστε και για την πιθανή έμμεση, **μέσω των ζώων, επιβάρυνση της υγείας του ανθρώπου.** Για το σκοπό αυτό πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα που έχουν μερικά φυτοφάρμακα να μπαίνουν στις τροφικές αλυσίδες.

3. Άλλα προϊόντα. Μέσα στα δάση, και ανάλογα βέβαια με την εποχή του έτους υπάρχουν μερικά άλλα προϊόντα, τα οποία συλλέγονται και καταναλώνονται από τον άνθρωπο. Στα προϊόντα αυτά συγκαταλέγονται τα άγρια χόρτα, τα μανιτάρια, διάφορα βότανα, βατόμουρα, αγριοφράουλες, κλπ. Επειδή τα προϊόντα αυτά καταναλώνονται απ' ευθείας και πολλές φορές σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, πρέπει να παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα για να αποφεύγονται πιθανές δηλητηριάσεις κάθε μορφής.

## Α. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

**Ανθεκτικότητα ή εθισμός (resistance) ενός εντόμου** σ' ένα εντομοκτόνο είναι η ανάπτυξη της ικανότητας του να υποφέρει δόσεις της τοξικής ουσίας, οι οποίες είναι θανατηφόρες για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού του.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ανθεκτικότητα που παρουσιάζεται σ' ένα πληθυσμό δε δημιουργείται από την τοξική ουσία, αλλά απλώς η τοξική ουσία δεν κάνει τίποτε άλλο από το να επιλέγει τα ανθεκτικά άτομα που υπάρχουν ήδη στον πληθυσμό. Σ' ένα πληθυσμό εντόμων π.χ. υπάρχουν ανθεκτικά άτομα προτού ακόμα χρησιμοποιηθεί ένα εντομοκτόνο.

Βέβαια ο αριθμός των ατόμων αυτών είναι πολύ μικρός και σε μερικούς πληθυσμούς του ίδιου είδους μπορεί ακόμα και να απουσιάζουν εντελώς.



Με τη χρησιμοποίηση του εντομοκτόνου τα άτομα αυτά επιζούν και όταν η ανθεκτικότητα αυτή, που δεν είναι τίποτα άλλο από μια ιδιότητα, είναι κληρονομήσιμη, μεταβιβάζεται και στους απογόνους των. Αυτοί θα είναι με τη σειρά τους ανθεκτικοί, και μάλιστα σε μεγαλύτερο ποσοστό, στο ίδιο εντομοκτόνο.

Όταν η διαδικασία αυτή συνεχίζεται έχουμε συνεχή αύξηση του ποσοστού των ανθεκτικών ατόμων, με αποτέλεσμα να φτάσουμε κάποτε στο σημείο το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού να είναι ανθεκτικό, οπότε λέμε ότι αναπτύχθηκε μια ανθεκτική φυλή (ή ανθεκτικός πληθυσμός) του εντόμου.

**Για την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς εντόμων βρέθηκε ότι απαιτούνται ορισμένες προϋποθέσεις όπως:**

**α)** Η ύπαρξη στον αρχικό πληθυσμό ατόμων, έστω και λίγων, που να έχουν κληρονομήσιμη ανθεκτικότητα σε μια συγκεκριμένη τοξική ουσία.

**β)** Η τοξική ουσία να χρησιμοποιείται σε μεγάλη επιφάνεια έτσι ώστε η πιθανότητα διασταύρωσης των ανθεκτικών ατόμων με μη ανθεκτικά που ήρθαν από αράντιστη περιοχή να είναι μικρή. Το μέγεθος της επιφάνειας δεν μπορεί να καθοριστεί απόλυτα, γιατί εξαρτάται από την κινητικότητα του κάθε είδους.

**γ)** Η εφαρμογή της τοξικής ουσίας πρέπει να επαναλαμβάνεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να νεκρώνονται συνεχώς τα μη ανθεκτικά άτομα. Η διάρκεια δε μετριέται σε χρόνο αλλά σε αριθμό γενεών γιατί υπάρχουν μεγάλες διαφορές τόσο από είδος σε είδος όσο και από περιοχή σε περιοχή.

Κατά τις πρώτες 6-10 γενεές τα ανθεκτικά άτομα μένουν σχεδόν απαρατήρητα, επειδή βρίσκονται σε πολύ μικρό αριθμό.

Στη συνέχεια ο αριθμός των ανθεκτικών ατόμων 3-4/ πλασιάζεται σε κάθε νέα γενεά μέχρις ότου από την 20η γενεά και μετά φτάσει να είναι μερικές φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι, ήταν αρχικά.

Οι μηχανισμοί με τους οποίους αναπτύσσεται η ανθεκτικότητα σ' ένα πληθυσμό εντόμων είναι 3 ειδών :

### **1. Φυσιολογική ή βιοχημική ανθεκτικότητα.**

Είναι ο κυριότερος και σπουδαιότερος μηχανισμός ανάπτυξης ανθεκτικότητας και οφείλεται στο ότι στα ανθεκτικά άτομα γίνονται ορισμένες φυσιολογικό-βιοχημικές, κατά τις οποίες με τη δράση ειδικών ενζύμων έχουμε μετατροπή των τοξικών ουσιών σε μη τοξικές. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι σε μερικά έντομα που είναι ανθεκτικά στο DDT υπάρχει το ένζυμο DDT- αφυδροχλωρίνωση, το οποίο βοηθάει στη μετατροπή του DDT στο λιγότερο τοξικό DDE:

Έχει βρεθεί ότι το ένζυμο υπάρχει και σε έντομα που δεν είναι ανθεκτικά στο DDT , αλλά σε μικρή ποσότητα, με αποτέλεσμα να γίνει η αφυδροχλωρίωση του DDT πριν από το θάνατο του εντόμου.

Η ανθεκτικότητα οφείλεται λοιπόν στην ποσότητα του ενζύμου.

Η ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα αποδίδεται κατά κύριο λόγο στην ενζυμική υδρόλυση και αποικοδόμηση της δραστικής ουσίας με τη βοήθεια φωσφατασών και καρβοξυεστερασών.

## **2. Μορφολογική ανθεκτικότητα.**

Ο εθισμός οφείλεται στην ύπαρξη μορφολογικών χαρακτηριστικών που εμποδίζουν την είσοδο του εντομοκτόνου στο σώμα του εντόμου. Είναι όμως δυνατό να μην εμποδίζεται η είσοδος, αλλά απλά να επιβραδύνεται η ταχύτητα εισόδου, οπότε με την αργή διείσδυση το έντομο έχει στη διάθεση του περισσότερο χρόνο και αποτοξικοποιεί (αποικοδομεί) μεγαλύτερη ποσότητα εντομοκτόνου.

### 3. Ηθολογική ανθεκτικότητα.

Η ανθεκτικότητα αυτή οφείλεται στη διαφορετική συμπεριφορά ορισμένων ατόμων, με αποτέλεσμα τα άτομα αυτά να αποφεύγουν τη θανάσιμη επαφή με το εντομοκτόνο ή να προσλαμβάνουν μόνο μια μικρή ποσότητα της ραντισμένης τροφής, που δεν επαρκεί για την νέκρωση τους ή ακόμα και να αποβάλουν τη δηλητηριασμένη τροφή.

Ορισμένες φυλές κουνουπιών δε μένουν παρά ελάχιστα δευτερόλεπτα σε ραντισμένη με DDT τροφή, ενώ άλλα αποφεύγουν τελείως κτίρια με ραντισμένες επιφάνειες. Μερικές προνύμφες εντόμων έχουν αναπτύξει τη συνήθεια να βγάζουν αμέσως από το στόμα τους την πρώτη δαγκωματιά της δηλητηριασμένης τροφής, εμποδίζοντας με τον τρόπο αυτό την είσοδο του εντομοκτόνου στο στομάχι τους.

Η διαπίστωση του αν έχει ή όχι αναπτυχθεί ανθεκτικότητα σ' ένα πληθυσμό εντόμων κυρίως με εργαστηριακά πειράματα και ο βαθμός της ανθεκτικότητας που διαπιστώνεται μετριέται με το πόσες φορές έχει αυξηθεί η  $LD_{50}$  ή η  $LD_{95}$ .

Γενικά θεωρείται ότι υπάρχει ή πρόκειται να υπάρξει πρόβλημα εθισμού όταν η  $LD_{50}$  ενός πληθυσμού είναι μεγαλύτερη από το 10πλάσιο της κανονικής.

Η ανθεκτικότητα, που έχει αναπτυχθεί σ' ένα πληθυσμό εντόμων εναντίον ενός εντομοκτόνου, κάνει πολλές φορές το έντομο ανθεκτικό, αν και σε μικρότερο βαθμό, και σε άλλα εντομοκτόνα. Η ανθεκτικότητα αυτή ονομάζεται έμμεση ή πολυδύναμη ανθεκτικότητα (cross resistance).

Αυτή είναι συχνή σε εντομοκτόνα που έχουν μεγάλη συγγένεια με το αρχικό εντομοκτόνο, γιατί τόσο ο τρόπος δράσης όσο και ο τρόπος αποικοδόμησης των εντομοκτόνων αυτών είναι παρόμοιος. Μια άλλη μορφή ανθεκτικότητας είναι η λεγόμενη πολλαπλή ανθεκτικότητα, που είναι αποτέλεσμα της έκθεσης σε δυο ή περισσότερα εντομοκτόνα, τα οποία δεν είναι συγγενή μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή έχουν την ανάπτυξη δυο μηχανισμών ανθεκτικότητας στο ίδιο έντομο.

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας έχει φτάσει σήμερα σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει οικογένεια βλαπτικών οργανισμών που να μην έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα ή, από το άλλο μέρος, ότι δεν υπάρχει χημική ουσία, που να χρησιμοποιείται για αρκετό χρονικό διάστημα, στην οποία να μην έχει αναπτυχθεί έστω και ένας ανθεκτικός πληθυσμός.

Ο Metcalt (1980) αναφέρει ότι υπάρχουν πάνω από 400 είδη εντόμων και ακάρεων που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ένα τουλάχιστον εντομοκτόνο ή ακαρεοκτόνο.

Οι συνέπειες που μπορεί να έχει η ανθεκτικότητα είναι τεράστιες, γιατί πολλές φορές το πρώτο μέτρο που παίρνεται στην πράξη είναι η αύξηση των δόσεων.

Συνεχής όμως αύξηση των δόσεων, και κυρίως πάνω από μια ορισμένη τιμή, είναι αδύνατη τόσο για λόγους υγείας όσο και για οικονομικούς λόγους.

Αποτέλεσμα αυτού είναι η συνεχής μείωση του αριθμού των χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων.

Ας σημειωθεί εδώ ότι μέχρι σήμερα η βιομηχανία των φυτοφαρμάκων κατόρθωσε, εκεί όπου παρουσιάστηκε πρόβλημα ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών, να το λύσει με την προσφορά νέων σκευασμάτων, παρόλο που η εξεύρεση νέων δραστικών ουσιών ή καταλληλότερων μορφών σκευασμάτων απαιτεί πολύ χρόνο.

Δεν είναι όμως σίγουρο ότι αυτό θα συνεχίζεται έπ' άπειρον.



Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας ήταν εκείνο που έδωσε στις τελευταίες δυο δεκαετίες νέα ώθηση στις προσπάθειες για την ανάπτυξη νέων μη χημικών και κυρίως βιολογικών και βιοτεχνολογικών μεθόδων καταπολέμησης.

Αν και οι περισσότερες περιπτώσεις εμφάνισης ανθεκτικότητας παρατηρήθηκαν σε πληθυσμούς εντόμων το ίδιο συμβαίνει και για τις άλλες κατηγορίες βλαπτικών οργανισμών.

Έτσι, μέχρι το 1976 ήταν ήδη γνωστά 67 είδη φυτοφάγων βακτηρίων και μυκήτων που είχαν αποκτήσει ανθεκτικότητα σε 42 δραστικές ουσίες.

Συνηθισμένη είναι επίσης η ανθεκτικότητα διαφόρων μικροοργανισμών απέναντι στην πενικιλίνη, με αποτέλεσμα αρκετά παθογόνα πρωτόζωα να μη μπορούν πλέον να καταπολεμηθούν με φάρμακα που παλαιότερα ήταν αποτελεσματικά.

Περιπτώσεις ανθεκτικότητας υπάρχουν ακόμα και στα ζιζανιοκτόνα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ανθεκτικότητα του ζιζανίου *Stellaria media* απέναντι στο 2,4 D και την ατραζίνη (atrazine).

Τέλος ανθεκτικότητα παρουσιάστηκε και στα ποντίκια, όπως π.χ. στο *Rattus norvegicus* έναντι των αντιπηκτικών τροκτικών στην κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, καθώς επίσης και στο ποντίκι των πλοίων (*Rattus rattus*).

Υπάρχουν ακόμη περιπτώσεις, στις οποίες διάφορα τροκτικά ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στα βακτήρια της σαλμονέλας (*Salmonell* spp.) και στους ιούς της μυξομάτωσης.

## Η ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ

Αν και υπάρχουν πάμπολλες περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών εντόμων και άλλων μικροοργανισμών, το πρόβλημα αυτό δεν έχει αγγίξει τη δασοπονία, γιατί όλοι οι ανθεκτικοί πληθυσμοί αφορούν είδη με γεωργική ή υγειονομική σημασία.

Συγκεκριμένα στη δασοπονία της Ευρώπης δεν υπάρχει ούτε ένα παράδειγμα εμφάνισης ανθεκτικότητας .

Μόνο στον Καναδά αναφέρεται η περίπτωση του βελονοφάγου εντόμου της ελάτης *Choristoneura fumiferana*, που στα δάση, έγινε επανειλημμένη χρήση του εντομοκτόνου DDT, ανέπτυξε ανθεκτικό πληθυσμό.

Το ότι στη δασοπροστασία δεν υπάρχει πρόβλημα ανθεκτικότητας οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της.

Κανένας δεν αμφιβάλλει ότι στους φυσικούς πληθυσμούς των βλαπτικών στη δασοπονία εντόμων υπάρχουν άτομα με κληρονομήσιμη ανθεκτικότητα στις διάφορες τοξικές ουσίες. Εκείνο που ξεχωρίζει τη δασοπονία, και κυρίως τη λεγόμενη «φυσική δασοπονία», από τη γεωπονία είναι ότι μόνο σπάνια και όταν υπάρχει απόλυτη ανάγκη καταφεύγουμε στη χρήση χημικών μέσων.

Αυτό επιτυγχάνεται με τις προσπάθειες που καταβάλλονται, ώστε να μη διαταράσσεται η φυσική ισορροπία των δασικών οικοσυστημάτων, με την αποδοχή σχετικά υψηλών ορίων ανεκτής πυκνότητας στα βλαπτικά έντομα και ακόμα με την ανεκτικότητα που μπορούμε να δείξουμε σε ορισμένες βλάβες.

Η βασικότερη όμως αιτία για τη μη ανάπτυξη ανθεκτικών πληθυσμών είναι το γεγονός ότι ακόμα και στις περιπτώσεις που καταφεύγουμε στη χρήση χημικών ουσιών αυτές εφαρμόζονται σε σχετικά μικρές εκτάσεις και το κυριότερο δε γίνεται συνεχής επανάληψη στην ίδια περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Επαναλαμβανόμενοι χειρισμοί με φυτοφάρμακα γίνονται μόνο στα δασικά φυτώρια, όπου πράγματι, θεωρητικά τουλάχιστο, υπάρχει η δυνατότητα της συνεχούς επέμβασης για πολλές γενεές του εντόμου. Εδώ όμως δεν υπάρχει ο παράγοντας της μεγάλης επιφάνειας, γιατί τα δασικά φυτώρια είναι μεμονωμένα και η έκταση τους δεν ξεπερνά τις λίγες δεκάδες στρέμματα.

Αν όμως μελλοντικά εγκαταλειφθεί η αρχή της φυσικής δασοπονίας και χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη επιφάνεια ξενικά φυτικά είδη, τότε θα διαταραχθεί η φυσική ισορροπία και πιθανόν να γίνει αναγκαία η καταφυγή στη χημική καταπολέμηση με όλες τις ανεπιθύμητες συνέπειες της.

## ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Τα προβλήματα που συνεπάγεται η ανάπτυξη ενός ανθεκτικού πληθυσμού είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν με προληπτικά και θεραπευτικά μέτρα. Τα μέτρα αυτά είναι (από Τζανακάκη 1980):

### **A. Προληπτικά μέτρα**

1. Ελάττωση του αριθμού των επεμβάσεων
2. Ελάττωση της δόσης
3. Επεμβάσεις τοπικά και όχι γενικευμένες
4. Χρησιμοποίηση ενώσεων με μικρή υπολειμματική διάρκεια
5. Εναλλαγή εντομοκτόνων που έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης
6. Χρησιμοποίηση μειγμάτων από εντομοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης
7. Ενίσχυση των φυσικών εχθρών του εντόμου (δηλαδή εφαρμογή κι άλλων μεθόδων καταπολέμησης)

## **B. Θεραπευτικά μέτρα**

- 1. Αύξηση της δόσης του φυτοφαρμάκου**
- 2. Αντικατάσταση του φυτοφαρμάκου με άλλο διαφορετικής χημικής ομάδας**
- 3. Προσθήκη συνεργιστικών ουσιών, που ενισχύουν τη δραστικότητα τουλάχιστο προσωρινά, αφού οι συνεργιστές δεσμεύουν τα αποικοδομητικά ένζυμα**
- 4. Καταλληλότερη μορφή σκευάσματος**
- 5. Εφαρμογή μη χημικών μεθόδων καταπολέμησης**

## B. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΔΗΜΙΩΝ

Ένας βλαπτικός κι ανεπιθύμητος οργανισμός δεν αποτελεί παρά μόνο ένα ελάχιστο μέρος πολύπλοκου οικοσυστήματος. Ακόμα και στα αγροοικοσυστήματα των εκτεταμένων μονοκαλ-λιεργειών έχει βρεθεί ότι υπάρχουν εκατοντάδες φυτικών και ζωικών οργανισμών και κυρίως εντόμων. Στα φυσικά οικοσυστήματα, όπως είναι π.χ. τα δασικά, ο αριθμός των οργανισμών που υπάρχουν είναι πολύ μεγαλύτερος απ' ό τι στα αγροτικά.

Βέβαια ένας αριθμός από τους οργανισμούς που υπάρχουν σ' ένα οικοσύστημα είναι σπάνια είδη και αντιπροσωπεύονται με πολύ μικρό αριθμό ατόμων. Το σύνολο όμως των οργανισμών αυτών αποτελεί μια ολοκληρωμένη κοινότητα (βιοκοινότητα) με αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων ειδών, έτσι ώστε να μειώνεται η πιθανότητα ένας απ' αυτούς αν αυξηθεί πάρα πολύ και μάλιστα σε επιδημική μορφή.



Ακόμα και ο πληθυσμός των πιο βλαπτικών ειδών ελέγχεται από έναν αριθμό φυσικών εχθρών σε τέτοιο βαθμό, που οι οικονομικά σημαντικές επιδημίες είναι πολύ σπάνιες. Υπάρχει επίσης ένας αριθμός βλαπτικών ειδών που ποτέ δεν έχουν παρατηρηθεί σε επιδημική μορφή, και επομένως δεν έχουν προκαλέσει καταστροφές, επειδή ακριβώς ο πληθυσμός τους διατηρείται από τους μηχανισμούς του οικοσυστήματος σε χαμηλά.

Σ' όλα τα οικοσυστήματα, πολύ δε περισσότερο στα φυσικά, είναι αδύνατο να προβλεφθούν όλες οι πιθανές συνέπειες της εφαρμογής ενός παρασιτοκτόνου. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι, ακόμα και στις περιπτώσεις που η εφαρμογή του φυτοφαρμάκου γίνεται εναντίον ενός συγκεκριμένου στόχου, η επέμβαση αφορά ολόκληρο το οικοσύστημα και όχι μόνο το καταπολεμούμενο είδος. Οποσδήποτε μετά από μια επέμβαση ο αριθμός των νεκρών ατόμων του ανεπιθύμητου είδους είναι πολύ μεγάλος παράλληλη όμως καταστρέφονται και πολύ άλλοι οργανισμοί.

Μεταξύ αυτών υπάρχουν και μερικά είδη που συμμετέχουν στη ρύθμιση της πυκνότητας πληθυσμού του είδους που καταπολεμείται. Πρόκειται κυρίως για παρασιτικά ή αρπακτικά έντομα. Με βάση τα παραπάνω υπάρχουν οι εξής δυνατότητες δημιουργίας επιδημιών μετά από τη χρήση ενός φυτοφαρμάκου.

1. Παράταση επιδημιών ή δημιουργία νέων επιδημιών του ίδιου είδους. Είναι γνωστό ότι τα εντομοφάγα έντομα (παράσιτα και αρπακτικά) είναι πιο ευαίσθητα από τα φυτοφάγα στα χρησιμοποιούμενα σήμερα εντομοκτόνα και κυρίως στα εντομοκτόνα επαφής με ευρύ φάσμα δράσης. Εκτός από την άμεση αυτή επίδραση και νέκρωση που προκαλεί η εφαρμογή ενός εντομοκτόνου στα ωφέλιμα έντομα, τα τελευταία είναι δυνατόν να νεκρώσουν και έμμεσα μέσω της τροφής των.





Αυτό οφείλεται στο ότι η μεγάλη νέκρωση του βλαπτικού, που παρατηρείται μετά από μια επέμβαση, οδηγεί σε συνθήκες έλλειψης τροφής για τα ωφέλιμα έντομα με αποτέλεσμα αυτά να νεκρώνονται ή να αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε άλλη περιοχή όπου υπάρχουν διαθέσιμα θύματα.

Όταν η τοξική ουσία εξαφανισθεί από το περιβάλλον ή καλύτερα όταν η ποσότητα της μειωθεί σε επίπεδο που δεν είναι θανατηφόρο για τα φυτοφάγα έντομα, αυτά αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται γρηγορότερα από πριν, γιατί επικρατούν συνθήκες μειωμένου ανταγωνισμού, αλλά και έλλειψη αρπακτικών και παρασίτων.

Υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες η καταπολέμηση μιας πρόσκαιρης επιδημίας είχε σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή της σε διαρκή επιδημία, επειδή μαζί με το έντομο νεκρώθηκαν και οι φυσικοί του εχθροί. Παράδειγμα αποτελούν οι επιδημίες της *Lymantria dispar* στις Η.Π.Α., όπου διαπιστώθηκε ότι σε περιοχές που γίνονταν χημική καταπολέμηση του εντόμου οι επιδημίες διαρκούν περισσότερο χρόνια.

**2. Δημιουργία επιδημιών άλλου είδους εντόμου.** Η νέκρωση των φυσικών εχθρών, αλλά και η εξαφάνιση διαφόρων άλλων φαινομενικά τουλάχιστον αδιάφορων ειδών, που όμως μπορεί να έχουν μεγάλη σημασία σαν ενδιάμεσοι ξενιστές σπουδαίων παρασίτων ή αρπακτικών, είναι δυνατόν να οδηγήσει στην εμφάνιση επιδημιών άλλων ειδών εντόμων, που δεν ήταν μέχρι τότε επιβλαβή. Τέτοια παραδείγματα υπάρχουν πάρα πολλά στη γεωργία έτσι η εκτεταμένη χρήση του DDT εναντίον της καρπόκαψης των μήλων στην περιοχή της Νάουσας το 1950-1951 θεωρήθηκε σαν η αιτία της μεγάλης αύξησης πληθυσμού του τετρανύχου στις μηλιές, (Τζανακάκης 1980).

Αν και το φαινόμενο της εμφάνισης επιδημιών μετά από εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκου είναι περισσότερο συνηθισμένο στα έντομα, υπάρχουν παραδείγματα εμφάνισης του και σε άλλους οργανισμούς.

Τα ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την καταπολέμηση ενός συγκεκριμένου είδους ζιζανίου, το οποίο είναι δυνατόν να αναπτύσσεται σε συνδυασμό με άλλα, λιγότερο επικίνδυνα ζιζάνια. Η χρησιμοποίηση ενός ζιζανιοκτόνου έχει πολλές φορές σαν αποτέλεσμα τη νέκρωση όλων των πλατύφυλλων ζιζανίων, μερικά από τα οποία μπορεί να ήταν σκληροί ανταγωνιστές του καταπολεμούμενου είδους.

Εάν το ανεπιθύμητο ζιζάνιο είναι φυτό, η ανάπτυξη του οποίου ευνοείται σε έδαφος καθαρό ή ελαφρά καλυπτόμενο από βλάστηση, τότε η εξαφάνιση των ανταγωνιστών του είναι δυνατόν να το κάνει πιο επικίνδυνο απ' ό τι ήταν πριν τη χρήση του ζιζανιοκτόνου. Για παράδειγμα αναφέρεται η ύπαρξη ενός αγριόχορτου στην Αμερική, η γύρις του οποίου προκαλεί μια αλλεργική αντίδραση σε ευαίσθητα άτομα.

Οι υγειονομικές αρχές συνιστούν συχνά την καταπολέμηση του με ζιζανιοκτόνα, μέτρο όμως που οδηγεί συνήθως σε μεγαλύτερη πυκνότητα εμφάνισης του ζιζανίου αυτού.

Συνηθισμένη είναι επίσης η μεγάλη αύξηση ανεπιθύμητων αγροστωδών μετά από την εξαφάνιση των δικοτυλήδων φυτών με τη χρήση ζιζανιοκτόνων.

Στη δασοπονία οι περιπτώσεις εμφάνισης επιδημιών του ίδιου ή άλλου είδους εντόμου μετά από τη χρήση εντομοκτόνων είναι πολύ λίγες. Αυτό αποδίδεται κυρίως στην περιορισμένη εφαρμογή της μεθόδου της χημικής καταπολέμησης.



Ακόμα όμως κι εκεί που έγινε εκτεταμένη και μακροχρόνια χρήση τοξικών ουσιών δεν παρατηρήθηκε παρόμοιο φαινόμενο, μάλλον γιατί τα δασικά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από μια αξιόλογη ικανότητα αποκατάστασης της φυσικής ισορροπίας τους.

Έτσι, οι τυχόν διαταραχές που προκαλούνται σε μια δασική βιοκοινότητα από τη χρήση π.χ. εντομοκτόνων επανορθώνονται σχετικά εύκολα με τη μετανάστευση των νεκρωθέντων αρπακτικών και παρασίτων από τις γύρω περιοχές, στις οποίες δεν έγινε χημική καταπολέμηση.

Επαναλαμβανόμενη όμως χρήση φυτοφαρμάκων σε πολύ μεγάλη επιφάνια δημιουργεί οπωσδήποτε διαταραχές, που δεν είναι δυνατόν να αποκατασταθούν εύκολα και σε μικρό χρονικό διάστημα.

## Γ. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Οι ανεπιθύμητες επιδράσεις των φυτοφαρμάκων στα φυτά προέρχονται από τη φυτοτοξική ενέργεια και δράση που χαρακτηρίζει πολλά από αυτά. Μερικά από τα θειούχα και χαλκούχα μυκητοκτόνα καθώς επίσης και ορισμένα εντομοκτόνα μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στις ρίζες, τον κορμό, τους βλαστούς, τα φύλλα, τα άνθη, τους καρπούς ή τους σπόρους των δένδρων, καθώς επίσης είναι δυνατόν να επηρεάσουν ορισμένες φυσιολογικές δραστηριότητες του φυτού, όπως το ρυθμό αύξησης, αναπνοής, διαπνοής, κλπ.

Μερικές φορές η φυτοτοξικότητα είναι δυνατόν να προκληθεί έμμεσα, μέσω της μεταβολής των εδαφικών συνθηκών. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν ορισμένες αρσενικούχες ενώσεις, η συχνή χρήση των οποίων οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε Αρσενικό, που με τη σειρά του προκαλεί την εμφάνιση των φυτοτοξικών επιδράσεων.

Τα φυτοφάρμακα εκείνα που προκαλούν τις μεγαλύτερες βλάβες στα φυτά, και επομένως είναι τα περισσότερο επικίνδυνα, είναι τα ζιζανιοκτόνα, γιατί αυτά είναι έτσι φτιαγμένα, ώστε να έχουν μεγάλη φυτοτοξικότητα.

Με την κατάλληλη εκλογή του είδους του ζιζανιοκτόνου και τη σωστή, από απόψεως χρόνου και τρόπου, εφαρμογή του είναι σήμερα δυνατή, η χρησιμοποίηση των λεγόμενων εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων, που νεκρώνουν μόνο τα ανεπιθύμητα φυτά, χωρίς να προκαλούν βλάβες στην καλλιέργεια.

Παρόλα όμως αυτά δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις πρόκλησης σοβαρών ζημιών όταν επικρατούν απρόβλεπτες ακραίες καιρικές συνθήκες ή όταν κατά την εφαρμογή του το ζιζανιοκτόνο παρασύρεται από τον άνεμο σε γειτονικά πολύτιμα φυτά ή καλλιέργειες.

Η φυτοτοξικότητα των φυτοφαρμάκων διακρίνεται στην οξεία, όταν εμφανίζεται τις πρώτες ημέρες (συνήθως 1-2 ημέρες) μετά την επέμβαση και στη χρόνια όταν τα συμπτώματα εμφανίζονται μετά από αρκετές εβδομάδες.

Ο βαθμός των προκαλούμενων ζημιών δεν εξαρτάται μόνο από τη δραστική ουσία ενός συγκεκριμένου φυτοφαρμάκου, αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες, όπως τη μορφή του σκευάσματος, τη δοσολογία, την ειδική ευαισθησία του φυτικού είδους ή των διαφόρων οργάνων του, των καιρικών συνθηκών που επικρατούν κατά ή μετά την επέμβαση, καθώς επίσης και από τις ιδιότητες του εδάφους.

Η χρήση κυρίως των ζιζανιοκτόνων παρουσιάζει κατά τις τελευταίες δυο δεκαετίες μια συνεχή ανοδική πορεία, γιατί αποτελούν ένα φτηνό, αποτελεσματικό και γρήγορο τρόπο καταπολέμησης των ζιζανίων σε μια εποχή όπου η εξεύρεση εργατικών χεριών είναι δύσκολη και οικονομικά δυσβάστακτη.

Παρουσιάζεται όμως συχνά το φαινόμενο της κατάχρησης, όπως ακριβώς έγινε και με την εμφάνιση των πρώτων οργανικών εντομοκτόνων, με όλες τις δυσμενείς και ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ήδη άρχισαν, εδώ και μερικά χρόνια, να γίνονται γνωστές οι πρώτες περιπτώσεις αδυναμίας στην καταπολέμηση ζιζανίων σε περιοχές που προηγήθηκε επανειλημμένη και μακροχρόνια χρήση τους. Εκτός όμως από τον κίνδυνο εθισμού υπάρχει και το τρομακτικό πρόβλημα της εξαφάνισης μεγάλου αριθμού φυτικών ειδών με τεράστιες και προς το παρόν ανυπολόγιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον, οι γενετικοί πόροι του οποίου συνεχώς μειώνονται. Το αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι η χρήση ζιζανιοκτόνων για στρατιωτικούς σκοπούς.

## Δ. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Ένα μεγάλο μέρος των διαφόρων φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στο ύπαιθρο αλλά και των τοξικών προϊόντων της αποικοδόμησης τους καταλήγει στο έδαφος. Αποτέλεσμα της μόλυνσης και του εμπλουτισμού του εδάφους με φυτοφάρμακα είναι ή σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό μεταβολή των χημικών, φυσικών και βιολογικών ιδιοτήτων του.

Ο βαθμός της μόλυνσης του εδάφους εκτός από το είδος της τοξικής ουσίας και τη μορφή του σκευάσματος εξαρτάται και από πολλούς άλλους παράγοντες, όπως το είδος του εδάφους, τη θερμοκρασία και την υγρασία του, την κίνηση του αέρα, το είδος της καλλιέργειας, τα λαμβανόμενα καλλιεργητικά μέτρα, τη μέθοδο εφαρμογής του φυτοφαρμάκου και τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Τα εντομοκτόνα παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, παρά σε ορυκτά εδάφη. Η πρόσληψη όμως των εντομοκτόνων από τα φυτά είναι μεγαλύτερη σε ορυκτά παρά σε οργανικά εδάφη. Η επίδραση της υγρασίας του εδάφους βασίζεται στο ότι το νερό εκτοπίζει τις τοξικές ενώσεις από τους κόκκους του εδάφους, διευκολύνοντας έτσι την εξαέρωση τους. Η δράση όμως της υγρασίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του φυτοφαρμάκου. Η υγρασία του εδάφους είναι ακόμη απαραίτητη στο μεταβολισμό ορισμένων μικροοργανισμών, που είναι σε θέση να αποικοδομούν τοξικές ουσίες. Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζει τη διάσπαση και την εξαέρωση των φυτοφαρμάκων μέσα στο έδαφος. Η καλλιέργεια εκθέτει το έδαφος στον αέρα και συντελεί στη γρηγορότερη εξαέρωση των φυτοφαρμάκων. Όταν όμως η καλλιέργεια γίνεται μετά από τη χρήση του φυτοφαρμάκου, τότε αυτό καλύπτεται από το έδαφος και παραμένει δεσμευμένο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Για μερικά από τα οργανοχλωριούχα, τα οποία δεσμεύονται στα τεμαχίδια του εδάφους ισχυρότερα από όλα τα άλλα φυτοφάρμακα, βρέθηκε το εξής:

Χωρίς κατεργασία του εδάφους μετά την εφαρμογή ο μισός χρόνος ζωής (hal-life) του  $\gamma$ -BHC (Lindane) ήταν περίπου 5 εβδομάδες, του dieldrin 9 και του DDT 18 εβδομάδες.

Όταν την εφαρμογή ακολούθησε κατεργασία του εδάφους ο αντίστοιχος χρόνος ήταν 15-20 εβδομάδες για το BHC, 4-7 χρόνια για το dieldrin και 5-8 χρόνια για το DDT.

Η για μεγάλο χρονικό διάστημα ισχυρή δέσμευση ορισμένων φυτοφαρμάκων στο έδαφος, από το ένα μέρος σημαίνει ότι η μόλυνση του εδάφους διαρκεί πολύ, από το άλλο όμως μέρος συντελεί στο να μη μολύνονται εύκολα τα υπόγεια νερά, οι πηγές, τα ποτάμια και γενικά τα αποθέματα νερού.



Στην αποικοδόμηση και απομάκρυνση των φυτοφαρμάκων από το έδαφος συντελεί ακόμα το είδος της καλλιέργειας, γιατί μερικά φυτά (όπως π.χ. τα καρότα) έχουν την ικανότητα να αποσπούν μεγαλύτερες ποσότητες απ' ότι άλλα, και η ύπαρξη μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών.

Αν και είναι γεγονός ότι ακόμα και οι πιο σταθερές οργανοχλωρικές ενώσεις εξαφανίζονται σιγά-σιγά από το έδαφος, μικρό μόνο μέρος της εξαφάνισης αυτής είναι δυνατόν να αποδοθεί στην αποικοδόμηση από τη δράση των μικροοργανισμών ή άλλων παραγόντων.

Το μεγαλύτερο μέρος ακολουθεί άλλο δρόμο εξαφάνισης: Λίγο μεταφέρεται στα φυτά, λίγο εξατμίζεται μόνο του ή με το νερό του εδάφους και λίγο αποπλύνεται με το νερό, φτάνοντας έτσι στα ρυάκια, τα ποτάμια και τελικά στη θάλασσα. Τέλος λίγο προσλαμβάνεται από τα ζώα και μπαίνει στις τροφικές αλυσίδες.

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους εξαρτιούνται κατά μεγάλο μέρος από τις χημικές ιδιότητες και μεταβάλλονται μ' αυτές. Πολλές λεπτομέρειες για την επίδραση των φυτοφαρμάκων στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους δεν είναι γνωστές. Έτσι, μετά από χρήση ζιζανιοκτόνων διαπιστώθηκε μερικές φορές ότι το έδαφος έγινε συμπαγέστερο και επιφανειακά σκληρότερο απ' ότι ήταν πριν.

Αντίθετα έχουν γίνει πολλές έρευνες για τις μεταβολές των βιολογικών συνθηκών του εδάφους μετά από χρήση φυτοφαρμάκων. Πολλά από τα εντομοκτόνα είναι δυνατόν να έχουν πρόσκαιρες βλαβερές επιδράσεις σ' ορισμένους, τουλάχιστον, οργανισμούς του εδάφους.

Η βλαπτικότερη απ' τις διάφορες ομάδες εντομοκτόνων είναι η ομάδα των χλωριωμένων υδρογονανθράκων, λόγω της μεγάλης σταθερότητας που δείχνουν οι ενώσεις αυτές, ενώ τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα είναι λιγότερο επιβλαβή, γιατί αποικοδομούνται ευκολότερα.

Από τις πολυάριθμες ομάδες των ασπόνδυλων ζωικών οργανισμών που ζουν στο έδαφος και που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανακύκλωση των φυτικών υπολειμμάτων, με το να τα τεμαχίζουν σε μικρότερα κομμάτια κάνοντας τα πιο ευπρόσβλητα στους μικροοργανισμούς (μύκητες και βακτήρια), βρέθηκαν 4 με τη μεγαλύτερη ευπάθεια απέναντι στα εντομοκτόνα.

**Οι 4 ομάδες οργανισμών ήταν**

(α) τα αρπακτικά ακάρεα,

(β) τα Pauropoda,

(γ) η οικογένεια Isotomidae από τα Collembola και

(δ) προνύμφες δίπτερων.

Άλλες ομάδες οργανισμών μεταξύ των οποίων και τα σκουλήκια (Lumbricidae) βρέθηκε ότι δεν επηρεάζονται πολύ από μέτριες συγκεντρώσεις εντομοκτόνων, ενώ σε άλλες ομάδες (πολλά είδη Κολλεμβολών και μη αρπακτικών ακαρέων) παρατηρήθηκε αύξηση του πληθυσμού μέχρι και 400% μετά τη χρήση εντομοκτόνων, το φαινόμενο της αύξησης οφείλεται στο ότι οι τοξικές ουσίες νεκρώνουν τους αρπακτικούς οργανισμούς, οι οποίοι θεωρούνται σαν οι σημαντικότεροι ρυθμιστές της μεταβολής του πληθυσμού των ομάδων που αναφέρθηκαν.

Εκτός από τα εντομοκτόνα και άλλες ομάδες φυτοφαρμάκων, όπως τα ζιζανιοκτόνα και τα μυκητοκτόνα είναι δυνατόν να επιδρούν δυσμενώς στους οργανισμούς και μικροοργανισμούς του εδάφους. Ακόμα και η μυκόριζα νεαρών δενδριλλίων μπορεί να επηρεαστεί μετά την απολύμανση του εδάφους με διάφορες τοξικές ουσίες και κυρίως με νηματωδοκτόνα και ζιζανιοκτόνα.

Η διάρκεια της οικολογικής ανισορροπίας που ακολουθεί τη χρήση τοξικών ουσιών στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από δυο παράγοντες:  
(α) τη διάρκεια παραμονής της χημικής ένωσης στο έδαφος και  
(β) την απόλυτη τοξικότητα της.

Όσο δηλαδή σταθερότερη και τοξικότερη είναι μια ουσία, τόσο μεγαλύτερη και διαρκέστερη είναι η επίδραση της στους οργανισμούς του εδάφους. Φαίνεται πάντως ότι απ' τους δυο αυτούς παράγοντες ο σημαντικότερος είναι η σταθερότητα του φυτοφαρμάκου, μιας και οι οργανισμοί του εδάφους είναι εκτεθειμένοι σ' αυτό για απεριόριστο χρονικό διάστημα.

## **Ε. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ**

### **ΣΤ. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΩΦΕΛΙΜΑ ΖΩΑ**

- α) Στα πουλιά*
- β) Στα ψάρια*
- γ) Στα βόσκοντα ζώα*

### **Ζ. ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ**

## ΑΠΩΘΗΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Είναι ουσίες που απωθούν διάφορα είδη ζώων μακριά από τα φυτά πάνω στα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί, προστατεύοντας τα έτσι από μία πιθανή προσβολή.

Οι χημικές αυτές ουσίες δρουν μέσω των αισθητηρίων οργάνων των ζώων και κυρίως μέσω της οσμής και της γεύσης. Αυτές που δρουν μέσω της γεύσης ονομάζονται και αντιτροφικές ή αντιβρωτικές ουσίες (phagodeterrents).

Η δράση των απωθητικών ουσιών δεν είναι απόλυτη με αποτέλεσμα πολλές φορές να μην επιτυγχάνεται πλήρης προστασία αλλά μια μείωση μόνο του βαθμού προσβολής. Επίσης παρατηρείται τακτικά το φαινόμενο του εθισμού των ζώων σε μια συγκεκριμένη ουσία, γι' αυτό και συνιστάται να γίνεται συχνή αλλαγή της χημικής ένωσης εφ' όσον βέβαια υπάρχουν διαθέσιμες στην αγορά περισσότερες από μια.

Η χρησιμοποίηση των απωθητικών ουσιών είναι σε γενικές γραμμές περιορισμένη. Οι περισσότερο γνωστές χημικές ενώσεις είναι εκείνες που έχουν άμεση σχέση με την προστασία του ανθρώπου, αλλά και των οικιακών ζώων από τα τσιμπήματα διαφόρων εντόμων, μεταξύ των οποίων την πρώτη θέση έχουν τα κουνούπια (Culicidae), οι σκνίπες (Psycholidae) και τα τσιμπούρια (Ixodidae).

Στη δασοπονία ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται για την προστασία των δένδρων από τα διάφορα ζώα του δάσους και τα πουλιά. Για τον περιορισμό των ζημιών που προκαλούνται σε πολύτιμα νεαρά φυτάρια μπορούμε να ραντίσουμε ή αν αλείψουμε τους βλαστούς με σκευάσματα που έχουν σαν βάση πίσσες, πετρέλαιο, λίπη, κηρώδεις ουσίες, κλπ.

Ανάλογα με το ιξώδες τους οι ουσίες αυτές διακρίνονται στις λεπτόρρευστες που ραντίζονται και στις παχύρρευστες που αλείφονται. Οι δεύτερες είναι περισσότερο κατάλληλες όταν θέλουμε να προστατεύσουμε μόνο τον επικόρυφο βλαστό και οι πρώτες όταν επιθυμούμε την προστασία ολόκληρου του φυτού.



Η ίδια μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και για την αποφυγή της αποφλοιώσης που προκαλείται από ορισμένα ζώα (π.χ. ελάφια, ζαρκάδια, κλπ) σε δένδρα μεγαλύτερης ηλικίας κατά τους χειμερινούς κυρίως μήνες που τα ζώα αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα εξεύρεσης τροφής. Για το σκοπό αυτό ραντίζουμε ή αλείφουμε το φλοιό των προτιμώμενων δένδρων από το ριζικό κόμβο μέχρι ενός ύψους 1,6–1,8 μέτρων, φροντίζοντας να καλύψουμε ολόκληρη την περίμετρο του δένδρου.

Όπου απαιτείται η λήψη ενός τέτοιου δένδρου δεν είναι απαραίτητο να προστατεύονται όλα τα δένδρα μιας συστάδας. Ο ραντισμός καλό είναι να περιορίζεται μόνο στα άτομα του μέλλοντος, γιατί έτσι και προστασία των πολυτιμότερων δένδρων έχουμε και τροφή αρκετή παραμένει για τα ζώα.

Κατά την εκλογή του κατάλληλου σκευάσματος, πρέπει να φροντίζουμε, ώστε αυτό να χαρακτηρίζεται από σίγουρη και μακροχρόνια απωθητική δράση, καλή προσκόλληση στο φλοιό των δένδρων, καθώς επίσης να είναι ακίνδυνο για τα δένδρα και να εφαρμόζεται εύκολα.

Μια από τις αποθητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την προστασία των δένδρων από τα ελάφια είναι το Ziram (Zinc dimethyldithiocarbamate) που χαρακτηρίζεται και από μυκητοκτόνο δράση. Αυτό χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με το Z.I.P. (Polyethylen polysulfide) και το Thiram (tetramethylthiuram disulfide). Υπάρχουν επίσης και μερικές διασυστηματικές δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την απώθηση από τα φυτάρια των βοσκόντων ζώων.

Πρόκειται για ισχυρά τοξικές ουσίες που κατά την φύτευση των φυταρίων τοποθετούνται στους λάκκους και στη συνέχεια προσλαμβάνονται από τα φυτά. Όταν τα ζώα τρώνε τέτοια φυτάρια παθαίνουν μία ελαφρά δηλητηρίαση και μαθαίνουν γρήγορα να τα αποφεύγουν. Γνωστά στην κατηγορία αυτή είναι τα φυτοφάρμακα: Tetramin και Schradan (octamethylpyropsophoramide)

## ΕΛΚΥΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Με τον όρο «ελκυστικές ουσίες» εννοούμε όλες τις ουσίες που χρησιμοποιούνται για την προσέλκυση και συγκέντρωση των ατόμων ενός βλαπτικού οργανισμού κοντά σ' αυτές. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης και οι ουσίες που προκαλούν ή διεγείρουν τη βρώση προϊόντων που έχουν τις ουσίες αυτές (Phagostimulants).

Στις καθαρά ελκυστικές ουσίες ανήκουν οι φερομόνες. Αυτές είναι ουσίες που παράγονται από ζωικούς οργανισμούς (οι πιο πολλές από τις γνωστές φερομόνες αφορούν έντομα) και ελευθερώνονται στην επιφάνεια του σώματος ή στο περιβάλλον προκαλώντας χαρακτηριστικές αντιδράσεις συμπεριφοράς ή φυσιολογίας σε άλλα άτομα του ίδιου κατά κανόνα είδους.

Στη δασοπονία ενδιαφέρον παρουσιάζουν δυο κυρίως κατηγορίες φερομονών, οι σεξουαλικές και συναθροιστικές.

Οι περισσότερες από τις μέχρι σήμερα γνωστές σεξουαλικές φερομόνες αφορούν έντομα της τάξης των λεπιδοπτέρων και παράγονται σχεδόν αποκλειστικά από τα θηλυκά άτομα με σκοπό την προσέλκυση των αρσενικών.

Όσον αφορά τις συναθροιστικές φερομόνες, αυτές εκλύονται από τα θηλυκά ή αρσενικά άτομα ενός είδους και προσελκύουν άτομα και των δυο φύλλων. Από τις συναθροιστικές φερομόνες ενδιαφέρον στη δασοπονία παρουσιάζουν αυτές των Scolididae.

Σε γενικές γραμμές η χρησιμοποίηση των φερομονών στην πράξη στηρίζεται κατ' αρχάς στον εντοπισμό και τη μελέτη τους σ φυσικούς πληθυσμούς των ζώων.

Στη συνέχεια, και εφ' όσον διαπιστωθεί ενδιαφέρον για μια συγκεκριμένη φερομόνη, καταβάλλεται προσπάθεια να ευρεθεί η σύνθεση τους και να παραχθεί τεχνητά. Η τεχνητές αυτές ουσίες σε πιθανό συνδυασμό με άλλες που βελτιώνουν και αυξάνουν τη δράση τους, παίρνουν τη μορφή διαφόρων κατάλληλων σκευασμάτων, με την οποία χρησιμοποιούνται πλέον στην πράξη.

Τα προσφερόμενα στο εμπόριο φερομονικά σκευάσματα για την καταπολέμηση βλαπτικών δασικών εντόμων χρησιμοποιούνται με δυο τρόπους:

- α) τη συγκέντρωση των εντόμων σε καθορισμένες θέσεις όπου είναι εύκολη η εξόντωση τους,
- β) τη σύγχυση των εντόμων με σκοπό την παρεμπόδιση της συνάντησης των δυο φύλλων.

Στην περίπτωση της καταπολέμησης των λεπιδοπτέρων με τη βοήθεια των σεξουαλικών φερομενικών σκευασμάτων εφαρμόζονται και οι δυο μέθοδοι. Κατά την πρώτη διανέμεται σε μια περιοχή μεγάλος αριθμός παγίδων με την κατάλληλη συγκέντρωση φερομονικού σκευάσματος.

Στις παγίδες αυτές έχουμε ομαδική προσέλκυση και νέκρωση των αρσενικών ατόμων του είδους του οποίου επιθυμείται η καταπολέμηση, με αποτέλεσμα να περιοριστεί σημαντικά ο αριθμός των ατόμων που θα παραμείνουν στη φύση και θα κατορθώσουν να συζευχθούν με τα θηλυκά. Όπως γίνεται αντιληπτό, η μέθοδος αυτή δεν εγγυάται μεγάλη επιτυχία, γιατί ένας σημαντικός αριθμός θηλυκών θα κατορθώσει αν δώσει απογόνους.



Για το λόγο αυτό, πολλές φορές, η χρησιμοποίηση των φερομονικών παγίδων δεν αποσκοπεί στην άμεση καταπολέμηση αλλά στον ακριβή προσδιορισμό της εποχής πτήσης και της πυκνότητας πληθυσμού ενός εντόμου.

Η μέθοδος της σύγχυσης βασίζεται στο γεγονός ότι όταν σε μια περιοχή υπάρχουν πάρα πολλές πηγές έλκυσης φερομόνης τότε δημιουργείται ένας από-προσανατολισμός των αρσενικών με αποτέλεσμα να μη μπορούν να βρουν τα θηλυκά για να τα γονιμοποιήσουν. Ένας εύκολος τρόπος εφαρμογής της μεθόδου αυτής είναι η διασπορά ενός κοκκώδους φερομονικού σκευάσματος που αποτελείται από μικροκάψουλες διαμέτρου 100 – 300μ.

Η μέθοδος της σύγχυσης του αρσενικού, που λέγεται και μέθοδος της παρεμπόδισης του αρσενικού, έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην καταπολέμηση των δασικών εντόμων. *Rhyacionia buoliana* και *Lymantria dispar* και υπόσχεται πολλά για το μέλλον.

Η εφαρμογή της βέβαια απαιτεί την ύπαρξη ορισμένων προϋποθέσεων όπως π.χ. ότι η πυκνότητα πληθυσμού του εντόμου πρέπει να είναι μικρή και η σύνθεση του σκευάσματος να κάνει δυνατή την έλκυση της φερομόνης σε μεγάλη ποσότητα και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό, εκεί όπου είναι επιθυμητή η εκρίζωση ενός βλαπτικού εντόμου, προτείνεται να προηγείται η χρήση μιας εντομοκτόνου ουσίας που θα μειώσει σημαντικά την πυκνότητα πληθυσμού.

Για την καταπολέμηση διαφόρων ειδών της οικογένειας των Κολεοπτέρων Scolytidae εφαρμόζεται μόνο η μέθοδος της προσέλκυσης και θανάτωσης.

Στην πράξη η μέθοδος αυτή συνδυάζεται με τη μέθοδο των δενδροπαγίδων.



Έτσι, ολόκληρα κομμένα δέντρα ή κορμοτεμάχια εφοδιάζονται με την απαιτούμενη ποσότητα της συνθετικής φερομόνης που υπάρχει στο εμπόριο, αφού προηγουμένως έχουν ραντιστεί με ένα εντομοκτόνο επαφής με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια.

Τα έντομα που προσελκύονται από το φερομονικό σκεύασμα προσγειώνονται στη δενδροπαγίδα, έρχονται σε επαφή με την τοξική ουσία και νεκρώνονται.

Εκτός από τις δενδροπαγίδες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και διάφορα άλλα κατάλληλα είδη τεχνητών παγίδων, από τις οποίες οι περισσότερο συνηθισμένες είναι οι κυλινδροειδείς.

Οι τεχνητές αυτές παγίδες πλεονεκτούν έναντι των δενδροπαγίδων στο ότι μπορεί να έχουν μεγαλύτερη επιτυχία στην προσέλκυση των εντόμων, επαναχρησιμοποιούνται πολλές φορές και στο τέλος με τις παγίδες αυτές αποφεύγουμε τη χρήση εντομοκτόνων, γιατί η νέκρωση των εντόμων που προσελκύονται γίνεται με άλλους τρόπους (π.χ πέφτουν σε ένα δοχείο με νερό και πνίγονται).

Μειονεκτούν όμως στο ότι προσβάλλει τα γειτονικά προς τις παγίδες δέντρα και στο ότι πολλές φορές μαζί με τα βλαπτικά προσελκύνονται και νεκρώνονται και οι φυσικοί τους εχθροί, όπως π.χ τα αρπαχτικά τους.

Το δεύτερο μειονέκτημα είναι βέβαια δυνατόν να περιοριστεί ή ακόμα και να εξαλειφθεί με την κατάλληλη κατασκευή των παγίδων.

Από τα φερομονικά σκευάσματα που υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο για την καταπολέμηση βλαπτικών δασικών εντόμων τα περισσότερο χρησιμοποιηθέντα είναι το Tyrolur εναντίον του *Irs tyrographus* και το Lineation εναντίον του ξυλοφάγου εντόμου *Xyloterus lineatus*.

## ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Με τον όρο ανασταλτικές ουσίες εννοούμε όλες εκείνες τις ουσίες που σταματούν ή εμποδίζουν την ανάπτυξη ή τον πολλαπλασιασμό ενός οργανισμού, χωρίς να προκαλούν τον άμεσο θάνατό του, ο οποίος όμως έρχεται αργότερα σαν αποτέλεσμα της παρεμπόδισης της ανάπτυξης του. Εδώ εντάσσονται ουσίες διαφόρων κατηγοριών όπως οι στειρωτικές, τα αντιβιοτικά, τα ορμονικά ανάλογα και αυτές που εμποδίζουν την έκδυση.

**Στερωτικές.** Είναι ενώσεις που επηρεάζουν δυσμενώς τον πολλαπλασιασμό ενός οργανισμού προκαλώντας τη στέρωση του.

Οι χημικοστερωτικές αυτές ουσίες έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερο εναντίον των εντόμων, στο σώμα των οποίων μπαίνουν κυρίως με την τροφή ή από το δερμάτιο.

Οι πιο συνηθισμένες είναι διάφορες αλκυλιωτικές ουσίες που είναι πολύ δραστικές, τόσο στα θηλυκά όσο και στα αρσενικά άτομα. Οι ουσίες αυτές έχουν προς το παρόν χρησιμοποιηθεί μόνον στο εργοστάσιο ή σε περιορισμένα υπαίθρια πειράματα, γιατί όλες οι γνωστές χημικοστερωτικές ενώσεις είναι πολύ επικίνδυνες στον άνθρωπο και γενικότερα σ' όλους τους ζωϊκούς οργανισμούς.

**Αντιβιοτικά.** Τα αντιβιοτικά που χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στην ιατρική είναι προϊόντα του μεταβολισμού διαφόρων μικροοργανισμών. Στη φυτοπροστασία έχουν βρεθεί ορισμένα αντιβιοτικά που δρουν εναντίον βακτηρίων των γενών *Pseudomonas* και *Erwinia* καθώς επίσης και εναντίον μυκήτων. Αντιβιοτικά έχουν χρησιμοποιηθεί εναντίον των δασοπαθολογικών μυκήτων *Ceratocystis ulmi*, που προκαλεί την Ολλανδική ασθένεια της πελιάς, *Armillaria mellea*, *Cronatium ribicola*, *Botrytis cinerea* και *Pythium ultimum*. Η μέθοδος όμως αυτή δε βρήκε ακόμη μεγάλη πρακτική εφαρμογή.

**Ορμονικά ανάλογα.** Οι ενώσεις αυτές είναι φυσικής ή και συνθετικής προέλευσης που, όπως και η λέξη το λέει, προκαλούν στα έντομα επιδράσεις παρόμοιες με αυτές των ορμονών.

Οι κυριότερες από τις ορμόνες που ελέγχουν την ανάπτυξη των εντόμων είναι η νεανική ορμόνη (juvenile hormon) και η εκδυσόνη. Και οι δυο αυτές ορμόνες είναι απαραίτητες για την έκδυση των εντόμων για να μπορέσουν όμως τα έντομα να ωριμάσουν γεννητικά πρέπει, σε κάποιο στάδιο της ανάπτυξής τους, να σταματήσει η παραγωγή της νεανικής ορμόνης.

Αν στην περίοδο που λείπει η νεανική ορμόνη δώσουμε στα έντομα την ορμόνη αυτή προκαλείται ανωμαλία στην παραπέρα ανάπτυξή τους με τελικό αποτέλεσμα τη νέκρωση.

Σε ορισμένα είδη εντόμων οι νεανικές δρουν και σαν στειρωτικές των θηλυκών, ενώ σε άλλα είδη προκαλούν και νέκρωση τω αυγών. Η είσοδος των αναλόγων των νεανικών ορμονών στο σώμα του εντόμου γίνεται τόσο από το δερμάτιο (δράση με την επαφή), όσο και από το στόμα (δράση στομάχου).

Σε αντίθεση με την νεανική ορμόνη, που όταν δοθεί σε προνύμφες εντόμων εμποδίζει τη φυσιολογική εξέλιξη της μεταμόρφωσης και παρατείνει το προνυμφικό στάδιο, η εκδυσόνη προκαλεί στις προνύμφες έκδυση και δίνει νύμφες και τέλεια έντομα. Η εκδυσόνη δε μπορεί να μπει στο σώμα του εντόμου διαπερνώντας το δερμάτιο, αλλά μόνο από το πεπτικό σύστημα.

Και πάλι όμως δεν μπορεί να διαπεράσει εύκολα το δερμάτιο που καλύπτει εσωτερικά το στομάχι, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η πρακτική της εφαρμογής.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των ορμονικών αναλόγων που δοκιμάστηκαν μέχρι τώρα είναι η έλλειψη τοξικότητας για τα θερμόαιμα ζώα και η εξειδικευμένη τους δράση. Η δράση των αναλόγων των νεανικών ορμονών περιορίζεται ακόμα και σε ορισμένες ομάδες εντόμων.

Για παράδειγμα αναφέρεται ότι από ανάλογα που παράγονται στις Η.Π.Α. το Methoprene χρησιμοποιείται εναντίον διπτέρων και κυρίως αφίδων. Μα άλλη χαρακτηριστική ιδιότητα των ουσιών αυτών είναι η σχετική εύκολη βιολογική ιδιότητα των ουσιών αυτών είναι η σχετικά εύκολη βιολογική τους αποικοδόμηση, που από άλλους θεωρείται σαν πλεονέκτημα (προστασία του περιβάλλοντος) και από άλλους σαν μειονέκτημα (περιορισμένη αποτελεσματικότητα).

Το κυριότερο μειονέκτημα τους είναι η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται σε ορισμένο στάδιο ανάπτυξης του εντόμου, πράγμα που μειώνει την αποτελεσματικότητά τους σε ανομήλικους πληθυσμούς.



*Ουσίες που εμποδίζουν την έκδυση.* Η περισσότερο γνωστή από τις ενώσεις της κατηγορίας αυτής που έχουν δοκιμασθεί μέχρι σήμερα είναι το Diflubenzuron (εμπορικό όνομα Dimilin).

Το Dimilin είναι ένα παράγωγο της ουρίας (1 – (4 - χλωροφαίνυλλο) - 3 –(2, 6 – διφθοροβενζοϋλο) ουρία) που παρήχθηκε στην Ολλανδία το 1972-1973.

Προσλαμβανομένου με την τροφή εμποδίζει στις προνύμφες των αρθροπόδων και σ' ορισμένες νηματώδεις την κανονική δημιουργία του χιτινώδους ενδοδερματίου, με αποτέλεσμα τη νέκρωση των ζώων κατά την έκδυση.

Είναι κυρίως εντομοκτόνο στομάχου χρησιμοποιούμενο μόνο εναντίον προνυμφικών σταδίων που τρέφονται με φυτικούς ιστούς και όχι εναντίον τελείων εντόμων.

Διαλυμένο σε αλκοόλη δρα και σαν εντομοκτόνο επαφής, οπότε μπαίνει και στο σώμα των τελείων εντόμων μέσω του δερματίου η χρησιμοποίησή του όμως σαν εντομοκτόνου επαφής είναι σχετικά περιορισμένη.

Στην κανονική του μορφή παρουσιάζει δράση επαφής εναντίον των φρέσκων αυγών των αρθροπόδων. Δεν παρουσιάζει διεισδυτική και διασυστηματική δράση, με αποτέλεσμα να μην νεκρώνει τα διάφορα μυζητικά έντομα.

Το Dimilin δεν είναι φυτοτοξικό και έχει πολύ μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα ζώα, (η οξεία στοματική LD<sub>50</sub> για ποντικούς Rattus είναι μεγαλύτερη από 10.000 mg / Kg. Δεν έχει αθροιστική ιδιότητα και θεωρείται ακίνδυνο για τις μέλισσες και τα ψάρια.

Το Dimilin χαρακτηρίζεται ακόμα από μεγάλη σταθερότητα και διάρκεια δράσης.

Η ιδιότητα του αυτή θεωρείται, τουλάχιστον από εκείνους που ενδιαφέρονται κατά κύριο λόγο για την αποτελεσματικότητα, σαν πολύ επιθυμητή, γιατί η διατήρησή του πάνω στα ραντισμένα φυτά για χρονικό διάστημα περισσοτέρων μηνών εξασφαλίζει την αποτελεσματική τους προστασία από τα έντομα που έχουν μεγάλες χρονικές διαφορές στην ανάπτυξή τους.

Στο έδαφος και στο νερό σταθερότητα του είναι, σε αντίθεση με τα φυτά, περιορισμένη γιατί σε χρονικό διάστημα 2 έως 3 εβδομάδων ολοκληρώνεται η αποικοδόμησή του.

Το μεγάλο μειονέκτημα του diflubenzuron είναι το ευρύ φάσμα δράσης που έχει, τι οποίο καλύπτει όλα ανεξαιρέτως τα αρθρόποδα ( και ένα μέρος των νηματωδών ) με μηχανισμό δημιουργίας δερματίου παρόμοιο με αυτό των εντόμων. Σοβαρό μειονέκτημα είναι επίσης η μεγάλη διάρκεια δράσης του πάνω στα φυτά.

Τα μειονεκτήματα αυτά είναι ιδιαίτερα σοβαρά όταν πρόκειται για οικοσύστημα που είναι πλούσια σε είδη αρθροπόδων, όπως είναι π.χ τα δάση δρυός.

Στα οικοσυστήματα αυτά νεκρώνονται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου παράλληλα με τις προνύμφες των βλαπτικών εντόμων και τα προνυμφικά στάδια διαφόρων άλλων ειδών λεπιδοπτέρων, πιθανόν δε και των ετεροπτέρων (Heteroptera), των αραχνών κλπ.

Ας μη μας διαφεύγει το γεγονός ότι πολλά από τα εμπομαζόμενα «αδιάφορα είδη» παίζουν μεγάλο ρόλο στη διατήρηση της φυσικής ισορροπίας, γιατί είναι ενδιάμεσοι ή παράλληλοι ξενιστές διαφόρων παρασίτων των βλαπτικών ειδών.

Το Dimilin κατέχει σήμερα σημαντική θέση στην καταπολέμηση βλαπτικών στη δασοπονία εντόμων, κυρίως δε προνυμφικών σταδίων διαφόρων φυλλοφάγων ή αντίστοιχα βελονοφάγων, για τα κωνοφόρα) εντόμων που ανήκουν στις τάξεις των λεπιδοπτέρων, υμενοπτέρων και κόλεοπτέρων.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται στην καταπολέμηση της πευκοκάμπιας (*Thaumetopoea pityocampa*), όπου την τελευταία 5ετία έχει σχεδόν εκτοπίσει εντελώς τα παλαιότερα χρησιμοποιούμενα βακτηριακά σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis*. Κατά τα έτη 1984 και 1985 χρησιμοποιήθηκε επίσης στην καταπολέμηση μιας επιδημίας της *Lymantria dispar* σε πουρναρότοπους της Πελοποννήσου. Πάντως καλό θα ήταν, μέχρι την πλήρη μελέτη όλων των πιθανών επιδράσεων του, να αποφεύγουμε την σε μεγάλη κλίμακα χρησιμοποίησή του σε δάση πλατύφυλλων.

## ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Στη φυτοπροστασία ο όρος «τοξικές ουσίες» περιλαμβάνει όλες τις ουσίες που όταν μπουν στο σώμα ενός ζωντανού οργανισμού στην κατάλληλη δοσολογία προκαλούν τη νέκρωση του μετά από μικρότερο ή μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Τις τοξικές χημικές ουσίες που υπάρχουν στο εμπόριο τις χωρίζουμε σε μεγάλες υποομάδες, ανάλογα με την τοξικότητα τους και επομένως τη χρησιμοποίηση τους εναντίον συγκεκριμένων ομάδων βλαπτικών οργανισμών. Έτσι, διακρίνουμε τα εξής είδη τοξικών ουσιών:

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Ζιζανιοκτόνα (Herbicides)    | καταπολεμούν ζιζάνια    |
| 2. Μυκητοκτόνα (Fungicides)     | καταπολεμούν μύκητες    |
| 3. Εντομοκτόνα (Insecticides)   | καταπολεμούν έντομα     |
| 4. Ακαρεοκτόνα (Acaricides)     | καταπολεμούν ακάρεα     |
| 5. Αφιδοκτόνα (Aphicides)       | καταπολεμούν αφίδες     |
| 6. Νηματοδοκτόνα (Nematicides)  | καταπολεμούν νηματώδεις |
| 7. Λαρβοκτόνα (Larvicides)      | κάμπιες εντόμων         |
| 8. Ωοκτόνα (Ovicides)           | αυγά εντόμων            |
| 9. Βακτηριοκτόνα (Bactericides) | βακτήρια                |
| 10. Ιοκτόνα (Viricides)         | ιούς                    |

## ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΑ ΚΑΙ ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΑ

Τα εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα είναι τοξικές χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εντόμων και ακαρέων.

Στις πολυάριθμες αναφορές της διεθνούς βιβλιογραφίας οι ενώσεις αυτές ταξινομούνται κατά δυο διαφορετικούς τρόπους:

I) Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου της τοξικής ουσίας στο σώμα των εντόμων και ακαρέων και

II) Ανάλογα με την προέλευση και τη χημική τους σύνθεση. Επειδή οι περισσότερες από τις πιο πάνω από 250 χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι εντομοκτόνα, πολλά δε από τα ακαρεοκτόνα έχουν και εντομοκτόνο δράση, θα αναφερόμαστε στη συνέχεια για λόγους συντομίας μόνο στα εντομοκτόνα. Όταν ο όρος αυτός έχει γενικότερη έννοια θα περιλαμβάνει και τα ακαρεοκτόνα.

# I. ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΟ ΣΩΜΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ

Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου των χημικών ενώσεων με εντομοκτόνο δράση στο σώμα των εντόμων διακρίνουμε 4 κατηγορίες:

## **α) Εντομοκτόνα στομάχου.**

Μια εντομοτοξική ουσία χαρακτηρίζεται σαν εντομοκτόνο στομάχου όταν μπαίνει στο σώμα από το στόμα προσλαμβανόμενη μαζί με την τροφή. Στο στομάχι του εντόμου γίνεται υδρόλυση του εντομοκτόνου και απελευθερώνεται η τοξική ουσία, η οποία διαπερνώντας τα τοιχώματα του πεπτικού σωλήνα καταστρέφει το πρωτόπλασμα των κυττάρων με αποτέλεσμα τη νέκρωση του εντόμου.

Εφαρμόζονται στην επιφάνεια των φυτικών οργάνων που τρώγονται από το έντομο και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως για την καταπολέμηση εντόμων με στοματικά μόρια μασητικού τύπου.

Είναι ελάχιστα αποτελεσματικά εναντίον των εντόμων τα οποία ανοίγουν στοές στα φύλλα και στο φλοιό των δένδρων, εκτός εάν τα έντομα αυτά τρώνε αρκετή ποσότητα ραντισμένου τμήματος όταν αρχίζουν να ανοίγουν τις στοές τους. Επίσης δεν είναι αποτελεσματικά και εναντίον των εντόμων με μυζητικά στοματικά μόρια.

Επειδή τα εντομοκτόνα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την καταπολέμηση φυλλοφάγων εντόμων, απαραίτητη προϋπόθεση για μεγάλη αποτελεσματικότητα είναι η καλή κάλυψη ολόκληρου του φυλλώματος των φυτών.

Όταν η εφαρμογή γίνεται νωρίς στη βλαστική περίοδο, προτού ακόμα συμπληρωθεί η έκπτυξη ολόκληρου του φυλλώματος των φυτών.

Όταν η εφαρμογή γίνεται νωρίς στη βλαστική περίοδο, προτού ακόμα συμπληρωθεί η έκπτυξη ολόκληρου του φυλλώματος, απαιτείται συνήθως και δεύτερη επέμβαση, γιατί τα νέα φύλλα που βγαίνουν είναι ακάλυπτα και δεν προστατεύονται.



## **β) Εντομοκτόνα επαφής.**

Τα εντομοκτόνα επαφής δε χρειάζεται να φαγωθούν από τα έντομα για να προκαλέσουν τη νέκρωση τους. Αρκεί να έρθουν σε επαφή με το εντομοκτόνο και τότε αυτό θα μπει στο σώμα διαπερνώντας το δερμάτιο τους.

Η νέκρωση δε γίνεται μόνο κατά τη διάρκεια του ραντισμού, αλλά και αργότερα, όταν τα έντομα βαδίζοντας στο φυτό έρθουν σε επαφή με το λεπτό στρώμα του φυτοφαρμάκου που καλύπτει επιφανειακά τα μέρη του φυτού.

Πολλά από τα εντομοκτόνα αυτά νεκρώνουν και τα έντομα που βρίσκονται στην επιφάνεια του φυτού, αλλά έχουν τα μυζητικά στοματικά τους μόρια βαθιά μέσα στους ιστούς του ξενιστή από όπου απομυζούν χυμούς.

Δεν έρχονται σε επαφή με το σώμα των οργανισμών που ζουν κρυμμένα μέσα στους φυτικούς ιστούς. Νεκρώνουν όμως τα τέλεια έντομα της κατηγορίας αυτής κατά τη διαδικασία της απόθεσης των αυγών ή όταν τα αυγά τοποθετούνται στην επιφάνεια του φυτού, τις νεαρές προνύμφες κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την εκκόλαψη των αυγών μέχρι την είσοδο τους στους ιστούς του φυτού-ξενιστή.

Ακόμα, μερικά εντομοκτόνα επαφής έχουν και ωοκτόνο δράση προσβάλλοντας και νεκρώνοντας τα αυγά των εντόμων. Το μεγάλο μειονέκτημα των περισσότερων εντομοκτόνων επαφής είναι ότι δεν νεκρώνουν μόνο τα βλαπτικά κι ανεπιθύμητα, αλλά όλα ανεξαιρέτως τα έντομα που έρχονται σε επαφή με αυτά, μεταξύ των οποίων και τα ωφέλιμα αρπακτικά και παράσιτα.

Τα περισσότερα συνθετικά οργανικά εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα χαρακτηρίζονται σαν δηλητήρια επαφής. Είναι όμως γνωστό ότι τα πιο πολλά απ' αυτά έχουν, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, και καπνογόνο δράση καθώς και δράση στομάχου

Σύμφωνα με την κοινή αποδεκτή άποψη η είσοδος των εντομοκτόνων επαφής στο σώμα των εντόμων βασίζεται στη λιποδιαλυτότητα των χημικών αυτών ενώσεων, που τις επιτρέπει να διαπερνούν το χιτίνινο δερμάτιο, το οποίο είναι αδιαπέραστο από το νερό.

Κατά τον Pfaff (1952) όμως, ο οποίος πειραματίστηκε με το parathion, η είσοδος δε γίνεται από το δερμάτιο αυτό καθ' αυτό, αλλά από τις θέσεις εισόδου των φυσικών και χημικών ερεθισμάτων. Τέτοιες θέσεις είναι τα αισθητήρια όργανα, τα στίγματα και οι βάσεις των τριχών του σώματος. Η νέκρωση γίνεται κυρίως μέσω του νευρικού συστήματος, αν και υπάρχουν διαφορές από ομάδα σε ομάδα χημικών ουσιών.

Μια πολύ σημαντική ιδιότητα των συνθετικών εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων επαφής είναι η σταθερότητα που τα χαρακτηρίζει. Αφήνουν στις ραντισμένες επιφάνειες, για διάφορο χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους, δραστικά υπολείμματα ασκώντας έτσι τη λεγόμενη υπολειμματική δράση.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ότι η δράση τους συνδέεται στενά με το χρόνο έκθεσης στην τοξική ουσία. Ενώ στα δηλητήρια που η δράση τους δεν επηρεάζεται από τη διάρκεια έκθεσης είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας ορισμένης ποσότητας δραστικής ουσίας, είναι δυνατόν, θεωρητικά τουλάχιστον, στις ουσίες στις οποίες η δράση επηρεάζεται από τη διάρκεια έκθεσης να έχουμε νέκρωση των εντόμων με οποιαδήποτε δόση, αρκεί η δόση αυτή να δράσει για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα:

Ο παράγοντας χρόνος εκφράζεται με δυο διαφορετικούς τρόπους:

- (α) με τη διάρκεια έκθεσης, που αναφέρθηκε παραπάνω και
- (β) με το χρόνο νέκρωσης, που δηλώνει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μέχρι τη νέκρωση του εντόμου.

Έτσι είναι δυνατόν η απαιτούμενη θανατηφόρα δόση να προσληφθεί μετά από μικρό χρόνο έκθεσης, ενώ τα πρώτα συμπτώματα και η νέκρωση να παρουσιαστούν πολύ αργότερα.

Η διάρκεια έκθεσης και ο χρόνος νέκρωσης είναι χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κάθε δραστικής ουσίας και η γνώση τους έχει μεγάλη σημασία στον καθορισμό της μέσης θανατηφόρας δόσης. Εκτός όμως από το χρόνο σημαντικό ρόλο παίζουν και εξωγενείς παράγοντες, μεταξύ των οποίων κυριότερος είναι η θερμοκρασία.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι στα εντομοκτόνα, η δράση των οποίων επηρεάζεται από το χρόνο, η νέκρωση εξαρτάται από τρεις κυρίως παράγοντες που βρίσκονται σε συνεχή και στενή αλληλεξάρτηση, όπως και το παρακάτω σχήμα δείχνει (Unterstenhofer 1970).

Δόση

Χρόνος

Θερμοκρασία

### γ) Αέρια εντομοκτόνα.

Οι τοξικές ουσίες με τη μορφή δηλητηριωδών αερίων μπαίνουν στο σώμα των εντόμων με την αναπνοή. Η αναπνοή στα έντομα γίνεται με τη βοήθεια ενός συστήματος σωληνώσεων διαφόρου διαμετρήματος, που είναι περισσότερο γνωστό σαν τραχειακό σύστημα. Εξωτερικά οι τραχείες απολήγουν στα στίγματα (αναπνευστικοί πόροι), από όπου και μπαίνουν τα τοξικά αέρια. Με τη διάχυση, αλλά και την υποπίεση που δημιουργείται λόγω της κατανάλωσης των αερίων, το δηλητήριο φτάνει μέχρι και τα λεπτότερα εσωτερικά άκρα του αναπνευστικού συστήματος των εντόμων.

Οι κυριότεροι παράγοντες της αποτελεσματικότητας ενός τοξικού αερίου είναι η συγκέντρωση του αερίου και η διάρκεια δράσης του. Όσο περισσότερο δηλητήριο ( C ) στη μονάδα του χώρου υπάρχει και όσο περισσότερο χρόνο (t) δρα ο δηλητηριώδης αέρας, τόσο γρηγορότερα έρχεται ο θάνατος και τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος νέκρωσης. Το γινόμενο δηλαδή  $C \times t$  είναι για κάθε αέριο εντομοκτόνο σταθερό.

Τα αέρια εντομοκτόνα είναι περισσότερο δραστικά σε κλειστούς χώρους και γι' αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως στην καταπολέμηση εντόμων που προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα. Με τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών (π.χ. επιμελημένη κάλυψη) χρησιμοποιούνται επίσης στην καταπολέμηση εντόμων εδάφους, πολύτιμων μεμονωμένων δένδρων, στοιβαγμένης ξυλείας, κλ

#### δ) Διασυστηματικά εντομοκτόνα.

Σαν διασυστηματικά χαρακτηρίζονται εκείνα τα εντομοκτόνα που μπαίνουν στο σώμα των εντόμων αφού προηγουμένως προσληφθούν από τους ιστούς του φυτού-ξενιστή.

Η εφαρμογή γίνεται στο έδαφος ή στα υπέργεια τμήματα των φυτών, από όπου διαμέσου των ριζών, του κορμού ή των φύλλων εισέρχονται στους φυτικούς ιστούς και συγκεκριμένα στα αγωγά τους στοιχεία. Εδώ ακολουθεί συνήθως ο μεταβολισμός, η μετατροπή δηλαδή της δραστικής ουσίας σε άλλη χημική ένωση, και η μεταφορά του μεταβολίτη (προϊόν του μεταβολισμού) σ' όλα τα μέρη του φυτού.

Με την ιδιότητα αυτή εξουδετερώνεται και το πρόβλημα της κακής κάλυψης των φυτικών επιφανειών από το φυτοφάρμακο.

Οι περισσότερες από τις διασυστηματικές χημικές ενώσεις χαρακτηρίζονται και από την ιδιότητα της προσωρινής αποθήκευσης τους στο φυτό, πράγμα που σημαίνει ότι είναι δυνατόν να προστατευθούν και μέρη του φυτού που παράγονται μετά την εφαρμογή του φυτοφαρμάκου.



