



Κεφάλαιο 5

Εντομοκτόνα, Ακαρεοκτόνα, Νηματωδοκτόνα

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετασθούν οι τρεις παραπάνω κατηγορίες ουσιών μαζί, εξαιτίας της χημικής τους συγγένειας. Επιπλέον πολλά εντομοκτόνα έχουν ακαρεοκτόνες ιδιότητες ενώ νηματωδοκτόνα είναι παράλληλα και εντομοκτόνα εδάφους.

Ειδικά για την καταπολέμηση των εντόμων θα αναφερθούν:

- α. Συνθετικές ουσίες που δρουν με άμεση θανάτωση (χλωριωμένα οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, πυρεθροειδή κ.α.)
- β. Ανάλογα ορμονών εντόμων
- γ. Παρεμποδιστές σύνθεσης χιτίνης
- δ. Βιολογικά παρασκευάσματα.
- ε. Ουσίες τροποποίησης της συμπεριφοράς των εντόμων.



Πάντως, ενώ η συνοπτική περιγραφή των ουσιών αυτών θα γίνει χωριστά κατά κατηγορίες, τα όρια των κατηγοριών αυτών δεν είναι απόλυτα σαφή.

Μέχρι τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο οι ουσίες που χρησιμοποιούνταν για την καταπολέμηση αρθροπόδων (εντόμων και ακάρεων) στη γεωργία ήταν σχετικά λίγες, απλές και πολλές από αυτές ήταν φυσικής προέλευσης όπως το πύρεθρο, η ροτενόνη, το θείο (σαν ακαρεοκτόνο), το υδροκυάνιο για καπνισμούς, το φθοριοπυριτικό νάτριο κ.α. Μερικές από τις ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα, για περιορισμένες όμως χρήσεις.

Πάντως η εποχή της χημικής καταπολέμησης των αρθροπόδων και των νηματωδών άρχισε πραγματικά με το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο με τις ανακαλύψεις, και τη σταδιακή διεύρυνση της χρησιμοποίησης, πολυάριθμων συνθετικών οργανικών ουσιών με πολύπλοκη χημική δομή, με πρώτο το DDT.

Σήμερα στην Ελλάδα κυκλοφορούν περισσότερες από 100 τέτοιες χημικές ουσίες (δραστικά συστατικά) με τη μορφή αρκετών εκατοντάδων σκευασμάτων. Τα εντομοκτόνα γενικά είναι πιο τοξικά για τον άνθρωπο και τα άλλα θερμόαιμα από όλα τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα. Θα αναφερθούν οι κύριες χημικές ομάδες των ευρύτερα χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων με συνοπτική μόνο περιγραφή των κύριων δραστικών ουσιών που κυκλοφορούν στην Ελλάδα. Πλήρης περιγραφή της ταυτότητας, των χρήσεων και των λοιπών ιδιοτήτων για κάθε δραστική ουσία εντομοκτόνων, ακαρεοκτόνων, νηματωδοκτόνων καθώς και για τα φυτοφάρμακα που προορίζονται για άλλες χρήσεις (ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα κ.λ.π.) δίδονται στα ειδικά εγχειρίδια:

Pesticide Manual, έκδοση του British Crop Protection Council Αγγλίας και *The Agrochemicals Handbook*, έκδοση της Royal Society of Chemistry Αγγλίας, που ανανεώνονται συνεχώς.



5.1. Εντομοκτόνα

5.1.1. Οργανοχλωριωμένες ενώσεις

Είναι υδρογονάνθρακες στους οποίους άτομα άνθρακα είναι ενωμένα με άτομα χλωρίου. Γι' αυτό ονομάζονται και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες.

DDT και συγγενή του. η σύνθεση του DDT ήταν το αποτέλεσμα εργασιών του MUELLER (1933). Το εντομοκτόνο αυτό θεωρείται σταθμός στην ιστορία των φυτοφαρμάκων. Το DDT και τα συγγενή του που κυκλοφόρησαν είχαν καλές εντομοκτόνες και ακαρεοκτόνες ιδιότητες, με πλεονεκτήματα την εύκολη σχετικά σύνθεση και το ευρύ φάσμα δράσης, αλλά και μειονεκτήματα την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα έντομα, τη συγκέντρωσή τους στο λιπώδη ιστό των θηλαστικών και την εμμονή τους στο περιβάλλον. Έτσι εξ' αιτίας των τελευταίων ιδιοτήτων τους, από τα 4 κύρια εντομοκτόνα της ομάδας αυτής DDT, DDD, methoxychlor και perthane, τα δύο πρώτα έχουν παντελώς απαγορευθεί από κάθε χρήση, ενώ τα δύο τελευταία έχουν πολύ μικρή εφαρμογή μόνο σε χώρες του εξωτερικού. Υπάρχουν επίσης δύο σημαντικά χλωριωμένα ακαρεοκτόνα: (α) το chlorobenzilate που απαγορεύθηκε πρόσφατα στην Ελλάδα και δεν χρησιμοποιείται παρά σε λίγες άλλες χώρες μόνο κατά των ακάρεων Eriophyidae στα εσπεριδοειδή κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες εφαρμογής (εξ' αιτίας καρκινογένεσης και στειρώσης που προκαλεί στα άρρενα, και (β) το dicofol, που περιέχει σημαντική ποσότητα DDT εξ' αιτίας του τρόπου παρασκευής του. Έτσι υποχρεώθηκαν οι παρασκευαστικοί οίκοι να βελτιώσουν τη μέθοδο βιομηχανικής παραγωγής του. περίληψη του φάσματος δράσης του dicofol θα δοθεί παρακάτω.

Παράγωγα του βενζολίου. Ο δακτύλιος του βενζολίου αποτελείται από το σκελετό ενός αριθμού εντομοκτόνων, τα σπουδαιότερα από τα οποία είναι το εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH) ή εξαχλωριούχο βενζόλιο που είναι εντομοκτόνο στομάχου και επαφής και κυκλοφορεί στην Ελλάδα σαν lindane (γ-ισομερές) για απολύμανση σπόρων και εφαρμογές στο έδαφος μόνον, σε 40 περίπου σκευάσματα και έχει ονομασθεί το καλύτερο εντομοκτόνο, και η πενταχλωροφαινόλη που χρησιμοποιείται για συντηρητικό ξύλου.

Κυκλοδιένια. Γνωστά και σαν οργανοχλωριωμένα διένια. Ήταν μια σημαντική ομάδα εντομοκτόνων με μεγάλη επιτυχία εναντίον των εντόμων εδάφους (chlordane, heptachlor, aldrin και dieldrin). Όμως λόγω της μεγάλης χημικής τους σταθερότητας απαγορεύθηκαν. Από την ομάδα αυτή χρησιμοποιείται μόνο το εντομοκτόνο endosulfan (στομάχου και επαφής) εναντίον αφίδων, θριπών, Κολεοπτέρων, κοφτοσκοούληκων, εντόμων του βαμβακιού, προνυμφών φυλλώματος, ακάρεων, μυζητικών Ημιπτέρων, βλαστορρυκτών, αλευρωδών, λειμάκων και ψυλλών, σε εσπεριδοειδή, φυλλοβόλα, φυτά βόσκησης, σιτηρά, καλλωπιστικά, ρύζι, ψυχανθή. Επίσης καταπολεμά τους τερμίτες.

Τρόπος δράσης των χλωριωμένων εντομοκτόνων. Αν και χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση αρθρόποδων για πολλές δεκαετίες ο ακριβής τρόπος δράσης τους παραμένει άγνωστος. Το DDT φαίνεται ότι παρεμβαίνει στην αξονική μετάδοση των νευρικών παλμών. Τα κυκλοδιένια ίσως δρουν με παρέμβαση στην απελευθέρωση ακετυλοχολίνης από τα προσυναπτικά κυστίδια που βρίσκεται. Πάντως ο ακριβής βιοχημικός μηχανισμός που παράγει αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι στην πραγματικότητα γνωστός σε καμία από τις δύο περιπτώσεις. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι ποικίλες ATP-άσες παρεμποδίζονται από διάφορους τύπους οργανοχλωριωμένων, αλλά και πάλι η συσχέτιση της παρεμπόδισης

προς τον ακριβή τρόπο δράσης τους σαν δηλητήριο του νευρικού συστήματος είναι ασαφής.

5.1.2. Οργανοφωσφορικές ενώσεις

Περιλαμβάνουν εντομοκτόνα που είναι κυρίως, εστέρες, αμίδια ή ανυδρίτες του φωσφορικού ή φωσφονικού οξέος. Στην ομάδα αυτή ανήκουν μερικές από τις πιο δηλητηριώδεις ουσίες που χρησιμοποιούνται στη φυτοπροστασία. Πρωτοπόρος στην ανακάλυψη των οργανοφωσφορικών ήταν ο Γερμανός Schrader στη διάρκεια του Β΄ Παγκόσμιου Πολέμου. Το 1944 ανακάλυψε το parathion που χρησιμοποιείται ακόμα σήμερα σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Αργότερα η έρευνα για την ανακάλυψη άλλων οργανοφωσφορικών ενώσεων με εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο δράση συνεχίστηκε στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και την Ιαπωνία. Έτσι σήμερα η ομάδα αυτή περιλαμβάνει το μεγαλύτερο αριθμό εντομοκτόνων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία.

Τρόπος δράσης των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων. Οι οργανοφωσφορικές ενώσεις είναι τοξικές στα έντομα και τα υπόλοιπα ζώα επειδή δεσμεύουν ή παρεμποδίζουν την δράση ενζύμων ζωτικής σημασίας για το νευρικό σύστημα, των χολινεστερασών.

Στο νευρικό σύστημα των σπονδυλωτών και των εντόμων, στα σημεία που τελειώνει το ένα νευρικό κύτταρο και αρχίζει το επόμενο δηλαδή στις συνάψεις, παρεμβάλλεται ένα χάσμα πλάτους 500 °Angstrom περίπου, το συναπτικό χάσμα. Για να περάσει το νευρικό ερέθισμα από το ένα κύτταρο στο άλλο πρέπει να περάσει το συναπτικό χάσμα. Αυτό πραγματοποιείται με την παρέμβαση χημικής ουσίας, που στα έντομα και τα θερμόαιμα είναι συνήθως η ακετυλοχολίνη. Όταν το μήνυμα φθάσει στο τέλος ενός κυττάρου απελευθερώνεται μια πολύ μικρή ποσότητα ακετυλοχολίνης από τα κυστίδια κομβίων του νευρικού κυττάρου στα οποία αυτή περιέχεται, και γεφυρώνει το χάσμα. Μετά τη μεταβίβαση του ερεθίσματος η ακετυλοχολίνη υδρολύεται αμέσως με τη δράση του ενζύμου χολινεστεράση γνωστού και σαν ακετυλοχολινεστεράση και έτσι η σύναψη αποφορτίζεται και υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης του επόμενου μηνύματος κ.ο.κ. Αυτού του είδους οι αντιδράσεις είναι στιγμιαίες (διαρκούν για κλάσμα μόνο του δευτερολέπτου), και συμβαίνουν συνεχώς κάτω από φυσιολογικές συνθήκες.

Όταν όμως στη νευρική σύναψη φθάσει ένα οργανοφωσφορικό φυτοφάρμακο, αυτό προσκολλάται σταθερά πάνω στη χολινεστεράση, και έτσι την εμποδίζει να υδρολύσει την ακετυλοχολίνη. Αυτό καταλήγει σε συσσώρευση ακετυλοχολίνης στις συνάψεις, με συνέπεια τη διακοπή της μεταφοράς μηνυμάτων και την αχρήστευση του νευρικού συστήματος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ο θάνατος στα θηλαστικά από παράλυση του αναπνευστικού συστήματος και στα έντομα από παράλυση του νευρικού τους κέντρου.

Τα επιμέρους οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα. Αυτά είναι δυνατό να διακριθούν σε ομάδες ανάλογα με τη χημική τους συγγένεια. Οι κυριότερες ομάδες είναι οι εξής:

α. Μη θειούχες ενώσεις του φωσφορικού ή φωσφονικού οξέος π.χ. dichlorvos (DDVP), trichlorfon, phosphamidon, tetrachlorvinphos.

β. Θειολο- και θειο- ενώσεις του φωσφορικού ή φωσφονικού οξέος π.χ. parathion και parathion methyl, bromophos, diazinon, chlorpyrifos και chlorpyrifos methyl.

γ. Εστέρες του διθειοφωσφορικού ή διθειοφωσφονικού οξέος. Π.χ. thiometon, trithion, phorate, disulfoton, malathion, azinphos ethyl και methyl, phosalone, phosmet.

δ. Αμίδια του φωσφορικού ή φωσφονικού οξέος. Π.χ. dimethoate, formothion, vamidothion, monocrotophos.

ε. Ανυδρίτες του φωσφορικού οξέος ή εστέρες του πυροφωσφορικού οξέος. Π.χ. ethion (ή diethion).

Μια άλλη ομαδοποίηση των οργανοφωσφορικών ανάλογα με τη χημική τους δομή είναι η ακόλουθη:

<u>Αλειφατικά παράγωγα</u>	<u>Φαινολικά παράγωγα</u>	<u>Ετεροκυκλικά παράγωγα</u>
DEMETON-S-METHYL	FENITROTHION	AZINPHOS
DICHLORVOS (DDVP)	FENTHION	CHLORPYRIFOS
DIMETHOATE		DIAZINON
MALATHION		METHIDATHION
MONOCROTOPHOS		
PHORATE		
PHOSPHAMIDON		

Ο διαχωρισμός των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων σε ομάδες έχει πρακτική σημασία όσον αφορά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σ' αυτά από τα φυτοπαράσιτα. Αν λοιπόν ένα παράσιτο αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ένα οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο θα είναι ανθεκτικό και σε άλλα οργανοφωσφορικά (διασταυρούμενη ανθεκτικότητα – cross resistance), περισσότερο δε σε ενώσεις της ίδιας χημικής ομάδας και λιγότερο στα υπόλοιπα.

Στις επόμενες παραγράφους δίδεται περιληπτική περιγραφή για τα κυριότερα από τα οργανοφωσφορικά έντομοκτόνα με έγκριση στην Ελλάδα το Μάιο 2003. Ο κατάλογος αυτός δεν είναι πλήρης σε σχέση με τα δραστικά συστατικά που κυκλοφορούν στην Ελλάδα, τις χρήσεις και τις προφυλάξεις, εφόσον με αποφάσεις του Ανώτατου Συμβουλίου Εγκρίσεων Γεωργικών Φαρμάκων συνεχώς προστίθενται ή/και αφαιρούνται ουσίες, χρήσεις κλπ. Έτσι ότι περιλαμβάνεται σε αυτό τον κατάλογο, όπως και σε κάθε περίπτωση σε αυτές τις Φοιτητικές Σημειώσεις, έχει μόνο σκοπό μια πρώτη ενημέρωση των φοιτητών και σε καμιά περίπτωση δεν έχει θέση συστάσεων. Πριν από κάθε εφαρμογή ο χρήστης θα πρέπει να συμβουλευτεί την ετικέτα. Ο συγγραφέας αυτών των Σημειώσεων και το ΤΕΙ Κρήτης δεν φέρουν ευθύνη σε περίπτωση ζημιών από χρήση φυτοφαρμάκων εφόσον σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνονται μόνο εγκεκριμένες χρήσεις, για τις οποίες η κύρια πηγή πληροφοριών πρέπει να είναι η ετικέτα του σκευάσματος.

ACERPHATE. Διασυστηματικό εντομοκτόνο στομάχου. Εντομοκτόνο φυλλώματος, μέσης υπολειμματικής διάρκειας, για καταπολέμηση μασητικών και μυζητικών εντόμων, ειδικά αφίδων, σε οπωροφόρα, πατάτες, ζαχαρότευτλα, αμπέλι, τριαντάφυλλα, χρυσάνθεμα.

AZINPHOS ETHYL. Μη διασυστηματικό, εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, επαφής και στομάχου. Χρησιμοποιείται εναντίον μασσητικών και μυζητικών εντόμων, τετρανύχων, του δορυφόρου της πατάτας και εχθρών των τεύτλων, του ρυζιού, του αμπελιού, των καλλωπιστικών.

CHLORMEPHOS. Εντομοκτόνο ταχείας δράσης, μη διασυστηματικό, επαφής, με δράση από το αναπνευστικό. Καταπολεμά σιδηροσκώληκες και άλλα έντομα εδάφους, και πολύποδες σε τεύτλα, πατάτες και αραβόσιτο.

CHLORPYRIFOS. Εντομοκτόνο, μη διασυστηματικό, επαφής και στομάχου, με δράση από το αναπνευστικό. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες. Εμφανίζει κάποια μετακίνηση μέσα στα φυτά. Καταπολεμά ευρύ φάσμα εντόμων, όπως μύγες, κουνούπια και άλλα έντομα χώρου κατοικίας, και έντομα φυλλώματος και εδάφους. Χρησιμοποιείται σε θερμοκήπια και καλλωπιστικά στο ύπαιθρο, και σε φράουλες, σταυρανθή και άλλα λαχανικά, σιτηρά, οπωροφόρα, βαμβάκι και φυτά βόσκησης.

CHLORPYRIFOS METHYL. Μη διασυστηματικό εντομοκτόνο, και ακαρεοκτόνο, με δράση στομάχου, επαφής και με ατμούς. Έχει ευρύ φάσμα χρήσεων. Καταπολεμά έντομα και ακάρεα σε αποθηκευμένα σιτηρά, έντομα υγειονομικής σημασίας, έντομα φυλλώματος όπως αφίδες, Κολεόπτερα, καρπόκαψα, φυλλοδέτες, οπλοκάμπες, ψύλλες, καθώς και τετράνυχους σε μηλιές αχλαδιές και δαμασκηνιές. Επίσης ακάρεα και έντομα σε φράουλες, κοκκοειδή στα εσπεριδοειδή, ευδαιμίδα στο αμπέλι και έντομα σταυρανθών.

DEMETON-S-METHYL. Διασυστηματικό εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά αφίδες σε φασόλια σταυρανθή, σιτηρά, λαχανικά, οπωροφόρα, ακροδρυοφόρα και καλλωπιστικά. Επίσης έχει δράση εναντίον τετρανύχων σε οπωροφόρα ακροδρυοφόρα, αγγουριά, τομάτες και καλλωπιστικά. Καταπολεμά θρίπες, ψύλλες των οπωροφόρων και οπλοκάμπες.

DIAZINON. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, επαφής και στομάχου με δράση και από το αναπνευστικό. Καταπολεμά Δίπτερα στα λαχανικά, και άλλα έντομα εδάφους, όπως σιδηροσκώληκα και κοφτοσκώληκα. Χρησιμοποιείται σε φρούτα, λαχανικά, καπνό, φυτά βόσκησης, μεγάλη καλλιέργεια και καλλωπιστικά. Επίσης χρησιμοποιείται εναντίον κατσαρίδων και άλλων εντόμων υγειονομικής σημασίας και έχει δράση εναντίον νηματωδών. Έχει χρήση και σαν προστατευτικό σπόρων.

DICHLORVOS (DDVP). Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο επαφής και στομάχου. Δρα και με ατμούς. Έχει και διεισδυτική δράση. Καταπολεμά αφίδες, τετράνυχους, κάμπιες, θρίπες και αλευρώδεις σε θερμοκήπια καθώς και σε υπαίθριες καλλιέργειες φρούτων και λαχανικών. Επίσης καταπολεμά αφίδες, ψύλλες, φυλλοδέτες σε μηλιά και αχλαδιά. Χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια μανιταριών εναντίον Διπτέρων. Επίσης καταπολεμά έντομα υγειονομικής σημασίας, έντομα αποθηκών, στάβλων κ.α. Φυτοτοξικό για αγγούρια, τριανταφυλλίες και χρυσάνθεμα.

DIMETHOATE. Διασυστηματικό εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά αφίδες, τετράνυχους, θρίπες, οπλοκάμπες, ψύλλες και φυλλορύκτες. Χρησιμοποιείται σε μηλοειδή, λαχανικά, σταυρανθή, τεύτλα, φασόλια και κουκιά, σιτηρά, εσπεριδοειδή, βαμβάκι, τριφύλλι κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται στους φθινοπωρινούς ψεκασμούς εναντίον του δάκου της ελιάς.

DISULFOTON. Διασυστηματικό εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Καταπολεμά αφίδες σε φασόλια, καρότα, σταυρανθή, κολοκυθίες, μαϊντανό, μπιζέλια, πατάτες, σέλινο, φράουλες και τεύτλα. Επίσης καταπολεμά ακάρεα σε φράουλες.

ETHION (ή DIETHION). Κύρια δράση με επαφή. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Καταπολεμά κινητά στάδια και αυγά τετρανύχων στα οπωροφόρα. Έχει δευτερεύουσα δράση εναντίον αφίδων και καρπόκαψας. Χρησιμοποιείται σε μεγάλη ποικιλία καλλιεργειών καλλωπιστικών, εδώδιμων προϊόντων και βαμβακιού. Μερικές ποικιλίες μηλιάς είναι ευαίσθητες κάτω από δυσμενείς συνθήκες.

FENAMIFOS. Διασυστηματικό νηματοδοκτόνο εναντίον πολλών κατηγοριών νηματωδών. Συνιστάται για καθολική εφαρμογή (με ή χωρίς ενσωμάτωση στο έδαφος), εφαρμογή κατά λωρίδες ή εμβάπτιση ριζών.

FENITROTHION. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, με δράση επαφής στομάχου και με ατμούς. Καταπολεμά μασητικά και μυζητικά έντομα σε σιτηρά, βαμβάκι, οπωροφόρα, δασικά, ρύζι και λαχανικά. Επίσης χρησιμοποιείται σαν υπολειμματικός ψεκασμός επαφής εναντίον εντόμων υγειονομικής σημασίας. Φυτοτοξικό σε λάχανα και φρούτα αν γίνει υπέρβαση των συνιστώμενων δόσεων.

FENTHION. Εντομοκτόνο, επαφής και στομάχου με διασυστηματική δράση. Χρησιμοποιείται στους θερινούς ψεκασμούς εναντίον του δάκου της ελιάς. Επίσης καταπολεμά έντομα υγειονομικής σημασίας καθώς και έντομα καλλωπιστικών.

FORMOTHION. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, διασυστηματικό, με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά αφίδες σε μηλιές και άλλα οπωροφόρα, σταυρανθή, γαρύφαλλα, καρότα, σιτηρά, φασόλια, μαρούλι, μπιζέλια, υπαίθριες ντομάτες, δαμάσκηνα, φράουλες, τριαντάφυλλα και φυτά σε γλάστρες. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί εναντίον τετρανύχων, οπλοκάμπης, αλευρώδους, θριπών, και Διπτέρων σε φρούτα. Μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικότητα σε ορισμένες ποικιλίες ροδακινιάς, βερικοκιάς και κερασιάς.

HEPTENOFOS. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, διασυστηματικό με δράση επαφής στομάχου και με ατμούς. Δρα γρήγορα και έχει βραχεία υπολειμματική δράση. Καταπολεμά αφίδες στη μηλιά, αχλαδιά, κερασιά, φράουλα, φασόλια, σέλινο, κολοκυθιά, αγγουριά, μαρούλι, μπιζέλια, σταυρανθή, σιτηρά, τομάτες και φυτά σε γλάστρες σε θερμοκήπιο. Εξαιτίας της ευαισθησίας μερικών ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτών καλό είναι να γίνεται δοκιμή φυτοτοξικότητας πριν από κάθε νέα χρήση.

MALATHION. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο που κυρίως δρα με επαφή αλλά έχει και κάποια δράση στομάχου και από το αναπνευστικό. Καταπολεμά ευρύ φάσμα μυζητικών και μασητικών εντόμων που περιλαμβάνουν αφίδες, οικιακές μύγες, κουνούπια, κοκκοειδή και τετράνυχους. Χρησιμοποιείται στα οπωροφόρα, καλλωπιστικά, φασόλια και άλλα λαχανικά, και αποθηκευμένα προϊόντα. Μπορεί να εφαρμοσθεί την ημέρα συγκομιδής ή και βόσκησης. Επίσης χρησιμοποιείται εναντίον κουνουπιών και εναντίον φθειρών του ανθρώπου και εκτοπαρασίτων των ζώων. Φυτοτοξικότητα μπορεί να παρατηρηθεί μόνο σε μεγάλες δόσεις.

METHAMIDOPHOS. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση στομάχου, επαφής και διασυστηματική. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες. Καταπολεμά αφίδες,

προνύμφες, Λεπιδοπτέρων, ακάρεα και αλευρώδεις σε σταυρανθή, αγγούρια, βαμβακόσπορο, μαρούλι, μελιτζάνα, καρπούζια και πεπόνια, πιπεριές και πατάτες.

METHIDATHION. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά ευρύ φάσμα μυζητικών και μασητικών αρθρόποδων. Χρησιμοποιείται σε ακροδρυοφόρα μηλοειδή, βαμβάκι, μηδική και ηλιάνθο.

MONOCROTOPHOS. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση διασυστηματική και επαφής. Απορροφάται από τα φύλλα. Καταπολεμά ευρύ φάσμα αρθρόποδων, όπως Λεπιδόπτερα βαμβακιού, φυλλοφάγα Κολεόπτερα, μυζητικά έντομα και ακάρεα. Χρησιμοποιείται σε φασόλια, λάχανα, εσπεριδοειδή, βαμβάκι, αραβόσιτο, αραχίδα, πατάτες, ρύζι, σόγια και ντομάτες. Μερικές ποικιλίες αχλαδιάς και κερασιάς είναι ευαίσθητες.

OMETHOATE. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με διασυστηματική δράση. Καταπολεμά αφίδες, κοκκοειδή και ακάρεα. Χρησιμοποιείται σε σιτηρά, οπωροφόρα και ακάρεα.

OXYDEMETON METHYL. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο, διασυστηματικό, με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά αφίδες και τετράνυχους στη δενδροκομία και άλλες καλλιέργειες, οπλοκάμπες, ψύλλα της αχλαδιάς, τζιτζικάκια και θρίπες.

PARATHION METHYL. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση επαφής, στομάχου και με ατμούς. Καταπολεμά μασητικά και μυζητικά έντομα σε αμπέλι, οπωροφόρα, λαχανικά και μεγάλη καλλιέργεια.

PHORATE. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Δρα διασυστηματικά και με επαφή. Καταπολεμά μασητικά και μυζητικά έντομα και ακάρεα σε σταυρανθή, παντζάρι, ζαχαρότευτλα, κτηνοτροφικά τεύτλα, καρότα, κουκιά, σέλινο, αραβόσιτο, πατάτες μηδική, σιτάρι, κριθάρι, τομάτες και αραχίδα. Φυτοτοξικότητα έχει σημειωθεί σε τεύτλα, καρότα, φασόλια, αραβόσιτο και ντομάτες όταν οι σπόροι ήλθαν σε επαφή με το φάρμακο (κοκκώδες) μέσα στην αυλακία.

PHOSALONE. Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο με διασυστηματική δράση και ευρύ φάσμα. Καταπολεμά αφίδες, τετράνυχους, καρπόκαψα και φυλλοδέτες σε μηλιά και αχλαδιά, αφίδες σε σιτηρά, και τετράνυχους σε δαμασκηλιά. Επίσης τη μύγα των κερασιών, το δορυφόρο της πατάτας, τζιτζικάκια, αλευρώδεις και ευδαιμίδα, Λεπιδόπτερα του βαμβακιού και έντομα του ρυζιού.

PHOSMET. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο. Μη διασυστηματικό. Δρα με επαφή. Καταπολεμά έντομα και ακάρεα σε μηλιές, αχλαδιές, βερικοκιές, κερασιές, ροδακινιές, δαμασκηνιές, εσπεριδοειδή, αραβόσιτο, πατάτες, μηδική.

PHOSPHAMIDON. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με διασυστηματική δράση. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες και δρα από το στομάχι και το αναπνευστικό και λίγο με επαφή. Καταπολεμά μυζητικά και μασητικά έντομα όπως βλαστορρύκτες, θρίπες στο βαμβάκι και αφίδες σε σιτηρά, βαμβάκι, μηδική και πατάτες. Επίσης χρησιμοποιείται σε μηλιές, αχλαδιές, αμπέλι, καλλωπιστικά, δασικά, φασόλια, κουκιά, σιτηρά, σακχαρότευτλα και κτηνοτροφικά τεύτλα, σταυρανθή, καρότα, μπιζέλια, φράουλες. Είναι φυτοτοξικό σε μερικές ποικιλίες κερασιάς, και σόργου.

PIRIMIPHOS-METHYL. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με ταχεία δράση, με επαφή και από το αναπνευστικό. Καταπολεμά έντομα και ακάρεα σε πολλές χρήσεις, όπως αποθηκευμένα προϊόντα, σε κατοικίες, σε βιομηχανικούς χώρους, για προστασία ξύλων και σε κτηνοτροφικά ζώα. Επίσης στα οπωροφόρα, λαχανικά και άλλες καλλιέργειες. Για παράδειγμα καταπολεμά ακάρεα σπόρων σιτηρών και Κολεόπτερα αποθηκευμένων προϊόντων. Επίσης αλευρώδη σε αγγούρι, πιπεριά, τομάτες και καλλωπιστικά σταυρανθή. Για φυτοτοξικότητα πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες για ορισμένα καλλωπιστικά.

PROFENOFOS. Μη διασυστηματικό εντομοκτόνο ευρέως φάσματος για χρήση εναντίον εντόμων και ακάρεων στο βαμβάκι. Έχει δράση επαφής και στομάχου, και χάρις στην ιδιότητά του να διακινείται από τη μία επιφάνεια του φύλλου στην άλλη (translaminal action) θανατώνει προνύμφες Λεπιδόπτερων στην ανέκαστη πλευρά των φύλλων. Καταπολεμά μυζητικά έντομα και ακάρεα, αλλά και μασητικά σε μεγαλύτερες δόσεις. Τα οπτικά ισομερή του διαφέρουν ως προς την εντομοκτόνο δράση.

QUINALPHOS. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Δρα σε βάθος (translaminal action). Καταπολεμά πολλά Λεπιδόπτερα, Κολεόπτερα, Δίπτερα, Ημίπτερα κ.α. Π.χ. χρησιμοποιείται για να καταπολεμηθούν κάμπιες σε οπωροφόρα, βαμβάκι, λαχανικά και αραχίδα, καθώς και εναντίον κοκκοειδών σε οπωροφόρα, Δίπτερα λαχανικών και το σύμπλοκο των εχθρών του ρυζιού.

TERBUFOS. Εντομοκτόνο και νηματωδοκτόνο. Δρα από το στομάχι και με ατμούς. Χρησιμοποιείται στη φυτοπροστασία τεύτλων, καλαμποκιού και άλλων καλλιεργειών για την καταπολέμηση εχθρών τους που διαβιούν πάνω και μέσα στο έδαφος.

THIOMETON. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με διασυστηματική δράση. Δρα με επαφή και από το στομάχι. Καταπολεμά αφίδες στη μηλιά (πριν την άνθηση) στα φασόλια, σταυρανθή, παντζάρια, σακχαρότευτλα και άλλα είδη τεύτλων πατάτες, καρότα, μπιζέλια, σιτηρά και φράουλες. Επίσης ακάρεα, ψύλλες, οπλοκάμπες, θρίπες.

TRIAZOPHOS. Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο και νηματωδοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά την καρπόκαψα και τους φυλλοδέτες στη μηλιά, ακάρεα σε μηλιά και φράουλες, κάμπιες του λάχανου, Κολεόπτερα σε σπόρους. Χρησιμοποιείται επίσης σε αχλαδιές, σταυρανθή, τεύτλα, κουκιά, πατάτες, πράσα, κρεμμύδια.

5.1.3. Καρβαμιδικές ενώσεις

Ανακαλύφθηκαν από τις αρχές της δεκαετίας του '50 σε μια προσπάθεια των φυτοφαρμακολόγων για ανακάλυψη ουσιών για την καταπολέμηση εχθρών που ήδη είχαν αρχίσει να αναπτύσσουν ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά. Σήμερα αποτελούν μια πολύ σημαντική ομάδα ουσιών στην καταπολέμηση των εντόμων, μολονότι όχι τόσο μεγάλη όσο τα οργανοφωσφορικά. Πάντως σε πολλές από τις ιδιότητες τους, όπως ο τρόπος δράσης, το φάσμα τοξικότητας, η έλλειψη εμμονής στο περιβάλλον, αλλά και η έλλειψη εκλεκτικότητας στα ωφέλιμα έντομα, είναι παρόμοια με τα οργανοφωσφορικά.

Τρόπος δράσης. Όπως και τα οργανοφωσφορικά είναι ισχυροί αναστολείς της ακετυλοχολινεστεράσης με τυπικά χολινεργικά συμπτώματα στα ζώα, όπως σιελόρροια,

δακρύρροια, σπασμοί και θάνατος. Στα έντομα τα καρβαμιδικά επίσης αναστέλλουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης και των καρβοξυεστερασών.

Τα καρβαμιδικά αντιδρούν με την ακετυλοχολινεστεράση κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τα οργανοφωσφορικά και την ακετυλοχολίνη. Αρχικά σχηματίζεται ένα σύμπλοκο, κατόπιν η χολινεστεράση καρβαμυλιούται και στη συνέχεια αποκαρβαμυλιούται. Έτσι επανακτάται το ένζυμο. Η αναστολή που προκαλούν τα καρβαμιδικά είναι του συναγωνιστικού τύπου.

Η δομή του μορίου των φυτοφαρμάκων της ομάδας αυτής είναι τέτοια ώστε αυτό εφαρμόζει πάνω στο μόριο του ενζύμου. Για τη δράση των οργανοφωσφορικών έχει σημασία η ηλεκτρονική δομή τους ενώ για τη δράση των καρβαμιδικών τον κύριο ρόλο ασκεί η στερεοχημική τους δομή. Όσο περισσότερο μοιάζει το μόριο του καρβαμιδικού με το μόριο της ακετυλοχολίνης τόσο καλύτερη είναι η δράση του.

Σοβαρός επίσης παράγοντας της δομής των καρβαμιδικών ως προς τη δράση τους είναι η οπτική συμπεριφορά τους. Έτσι η l-μορφή είναι πολλές φορές κατά πολύ πιο δραστική από την d-μορφή.

Η παρεμπόδιση της χολινεστεράσης από τα καρβαμιδικά είναι λιγότερο μόνιμη από ότι από τα οργανοφωσφορικά. Αυτό σημαίνει ότι στην πράξη υπάρχει μικρότερος κίνδυνος αθροιστικής δηλητηρίασης από καρβαμιδικά σε προσωπικό που χειρίζεται γεωργικά φάρμακα. Τουλάχιστον για τον άνθρωπο, λοιπόν, τα καρβαμιδικά είναι ασφαλέστερα από τα οργανοφωσφορικά και η ιστορία τους ως προς τα ατυχήματα είναι καλύτερη.

Παρακάτω δίδονται τα καρβαμιδικά έντομοκτόνα με έγκριση στην Ελλάδα το Μάιο 2003. Ο κατάλογος αυτός δεν είναι πλήρης σε σχέση με τα δραστικά συστατικά που κυκλοφορούν στην Ελλάδα, τις χρήσεις και τις προφυλάξεις, εφόσον με αποφάσεις του Ανώτατου Συμβουλίου Εγκρίσεων Γεωργικών Φαρμάκων συνεχώς προστίθενται ή/και αφαιρούνται ουσίες, χρήσεις κλπ. Έτσι ότι περιλαμβάνεται σε αυτό τον κατάλογο, όπως και σε κάθε περίπτωση σε αυτές τις Φοιτητικές Σημειώσεις, έχει μόνο σκοπό μια πρώτη ενημέρωση των φοιτητών και σε καμιά περίπτωση δεν έχει θέση συστάσεων. Πριν από κάθε εφαρμογή ο χρήστης θα πρέπει να συμβουλευτεί την ετικέτα. Ο συγγραφέας αυτών των Σημειώσεων και το ΤΕΙ Κρήτης δεν φέρουν ευθύνη σε περίπτωση ζημιών από χρήση φυτοφαρμάκων εφόσον σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνονται μόνο εγκεκριμένες χρήσεις, για τις οποίες η κύρια πηγή πληροφοριών πρέπει να είναι η ετικέτα του σκευάσματος.

ALDICARB. Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο, και νηματωδοκτόνο επαφής με διασυστηματική δράση. Εφαρμόζεται στο έδαφος και απορροφάται γρήγορα από τις ρίζες. Έχει ιδιαίτερη δράση εναντίον αφίδων, αλευρώδη και φυλλορυκτών. Μπορεί να εφαρμοσθεί στην αυλακία, κατά λωρίδες ή καθολικά. Για την απελευθέρωση του δραστικού συστατικού από τους κόκκους του σκευάσματος απαιτείται εδαφική υγρασία, κι έτσι είναι απαραίτητη βροχή ή άρδευση μετά την εφαρμογή. Είναι ίσως το πιο τοξικό φυτοφάρμακο για τα θερμόαιμα.

BENDIOCARB. Εντομοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά αφίδες, αλευρώδη, κάμπιες, προνύμφες Κολεοπτέρων, σιδεροσκύληκα, μικροκολεόπτερα,

κοκκοειδή, ακάρεα, Μυριάποδα, Κολλέμβολα κ.α. Χρησιμοποιείται στα σακχαρότευτλα και τον αραβόσιτο.

CARBARYL. Εντομοκτόνο και φυτορρυθμιστική ουσία. Σαν εντομοκτόνο δρα κυρίως από το στομάχι αλλά έχει και κάποια δράση με επαφή. Είναι ασθενής παρεμποδιστής χολινεστεράσης. Χρησιμοποιείται σαν εντομοκτόνο σε περισσότερες από 100 διαφορετικές καλλιέργειες ανάμεσα στις οποίες τα εσπεριδοειδή, οπωροφόρα, ακροδρυοφόρα, μεγάλη καλλιέργεια, φυτά βόσκησης, βοσκές, κήποι, καλλωπιστικά, δασικά κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται για αραίωση καρπών στη μηλιά.

CARBOFURAN. Διασυστηματικό εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο, νηματωδοκτόνο, με δράση στομάχου και επαφής. Εφαρμόζεται με ψεκασμό στο φύλλωμα για καταπολέμηση εντόμων και ακάρεων, στην αυλακιά σποράς για έντομα εδάφους και φυλλώματος, ή διασκορπίζεται για καταπολέμηση νηματωδών. Γίνονται ευρείας κλίμακας δοκιμές στο αμπέλι για την επιβράδυνση της εξάπλωσης της φυλλοξήρας. Το CARBOFURAN είναι πάρα πολύ τοξικό για τον άνθρωπο και τα άλλα θερμόαιμα.

CARBOSULFAN. Διασυστηματικό εντομοκτόνο, με δράση επαφής και στομάχου. Καταπολεμά ευρύ φάσμα αρθρόποδων οικονομικής σημασίας, εδάφους και φυλλώματος. Έτσι, χρησιμοποιείται εναντίον Μυριάποδων και Κολλέμβολων, σιδηροσκούληκων, αφίδων, Δίπτερων και Κολεόπτερων στα τεύτλα, Δίπτερων, αφίδων, σιδηροσκούληκων και ποικίλων άλλων εντόμων στον αραβόσιτο αφίδων, δορυφόρου, σιδηροσκούληκων, φυλλορυκτών κ.α. στην πατάτα, Κολεόπτερων, Ημιπτέρων, βλαστορρυκτών κ.α. στο ρύζι, αφίδων, σιδηροσκούληκων και Κολεόπτερων κ.α. σε κηπευτικά αφίδων, καρπόκαψας και άλλων Λεπιδοπτέρων στα οπωροφόρα, ακάρεων Egiophyidae, αφίδων και κοκκοειδών στα εσπεριδοειδή.

MECARBAM. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με μικρή διασυστηματική δράση. Χρησιμοποιείται εναντίον κοκκοειδών και άλλων Ημιπτέρων, Δίπτερων κ.ά.

METHOMYL. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο στομάχου με διασυστηματική δράση. Ψεκάζεται στο φύλλωμα εναντίον αφίδων, *Heliothis* spp., *Spodoptera* spp. κ.α. στο βαμβάκι, μεγάλη καλλιέργεια, οπωροφόρα, καλλωπιστικά, σόγια και κηπευτικά. Στην ανθοκομία ειδικά απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σχετικά με τη φυτοτοξικότητα.

OXAMYL. Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο και νηματωδοκτόνο με δράση επαφής, διασυστηματικό. Απορροφάται από τις ρίζες, αλλά και από τα φύλλα από όπου σε ορισμένα φυτά μετακινείται με το καθοδικό ρεύμα προς τις ρίζες. Χρησιμοποιείται στη μεγάλη καλλιέργεια, οπωροφόρα, καλλωπιστικά και λαχανικά.

PIRIMICARB. Ειδικό αφιδοκτόνο, που δρα με επαφή και με ατμούς, με διασυστηματική δράση. Διεισδύει στα φύλλα και απορροφάται από τις ρίζες. Δεν καταπολεμά ακάρεα ή μύκητες και γι' αυτό είναι κατάλληλο για αφίδες σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Έχει ταχύτατη δράση. Χρησιμοποιείται στα οπωροφόρα, φασόλια, σταυρανθή, άλλα κηπευτικά, σακχαρότευτλα, πατάτες κ.α.

THIOFANOX. Εντομοκτόνο και ακαρεοκτόνο με διασυστηματική δράση. Χρησιμοποιείται για επέμβαση στο έδαφος ή προστασία σπόρων και παρέχει προστασία εναντίον εντόμων εδάφους και φυλλώματος. Καταπολεμά αφίδες, Κολεόπτερα, τζιτζικάκια, ακάρεα και

θρίπες. Χρησιμοποιείται στις πατάτες, σακχαρότευτλα και καλλωπιστικά. Επίσης για την ελάττωση της προσβολής της πατάτας από τον ιό του καρουλιάσματος.

5.1.4. Πύρεθρο και συνθετικά πυρεθροειδή

Το πύρεθρο θεωρείται το αρχαιότερο φυσικό οργανικό εντομοκτόνο. Ο Αρμένιος Juntikoff ανακάλυψε στη δεκαετία του 1820 ότι οι φυλές του Καυκάσου χρησιμοποιούσαν μια πολύ αποτελεσματική εντομοκτόνο σκόνη που παρασκεύαζαν από τα άνθη ειδών του γένους *Chrysanthemum*, που παλιότερα ονομαζόταν *Pyrethrum*. Ο γιος του το 1828 άρχισε τη βιομηχανική παρασκευή της σκόνης αυτής σε μεγάλη κλίμακα, και το 1850 το προϊόν άρχισε να χρησιμοποιείται στη Γαλλία. Αρχικά το πύρεθρο παρασκευαζόταν από το *Chrysanthemum roseum* και *C. carneum*, και αργότερα από το πιο δραστικό *C. cinerariaefolium*, που ανακαλύφθηκε στη Δαλματία το 1840. Σήμερα παρασκευάζεται κυρίως από το τελευταίο αυτό είδος και χρησιμοποιείται ακόμα για καταπολέμηση εντόμων σε κατοικίες κ.α., 160 περίπου χρόνια μετά την ανακάλυψή του.

Το πύρεθρο είναι ίσως το ιδανικό οικιακό εντομοκτόνο. Η τοξικότητα του στον άνθρωπο είναι πολύ χαμηλή, και έχει εντυπωσιακά ταχεία δράση, πλεονεκτήματα πολύ σημαντικά για οικιακή χρήση.

Για να αυξηθεί η εντομοτοξικότητά του το πύρεθρο συχνά συνδυάζεται με συνεργιστικούς παράγοντες. Οι χημικές αυτές ουσίες, όπως π.χ. το *pireperonyl butoxide*, δεν έχουν εγγενή τοξικότητα, αλλά αυξάνουν την τοξικότητα του πύρεθρου σε μεγάλο βαθμό. Δρουν πάνω στα ένζυμα που θα αποτοξικοποιούσαν ταχύτατα το πύρεθρο αν αυτό εφαρμοζόταν μόνο του. Έτσι ο συνδυασμός είναι συχνά 10 έως 20 φορές πιο εντομοτοξικός από την απλή εφαρμογή πύρεθρου. Τα σκευάσματα πύρεθρου συνήθως περιέχουν 0,1 έως 0,2% δραστικό συστατικό εντομοκτόνου, του οποίου η τελική τιμή είναι ανά χιλιόγραμμο η υψηλότερη από οποιοδήποτε εντομοκτόνο σήμερα.

Η γνώση των δρώντων συστατικών του πύρεθρου οφείλεται κυρίως στους Staudinger και Ruzicka, όπου από το 1924 εργάστηκαν πάνω στη σκόνη από ξηρά άνθη των *Chrysanthemum roseum* και *C. cinerariaefolium*. Πάντως οι εργασίες των Fujitani (1909) και Yamamoto (1923) επίσης συνέβαλαν σημαντικά στην ανακάλυψη των δραστικών συστατικών του πύρεθρου, δηλαδή των πυρεθρινών. Αυτές είναι οι pyrethrin I και II, cinerin I και II και jasmolin I και II, όλες οργανικές ουσίες με πολύπλοκη χημική δομή. Στο πύρεθρο βρίσκονται σε αναλογία 71:22:7 και σε συνολικό ποσοστό 20-25%.

Οι πυρεθρίνες είναι ισχυρότατα μη διασυστηματικά εντομοκτόνα επαφής, που προκαλούν ταχύτατη παράλυση (knock down), ενώ ο θάνατος επέρχεται αργότερα. Χρησιμοποιούνται (σαν πύρεθρο) εναντίον εντόμων σε σπίτια και στάβλους, σε καλλωπιστικά φυτά και σε αποθηκευμένα προϊόντα. Οι συνεργισμένες πυρεθρίνες έχουν και εντομοαπωθητική δράση και γι' αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί για τον ψεκάσμό της εξωτερικής επιφάνειας ειδών συσκευασίας τροφίμων. Επίσης είναι δραστικές εναντίον φυλλοφάγων και άλλων φυτοφάγων εντόμων αλλά η αστάθειά τους δεν επέτρεψε ως τώρα να χρησιμοποιηθούν για προστασία των φυτών στο ύπαιθρο.



Συνθετικές πυρεθρίνες.

Μετά την ανακάλυψη των πυρεθρινών σαν δραστικών συστατικών του πύρεθρου (βλέπε παρακάτω), ουσιών αρκετά πολύπλοκων χημικά, έφτασε ο Schechter κ.α. στις ΗΠΑ το 1949 στη σύνθεση της allethrin και της πιο δραστικής bioallethrin, οι οποίες, όπως και το πύρεθρο, είναι μίγματα ουσιών. Είναι και οι δύο περίπου της ίδιας τοξικότητας με τις φυσικές πυρεθρίνες, αλλά μπορούσαν να παρασκευασθούν συνθετικά και στοίχιζαν φθηνότερα. Χρησιμοποιήθηκαν εναντίον μυγών και κουνουπιών μια και η έλλειψη σταθερότητάς τους στο φως δεν είχε σημασία σ' αυτή την περίπτωση.

Στο ίδιο χρονικό διάστημα, είχε αρχίσει να εργάζεται και ο Elliot στο Rothamsted της Αγγλίας πάνω στις πυρεθρίνες. Με το σκεπτικό ότι τα συνθετικά εντομοκτόνα της εποχής εκείνης ήταν πολύ τοξικά για τον άνθρωπο και ότι θα έπρεπε να αντικατασταθούν με άλλο λιγότερο τοξικά, άρχισε να εργάζεται πάνω στις φυσικές πυρεθρίνες για τις οποίες ήταν ήδη γνωστά τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- ευρύ φάσμα δράσης
- γρήγορο knock down
- απώθηση των εντόμων
- μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα και
- βραχεία εμμονή στο περιβάλλον.



Είχαν βέβαια και μειονεκτήματα όπως:

- το μεγάλο κόστος παραγωγής τους και
- τη μικρή σταθερότητά τους στο φως.

Έτσι ο Elliot, οδηγούμενος από το γεγονός ότι το πύρεθρο με μια μικρή αλλαγή των δραστικών ουσιών χωρίς αλλαγή των εντομοκτόνων ιδιοτήτων έδωσε τις αλληθρίνες, προχώρησε ακόμα περισσότερο και με γνώμονα τη συσχέτιση χημικής δομής και βιολογικής δράσης έφθασε το 1967 στη resmethrin, που είχε κύριο τοξικό παράγοντα την bioresmethrin. Σ' αυτό το στάδιο εξέλιξης των πυρεθροειδών η εντομοτοξικότητα είχε αυξηθεί ενώ η τοξικότητα για τα θερμόαιμα είχε μειωθεί. Όμως δεν είχε γίνει καμιά βελτίωση ως προς τη σταθερότητα στο φως.

Η πραγματική εποχή των πυρεθροειδών άρχισε το 1973 όταν ο Elliot ανάγγειλε την ανακάλυψη της permethrin που είχε:

- πιο ισχυρή εντομοκτόνο δράση από τα προηγούμενα πυρεθροειδή
- μικρή τοξικότητα στα θερμόαιμα
- σταθερότητα στο φως
- ευρύ φάσμα δράσης.

Μετά από την permethrin άρχισε και συνεχίζεται η σύνθεση πολλών νέων πυρεθροειδών. Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει τη δραστικότητα των πυρεθροειδών, σε τρεις διαφορετικές ομάδες.

Ομάδα δραστηριότητας	Κοινό όνομα δραστικής ουσίας	Χρησιμοποιούμενη δόση, g/στρέμμα	Δραστηριότητα ομάδας
Α	fenvalerate	10-20	1X
	permethrin	10-20	
Β	cypermethrin	2,5-10	2-4X
	flucithrin	2,5-10	
	fenpropathrin	5-10	
	fluvalinate	5-10	
	cyfluthrin	5-10	
	bifenthrin	3-5	
Γ	tralomethrin	1,3-1,6	10X
	λ-cyhalothrin	1	
	deltamethrin	1	

Το φάσμα δράσης των πυρεθροειδών είναι ευρύτατο, κυρίως όμως είναι πολύ αποτελεσματικά σε Λεπιδόπτερα, Δίπτερα και Κολεόπτερα, που περιλαμβάνουν πάρα πολλά γεωργικής, υγειονομικής και κτηνιατρικής σημασίας έντομα. Τα διάφορα πυρεθροειδή έχουν βέβαια διαφορές μεταξύ τους ως προς το φάσμα δράσης αλλά χωρίς μεγάλη σημασία. Πάντως κανένα δεν ήταν ιδιαίτερα δραστικό κατά των αφίδων ή των ακάρεων μέχρι πρόσφατα. Μόνο ένα από τα νεότερα το fenpropathrin έχει αξιοσημείωτη ακαρεοκτόνο δράση. Αντίθετα τα deltamethrin, cypermethrin και fenvalerate προκαλούν εξάρση ακάρεων σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογής. Τα υπόλοιπα προκαλούν εξάρσεις σε λιγότερες περιπτώσεις ή οι εξάρσεις είναι ηπιότερες. Ιδιαίτερη προσοχή, ως προς τις εξάρσεις ακάρεων από πυρεθροειδή, απαιτείται κατά τις εφαρμογές στη μηλιά.

Τα πυρεθροειδή έχουν μεγάλη χρήση στο βαμβάκι, φυτά μεγάλης καλλιέργειας, δενδροκομία, λαχανοκομία, δασοπονία, εναντίον εντόμων υγειονομικής και κτηνιατρικής σημασίας κ.α. Στις ΗΠΑ κατείχαν από το 1982 το 30% των γεωργικών χρήσεων εντομοκτόνων και προβλεπόταν πως σύντομα θα κάλυπταν το 25% των συνολικών χρήσεων εντομοκτόνων, με προοπτική να ξεπεράσουν τα οργανοχλωριωμένα και οργανοφωσφορικά.

Τρόπος δράσης. Τα πυρεθροειδή δρουν πάνω στο νευρικό σύστημα αλλά δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστός ο ακριβής μηχανισμός. Αρχικά προκαλούν διέγερση και άμεση κατάρριψη (knock down) και κατόπιν τα έντομα ή συνέρχονται (μετά 10 λεπτά περίπου) ή πεθαίνουν. Πάνω στο μηχανισμό δράσης συνεχίζεται εντατική έρευνα, γιατί με τη γνώση του θα γίνει επωφελέστερη χρήση των πυρεθροειδών.

Ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Ανθεκτικότητα στα πυρεθροειδή έχει ήδη αναπτύξει το *Heliothis armigera*, οικιακές μύγες, ένα έντομο του καπνού στην Καλιφόρνια, έντομο κτηνιατρικής σημασίας, κουνούπια, ο δορυφόρος της πατάτας, ένας φυλλορρύκτης του

σέλινου κ.α. Πάντως έχει ήδη αναπτυχθεί ανθεκτικότητα και σε αρπακτικά ακάρεα Phytoseiidae.

Το πρόβλημα της ανάπτυξης ανθεκτικότητας φυτοπαράσιτων στα πυρεθροειδή αντιμετωπίζεται μερικά με τη προσθήκη συνεργιστικών παραγόντων (π.χ. piperonyl butoxide) στα σκευάσματα. Πάντως εφ' όσον τα πυρεθροειδή έχουν αποδειχθεί πολύ καλά εντομοκτόνα, για να επιμηκυνθεί η χρήσιμη ζωή τους καλό θα είναι να χρησιμοποιηθούν ορθολογικά.

Συνιστάται η χρήση τους μόνο όταν είναι απόλυτα απαραίτητα, μέσα στα προγράμματα κατευθυνόμενης καταπολέμησης. Μόνο δηλαδή όταν το φυτοπαράσιτο υπερβεί το οικονομικό όριο να γίνει ο απαραίτητος αριθμός ψεκασμών στην ελάχιστη απαιτούμενη δόση και στον κατάλληλο χρόνο. Την ορθολογική χρήση των πυρεθροειδών άλλωστε υπαγορεύει και το υψηλό τους κόστος που είναι σημαντικά υψηλότερο από τα άλλα συνήθη εντομοκτόνα.

Τοξικολογία. Τα πυρεθροειδή είναι γενικά μικρής τοξικότητας για τα θερμόαιμα. Βέβαια η τοξικότητα της δραστικής ουσίας μπορεί να είναι σχετικά υψηλή, όπως στο deltamethrine, αλλά τα πυρεθροειδή, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, χρησιμοποιούνται σε πολύ μικρές δόσεις συγκριτικά με άλλα εντομοκτόνα. Εξάλλου τα υπολείμματα πυρεθροειδών αποικοδομούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα μέσα στο σώμα των θερμόαιμων, πράγμα που δεν συμβαίνει βέβαια στο σώμα των εντόμων.

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι μια περίληψη στοιχείων τοξικότητας διαφόρων εντομοκτόνων. Στην τελευταία στήλη δεξιά δίδεται ο συντελεστής ασφαλείας των εντομοκτόνων που όσο μεγαλύτερος είναι τόσο μικρότερη είναι η σχετική (πρακτική) τοξικότητα του εντομοκτόνου στο οποίο αντιστοιχεί. Από τον Πίνακα αυτό φαίνεται ότι το deltamethrine, το πιο εντομοτοξικό από τα πυρεθροειδή και όλα γενικά τα εντομοκτόνα, είναι πολύ ασφαλές αν ληφθεί υπόψη η δόση στην οποία χρησιμοποιείται.

Εντομοκτόνο <i>α</i>	Μέση θανατηφόρος δόση (LD ₅₀) στην οικιακή μιγά μg/g ζώντος βάρους <i>β</i>	LD ₅₀ από στόματος σε ποντίκια mg/kg ζ.β. <i>γ</i>	Συντελεστής ασφαλείας γ $\delta = \frac{\gamma}{\beta}$ <i>β</i>
DDT	10,0	113	11,3
parathion	0,9	3,6-13	4-11
malathion	56,0	2800	50
fenitrothion	5,6	250-500	45-89
dimethoate	0,9	320-380	356-422
φυσικές πυρεθρίνες	10,0	584-900	58-90
deltamethrin	0,025	67-139	2680-5560

Πάντως τα πυρεθροειδή είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια και άλλους υδρόβιους οργανισμούς και βέβαια λόγω ευρύτητας του φάσματος εντομοτοξικής δράσης, είναι πολύ τοξικά για τα ωφέλιμα αρθρόποδα. Γι' αυτό, κατά την κατάστρωση προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης, αν δεν είναι δυνατή η αποφυγή της χρήσης τους, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με πολύ μεγάλη προσοχή.

Υπολείμματα. Γενικά τα πυρεθροειδή διασπώνται στο έδαφος. Λόγω των χαμηλών δόσεων στις οποίες χρησιμοποιούνται μπορούν να εφαρμοσθούν σε γεωργικές καλλιέργειες πιο κοντά στη συγκομιδή από άλλα εντομοκτόνα.

Στον πίνακα που ακολουθεί συγκρίνονται οι βασικές ιδιότητες των τεσσάρων μεγάλων ομάδων εντομοκτόνων.

Ομάδα	Τοξικότητα (LD₅₀) από στόματος σε ποντίκια (mg/kg ζ.β.)	Μέση χρησιμοποιούμενη δόση (g/στρέμμα)	Διάρκεια υπολειμμάτων στο έδαφος (έτη)
Οργανοχλωριωμένα	230	50-300	1-10
Οργανοφωσφορικά	67	60	ποικίλει ευρύτατα
Καρβαμιδικά	45	70	ποικίλει ευρύτατα
Πυρεθροειδή	700	1-20	0,1

Μια σύντομη περιγραφή πυρεθροειδών που έχουν κυκλοφορήσει στην αγορά είναι:

CYPERMETHRIN. Εντομοκτόνο επαφής και στομάχου. Καταπολεμά ευρύ φάσμα εντόμων, ειδικά Λεπιδόπτερα στα οπωροφόρα, λαχανικά, αμπέλι, καπνό και βαμβάκι, όπως π.χ. καρπόκαψα, φυλλοδέτες, ψύλλες, κάμπιες των λάχανων κ.α. Χρησιμοποιείται επίσης σε σφαγεία και αποθήκες τροφίμων.

DELTA METHRIN. Εντομοκτόνο επαφής και στομάχου. Καταπολεμά ευρύ φάσμα εντόμων, όπως ψύλλες σε μηλιά και αχλαδιά, αφίδες σε μηλιά και δαμασκηλιά, καρπόκαψα και φυλλοδέτες στη μηλιά, κάμπιες στα σταυρανθή. Επίσης καταπολεμά αφίδες, κοκκοειδή και αλευρώδη σε θερμοκήπια με αγγουριές, τομάτες, πιπεριές και καλλωπιστικά.

FENVALERATE. Εντομοκτόνο επαφής και στομάχου. Καταπολεμά ευρύ φάσμα εντόμων. Χρησιμοποιείται στα οπωροφόρα, σταυρανθή, τεύτλα, φασόλια, αρακά-μπιζέλια, βαμβάκι, σόγια κ.α., καθώς και σε μη γεωργικές χρήσεις. Χρησιμοποιείται και για καταπολέμηση εντόμων σε βοοειδή.

Άλλα δραστικά συστατικά πυρεθροειδών που κυκλοφορούν (το όνομα του σκευάσματος σε παρένθεση):

FENPROPATHRIN	(DANITOL)	BIPHENTHRIN	(TALSTAR)
CYFLUTHRIN	(BAYTHROID)	λ- CYHALOTHRIN	(KARATE)
FLUVALINATE	(MAVRIK)	ALPHA-CYPERMETHRIN	(FASTAC)

5.1.5. Ασφυκτικά εντομοκτόνα.

(καπνογόνα, αμιστικά, αέρια, απεντομωτικά, απολυμαντικά, fumigants)

Οι ουσίες αυτές στη συνηθισμένη θερμοκρασία είναι αέρια ή πολύ πτητικά υγρά. Εισέρχονται στο σώμα των εντόμων από το αναπνευστικό σύστημα σε αέρια μορφή και τα σκοτώνουν με παρεμπόδιση των οξειδωτικών ενζύμων ή της αφομοίωσης του οξυγόνου από τους ιστούς. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κλειστούς χώρους ή σε χώρους που μπορούν να σκεπαστούν για να συγκρατηθεί το αέριο. Επίσης εφαρμόζονται στο έδαφος. Πολλά από αυτά είναι φυτοτοξικά και γι' αυτό χρησιμοποιούνται στο έδαφος πριν από τη σπορά ή φύτευση. Άλλα λιγότερο φυτοτοξικά, χρησιμοποιούνται με ειδικές προφυλάξεις κοντά ή πάνω σε φυτά και πολλαπλασιαστικό υλικό. Δεν έχουν υπολειμματική δράση.

Με την εφαρμογή των ασφυκτικών εντομοκτόνων θανατώνονται όλα τα στάδια των εντόμων καθώς και ακάρεα και άλλα Αρθρόποδα σπονδυλωτά ζώα, όπως τρωκτικά, κ.α. Μερικά ασφυκτικά εντομοκτόνα θανατώνουν και **νηματώδεις σκώληκες** ή είναι γενικά **απολυμαντικά**, που σκοτώνουν κάθε ζωντανό οργανισμό.

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των κυριότερων ασφυκτικών εντομοκτόνων.

ΑΚΡΥΛΟΝΙΤΡΙΑΙΟ (ACRYLONITRILE). Εντομοκτόνο που δρα από το αναπνευστικό σύστημα όπως το υδροκυάνιο. Είναι πολύ τοξικό και πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο από ειδικευμένο προσωπικό. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τετραχλωράνθρακα (για μείωση της αναφλεξιμότητας), για απεντόμωση καπνού και σπόρων σε αποθήκες καθώς και σε αλευρόμυλους, αρτοποιεία και στη μεταποίηση τροφίμων.

ΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ (METHYL BROMIDE). Εντομοκτόνο, νηματοδοκτόνο, μυκητοκτόνο, ζιζανιοκτόνο, ακαρεοκτόνο, τρωκτικοκτόνο. Χρησιμοποιείται σε αποθήκες, στο έδαφος και σε ορισμένα ζωντανά μέρη φυτών. Έχει σημείο ζέσεως 1° C. Είναι πολύ διεισδυτικό ακόμα και σε συσκευασμένα τρόφιμα, αποξηραμένα φρούτα και καρπούς. Οι ζωντανοί οργανισμοί προσλαμβάνουν γρήγορα τη θανατηφόρο δόση αλλά αργούν να θανατωθούν. Κατά την εφαρμογή του είναι απαραίτητη η στεγανοποίηση των χώρων ή τουλάχιστον η καλή κάλυψη των προϊόντων στα οποία διοχετεύεται. Είναι πολύ τοξικό για τον άνθρωπο και τα άλλα θερμόαιμα και γι' αυτό εφαρμόζεται μόνο από ειδικευμένο προσωπικό. Πολλές φορές περιέχει 2% χλωροπικρίνη σαν προειδοποιητικό κινδύνου δηλητηρίασεως.

Δεν είναι εύλεκτο. Σε εφαρμογές εδάφους καταπολεμά έντομα, νηματώδεις, ασθένειες εδάφους, ζιζάνια, και σπόρους ζιζανίων. Σε μύλους, συστήματα μεταφοράς σπόρων και πλοία καταπολεμά έντομα και ακάρεα. Σε αποθήκες τροφίμων καταπολεμά έντομα και ποντικούς. Χρησιμοποιείται επίσης σε θερμοκήπια και στην καλλιέργεια

μανιταριών. Είναι από τα καλύτερα απεντομωτικά και χρησιμοποιείται ευρύτατα. Είναι φυτοτοξικό σε νεαρά φυτά κατά το φύτευμα.

Λόγω των προβλημάτων ρύπανσης του περιβάλλοντος που συνδέονται με την ουσία αυτή (στρώμα όζοντος κ.ά.), από ετών έχει δρομολογηθεί διεθνώς η βαθμιαία απόσυρση και η αντικατάστασή του

ΔΙΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (ETHYLENE DIBROMIDE, EDB). Νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο. Χρησιμοποιείται κυρίως στο έδαφος για καταπολέμηση νηματωδών, σιδηροσκούληκων κ.α., σε μύλους, αποθήκες και κατοικίες, σε ξυλεία, σπόρους, νωπά φρούτα καθώς και άλλα φυτικά προϊόντα στα οποία επιβάλλεται απεντόμωση από τον φυτοϋγειονομικό έλεγχο. Επίσης χρησιμοποιείται σαν ενισχυτικό άλλων απεντομωτικών σπόρων σε ποσοστό 5-10%. Μετά τη χρησιμοποίησή του είναι απαραίτητος καλός αερισμός για να απομακρυνθούν τα βρωμιούχα υπολείμματα.

ΔΙΒΡΩΜΟΧΛΩΡΟΠΡΟΠΑΝΙΟ (DIBROMOCHLOROPROPANE, DBCP). Νηματωδοκτόνο και ατμιστικό εδάφους με περιορισμένη μυκητοκτόνο δράση. Είναι αποτελεσματικό εναντίον εκτοπαρασιτικών νηματωδών στο έδαφος. Είναι λιγότερο φυτοτοξικό από άλλα ατμιστικά εδάφους και μπορεί, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, να χρησιμοποιηθεί σε εγκατεστημένα δενδροκομεία και άλλες πολυετείς φυτείες, π.χ. αμπέλια.

ΔΙΘΕΙΑΝΘΡΑΚΑΣ (CS₂). Έχει σημείο ζέσεως 46,2° C. Οι ατμοί του διαχέονται αργά. Μίγμα του με αέρα που περιέχει 1-50% διθειάνθρακα είναι εκρηκτικό. Έχει χρησιμοποιηθεί πολύ στο παρελθόν για απεντόμωση σπόρων, περισσότερο σε μίγμα με τετραπλάσια δόση τετραχλωράνθρακα για να περιορίζεται η εκρηκτικότητα του. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί και σαν απεντομωτικό εδάφους. Είναι περισσότερο ναρκωτικό παρά εντομοκτόνο, γι' αυτό και η χρήση του περιορίστηκε όταν άρχισε η χρησιμοποίηση δραστικότερων απεντομωτικών.

ΔΙΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (ETHYLENE DICHLORIDE, EDC). Εντομοκτόνο. Χρησιμοποιείται σε μίγμα με τετραχλωράνθρακα για απεντόμωση σπόρων σε σωρούς, ιδιαίτερα σε αποθήκες που δεν κλείνουν ερμητικά. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και εναντίον εντόμων εδάφους. Απορροφάται από λιπαρές ουσίες και γι' αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε προϊόντα πλούσια σε λίπη.

ΔΙΧΛΩΡΟΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ (D-D). Κυρίως νηματωδοκτόνο που όμως θανατώνει και έντομα και άλλα ζώα στο έδαφος. Είναι πολύ τοξικό για τα θηλαστικά και καυστικό για το δέρμα. Είναι από τα καλύτερα νηματωδοκτόνα. Χρησιμοποιείται πριν από τη σπορά ή φύτευση σε σπορεία, σε φυτώρια ή στον αγρό. Καταπολεμά νηματώδεις των γενών *Meloidogyne* και *Platylenchus*, στα τεύτλα του *Heterodera schachtii* κ.α. Είναι απαραίτητο να περάσουν τουλάχιστον 14 ημέρες από την εφαρμογή πριν να γίνει σπορά ή φύτευση για να απομακρυνθούν οι φυτοτοξικοί ατμοί του. Επειδή ποικίλει η δοσολογία εφαρμογής ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, το είδος του νηματώδους και τη μέθοδο εφαρμογής, πρέπει να είναι ανάλογο και το μεσοδιάστημα από την εφαρμογή μέχρι τη φύτευση. Για μεγάλες δόσεις, χαμηλές θερμοκρασίες ή βαρύτερο έδαφος απαιτείται μεγαλύτερο μεσοδιάστημα. Πάντως τελικά δεν αφήνει υπολείμματα στο έδαφος.

METHAM SODIUM. Μυκητοκτόνο, νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο και ζιζανιοκτόνο. Εφαρμόζεται στο έδαφος. Δρα αφού μετατραπεί σε ισοκυανικό μεθύλιο. Έχει ευρεία

εφαρμογή αλλά απαιτείται προσοχή εξαιτίας της φυτοτοξικότητας του. Η φύτευση πρέπει να γίνεται μερικές εβδομάδες μετά την εφαρμογή του.

ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ (ETHYLENE OXIDE, ETO). Εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο με επιπλέον δράση σε κοχλίες και λείμακες καθώς και μικροοργανισμούς και ιούς. Αποικοδομείται σε ουσία μη επικίνδυνη. Χρησιμοποιείται σε μίγμα με CO₂ σε αναλογία 1:9, με ατμοσφαιρική ή ελαττωμένη πίεση, για απολύμανση αποθηκευμένων προϊόντων και κυρίως αποξηραμένων φρούτων. Είναι ακατάλληλο για σπόρους που προορίζονται για σπορά.

ΠΑΡΑΔΙΧΛΩΡΟΒΕΝΖΟΛΙΟ (PDB). Χρησιμοποιείται σαν σκωροκτόνο σε υφάσματα, αλλά και στον κορμό ή το λαιμό δένδρων εναντίον φλοιορρυκτικών και ξυλορρυκτικών προνυμφών Κολεοπτέρων και Λεπιδοπτέρων. Στην περίπτωση αυτή για να είναι αποτελεσματικό πρέπει να σκεπαστεί με χώμα.

ΤΕΤΡΑΧΛΩΡΑΝΘΡΑΚΑΣ (CARBON TETRACHLORIDE). Έχει χαμηλή εντομοτοξικότητα, ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όμως χρησιμοποιείται αρκετά για απολύμανση σπόρων επειδή έχει το πλεονέκτημα να μην απορροφάται πολύ από τους σπόρους. Επίσης χρησιμοποιείται σε μίγματα με ισχυρότερα ασφυκτικά εντομοκτόνα, όπως π.χ. το διχλωριούχο αιθυλένιο, για ελάττωση της αναφλεξιμότητάς του.

ΥΔΡΟΚΥΑΝΙΟ (υδροκυανικό οξύ, HCN). Είναι αέριο, άχρωμο, υδατοδιαλυτό. Σε αναλογίες 5,6-40% στον αέρα είναι εύφλεκτο. Είναι εξαιρετικά τοξικό για τα θερμόαιμα από το αναπνευστικό σύστημα, αλλά απορροφάται και από το δέρμα. Χρησιμοποιείται μόνο από ειδικευμένο προσωπικό. Έχει μυρωδιά πικραμυγδάλου, που όμως μερικοί άνθρωποι δεν αισθάνονται. Είναι από τα πιο αποτελεσματικά ασφυκτικά εντομοκτόνα με μεγάλη διεισδυτικότητα. Τα άλατά του είναι ασταθή και εκλύουν HCN με την παρουσία νερού, ιδιαίτερα σε όξινο περιβάλλον, όπως π.χ. κατά την αντίδραση $2\text{KCN} + \text{H}_2\text{SO}_4 \gg \gg 2\text{HCN} + \text{K}_2\text{SO}_4$. Χρησιμοποιείται σε αποθηκευμένα προϊόντα, σε πολλαπλασιαστικό υλικό και σε απεντομώσεις ολόκληρων δένδρων, όπως π.χ. εναντίον κοκκοειδών.

ΦΩΣΦΙΝΗ (PHOSPHINE, PH₃, ALUMINIUM PHOSPHIDE). Ισχυρό εντομοκτόνο και τρωκτικοκτόνο. Δρα στο αναπνευστικό και στο νευρικό σύστημα αλλά και στο μεταβολισμό. Είναι αέριο πολύ τοξικό για τα θερμόαιμα και πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο από ειδικευμένο προσωπικό. Χρησιμοποιείται σε αποθηκευμένα σιτηρά και άλλους σπόρους, καρύδια και άλλους εδώδιμους ξηρούς καρπούς, σόγια, αποξηραμένα φρούτα, ελαιώδεις σπόρους, μαγιά της μύρας, καπνό κ.α. Επίσης για απολύμανση αποθηκών και εμπορευματοκιβωτίων (containers), καθώς και εναντίον τρωκτικών. Η συνήθης μορφή στο εμπόριο είναι ταμπλέτες ή σακίδια που περιέχουν μίγμα φωσφορούχου αργιλίου 55% και καρβαμιδικού αμμωνίου. Με την επίδραση της υγρασίας από τον αέρα ή από το προϊόν που απεντομώνεται, το δισκίο 3g εκλύει σε 1-3 ώρες 1 γραμμάριο φωσφίνης (PH₃) από το φωσφορικό αργίλιο, και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) από το καρβαμιδικό αμμώνιο. Οι δόσεις εφαρμογής ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες εφαρμογής και το προϊόν που απεντομώνεται, το οποίο πρέπει να περιέχει υγρασία περισσότερο από 10%. Η απεντόμωση διαρκεί 3-10 ημέρες. Η απομάκρυνση της φωσφίνης από τα προϊόντα μετά από αερισμό ελέγχεται από ειδικούς ανιχνευτές. Τα τελικά υπολείμματα, εκτός από την φωσφίνη, δεν είναι τοξικά.

Φυτοτοξικότητα. Ζώντα φυτά, φρέσκα λαχανικά και φρούτα, με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν πρέπει να απεντομώνονται με φωσφίνη.

ΙΣΟΚΥΑΝΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ (METHYL ISOCYANATE). Νηματωδοκτόνο, μυκητοκτόνο, εντομοκτόνο και ζιζανιοκτόνο, ειδικά εναντίον σπόρων ζιζανίων. Εφαρμόζεται στο έδαφος και έχει πρόσθετη δράση εναντίον μυριάποδων και λειμάκων. Είναι τοξικό για τα θηλαστικά και πολύ φυτοτοξικό για πράσινα φυτά. Η φύτευση πρέπει να καθυστερεί κατά την απολύμανση του εδάφους, περίπου 5 εβδομάδες στους 20° C, αλλά περισσότερο από 6 εβδομάδες στους 5° C. Το ισοκυανιούχο μεθύλιο παράγεται και μετά από προσθήκη metham sodium ή dazomet στο έδαφος.

ΧΛΩΡΟΠΙΚΡΙΝΗ. Νηματωδοκτόνο, μυκητοκτόνο, εντομοκτόνο, ζιζανιοκτόνο. Είναι άχρωμο βαρύ υγρό με σημείο ζέσεως 112°C. Στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκε σαν δακρυγόνο αέριο. Είναι διαβρωτικό για τα μέταλλα και πολύ ερεθιστικό για τον άνθρωπο. Συχνά προστίθεται σε άλλα ασφυκτικά εντομοκτόνα σαν προειδοποιητικό. Δεν χρησιμοποιείται πολύ εξαιτίας της μεγάλης ερεθιστικότητας αλλά και της μεγάλης τιμής αγοράς. Είναι αποτελεσματικό για καταπολέμηση εντόμων σε αποθηκευμένα σιτηρά, καθώς και σαν προ-φυτευτικό απολυμαντικό για την καταπολέμηση νηματωδών, μυκήτων, εντόμων και σπόρων ζιζανίων. Είναι ακατάλληλο για απολύμανση λαχανικών και φρούτων.

Φυτοτοξικότητα. Είναι τοξικό στα πράσινα φυτά και σε ορισμένες περιπτώσεις σε σπόρους.

DAZOMET. Νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο και ζιζανιοκτόνο ειδικά εναντίον σπόρων ζιζανίων. Δρα με έκλυση ισοκυανικού μεθυλίου (methyl isocyanate). Θανατώνει και μυριάποδα στο έδαφος. Είναι στερεή ουσία, άοσμη. Εφαρμόζεται στο έδαφος για την καταπολέμηση των πιο πάνω φυτοπαράσιτων, αλλά επειδή είναι πολύ φυτοτοξικό απαιτούνται 8-24 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία, από την εφαρμογή μέχρι την επόμενη φύτευση. Σαν δείκτης απουσίας των φυτοτοξικών υπολειμμάτων χρησιμοποιείται το φύτρωμα σπόρων κάρδαμου (*Epidum sativum*).

Οι πιο πάνω ουσίες χρησιμοποιούνται μεμονωμένα ή σε μίγματα που αναφέρονται στον κατάλογο των εμπορικών σκευασμάτων φυτοφαρμάκων στο τέλος αυτών των σημειώσεων.

5.1.6. Εντομοκτόνα ειδικής δράσης

Τα περισσότερα εντομοκτόνα είναι τοξικά και για τα σπονδυλωτά. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ουσίες αυτές είναι κυρίως δηλητήρια του νευρικού συστήματος και τα νευρικά συστήματα των εντόμων και των σπονδυλωτών είναι τόσο όμοια ώστε δεν έχει καταστεί δυνατό να ευρεθούν ουσίες που να δηλητηριάζουν μόνο το νευρικό σύστημα των εντόμων.

Πάντως υπάρχουν βιολογικές διεργασίες που είναι αποκλειστικές για τα έντομα και που είναι δυνατό να απορυθμιστούν τεχνητά. Χημικές ουσίες που δρουν πάνω στις διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται σαν εντομοκτόνα. Μία από τις διεργασίες που είναι αποκλειστική σε έντομα (και άλλα αρθρόποδα), είναι ο σχηματισμός του εξωσκελετού χιτίνης. Η χιτίνη απαντά στη φύση μόνο σε αρθρόποδα και μύκητες και έτσι, κατά λογική συνέπεια, είναι στόχος εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων.

Μία ουσία που παρεμβαίνει στη βιοσύνθεση της χιτίνης στα έντομα είναι το diflubenzuron. Το εντομοκτόνο αυτό έχει δύο σημαντικές ομοιότητες με το DDT: έχει πολύ μικρή διαλυτότητα στο νερό και είναι ανθεκτικό στη βιολογική αποσύνθεση. Όμως η τοξικότητα του diflubenzuron στα θερμόαιμα είναι πολύ χαμηλή: η LD50 για ποντίκια (οξεία από του στόματος) είναι μεγαλύτερη από 10.000 mg/kg ζώντος βάρους. Η τοξικότητα στα έντομα ποικίλει ευρύτατα. Δρα εναντίον των εντόμων από το στομάχι και με επαφή. Με την παρεμπόδιση που προκαλεί στη σύνθεση χιτίνης και, κατά συνέπεια, στο σχηματισμό της cuticula έχει επίδραση σε όλα τα στάδια εντόμων που σχηματίζουν νέο εξωσκελετό. Έτσι παρεμποδίζει τις εκδύσεις και προκαλεί θάνατο των προνυμφών, νυμφών και των ακμαίων. Επίσης παρεμποδίζει την εκκόλαψη των αυγών. Δεν έχει διασυστηματική δράση και δεν έχει διεισδυτικότητα σε φυτικούς ιστούς. Για το λόγο αυτό τα μυζητικά έντομα δεν επηρεάζονται από το diflubenzuron. Το γεγονός αυτό επίσης αποτελεί τη βάση της εκλεκτικότητας του προς όφελος παρασίτων και αρπακτικών (ωφέλιμων) εντόμων. Χρησιμοποιείται εναντίον αρθρόποδων δασικών και καρποφόρων (καρπόκαψα, ψύλλα), εσπεριδοειδών (*Phyllocoptruta oleivora*), φυτών μεγάλης καλλιέργειας (σόγια, αραβόσιτος, βαμβάκι) κηπευτικών κ.α. Επίσης καταπολεμά Δίπτερα σε καλλιέργειες μανιταριών, κουνούπια και οικιακές μύγες σε στάβλους. Πάντως, παρόμοια με άλλα εντομοκτόνα, τα έντομα έχουν την ικανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας στο diflubenzuron. Έχουν αναφερθεί υψηλά επίπεδα διασταυρούμενης ανθεκτικότητας σε φυλές οικιακής μύγας ανθεκτικές στα οργανοφωσφορικά. Η ανθεκτικότητα αυτή οφείλεται, κατά πάσα πιθανότητα, σε ικανότητα αποτοξικοποίησης του φαρμάκου και όχι σε αλλαγή της σύστασης του εξωσκελετού.

Στα έντομα η διαδικασία των εκδύσεων ρυθμίζεται από ορμονικό μηχανισμό. Η ορμόνη εκδυσόνη πρέπει να είναι παρούσα για να λάβει χώρα η έκδυση. Μια άλλη ορμόνη, η λεγόμενη νεανική ορμόνη (juvenile hormone, JH) καθορίζει τη φύση της έκδυσης. Όταν το επίπεδο της νεανικής ορμόνης είναι υψηλό γίνεται έκδυση χωρίς ωρίμανση, δηλαδή την προνύμφη (larva) ακολουθεί πάλι προνύμφη. Αντίθετα όταν το επίπεδο της νεανικής ορμόνης είναι χαμηλό γίνεται έκδυση που συνοδεύεται από ωρίμανση, δηλαδή την προνύμφη ακολουθεί πλαγγόνα (pupa) και αυτήν τέλειο. Έτσι είναι δυνατό να παρεμποδισθεί η ωρίμανση στα έντομα με διατήρηση της νεανικής ορμόνης σε υψηλό επίπεδο. Μετά από την ανακάλυψη του 1967 της πρώτης νεανικής ορμόνης εντόμων, έγινε η σύνθεση αναλόγων νεανικής ορμόνης με μεγάλη τοξικότητα στα έντομα. Η πιο γνωστή ουσία αυτής της κατηγορίας είναι το methoprene. Το εντομοκτόνο αυτό, που συχνά ονομάζεται και ρυθμιστής αύξησης εντόμων (insect growth regulator) παρεμποδίζει, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω, τη μεταμόρφωση σε βιώσιμα ακμαία εάν εφαρμοσθεί σε προνυμφικά στάδια.

Το methoprene δεν έχει σημαντική τοξικότητα στα θηλαστικά (οξεία από του στόματος σε ποντίκια $LD_{50} > 34.600$ mg/kg). Καταπολεμά έντομα σε αποθηκευμένα προϊόντα (Λεπιδόπτερα), στην επεξεργασία, χειρισμούς και αποθήκευση τροφίμων, σε αποθηκευμένο καπνό, σε φυτά εσωτερικών χώρων, στην καλλιέργεια μανιταριών καθώς και σε κατοικίες και στάβλους (Δίπτερα, όπως μύγες και κουνούπια), σε θερμοκήπια τους φυλλορρόκτες χρυσανθέμων, κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται για την αύξηση της παραγωγής μετάξης από τους μεταξοσκώληκες. Πάντως το methoprene, εφ' όσον επιμηκύνει τη διάρκεια της προνυμφικής ζωής των εντόμων θα πρέπει να χρησιμοποιείται για

περιπτώσεις. Ειδών εντόμων όπου το ακμαίο είναι επιβλαβές, ενώ τα προνυμφικά στάδια είναι αβλαβή.

5.1.7. Μικροβιακά εντομοκτόνα

Τα έντομα και τα ακάρεα προσβάλλονται και αυτά από ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες, βακτήρια, ιούς κ.α. Η εφαρμοσμένη παθολογία των εντόμων έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στα τελευταία 30 χρόνια και έχει καταλήξει σε μερικές αξιόλογες περιπτώσεις καταπολέμησης αρθροπόδων με παθογόνους μικροοργανισμούς. Η εφαρμογή μικροοργανισμών στον πληθυσμό ενός εντόμου προκαλεί επιζωοτία, που σαν μεταδοτική ασθένεια ευνοείται από μεγάλες πυκνότητες πληθυσμού.

Τα μικρόβια, που τυποποιούνται με τρόπο παρόμοιο με τα γνωστά συνθετικά εντομοκτόνα και κυκλοφορούν στην αγορά με παρόμοια μορφή, εφαρμόζονται με ψεκάσμο ή επίπαση και δρουν συχνά με αρκετά γρήγορο τρόπο. Έτσι ονομάστηκαν και αυτά μικροβιακά εντομοκτόνα.

Πέρα από τις καιρικές και άλλες συνθήκες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη φυσική καταπολέμηση εντόμων από άλλα εντομοφάγα έντομα, παράγοντες που έχουν επιπρόσθετη σημασία κατά την εφαρμογή μικροβιακών εντομοκτόνων είναι η ύπαρξη φυλών μικροβίων που διαφέρουν σε παθογόνο δύναμη, η παραγωγή τοξινών, ο τρόπος μετάδοσης του παθογόνου, η πυκνότητα του πληθυσμού του εντόμου ξενιστή, οι χαρακτήρες του φυτού που πρέπει να προστατευθεί, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα του μικροβιακού σκευάσματος κ.α.

Η παθογόνος δύναμη των μικροβιακών σκευασμάτων υπολογίζεται συνήθως από τον παρασκευαστή οίκο με δοκιμές πάνω σ' ένα πειραματικό έντομο και αναφέρεται πάνω στη συσκευασία σε διεθνείς μονάδες (I.U.).

Τα βακτηριακά σκευάσματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο διαφέρουν ως προς την παθογόνο δύναμη στα διάφορα είδη ή φυλές εντόμων. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα σκευάσματα αυτά δεν προκαλούν βλάβες σε άλλες κατηγορίες οργανισμών, πέρα από τα έντομα, από ότι τουλάχιστον είναι γνωστό μέχρι σήμερα. Έτσι θεωρούνται ασφαλή για εφαρμογή στη γεωργία, ενώ, επιπρόσθετα, συνδυάζονται και με πολλά από τα συνήθη εντομοκτόνα.

Το πιο γνωστό βακτηριακό εντομοκτόνο έχει σαν δραστικό συστατικό σπόρια και τοξίνες του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis*. Κατά την βιομηχανική παραγωγή του, όταν κάτω από αυστηρό ελεγχόμενες συνθήκες δημιουργούνται τα σπόρια, κάθε ραβδόμορφο βακτήριο παράγει και ένα κρύσταλλο πρωτεΐνης (ενδοτοξίνης). Τα σπόρια και οι κρύσταλλοι διαχωρίζονται με φυγοκέντρηση και εξάτμιση κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες.

Η πρωτεΐνη είναι αδιάλυτη στο νερό και ασταθής σε αλκαλικά μέσα, και έτσι όταν έλθει σε επαφή με τα αλκαλικά υγρά του πεπτικού συστήματος των προνυμφών ευαίσθητων εντόμων διασπάται σε μικρότερα μόρια που προκαλούν διάρρηξη των τοιχωμάτων του μεσεντέρου, με συνέπειες διαταραχή της οσμωτικής ισορροπίας, παράλυση των στοματικών μορίων και, τελικά, ανακοπή της διατροφής. Σε μερικά έντομα

τα σπόρια βλαστάνουν μέσα στον πεπτικό σωλήνα και παίζουν σημαντικό ρόλο στην παθογένεια. Η προνύμφη τελικά πεθαίνει από σηψαιμία.

Σκευάσματα του *B. thuringiensis* που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι δολώματα, σκόνες επίπασης και βρέξιμες, και υγρά σκευάσματα, με δραστικότητα ανά mg από 160 διεθνείς μονάδες για δολώματα μέχρι 16.000 διεθνείς μονάδες για σκόνες επίπασης. Η διάρκεια ζωής (αποθήκευσης) των σκευασμάτων αυτών ποικίλει και κυμαίνεται από 6 μήνες έως 5 έτη. Τα σκευάσματα του *B. thuringiensis* μπορούν να συνδυαστούν με τα περισσότερα εντομοκτόνα, ακαρεοκτόνα, μυκητοκτόνα και ρυθμιστές αύξησης φυτών. Δεν συνδυάζονται με σκευάσματα carptafol, dinocap, αλκαλικά ψεκαστικά διαλύματα και σε ορισμένες περιπτώσεις με διαφυλλικά λιπάσματα.

Η ποσότητα και η ποιότητα των τοξινών στο σκεύασμα εξαρτώνται από τη φυλή του βακτηρίου. Πάντως η δραστικότητα του *B. thuringiensis* δεν διατηρείται για πολύ στο ύπαιθρο. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται όπως ένα εντομοκτόνο πεπτικού συστήματος με μικρή υπολειμματική δράση.

Ο *B. thuringiensis* είναι αποτελεσματικός μόνο εναντίον προνυμφών ειδών Λεπιδοπτέρων και Διπτέρων. Επειδή το βακτήριο (σπόρια και τοξίνες) μπαίνει στο σώμα του εντόμου από το πεπτικό σύστημα, η προνύμφη πρέπει να φάει το επιφανειακό μέρος του φυλλώματος, στο οποίο βρίσκεται το απόθεμα του ψεκασμού. Γι' αυτό το βακτήριο καταπολεμά μόνο φυλλοφάγες προνύμφες που βρίσκονται στην επιφάνεια και καταναλώνουν φύλλα, άνθη κ.λ.π. εξωτερικά. Δεν είναι κατάλληλο για φυλλορρύκτες, βλαστορρύκτες, ξυλοφάγα έντομα κ.ά που τρώνε μόνο τους εσωτερικούς ιστούς του φυτού.

Εξαιτίας της εκλεκτικής δράσης του *B. thuringiensis* στους εχθρούς των καλλιεργειών και της έλλειψης τοξικότητας για τον άνθρωπο και τους φυσικούς εχθρούς των φυτοπαράσιτων, το μικροβιακό αυτό εντομοκτόνο είναι ιδανικό για προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Επειδή τα βακτήρια δεν εξαπλώνονται μετά την εφαρμογή, ο ψεκασμός ή η επίπαση πρέπει να καλύψουν τα μέρη του φυτού πάνω στα οποία τρέφονται οι προνύμφες Λεπιδοπτέρων ή τις ζώνες νερού όπου τρέφονται οι προνύμφες Διπτέρων. Δεν είναι φυτοτοξικό και χρησιμοποιείται στο βαμβάκι, τα κηπευτικά, τα μηλοειδή, τη σόγια, τον καπνό και τα λαχανικά. Η φυλή israelensis είναι αποτελεσματική μόνο εναντίον Διπτέρων (κουνουπιών κ.α.) και είναι ασφαλής για το περιβάλλον.

Ιοί. Τα τελευταία χρόνια κυκλοφόρησαν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση φυλλοφάγων Λεπιδοπτέρων και Υμενοπτέρων σκευάσματα που περιέχουν ιούς εντόμων. Τα ιολογικά αυτά σκευάσματα έχουν υπολειμματική δράση στον αγρό πολύ μεγαλύτερη από τα βακτηριακά, που τους δίνει τη δυνατότητα να παραμείνουν ενεργά για μεγάλο διάστημα και να μολύνουν διαδοχικές γενεές εντόμων. Άλλα πλεονεκτήματα των ιών για την καταπολέμηση των εντόμων είναι η μεγάλη εκλεκτικότητα και η μεγάλη παθογόνος δύναμη. Μειονεκτήματα των ιών είναι η μεγάλη περίοδος επώασης, που δυσκολεύει πολύ τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου εφαρμογής για να προληφθεί η ζημιά από τα έντομα, και το μεγάλο κόστος παραγωγής επειδή απαιτούνται γιαυτήν ζωντανά έντομα. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί ιοί με μεγάλη επιτυχία εναντίον φυλλοφάγων Λεπιδοπτέρων στο βαμβάκι, τη μηδική και άλλες καλλιέργειες.

5.2. Απωθητικά και ελκυστικά

5.2.1. Απωθητικές ουσίες εντόμων

Η προσβολή από έντομα είναι δυνατό να αποφευχθεί με εφαρμογή ουσιών που είναι ενοχλητικές γι' αυτά και τα κάνουν να απομακρύνονται, ή τα κάνουν να μην αναγνωρίζουν τον ξενιστή ή την τροφή τους, ή το υπόστρωμα που ωστοκοούν.

Εφαρμογές εντομοαπωθητικών ουσιών γίνονται σήμερα κυρίως για την προστασία του ανθρώπου, πολύ λίγο για την προστασία αγροτικών ζώων και γεωργικών προϊόντων, αλλά καθόλου για την προστασία καλλιεργούμενων φυτών. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι οι ουσίες αυτές είναι αντιοικονομικές στην πρακτική εφαρμογή τους εξαιτίας της υψηλής τιμής αγοράς και της μικρής υπολειμματικής δράσης τους, αλλά και της μικρής ακτίνας ενέργειάς τους.

Πάντως ορισμένα παρασιτοκτόνα, όπως η ροτενόνη, η νικοτίνη, οι ανόργανες αρσενικούχες ενώσεις, τα χαλκούχα μυκητοκτόνα, το thiram, το πύρεθρο και τα συνθετικά πυρεθροειδή έχουν απωθητική δράση στα έντομα, όχι όμως αρκετή για την προστασία των φυτών.

Απωθητικές ουσίες για προστασία του ανθρώπου από νύγματα επικίνδυνων ή ενοχλητικών εντόμων και ακάρεων είναι:

Benzyl benzoate. Παρέχει προστασία εναντίον ακάρεων αλλά όχι εντόμων.

Deet. Είναι το αποτελεσματικότερο κουνουποδιωκτικό με επάλειψη δέρματος.

Dimethyl phthalate. Φθινό και αποτελεσματικό εναντίον ορισμένων κουνουπιών.

Έλαιο citronella. Είναι μίγμα ουσιών που παράγονται από το ασιατικό αγρωστώδες *Andropogon nardus*. Είναι εντομοδιωκτικό, ιδιαίτερα εναντίον κουνουπιών, σε μεγάλη απόσταση. Χρησιμοποιείται για απώθηση σαρκοφάγων εντόμων μετά από σήμανση γεωργικών ζώων.

Πύρεθρο. Χρησιμοποιείται σε μορφή συνεστραμμένων ταινιών (σπιδάλ coils) που καίγονται αργά και απομακρύνουν τα κουνούπια.

Οι παραπάνω ουσίες χρησιμοποιούνται και σαν μίγματα για προστασία από περισσότερες της μιας ομάδων παρασίτων.



5.2.2. Ελκυστικές ουσίες εντόμων

Με το γενικό όρο «ελκυστικές» ονομάζονται ουσίες:

Κυριολεκτικά ελκυστικά, που προκαλούν προσανατολισμένη μετακίνηση του εντόμου προς αυτές.

Ελκυστικά συνάθροισης, που προκαλούν συνάθροιση των εντόμων αλλάζοντας την ταχύτητα μετακίνησης.

Σταθμευτικές ουσίες, που κάνουν το έντομο να σταματά όταν βρεθεί κοντά τους.

Ουσίες προκλητικές βρώσης, που κάνουν το έντομο να δαγκώσει ή να τσιμπήσει και

Διεγερτικές βρώσης, που κάνουν το έντομο να συνεχίσει να τρέφεται. Οι περισσότερες ελκυστικές ουσίες εντόμων που χρησιμοποιούνται στην πράξη ελκύουν έντομα από σχετικά μεγάλη απόσταση, σε αντιδιαστολή με τις εντομοαπωθητικές ουσίες. Είναι μέτρια πτητικές ή παράγουν πτητικές ελκυστικές ουσίες όταν αποικοδομούνται κάτω από την επίδραση μικροβιακών ή άλλων παραγόντων. Η ελκυστικότητα κάθε ουσίας εξαρτάται από παράγοντες που έχουν σχέση με το έντομο (είδος, ηλικία, φύλο, φυσιολογική κατάσταση), αλλά και το περιβάλλον.

Η κατάταξη των εντομοελκυστικών ουσιών σύμφωνα με τη χημική τους συγγένεια είναι δύσκολη επειδή υπάρχει μεγάλη ποικιλία στη δομή του μορίου τους. Πάντως στη βιβλιογραφία συνηθίζονται διάφορες κατατάξεις σύμφωνα με άλλες ιδιότητες.

Προέλευση. Διακρίνονται τα:

Φυσικά ελκυστικά, τα οποία περιλαμβάνουν ουσίες που το έντομο αναγνωρίζει σαν τροφή ή ξενιστή, και τις ελκυστικές φερομόνες των εντόμων, και τα

Συνθετικά ελκυστικά, που περιλαμβάνουν συγγενείς ή μη ουσίες των φυσικών ελκυστικών ή συνθετικές ελκυστικές φερομόνες των εντόμων και ανάλογά τους.

Τρόπος δράσης: Διακρίνονται ουσίες τροφικές και σεξουαλικές (ή φύλου).

Απόσταση δράσης: Ορισμένες ελκυστικές ουσίες, όπως οι φερομόνες, δρουν σε μεγάλες αποστάσεις, ελκύοντας έντομα από εκατοντάδες ή και χιλιάδες μέτρα. Άλλες ουσίες, όπως τα τροφικά ελκυστικά δρουν σε μικρή μόνο απόσταση, λίγων μέτρων ή εκατοστών του μέτρου.

Εκλεκτικότητα. Ορισμένες ουσίες είναι πολύ εκλεκτικές και ελκύουν ένα μόνο είδος (συχνά μάλιστα μόνο άτομα συγκεκριμένης ηλικίας, φυσιολογικής κατάστασης ή φύλου), άλλες ουσίες ελκύουν μερικά συγγενή είδη εντόμων (αν και σε διαφορετικό συχνά βαθμό), ενώ άλλες πάλι έχουν μικρή εκλεκτικότητα και ελκύουν άτομα πολλών ειδών.

Οι ελκυστικές ουσίες χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση των εντόμων με δύο κύριους τρόπους:

α. Για την *διαπίστωση της παρουσίας* ενός είδους εντόμου σε μια περιοχή ή και για την παρακολούθηση (monitoring) του επιπέδου του πληθυσμού του με σκοπό την καταπολέμηση με άλλα μέσα στον κατάλληλο χρόνο.

β. Για την *καταπολέμηση εντόμων με παγίδευση*. Για το σκοπό αυτό τα ελκυστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό με εντομοκτόνους παράγοντες, όπως φυτοφάρμακα ή εντομοπαθογόνους μικροοργανισμούς.

Η εφαρμογή των ελκυστικών γίνεται με τρεις κύριους τρόπους:

α. Σε ειδική παγίδα τοποθετείται το ελκυστικό μόνο του ή με εντομοκτόνο ή κολλητική ουσία.

β. Παρασκευάζεται δόλωμα, με ανάμιξη του ελκυστικού με εντομοκτόνο παράγοντα, που εφαρμόζεται με δολωματικό ψεκασμό ή άλλο τρόπο στο χώρο που συχνάζει το έντομο.

γ. Εδικά στην περίπτωση ελκυστικών φύλου μπορεί να γίνει ανάμιξη του ελκυστικού με αδρανές υλικό και διασπορά στην περιοχή που υπάγεται το έντομο, με σκοπό την παρεμπόδιση της σύζευξης.

Η πρακτική σημασία των ελκυστικών ουσιών είναι μεγάλη επειδή με την παρακολούθηση του πληθυσμού των εντόμων είναι δυνατή η επίκαιρη καταπολέμηση, και μόνο όταν αυτή είναι απαραίτητη, ενώ με τη χρήση των εντομοκτόνων δολωμάτων χρησιμοποιείται μικρότερη ποσότητα εντομοκτόνου παράγοντα και η δαπάνη εφαρμογής είναι πολύ χαμηλότερη. Πάντως οι ελκυστικές ουσίες που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα δρουν μόνο στα ενήλικα και έτσι δεν προλαβαίνουν τη ζημιά που προκαλούν τα προνυμφικά στάδια των εντόμων.

5.2.2.1. Τροφικά ελκυστικά εντόμων

Περιλαμβάνουν υδατικά διαλύματα του αμμωνίου (θειικό, χλωριούχο, φωσφορικό, ανθρακικό κ.α.), άλλες ουσίες που εκλύουν αμμωνία, το οξικό οξύ, υγρά υδρολύματα πρωτεϊνών φυτικής ή ζωικής προέλευσης κ.α. Οι ουσίες αυτές ελκύνουν κυρίως ενήλικα Δίπτερα της οικογένειας Tephritidae (Trypetidae) όπως είναι ο δάκος της ελιάς και η μύγα της Μεσογείου. Χρησιμοποιούνται σε παγίδες για παρακολούθηση των πληθυσμών, μόνες τους ή σε συνδυασμό με εντομοκτόνα, αλλά και σε δολωματικούς ψεκασμούς (ιδιαίτερα τα υδρολύματα πρωτεϊνών, όπως τα *Dacus bait*, *Entomosyl*, *Dacona* κ.α.) για την καταπολέμηση των παραπάνω Διπτέρων.

Ζαχαρούχα δολώματα χρησιμοποιούνται για πολλά χρόνια εναντίον της οικιακής μύγας. Για την παγίδευση Λεπιδοπτέρων, όπως η καρπόκαψα της μηλιάς και η ευδαιμίδα του αμπελιού, χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν, αλλά χρησιμοποιούνται πολύ λιγότερο σήμερα, ουσίες όπως η μελάσα, το μέλι, το ξύδι, αλλοιωμένο κρασί, ζάχαρη, ζυθοζύμη κ.α.

5.2.2.2. Ελκυστικές φερομόνες εντόμων

Τα έντομα όπως και άλλα ζώα, παράγουν ουσίες που ελευθερώνονται στην επιφάνεια του σώματος τους ή στο περιβάλλον και προκαλούν χαρακτηριστικές αντιδράσεις συμπεριφοράς ή φυσιολογίας σε άλλα άτομα του ίδιου κατά κανόνα είδους (του ίδιου ή και των δύο φύλων) και μόνο κατ' εξαίρεση σε άτομα άλλων συγγενών ειδών ή ειδών που ζουν στο ίδιο περιβάλλον (Τζανακάκης 1980). Οι ουσίες αυτές ονομάζονται φερομόνες (από τα «φέρω» και «ορμώ») και χρησιμεύουν για αμοιβαία αναγνώριση ατόμων του εκκρίνοντος είδους, για συνάθροιση, για δημιουργία ατραπού ή και, ακόμη, για απώθηση αρπακτικών ειδών. Είναι λοιπόν οι φερομόνες χημικά μέσα επικοινωνίας των εντόμων.

Εκτός από τα έντομα φερομόνες έχουν ευρεθεί και σε ακάρεα, φυτοφάγα, όπως ο *Tetranychus urticae*, αλλά και αρπακτικά, όπως το *Neoseiulus fallacis*, ενώ φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία και άλλων ανώτερων ζώων.

Κατάταξη των φερομονών έχει γίνει από πολλούς συγγραφείς με διάφορες βάσεις κατάταξης και αριθμό κατηγοριών. Η κατάταξη του Shorey από το 1973 που αναφέρεται

στον Τζανακάκη (1980) είναι περιληπτικά η εξής, με βάση τον τύπο της εκδήλωσης που προκαλούν οι φερομόνες στο έντομο δέκτη:

- α. Φερομόνες συνάθροισης (προσέλκυσης και/ή λήξης μετακίνησης), που περιλαμβάνουν και όσες προκαλούν την ακολούθηση εναέριας ή επίγειας ατραπού.
- β. Φερομόνες διασποράς (τάξης και κίνησης μακριά από την πηγή)
- γ. Φερομόνες σεξουαλικής (γενετήσιας) συμπεριφοράς,
- δ. Φερομόνες ωτοκίας,
- ε. Φερομόνες συναγερμού (επαγρύπνησης) και
- στ. Φερομόνες εξειδικευμένης κοινωνικής συμπεριφοράς.



Ελκυστικές φερομόνες. Εξ ορισμού, μια ελκυστική ουσία προκαλεί την προσανατολισμένη κίνηση του εντόμου προς την πηγή της. Πάντως στην περίπτωση των ελκυστικών φερομονών η άφιξη του εντόμου στην πηγή ή κοντά της, εκτός από την ελκυστική δράση της φερομόνης, μπορεί να οφείλεται και σε δράση διεγερτική, σταθμευτική, συναθροίσεως κ.α.

Έτσι διακρίνουμε τις σεξουαλικές ελκυστικές φερομόνες (ελκυστικές φερομόνες φύλου) καθώς και άλλες μη σεξουαλικές φερομόνες που προσελκύουν από αρκετά μεγάλη απόσταση άτομα και των δύο φύλων ενός είδους, γνωστές σαν φερομόνες συνάθροισης.

Οι ελκυστικές φερομόνες, σεξουαλικές και μη, είναι διεγερτικές ουσίες μεγάλης βιολογικής δραστηριότητας. Με το αισθητήριο της όσφρησης διεγείρουν το κεντρικό νευρικό σύστημα του εντόμου προκαλώντας έτσι τις τυπικές σε κάθε περίπτωση εκδηλώσεις. Επειδή δρουν σε σχετικά μεγάλη απόσταση έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις και σε μεγάλη κλίμακα στη γεωργική πράξη για την καταπολέμηση επιβλαβών ειδών εντόμων.

Οι φερομόνες που έχουν διατεθεί στο εμπόριο (όπως οι Codlure, Dispalure, Gyplure, Hexalure, Codlemone, Orfamone, Ostramone, Gossypmone, Dispamone και άλλες) είναι είτε η ίδια η φυσική φερομόνη ή συγγενείς της ουσίες, που ονομάζεται παραφερομόνη (ή λανθασμένα συνθετική φερομόνη).

Η εξειδίκευση των φερομονών δεν είναι απόλυτη. Ο βαθμός εξειδίκευσης διαφέρει από είδος σε είδος. Κατά κανόνα άτομα του είδους που παράγει μια φερομόνη αντιδρούν σ' αυτή περισσότερο από άτομα άλλων ειδών. Συγγενή είδη εντόμων είναι δυνατό να έχουν φερομόνες χημικά συγγενείς. Είδη που αντιδρούν στην ίδια φερομόνη χωρίς στενή συγγένεια μεταξύ τους, συνήθως συνδέονται με στενή οικολογική ή ηθολογική σχέση, π.χ. αρπακτικά είδη που ελκύονται από τη φερομόνη του ίδιου θύματος.

Ο βαθμός εξειδίκευσης ως προς μια φερομόνη μπορεί να διαφέρει και μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους αλλά διαφορετικού φύλου, ιδιαίτερα στην περίπτωση των σεξουαλικών φερομονών.

Αν και η εξειδίκευση ορισμένων εντόμων στη φερομόνη του είδους τους δεν είναι απόλυτη, στο ύπαιθρο το όλο σύστημα φερομονικής επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων ενός είδους εξασφαλίζει την ικανοποιητική απομόνωση τους από άτομα άλλων ειδών. Φυλές

του ίδιου είδους εντόμου είναι δυνατό να έχουν διαφορές στο σύστημα φερομονικής επικοινωνίας, ιδιαίτερα αν είναι γεωγραφικά απομονωμένες μεταξύ τους.

Η παραγωγή και έκλυση φερομονών, καθώς και η ανταπόκριση σ' αυτές δεν είναι σταθερές στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Κάθε είδος εντόμου έχει ορισμένες ώρες κατά τις οποίες κάποια φερομόνη εκλύεται σε ποσότητα αρκετή να διεγείρει άλλα άτομα στο ύπαιθρο. Η μέση διάρκεια έκλυσης σε ορισμένα είδη εντόμων δεν είναι περισσότερο από μία ώρα.

Στην περίοδο ενός εικοσιτετραώρου όταν εκλύεται φερομόνη συχνά υπάρχουν διαλείμματα. Σε ορισμένα είδη εντόμων η μέση διάρκεια των περιόδων συνεχούς εκλύσεως, καθώς και των διαλειμμάτων είναι χαρακτηριστική.

Η φερομονική δραστηριότητα των εντόμων, αποστολέα και δέκτη, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, μεμονωμένα ή σε αλληλεπίδραση, όπως η πυκνότητα του πληθυσμού, η ηλικία, η παρθενικότητα, η προηγούμενη έκθεση στη φερομόνη, η διατροφή, ορμονικές επιδράσεις, η θερμοκρασία, ο άνεμος, ο φωτισμός, η παρουσία του ξενιστή, η παρουσία ανασταλτικών ουσιών (άλλων φερομονών) κ.α.

Η εμβέλεια δράσης μιας φερομόνης μπορεί να επηρεασθεί:

- α. Από την συγκέντρωση—ουδό πάνω από την οποία επηρεάζεται το έντομο δέκτης,
- β. Από την ποσότητα της φερομόνης που εκλύεται ανά μονάδα χρόνου,
- γ. Από την διάρκεια της περιόδου έκλυσης,
- δ. Από την ταχύτητα του ανέμου, και
- ε. Από την ταχύτητα πτήσης του εντόμου δέκτη.



5.2.2.3. Οι φερομόνες στην καταπολέμηση βλαβερών εντόμων

Στην έρευνα της βιολογίας και οικολογίας βλαβερών εντόμων με σκοπό τη σωστή καταπολέμηση τους οι φερομόνες έχουν χρησιμοποιηθεί από πολλά χρόνια. Πρόσφατα έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα και στην ίδια την πρακτική της προστασίας καλλιεργειών, αποθηκευμένων προϊόντων και δασών από βλαβερά αρθρόποδα (έντομα και ακάρεα). Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των φερομονών είναι η παντελής έλλειψη τοξικότητας για τα θερμόαιμα, από ότι είναι γνωστό μέχρι σήμερα, και οι μικρές ποσότητες που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή τους.

Σήμερα οι φερομόνες έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται:

- α. Για την διαπίστωση της ύπαρξης ενός είδους εντόμου σε μια περιοχή,
- β. Για τον καθορισμό του χρόνου εμφάνισης και της διάρκειας παρουσίας, καθώς και της πυκνότητας πληθυσμού των ακμαίων ενός είδους σε μια περιοχή.
- γ. Για την καταπολέμηση με μαζική παγίδευση με συνδυασμό φερομόνης και εντομοκτόνου παράγοντα,
- δ. Για την καταπολέμηση με τη δημιουργία ή ενίσχυση φυτών-παγίδων ή με την παρεμπόδιση της συνάντησης των δύο φύλλων.

Παγίδες φερομονών. Για τις πιο πάνω περιπτώσεις α, β, γ οι φερομόνες χρησιμοποιούνται σε παγίδες. Επειδή στις παγίδες φερομονών έχουν μέχρι σήμερα χρησιμοποιηθεί κυρίως σεξουαλικές φερομόνες, οι παγίδες αυτές είναι περισσότερο γνωστές σαν παγίδες φύλου σε αντιδιαστολή με τις τροφικές, κολλητικές, φωτεινές κ.α.

Οι παγίδες φερομονών έχουν σαν ελκυστικό παρθένα ζωντανά έντομα ή εκχύλισμα τέτοιων εντόμων ή συνθετική φερομόνη ή και συγγενή ουσία. Η απόδοση των παγίδων φερομονών επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες ανάμεσα στους οποίους είναι: ο τύπος της παγίδας, η θέση στον αγρό, ο τύπος του εξατμιστήρα (βλ. παρακάτω), η πυκνότητα του πληθυσμού του εντόμου, η πυκνότητα του φυλλώματος, η γειτνίαση με το φυτό-ξενιστή, η θερμοκρασία, ο άνεμος κ.α.

Τύποι παγίδων. Οι περισσότερες παγίδες φερομονών που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα προορίζονταν για Λεπιδόπτερα. Οι αποτελεσματικότερες από αυτές είναι κατασκευασμένες από αδιαβροχοποιημένο χαρτόνι που εσωτερικά φέρει επίχρισμα κολλητικής ουσίας. Στον πυθμένα της παγίδας ή κρεμασμένος από την οροφή της βρίσκεται ο εξατμιστήρας της φερομόνης.

Εξατμιστήρας. Όταν χρησιμοποιούνται ζωντανά έντομα σαν ελκυστικό, 3-10 άτομα τοποθετούνται σε μικρό κλωβό και αντικαθίστανται κατά τακτά διαστήματα. Στην περίπτωση εκχυλίσματος εντόμων ή συνθετικής ουσίας, αυτή εμποτίζεται σε κατάλληλο στερεό υλικό (καουτσούκ, πλαστικό) που μπορεί να έχει σχήμα κάψας, φιαλιδίου, πλακιδίου κ.α. Το εμποτισμένο αυτό υλικό, ο εξατμιστήρας, εκλύει τη φερομόνη με ρυθμό που να επιτυγχάνεται ο ελκυσμός αλλά και να διαρκέσει η έκλυση για μακρό χρονικό διάστημα (λίγες εβδομάδες έως και μήνα ανάλογα με την περίπτωση). Η συχνότητα εξυπηρέτησης της παγίδας φερομόνης, της αντικατάστασης δηλαδή του εξατμιστήρα ή γενικά της πηγής της φερομόνης εξαρτάται από το είδος του εντόμου, την πηγή της φερομόνης (ζωντανά έντομα, εκχύλισμα τους, συνθετική ουσία), τον τύπο του εξατμιστήρα, την περιοχή, την εποχή, το σκοπό παγίδευσης, κ.α.

Στην περίπτωση παγίδων του εμπορίου ακολουθούνται οι οδηγίες του παρασκευαστή. Οι εξατμιστήρες, μέχρι να χρησιμοποιηθούν, πρέπει να διατηρούνται σε ψυγείο μέσα σε φιάλες που κλείνουν αεροστεγώς. Η συχνότητα της καταμέτρησης των συλλαμβανόμενων εντόμων εξαρτάται από το είδος του εντόμου, την εποχή και τον αριθμό των συλλήψεων. Οι παγίδες πρέπει να καθαρίζονται περιοδικά.

Διάταξη των παγίδων. Η αναγκαία πυκνότητα των παγίδων κατά μονάδα επιφάνειας αγρού καθώς και η διάταξή τους εξαρτάται από την περιοχή, το μέγεθος του αγρού, την ύπαρξη άλλων φυτών –ξενιστών πέρα από την κύρια καλλιέργεια, καθώς και την κατάσταση καταπολέμησης στους γειτονικούς αγρούς.

Διαπίστωση της ύπαρξης ενός εντόμου σε μια περιοχή. Οι υπηρεσίες επισήμανσης και απογραφής εντόμων και φυτοϋγειονομικού ελέγχου χρησιμοποιούν παγίδες φερομονών για τη διαπίστωση της εισόδου εντόμων “καραντίνας” σε μια περιοχή. Οι παγίδες αυτές επίσης χρησιμοποιούνται για την διαπίστωση της παρουσίας εντόμων σε περιοχές που αυτά έχουν εισέλθει παλαιότερα, σε περιπτώσεις που η επισήμανση των εντόμων με άλλα μέσα είναι κοπιαστική, δαπανηρή ή και αναξιόπιστη.

Καθορισμός της εμφάνισης, της διάρκειας παρουσίας και της πυκνότητας πληθυσμού εντόμων. Παγίδες φερομονών χρησιμοποιούνται για να διαπιστωθεί η εμφάνιση των ακμαίων ενός είδους σε μια περιοχή, καθώς και η ύπαρξή του σε ζημιογόνα επίπεδα πληθυσμού στην περίοδο ευαισθησίας των καλλιεργειών στο έντομο αυτό. Έτσι αποφασίζεται η αναγκαιότητα ή μη εφαρμογής μέσων καταπολέμησης, καθώς και ο καταλληλότερος χρόνος επέμβασης. Οι παγίδες φερομονών έχουν αντικαταστήσει ή συμπληρώσει άλλα μέσα παρακολούθησης πληθυσμού εντόμων, όπως η σύλληψη, η συλλογή, οι κλωβοί εξόδου ενηλίκων, η παρατήρηση και μέτρηση εντόμων ή της ζημιάς τους, οι μηχανικές, τροφικές, φωτεινές και άλλες παγίδες κ.α. Επίσης παγίδες φερομονών χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μέτρων καταπολέμησης.

Σε πολλές περιπτώσεις οι συλλήψεις των παγίδων φερομόνης χρησιμοποιούνται μόνες τους για τον καθορισμό της ημερομηνίας εφαρμογής μέτρων καταπολέμησης εντόμων (ψεκασμών κ.α.). Συνήθως όμως οι συλλήψεις συνδυάζονται με μετεωρολογικές παρατηρήσεις για τον προσδιορισμό της σκοπιμότητας και του χρόνου επέμβασης.

Ο συνδυασμός αυτός είναι απαραίτητος επειδή οι «συλλήψεις» παγίδων φερομονών δεν ευρίσκονται πάντοτε σε άμεση συσχέτιση με τη ζημιογόνο δραστηριότητα του εντόμου. Αυτό οφείλεται στο ότι οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν μετά την εμφάνιση των ενηλίκων εντόμων επηρεάζουν την ωοτοκία, την επώαση και την εκκόλαψη των αυγών τους.

Όταν στις παγίδες δεν υπάρχουν «συλλήψεις» δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή μέτρων καταπολέμησης, από τον παραγωγό και σ' αυτό δεν είναι απαραίτητη η γνώμη ειδικού επιστήμονα. Όταν όμως αρχίσουν οι «συλλήψεις» ο παραγωγός πρέπει να κάνει παρατηρήσεις στις παγίδες πιο συστηματικά και να συμβουλευθεί ειδικό πριν αποφασίσει για την αναγκαιότητα και το χρόνο επέμβασης για καταπολέμηση. Έτσι αποφεύγονται άσκοπες επεμβάσεις, ενώ τα μέτρα που εφαρμόζονται είναι επίκαιρα και κατά συνέπεια πιο αποτελεσματικά.

Καταπολέμηση με μαζική παγίδευση. Η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν παγίδες φερομονών για άμεση καταπολέμηση εντόμων, που θα σήμαινε και δραστική μείωση της χρήσης εντομοκτόνων, προκάλεσε την πραγματοποίηση πολλών σχετικών πειραμάτων. Έτσι επιβεβαιώθηκαν οι αρχικές υποθέσεις ότι η παγίδευση σε μεγάλη κλίμακα θα ήταν αποτελεσματική, αλλά μόνο σε χαμηλά επίπεδα πληθυσμών. Σε μια προσέγγιση συνδυασμού μαζικής παγίδευσης με άλλα μέτρα καταπολέμησης, τα έντομα καταπολεμούνται στα προνυμφικά στάδια με εντομοκτόνο, και στα ενήλικα που τελικά επιβιώνουν με παγίδες φερομόνης.

Με τη μαζική παγίδευση επιδιώκεται η σύλληψη και θανάτωση όσο το δυνατό μεγαλύτερου ποσοστού των αρσενικών (για τις παγίδες φύλου) ώστε τα περισσότερα από τα θηλυκά να μην γονιμοποιηθούν. Σαν μέσα θανάτωσης χρησιμοποιούνται κόλλες όπως αναφέρθηκε παραπάνω, άλλοι μηχανικοί τρόποι, ή εντομοκτόνα. Ο τρόπος της παγίδευσης εξαρτάται από τους χαρακτήρες του καταπολεμούμενου είδους εντόμου. Για να επιτευχθεί ικανοποιητικό αποτέλεσμα καταπολέμησης με μαζική παγίδευση είναι απαραίτητος μεγάλος αριθμός παγίδων. Η τοποθέτηση των παγίδων πρέπει να γίνεται προσεκτικά, στο κατάλληλο ύψος από το έδαφος κατά περίπτωση, και σε θέση που να επιτρέπει στα ρεύματα αέρα να διαχέουν τους ατμούς της φερομόνης.

Ενίσχυση φυτών παγίδων. Μερικές σειρές φυτών ψεκάζονται με φερομόνη και εντομοκτόνο. Έτσι τα έντομα ελκύονται και θανατώνονται σ' ένα μόνο μέρος της φυτείας. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η χρήση εντομοκτόνου, μόνο μέρος της παραγωγής εκτίθεται σ' αυτό, και συγχρόνως επιτυγχάνεται εκλεκτική καταπολέμηση του εντόμου εφ' όσον οι φυσικοί του εχθροί δεν ελκύονται από τη φερομόνη. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται περισσότερο σε περιπτώσεις φερομονών που δεν έχουν αρκετά ισχυρή ελκυστικότητα ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μαζική παγίδευση. Η ενίσχυση φυτών παγίδων έχει δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την καταπολέμηση Κολεόπτρων Scolytidae σε δασικά δένδρα.

Παραμπόδιση συνάντησης των δύο φύλων. Η πιο υποσχόμενη ίσως μέθοδος για την καταπολέμηση εντόμων με φερομόνη είναι η ομοιόμορφη συγκέντρωση φερομόνης στην ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος του εντόμου. Έτσι τα έντομα θα δυσκολευθούν να συναντήσουν άτομα του άλλου φύλου για σύζευξη και με αυτό τον τρόπο θα παρεμποδισθεί η αναπαραγωγή τους. Πειράματα παρεμπόδισης της συνάντησης των δύο φύλων εντόμων έχουν γίνει με επιτυχία σε πολλές περιπτώσεις. Έχουν ευρεθεί τρόποι ελεγχόμενης αποδέσμευσης της φερομόνης ώστε η συγκέντρωσή της να παραμένει σε επίπεδα ικανά να προκαλέσουν σύγχυση στην επικοινωνία των δύο φύλων των εντόμων. Χρησιμοποιούνται μικροκάψουλες, που ψεκάζονται με συμβατικά μέσα, ή άλλες μορφές, όπως κοίλες ίνες, νιφάδες κ.α., που εφαρμόζονται από το έδαφος ή από τον αέρα. Όπως και στη μαζική παγίδευση ή παρεμπόδιση συνάντησης των δύο φύλων είναι περισσότερο αποτελεσματική σε χαμηλούς πληθυσμούς, εντόμων, όταν δηλαδή τα άτομα είναι αρκετά μακριά αναμεταξύ τους ώστε να είναι απαραίτητη η φερομόνη τους για την συνάντηση των φύλων. Αντίθετα η παρεμπόδιση συνάντησης με φερομόνες δεν πρέπει να είναι αποτελεσματική όταν τα έντομα βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο, όπως σε μεγάλους πληθυσμούς, επειδή τα δύο φύλα εύκολα αποκτούν οπτική ή ακουστική επαφή και έτσι συναντώνται. Γι' αυτό λοιπόν είναι απαραίτητη η αρχική μείωση του πληθυσμού με εντομοκτόνο ή άλλο μέσο καταπολέμησης, διαφορετικά η εφαρμογή φερομονών για σύγχυση των φύλων θα πρέπει να γίνεται σε χαμηλά μόνο επίπεδα πληθυσμών, όπως στην αρχή της περιόδου εμφάνισης κάθε εντόμου ή αμέσως μετά την είσοδο ενός εντόμου σε νέα περιοχή.

Εφόσον η μέθοδος αυτή γίνεται πιο αποτελεσματική καθώς ο πληθυσμός των εντόμων μειώνεται, θα πρέπει, θεωρητικά τουλάχιστον, να είναι δυνατή η εξάλειψη ενός εντόμου από μια περιοχή με παρατεταμένη χρήση της φερομόνης με τον τρόπο αυτό. Προϋπόθεση πάντως βέβαια θα ήταν η περιοχή να είναι απομονωμένη για αποφυγή εισροής γονιμοποιημένων θηλυκών.

5.3. Ακαρεοκτόνα

Φάσμα δράσης. Ένα ακαρεοκτόνο είναι δυνατό να έχει δράση σε μερικά μόνο ή όλα τα στάδια ανάπτυξης των ακάρεων (χειμερινά ωά, θερινά ωά, νεαρά κινητά στάδια, ακμαία). Έτσι ακαρεοκτόνα που δεν καλύπτουν όλα τα στάδια, π.χ. καταπολεμούν μόνο αυγά ή μόνο κινητά ή μόνο ακμαία, πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μίγματα με άλλα φάρμακα που είναι αποτελεσματικά εναντίον των υπολοίπων σταδίων. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται οι δυσκολίες στον προσδιορισμό του καταλληλότερου χρόνου επέμβασης

και επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα σε περιπτώσεις επικαλυπτόμενων γενεών. Συχνά λοιπόν χρησιμοποιούνται ωοκτόνα σε συνδυασμό με ακμαιοκτόνα ακαρεοκτόνα.

Υπολειμματική δράση. Ιδιαίτερα στην περίπτωση εφαρμογής ενός ακαρεοκτόνου με στενό φάσμα δράσης, όταν δηλαδή αυτό δρα π.χ. μόνο στα κινητά στάδια, είναι σημαντικό να έχει μακρά υπολειμματική δράση, ώστε η τοξική του ενέργεια να διαρκεί μέχρι την επόμενη γενεά ακάρεων έτσι ώστε να θανατώσει τα κινητά στάδια που θα εκκολαφθούν από τα αυγά που υπήρχαν κατά τη στιγμή της εφαρμογής.

Η ικανότητα να διεισδύσει ένα ακαρεοκτόνο από τη μία επιφάνεια του φύλλου στην άλλη (διαφυλλική δράση) (translaminar action) έχει επίσης ιδιαίτερη σημασία, επειδή σε μια τέτοια περίπτωση δεν είναι απαραίτητη η πλήρης κάλυψη και των δύο επιφανειών των φύλλων με ψεκαστικό υγρό φυτοφαρμάκου για να επιτευχθεί ικανοποιητικό ακαρεοκτόνο αποτέλεσμα. Τα περισσότερα ακάρεα, και ειδικά οι τετράνυχοι, βρίσκονται συνήθως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων που είναι δύσκολα να διαβραχεί.

Τα ακαρεοκτόνα, όπως και οι άλλες ομάδες γεωργικών φαρμάκων, είναι ενώσεις που ποικίλουν ευρύτατα ως προς το χημικό τους τύπο. Για το λόγο αυτό η ταξινόμηση που ακολουθεί έχει ενδεικτικό μόνο χαρακτήρα.

5.3.1. Θείο και ενώσεις που περιέχουν θείο

Το θείο, που είναι περισσότερο γνωστό σαν μυκητοκτόνο (βλέπε μυκητοκτόνα παρακάτω), και στη συνέχεια το θειασβέστιο καθώς και άλλες ανόργανες θειούχες ενώσεις (θειούχα αλκάλια όπως το πολυθειούχο αμμώνιο) αποτελούν τις πρώτες ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν με αξιολογη αποτελεσματικότητα στην καταπολέμηση των ακάρεων.

Το θείο (S₂) είναι ακαρεοκτόνο και μυκητοκτόνο επαφής μη διασυστηματικό που έχει ευρύτατη χρήση εξ αιτίας της χαμηλής του τιμής. Μπαίνει στο σώμα των ακάρεων σαν ατμός από τους κοντινούς κόκκους. Καταπολεμά φυτοφάγα (περισσότερο τα Eriophyidae, λιγότερο τα Tetranychidae) καθώς και μικρόσωμα σαρκοφάγα ακάρεα παράσιτα ζώων. Χρειάζεται υψηλή θερμοκρασία για να δράσει.

Επειδή το θείο υστερεί σε ακαρεοκτόνο δράση συγκριτικά με νεότερα συνθετικά ακαρεοκτόνα έχει καταβληθεί προσπάθεια τα τελευταία χρόνια να παραχθούν πολύ λεπτόκοκκες σκόνες επιπάσεως που είναι πιο αποτελεσματικές. Σε αυτές περιέχονται αδρανή υλικά (τάλκης, μπεντονίτης, γύψος) για βελτίωση της ρευστότητας. Βελτιωμένες επίσης ιδιότητες έχουν το λεπτόκοκκο βρέξιμο (μικρονιζέ) καθώς και το κολλοειδές θείο. Οι δύο αυτές μορφές έχουν πολύ καλή πρόσφυση στο φύλλωμα αλλά έχουν υψηλό κόστος.

Μερικά φυτά είναι ευπαθή στο θείο, όπως τα κολοκυνθοειδή, η βερικοκιά, τα αμερικάνικα είδη αμπελιού κ.α. Η χρήση του θείου αποφεύγεται στον καπνό επειδή αλλοιώνει την ποιότητα του. Άλλα φυτά είναι σχετικά ευαίσθητα, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Στα θερμοκήπια που χρησιμοποιείται, κυρίως για την καταπολέμηση ωιδίων, σε ατμοποιημένη μορφή, πρέπει να αποφεύγεται η ανάφλεξη του επειδή έτσι σχηματίζεται διοξείδιο του θείου που είναι πολύ φυτοτοξικό. Επίσης στην περίοδο της βλάστησης το θείο δεν πρέπει να συνδυάζεται με ορυκτέλαια.

Η ικανοποιητική αποτελεσματικότητα του θείου στην καταπολέμηση ακάρεων οδήγησε στην παραγωγή σειράς νεωτέρων ακαρεοκτόνων που περιέχουν θείο, με δομή μορίου ανάλογη με του DDT, όπως το tetradifon, που χρησιμοποιείται και σήμερα, και άλλων, όπως τα fenon, chlorfenon, που έχει απαγορευτεί η κυκλοφορία τους για τοξικολογικούς λόγους. Η ακαρεοκτόνος ενέργεια μερικών από τις ενώσεις αυτές οφείλεται όπως αναφέρεται σε παλαιότερες βιβλιογραφικές πηγές, αποκλειστικά και μόνο στη θειούχο ομάδα που περιέχεται στο μόριο τους (τοξοφόρος ομάδα), ενώ οι υπόλοιπες ομάδες χρησιμεύουν μόνο για τη μετακίνηση του μορίου προς το κατάλληλο σημείο στο σώμα του ακάρεως αλλά και για να δώσουν τον απαραίτητο βαθμό χημικής δραστηριότητας στο μόριο.

5.3.2 Ορυκτέλαια και πισσέλαια

Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω στα γενικά περί ορυκτελαίων και πισσελαίων (υποκεφάλαιο 5.4) τα σκευάσματα αυτά των υδρογονανθράκων έχουν δράση στα αυγά των ακάρεων το χειμώνα. Ισχυρή δράση έχουν οι κεκορεσμένοι υδρογονάνθρακες από τους οποίους πιο δραστικοί είναι εκείνοι της αλειφατικής σειράς (παραφίνες) και λιγότεροι οι της αλεικυκλικής σειράς (κυκλάνια). Τα πισσέλαια έχουν μικρή σχετικά περιεκτικότητα σε παραφίνες και για αυτό οι χειμερινοί πολτοί τους δεν είναι αποτελεσματικοί στα χειμερινά αυγά ακάρεων όπως του *Ranonychus ulmi* στα οπωροφόρα.

Εναντίων των χειμερινών αυγών έχουν χρησιμοποιηθεί και τα ελαιοργανοφωσφορικά, μίγματα δηλαδή ορυκτελαίων με οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα (όπως parathion, phosalone). Αυτά προτιμούνται από τους μικτούς πολτούς ορυκτελαίων με δινιτροορθοκρεζολη, επειδή έχουν χαμηλότερο κόστος και λιγότερο φυτοτοξικά.

5.3.3. Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες χωρίς θείο

Οι συνήθεις χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες που έχουν χρησιμοποιηθεί σαν εντομοκτόνα, με εξαίρεση μόνο το endosulfan, δεν έχουν ακαρεοκτόνο δράση (DDT, aldrin, dieldrin κ.ά.) . Όμως έχουν ευρεθεί ενώσεις συγγενείς προς το DDT που έχουν χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια με επιτυχία στην καταπολέμηση των ακάρεων.

Το dicofol (γνωστό ευρύτατα σαν Kelthane) άρχισε να παράγεται το 1955 από τον οίκο Rohm and Haas. Είναι μη διασυστηματικό ακαρεοκτόνο επαφής με δράση στα κινητά στάδια των ακάρεων και λιγότερο στα θερινά αυγά. Έχει μεγάλη υπολειμματική δράση. Καταπολεμά είδη Tetranychidae και λιγότερο τα Eriophyidae σε πολλές καλλιέργειες, όπως οπωροφόρα, αγγούρια, τομάτα, μαρούλι, καλλωπιστικά και αμπέλι. Μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικότητα στα καλλωπιστικά. Πρόσφατα οι εγκρίσεις κυκλοφορίας του σε πολλές χώρες αναθεωρήθηκαν επειδή το δραστικό συστατικό περιέχει υψηλά ποσοστά προσμείξεων DDT, που έχει απαγορευθεί από πολλά χρόνια. Κυκλοφορεί σε πολλά σκευάσματα μόνο του ή σε μίγματα με το ωοκτόνο tetradifon (βλέπε παρακάτω).

Ένα άλλο ακαρεοκτόνο, της ίδιας ομάδας είναι το chlorobenzilate, το καλύτερο φυτοφάρμακο εναντίων των Eriophyidae στα εσπεριδοειδή (*Aculus pelekassi*, *Aceria sheldoni*). Όμως πριν από 20 χρόνια περίπου απαγορεύθηκε στην Ελλάδα όπως και στις περισσότερες ξένες χώρες. Συνέχισε πάντως να χρησιμοποιείται ελάχιστα (π.χ. ΗΠΑ) μόνο

στα εσπεριδοειδή κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες εφαρμογής εξαιτίας των υψηλών τοξικολογικών κινδύνων του.

5.3.4. Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες με θείο

Τα διφαινολογλωριπαράγωγα με θείο είναι μία πολύ σημαντική ομάδα ακαρεοκτόνων. Πέρα από παλαιότερες ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία (fenson, chlorfenson, tetrasul) σήμερα κυκλοφορεί μόνο το teradifon.

Το tetradifon δρα με επαφή και μακρά υπολειμματική διάρκεια. Δεν είναι διασυστηματικό αλλά έχει διεισδυτική δράση στους φυτικούς ιστούς. Είναι τοξικό για θερινά αυγά των τετρανύχων και τα νεαρά τους στάδια. Στα ακμαία έχει στερωτική δράση. Ακμαία θηλυκά που έχουν υποστεί την επίδραση του tetradifon γεννούν μη βιώσιμα αυγά. Δεν έχει αξιόλογη δράση στα Etiophyiidae, ενώ είναι εκλεκτικό για τους φυσικούς εχθρούς των τετρανύχων και επομένως κατάλληλο για προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Χρησιμοποιείται με επιτυχία στη δένδροκομία και αμπέλι, στις φράουλες, στο ρύζι, στο βαμβάκι, σε φασόλια, αγγούρια, τομάτες, πιπεριές, καρπούζια, ανθοκομικά και καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο, καθώς και σε αραχίδα και φυτωριακό υλικό. Κυκλοφορεί και σε μίγματα με dicofof.

5.3.5. Δινιτροφαινολικά παράγωγα

DINOCAP. Κυρίως μυκητοκτόνο επαφής και μη διασυστηματικό ακαρεοκτόνο. Έχει βραχεία υπολειμματική δράση. Δρα κυρίως στα κινητά στάδια και ελάχιστα στα αυγά των ακάρεων. Μειώνει τον πληθυσμό του *Panonyhus ulmi* στην μηλιά, αλλά για ικανοποιητική καταπολέμηση απαιτούνται πολλοί ψεκάσμοι.

Παλαιότερα χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία τα DNOC (δινιτροορθοκρεζόλη), dinoseb (συνώνυμο: DNBP) και binaparacryl.

5.3.6. Παράγωγα κινόξαλινών

QUINOMETHIONATE (ή CHINOMETHIONATE). Μη διασυστηματικό μυκητοκτόνο και ακαρεοκτόνο με εκλεκτική δράση. Καταπολεμά ωΐδια και τετρανύχους σε καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο, μηλοειδή και κολοκυνθοειδή. Είναι φυτοτοξικό για ορισμένες ποικιλίες μηλιάς, αχλαδιάς, τριανταφυλλιάς και άλλων καλλωπιστικών. Στην Ελλάδα διατίθεται συχνά ως μυκητοκτόνο.

5.3.7. Άλλα ακαρεοκτόνα

AMITRAZ. Ακαρεοκτόνο και εντομοκτόνο, σχετικά μη τοξικό για τα ωφέλιμα έντομα. Καταπολεμά όλα τα στάδια των ακάρεων (τετρανύχων) στη μηλιά και την αχλαδιά, καθώς και στα λαχανικά. Είναι το καλύτερο εντομοκτόνο εναντίον της ψύλλας της αχλαδιάς. Επίσης έχει δράση εναντίον του αλευρώδη στο βαμβάκι, *Bemisia tabacci*, καθώς και εναντίον αφίδων, κοκκοειδών, αυγών λεπιδοπτέρων στο βαμβάκι κ.α. Χρησιμοποιείται και

εναντίον εντόμων και τσιμπουριών σε κτηνοτροφικά ζώα. Σε υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να είναι φυτοτοξικό σε νεαρές αχλαδιές.

AZOCYCLOTIN. Ακαρεοκτόνο επαφής με μακρά υπολειμματική διάρκεια. Είναι αποτελεσματικό εναντίον όλων των κινητών σταδίων των ακάρεων. Χρησιμοποιείται σε εσπεριδοειδή και άλλα οπωροφόρα, αμπέλι και λαχανικά. Υπάρχουν ενδείξεις για ανθεκτικότητα στο ακαρεοκτόνο αυτό σε τετράνυχους στην Ελλάδα.

BENZOXIMATE. Συνώνυμο: BENZOATE. Μη Διασυστηματικό ακαρεοκτόνο επαφής και στομάχου. Καταπολεμά τετράνυχους, ιδιαίτερα *Panonychus ulmi* και *P.citri* σε όλα τα στάδια. Χρησιμοποιείται σε μηλοειδή, ακρόδρυα, εσπεριδοειδή και αμπέλι.

CYHEXATIN. Μη διασυστηματικό ακαρεοκτόνο επαφής, αποτελεσματικό εναντίον των κινητών σταδίων των τετρανύχων, χωρίς δράση στα αυγά. Έχει μακρά υπολειμματική δράση. Έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στα μηλοειδή και άλλα φυλλοβόλα, τομάτες, αγγούρια, φράουλες, χρυσάνθεμα και άλλα ανθοκομικά στο ύπαιθρο, και στο αμπέλι. Φυτοτοξικότητα, συνήθως με τη μορφή κηλίδων είναι πιθανό να εμφανισθεί σε εσπεριδοειδή (στο φυτωριακό υλικό, σε νεαρή βλάστηση και νεαρούς καρπούς), σε καλλωπιστικά και σε λαχανικά στο θερμοκήπιο.

DIENOCHLOR. Δρα με παρεμπόδιση της ωοθεσίας. Χρησιμοποιείται κυρίως για την καταπολέμηση τετρανύχων σε τριανταφυλλιά στα θερμοκήπια, αλλά και σε άλλα ανθοκομικά και καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες καλλιέργειες αλλά έχει πολύ υψηλό κόστος.

FENBUTATIN OXIDE. Ακαρεοκτόνο επαφής και στομάχου, αποτελεσματικό εναντίον όλων των κινητών σταδίων των ακάρεων, χαρακτηρίζεται από αργή δράση που εκδηλώνεται πλήρως έως και 12-18 ημέρες μετά την εφαρμογή. Χρησιμοποιείται σε εσπεριδοειδή και άλλα οπωροφόρα, ακρόδρυα αμπέλι, καθώς και σε λαχανικά και καλλωπιστικά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο.

PROPARGITE. Μη διασυστηματικό ακαρεοκτόνο με μακρά υπολειμματική δράση, ιδιαίτερα αποτελεσματικό στα κινητά στάδια των τετρανύχων. Χρησιμοποιείται στα οπωροφόρα, ακρόδρυα, εσπεριδοειδή, βαμβάκι, αραχίδα, λαχανικά, πατάτες, φράουλες, αμπέλι, φασόλια, γαρύφαλλα, τριαντάφυλλα, χρυσάνθεμα και άλλα καλλωπιστικά καθώς και στον αραβόσιτο. Φυτοτοξικότητα εμφανίζει στα εσπεριδοειδή και την αχλαδιά και στο βαμβάκι, όταν είναι μικρότερο από 25 cm.

5.3.8. Εντομοκτόνα με ακαρεοκτόνο δράση

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 5.1.2 για τις οργανοφωσφορικές ενώσεις, πολλά εντομοκτόνα έχουν μέτρια έως ισχυρή ακαρεοκτόνο δράση, αν και για τα περισσότερα από αυτά υπάρχουν σήμερα ισχυρές ενδείξεις σε διάφορες περιοχές για ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα ακάρεα.

Τα οργανοφωσφορικά δρουν περισσότερο στα κινητά στάδια των ακάρεων, με εξαίρεση το ethion που φαίνεται ότι έχει σημαντική δράση στα αυγά. Είναι αποτελεσματικά περισσότερο εναντίον των Tetranychidae και λιγότερο εναντίον των

Eriophyidae και Tarsonemidae. Μεγαλύτερη ακαρεοκτόνο δράση έχουν τα διασυστηματικά, όπως demeton-s-methyl, disulfoton, phorate, thiometon, κ.α.

Εντομοκτόνα με ακαρεοκτόνο δράση κατά την έναρξη της εφαρμογής τους στη γεωργία, που κυκλοφορούσαν στην Ελλάδα το Μάιο 2003, είναι:

Aldicarb, azinphos methyl, carbofuran, chlorpyrifos, demeton-S-methyl, diazinon, dichlorvos, dimethoate, disulfoton, endosulfan, ethion, fenitrothion, formothion, heptenophos, malathion, methamidophos, methidathion, methomyl, methyl bromide, monocrotophos, omethoate, oxamyl, oxydemeton methyl, parathion methyl, petroleum oil, phorate, phosalone, phosmet, quinalphos, thiofanox, thiometon, triazophos.

5.3.9. Μυκητοκτόνα με ακαρεοκτόνο δράση

Από τα μυκητοκτόνα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα ακαρεοκτόνο δράση έχουν τα: Θείο, dichlofluanid, dinocap, mancozeb, metiram, propineb και thiophanate-methyl.

5.4. Έλαια υδρογονανθράκων

5.4.1. Πετρέλαιο



Το φωτιστικό πετρέλαιο (κηροζίνη) χρησιμοποιήθηκε από τα τέλη του περασμένου αιώνα εναντίον προνυμφών κουνουπιών σε στάσιμα νερά. Μια μικρή σχετικά ποσότητα πετρελαίου είναι αρκετή για να σχηματισθεί ένα συνεχές λεπτό στρώμα (φιλμ) στην επιφάνεια του νερού και έτσι οι προνύμφες θανατώνονται από ασφυξία. Όμως το πετρέλαιο είναι τοξικό και για τους ωφέλιμους υδρόβιους οργανισμούς. Γι αυτό τώρα χρησιμοποιούνται ειδικά ορυκτέλαια (βλέπε ορυκτέλαια ψεκασμών) σαν προνυμφοκτόνα κουνουπιών.

Αν και φυτοτοξικό, το πετρέλαιο είχε χρησιμοποιηθεί παλαιότερα σαν γαλάκτωμα (πετρέλαιο+σαπούνι+νερό) για ψεκασμούς καρποφόρων δένδρων για την καταπολέμηση κοκκοειδών, καθώς και διαχειμαζουσών μορφών εντόμων και ακάρεων, και κυρίως των χειμερινών αυγών.

Για το σκοπό αυτό σήμερα χρησιμοποιούνται ειδικά ορυκτέλαια ψεκασμών που είναι ασφαλέστερα για τα φυτά και αποτελεσματικότερα.

5.4.2. Ορυκτέλαια και πισσέλαια ψεκασμών

Τα έλαια, που χρησιμοποιούνται σαν εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα, είναι κλάσματα απόσταξης του ακάθαρτου ορυκτού πετρελαίου (ορυκτέλαια) προέρχονται από απόσταξη της πίσσας, που απομένει μετά από την αρχική απόσταξη λιθάνθρακα ή λιγνίτη, ή ξύλων (πισσέλαια). Ιδιότητες των ελαίων ψεκασμών που έχουν σχέση με την εντομοτοξικότητα και τη φυτοτοξικότητα τους και κατά συνέπεια, με την καταλληλότητα τους για συγκεκριμένη γεωργική χρήση, είναι η περιεκτικότητα τους σε κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες, ή πτητικότητα και το ιξώδες.

Απόσταξη, ραφινάρισμα και θειόνωση των ορυκτελαίων

Το ακαθάριστο πετρέλαιο, όταν εξάγεται από το έδαφος, είναι μίγμα χημικών ενώσεων, που ποικίλουν ευρύτατα ως προς τη σύνθεσή τους. Περιέχονται σε αυτό, όπως και στα πιστέλαια, αλειφατικοί, αλεικυκλικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες, καθώς και ετεροκυκλικές ενώσεις με θείο, άζωτο, φώσφορο και οξυγόνο και άλλες ουσίες με όξινη ή αλκαλική αντίδραση, όπως φαινόλες, αρεσόλες και πυριδίνες. Όμως τα έλαια ψεκασμών είναι επιθυμητό να περιέχουν μεγάλο ποσοστό κεκορεσμένων υδρογονανθράκων και κατά το δυνατό, μικρότερο ποσοστό ακόρεστων υδρογονανθράκων, φαινολών, ναφθενικών οξέων, θειούχων και αζωτούχων ενώσεων που προκαλούν φυτοτοξικότητα. Έτσι, μετά το διαχωρισμό των κλασμάτων των ορυκτελαίων με απόσταξη, ακολουθεί κατεργασία με θειικό οξύ γνωστή σαν θειόνωση, που με την κατεργασία με άλκαλι και την έκπλυση, απομακρύνουν τις πιο πάνω ανεπιθύμητες ουσίες. Το προϊόν της κατεργασίας είναι το μη θειούμενο ή μη θειονούμενο υπόλειμμα (UNSULFONATED RESIDUE, U.R.). αυτό αποτελείται κυρίως από κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες, αλειφατικούς και ναφθενικούς, δηλαδή τα αδρανέστερα και τα λιγότερο φυτοτοξικά συστατικά του αρχικού ορυκτελαίου. Από ανάμειξη του προϊόντος αυτού με μη θειονωμένα έλαια παρασκευάζονται τα ποικίλα έλαια ψεκασμών που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εντόμων και ακάρεων.

Το μη θειούμενο υπόλειμμα, που αποτελεί το ποσοστό των υδρογονανθράκων που δεν αντιδρούν με θειικό οξύ, δηλαδή των κεκορεσμένων υδρογονανθράκων, αποτελεί αξιόλογο δείκτη της φυτοτοξικής ενέργειας του κάθε ορυκτελαίου στα φυτά που βρίσκονται σε βλάστηση. Εκφράζεται σαν U.R. % κατ'όγκο του ορυκτελαίου. Τα έλαια που μπορούν να ψεκαστούν σε φυτά σε βλάστηση, δηλαδή τα θερινά ορυκτέλαια έχουν υψηλό U.R., ενώ τα χειμερινά ορυκτέλαια επιτρέπεται να έχουν χαμηλότερο U.R. Έτσι τα θερινά έλαια πρέπει να έχουν U.R. μεγαλύτερο του 90%, ενώ τα χειμερινά 65-85%. Τα έλαια με U.R. = 80-90% μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο τέλος του χειμώνα – αρχές της άνοιξης, δηλαδή κατά την περίοδο διόγκωσης των οφθαλμών μέχρι την έκπτυξη του πρώτου φύλλου. Τα θερινά έλαια για θερμοκήπια πρέπει να έχουν U.R. μεγαλύτερο από 95%. Σε περιοχές με θερμά θέρη τα θερινά έλαια για χρήση στο ύπαιθρο πρέπει να έχουν U.R. μεγαλύτερο του 90%, ενώ σε περιοχές με πολύ υγρά θέρη το μη θειούμενο υπόλειμμα μπορεί να είναι μικρότερο, μέχρι και 80%. Η εντομοτοξική ενέργεια των ορυκτελαίων δεν εξαρτάται από το δείκτη U.R. Αυτός, όπως ήδη αναφέρθηκε, έχει σχέση μόνο με τη φυτοτοξικότητα.

Το μη θειούμενο υπόλειμμα μετράται με την επίδραση ορισμένης ποσότητας θειικού οξέος σε ορισμένο όγκο ελαίου και με τη μέτρηση, κατόπιν, του ποσοστού του ελαίου που δεν προσβάλλεται από το οξύ. Πάντως η αντίδραση αυτή με θειικό οξύ δεν μετρά πάντα σωστά το ποσοστό των κεκορεσμένων υδρογονανθράκων επειδή οι κυκλικοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες δεν θειώνονται εύκολα όπως οι υδρογονάνθρακες ανοικτής αλυσίδας. Για το λόγο αυτό, και για μια ακριβέστερη εικόνα της φυτοτοξικής συμπεριφοράς ενός ελαίου πρέπει να γίνεται επιπρόσθετος προσδιορισμός του βαθμού ιωδίου, το οποίο συνδέεται ευχερέστερα με τους διπλούς δεσμούς του άνθρακα.

Με ισχυρή θειόνωση των ορυκτελαίων προκύπτουν τα τελείως λευκά ορυκτέλαια από τα οποία παράγονται εκλεκτής ποιότητας θερινοί πολτοί. Επειδή κατά τη θειόνωση γίνεται συγχρόνως και καθαρισμός των ορυκτελαίων κατά τη διέλευση τους από αδρανείς γαιώδεις ουσίες, ο καθαρισμός αυτός συνεπάγεται και αποχρωματισμό που είναι τελικά, ανάλογος του βαθμού ραφινάρισματος (θειόνωσης κ.α.) των ορυκτελαίων. Έτσι το χρώμα

των ελαίων χρησιμοποιείται σαν μέσο πρακτικής διάκρισής τους από άποψη φυτοτοξικότητας. Τα ερυθρά έλαια, που αντιστοιχούν σε μικρό βαθμό ραφινάρισματος, είναι περισσότερο φυτοτοξικά από τα λευκά και τα ημίλευκα.

Ιδιότητες των ορυκτελαίων

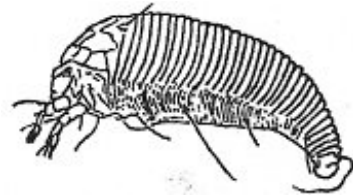
Ιξώδες. Είναι φυσική ιδιότητα των ορυκτελαίων με ιδιαίτερη σημασία. Αυξάνει με την αύξηση του ειδικού βάρους τους, καθώς και του μοριακού βάρους και του σημείου ζέσεως των υδρογονανθράκων που περιέχουν. Προσδιορίζεται με μέτρηση του χρόνου που απαιτείται σε δευτερόλεπτα για τη διέλευση ορισμένης ποιότητας υγρού, σε δεδομένη θερμοκρασία και πίεση, από σωλήνα με δεδομένη διάμετρο. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι η κατά Saybolt, σε δευτερόλεπτα στους 37,5° C.

Έτσι τα ορυκτέλαια θερινών πολτών ονομάζονται:

Ελαφρά αν έχουν ιξώδες 45'' - 60'' κατά Saybolt

Μέσα αν έχουν ιξώδες 60'' - 85'' κατά Saybolt

Βαριά αν έχουν ιξώδες 85'' - 105'' κατά Saybolt.



Το ιξώδες ενός ορυκτελαίου ευρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με τη διεισδυτικότητα του τόσο σε φυτικούς ιστούς όσο και στο έντομο. Τα ελαφρά έλαια διεισδύουν ταχύτερα στα έντομα από τις τραχείες τους από ότι τα βαρέα έλαια, αλλά και αποβάλλονται ταχύτερα. Έτσι τα πλέον κατάλληλα έλαια για τους θερινούς πολτούς θεωρούνται τα μέσα έλαια με ιξώδες 65'' έως 75'' κατά Saybolt. Γενικά τα θερινά και τα χειμερινά ορυκτέλαια εμφανίζουν σταθερή εντομοτοξική δράση αν το ιξώδες τους είναι μεγαλύτερο από ένα συγκεκριμένο minimum.

Πτητικότητα. Η ιδιότητα αυτή των ορυκτελαίων έχει άμεση σχέση με την τάση ατμών και με το σημείο ζέσεώς τους. Έτσι κατά κανόνα ένα ορυκτέλαια με χαμηλό σημείο ζέσεως (που έχει αποσταχτεί δηλαδή σε χαμηλές θερμοκρασίες) έχει μεγάλη τάση ατμών, πτητικότητα και U.R., αλλά χαμηλό ιξώδες και ειδικό βάρος και αντίστροφα. Καθώς αυξάνει η πτητικότητα μειώνεται η υπολειμματική ενέργεια, δηλαδή η χρονική διάρκεια δράσης των ορυκτελαίων στα έντομα. Έλαια χαμηλής πτητικότητας, όπως τα μέσα και τα βαρέα, παράγουν συνήθως ελαιώδη υμένια που διατηρούνται για μακρό διάστημα στην επιφάνεια των αυγών, των προνυμφών και των ακμαίων των εντόμων και ακάρεων, καθώς και στην επιφάνεια των φύλλων. Έτσι ορυκτέλαια με υψηλό σημείο ζέσεως, 240-300°C, και ιξώδες, 100'' κατά Saybolt, έχουν παρατεταμένη δράση πάνω στα αυγά των αφίδων και στα αυγά και τα νεαρά στάδια των κοκκοειδών. Τα πολύ βαριά ορυκτέλαια, δεν είναι επιθυμητά επειδή, ενώ θα είχαν μεγάλη υπολειμματική διάρκεια, δεν διεισδύουν εύκολα στις τραχείες των εντόμων αλλά και η παρατεταμένη παραμονή τους στη φυλλική επιφάνεια μπορεί να οδηγήσει σε φυτοτοξικότητα.

Εντομοτοξική δράση. Τα ορυκτέλαια γενικά είναι εντομοκτόνα επαφής. Η κυριότερη χρήση τους είναι εναντίον κοκκοειδών και ακάρεων σε καρποφόρα και καλλωπιστικά δένδρα και θάμνους. Το χειμώνα καταπολεμούν αυγά ακάρεων και εντόμων, καθώς και ανήλικα και ενήλικα κοκκοειδή και άλλα μικρόσωμα Ημίπτερα. Κατά την αυξητική περίοδο καταπολεμούν κοκκοειδή και άλλα μικρόσωμα Ημίπτερα (Psyllidae, Aleurodidae, Aphididae), θυσανόπτερα (θρίπες) και ακάρεα Tetranychidae. Τα ορυκτέλαια

επίσης χρησιμοποιούνται και για την καταπολέμηση κουνουπιών και εκτοπαρασίτων των ζώων καθώς και για την ενίσχυση της εντομοτοξικότητας άλλων εντομοκτόνων ουσιών.

Τα ορυκτέλαια έχουν εκλεκτική δράση στα ωφέλιμα έντομα επειδή σύντομα μετά τον ψεκασμό των ορυκτελαίων τα εντομοφάγα είδη μπορούν να εγκατασταθούν στη φυτική επιφάνεια και να συμπληρώσουν τη θανάτωση των φυτοφάγων εντόμων που έχουν επιβιώσει. Για το λόγο αυτό η χρησιμοποίηση ορυκτελαίων συνδυάζεται με την ολοκληρωμένη καταπολέμηση κοκκοειδών, ορισμένων άλλων εντόμων, καθώς και ακάρεων.

Σχετικά με το μηχανισμό εντομοτοξικής ενέργειας των ορυκτελαίων έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες, συχνά αντικρουόμενες μεταξύ τους. Φαίνεται πάντως ότι τα ορυκτέλαια διεισδύουν στο έντομο από τα αναπνευστικά στίγματα, αποφράσσουν τις τραχείες και προκαλούν ασφυξία. Με ασφυξία επίσης θανατώνονται και τα ακάρεα. Για το λόγο αυτό τα μέσου ιξώδους έλαια που διεισδύουν στα αρθρώποδα σχετικά γρήγορα και αργούν να αποβληθούν από αυτά, είναι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω προτιμητέα. Για το τελικό αποτέλεσμα της καταπολέμησης έχει σημασία και η διάρκεια παραμονής ελαιώδους υμενίου στην επιφάνεια του φυτού. Μικρά στάδια εντόμων, όπως τα νεοεκκολαφθέντα, καθώς και ακάρεα, αντιμετωπίζουν δυσκολίες μετακίνησης και εγκατάστασης πάνω στο ελαιώδες υμένιο. Έτσι θανατώνονται και έντομα που δεν είχαν διαβραχεί άμεσα τη στιγμή του ψεκασμού.

Όσον αφορά το ωοκτόνο αποτέλεσμα των ορυκτελαίων, φαίνεται ότι υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι δράσης. Έλαια πλούσια σε παραφινικούς υδρογονάνθρακες έχουν ισχυρή ωοκτόνο δράση σε ακάρεα, Λεπιδόπτερα και ορισμένα Ημίπτερα. Η δράση αυτή αποδίδεται σε ασφυξία των εμβρύων. Στην περίπτωση αυτή τα ορυκτέλαια πρέπει να έχουν ιξώδες πάνω από ένα minimum και κατά το δυνατό μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες. Τα έλαια αυτά δεν έχουν δράση σε αυγά των οικογενειών Aphididae και Psyllidae. Αντίθετα τα πισσέλαια (βλ. παρακάτω) που είναι πλούσια σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες έχουν ισχυρή δράση σε αυγά των Aphididae και Psyllidae, που αποδίδεται σε τοξικό μηχανισμό άσχετο με ασφυκτική επίδραση. Σε περίπτωση καταπολέμησης, που υπάρχουν αυγά και των δύο κατηγοριών, είναι δυνατός ο συνδυασμός ορυκτελαίων και πισσελαίων για να επιτευχθεί το επιθυμητό συνολικό αποτέλεσμα.

Στην περίπτωση καταπολέμησης προνυμφών κουνουπιών σε στάσιμα νερά, αυτές θανατώνονται από ασφυξία επειδή το φιλμ του ορυκτελαίου τις εμποδίζει να έλθουν σε επαφή απ' ευθείας με τον αέρα για να αναπνεύσουν, αλλά αδυνατούν και να παραμείνουν στην επιφάνεια του νερού για το σκοπό αυτό για αρκετά μακρό χρονικό διάστημα εξ αιτίας της ελάττωσης της επιφανειακής τάσης του νερού από το ορυκτέλαιο.

Η αποτελεσματικότητα των ορυκτελαίων ποικίλει με το στάδιο ανάπτυξης των εντόμων. Σε ορισμένα κοκκοειδή και ιδιαίτερα στα Diaspididae, τα ορυκτέλαια έχουν ικανοποιητική αποτελεσματικότητα στο πρώτο προνυμφικό στάδιο, ενώ στα επόμενα είναι μειωμένη σημαντικά. Έτσι οι καθυστερημένες επεμβάσεις δεν καταπολεμούν ικανοποιητικά τα περισσότερα κοκκοειδή.

Φυτοτοξικότητα. Η φυτοτοξική δράση των ελαίων υδρογονανθράκων είναι περιοριστικός παράγοντας για τη δυνατότητα χρήσης τους σε πολλές περιπτώσεις. Τα

πισσέλαια (βλ. παρακάτω) σύντομα μετά την έναρξη της εφαρμογής τους βρέθηκαν ακατάλληλα για ψεκασμούς φυλλώματος, ενώ οι ζημιές από ψεκασμούς ορυκτελαίων ήταν τόσο μεγάλες ώστε σύντομα περιορίστηκαν σε ψεκασμούς τον χειμώνα. Τώρα είναι γνωστό ότι τα πισσέλαια πρέπει να ψεκαστούν πριν από τη διόγκωση των οφθαλμών ενώ τα παραφινικά ορυκτέλαια μπορούν να ψεκασθούν, ανάλογα με το μη θειονούμενο υπόλειμμα που περιέχουν και στη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, κάτω βέβαια, από ορισμένες προϋποθέσεις και προφυλάξεις.

Η φυτοτοξικότητα των ελαίων υδρογονανθράκων κατά την περίοδο της βλάστησης μπορεί να διακριθεί σε τρεις τύπους:

Η οξεία τοξικότητα μπορεί να προκληθεί από πτητικά χαμηλού ιξώδους ορυκτέλαια, και εκδηλώνεται με νέκρωση των ιστών (λόγω λύσης των κυτταρικών μεμβρανών) και εμφάνιση εγκαυμάτων. Εκδηλώνεται μέσα σε δύο 24-ωρα από τον ψεκασμό.

Η ημιχρόνια τοξικότητα προκαλείται από βαρύτερα ορυκτέλαια και εκδηλώνεται με φυλλόπτωση μέσα σε 4-5 ημέρες από τον ψεκασμό χωρίς όμως να εκδηλωθούν άλλα συμπτώματα, όπως κιτρίνισμα των φύλλων. Μπορεί να εκδηλωθεί και σαν καρπόπτωση ή μη κανονικός χρωματισμός των καρπών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όψιμων ψεκασμών.

Η χρόνια φυτοτοξικότητα προκαλείται από βαρέα ορυκτέλαια που αφήνουν έμμονα ελαιώδη υμένια στη φυλλική επιφάνεια, με δυσμενείς επιδράσεις στην αναπνοή, διαπνοή και φωτοσύνθεση. Εκδηλώνεται με κιτρίνισμα και μαρανση των φύλλων, επιβράδυνση της αύξησης των φυτικών οργάνων, φυλλόπτωση, καρπόπτωση, νέκρωση βλαστών ή και κλάδων, μείωση της ανθοφορίας και της καρπόδεσης, και σε εξαιρετικές περιπτώσεις νέκρωση και ολόκληρων δένδρων.

Το χειμώνα από τα χειμερινά ορυκτέλαια μπορεί να προκληθούν σε βαρείες περιπτώσεις ζημιές του φλοιού, και σε ελαφρότερες περιπτώσεις καθυστέρηση έκπτυξης των οφθαλμών ή και νεκρώσεις οφθαλμών.

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η φυτοτοξικότητα των ορυκτελαίων, πέρα από το μη θειούμενο υπόλειμμα που αναφέρθηκε πιο πάνω, είναι:

Πτητικότητα, ιξώδες. Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, τα πολύ πτητικά, ελαφρά ορυκτέλαια μπορούν να προκαλέσουν οξεία τοξικότητα, ενώ τα βαρέα είναι υπεύθυνα για περιπτώσεις χρόνιας τοξικότητας.

Οξύτητα. Αυτή μπορεί να προέρχεται από ελλιπή εξουδετέρωση του θεικού οξέος μετά την θειόνωση, είτε από οξείδωση ακόρεστων υδρογονανθράκων του ορυκτελαίου προς ελαιοδιαλυτά οξέα. Η τελευταία αυτή περίπτωση αντιμετωπίζεται στα σκευάσματα ορυκτελαίων με την προσθήκη αντιοξειδωτικών.

Ανάμιξη με άλλα γεωργικά φάρμακα, όπως με δινιτροορθοκρεζόλη (DNOC), ή με θειούχα φυτοφάρμακα. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή ορυκτελαίων για 25 ημέρες πριν ή μετά την εφαρμογή θείου ή θειούχων φυτοφαρμάκων.

Κλιματολογικές συνθήκες. Η ευαισθησία στα ορυκτέλαια είναι μεγαλύτερη σε θερμές ή/και ξηρές περιοχές. Για τις θερινές εφαρμογές καλό είναι να γίνεται άρδευση πριν από τον

ψεκασμό. Οι χειμερινοί ψεκασμοί δεν πρέπει να εφαρμόζονται σε θερμοκρασία κάτω από μηδέν.

Ποσότητα ψεκαστικού υγρού ανά μονάδα επιφάνειας. Εκτός από τη συγκέντρωση του ψεκαστικού υγρού, η ποσότητα του ανά μονάδα επιφάνειας πρέπει επίσης να είναι σύμφωνη με τις οδηγίες κατά περίπτωση. Ένα ποσοστό του ελαίου που αποτίθεται στα φύλλα εισέρχεται βαθμιαία στους ιστούς των και όταν είναι περίπου συνεχές δημιουργεί κηλίδες ή ζώνες με πράσινο χρώμα βαθύτερο από το κανονικό. Η έκταση των σκοτεινόχρωμων ζωνών στα φύλλα είναι ένας πρακτικός δείκτης για το αν έχει αποθεθεί μικρή, κανονική ή υπερβολική ποσότητα ορυκτελαίου. Αν στην περίμετρο του φύλλου ή κατά μήκος του μεσαίου νεύρου υπάρχει σκοτεινή ζώνη που καταλαμβάνει μόνο ένα μικρό ποσοστό του φύλλου, σαν γραμμές δηλαδή, τότε η ποσότητα ορυκτελαίου που αποτέθηκε είναι ικανοποιητική. Αν η σκοτεινόχρωμη επιφάνεια είναι γενικά μεγαλύτερη από το ένα τρίτο του ελάσματος του φύλλου τότε η ποσότητα του ορυκτελαίου είναι υπερβολική. Επίσης η οπτική εντύπωση του γυαλίσματος (λαδώματος) του φύλλου μετά τον ψεκασμό μπορεί να χρησιμεύσει σαν δείκτης της απόθεσης σωστής ποσότητας ψεκαστικού υγρού στη φυλλική επιφάνεια.

Είδος φυτών, φυτικών οργάνων και της ηλικίας τους. Η ευαισθησία των πυρηνόκαρπων είναι μεγαλύτερη από τα άλλα οπωροφόρα, ακολουθούν τα εσπεριδοειδή με τελευταία τα μηλοειδή. Πάντως και μέσα σε κάθε ομάδα υπάρχει διαφοροποίηση: Στα πυρηνόκαρπα η ροδακινιά είναι πιο ευαίσθητη από τη δαμασκηνιά, και στα εσπεριδοειδή πιο ευαίσθητη είναι η μανδαρινιά, ακολουθεί η πορτοκαλιά με τελευταία τη λεμονιά.

Φυσική κατάσταση των φυτών. Καχεκτικά φυτά, και ιδιαίτερα μετά από ξηρασία ή παγετό, είναι πιο ευαίσθητα στα ορυκτέλαια.

5.4.3. Πισσέλαια

Είναι μια ειδική κατηγορία ελαίων υδρογονανθράκων που, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, προέρχεται από την απόσταξη, λιθανθρακόπισσας, λιγνιτόπισσας ή ξυλόπισσας. Εξ αιτίας της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά εναντίον των χειμερινών αυγών Aphididae, και Psyllidae, σε αντίθεση με τα ορυκτέλαια παραφινικού τύπου, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι αποτελεσματικά στα Ακάρεα, Λεπιδόπτερα, Κοκκοειδή κ.α. Η φυτοτοξική τους δράση κατά την περίοδο της βλάστησης τα περιορίζει σε χειμερινές εφαρμογές. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται βαρέα πισσέλαια (έλαια κρεοζώτου) με περιοχή θερμοκρασιών απόσταξης 250 - 270° C, και πράσινα έλαια (έλαια ανθρακενίου) με περιοχή αποστάξεως 270 - 400° C. Πάντως πρόσφατες βελτιώσεις στην αύξηση του U.R. και στην απομάκρυνση όξινων φαινολικών ενώσεων επέτρεψαν την εφαρμογή πισσελαίων και λίγο μετά το στάδιο έκπτυξης των οφθαλμών.

Τα πισσέλαια έχουν γίνει γνωστά σαν carbolineum στη Γερμανία, coal tar oils ή tar oils στην Αγγλία, και σαν huiles d' anthracene στη Γαλλία.

Το κρεόζωτο είναι μια κατηγορία πισσελαίων που χρησιμοποιείται στην προστασία ξυλείας από έντομα και μύκητες, όταν η ξυλεία αυτή είναι εκτεθειμένη σε συνθήκες υπαίθρου, π.χ. αγροτική ξυλεία (για αποθήκες, υπόστεγα στάβλους κ.α.), δομήσιμη ξυλεία,

σιδηροδρομικές γραμμές, τηλεγραφικοί στύλοι. Το κρεόζωτο έχει επίσης κάποια χρήση στην κτηνοτροφία σαν αποθητικό σαρκοφάγων εντόμων και ακάρεων.

Τα πισσέλαια έχουν ισχυρή δράση στα βρύα και τις λειχήνες, που οφείλεται στις φαινολικές ενώσεις που περιέχουν.

Πάντως με την σημερινή τεχνολογία της χημείας των υδρογονανθράκων είναι δυνατή η παραγωγή αρωματικών ελαίων από πετρέλαια καθώς και η μετατροπή πισσελαίων σε κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες του τύπου των ορυκτελαίων. Έτσι είναι πιθανό η διάκριση ανάμεσα στα πισσέλαια (tar oils) και ορυκτέλαια (mineral oils, paraffinic oils, petroleum oils) να μην έχει νόημα στο κοντινό μέλλον.

5.4.4. Σκευάσματα ελαίων υδρογονανθράκων

Διακρίνονται συνήθως οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

α. Γαλακτώματα ελαίων, πυκνά γαλακτώματα (oil emulsions). Περιέχουν 50-90 % έλαια και έχουν το νερό σαν συνεχή φάση με τα σταγονίδια των ελαίων σαν ασυνεχή. Είναι σχετικά λεπτόρευστα με τυπική μορφή γαλακτώματος και χρώμα λευκό ή ανοιχτό κίτρινο. Είναι γνωστά στους αγρότες σαν πολτοί. Όταν άρχισαν να χρησιμοποιούνται ορυκτέλαια στην Ελλάδα τα περισσότερα σκευάσματα ήταν γαλακτώματα. Έτσι μέχρι και σήμερα όλα τα σκευάσματα ελαίων υδρογονανθράκων (βλ και παρακάτω) έχει επικρατήσει να ονομάζονται πολτοί (ορυκτελαίων). Τα σκευάσματα γαλακτωμάτων εμφανίζουν μεγαλύτερη αστάθεια στην αποθήκευση συγκριτικά με τα άλλα σκευάσματα ελαίων (βλ και παρακάτω). Διαλύονται με νερό για να εφαρμοσθούν.

β. Γαλακτωματοποιήσιμα έλαια (emulsifiable oils, stock emulsions). Περιέχουν 95-99 % έλαιο καθώς και γαλακτωματοποιητικούς και σταθεροποιητικούς παράγοντες. Περιέχουν επίσης νερό σε πολύ μικρή ποσότητα σαν διαλύτη των βοηθητικών ουσιών. Έχουν όψη διαυγή και μεγαλύτερη σταθερότητα στην αποθήκευση από τα γαλακτώματα. Όταν διαλυθούν σε νερό δίδουν γαλακτώμα όπως και η προηγούμενη κατηγορία.

γ. Ταχέως διασπώμενα έλαια (quick breaking oils). Σε πολλές χώρες οι καλλιεργητές αγοράζουν χωριστά το έλαιο και χωριστά, τα προσθετικά σκευάσματα (γαλακτωματοποιητή, σταθεροποιητή) και τα προσθέτουν στην επιθυμητή αναλογία στη δεξαμενή του ψεκαστήρα. Είναι προφανές ότι τα σκέτα ορυκτέλαια δεν εμφανίζουν προβλήματα κατά την αποθήκευση όπως οι δύο παραπάνω κατηγορίες σκευασμάτων.

Σαν καλύτερα σκευάσματα ορυκτελαίων θεωρούνται σήμερα εκείνα που είναι σταθερά στην αποθήκευση και μέσα στη δεξαμενή του ψεκαστήρα, αλλά διαχωρίζονται ταχύτατα σε ελαιώδη και υδατική φάση αμέσως μετά την πρόσπτωση των σταγονιδίων του ψεκασμού στη φυτική επιφάνεια, εξασφαλίζοντας έτσι τη μεγαλύτερη δυνατή πρόσφυση ελαίου στην επιφάνεια αυτή. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη της ελάχιστης δυνατής ποσότητας γαλακτωματοποιητή στο ορυκτέλαιο που εξασφαλίζει την ομοιομορφία σύστασης του πολτού μέσα στη δεξαμενή του ψεκαστήρα με τη βοήθεια βέβαια ισχυρής μηχανικής ανάδευσης. Πάντως ο κίνδυνος φυτοτοξικότητας από ψεκασμό με ταχέως διασπώμενα έλαια φαίνεται να είναι μεγαλύτερος από ότι με τα σταθερά γαλακτώματα.

Μικτοί πολτοί ελαίων υδρογονανθράκων

Πέρα από τα σκέτα σκευάσματα ελαίων, που είναι πιο συνηθισμένα για τα ορυκτέλαια και λιγότερο για τα πισσέλαια, κυκλοφορούν μικτά σκευάσματα για διεύρυνση του φάσματος εντομοτοξικής ενέργειας.

α. Μικτοί πολτοί ορυκτελαίων - πισσελαίων. Με την ανάμειξη αυτή επιτυγχάνεται ταυτόχρονη καταπολέμηση αυγών Aphididae και Psyllidae, που καταπολεμούνται ικανοποιητικά από τα πισσέλαια, και αυγών ακάρεων, κοκκοειδών και άλλων αρθρόποδων που καταπολεμούνται ικανοποιητικά από παραφινικά ορυκτέλαια.

β. Μικτοί πολτοί ορυκτελαίων - οργανοφωσφορικών ενώσεων. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα λόγω της σχετικά μικρής φυτοτοξικότητάς τους. Εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται είναι: phosalone, mecarbam, carbophenothion, methidathion. Σκοπός της ανάμειξης αυτής είναι η καλύτερη καταπολέμηση, η μείωση της δόσης του οργανοφωσφορικού και η διεύρυνση του φάσματος του, καθώς και βελτίωση της διεισδυτικότητας και της υπολειμματικής δράσης του.

5.4.5. Εφαρμογή των ελαίων υδρογονανθράκων

Οι πολτοί ελαίων υδρογονανθράκων καθώς και τα μίγματα τους είναι αποτελεσματικά για την καταπολέμηση κοκκοειδών, αφίδων και ψύλλας, ακάρεων και λεπιδοπτέρων, ιδιαίτερα στις διαχειμάζουσες μορφές τους. Χρησιμοποιούνται στα οπωροφόρα (περισσότερο στα φυλλοβόλα) συμπεριλαμβανομένων και των εσπεριδοειδών, στο αμπέλι, καθώς και στη τομάτα και το αγγούρι στα θερμοκήπια. Οι πολτοί ορυκτελαίων έχουν επίσης εφαρμογή στα καλλωπιστικά, όπου πέρα από την καταπολέμηση αρθρόποδων, βελτιώνουν και την εμφάνιση προσδίδοντας γυάλισμα στα φύλλα.

Η χρήση των ορυκτελαίων για την καταπολέμηση εχθρών των καλλιεργειών ήταν ευρύτερη πριν από τη διάδοση της χρήσης των συνθετικών εντομοκτόνων. Σήμερα όμως οι καλλιεργητές προτιμούν οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα για πολλές από τις δυνατές χρήσεις ορυκτελαίων εξ αιτίας του χαμηλότερου κόστους εφαρμογής. Πάντως τα ορυκτέλαια συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται αρκετά για δύο κυρίως λόγους: καταπολεμούν ακάρεα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ειδικά ακαρεοκτόνα και οργανοφωσφορικά ενώ είναι εκλεκτικά για τους φυσικούς εχθρούς των κοκκοειδών και άλλων εντόμων, καθώς και των ακάρεων. Έτσι είναι συμβατά με προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

Τα ορυκτέλαια επίσης χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση προνυμφών των κουνουπιών σε στάσιμα νερά. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται σκευάσματα που περιέχουν και άλλο εντομοκτόνο καθώς και μικρή ποσότητα λιπαρού οξέος ή άλλου παράγοντα για γρήγορη εξάπλωση στη επιφάνεια του νερού. Ακολουθούνται οι προδιαγραφές του Παγκοσμίου Οργανισμού Υγείας (WHO) ώστε μαζί με ένα ικανοποιητικό εντομοκτόνο αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται και εκλεκτική δράση για τα άλλα υδρόβια ζώα και φυτά.

Τα ορυκτέλαια ψεκάσμων θεωρούνται ακίνδυνα για τον άνθρωπο και τα κατοικίδια ζώα. Δεν υπάρχουν ανεκτά όρια υπολειμμάτων κι έτσι μπορεί να γίνει εφαρμογή τους πολύ κοντά στη συγκομιδή.

Πέρα από την αποτελεσματικότητά τους για καταπολέμηση των αρθρόποδων, τα ορυκτέλαια χρησιμοποιούνται και σαν διαλύτες στα σκευάσματα άλλων φυτοφαρμάκων, σαν προσθετικά σκευασμάτων για βελτίωση της δράσης τους, καθώς και για τη βελτίωση της ομοιομορφίας άνθησης δένδρων, ειδικά ορισμένων ποικιλιών μηλιάς και αχλαδιάς. Η τελευταία αυτή δράση των ορυκτελαίων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιοχές που το κρύο του χειμώνα δεν είναι αρκετό για την ομοιόμορφη άνθηση σε δενδροκομεία.

Τα ορυκτέλαια ψεκάζονται με ψεκαστήρες υψηλής πίεσης και μεγάλου όγκου για καλό 'λούσιμο' του φυλλώματος των κλάδων και του κορμού μέχρι απορροής. Αν χρησιμοποιηθεί μικρότερος όγκος ψεκαστικού υγρού και μεγάλη συγκέντρωση ορυκτελαίου σε αυτό, υπάρχει κίνδυνος φυτοτοξικότητας από υπερβολική απόθεση ορυκτελαίου στο φύλλωμα.

Θερινά και χειμερινά ορυκτέλαια (θερινοί πολτοί, χειμερινοί πολτοί, summer oils, winter oils). Ανάλογα με τη βλαστική κατάσταση των δένδρων και την εποχή που χρησιμοποιούνται, τα έλαια υδρογονανθράκων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Τα θερινά έλαια ή έλαια φυλλώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις εποχές σε αειθαλή ή φυλλοβόλα . Χρησιμοποιούνται περισσότερο κατά την περίοδο βλάστησης, αλλά και το χειμώνα στα αειθαλή και στις ευαίσθητες ποικιλίες ροδακινιάς. Είναι λιγότερο φυτοτοξικά από τα χειμερινά έλαια, ακόμα και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις .

Τα χειμερινά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε φυλλοβόλα δένδρα και θάμνους και μόνο όταν αυτά δεν έχουν φύλλα, δηλαδή από το τέλος του φθινοπώρου μέχρι τις αρχές της άνοιξης. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση τους στη ροδακινιά εκτός από τις μη ευπαθείς ποικιλίες. Είναι πιο φυτοτοξικά αλλά και πιο εντομοτοξικά από τα θερινά έλαια.

5.4.6. Προβλήματα, προφυλάξεις κατά τη χρήση ελαίων υδρογονανθράκων

Αν τα πυκνά γαλακτώματα αποθηκευθούν για μακρό χρονικό διάστημα σε χώρο με πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, είναι δυνατόν να συμβεί διάσπαση και διαχωρισμός του πυκνού γαλακτώματος. Τότε όταν ανοιχθεί η συσκευασία φαίνεται μια διαυγής ελαιώδης φάση στο πάνω μέρος του δοχείου. Αν η φάση αυτή δεν ενσωματωθεί πάλι μέσα στο γαλάκτωμα μετά από ισχυρή ανάδευση, το γαλάκτωμα δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί πριν ο καλλιεργητής συμβουλευθεί κάποιον ειδικό σχετικά με το πρόβλημα. Τα γαλακτωματοποιήσιμα έλαια είναι λιγότερο ευπαθή από τα έτοιμα πυκνά γαλακτώματα στις πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά την αποθήκευση.

Ο ψεκασμός σε φυτά σε βλάστηση δεν πρέπει να γίνεται ποτέ σε διψασμένα φυτά. Συνιστάται η εφαρμογή σύντομα μετά την άρδευση, μόλις είναι δυνατή η μετακίνηση του ψεκαστήρα μέσα στον αγρό για τον σκοπό αυτό. Ο ψεκασμός επίσης, πρέπει να αποφεύγεται όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ή προβλέπεται πολύ υψηλή , μεγαλύτερη από 35° C, ή πολύ χαμηλή, μικρότερη από 4° C, ή όταν η σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη από 20° C. Παγετός σύντομα μετά από ψεκασμό ορυκτελαίων μπορεί να προκαλέσει έντονη φυλλόπτωση. Στα λεμόνια ψεκασμός

ορυκτελαίων με ψυχρό καιρό προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη, ανεπιθύμητο μπρούτζινο χρώμα ή και καρπόπτωση.

Όταν σκευάσματα ελαίων υδρογονανθράκων αναμειχθούν με νερό για ψεκασμό, αν το ψεκαστικό υγρό μείνει ακίνητο, τότε διασπάται και διαχωρίζεται σε ελαιώδη και υδατική φάση σχετικά γρήγορα. Γιαυτό είναι απαραίτητη συνεχής ανάδευση στο ψεκαστήρα και εφαρμογή του ψεκαστικού υγρού αμέσως μετά τη διάλυση και χωρίς διακοπή. Ακόμα και πριν το διαχωρισμό των φάσεων, μετά δηλαδή από λίγα λεπτά μόνο ηρεμίας του διαλύματος είναι δυνατό να παρατηρηθεί στην επιφάνεια στρώμα κρέμας (κορυφή). Αυτό πρέπει να ενσωματωθεί στο ψεκαστικό υγρό με ισχυρή ανάδευση και κατόπιν να γίνει εφαρμογή, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος ψεκασμού των τελευταίων φυτών με πυκνότερο γαλάκτωμα από το συνιστώμενο, που βέβαια συνεπάγεται φυτοτοξικότητα. Ειδικά όταν γίνεται διάλυση σε μεγάλα βαρέλια και μεταφορά ψεκαστικού υγρού σε μικρούς ψεκαστήρες (π.χ. επινώτιους) για την εφαρμογή, επιβάλλεται η ισχυρή, παρατεταμένη ανάδευση πριν από το γέμισμα κάθε ψεκαστήρα.

Αφού ένας πολτός ορυκτελαίου ψεκασθεί σ' ένα φυτό, σύντομα διαχωρίζεται σε ελαιώδη και υδατική φάση, η ελαιώδης προσφύεται στην επιφάνεια του φυτού και η υδατική απορρέει ή και εξατμίζεται. Αυτό σημαίνει ότι αν μετά από 15 λεπτά ψεκασθεί το ίδιο φυτό και πάλι, ειδικά τους θερινούς μήνες, με υψηλή θερμοκρασία, χαμηλή σχετική υγρασία ή και με ισχυρό άνεμο, το φυτό θα συγκρατήσει τελικά διπλάσια σχεδόν ποσότητα ορυκτελαίου. Αυτό βέβαια συνεπάγεται κίνδυνο φυτοτοξικότητας και πάλι. Γιαυτό ο ψεκασμός κάθε φυτού πρέπει να ολοκληρώνεται σε λίγα μόνο λεπτά, ειδικά κάτω από τις συνθήκες ταχείας εξάτμισης που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Ειδικά στα εσπεριδοειδή πρέπει να αποφεύγονται ψεκασμοί τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο επειδή μπορεί να προκαλέσουν καθυστέρηση της εμφάνισης του κανονικού χρώματος των καρπών και μείωση της περιεκτικότητας τους σε διαλυτά ζάχαρα και τέφρα.

Τα έλαια υδρογονανθράκων μπορούν να συνδυασθούν με πολλά άλλα γεωργικά φάρμακα, ακόμα και διαφυλλικά λιπάσματα, για ταυτόχρονο ψεκασμό. Αν και φαίνεται ότι βελτιώνουν την προσκολλητικότητα των σκευασμάτων βρέξιμης σκόνης στη φυλλική επιφάνεια, συνδυασμός με τέτοια σκευάσματα πρέπει να αποφεύγεται επειδή επηρεάζουν δυσμενώς την σταθερότητα του ψεκαστικού υγρού και την ποσότητα του ελαίου που αποτίθεται στο φύλλωμα. Επίσης ψεκασμός με πολτούς δεν πρέπει να πλησιάζει, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, εφαρμογή με θείο ή θειασβέστιο ή άλλο θειούχο φυτοφάρμακο περισσότερο από 25 μέρες.

Κατά την περίοδο της βλάστησης οι πολτοί δεν συνδυάζονται επίσης με το εντομοκτόνο carbaryl, τα ακαρεοκτόνα cyhexatin και propargite και τα μυκητοκτόνα captan, dinocap, dodine και folpet.

