



**ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΚΑ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ
ΣΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ**



**Σπουδάστρια: Λουπάκη Ευθαλία
Εισηγήτρια: Παπαδάκη Μαρία
Ηράκλειο, Ιούνιος 2009**



**ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΚΑ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

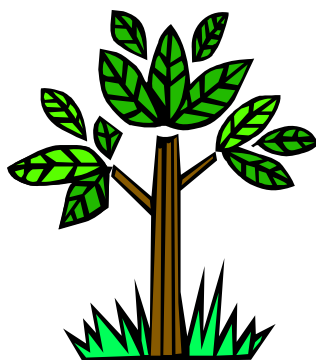
**ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ
ΣΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ**



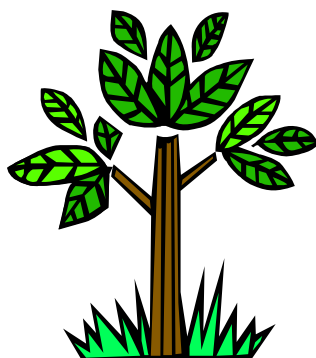
**Επιτροπή :
Βασιλάκη Μαρία
Μαράκη Γεωργία
Παπαδάκη Μαρία**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	10
ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	10
1.1 Εντομοκτόνα	11
1.1.1 Ανόργανα εντομοκτόνα	11
1.1.2 Ορυκτέλαια	12
1.1.3 Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	13
1.1.4 Οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα	14
1.1.5 Καρβαμιδικά εντομοκτόνα	15
1.1.6 Ασφυκτικά εντομοκτόνα	15
1.1.7 Εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης	16
1.2 Ακαρεοκτόνα	21
1.3 Μυκητοκτόνα	22
1.3.1 Προστατευτικά μυκητοκτόνα	23
1.3.2 Εξοντωτικά μυκητοκτόνα	26
1.3.2.1 Προστατευτικά – Εξοντωτικά	26
1.3.2.2 Κυρίως εξοντωτικά	26
1.3.2.3 Διάφορα εξοντωτικά	27
1.4 Ζιζανιοκτόνα	27
1.4.1 Κατάταξη των ζιζανιοκτόνων από πλευράς χημικής σύστασης	29
1.5 Φυτορρυθμιστικές ουσίες	30
1.5.1 Ταξινόμηση των γνωστών σήμερα ομάδων φυτορρυθμιστικών ουσιών	30
1.5.2 Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες ως παράγοντας ελέγχου της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών.	32



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	34
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	34
2.1 Εισαγωγή	34
2.2 Φυτοπροστατευτικά και ατμόσφαιρα	36
2.2.1 Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα	36
2.2.1.1 Επεμβάσεις με ψεκασμούς	37
2.2.1.2 Εξατμίσεις από το έδαφος και τα φυτά	38
2.2.1.3 Διαφυγή ως σκόνη	40
2.2.1.4 Εξάτμιση από το νερό	40
2.2.1.5 Διαδικασίες παρασκευής και τυποποίησης	41
2.2.1.6 Διαχείριση φυτοπροστατευτικών προϊόντων	42
2.2.1.7 Συνέπειες	43
2.3 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και έδαφος	45
2.4 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και νερά	48
(Επιφανειακά- Υπόγεια)	48
2.4.1.1 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και επιφανειακά νερά	48
2.4.1.1.1 Τρόποι ρύπανσης επιφανειακών νερών	50
2.4.1.2 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και υπόγεια νερά	56
2.5 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και χλωρίδα	59
2.6 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και πανίδα	65
2.6.1 Μελισσοτοξικότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων	69
2.7 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και χημικά όπλα	72



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	75
3.1 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και άνθρωπος	76
3.2 Τρόποι πρόκλησης επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων	77
3.2.1 Λήψη φυτοπροστατευτικών προϊόντων από λάθος (ατύχημα)	77
3.2.2 Επαγγελματική ενασχόληση	78
3.2.2.1 Έκθεση σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα στον αγρό	79
3.2.2.1.1 Χειριστές μηχανημάτων	79
3.2.2.1.2 Επαφή με ψεκασθείσες καλλιέργειες	80
3.2.2.1.3 Έκθεση ατόμων που διαμένουν πλησίον των επεμβάσεων	81
3.2.2.2 Έκθεση σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα σε μονάδες τυποποίησης	82
3.2.3 Κατανάλωση τροφίμων και υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων	83
3.2.3.1 Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων	87
3.3 Επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην ανθρώπινη υγεία	89
3.3.1 Επιδράσεις στο ενζυμικό σύστημα	89
3.3.2 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα	90
3.3.3 Επιδράσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα	91
3.3.4 Εμβρυοτοξικότητα - Τερατογένεση	91
3.3.5 Καρκινογένεση -Μεταλλαξιογένεση	91
3.4 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία κατά κατηγορία φυτοπροστατευτικού	93
3.4.1 Εντομοκτόνα	93
3.4.2 Μυκητοκτόνα	93
3.4.3 Ζιζανιοκτόνα	93
3.4.4 Απολυμαντικά εδάφους	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα

Τον Δρ. κύριο Πολυράκη Ιωάννη, Διευθυντή Καταστήματος Αγροτικής Τράπεζας Χανίων, για την ιδέα του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας και την βοήθεια του στην ανεύρεση βιβλιογραφικού υλικού,

Την Γεωπόνο Βαρίκου Κυριακή τόσο για την επίβλεψη καθόλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας, όσο και για την βοήθεια της στο συγγραφικό μέρος αυτής προσφέροντας τις πολύτιμες γνώσεις και την καθοδήγηση της.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος από τη στιγμή που εμφανίστηκε στον κόσμο και μέχρι και σήμερα είναι στενά δεμένος με την γη, τη «μητέρα γη», όπως την ονόμαζε παλιότερα. Στη γη ζει, από τη γη παίρνει τα αγαθά, απ'αυτή τρέφεται.

Τα πρώτα χρόνια της ύπαρξης του ο άνθρωπος έπαιρνε όλα τα αγαθά που χρειάζονταν, τρόφιμα ή άλλα, όπως τα έβρισκε χωρίς να μπορεί να επεμβαίνει σ' αυτά. Με το πέρασμα όμως των χρόνων και με την ανακάλυψη των εργαλείων άρχισε να επεμβαίνει με διάφορους τρόπους σ' αυτή, με σκοπό βέβαια να καλυτερέψει τη ζωή του. Έτσι άρχισε σιγά σιγά να την καλλιεργεί, στην αρχή με πρωτόγονα μέσα κι αργότερα με τη χρήση ζώων και πιο εξελιγμένων εργαλείων. Η γη πάντα τον αντάμειβε, δίνοντας του αυτά που χρειάζονταν, ιδιαίτερα βέβαια την τροφή που του ήταν απαραίτητη, με πολύ κόπο βέβαια και μεγάλες δυσκολίες.

Η καλλιέργεια της μέχρι και πριν από λίγα χρόνια ήταν πολύ δύσκολη και απαιτούσε τη σκληρή δουλειά όλης της οικογένειας, ενώ σημαντικό ρόλο έπαιζαν και τα καιρικά φαινόμενα. Το φυσικό περιβάλλον το θεωρούσε συνεργάτη και φίλο του και δε σκέφτηκε ποτέ να κάνει κακό σ' αυτό για να ωφεληθεί ο ίδιος. Μπορεί οι καλλιέργειες να του απέδιδαν σε μικρή ποσότητα τα απαραίτητα τρόφιμα, του ήταν όμως αρκετά για να μπορεί να ζει, ενώ κι αυτά ήταν υγιεινά και νόστιμα.

Τα τελευταία όμως χρόνια με την αύξηση του πληθυσμού και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, ο άνθρωπος άρχισε να επεμβαίνει αλόγιστα στο φυσικό περιβάλλον με σκοπό να παράγει περισσότερα αγαθά και με λιγότερο κόπο, έτσι ώστε όχι μόνο να ζει πιο άνετα, αλλά να μπορεί να μεγαλώσει το κέρδος του, χωρίς να σκέφτεται τις συνέπειες και τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσει στο περιβάλλον το οποίο κινείται, αλλά και την ίδια του την υγεία.

Έτσι σήμερα η καλλιέργεια της γης γίνεται με σύγχρονα μέσα, με τη βοήθεια της επιστήμης και τη χρήση διαφόρων μέσων. Μερικά απ' αυτά είναι η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, η μονοκαλλιέργεια, η υπερβολική άντληση των υπόγειων υδάτων, η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων κ.α.. Οι συνέπειες της επέμβασης του ανθρώπου στη γη ήταν πολύ λιγότερες τα προηγούμενα χρόνια, σήμερα όμως τις ζούμε καθημερινά και όλο σε μεγαλύτερο βαθμό. Μεγάλο είναι το μερίδιο σ' αυτές τις συνέπειες της χρήσης των φυτοφαρμάκων στη σύγχρονη γεωργία. Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται, το νερό μολύνεται, το έδαφος καταστρέφεται, η χλωρίδα και η πανίδα εξαφανίζονται. Αλλά και η ίδια μας η υγεία κινδυνεύει. Τα τρόφιμα που παράγει τώρα η γη δεν είναι τόσο υγιεινά, αφού οι βλαβερές ουσίες που περιέχουν τα φυτοφάρμακα εισχωρούν σ' αυτά και σιγά σιγά βλάπτουν τον οργανισμό του ανθρώπου.

Στόχος είναι μέσα από αυτή την πτυχιακή εργασία να μελετήσουμε τις κατηγορίες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στις οποίες διακρίνονται, όπως επίσης και τις επιπτώσεις που επιφέρουν τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται και ανάλογα με τα υλικά προέλευσης τους. Δημιουργήθηκαν με σκοπό να εξοντώσουν εχθρούς που προσέβαλαν την καλλιέργεια, να προστατεύσουν την καλλιέργεια και την παραγωγή της και να αυξήσουν την ποιότητα και το μέγεθος της παραγωγής με αποτέλεσμα την

απόκτηση μεγαλύτερου κέρδους.

Όσο προχωρούσαν οι επιστήμες και φυτοπροστατευτικά προϊόντα που δημιουργούσε και χρησιμοποιούσε εμπειρικά ο άνθρωπος εξελίσσονταν, με αποτέλεσμα την καλύτερη προστασία της καλλιέργειας, αλλά παράλληλα αυξάνονταν και οι επιπτώσεις από τη χρήση των προϊόντων αυτών.

Μετά από αρκετά χρόνια άρχισαν να φαίνονται οι επιπτώσεις της χρήσης φυτοπροστατευτικών που ενώ αρχικά σαν σκοπό είχε να βοηθήσει τον καλλιεργητή, στην πορεία αφού είχε προηγηθεί η κατάχρηση αυτών, σταθιακά άρχισαν να φαίνονται τα πρώτα συμπτώματα της καταστροφής που θα ακολουθούσε. Το περιβάλλον, αποτελεί τον πρώτο πρεσβευτή της καταστροφής καθώς έχουν παρουσιαστεί έντονα τα συμπτώματα των μολύνσεων από πρόκληση τοξικότητων, με αποτέλεσμα την καταστροφή φυσικών βιοτόπων, την εξαφάνιση φυτικών ειδών μοναδικών και σπάνιων που ζούσαν σε συγκεκριμένα γεωγραφικά πλάτη. Ακόμα τον κίνδυνο εξαφάνισης ζωικών ειδών επίσης σπάνιων και προστευόμενων.

Τέλος από την καταστροφή αυτή, ο άνθρωπος όπως είναι φυσικό, δεν μένει ανεπηρέαστος με όλες αυτές τις αλλαγές γύρω τους. Σιγά σιγά κλωνίζεται και η δική του υγεία από την υπερβολική χρήση φυτοπροστατευτικών και την καθημερινή επαφή του με αυτά ενώ ακόμα και τα παιδιά του που παίζουν κοντά στα φυτικά είδη που δέχτηκαν φυτοπροστατευτικές τεχνικές κινδυνεύουν από μια πιθανή δηλητηρίαση μέχρι και πολύ μεγάλες αρρώστιες.

Συνοπτικά αυτά είναι τα θέματα που θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε σε αυτή την πτυχιακή εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι οι δραστικές ουσίες και τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν μια ή περισσότερες δραστικές ουσίες με την μορφή με την οποία προσφέρονται στο χρήστη και προορίζονται:

I. να προστατέψουν τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα από κάθε είδους επιβλαβείς οργανισμούς ή να προλαμβάνουν τη δράση τους,

II. να επηρεάσουν τις βιολογικές διεργασίες των φυτών (π.χ. ρυθμιστές αύξησης), εκτός εάν πρόκειται για θρεπτικές ουσίες,

III. να διατηρούν τα φυτικά προϊόντα, εκτός αν πρόκειται για ουσίες ή προϊόντα που υπόκεινται σε ειδικές διατάξεις σχετικά με τα συντηρητικά,

IV. να καταστρέφουν τα ανεπιθύμητα φυτά,

V. να καταστρέφουν μέρη των φυτών, να επιβραδύνουν ή να εμποδίζουν την ανεπιθύμητη ανάπτυξη φυτών.

Η παγκόσμια βιομηχανία παράγει σήμερα περί τα 10.000 φυτοπροστατευτικά προϊόντα που προέρχονται από το συνδυασμό 1.100 ενεργών χημικών συστατικών. Στη χώρα μας κυκλοφορούν 1350 εμπορικά σκευάσματα.

Κρίνεται απαραίτητο για την πληρέστερη κατανόηση του θέματος, η συνοπτική παράθεση των αγροχημικών κατά κατηγορία, καθώς και οι ιδιότητες και ο τρόπος δράσης τους.



Εικόνα 1: Δείγματα συσκευασιών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.
(http://www.kleftakis.gr/images/fytofarmako_magazi3.jpg)

1.1 Εντομοκτόνα

1.1.1 Ανόργανα εντομοκτόνα

Τα εντομοκτόνα της κατηγορίας αυτής μαζί με τα ορυκτέλαια και λίγα εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης (πυρεθρίνες, νικοτίνη, ροτενόνη, γυαία, sabadilla), αποτελούσαν τα κύρια μέσα χημικής καταπολέμησης των εντόμων μέχρι και τον Β παγκόσμιο πόλεμο. Μετά τον πόλεμο αυτό, η χρήση τους μειώθηκε σταδιακά έτσι ώστε σήμερα δεν χρησιμοποιούνται στις περισσότερες χώρες και στις υπόλοιπες χρησιμοποιούνται λίγο, εναντίον λίγων ειδών εντόμων. Τα ανόργανα εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται ακόμα σε δηλητηριασμένα δολώματα εναντίον κάποιων τρωκτικών, επιβλαβών πουλιών και άλλων ζώων.

Στην κατηγορία αυτή των εντομοκτόνων ανήκαν:

Ενώσεις του αρσενικού. Πρόκειται για εντομοκτόνα πεπτικού συστήματος. Είναι αποτελεσματικά εναντίον μασητικών εντόμων καθώς και εναντίον ορισμένων ειδών που ξύνουν και μυζούν επιφανειακά τους φυτικούς ιστούς. Από άποψη μηχανισμού εντομοτοξικής ενέργειας, θεωρείται ότι επιδρούν σε διάφορα ένζυμα του πεπτικού κυρίως συστήματος.

Ενώσεις του φθορίου. Είναι εντομοκτόνα πεπτικού συστήματος, με μικρότερη υπολειμματική διάρκεια και μεγαλύτερη φυτοτοξικότητα από τις ενώσεις του αρσενικού, χρησιμοποιούμενα (για τους λόγους αυτούς) κυρίως σε δολώματα εναντίον τρωκτικών και εντόμων. Η εντομοτοξική τους ενέργεια συνίσταται αφενός σε σοβαρές αλλοιώσεις του πρωτοπλάσματος και του πυρήνα των κυττάρων και αφετέρου στην κατακρήμνιση του ασβεστίου των κυτταρικών μεμβρανών καθώς και στην επίδραση τους στις εστεράσες και τις φωσφατάσες. Πρόκειται για αθροιστικά δηλητήρια και για το λόγο αυτό η χρήση τους στη γεωργία έχει απαγορευθεί σε πολλές χώρες.

Άλλες ανόργανες ενώσεις

Βόρακας (τετραβορικό νάτριο) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) Χαρακτηρίζεται από αργή δράση και μικρή εντομοτοξικότητα. Για να επέλθει ο θάνατος σε κατσαρίδες, απαιτούνται 4-7 ημέρες. (Για το λόγο αυτό, συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες εντομοτοξικές ουσίες). Εν τούτοις, χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται έστω περιορισμένα ως σκόνη ή ως δόλωμα εναντίον κατσαριδών. Συνιστάται και εναντίον της ψείρας της κεφαλής του ανθρώπου, ύστερα από προηγούμενη διάλυση του σε σαπουνάδα.

Βορικό οξύ. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες ουσίες για επάλειψη πληγών αγροτικών ζώων αλλά και μόνο του ως διάλυμα ή μαζί με αδρανείς σκόνες (σκόνη επίπασης) εναντίον μυρμηγκιών και κατσαριδών.

Είναι σχετικά ακίνδυνο για τον άνθρωπο.

Φωσφορούχος ψευδάργυρος (Zn_3P_2). Πρόκειται για τρωκτικοκτόνο και εντομοκτόνο πεπτικού συστήματος. Χρησιμοποιήθηκε σε δολώματα εναντίον του κρεμμυδοφάγου *Gryllotalpa gryllotalpa* και σε αντιπρονυμφικά σπέρτα που παράγουν φωσφίνη με την υγρασία του κορμού του δένδρου. Σε υγρό περιβάλλον χάνει την τοξικότητα του σε διάστημα 8-10 ημερών για τον ίδιο λόγο(παράγει φωσφίνη). Είναι επικίνδυνο για τον άνθρωπο.

Υδροξειδίο του ασβεστίου (σβησμένος ασβέστης, $Ca(OH)_2$). Με σκονίσματα, θανατώνει ορισμένα έντομα από αφυδάτωση την οποία προκαλεί. Ασπρίζοντας τους κορμούς δένδρων με διάλυμα ασβέστη σε νερό, προστατεύει από ηλιακά εγκαύματα τα οποία διευκολύνουν την εγκατάσταση φλοιοφάγων εντόμων.

1.1.2 Ορυκτέλαια

Πρόκειται για εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα επαφής. Διαποτίζουν το δερμάτιο του εντόμου και μπορούν να αλλοιώσουν το λιπιδικό επιδερμάτιο, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η απώλεια νερού από αυτό. Ο διαποτισμός του δερματίου αλλοιώνει και τη δυνατότητα κίνησης και μετακίνησης των μικρών εντόμων. Τα ορυκτέλαια μπορούν να μπουν στα αναπνευστικά τμήματα του εντόμου ή να τα σκεπάσουν και να προκαλέσουν ασφυξία.

Είναι γνωστά διεθνώς ως τα «έλαια ψεκασμών». Πρόκειται για κλάσματα πετρελαίου τα οποία ποικίλουν ως προς την περιεκτικότητα τους σε κορεσμένους υδρογονάνθρακες. Τα περισσότερα ανήκουν στα ελαφρά λιπαντικά έλαια. Οι ιδιότητες που καθορίζουν την καταλληλότητα ενός ορυκτελαίου για μια συγκεκριμένη δενδροκομική χρήση είναι, η περιεκτικότητα του σε κορεσμένους υδρογονάνθρακες, η πτητικότητα, το ιξώδες και η παραφινικότητα του. Κάθε μια από τις ιδιότητες αυτές, έχει σχέση με την εντομοτοξικότητα ή και με τη φυτοτοξικότητα του ορυκτελαίου. Έτσι όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του ελαίου σε κορεσμένους υδρογονάνθρακες, τόσο μικρότεροι είναι οι κίνδυνοι φυτοτοξικότητας και κυρίως σε φυτά που βρίσκονται σε στάδιο βλάστησης. Όσο αυξάνεται η πτητικότητα του ελαίου, μειώνεται η υπολειμματική δράση. Το ιξώδες σχετίζεται με τη διεισδυτικότητα του ελαίου σε φυτικούς ιστούς, στο σώμα των εντόμων αλλά και μεταξύ του σώματος του εντόμου και του φυτού. Η παραφινικότητα τέλος του ορυκτελαίου, σχετίζεται με την περιεκτικότητα του σε παραφινικούς υδρογονάνθρακες, η δε παραφινικότητα σχετίζεται σε κάποιο βαθμό με την τοξικότητα του σκευάσματος για ορισμένα είδη εντόμων ή ακάρεων.

Στην κατηγορία αυτή εντομοκτόνων ανήκουν οι θερινοί και χειμερινοί πολτοί ορυκτελαίων, με βάση την εποχή του έτους που χρησιμοποιούνται και την βλαστική κατάσταση του δένδρου.

Τα θερινά ορυκτέλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε αειθαλή ή φυλλοβόλα δένδρα και θάμνους. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα κατά την περίοδο της βλάστησης. Το χειμώνα

χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σε δένδρα αειθαλή και σε ορισμένες ποικιλίες ροδακινιάς ευαίσθητες στα χειμερινά ορυκτέλαια. Γενικά, είναι λιγότερο φυτοτοξικά από τα χειμερινά ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Τα χειμερινά ορυκτέλαια επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο σε φυλλοβόλα δένδρα και θάμνους και μόνο όταν τα φυτά δεν έχουν φύλλα (τέλος φθινοπώρου, χειμώνα, αρχές άνοιξης) και κυρίως όταν βρίσκονται σε χειμερινό λήθαργο. Σαν σκοπό έχουν τη θανάτωση αυγών αφίδων και ακάρεων καθώς και εντόμων και ακάρεων (ανήλικων) που διαχειμάζουν πάνω στο δένδρο. Το ποσοστό θανάτωσης προνυμφών Λεπιδόπτερων που βρίσκονται μέσα σε βομβύκιο διαχειμάνσεως, ποικίλει με τον τύπο και την πυκνότητα του βομβυκίου, την ευπάθεια του εντόμου στο έλαιο και την ποσότητα του ψεκαστικού υγρού και του ελαίου που θα έλθει σε επαφή με το βομβύκιο (Τζανακάκης 1980).

1.1.3 Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες

Πρόκειται για εντομοκτόνα επαφής με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Η δράση τους είναι νευροτοξική. Το DDT και η ομάδα του δρουν στους νευράξονες διαταράσσοντας την κατά μήκος τους κανονική μετάδοση της νευρικής ώσης, σε έντομα και θηλαστικά. Δρώντας στη δίοδο νατρίου, προκαλούν απώλεια ιόντων Na με συνέπεια μεγάλη νευρική διέγερση, συχνές ώσεις, σπασμούς και θάνατο. Τα κυκλοδιένια (aldrin, dieldrin, chlordane, heptachlor, endrin) και τα πολυχλωροτερπένια (toxaphene, strobane) έχουν και αυτά ως τελικό αποτέλεσμα επανειλημμένες και συχνές νευρικές ώσεις που καταλήγουν στο θάνατο του εντόμου. Δρουν στον παρεμποδιστικό μηχανισμό του νευρικού συστήματος που είναι γνωστός ως δέκτης του γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) και που αυξάνει την περατότητα των μεμβρανών των νευρώνων, σε ιόντα χλωρίου. Τα κυκλοδιένια εμποδίζουν την είσοδο ιόντων χλωρίου στους νευρώνες και έτσι ανταγωνίζονται την ηρεμιστική δράση του GABA.

Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες έχουν μεγάλη λιποδιαλυτότητα, πολύ μικρή υδατοδιαλυτότητα, μεγάλη χημική σταθερότητα και οι περισσότεροι έχουν μικρή πτητικότητα. Τα περισσότερα μέλη της ομάδας αυτής είναι αθροιστικά, δηλαδή εναποτίθενται και συσσωρεύονται στο λιπώδη ιστό των εντόμων και άλλων ζώων, στο συκώτι των ανώτερων σπονδυλωτών και σε ορισμένα άλλα όργανα, όπου παραμένουν σχεδόν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα (βιοσυσσώρευση). Έτσι, μικρές αβλαβείς δόσεις όταν ληφθούν πολλές φορές, δημιουργούν βλαβερές συγκεντρώσεις στους ιστούς όπου συσσωρεύονται. Η αθροιστική αυτή ιδιότητα τους, η χημική σταθερότητα τους και οι κίνδυνοι που δημιουργούνται για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, οδήγησαν στον περιορισμό ή την απαγόρευση της χρήσης τους σε πολλές χώρες.

Έχει αποδειχθεί ότι τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα χαρακτηρίζονται από μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Έτσι, διατηρούνται στο νερό ή στο έδαφος για πολλά χρόνια και οι συγκεντρώσεις τους από τρισεκατομμύρια στο υδάτινο περιβάλλον, είναι δυνατόν να «βιομεγυνθούν» 10^5 - 10^7 φορές στους ιστούς ασπόνδυλων, ψαριών, πουλιών και θηλαστικών

και να φτάσουν σε εκατομμυριοστά σε ζωντανά ζώα. Η λειτουργία αυτή λέγεται βιολογική μεγέθυνση ή βιομεγέθυνση και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση των επιπτώσεων της ρύπανσης σε ένα οικοσύστημα. Τα πολύ τοξικά, σταθερά και λιποδιαλυτά οργανικά χλωριωμένα εντομοκτόνα και τα επίσης τοξικά προϊόντα της αποικοδόμησης τους, μετακινούνται κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων (βιομεταφορά), με συνέπεια τη βιομεγέθυνση της συγκέντρωσής τους σε έμβια όντα και κυρίως σε ανώτερα ζώα.

Ακόμα και μικρές ποσότητες υπολειμμάτων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων είναι δυνατόν να περάσουν από τις ζωοτροφές στο λίπος του σώματος του ζώου που τις καταναλώνει, σε ποσοστό μέχρι και 90%. Η τελική κατάταξη τους στον τελικό κρίκο της τροφικής αλυσίδας δηλαδή το ανθρώπινο σώμα είναι πιθανή και μέσω του μητρικού γάλακτος είναι δυνατή η μεταφορά τους στα νεογνά τα οποία είναι και περισσότερο ευαίσθητα. Κατά παγκόσμιο μέσο όρο, 6 ppm DDT ανιχνεύονται στο μητρικό γάλα, συγκέντρωση που υπερβαίνει κατά 10 φορές το μέσο όρο στην πρώην Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας και είναι ακόμα 6 φορές πιο πάνω από την κατώτερη ανεκτή ποσότητα στο λίπος του γάλακτος της αγελάδας. Σε μερικές αναπτυσσόμενες χώρες οι ποσότητες που ανιχνεύονται υπερβαίνουν κατά 50 φορές τις μέσες επιτρεπόμενες τιμές στην πρώην Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας. (Pan 1988)

Σε ένα από τα πολλά παραδείγματα που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, σε μια θαλάσσια περιοχή, το DDT βρισκόταν σε συγκεντρώσεις του 1ppb. Στο *Laminaria*, (είδος φύκος) που αναπτύσσονταν στη θαλάσσια αυτή περιοχή, η συγκέντρωση του DDT ήταν 0.001 ppm= 1ppb, δηλαδή όση και του περιβάλλοντος, αλλά η συγκέντρωση στο συκώτι ενός ψαριού της ίδιας θαλάσσιας περιοχής, ήταν 1500 φορές μεγαλύτερη (πίνακας 1).

Πίνακας 1: Βιομεγέθυνση DDT σε διαφορετικά τροφικά επίπεδα (Κωτσοβίνος 1985)

Είδος	Τροφικό επίπεδο	DDT (ppm)
<i>Laminaria</i> (φύκος)	1	0.001
Αχινός (χορτοφάγος)	2	0.027
Αστακός	3	0.024
Συκώτι ενός είδους ψαριού	4	1.560

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα: Aldrin, Chlordane, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, HCH, Heptachlor, Isoberzan, Lindane, Methoxychlor, Mirex, Toxaphene. Λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων τους, έχει απαγορευτεί η χρήση τους στη χώρα μας.

1.1.4 Οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα

Πρόκειται για εντομοκτόνα επαφής. Εισέρχονται στο σώμα του εντόμου όταν η επιφάνεια του έλθει σε επαφή με αυτά. Σε περίπτωση κατάποσης, εισέρχονται και από το τοίχωμα του πεπτικού σωλήνα. Ορισμένα μέλη της ομάδας αυτής εντομοκτόνων, έχουν διασυστηματική δράση. Η υπολειμματική

τους διάρκεια κυμαίνεται από μικρή έως σχετικά μεγάλη. Από πλευράς μορίου, τα περισσότερα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα είναι φωσφορικοί, φωσφοροθειοικοί, φωσφοροθειονικοί και φωσφοροθειολικοί εστέρες. Ο κύριος τρόπος της τοξικής δράσης τους στα έντομα και άλλα ζώα, είναι η παρεμπόδιση (μπλοκάρισμα) του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράση (δια του φωσφόρου τους), το οποίο είναι απαραίτητο για τη σωστή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Αποτέλεσμα της παρεμπόδισης αυτής, είναι η περίσσεια ακετυλοχολίνης, γεγονός που προκαλεί πληθώρα νευρομεταδόσεων στους νευρώνες του κεντρικού νευρικού συστήματος, με συνέπεια υπερδιέγερση, τρόμο, σπασμούς, παράλυση και θάνατο.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν μερικά από τα τοξικότερα για τα έντομα, τα θερμόαιμα και τον άνθρωπο εντομοκτόνα, όπως και μερικά από τα λιγότερο τοξικά και επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Λόγω της υψηλής τους τοξικότητας, τα περισσότερα έχουν αποσυρθεί. Μερικά από αυτά που κυκλοφορούν ακόμα στη χώρα μας είναι το Chlorpyrifos και το Dimethoate.

1.1.5 Καρβαμιδικά εντομοκτόνα

Είναι εστέρες ή οξίμες του καρβαμιδικού οξέος. Εισέρχονται στο σώμα του εντόμου όπως και τα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα. Ο τρόπος της τοξικής τους δράσης είναι κυρίως χολινεργικός, παρεμποδίζουν δηλαδή τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης κατά τρόπο ανάλογο εκείνου των

οργανοφωσφορούχων εντομοκτόνων η οποία δεν γίνεται με δέσμευση της με φωσφορυλίωση, δεδομένου ότι δεν πρόκειται για οργανοφωσφορούχες ενώσεις. Η ικανότητα τους να παρεμποδίζουν τη δράση της ακετυλοχολινεστεράσης σχετίζεται αφενός με τη συγγένεια της δομής του μορίου τους με την ακετυλοχολίνη και αφετέρου με την ασθενή υδρόλυση τους παρουσία υδροξυλιωμάτων (OH-).

Τα περισσότερα είναι εντομοκτόνα επαφής και κάποια έχουν διασυστηματική δράση. Η οξεία (από στόματος) τοξικότητα τους για τα θερμόαιμα ποικίλλει από πολύ μεγάλη, σε μέτρια. Τα περισσότερα ευτυχώς, δεν μπαίνουν εύκολα από το δέρμα των θηλαστικών. Δεν είναι όμως σπάνιες οι περιπτώσεις δηλητηρίασης αγροτών κατά τη χρησιμοποίηση επικίνδυνων μελών της ομάδας των καρβαμιδικών. Ορισμένα είναι ισχυρά μελισσοτοξικά.

Λόγω της υψηλής τους τοξικότητας, τα περισσότερα έχουν αποσυρθεί. Μερικά από αυτά που κυκλοφορούν ακόμα στη χώρα μας είναι το pyrimicarb και το methiocarb.

1.1.6 Ασφυκτικά εντομοκτόνα

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται ουσίες που δεν ανήκουν σε μια συγκεκριμένη χημική ομάδα, αλλά έχουν ορισμένες κοινές ιδιότητες. Εισέρχονται στο σώμα των εντόμων από το αναπνευστικό τους σύστημα ως αέρια ή ατμοί. Σκοτώνουν τα έντομα παρεμποδίζοντας ή τα οξειδωτικά ένζυμα ή την αφομοίωση του οξυγόνου από τους ιστούς. Χρησιμοποιούνται σε

κλειστούς χώρους ή σε χώρους που μπορούν να σκεπαστούν ώστε να

συγκρατήσουν το αέριο, ή το έδαφος. Τα περισσότερα είναι φυτοτοξικά. Με τα ασφυκτικά εντομοκτόνα επιδιώκεται η απεντόμωση του προϊόντος ή του χώρου, δηλαδή θανάτωση κάθε σταδίου των εντόμων στο συγκεκριμένο χώρο. Αυτό συνεπάγεται συνήθως και θανάτωση και κάθε άλλου αρθρόποδου και σπονδυλωτού ζώου (τρωκτικού κ.α.) που ευρίσκεται στο χώρο. Τα περισσότερα μέλη της ομάδας αυτής εντομοκτόνων, δημιουργούν σοβαρούς κίνδυνους κατά την εφαρμογή τους και για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμόζονται από πλήρως εξειδικευμένα συνεργεία. Ανάμεσα στα πιο συνηθισμένα ασφυκτικά εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνταν για αποθηκευμένα προϊόντα ή στο έδαφος για την καταπολέμηση εντόμων ή και νηματωδών: Βρωμεθάνιο (βρωμιούχο μεθύλιο), 1,2-διχλωροαιθάνιο (διχλωριούχο αιθυλένιο, EDC), οξείδιο του αιθυλενίου, υδροκυανικό οξύ (HCN), φωσφίνη (PH₃), 1,2-διβρωμοαιθάνιο (διβρωμιούχο αιθυλένιο, EDB), 1,2-διβρωμο-3-χλωροπροπάνιο (Nemagon, DBCP), διθειούχος άνθρακας (διθειάνθρακας, CS₂), 1,3-διχλωροπροπυλένιο (D-D, Dowfume), τετραχλωριούχος άνθρακας. Από αυτά, στη χώρα μας κυκλοφορεί πλέον μόνο η φωσφίνη.

1.1.7 Εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης

Υπολογίζεται ότι περισσότερα από 2000 φυτικά είδη εμφανίζουν εντομοκτόνες ιδιότητες λόγω των τοξικών ουσιών που περιέχουν. Τα είδη αυτά ανήκουν σε 170 διαφορετικές οικογένειες από τις οποίες μόνο έξι χρησιμοποιήθηκαν ή χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή εντομοκτόνων (πίνακας 2).

Πίνακας 2: Κυριότερες οικογένειες φυτών και παραγόμενα εντομοκτόνα (Ορφανίδης 1969)

Οικογένεια φυτών	Παραγόμενα προϊόντα
<i>Solanaceae</i>	Νικοτίνη- νορνικοτίνη
<i>Compositae</i>	Πυρεθρίνες
<i>Leguminosae</i>	Ροτενόνη, διάφορα ροτενοειδή
<i>Liliaceae</i>	Βερατρίνη και συγγενή αλκαλοειδή
<i>Chenopodiaceae-Solanaceae</i>	Αναβασίνη και νεονικοτίνη
<i>Simarubaceae</i>	Quassia

Τα σκευάσματα αυτά, παρά το ότι έχει περιορισθεί η χρήση τους λόγω της μεγάλης διάδοσης των συνθετικών εντομοκτόνων, εξακολουθούν να θεωρούνται ως ιδιαίτερα χρήσιμα λόγω της μικρής τοξικότητάς τους στα θερμόαιμα και της έλλειψης υπολειμμάτων στα τρόφιμα και στο περιβάλλον γενικότερα.

Τα σπουδαιότερα μέλη της ομάδας αυτής αναλύονται στη συνέχεια. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα εντομοκτόνα αυτά, δεδομένου ότι η χρήση ορισμένων εξ' αυτών έχει επανέλθει στα πλαίσια της άσκησης βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και συνιστώνται από τον σχετικό

Καν. (ΕΟΚ) 2092/91:

Πυρεθροειδή

Στην ομάδα αυτή ανήκουν τα φυτικά πυρεθροειδή (πυρεθρίνες) και τα συνθετικά πυρεθροειδή.

Πυρεθρίνες

Από τις αρχές του προπερασμένου αιώνα ήταν γνωστό ότι τα ξερά άνθη ορισμένων Compositae του γένους *Chrysanthemum* γνωστού και ως *Pyrethrum* είχαν εντομοκτόνες ιδιότητες. Το κυριότερο από τα είδη του γένους αυτού, το *C.cinerariaefolium*, χρησιμοποιείται πάνω από 100 χρόνια για την παραγωγή «πυρέθρου», του οποίου η χρησιμοποίηση ως εντομοκτόνου ήταν γνωστή στους νομάδες του Καυκάσου από το 1800. η πρώτη βιομηχανική παραγωγή του στην Ευρώπη, άρχισε από το 1828. οι ξερές ανθοταξίες του φυτού περιέχουν 0,7-3% και κατά μέσο όρο 1,2% πυρεθρίνες, που είναι μίγμα 4 ή 6 εντομοκτόνων ουσιών. Παλαιότερα κυκλοφορούσαν στο εμπόριο αλεσμένα ξερά άνθη του φυτού, γνωστά ως «σκόνη πυρέθρου» ή «δαλματική εντομοκτόνος σκόνη». Σήμερα κυκλοφορεί στο χονδρεμπόριο ως τεχνικώς καθαρό προϊόν, πυκνό εκχύλισμα των ανθέων του πυρέθρου σε κατάλληλο οργανικό διαλύτη που περιέχει συνήθως 25% πυρεθρίνες.

Οι πυρεθρίνες ή φυσικά πυρεθροειδή είναι εστέρες των αλκοολών πυρεθρολόνης και κινερολόνης, με τα οξέα χρυσανθεμικό και πυρεθρικό. Είναι ουσίες νευροτοξικές με μεγάλη εντομοτοξικότητα, μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα και μεγάλη χημική αστάθεια στον αέρα και στο φως. Μέσα στον

οργανισμό αποικοδομούνται κυρίως οξειδωτικά, προς μη τοξικές ουσίες. Οι ιδιότητες τους αυτές κάνουν τις πυρεθρίνες κατάλληλες για χρήσεις όπου άλλα μεγαλύτερης διάρκειας εντομοκτόνα δεν είναι κατάλληλα και όπου επιθυμούμε γρήγορη κατάρριψη εντόμων.

Συνθετικά πυρεθροειδή

Η δράση τους είναι επίσης νευροτοξική. Τα συνθετικά πυρεθροειδή σε αντίθεση με τους πλείστους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες αποικοδομούνται μέσα στο σώμα των ζώων προς μη τοξικά προϊόντα. Ακόμα και στο έδαφος αποικοδομούνται μέσα σε λίγες εβδομάδες από μικροοργανισμούς και πιστεύεται ότι η τυχόν δυσμενής επίδραση τους στην εδαφική μικροχλωρίδα, δεν είναι αξιόλογη. Διακρίνονται σε ασταθή και σταθερά συνθετικά πυρεθροειδή.

Τα ασταθή (allethrin, bioallethrin, bioresmethrin, cismethin, kadethrin, phenothrin, prothrin, resmethrin, tetramethrin) μοιάζουν πολύ με τις φυσικές πυρεθρίνες ως προς τις ιδιότητες τους. Χρησιμοποιούνται σε κατοικημένους ή κλειστούς χώρους.

Τα σταθερά συνθετικά πυρεθροειδή (cypermethrin, deltamethrin),

έχουν σαφώς μεγαλύτερη χημική σταθερότητα και υπολειμματική διάρκεια από τα ασταθή και τις φυσικές πυρεθρίνες. Δεν αποικοδομούνται γρήγορα φωτοχημικά και έχουν μέτρια ως μεγάλη διάρκεια σε αδρανείς επιφάνειες και όξινο περιβάλλον, ώστε είναι αποτελεσματικά και σε εφαρμογές υπαίθρου.

Χαρακτηρίζονται από ευρύ φάσμα εντομοτοξικότητας, μέτρια ως μεγάλη υπολειμματική διάρκεια, μικρή πτητικότητα και μεγάλη λιποδιαλυτότητα. Δεν είναι αθροιστικά και με τοξική επίδραση για τα θερμόαιμα μικρότερη σε σχέση με τους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες. Είναι ακατάλληλα ως εντομοκτόνα εδάφους, λόγω της αστάθειας τους. Τα πυρεθροειδή γενικά, είναι τοξικά για τα ψάρια.

Ροτενόνη (C₂₃H₂₂O₆) και ροτενοειδή

Θεωρείται ότι είναι ένα αξιόλογο εντομοκτόνο, δρώντας κυρίως ως εντομοκτόνο στομάχου και λιγότερο επαφής. Η πρώτη χρησιμοποίηση ροτενοειδών ως εντομοκτόνων φυτοφάγων εντόμων, αναφέρεται από το 1848. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι φυτά περιέχοντα ροτενοειδή, χρησιμοποιούνται προ αιώνων ως δηλητήρια ψαριών. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αποφεύγεται η ρίψη των κενών δοχείων συσκευασίας ροτενόνης σε υδάτινες επιφάνειες (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) λόγω της ισχυρότατης τοξικότητας της στα ψάρια.

Ροτενόνη και συγγενή της ροτενοειδή βρέθηκαν σε 21 φυτικά είδη του γένους *Tephrosia*, 12 γένη *Derris*, 12 του γένους *Lonchocarpus*, 10 του γένους *Mellettia* και 2 του γένους *Mundulea* (όλα τα ψυχανθή).

Η ροτενόνη είναι αποτελεσματική σε μεγάλο φάσμα εντόμων. Υπάρχουν έτοιμα παρασκευάσματα του εμπορίου για χρήση στις βιοκαλλιέργειες, με συνδυασμό ροτενόνης και πυρεθρίνης. Πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και ποτέ προληπτικά. Δεν είναι τοξική για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα.

Παρασκευάσματα από το φυτό *Quassia amara* L.

Πρόκειται για εκχυλίσματα (με το όνομα Κάσσια) ξύλου του παραπάνω δενδρώδους φυτού. Η πρώτη αναφερόμενη χρησιμοποίηση εκχυλίσματος φυτού *Quassia* εφαρμόστηκε το 1884 για την καταπολέμηση της αφίδας *Phorodon humuli*. Σε άλλα έντομα πλην αφίδων και του *Hoplocampa Spp.* Δεν εμφανίζει τοξικότητα. Παρά το ότι δεν έχει καθοριστεί επακριβώς η χημική σύνθεση των ενεργών παραγόντων του σκευάσματος, πιστεύεται ότι κυριότεροι παράγοντες είναι η πικρασμίνη, η κουασίνη και η νεοκουασίνη. Πρόκειται για σκεύασμα ακίνδυνο για τον άνθρωπο.

Αζαδιραχτίνη ή Νημ (Neem)

Προέρχεται από το φυτό *Azadirachta indica*. Είναι εντομοκτόνο και εντομοαπωθητικό. Επιτρέπεται να χρησιμοποιείται μόνο σε μητρικά φυτά για την παραγωγή σπόρων και σε γονικά φυτά για την παραγωγή άλλων φυτικών αναπαραγωγικών υλικών, καθώς και για καλλωπιστικά φυτά. Πλέον δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Νικοτίνη (C₁₀H₁₄N₂)

Μεταξύ των σπουδαιότερων αλκαλοειδών που χρησιμοποιήθηκαν στην καταπολέμηση επιβλαβών ειδών εντόμων ήταν η νικοτίνη και το συγγενές της συνθετικό αλκαλοειδές νορνικοτίνη. Η εντομοτοξική ενέργεια εκχυλισμάτων φύλλων καπνού, αναφέρεται από το 1746. η εντομοτοξική τους δράση αποδόθηκε στο αλκαλοειδές 1-νικοτίνη που περιέχεται στα φύλλα του καπνού αλλά και στα αλκαλοειδή νορνικοτίνη και αναβασίνη.

Η δράση της νικοτίνης στα έντομα, αφορά κυρίως την επίδραση της στα γάγγλια του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Καταπολεμούνται κυρίως τα χαρακτηριζόμενα ως «μαλακά έντομα» δηλαδή αφίδες, θρίπες, προνύμφες Λεπιδοπτέρων κ.α. Είναι όμως επικίνδυνη για τον άνθρωπο. Η χρήση εκχυλισμάτων φύλλων καπνού, επιτρέπεται μόνο κατά αφίδων σε υποτροπικά οπωροφόρα (πορτοκαλιές, λεμονιές) και σε τροπικές καλλιέργειες (μπανάνες) και μόνο στην αρχή της βλαστικής περιόδου.

Φυτικά έλαια

Έχει διαπιστωθεί από παλιά η ισχυρή εντομοτοξική ενέργεια των λιπαρών οξέων, απλά ή μικτά γλυκερίδια, των οποίων οι τριστέρες της γλυκερίνης συνιστούν ως γνωστόν τα πάσης φύσεως φυτικής (ή και ζωικής) προέλευσης λίπη και έλαια. Η διαπίστωση αυτής της εντομοκτόνου δράσεως των λιπαρών οξέων, είχε ως αποτέλεσμα την χρησιμοποίηση σε ευρεία κλίμακα στην Αφρική, Κίνα και Ευρώπη φυτικών (ή ζωικών) λιπαρών ουσιών υπό μορφή σαπώνων για την καταπολέμηση αυγών ακάρεων, αφίδων, Θυσανόπτρων και Ημίπτρων.

Τα περισσότερα διαδεδομένα στην πράξη φυτικά έλαια μεταξύ των σπορελαίων, είναι το βαμβακέλαιο, το αραχιδέλαιο, το λινέλαιο, το πυρηνέλαιο, το έλαιο Colza (του σταυρανθούς *Brassica campestris*), το αραβοσιτέλαιο, το σισαμέλαιο και το διπλής απόσταξης λάδι κοκκοφοίνικα.

Ως περισσότερο εντομοτοξικά από τα λιπαρά οξέα θεωρείται το καπρικό οξύ (C₉H₁₉COOH) και το λαουρικό οξύ (C₁₁H₂₃COOH) και γενικά τα περιέχοντα 10-12 άτομα C στο μόριο τους. Η εντομοτοξικότητα των κορεσμένων λιπαρών οξέων στις αφίδες, αυξάνει με την αύξηση του Μοριακού Βάρους και του αριθμού των ατόμων C που περιέχονται στο μόριο τους, που όμως τα καθιστά παράλληλα φυτοτοξικά. Από τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, την ισχυρότερη εντομοτοξική δράση και κυρίως στις αφίδες, εμφανίζει το ελαικό οξύ και κυρίως τα άλατα λιπαρών οξέων με Κ.

Φύκια

Τα εκχυλίσματα θαλασσίων φυκών κυρίως των Βόρειων Θαλασσών και του Ατλαντικού και συνήθως των *Ascophyllum nodosum* και *Fucus vericulosus*, πέρα από το ότι εμπλουτίζουν το διατροφικό υπόστρωμα των φυτών λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε ιχνοστοιχεία, κινητοποιούν και τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών και έμμεσα τα ενισχύουν στην

άμυνα τους εναντίον των εχθρών και των ασθενειών τους. Συνήθως οι παραγωγοί τα προμηθεύονται έτοιμα από το εμπόριο.



Εικόνα 2: Δείγματα συσκευασιών εντομοκτόνων.
(http://www.tselepis.gr/images/geor_farm_entom.jpg)

1.2 Ακαρεοκτόνα

Πολλά από τα εντομοκτόνα, κυρίως πυρεθρινοειδή και λιγότερο οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά, έχουν και ακαρεοκτόνο δράση στις δόσεις που είναι δραστικά εναντίον των εντόμων. Υπάρχουν όμως και ουσίες οι οποίες στις δόσεις που συνιστώνται θανατώνουν μόνο ή κυρίως ακάρεα και όχι έντομα ή άλλα αρθρόποδα. Οι ενώσεις αυτές είναι γνωστές ως ειδικά ακαρεοκτόνα. Από πλευράς δομής τα πλείστα είναι σουλφονικά, σουλφόνες, σουλφίδια, χλωριωμένες ενώσεις και αζωτούχες ενώσεις. Πολλά έχουν μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα και μερικά επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν σε μερικά φυτά ακόμη και λίγες μέρες πριν τη συγκομιδή.



Εικόνα 3: Σκεύασμα εκλεκτ. ακαρεοκτόνου
(http://www.alfagro.gr/uploads/images_resize/326.jpg)

1.3 Μυκητοκτόνα

Ο Ζάχος (1970) κατατάσσει τα χρησιμοποιούμενα μυκητοκτόνα ανάλογα με το σκοπό χρησιμοποίησής τους σε προστατευτικά και εξοντωτικά μυκητοκτόνα τα οποία στη συνέχεια κατατάσσει σε επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με τη χημική σύνθεση των μελών τους.

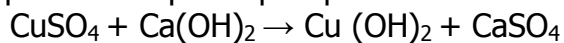


Εικόνα 4: Σκεύασμα διασυστηματικού μυκητοκτόνου (http://www.alfagro.gr/uploads/images_resize/330.jpg)

1.3.1 Προστατευτικά μυκητοκτόνα

α. Ομάδα του χαλκού

Τα ανόργανα άλατα του χαλκού αποτελούσαν τη βάση της καταπολέμησης των μυκητολογικών ασθενειών για περισσότερο από έναν αιώνα. Χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικά από τον 18^ο αιώνα. Η μυκητοκτόνος δράση του θειικού χαλκού (CuSO₄) αποδείχτηκε εργαστηριακά το 1807 από το Γάλλο Prevot. Εφαρμογή του θειικού χαλκού σε συνδυασμό με ασβέστη (συνδυασμός γνωστός ως βορδιγάλειος πολτός- Bordeaux mixture) χρησιμοποιήθηκε από το 1885 για την καταπολέμηση του περονόσπορου του αμπελιού στη Γαλλία, χρησιμοποιείται όμως και μέχρι σήμερα για την αντιμετώπιση της ίδιας ασθένειας καθώς και για την αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών κηπευτικών, ελιάς και άλλων καλλιεργειών. Ο βορδιγάλειος πολτός διατηρήθηκε στην πρώτη θέση μεταξύ των μυκητοκτόνων μέχρι τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, μετά τον οποίο άρχισαν να διατίθενται στο εμπόριο διάφορα οργανικής συνθέσεως μυκητοκτόνα. Παρά την ποικιλία των φαρμάκων αυτών, εν τούτοις, ελάχιστα συγκεντρώνουν τα πλεονεκτήματα του βορδιγάλειου πολτού. Η εξουδετέρωση του θειικού χαλκού από τον ασβέστη κατά την παρασκευή του βορδιγάλειου πολτού, λαμβάνει χώρα κατά την ακόλουθη αντίδραση:



Μερικά από τα πλεονεκτήματα του άριστου αυτού παραδοσιακού παρασκευάσματος, είναι:

- Η μεγάλη προσκολλητικότητα και εξαπλωτικότητα στη φυλλική επιφάνεια του φυτού, όπου η εφυμενίδα των φύλλων καλύπτεται από ένα κηρώδες στρώμα.
- Η μεγάλη υπολειμματική του διάρκεια.
- Η ιδιότητα του ως πολυδύναμο μυκητοκτόνο.
- Το μικρό σχετικά κόστος του.

Εμφανίζει όμως και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως:

- Η κοπιώδης παρασκευή του.
- Η φυτοτοξικότητα του σε ορισμένα φυτά (π.χ. ροδακινιά), η πρόκληση φυλλόπτωσης, κηλιδώσεων, νεκρώσεων και διατρήσεων φύλλων καθώς και η ερυθρίαση, οι δερματώσεις και οι παραμορφώσεις των καρπών.
- Η πιθανότητα πρόκλησης αναστολής της βλάστησης και μείωσης της παραγωγής.

Άλλα χαλκούχα σκευάσματα, είναι:

Ο βουργούνδιος πολτός- Burgundy mixture (μίγμα CuSO₄ και NaCO₃ σε νερό), ο οξυχλωριούχος χαλκός 3Cu(OH)₂·CuCl₂·3H₂O (βασικός χλωριούχος χαλκός), υποξειδία του χαλκού (Cu₂O), ο βασικός θειικός χαλκός CuSO₄·4Cu(OH)₂·H₂O και ο βασικός ανθρακικός χαλκός CuCO₃·Cu(OH)₂.

Η χρησιμοποίηση του Cu με τις μορφές αυτές, είναι δυνατόν να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις λόγω της συγκέντρωσης του στο έδαφος, κάτι που είναι ασυμβίβαστο με τους κανόνες σύγχρονων μορφών άσκησης της γεωργίας δηλ. με χρήση μεθόδων φιλικών προς το περιβάλλον (βιολογική γεωργία κ.α.). Πρέπει κατά συνέπεια να περιοριστούν οι όροι χρησιμοποίησης του Cu, καθορίζοντας ένα ανώτατο όριο, εκφρασμένο σε Kg Cu/ha/ έτος.

Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 473/2002 (για την τροποποίηση των παραρτημάτων I, II και VI του Κανονισμού (ΕΟΚ) 2092/1991, το ανώτατο αυτό όριο θα πρέπει να ξεκινά στα 8 kg Cu/ha και να περιορίζεται έπειτα από μια περιορισμένη μεταβατική περίοδο 4 ετών, στα 6 kg/ ha, εκτός εάν αποδειχθεί ότι για ορισμένες καλλιέργειες δεν είναι αποτελεσματικό ένα τόσο χαμηλό ανώτατο όριο.

β. Ομάδα του θείου

Το θείο (θειάφι-S₂) είναι ένα από τα παλαιότερα μυκητοκτόνα και χρησιμοποιήθηκε από το πρώτο ήμισυ του 19^{ου} αιώνα εναντίον του ιωδίου κυρίως των αμπελιών αλλά και σε άλλες καλλιέργειες. Χρησιμοποιείται υπό μορφή λεπτόκοκκης σκόνης για επιπάσεις και υπό μορφή βρέξιμης σκόνης (βρέξιμο θείο) που διαλυόμενη σε νερό, ψεκάζεται στις καλλιέργειες. Δρα υπό μορφή ατμών και είναι απαραίτητη θερμοκρασία >20° C για να είναι αποτελεσματικό. Είναι τοξικό στα κολοκυνθοειδή, σε ορισμένες ποικιλίες μηλιάς, βερικοκιάς και στην αγκινάρα. Σε θερμοκρασίες >30° C καθίσταται τοξικό σε πολλά φυτά.

Το θειάφι έχει και ακαρεοκτόνες ιδιότητες. Εισέρχεται στο σώμα του ακάρεος ως ατμός θείου από τους παρακείμενους κόκκους και καταπολεμεί φυτοφάγα αλλά και πολλά μικρόσωμα σαρκοφάγα ακάρεα. Προκειμένου για ακάρεα, απαιτείται υψηλή θερμοκρασία (>30 ° C) για να δράσει αποτελεσματικά.

Χαρακτηρίζεται και από απωθητικές ιδιότητες για ορισμένα έντομα, ιδίως για θηλυκά τα οποία ωτοκοούν και για όσα επισκέπτονται θειαφισμένα άνθη. Στη βιολογική γεωργία η χρησιμοποίηση του γίνεται σε μικρές δόσεις και σπάνια. Δόσεις 0,6% είναι υψηλές και ανήκουν στη συμβατική γεωργία. Στη βιολογική γεωργία, σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται βρέξιμο θείο, οι δόσεις κυμαίνονται από 0,1 έως το πολύ 0,3%.

Το θειάφι που προορίζεται για επιπάσεις, είναι διαφόρων τύπων, ανάλογα με τη μέθοδο παρασκευής του. Έτσι, διακρίνονται τρεις τύποι θείου:

I. Άνθος του θείου: Προκύπτει με εξάχνωση του θείου και συμπύκνωση των ατμών του. Οι κόκκοι είναι σφαιρικοί, ελαφρώς ακανθώδεις, αδιαφανείς και χρώματος αχύρου, μεγέθους 8-30μ. πρόκειται για σκόνη μεγάλης καθαρότητας και θεωρείται ως η περισσότερο αποτελεσματική.

II. Άλευρο θείου: Προκύπτει από άλεση του ορυκτού θείου. Αποτελείται από διαφανείς κρυστάλλους ανοικτού κίτρινου χρώματος και μεγέθους 4-250μ. Έχει μεγάλη προσκολλητικότητα και παρατεταμένη δράση.

III. Γάλα θείου: Προκύπτει με χημική κατακρήμνιση του θείου και αποτελείται από κόκκους κρυσταλλικής μορφής.

Στην ομάδα του θείου ανήκει και το θειασβέστιο ή πολυθειούχο ασβέστιο (CaS₅), το οποίο ήδη περιγράφηκε στην ενότητα 1.2.1.

γ. Ομάδα των διθειοκαρβαμιδικών μυκητοκτόνων

Τα διθειοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία οργανικών συνθετικών προστατευτικών μυκητοκτόνων. Έχουν σαν βάση το διθειοκαρβαμιδικό οξύ το οποίο δεν συναντάται σε ελεύθερη κατάσταση.

Στην ομάδα αυτή ανήκουν τα:

Θειουράμ δισουλφίδια

Προέρχονται από την ένωση 2 μορίων διθειοκαρβαμιδικού οξέος, με μόνο αντιπρόσωπο της κατηγορίας αυτής το Thiram.

Διθειοκαρβαμιδία

Προκύπτουν από την ένωση 3 ή 2 μορίων διθειοκαρβαμιδικού οξέος μέσω ενός μετάλλου.



Εικόνα 5: Σκεύασμα προστατευτικού μυκητοκτόνου
(http://www2.dupont.com/Crop_Protection/el_GR/assets/images/manzate_wp.jpg)

Αιθυλενο- διθειοκαρβαμιδικά

Προκύπτουν από την ένωση 2 μορίων διθειοκαρβαμιδικού οξέος, μέσω 1 ατόμου άνθρακος. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα ακόλουθα 3 μυκητοκτόνα:

1) Maneb (αιθυλενο-δισδιθειοκαρβαμιδικό μαγγάνιο)

Πρόκειται για τεφροκίτρινη σκόνη. Είναι αξιόλογο μυκητοκτόνο ευρέως φάσματος χρησιμοποιούμενο κυρίως για την αντιμετώπιση ασθενειών δένδρων και άλλων καλλωπιστικών, δευτερευόντως δε για αντιμετώπιση ασθενειών δένδρων και άλλων φυτών. Παρουσιάζει φυτοτοξικότητα σε νεαρά φυτά καπνού, στη ροδακινιά, τα κολοκυνθοειδή και μερικές ποικιλίες μηλιάς. Ο συντακτικός του τύπος είναι όμοιος με εκείνο του Zineb, με τη διαφορά ότι στη θέση του Zn ευρίσκεται το Mn.

δ. Ομάδα διαφόρων οργανικών μυκητοκτόνων

Εκτός από τα διθειοκαρβαμιδικά μυκητοκτόνα,, στην κατηγορία των οργανικών προστατευτικών μυκητοκτόνων, περιλαμβάνονται και τα ακόλουθα προστατευτικά μυκητοκτόνα:

1) Captan (N- τριχλωρομεθυλο-θειοτετραυδροφθαλιμίδιο)

Πρόκειται για λευκή βρέξιμη σκόνη που συναντάται στο εμπόριο με διάφορα ονόματα. Πρόκειται για μυκητοκτόνο ευρέως φάσματος. Στην καταπολέμηση του περonosπόρου της πατάτας υστερεί έναντι του βορδιγάλειου πολτού λόγω της μικρής του υπολειμματικής δράσης και της ταχείας διασπάσεως του από το φως.

2) Dodine (n-δωδεκυλο-οξεική γουανιδίνη)

Το μυκητοκτόνο αυτό διακρίνεται από τα άλλα οργανικά μυκητοκτόνα από την άριστη προσκολλητικότητα του και την ιδιότητα την οποία έχει να εξαπλώνεται στο φυτό και σε επιφάνειες που δεν καλύφθηκαν εξ' αρχής. Υπάρχουν δεδομένα και κάποιας διεισδυτικής ικανότητας του μέσα στους ιστούς του φυτού. Είναι αποτελεσματικό εναντίον των Φουζικλαδίων μηλιάς, αχλαδιάς, μουσμουλιάς και του Περonosπόρου των κηπευτικών.

1.3.2 Εξοντωτικά μυκητοκτόνα

Ορισμένα μυκητοκτόνα χρησιμοποιούνται τόσο ως προστατευτικά όσο και ως εξοντωτικά. Άλλα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο ως εξοντωτικά.

1.3.2.1 Προστατευτικά – Εξοντωτικά

Θειασβέστιο

Χρησιμοποιούμενο για την αντιμετώπιση των Φουζικλαδίων των μηλοειδών, μπορεί να τα εξοντώσει, εφαρμοζόμενο μέχρι και 72 ώρες από την πραγματοποίηση της μόλυνσης.

Diochione

Μπορεί να εξοντώσει το Φουζικλάδιο, εφαρμοζόμενο μέχρι και 48 ώρες από την πραγματοποίηση της μόλυνσης. Παρόμοια δρα και το Dodine.

1.3.2.2 Κυρίως εξοντωτικά

α. Υδραργυρούχα

Διάφορα φαινυλο-υδραργυρούχα, χρησιμοποιούμενα π.χ. στην περίπτωση των Φουζικλαδίων των μηλοειδών, συμπεριφέρονται όπως και το θειασβέστιο.

β. Αρσενικούχα

Αρσενικώδες νάτριο: Περιγράφηκε ήδη στις προηγούμενες ενότητες. Χρησιμοποιείται κυρίως για την καταπολέμηση της Ίσκας του αμπελιού
Αρσενικώδες ασβέστιο: για την καταπολέμηση Φαιών Σήψεων.

1.3.2.3 Διάφορα εξοντωτικά

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα : Πενταχλωροφαινολικό νάτριο, το δια Na άλας της δινιτροορθοκρεζόλης (χρησιμοποιούμενα για την αντιμετώπιση της Φαιάς Σήψης των δέντρων). Το βενζόλιο (C₆H₆) και το παραδιχλωροβενζόλιο (C₆H₄Cl₂) χρησιμοποιούμενα σε διάφορες χώρες για την αντιμετώπιση του Περονοσπόρου του καπνού στα σπορεία. Το υπερμαγγανικό κάλιο (KmnO₄) χρησιμοποιούμενο στην καταπολέμηση των Ωιδίων.

1.4 Ζιζανιοκτόνα

Τα ζιζανιοκτόνα, οι χημικές δηλαδή ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, διακρίνονται με βάση το εύρος φάσματος των φυτών που καταπολεμούν σε εκλεκτικά και καθολικά. Εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα για μια καλλιέργεια είναι εκείνα που ενώ καταπολεμούν ένα ή περισσότερα ζιζάνια της καλλιέργειας, δεν προξενούν ζημιά στην καλλιέργεια. Αντίθετα, καθολικά ζιζανιοκτόνα είναι εκείνα που είναι εξίσου φυτοτοξικά για τα ζιζάνια και τα καλλιεργούμενα φυτά. Η εκλεκτικότητα πολλές φορές είναι σχετική και συνδέεται με τον τρόπο και το χρόνο εφαρμογής. Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις υπάρχει απόλυτη εκλεκτικότητα στην καλλιέργεια.

Ανάλογα με τον τρόπο πρόσληψης και μετακίνησης στα φυτά, τα ζιζανιοκτόνα διακρίνονται σε επαφής, διασυστηματικά και εδάφους. Τα ζιζανιοκτόνα επαφής εφαρμόζονται στη φυλλική επιφάνεια και νεκρώνουν μόνο τα μέρη του φυτού με τα οποία έρχονται σε επαφή, ενώ τα διασυστηματικά εφαρμοζόμενα στο φύλλωμα απορροφούνται απ' αυτό, μετακινούνται προς τα κάτω και νεκρώνουν ή περιορίζουν την ανάπτυξη των απέκαστων μερών των φυτών. Τα ζιζανιοκτόνα εδάφους εφαρμόζονται στο έδαφος και ανάλογα με τη δόση, εμποδίζουν ή περιορίζουν τη βλάστηση των ζιζανίων για μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόζονται στο φύλλωμα (επαφής και διασυστηματικά) επηρεάζεται συνήθως από το στάδιο ανάπτυξης των ζιζανίων, τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας. Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων εδάφους εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, τη θερμοκρασία και την υγρασία του.

Η μετακίνηση ενός ζιζανιοκτόνου στο φυτό μετά την πρόσληψη του από αυτό μπορεί να είναι :

α) Αποπλαστική δηλ. προς τα πάνω (paraquat κ.α.) . στην περίπτωση αυτή το ζιζανιοκτόνο μετακινείται κατά τη διαπνοή μαζί με το νερό δια μέσου των ξυλωδών αγγείων και των μεσοκυττάρων χώρων. Έτσι, ένα ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε στο έδαφος, εφόσον μετακινείται με αυτό τον τρόπο θα μεταφερθεί από τις ρίζες στα υπέργεια μέρη. Ένα ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε στο φύλλωμα θα μετακινηθεί μέσα στα ψεκασμένα φύλλα.

β) Συμπλαστική δηλ. προς τα κάτω (glyphosate, 2,4,5-T, fosamine κ.α.). Στην περίπτωση αυτή το ζιζανιοκτόνο μετακινείται μαζί με τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης δια μέσου του πρωτοπλάσματος των κυττάρων και των ηθμωδών σωλήνων από ώριμα φύλλα προς νεαρά, καρπούς, μεριστώματα και υπόγεια μέρη του φυτού.

γ) Ορισμένα ζιζανιοκτόνα δεν μετακινούνται (bensulide, dinosed, trifluralin κ.α.).

Η χρονική διάρκεια που παραμένει δραστικό ένα ζιζανιοκτόνο στο έδαφος (υπολειμματική δράση) έχει μεγάλη σημασία γιατί σχετίζεται άμεσα με τη διάρκεια της καταπολέμησης των ζιζανίων και με πιθανές ζημιές σε επόμενες ευαίσθητες καλλιέργειες. Η υπολειμματική δράση ενός ζιζανιοκτόνου καθορίζεται από την αρχική δόση και την ταχύτητα απομάκρυνσης του από το έδαφος. Η απομάκρυνση του από το έδαφος γίνεται είτε δια μέσου της φυσικής οδού (εξάτμιση, έκπλυση στα βαθύτερα στρώματα, απορρόφηση από τις ρίζες, προσρόφηση), είτε δια μέσου της μικροβιακής ή χημικής οδού (μικροβιακή, χημική και φωτοχημική διάσπαση).

Τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα προσροφούνται στα κολλοειδή της αργίλου και της οργανικής ουσίας με αποτέλεσμα μέρος της δόσης που εφαρμόζεται να αδρανοποιείται. Κατά συνέπεια σε εδάφη πλούσια σε άργιλο και οργανική ουσία συνιστάται μεγαλύτερη δόση. Αντίθετα μειωμένη δόση πρέπει να εφαρμόζεται όταν τα εδάφη είναι αμμώδη ή φτωχά σε οργανική ουσία. Σε περίπτωση που το έδαφος είναι αμμώδες, πολύ ελαφρό ή χαλικώδες ή περιέχει οργανική ουσία μικρότερη από 1% (κατά βάρος) τότε η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων εδάφους απαγορεύεται επειδή υπάρχει κίνδυνος ζημιάς της καλλιέργειας.

Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων γίνεται με ψεκασμό των ζιζανίων ή του εδάφους ή και με τη διασπορά στο έδαφος όταν είναι κοκκώδους μορφής, με ειδικά εργαλεία ή λιπασματοδιανομείς ή ακόμα και με το χέρι. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων γίνεται με μικρό όγκο ψεκαστικού υγρού (5-20 l/στρέμμα) ή με μεγάλο όγκο (>60 l/στρέμμα).

Ανάλογα με το πότε γίνεται η εφαρμογή ενός ζιζανιοκτόνου, αυτή χαρακτηρίζεται ως προσπαρτική ή προφυτευτική δηλ. πριν τη σπορά ή το φύτεμα της καλλιέργειας, προφυτρωτική, δηλ. μετά τη σπορά και πριν το φύτεμα και μεταφυτρωτική δηλ. μετά το φύτεμα της καλλιέργειας. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων μπορεί να είναι γενική, κατευθυνόμενη, σε λωρίδες και σε κηλίδες (Γιαννοπολίτης κ.α. 1985)

Σχεδόν όλα τα ζιζανιοκτόνα θα πρέπει να θεωρούνται επικίνδυνα, παρά το ότι με τη σωστή εφαρμογή τους, οι κίνδυνοι περιορίζονται. Οι πιθανοί κίνδυνοι αναφέρονται στον άνθρωπο, στα ζώα, στη φυσική χλωρίδα και σε ευαίσθητες καλλιέργειες.



Εικόνα 6: Γνωστό ζιζανιοκτόνο σκεύασμα
(http://www.ethicalshopping.com/files/imagecache/article_fullsize/files/images/roundup2.jpg)

1.4.1 Κατάταξη των ζιζανιοκτόνων από πλευράς χημικής σύστασης

Από πλευράς χημικής σύστασης τα ζιζανιοκτόνα ταξινομούνται στις ακόλουθες ομάδες, με τους κυριότερους εκπρόσωπους κάθε μιας (Δαμανάκης 1973):

- I. Ανόργανα (Κυανικό κάλιο)
- II. Οργανικά
 - Φαινόλες (DNOC, dinoseb, dinoseb acetate)
 - Βενζονιτρίλια (dichlobenil, chlorthiamid, ioxynid, bromoxynil)
 - Θειοκαρβονυλικές ενώσεις
 - Τεταρτογενείς ενώσεις αμμωνίου (paraquat, diquat)
 - Ενώσεις φαινοξυοξικού οξέος (MCPA, 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4 DES Sodium)
 - Ενώσεις φαινοξυπροπιονικού οξέος (fenoprop, mecoprop)
 - Ενώσεις φαινοξυβουτυρικού οξέος (2,4- DB)
 - Ενώσεις βενζοϊκού και φαινυλοξικού οξέος (dicamba, chloramben)
 - Ενώσεις αλογονομένων αλειφατικών οξέων (TCA, dalapon sodium)
 - Καρβαμιδικές ενώσεις (propham, chlorpropham, barban, asulam, cycloate, sulfallate, EPTC, pebulate, vernolate κ.α.)
 - Αμιδία (propanil, pentanochlor, propachlor, carbetamide, diphenamid, benzoyl-prop ethyl)
 - Ενώσεις ουρίας (monuron, diuron, linuron, fluometuron, monolinuron, metobromuron, chloroxuron, norunon κ.α)
 - Διαζίνες (pyrazone, bromacil, lenacid, tebracil, dazomet κ.α.)

- Τριαζίνες (simazine, atrazine, ametryne, prometryne, desmetryne κ.α.)
- Δινιτροανιλίνες ή τολουιδίνες (trifluralin, benefin, nitralin, dinitramine)
- Διάφορες οργανικές ενώσεις (aminotriazole, chlorthal-dimethyl, naptalan, picloram, bromofenoxim, fluorodifen, alachlor).

1.5 Φυτορρυθμιστικές ουσίες

Ως φυτορρυθμιστική ουσία (plant growth regulator) ορίζεται μια οργανική ουσία που δεν είναι θρεπτικό συστατικό δεν παρέχει δηλαδή στο φυτό ενέργεια ή απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία και που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<1mM) προάγει, παρεμποδίζει ή τροποποιεί ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού (Moore, 1979).

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τις φυσικές και τις συνθετικές.

A) Φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες: Είναι ουσίες που παράγονται σε ορισμένα μέρη του φυτού και μπορούν από εκεί να μετακινούνται και σε άλλα μέρη, προκαλώντας ειδικές βιοχημικές, φυσιολογικές ή μορφολογικές αντιδράσεις. Δρουν τόσο στους ιστούς στους οποίους παράγονται, όσο και σε απόσταση από αυτούς. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ακόμη ως φυτομόνες, εξαιτίας της ομοιότητας όσον αφορά τη δράση τους στα φυτά, με τις ορμόνες των ζώων και του ανθρώπου.

B) Συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες: Είναι ουσίες που παράγονται τεχνητά και μπορεί να μοιάζουν χημικά με τις φυσικές. Δρουν κατά τον ίδιο τρόπο με τις φυσικές δηλαδή ως χημικοί αγγελιοφόροι μέσα στο φυτό όταν εφαρμοστούν με τον κατάλληλο τρόπο και στον κατάλληλο χρόνο.

Οι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες έχουν πολύ μεγάλη σημασία για τη σύγχρονη γεωργία, δεδομένου ότι παρέχουν με τη δράση τους (που είναι παρόμοια εκείνης των φυσικών), τη δυνατότητα επιθυμητών στην παραγωγή τροποποιήσεων του μοντέλου παραγωγής των φυτών. Επιτυγχάνεται με άλλα λόγια η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων φυτικών προϊόντων, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους παραγωγής.

1.5.1 Ταξινόμηση των γνωστών σήμερα ομάδων φυτορρυθμιστικών ουσιών

Με τα σημερινά δεδομένα, οι φυτορρυθμιστικές ουσίες μπορούν να ταξινομηθούν σε μεγάλες ομάδες με βάση τη φυσιολογική τους δράση ή τη χημική τους δομή ή σε ορισμένες περιπτώσεις και με τους δυο αυτούς χαρακτήρες. Με βάση τα ανωτέρω, προτείνεται από τον Πασπάτη (1998) η ακόλουθη ταξινόμηση όλων των γνωστών σήμερα φυτορρυθμιστικών ουσιών, ταξινόμηση την οποία υιοθετούμε, ως αποτελούσα μια συνοπτική όσο και γλαφυρή απεικόνιση τους:

Αυξίνες: α) Φυσική: IAA

β) Κυριότερες συνθετικές: IBA, NAA, β-NOA, 2,4-D, 2,4,5-T, κ.α.

- Γιββεριλλίνες:** α) Φυσική: gibberellic acid (GA₃)
β) Κυριότερες συνθετικές: gibberellin A₄ , gibberellin A₇, κ.α.
- Κυτοκινίνες:** α) Φυσική: zeatin
β) Κυριότερες συνθετικές: kinetin, N-6-benzyladine κ.α.
- Αμπσισικό οξύ:** α) Φυσική: abscisic acid (ABA)
β) Κυριότερες συνθετικές: -
- Αιθυλένιο:** α) Φυσική: αιθυλένιο(C₂H₄)
β) Κυριότερες συνθετικές: ethephon
- Φυτόχρωμα:** α) Φυσική: φυτόχρωμα
β) Κυριότερες συνθετικές: -
- Μπρασινοστεροειδή:** α) Φυσική: brassinolide
β) Κυριότερες συνθετικές:-
- Πολυαμίνες:** α) putrescine, spermidine, spermine, cadaverine
β) Κυριότερες συνθετικές: -
- Μορφακτίνες:** α) Φυσικές: -
β) Κυριότερες συνθετικές: chlorflurenol, flurenol, κ.α.
- Επιβραδυντές αύξησης:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί: ancymidol, chlormequai chloride,daminizide, κ.α.
- Παρεμποδιστές της κυτταρικής διαίρεσης:** α) Φυσιικοί: -
β) κυριοτ. Συνθετικοί: chlorpropham,propham,tecnazene κ.α.
- Γαμετοκτόνα:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί: 2,3-dichloro-isobutyric acid, κ.α.
- Καταστροφείς των κορυφών των βλαστών:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί:dikequlak sodium, maleic hydrazide κ.α.
- Αποφυλλωτικά:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί: merphos, thidiazuron, κ.α.
- Αποξηραντικά:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί: diquat, paraquat, endothal, κ.α.
- Αντιδότη ζιζανιοκτόνων:** α) Φυσιικοί: -
β) Κυριότεροι συνθετικοί: naphthalic anhydride, κ.α.
- Αντιδιαπνευστικά:** α) Φυσιικοί: CO₂
β) Κυριότεροι συνθετικοί: silicone, 8-hydroxyquinoline, κ.α.

1.5.2 Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες ως παράγοντας ελέγχου της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών.

Οι επιστήμονες είχαν αντιληφθεί ήδη από τον 19^ο αιώνα ότι η αύξηση ενός φυτικού τμήματος ή ολόκληρου του φυτού, συνδέεται στενά και σχετίζεται με την αύξηση ή τη δραστηριότητα ενός άλλου τμήματος του φυτού και ακόμη ότι αυτή η επικοινωνία μεταξύ φυτικών τμημάτων, προϋποθέτει τη μετακίνηση μέσα στο φυτό κάποιων χημικών ουσιών. Όπως αποδείχθηκε αργότερα, οι χημικές αυτές ουσίες είναι οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες.

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες υποκινούν μερικές φορές μια αλληλουχία αναπτυξιακών διαδικασιών τέτοιων που θα πρέπει σίγουρα οι ουσίες αυτές να ενεργούν, αλλάζοντας το μοντέλο έκφρασης των γονιδίων που είναι υπεύθυνα για συγκεκριμένες διαδικασίες. Σε άλλες περιπτώσεις οι ουσίες αυτές φαίνεται ότι ελέγχουν μόνο την ένταση κάποιων ενζυματικών δραστηριοτήτων χωρίς να υποκινούν την ελεγχόμενη σύνθεση πρωτεϊνών από γονίδια, με αποκωδικοποίηση των RNA και DNA. Σε μερικές μάλιστα περιπτώσεις ανιχνεύονται ειδικές πρωτεΐνες των οποίων η σύνθεση είναι αποτέλεσμα εφαρμογής φυτορρυθμιστικών ουσιών σε ορισμένους ιστούς. Η αντίδραση πάντως ενός φυτικού συστήματος σε μια συγκεκριμένη φυτορρυθμιστική ουσία, είναι δυνατόν να είναι τελείως διαφορετική από εκείνη που προκαλείται από την ίδια ουσία σε άλλο φυτό ή άλλο μέρος του ίδιου φυτού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μια φυτορρυθμιστική ουσία να μπορεί να υποκινεί ένα αριθμό διαφορετικών φυτικών λειτουργιών.

Μια βάση για εύκολη εξήγηση των ανωτέρω, είναι η υπόθεση ότι η συγκέντρωση μιας ορισμένης φυτορρυθμιστικής ουσίας είναι ο καθοριστικός παράγοντας του εσωτερικού περιβάλλοντος του φυτού και μπορεί να υποκινήσει πλήθος προγραμματισμένων αντιδράσεων. Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες μπορούν λοιπόν να παρομοιαστούν με ηλεκτρονικές λυχνίες καθώς η λειτουργία που εκτελούν κάθε φορά εξαρτάται από το κύκλωμα στο οποίο είναι ενσωματωμένες (Weier et al 1982).

Περισσότερο πιθανό όμως φαίνεται οι φυτορρυθμιστικές ουσίες να «δένονται» στους υποδοχείς των πρωτεϊνών του κυττάρου. Νεότερες έρευνες πάνω στη μοριακή δομή και τον τρόπο δράσης των ουσιών αυτών, έχουν δείξει ότι τέτοιοι υποδοχείς υπάρχουν όπως ακριβώς υπάρχουν και στα ένζυμα, όπου προσκολλώνται τα μόρια του υποστρώματος. Πολλές πρωτεΐνες που «δένονται» σε μόρια αυξίνης, έχουν προσδιοριστεί. Μια τέτοια πρωτεΐνη υπάρχει πάνω στην κυτταρική μεμβράνη και παίρνει μέρος στη διαδικασία εισόδου και εξόδου της αυξίνης στα κύτταρα.

Μια άλλη πρωτεΐνη πάνω στην οποία «δένεται» η αυξίνη, ευρίσκεται πάνω στο λεγόμενο ενδοπλασματικό δίκτυο και φαίνεται ότι παίρνει μέρος στην υποκίνηση της αύξησης από την αυξίνη ενώ μια ακόμη έχει βρεθεί να σχετίζεται με τα ριβοσώματα και μπορεί να μεταφέρει μια κυτοκίνη.

Οι τελευταίες αυτές ανακαλύψεις σχετικά με τις πρωτεΐνες που μεταφέρουν φυτορρυθμιστικές ουσίες στηρίζουν την υπόθεση ότι οι ουσίες αυτές προσκολλώνται σε ειδικούς πρωτεϊνικούς υποδοχείς με αποτέλεσμα η δραστηριότητα των πρωτεϊνών αυτών να διεγείρεται, να αναστέλλεται ή γενικά να μεταβάλλεται.

Μια άλλη θεωρία επίσης ενδιαφέρουσα είναι αυτή που υποστηρίζει ότι

οι φυτορρυθμιστικές ουσίες προσδένονται σε ειδικές πρωτεΐνες-φορείς που παίρνουν μέρος στην ενεργοποίηση ή στην παρεμπόδιση της αντιγραφής ενός δεδομένου γονιδίου ή μιας ομάδας γονιδίων, ελέγχοντας τη σύνθεση των αντιγράφων του m-RNA που προέρχονται από την αποκωδικοποίηση του DNA. Η υπόθεση αυτή έχει επιβεβαιωθεί σε πολύ λίγες περιπτώσεις και πάντως είναι προφανές ότι μερικά από τα πιο γνωστά αποτελέσματα των φυτορρυθμιστικών ουσιών και των πρωτεϊνών που τις μεταφέρουν, δεν οφείλονται σε κάποιο απ' ευθείας έλεγχο της έκφρασης των γονιδίων (Πασπάτης 1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



u15110581 images.google.gr

Εικόνα 7: Η ρύπανση του περιβάλλοντος.
(<http://comps.fotosearch.com/cop/UNN/UNN7>)

2.1 Εισαγωγή

Έναν πολύ σημαντικό παράγοντα ρύπανσης του περιβάλλοντος αποτελεί η γεωργική δραστηριότητα του ανθρώπου, κατά την οποία καταφεύγει στην ευρεία χρήση αγροχημικών προκειμένου να επιτύχει το μέγιστο οικονομικό όφελος μέσω της βελτίωσης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, της καταπολέμησης ζωικών εχθρών και φυτονόσων, της βελτίωσης της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων παράλληλα με την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών. Σύμφωνα με στοιχεία του F.A.O., χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, θα υπήρχε απώλεια της παγκόσμιας παραγωγής κατά 30-40% με ταυτόχρονη αύξηση της τιμής των παραγόμενων προϊόντων μέχρι και 100%. Συγκεκριμένα στις Η.Π.Α. κάθε 1 δολάριο που δαπανάται για φυτοπροστασία, αποδίδει κατά μέσο όρο 4 δολάρια. Στην Ελλάδα, η ετήσια κατανάλωση σε φυτοφάρμακα υπολογίζεται

σε άνω των 150.000 τόνους, εκτός του θείου και του θειικού χαλκού. Τα φυτοφάρμακα, λόγω της χημικής δομής τους, του τρόπου δράσης τους αλλά κυρίως λόγω του τρόπου χρησιμοποίησης και εφαρμογής τους από τον καλλιεργητή, αποτελούν σοβαρές (ανθρωπογενείς) πηγές ρύπανσης τόσο για το αγροοικοσύστημα, όσο και για το περιβάλλον.

Τα λιπάσματα σήμερα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την εξασφάλιση γεωργικής παραγωγής επιθυμητής απόδοσης και με αυτό καταναλώνονται όλο και περισσότερες πρώτες ύλες και ενέργεια για τη βιομηχανική τους παραγωγή. Η παραγωγή λιπασμάτων στις ανεπτυγμένες χώρες ανέρχεται σε 120×10^6 τόνους ετήσια με 5% αύξηση και στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες σε 105×10^6 τόνους ετήσια με 7% ετήσια αύξηση και εξασφάλιση επάρκειας και εμπορικής ισορροπίας για ολόκληρο τον κόσμο.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι χημικές ενώσεις που αντιμετωπίζουν τα επιβλαβή έντομα, ακάρεα, μύκητες, βακτήρια, τρωκτικά και άλλους εχθρούς των καλλιεργειών που περιορίζουν την παραγωγή των τροφίμων, με μια συνεχή αύξηση στην κατανάλωση τους. Εν τούτοις, οι ιδιότητες τους που τα καθιστούν απαραίτητα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, είναι ταυτόχρονα υπεύθυνες και για δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον. Έχει αποδειχθεί ότι μετά την εφαρμογή τους υφίσταται μια σειρά διαδικασιών, χημικών, φυσικών και βιολογικών (υδρόλυση, οξειδωση, διάσπαση, μεταφορά, εξάτμιση, εξάχνωση κλπ) και αρχίζουν να ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, το έδαφος, τα νερά, να διαταράσσουν την οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων και να εμφανίζουν κάποια από αυτά επικίνδυνες συγκεντρώσεις στα τρόφιμα αλλά και στον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση των εντομοκτόνων parathion και methyl parathion τα οποία υδρολύονται σε υδάτινο περιβάλλον προς p-νιτροφαινόλη, μια ουσία που μπορεί πολύ εύκολα παρουσία χλωρίου να μετατραπεί στα πόσιμα νερά σε p-νιτροχλωροφαινόλη η οποία είναι άκρως επικίνδυνη για την υγεία.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, ενώ στην πράξη χρησιμοποιούνται ως ένα παροδικό μέσον που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες ενός δεδομένου τόπου, χρόνου και αίτιου, στην πραγματικότητα η δράση τους επεκτείνεται και πέρα του χρόνου χρησιμοποίησης τους (αθροιστικά εντομοκτόνα, βιοσυσσώρευση, βιομεγέθυνση), εναντίον αιτίων διαφορετικών του αρχικού στόχου και σε τόπους πιο μακρινούς από εκείνους στους οποίους εφαρμόστηκαν (ανίχνευση οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων στο λιπώδη ιστό πιγκουϊνών της Ανταρκτικής). Τα μέσα αυτά για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να είναι τοξικά στους εχθρούς και τα παθογόνα των καλλιεργειών και αυτό που αφορά τη ζωή γενικά σαν οικοσύστημα αναγνωρίστηκε μόνο μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

Η σχετική έρευνα έχει αποδείξει ότι ζημιογόνο της χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων επιβαρύνεται από την αλόγιστη χρήση και την υπερχρήση τους, που γενικά κινείται στα όρια του 300-500% του απαιτούμενου. Η λογική χρήση και η εξέλιξη φυτοπροστατευτικών προϊόντων με ελαττωμένη τοξικότητα, θεωρείται ότι αποτελεί την ορθή αντιμετώπιση του μεγάλου αυτού περιβαλλοντικού προβλήματος. Η εξέλιξη προς φυτοπροστατευτικά προϊόντα λιγότερο τοξικά έχει απασχολήσει ερευνητικά και έχει οδηγήσει σε επιτυχία, όπως με την ανάπτυξη των Πυρεθρίνων και ειδικά με την ανάπτυξη του συνθετικού malathion, το οποίο είναι υψηλά δραστικό και επίσης υψηλά βιοαποικοδομήσιμο.

Πέρα από τα μέτρα αυτά, μετά τη διαπίστωση των αρνητικών πλευρών της αλόγιστης χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και μετά την πρώτη απαγόρευση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων (το 1969 στις Η.Π.Α., το 1972 στην Ελλάδα) κλιμακώθηκε διεθνώς η προσπάθεια για πλήρη έλεγχο στην παραγωγή και στη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Οι διεθνείς Οργανισμοί FAO, UNEP, WHO αλλά και οι Υπηρεσίες της χώρας μας, εκδίδουν ενημερωτικά φυλλάδια για τις επικίνδυνες χημικές ουσίες με στόχο την ενημέρωση των εργαζομένων στον χώρο αλλά και του καταναλωτικού κοινού. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (που αποτελεί σημαντικό εξαγωγέα φυτοπροστατευτικών προϊόντων στις χώρες του τρίτου κόσμου) απαγόρευσε την πώληση ορισμένων παρασιτοκτόνων με επικίνδυνα δραστικά συστατικά



Εικόνα 8: Περιβάλλον και φύση
(<http://soillab.ifas.ufl.edu/index.1.jpg>)

2.2 Φυτοπροστατευτικά και ατμόσφαιρα

2.2.1 Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα

Εκτός από την τροφική αλυσίδα, η ατμόσφαιρα είναι προφανώς το σπουδαιότερο μέσον για τη διασπορά σε μεγάλες αποστάσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Κατά την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, κάποιες ποσότητες παρασύρονται από τον άνεμο. Αλλά και μετά την εφαρμογή τους, ένα μέρος του σκευάσματος εξατμίζεται ή εξαχνώνεται από το έδαφος ή τη φυτική επιφάνεια στην οποία ψεκάστηκε ή σκονίστηκε. Ακόμη και από τις βιομηχανίες παρασκευής τους κάποιες ποσότητες διαφεύγουν. Σε κάθε

περίπτωση οι ποσότητες αυτές- άσχετα από την προέλευση τους – εισέρχονται στην ατμόσφαιρα από όπου παρασύρονται με τον άνεμο ή τη βροχή και ρυπαίνουν τις γύρω περιοχές αλλά πολλές φορές και περιοχές αρκετά απομακρυσμένες.

Οι πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης από φυτοπροστατευτικά προϊόντα, είναι οι εξής:

2.2.1.1 Επεμβάσεις με ψεκασμούς

Μεγάλες ποσότητες φυτοπροστατευτικών προϊόντων ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους με ψεκασμούς εναντίον εχθρών και ασθενειών των καλλιεργειών. Το 85% περίπου μιας ποσότητας μισού δισεκατομμυρίου χιλιόγραμμων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται στις Η.Π.Α. κάθε χρόνο, εφαρμόζονται μέσω αεροψεκασμών ή ψεκασμών εδάφους, εισάγοντας στην ατμόσφαιρα μόνο με τον τρόπο αυτό ποσότητες πολλών εκατομμυρίων χιλιόγραμμων. Οι επεμβάσεις με ψεκασμούς κατά συνέπεια, αποτελούν πιθανών την κυριότερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης με φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Lewis and Lee, Jr κα 1976).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το επιτυγχανόμενο στην πράξη αποτέλεσμα, πέρα από το είδος και τις ιδιότητες του σκευάσματος, εξαρτάται και από την ομοιόμορφη και την επαρκή διασπορά των σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού και από το μέγεθος των σταγονιδίων αυτών. Το βέλτιστο μέγεθος των σταγονιδίων είναι εκείνο που προκαλεί το μέγιστο ποσοστό θανάτωσης ενός παρασίτου σε μια καλλιέργεια με την ελάχιστη δυνατή ποσότητα φυτοπροστατευτικού σκευάσματος και την ελάχιστη ρύπανση του περιβάλλοντος. Η αποτελεσματικότητα ενός ψεκαστήρα σχετίζεται με το μέγεθος των σταγονιδίων που παράγει.



Εικόνα 9: Προληπτικοί ψεκασμοί για μύκητες

(http://www.grastis.gr/images/equip_7.jpg)

2.2.1.2 Εξατμίσεις από το έδαφος και τα φυτά

Ένας άλλος τρόπος εισόδου στην ατμόσφαιρα φυτοπροστατευτικών προϊόντων, είναι η εξάτμιση του ψεκαστικού υγρού από τη φυτική επιφάνεια ή το έδαφος. Ο τρόπος αυτός, σε συνδυασμό με τη διαφυγή φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά τη φάση του ψεκασμού, προκαλούν ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα σκευάσματα αυτά, σε ποσοστό άνω του 90%.

A. Εξάτμιση από το έδαφος

Έχει υποστηριχθεί ότι η εξάτμιση είναι ο κυριότερος μηχανισμός απώλειας του DDT από το έδαφος, που είναι ισχυρότερος της απομάκρυνσης του με την εκροή των υδάτων, της αφομοίωσης από τα φυτά και της χημικής του αποικοδόμησης. Η απώλεια μέσω της εξάτμισης είναι ταχύτερη αμέσως μετά την εφαρμογή, πριν το εντομοκτόνο απορροφηθεί από την ψεκαζόμενη επιφάνεια. Ακόμα έχει παρατηρηθεί ότι φυτοπροστατευτικά προϊόντα τα οποία εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου ενδέχεται να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα όταν ο αγρός οργώνεται για την επόμενη καλλιέργεια, όπως έχει διαπιστωθεί ήδη για οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα (Lewis and Lee Jr. κ.α. 1976)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απομάκρυνση λόγω εξάτμισης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το έδαφος, είναι:

Περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα ενός εδάφους σε οργανική ουσία, τόσο μεγαλύτερη απορροφητικότητα ασκεί σε αυτά.

Υγρασία του εδάφους. Η υγρασία του εδάφους επηρεάζει την απορροφητικότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και κατά συνέπεια την τιμή της διαφυγής τους μέσω της εξάτμισης. Η διαφυγή φυτοπροστατευτικών από νοτισμένα ή υγρά εδάφη, είναι ταχύτερη σε σχέση με ξηρά, εκτός εάν η επιφάνεια του εδάφους είναι πλημμυρισμένη.

Συνθήκες περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία του αέρα και η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζουν την απώλεια λόγω εξάτμισης από το έδαφος των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, σε συνδυασμό με τον τύπο του εδάφους. Αύξηση της σχετικής υγρασίας του αέρα φαίνεται ότι βοηθά την εξέλιξη της διαδικασίας, ίσως επειδή αυξάνεται η επιφανειακή τάση του αέρα πάνω από το έδαφος. Οι ισχυρότεροι δεσμοί που αναπτύσσονται σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο ελαττώνει την εξάτμιση, κυρίως υπό συνθήκες ξηρασίας. Οποσδήποτε, το αποτέλεσμα είναι λιγότερο έντονο σε σχέση με ότι συμβαίνει σε περιπτώσεις που η περιεχόμενη οργανική ουσία στο έδαφος είναι σε υψηλά επίπεδα (Spencer 1970).

B. Εξάτμιση από τα φυτά

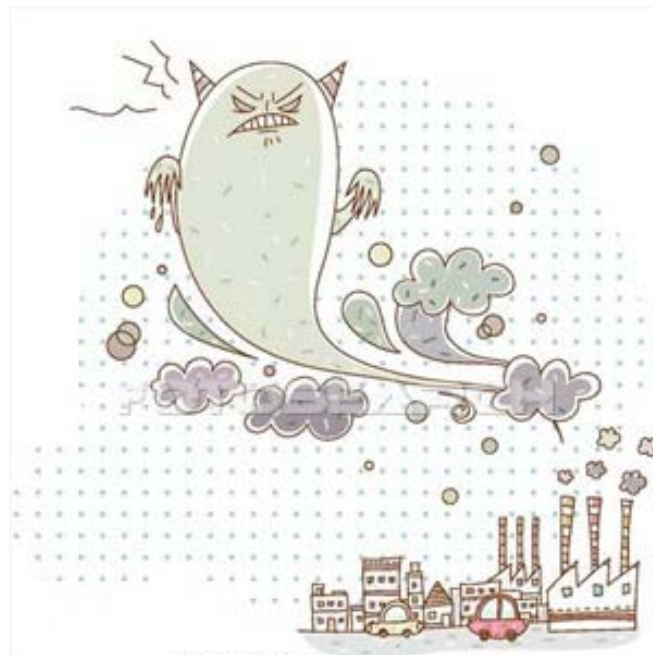
Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καλλιεργειών, ενδέχεται οι απώλειες λόγω εξάτμισης των φυτοφαρμάκων να είναι μεγαλύτερες σε σχέση με τις απώλειες από επέμβαση στην επιφάνεια του εδάφους. Η συνολική φυλλική επιφάνεια είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους και το ύψος στο οποίο ευρίσκεται το φύλλωμα του φυτού, ενδέχεται να εκτίθεται σε μεγαλύτερες ταχύτητες του ανέμου. Υποστηρίζεται ότι πολλά

φυτοπροστατευτικά προϊόντα και οι μεταβολίτες τους μετακινούνται από το

έδαφος στην υπερκείμενη φυτική επιφάνεια με τη διαδικασία της εξάτμισης ή της εξαέρωσης. Αυτό έχει παρατηρηθεί σε οργανοχλωριωμένους υδρογονάνθρακες και κυρίως στο DDT, το οποίο μεταφέρεται από το έδαφος στην επιφάνεια του φυτού κυρίως με την κίνηση των ατμών του από την επιφάνεια του εδάφους στο φύλλωμα, παρά μέσω του ριζικού συστήματος.

Φυτοπροστατευτικά σκευάσματα εφαρμοζόμενα με ψεκασμούς σε αναπτυσσόμενα φυτά, «αποθηκεύονται» κυρίως στο φύλλωμα. Κατά συνέπεια, οι καλλιέργειες στους αγρούς προσφέρουν μια τεράστια επιφάνεια για διαφυγή λόγω εξάτμισης των σκευασμάτων αυτών, στην ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα, έχει εκτιμηθεί (Gunther 1969) ότι ένα ενήλικο δένδρο πορτοκαλιάς διαθέτει τουλάχιστον $5 \times 10^6 \text{ cm}^2$ φυλλικής επιφάνειας. Συνήθεις ψεκασμοί αναμένεται να εναποθέσουν περίπου 50 g ή 10 μg/cm^2 φυτοφαρμάκου σε ένα τέτοιο δένδρο. Εάν υποθέσουμε ότι η τάση ατμών του φυτοφαρμάκου είναι 10^{-5} mm Hg σε θερμοκρασία 30°C και ότι η χημική ουσία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στη φυλλική επιφάνεια, τότε η θεωρητικά αναμενόμενη μέση ημερήσια απώλεια της στη θερμοκρασία αυτή λόγω εξάτμισης, υπολογίζεται σε 11,3 g. Με μια τέτοια τιμή, όλη η ποσότητα του εφαρμοσθέντος σκευάσματος θα χαθεί στην ατμόσφαιρα σε διάστημα μικρότερο των 4 ημερών.

Η φυσική κατάσταση του φυτοπροστατευτικού σκευάσματος που εναποτίθεται σε μια φυλλική επιφάνεια, είναι δυνατόν να επηρεάσει σημαντικά την τιμή της εξάτμισης του όπως αποδείχθηκε σε σχετικά πειράματα με επεμβάσεις σε καπνόφυτα με methyl parathion είτε σε μορφή γαλακτοματοποιησίμου σκευάσματος είτε σε μορφή μικροκάψουλων και κατά τα οποία αποδείχθηκε ότι η τιμή της απώλειας λόγω εξάτμισης του σκευάσματος ήταν μικρότερη στη μορφή του σε μικροκάψουλες (Jackson and Lewis 1976).



u29330312 images.google.gr

Εικόνα 10: Η ρύπανση του αέρα.

(<http://comps.fotosearch.~u29330312.jpg>)

2.2.1.3 Διαφυγή ως σκόνη

Σε σωματιδιακούς ρυπαντές που συνελέγησαν από τον αέρα μη αγροτικών περιοχών στην Αμερική, βρέθηκαν σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '60. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ιπτάμενη σκόνη συμμετέχει ουσιαστικά στη μεταφορά στην ατμόσφαιρα φυτοφαρμάκων και μάλιστα από μεγάλες αποστάσεις. Θύελλες σκόνης δεν είναι ασυνήθιστες σε ξερές και ημίξερές περιοχές των Η.Π.Α., είναι όμως συχνότερες σε άλλες περιοχές της υδρογείου. Σε περίπτωση που οι κόκκοι του εδάφους είναι αρκετά μικροί και ανέρχονται σε μεγάλα ύψη στην ατμόσφαιρα, ενδέχεται να μεταφερθούν σε εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα που έχουν απορροφηθεί από τους κόκκους αυτούς, είναι δυνατόν να μεταφερθούν μαζί τους σε επίσης μεγάλες αποστάσεις (Lewis and Lee Jr. και πηγές 1976).

Από έρευνες κατά τις οποίες συνελέγη σκόνη από τον αέρα της ακτής των νησιών Μπαρμπάντος κατά το 1965 και 1966, βρέθηκε ότι περιείχε 1-164 μg/g οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα. Η σκόνη προέρχονταν από τις δυτικές ακτές της Αφρικής, εισήλθε στην ατμόσφαιρα και μεταφέρθηκε σε μια απόσταση 4.500 Km από τα Β.Α. ρεύματα του αέρα (Risebrough et al. 1968).

Εκτός από τις παραπάνω περιπτώσεις, έχει διαπιστωθεί ότι η σκόνη από διάβρωση γεωργικών εδαφών με την επίδραση των ανέμων μεταφέρεται στον αέρα αλλά σε σχετικά μικρές αποστάσεις. Επιπρόσθετα, όταν κόκκοι σκόνης με υπολείμματα φυτοφαρμάκων ευρίσκονται στην ατμόσφαιρα, η τάση για εξαέρωση τους είναι αυξημένη.

2.2.1.4 Εξάτμιση από το νερό

Ποταμοί, λίμνες και ωκεανοί είναι «δεξαμενές» υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα οποία καταλήγουν στους υδάτινους αυτούς αποδέκτες ως συνέπεια επιφανειακής και υπόγειας έκπλυσης. Δεδομένου ότι άνω του 70% της επιφάνειας της γης καλύπτεται με νερό, η εξάτμιση από αυτό αποτελεί μια δυναμική δίοδο προς την ατμόσφαιρα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Οποσδήποτε πολλά από τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα τα οποία εισέρχονται στο νερό φθάνουν προσκολλημένα σε γαιώδη υλικά ή προσκολλώνται στα θαλάσσια ιζήματα (κατακάθια) μετά την είσοδο τους και τείνουν να συγκεντρωθούν στο ίζημα του βυθού. Στην κατάσταση αυτή τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι δυνατόν να παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αφομοίωση από την πανίδα και τη χλωρίδα ενδέχεται να τα δεσμεύσει μόνιμα και να εισχωρήσουν στο υδάτινα συστήματα. Είναι γνωστή η εμφάνιση βιοσυσσώρευσης στα φύκη, της τάξεως των 10^2 - 10^4 . Στο νερό, είναι επίσης πιθανή η υδρόλυση και η βιοαποικοδόμηση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Απώλεια λόγω εξάτμισης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το νερό είναι πιθανή εφόσον το σκεύασμα χαρακτηρίζεται από χαμηλή διαλυτότητα και έχει μια μέτρια τάση ατμών.

Κατά μία άλλη άποψη, ο μηχανισμός μεταφοράς υλικών από το νερό στην ατμόσφαιρα είναι ότι οι φυσαλίδες που δημιουργούνται στην επιφάνεια του νερού και παρασύρονται από τον άνεμο, είναι δυνατόν να προκαλέσουν και την είσοδο π.χ. βακτηρίων στην ατμόσφαιρα. Κατά συνέπεια, επειδή το θαλάσσιο πλαγκτόν (στο οποίο είναι γνωστό ότι παρατηρείται βιοσυσσώρευση φυτοφαρμάκων) τείνει να συγκεντρώνεται κοντά στην επιφάνεια του ωκεανού, τα σταγονίδια από τις φυσαλίδες που εκτινάσσονται είναι δυνατόν να μεταφέρουν και φυτοφάρμακα στην υπερκείμενη ατμόσφαιρα. Είναι μια αμφισβητήσιμη άποψη δεδομένου ότι απαιτεί την παραμονή τους στον αέρα για αρκετό χρόνο (Lewis and Lee Jr. και πηγές 1976).

Γενικά, τα επίπεδα υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο νερό είναι πολύ χαμηλότερα εκείνων που συναντώνται στο έδαφος. Επεμβάσεις με μεγάλες ποσότητες εντομοκτόνων έχουν γίνει κατά καιρούς σε εκβολές ποταμών για την αντιμετώπιση κουνουπιών καθώς και ζιζανιοκτόνων σε στάσιμα νερά και λίμνες για την καταπολέμηση φυκιών. Η διαφυγή υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων από τα νερά που δέχτηκαν τις επεμβάσεις αυτές, είναι αξιόλογη.

2.2.1.5 Διαδικασίες παρασκευής και τυποποίησης

Οι πιθανότητες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι συνδεδεμένες και με τις εργασίες παρασκευής, τυποποίησης και συσκευασίας τους. Πολλά φυτοπροστατευτικά προϊόντα παρασκευάζονται σε συνεχή πιέσεις, προκειμένου να αποφευχθεί η όποια διαφυγή χημικών ουσιών. Εν τούτοις, είναι απίθανο να μην υπάρξουν ατμοσφαιρικές διαρροές από ένα εργοστάσιο, παρά το ότι τούτο πιθανόν να λαμβάνει όλα τα αναγκαία προστατευτικά μέτρα, χωρίς να μπορεί να αποκλεισθεί και η περίπτωση του ατυχήματος ή του λάθους. Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση ενός εργοστασίου χημικών στην Virginia των Η.Π.Α. το οποίο παρασκεύαζε το οργανοχλωριωμένο εντομοκτόνο Kerone (chlordecone) χρησιμοποιούμενο κυρίως ως μυρμηγκοκτόνο. Το εργοστάσιο παρήγαγε άνω των 2.700kg του σκευάσματος αυτού ημερησίως, από τον Απρίλιο του 1974 μέχρι τον Ιούνιο του 1975, οπότε διεκόπη η λειτουργία του. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, προκλήθηκε ρύπανση μεγάλης έκτασης του περιβάλλοντος (περιλαμβανομένου του αέρα, του εδάφους, μερικών ποταμών, ακόμη και υδάτων υπονόμων), λόγω εσφαλμένων χειρισμών στην παρασκευή και τη συσκευασία του φαρμάκου.

Εξάλλου, σε έρευνες που έγιναν(με αναλύσεις δειγμάτων αέρος) πλησίον εργοστασίων τυποποίησης φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην περιοχή του Arkansas και του Tennessee των Η.Π.Α. στα πλαίσια ενός εθνικού προγράμματος παρακολούθησης της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα κατά την περίοδο 1970-72, βρέθηκαν υπολείμματα οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων (α-BHC, γ-BHC, DDT, dieldrin, heptachlor, toxaphene). Και στις δυο περιοχές το toxaphene βρέθηκε στις υψηλότερες συγκεντρώσεις (Lewis and Lee Jr. και πηγές 1976).

Τα παραπάνω δείχνουν ότι τα εργοστάσια παρασκευής φυτοπροστατευτικών προϊόντων είναι δυνατόν να αποβούν σε σημαντικές

πηγές ευρείας διασποράς υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στον πλησιόχωρο ατμοσφαιρικό αέρα. Με τους μηχανισμούς μεταφοράς εξάλλου των ρύπων, οι διαρροές των υπολειμμάτων αυτών μπορούν να διαδοθούν ευρέως μέσω της ατμόσφαιρας και σε άλλα εν τέλει τμήματα του περιβάλλοντος περιλαμβανομένου του εδάφους, των νερών και της πανίδας-χλωρίδας.

2.2.1.6 Διαχείριση φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Η διαχείριση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων είναι δυνατόν να οδηγήσει σε διαρροές στην ατμόσφαιρα υπολειμμάτων τους μέσω της εξαχνωσης ή να λειτουργήσει ως πηγή άλλων ρυπαντών που ενδέχεται να σχηματισθούν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της διάθεσης. Θαμμένα άχρηστα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε οριζόντια και κάθετη μεταφορά τους μέσα στο έδαφος, στα νερά και τελικά στην ατμόσφαιρα μέσω της εξατμίσσης. Τα περισσότερα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι δυνατόν να υποστούν σε κάποιο βαθμό αποδόμηση με υδρόλυση ή μεταβολισμό μέσω μικροοργανισμών στο έδαφος, αλλά συχνά μετατρέπονται σε ουσίες ίσης ή μεγαλύτερης τοξικότητας και πτητικότητας. Ασταθή βιοκτόνα ενδέχεται να υποστούν σταδιακή αποδόμηση με έκλυση αερίων προϊόντων στον αέρα. Ακόμη και σταθερά φυτοπροστατευτικά προϊόντα τα οποία οδηγούνται σε ταφή είναι δυνατόν να μετατραπούν σε πηγή ρύπανσης του αέρα για αρκετά χρόνια, εκτός εάν καούν σε στεγανούς χώρους.

Η καύση αποτελεί την πιο λογική μέθοδο διαχείρισης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, αλλά εφόσον δεν γίνεται αποτελεσματικά, είναι δυνατόν να παραχθούν προϊόντα τα οποία ρυπαίνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πλήρη καύση σκευασμάτων τα οποία περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και πιθανώς οξυγόνο, θα δώσουν CO_2 και νερό. Σε συνθήκες ατελούς καύσης είναι δυνατόν να παραχθεί CO ένας γνωστός αέριος ρυπαντής. Κατά την καύση οργανικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων που περιέχουν άζωτο όπως τριαζίνες και καρβαμιδικά, είναι δυνατόν να παραχθούν κυαναμίδη, αμμωνία και μερικές φορές οξειδία του αζώτου. Ακόμη και υπό συνθήκες τέλει καύσης οργανοχλωριωμένα σκευάσματα μερικά των οποίων περιέχουν άζωτο, είναι δυνατόν να δώσουν HCl , Cl_2 και COCl_2 . Σε συνθήκες λιγότερο ιδανικής καύσης, είναι δυνατόν να παραχθεί μια μεγαλύτερη ποικιλία χλωριωμένων παραγωγών. Σκευάσματα που περιέχουν θείο όπως θειο-φωσφορικά σκευάσματα είναι πρόδρομοι SO_2 υπό ιδανικές συνθήκες καύσης (Lewis and Lee Jr. και πηγές 1976).

Οι Kennedy et al. (1972) ανέλυσαν τα κύρια πτητικά προϊόντα που παράγονται κατά την αποτέφρωση 20 συσκευασιών κοινών φυτοπροστατευτικών προϊόντων στους 900°C . Τα αποτελέσματα των ερμημάτων δίνονται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10: Πτητικά συστατικά από την αποτέφρωση φυτοφαρμάκων στους 900⁰ C. (Kennedy et al. 1972)

Φυτοφάρμακο	Προϊόντα αποτέφρωσης
Atrazine	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, NH ₃
Bromacil	CO, CO ₂
Carbaryl	CO, CO ₂ , NH ₃ , O ₂
Dalapon	CO, CO ₂ , Cl ₂ , O ₂ , HCl
DDT	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl
Dicamba	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, O ₂
+Dieldrin	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, O ₂
Diuron	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, NO, NH ₃
Dinoseb	CO, CO ₂ , NH ₃
DSMA	CO, CO ₂ , O ₂
Malathion	CO, CO ₂ , SO ₂ , H ₂ S, O ₂
Dibromochloropropane	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl
Paraquat	CO, CO ₂ , NH ₃
Picloram	CO, CO ₂ , NH ₃ , Cl ₂
PMA	CO, CO ₂ ,
Trifluralin	CO, CO ₂ , NH ₃
2,4-D	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, O ₂
2,4,5-T	CO, CO ₂ , Cl ₂ , HCl, O ₂
Vernolate	CO, CO ₂ , NH ₃ , O ₂
Zineb	CO, CO ₂ , NH ₃ , H ₂ S

Σε ένα άλλο πείραμα οι Smith et al. (1971) από Lewis and Lee, Jr. (1976), μελέτησαν το κίνδυνο τοξικότητας από την καύση οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων. Κατά την άποψη τους, οι αντιδράσεις των οργανοφωσφορικών σκευασμάτων στη φωτιά μπορούν να ταξινομηθούν σε αντιδράσεις αποσύνθεσης, ισομερισμού και πολυμερισμού, οι δε αντιδράσεις ισομερισμού παράγουν προϊόντα με τοξικότητα εφάμιλλη των αρχικών προϊόντων.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, κήκαν διαλύματα malathion σε μια ποικιλία διαλυτών. Κατά την ανάλυση των αερίων υπεράνω της φωτιάς καθώς και των υπολειμμάτων, βρέθηκε ότι ουσιωδώς, τα εντομοκτόνα τα οποία κήκαν καταστράφηκαν, αν και προσδιορίστηκε το διμεθυλικό φουράνιο ως πιθανό προϊόν της αποσύνθεσης τους.

2.2.1.7 Συνέπειες

Στον αέρα ακόμη και αστικών περιοχών ανιχνεύονται φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Σε αστικές περιοχές της Κολομβίας, βρέθηκε ότι η ρύπανση του αέρα από τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα DDT, aldrin και dieldrin, συνδέονταν με την εκτεταμένη χρήση τους σε γειτονικές αγροτικές

περιοχές. Η ρύπανση μάλιστα από το DDT στην Κολομβία, ήταν 10 φορές υψηλότερη από ότι στην Κεντρική Ευρώπη . Σε συνοικίες μάλιστα με

βιομηχανίες παραγωγής φυτοπροστατευτικών προϊόντων, η ρύπανση του αέρα βρέθηκε ότι ήταν ιδιαίτερα υψηλή. Στον αέρα εξάλλου του Ν.Δελχί, πρωτεύουσας των Ινδιών, βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις DDT και HCH. Στην Καλιφόρνια ανιχνεύθηκαν φυτοπροστατευτικά προϊόντα ακόμη και στην ομίχλη. Τα οργανοφωσφορικά και τα οξειδωμένα μεταβατικά τους προϊόντα (οξόνια) ανιχνεύονταν συχνότερα καθώς και τα ζιζανιοκτόνα σιμαζίνη και ατραζίνη. Στον αέρα τεσσάρων πόλεων της Καλιφόρνιας αλλά και σε απομακρυσμένες περιοχές του Καναδά, ανιχνεύτηκαν ποσότητες DDT. Ακόμη και στους πάγους της Ανταρκτικής ανιχνεύτηκε DDT σε ποσότητες 40 μέρη ανά τρισεκατομμύριο. Αλλά και στην Ευρώπη, σε δυο περιοχές του Λονδίνου ανιχνεύτηκαν σε βρόχινο νερό υπολείμματα DDT, dieldrin και C₆H₆. Σε σχέση με το DDT, τα ανωτέρω φαίνεται ότι είναι συνέπεια της εξαιρετικής κινητικότητας την οποία εμφανίζει. Παρασύρεται δηλαδή ακόμη και από την εξάτμιση και έτσι, από τη θάλασσα για παράδειγμα, ανιχνεύεται στα σύννεφα και με την επίδραση των ανέμων και της βροχής, διασκορπίζεται σε ολόκληρη τη γη.



Εικόνα 11: Ρύπανση εδάφους.
(http://4.bp.blogspot.com/_03maB.jpg)

2.3 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και έδαφος

Όταν τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα βρεθούν στο έδαφος είτε λόγω απευθείας εφαρμογής είτε λόγω κατάληξης σε αυτό ύστερα από επεμβάσεις διαφόρων τύπων, υφίστανται τις ακόλουθες διεργασίες:

Εξάτμιση: Η ιδιότητα αυτή είναι και ο λόγος που ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (πχ.βρωμιούχο μεθύλιο) επιλέγονται επειδή εξαιτίας αυτής έχουν την ικανότητα να εισχωρούν στο έδαφος και να το απολυμαίνουν από τα διάφορα εδαφοπαράσιτα, παθογόνα ή σπόρους ζιζανίων. Το μυκητοκτόνο PCNB και το ζιζανιοκτόνο triflurazin εξατμίζονται από την επιφάνεια του εδάφους κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Προσρόφηση: Η προσρόφηση των εδαφοπροστατευτικών προϊόντων από τα ανόργανα και τα οργανικά συστατικά του εδάφους, εξαρτάται από την παρουσία ή μη στο μόριο τους δραστικών ομάδων όπως $-CH$, NH_2 , NHR , $-CONH_2$, $-COOH$ και $-NR_3$ καθώς και από τους δεσμούς H_2 και την πρωτονίωση των μορίων του σκευάσματος. Λίγα σχετικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα π.χ. τα ζιζανιοκτόνα paraquat και diquat που παράγονται υπό μορφή κατιόντων, προσροφώνται σχεδόν αποκλειστικά από τα ανόργανα κολλοειδή του εδάφους. Το paraquat αλλά και το methyl-parathion αναπτύσσουν τόσο ισχυρούς δεσμούς με τα ανόργανα κολλοειδή του εδάφους ώστε είναι σχεδόν αδύνατο να αποσπάσει κανείς τους δραστικούς παράγοντες του φυτοπροστατευτικού προϊόντος.

Έκπλυση: Πρόκειται για διεργασία αντίθετη της προσρόφησης. Μόρια ένωσης ισχυρώς προσροφημένα είναι δύσκολο να εκπλυθούν προς τα κατώτερα στρώματα του εδάφους. Προϋπόθεση της έκπλυσης είναι η καθοδική κίνηση νερού, η δε ταχύτητα της είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε άργιλο και οργανική ουσία. Τα ζιζανιοκτόνα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ταχύτητα έκπλυσης σε σχέση με τα μυκητοκτόνα και τα εντομοκτόνα. Η έκπλυση είναι μεγαλύτερη σε εδάφη αμμώδη και φτωχά σε οργανική ουσία.

Διάσπαση: Με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (DDT, diquat, τριαζίνες), υφίσταται φωτοδιάσπαση. Ορισμένα άλλα διασπώνται χημικά με την καταλυτική και μόνο δράση του εδάφους χωρίς την παρεμβολή ενζύμων ή μικροβίων. Σε όξινα εδάφη, τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα και οι τριαζίνες που προσροφώνται στα ανόργανα κολλοειδή του εδάφους, αρχικά υδρολύονται και στη συνέχεια διασπώνται.

Μικροβιακή αποσύνθεση: Αποτελεί τον κυριότερο τρόπο απομάκρυνσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το εδαφικό περιβάλλον. Η ταχύτητα

αποσύνθεσης εξαρτάται από την παρουσία στο μόριο της ένωσης ορισμένων χημικών ομάδων όπως -COO^- , -NH_2 , -NO_2 . Το DDT μπορεί να μετατραπεί με τη δράση ορισμένων μυκήτων ή βακτηρίων σε DDD υπό αναερόβιες συνθήκες με ταχύ ρυθμό ή σε DDE σε αερόβιες συνθήκες αλλά με αργό ρυθμό. Τα

οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D, οι φαινυλουρίες, τα αλειφατικά οξέα και τα καρβαμιδικά διασπώνται ταχύτατα με την επίδραση πλήθους μικροοργανισμών.

Συνέπεια όλων των παραπάνω διεργασιών που υφίσταται τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα στο έδαφος είναι η υπολειμματικότητα τους, η διάρκεια δηλαδή παραμονής και δράσης τους στο έδαφος. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην υπολειμματικότητα των γεωργικών φαρμάκων. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα για παράδειγμα διαρκούν στο έδαφος μόνο λίγες ημέρες, το ζιζανιοκτόνο 2,4-D διαρκεί 2-4 εβδομάδες, το DDT και άλλοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες παραμένουν στο έδαφος από 3 μέχρι 15 χρόνια.

Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο έδαφος βρέθηκε ότι ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα ασκούν δυσμενή επίδραση μικρής ή μεγάλης διάρκειας στη σύνθεση και το ύψος των μικροβιακών πληθυσμών, στη δράση των μικροβίων, στην ταχύτητα διάσπασης της οργανικής ουσίας, στους κύκλους των στοιχείων N, S και P, καθώς και στη μικροβιακή σύνθεση της ριζόσφαιρας.

Αξιζει να αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα από τη δυσμενή επίδραση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη μικροπανίδα του εδάφους:

Βρέθηκε ότι το εξαχλωριούχο βενζόλιο σε ποσότητα 4kg/ha και το Carbaryl σε ποσότητα 54kg/ha ελάττωσαν σημαντικά τον πληθυσμό των ωφέλιμων μικροαρθροπόδων του εδάφους και άλλαξαν τη σύνθεση του πληθυσμού των εντόμων του εδάφους.

Η χρησιμοποίηση των καπνογόνων Varan και DD για απαλλαγή του εδάφους από διάφορα παθογόνα προκάλεσε το θάνατο του συνόλου σχεδόν του πληθυσμού των αρθροπόδων του εδάφους και χρειάστηκαν δυο περίπου χρόνια για την αποκατάσταση του πληθυσμού τους.

Ευρέως φάσματος απολυμαντικά του εδάφους (Metham sodium, DiTrapex, βρωμιούχο μεθύλιο κ.α.), νηματωδοκτόνα (διβρωμιούχο αιθυλένιο, διχλωροπροπάνιο κ.α.), οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα είναι πολύ τοξικά για τους γαιοσκώληκες, των οποίων η σημασία στη βελτίωση της γονιμότητας και της μηχανικής σύστασης του εδάφους είναι μεγάλη.

Εξίσου βλαπτική είναι και η επίδραση των μυκητοκτόνων στους πληθυσμούς των γαιοσκωλήκων. Έτσι, ράντισμα νεκρών φύλλων με benomyl σε δόση 500g/ha προκάλεσε αποδεκατισμό των πληθυσμών του είδους *Lubricus terrestris* L. Παρατηρήθηκε μείωση της δραστηριότητάς τους και κυρίως της σκαπτικής τους ικανότητας. Ο χαλκός, ο οποίος υφίσταται ισχυρή απορρόφηση από τα κολλοειδή του εδάφους, μπορεί να προκαλέσει πλήρη εξαφάνιση των γαιοσκωλήκων στη συγκέντρωση των 260ppm. Αναφορές για δυσμενείς επιδράσεις στους πληθυσμούς των γαιοσκωλήκων γίνονται και για τα μυκητοκτόνα Captan, carbendazim, dinocap, thiophanate-methyl, chloropicrin και για οργανοϋδραργυρούχες ενώσεις.

Σε ορισμένες περιπτώσεις τα ίδια τα μυκητοκτόνα μπορούν να αποτελέσουν υπόστρωμα αποδόμησης από τους μικροοργανισμούς του εδάφους, γεγονός επιθυμητό μέχρις ενός ορίου, πέραν του οποίου υπάρχει

περίπτωση -σε συχνές επεμβάσεις- να πολλαπλασιασθεί υπερβολικά η αποδομητική μυκοχλωρίδα, κάτι που καθιστά αναποτελεσματικό το μυκητοκτόνο. Μια τέτοια αποδόμηση σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να προκαλέσει φαινόμενα φυτοτοξικότητας στα προϊόντα.

Πέρα από τα παραπάνω, με την είσοδο ενός μυκητοκτόνου στο έδαφος, είναι δυνατόν να προκληθεί διατάραξη στην εδαφική βιολογική ισορροπία και να εμφανισθεί μια δευτερεύουσα ασθένεια στην προσπάθεια αντιμετώπισης μιας κύριας. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως εναλλαγή των ασθενειών.

Κάποια μυκητοκτόνα επίσης (Thiram, captan κ.α.) ασκούν τοξική επίδραση στα διάφορα συμβιωτικά Rhizobium των ψυχανθών, ενώ η συχνή χρήση μυκητοκτόνων είναι δυνατόν να προκαλέσει αύξηση της εδαφικής βακτηριακής χλωρίδας, λόγω του περιορισμού των μυκήτων- ανταγωνιστών στο υπάρχον θρεπτικό υπόστρωμα.

Η χρησιμοποίηση διαφόρων απολυμαντικών εδάφους (χλωροπικρίνη, CH₃, Br, dazomet) και διαφόρων μυκητοκτόνων, είναι δυνατόν να προκαλέσουν θάνατο των μυκορριζών με συνέπεια την εμφάνιση τροφικών ανωμαλιών στα φυτά. Τα μυκορριζα ως γνωστόν προστατεύουν τα φυτά από τις διάφορες ασθένειες και τα εμπλουτίζουν με αφομοιώσιμο φώσφορο.

Με τη χρήση ζιζανιοκτόνων εξάλλου και την αλλαγή των φυτικών ειδών, παρατηρήθηκε αλλαγή και στη μικροχλωρίδα του εδάφους όπως π.χ. σε βακτήρια και σε επιβλαβείς για τα φυτά μύκητες. Είναι δε γενικά παραδεκτό ότι τα ζιζανιοκτόνα ευνοούν τις δασοπαθολογικές ασθένειες από μύκητες κλπ επειδή έκτος των άλλων προκαλούν αλλαγές στη βιοκοινότητα και στο κλίμα. Η δε μακροχρόνια χρήση ζιζανιοκτόνων προκαλεί ελάττωση της οργανικής ουσίας του εδάφους στο επιφανειακό στρώμα πάχους έως 30cm με δυσμενείς συνέπειες στη χλωρίδα του εδάφους.

Εν κατακλείδι, ζημιά στη μικροπανίδα και χλωρίδα του εδάφους είναι δυνατόν να έχει επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους. Μειώνοντας τη γονιμότητα του εδάφους τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα –έμμεσα- μπορούν να προκαλέσουν μείωση της παραγωγής και αύξηση του κόστους από τη χρήση λιπασμάτων και ως εκ τούτου οικονομική απώλεια και πρόσθετες δαπάνες για τον καλλιεργητή.

2.4 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και νερά (Επιφανειακά- Υπόγεια)

2.4.1.1 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και επιφανειακά νερά

Η παρουσία φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον είχε διαπιστωθεί έμμεσα από ειδικούς της χημικής φυτοπροστασίας, από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Παρατηρήθηκαν δηλαδή σε πολλές περιπτώσεις θάνατοι ψαριών σε ποταμούς, λίμνες, ρυάκια ή σε εκβολές ποταμών, ύστερα από τη χρήση εντομοκτόνων για την προστασία καλλιεργειών. Οι θάνατοι αυτοί αποδόθηκαν στη ρύπανση των νερών από τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν απευθείας στο υδάτινο περιβάλλον ή μέσω των νερών αποστράγγισης ή μέσω επιφανειακών νερών προερχόμενων από γειτονικούς αγρούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις ή ανάλυση δειγμάτων νερού και νεκρών ψαριών, ανακάλυψε την παρουσία υπολειμμάτων των εντομοκτόνων που είχαν χρησιμοποιηθεί (πίνακας 11).

Πίνακας 11: Θάνατοι ψαριών από εντομοκτόνα (Μπαλαγιάννης 1989)

Έτος	Εντομοκτόνο	Αριθμός νεκρών ψαριών	Περιοχή
1951	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Αλαμπάμα
1952	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Φλώριδα
1957	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Φλώριδα
1958	Dieldrin	Δεν εκτιμήθηκε	Φλώριδα
1960	DDD	Δεν εκτιμήθηκε	Καλιφόρνια
1963	Endrin	5×10^6	Μισισιπή
1964	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	N. Υόρκη
1969	Endosulfan	Δεν εκτιμήθηκε	Ρήνος
1963-69	Toxphene ή Endosulfan	93×10^3	Καλιφόρνια
1970-74	Toxphene ή Endosulfan	48×10^3	Καλιφόρνια
1975-79	Toxphene ή Endosulfan	65×10^3	Καλιφόρνια
1980-83	Toxphene ή Endosulfan	7×10^3	Καλιφόρνια

Λεπτομερέστερη έρευνα έδειξε την παρουσία υπολειμμάτων των εντομοκτόνων όχι μόνο στο νερό αλλά και στη λάσπη καθώς και στη χλωρίδα και στη μικροπανίδα του υδάτινου περιβάλλοντος της περιοχής.

Οι διαπιστώσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως φυσική συνέπεια του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνταν τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα γενικά στις δεκαετίες του 50 και του 60 αλλά και αργότερα, χωρίς να μπορεί κανείς να ισχυρισθεί ότι και στις μέρες μας γίνεται ορθολογική χρήση των επικίνδυνων αυτών σκευασμάτων. Μεγάλες ποσότητες DDT και άλλων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων ψεκάζοντας από αέρος ή από εδάφους και σε μεγάλες εκτάσεις για την καταπολέμηση κουνουπιών, επιβλαβών

εντομολογικών ειδών καλλιεργειών αλλά και δασών. Η δοσολογία της δραστικής ουσίας ήταν όχι σπάνια μεγαλύτερη της συνιστώμενης, η δε απόρριψη του υπολοίπου ψεκαστικού διαλύματος καθώς και του νερού πλυσίματος των ψεκαστικών μηχανημάτων και των δοχείων συσκευασίας, γινόταν όχι σπάνια σε ρυάκια, λίμνες κλπ. Η πρώτη εξάλλου γενιά των νέων εντομοκτόνων, τα οργανοχλωριωμένα, είχαν την ιδιότητα να είναι σταθερά στη χημική και βιολογική αποδόμηση και να παραμένουν αναλλοίωτα στο περιβάλλον για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Έτσι σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων διέρρεαν με τα νερά στράγγισης ή τα επιφανειακά ρέοντα νερά της βροχής ή των αρδεύσεων στις αποστραγγιστικές τάφρους ή σε ρυάκια, ποτάμια και γενικά στις λεκάνες απορροής της περιοχής. Σε κάποιες μάλιστα περιπτώσεις, η ίδια η βιομηχανία παρασκευής ή τυποποίησης φυτοπροστατευτικών προϊόντων υπήρξε υπεύθυνη για τη ρύπανση των νερών, όπως συνέβη στη περιοχή του Μισισιπή των Η.Π.Α. το 1963, όπου από τα απόβλητα βιομηχανίας παρασκευής endrin, πέθαναν 5 εκατομμύρια ψάρια. Το ίδιο φαινόμενο επαναλήφθηκε το 1969 στο Ρήνο, από απόβλητα εργοστασίου παρασκευής Endosulfan (Μπαλαγιάννης 1989). Οι Κιλικίδης και συνεργάτες (1984) αναφέρουν ότι στον κόλπο της Θεσσαλονίκης βρέθηκαν στο θαλασσινό νερό και σε μύδια τη διετία 1978-79 σημαντικές ποσότητες παραγώγων και μεταβολιτών του DDT όπως pp-DDT, pp-DDE και pp-DDD, εξαχλωριούχο βενζόλιο και πολυχλωριωμένα διφαινύλια και σε μύδια μικρή ποσότητα aldrin. Υπόψη ότι τα φυτοφάρμακα αυτά είχαν ήδη απαγορευτεί πριν 4-5 χρόνια από την περίοδο των παρατηρήσεων αυτών.

Νεκρά ψάρια παρατηρούνται συχνά στο Λουδία και στον Αλιάκμονα ενώ στη λίμνη Βιστωνίδα εμφανίστηκε μαζικός θάνατος ψαριών παλαιότερα που αποδόθηκε σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Χρυσόγελος 1988).

Παρόμοια περιστατικά συναντώνται κατά δεκάδες στη διεθνή βιβλιογραφία των τελευταίων δεκαετιών που αναφέρονται σε θανάτους ψαριών, πουλιών, θηλαστικών και αγρίων ζώων λόγω ρύπανσης από φυτοπροστατευτικά προϊόντα λιμνών, θαλασσών κλπ και ως συνέπεια της τροφικής εξάρτησης των ειδών στο οικοσύστημα.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα δεν λείπουν ούτε από το πόσιμο νερό. Στην Καλιφόρνια, εκτός από χλωριωμένους υδρογονάνθρακες έχουν ανιχνευθεί και οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα όπως το Dimethoate, αλλά και ζιζανιοκτόνα όπως τα 2,4-D και 2,4,5-T. Στην πρώην Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας εξάλλου, ανιχνεύθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις σε πόσιμο νερό σε συγκέντρωση 95μg/l. Σε περιοχές του Ελ Σαλβαδόρ βρέθηκαν σε νερά πηγαδιών υπολείμματα των οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων Aldrin και Dieldrin σε συγκεντρώσεις μέχρι 193μg/l καθώς και DDT σε συγκέντρωση 111μg/l (Pan 1988).

2.4.1.1.1 Τρόποι ρύπανσης επιφανειακών νερών

Είναι γεγονός ότι η είσοδος των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον γενικά, είναι δυνατόν να συμβεί πριν ακόμη το νερό της άρδευσης ή της βροχής έλθει σε επαφή με μια ψεκασμένη επιφάνεια. Και αυτό επειδή υπάρχουν περιπτώσεις όπου στο νερό της βροχής ανιχνεύονται υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα οποία προέρχονται από την εξάτμιση ή την εξάχνωση της δραστικής ουσίας μετά την εφαρμογή του σκευάσματος στο οποίο περιέχονταν, ή από τη διασπορά σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού ή κόκκων σκόνης στο περιβάλλον.



Εικόνα 12: Δείγμα ρύπανσης νερών του Αμβρακικού Κόλπου.
(<http://www.epirotikosagon.gr/thumb/mypics/Admin/1/2548Amvrakikos.jpg>)

Οι κύριοι όμως τρόποι εισόδου φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο υδάτινο περιβάλλον είναι η απευθείας εφαρμογή τους σε αυτό (λίμνες, ποτάμια κλπ), μέσω των νερών αποστράγγισης των εδαφών τα οποία περιέχουν υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και με νερά τα οποία ρέουν επιφανειακά σε εδάφη με υπολείμματα και παρασύρουν εδαφικό υλικό.

Απευθείας εφαρμογή

Πολλές φορές στο παρελθόν αλλά και σήμερα γίνονται εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην επιφάνεια λιμνών και παράκτιων περιοχών για την αντιμετώπιση επιβλαβών ειδών εντόμων ή για την

καταστροφή υδροχαρών φυτών. Τέτοιες εφαρμογές έχουν ως συνέπεια τη διατάραξη της ισορροπίας στο οικοσύστημα και την καταστροφή της πανίδας και της χλωρίδας της περιοχής. Ένα κλασσικό παράδειγμα αποτελεί εκείνο της

clear lake στην Καλιφόρνια στην οποία έγιναν επεμβάσεις για την αντιμετώπιση της σκνίπας την περίοδο 1949-57. Χρησιμοποιήθηκε το DDD σε συγκέντρωση 14-20 µg/l που δεν είχε τοξική επίδραση στους υδρόβιους μικροοργανισμούς και στα ψάρια. Παρατηρήθηκαν όμως το 1954 θάνατοι πουλιών που τρέφονταν με ψάρια της λίμνης, στο λιπώδη ιστό των οποίων ανιχνεύθηκε DDD σε συγκέντρωση που έφτανε τα 1600mg/kg ζώντος βάρους πουλιού, που ήταν σαφώς θανατηφόρος και αποτελεί τυπικό παράδειγμα βιομεγέθυνσης της συγκέντρωσης χλωριωμένου υδρογονάνθρακα.

Έχει γίνει ευρέως αποδεκτό σήμερα ότι τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για το περιβάλλον γενικά, λόγω των ιδιοτήτων τους. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, τα καρβαμιδικά και γενικά τα εντομοκτόνα της νέας γενιάς είναι απίθανο να προκαλούν παρόμοια φαινόμενα εκείνων των οργανοχλωριωμένων, δεδομένου ότι έχουν σχεδιασθεί να μην έχουν τις ιδιότητες της βιοσυσσώρευσης και βιομεγέθυνσης και να αποδομούνται γρήγορα. Για παράδειγμα, το fenitrothion που χρησιμοποιείται στην καταπολέμηση εντόμων σε έλη και λίμνες αποδομείται σε 2-4 ημέρες. Η πυρεθρίνη deltamethrin εφαρμοζόμενη σε επιφανειακά νερά, παραμένει εκεί για λίγες ώρες, με ημιπερίοδο ζωής 1 ώρα. Η ημιπερίοδο ζωής των endosulfan και malathion σε υδάτινο οικοσύστημα είναι 2-5 ημέρες με pH του υγρού μέσου περίπου 8, και 8-22 ημέρες σε pH περίπου 7. Σε αλκαλικό pH οι ουσίες αυτές υδρολύονται πολύ γρήγορα (Μπαλαγιάννης 1989).

Στον πίνακα 12 δίνεται η υπολειμματικότητα φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο νερό.



Εικ 13: Μόλυνση λίμνης από χρήση φυτοπροστατευτικών.
(<http://www.mitnet.gr/orfeas/odiporiko/Bistonida/00077.jpg>)

Πίνακας 12: Υπολειμματικότητα φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο νερό ποταμών (Eichelberger and Lichtenberg 1971)

Είδος φυτοπροστατευτικού προϊόντος	Σκεύασμα που βρέθηκε % σε χρόνο				
	0 εβδ.	1 εβδ.	2 εβδ.	4 εβδ.	8 εβδ.
Οργανοχλωριωμένα σκευάσματα					
BHC	100	100	100	100	100
Heptachlor	100	25	0	0	0
Aldrin	100	100	80	40	20
Heptachlor epoxide	100	100	100	100	100
Telodrin	100	25	10	0	0
Endosulfan	100	30	5	0	0
Dieldrin	100	100	100	100	100
DDE	100	100	100	100	100
DDT	100	100	100	100	100
DDD	100	100	100	100	100
Chlordane	100	90	85	85	85
Endrin	100	100	100	100	100
Οργανοφωσφορικά σκευάσματα					
Parathion	100	50	30	<5	0
Methyl parathion	80	25	10	0	0
Malathion	100	25	10	0	0
Ethion	100	90	75	50	50
Trithion	90	25	10	0	0
Fenthion	100	50	10	0	0
Dimethoate	100	100	85	75	50
Merphos	0	0	0	0	0
Azodrin	100	100	100	100	100
Καρβαμιδικά σκευάσματα					
Sevin	90	5	0	0	0
Zactran	100	15	0	0	0
Matacil	100	60	10	0	0
Mesurool	90	0	0	0	0
Baygon	100	50	30	10	5
Monuron	80	40	30	20	0
Fenuron	80	60	20	0	0

Νερά αποστράγγισης

Τα νερά αποστράγγισης εδαφών που δέχονται επεμβάσεις με φυτοπροστατευτικά προϊόντα άμεσα (στο έδαφος) ή έμμεσα (ψεκασμοί-επιπάσεις των φυτών), αποτελούν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης λιμνών, ποταμών, ρυακιών, θαλασσών κλπ που είναι και οι φυσικοί αποδέκτες των νερών αυτών.

Σε πείραμα που εξετάστηκε η μετακίνηση parathion από ένα αγρό σε

παρακείμενα κανάλια αποστράγγισης και άρδευσης διαπιστώθηκε ότι αμέσως μετά την επέμβαση η συγκέντρωση της δραστικής ουσίας του εντομοκτόνου ήταν 30μg/l, σε 24 ώρες μειώθηκε σε 3μg/l, διαπιστώθηκαν όμως υπολείμματα του σε αποστάσεις 45-100m κατά μήκος των καναλιών. Σε άλλη περίπτωση η συγκέντρωση των ζιζανιοκτόνων atrazine και dicamba αυξάνονταν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στα νερά αποστράγγισης και μειωνόταν στα διαστήματα μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων.

Στην Ολλανδία παρατηρήθηκε ότι νερά αποστράγγισης θερμοκηπίων όπου χρησιμοποιούνταν απολυμαντικά εδάφους (κυρίως βρωμιούχο μεθύλιο), είχαν σε μεγάλη συγκέντρωση τα σκευάσματα αυτά, την εποχή κυρίως που χρησιμοποιούνταν στα θερμοκήπια.

Υπάρχουν πειραματικά δεδομένα σύμφωνα με τα οποία, τα νερά αποστράγγισης μετά από άρδευση εδαφών στα οποία προηγήθηκε χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, είναι ρυπασμένα με υπολείμματα των σκευασμάτων αυτών. Ο βαθμός ρύπανσης εξαρτάται από το χρονικό διάστημα μεταξύ εφαρμογής του παρασιτοκτόνου και της άρδευσης. Τέτοια νερά π.χ. από αγρό που αρδεύτηκε αμέσως μετά από ψεκασμό με permethrin περιείχαν μέχρι 70mg/l δραστικής ουσίας (Μπαλαγιάννης 1989).

Ρέοντα ύδατα

Με τον όρο επιφανειακή απορροή νοείται η διαφυγή από την επιφάνεια ενός έστω και λίγο κεκλιμένου εδάφους και προς την κατεύθυνση της κλίσης του, μέρος του νερού το οποίο δέχεται είτε υπό μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είτε μέσω άρδευσης. Σε περίπτωση που η επιφανειακή απορροή λαμβάνει χώρα σε εδάφη που προηγουμένως δέχτηκαν επεμβάσεις με φυτοπροστατευτικά προϊόντα (είτε απευθείας είτε έμμεσα ύστερα από ψεκασμό καλλιεργούμενων φυτών ή ζιζανίων), παρασύρεται και εδαφικό υλικό με υπολείμματα των ουσιών αυτών, ρυπαίνοντας τους φυσικούς τους αποδέκτες (ποτάμια, ρυάκια, λίμνες, θάλασσες). Και τούτο επειδή σε πολλές περιπτώσεις η δραστική ουσία του φυτοπροστατευτικού προϊόντος είναι προσροφημένη στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους και μεταφέρεται μαζί του όταν παρασύρεται με το νερό (υδατική διάβρωση). Φαίνεται λοιπόν ότι η διάβρωση των εδαφών είναι μια από τις κύριες αιτίες μεταφοράς φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το επιφανειακό έδαφος στους φυσικούς αποδέκτες των νερών που ρέουν επίσης επιφανειακά.

Πολλές έρευνες εξάλλου έδειξαν ότι η συγκέντρωση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα ρέοντα επιφανειακά νερά σε εδάφη που προηγουμένως δέχθηκαν επεμβάσεις με αυτά, είναι σημαντικά μεγάλη και ότι τα νερά αυτά είναι μια κύρια πηγή ρύπανσης των επιφανειακών νερών (λιμνών, θαλασσών, ποταμών κλπ). Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα βρέθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση της δραστικής ουσίας ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος σε επιφανειακώς ρέοντα νερά από ότι σε νερά αποστράγγισης.

Είναι γνωστό ότι μετά την εφαρμογή ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος και ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες στο περιβάλλον, μέρος της δραστικής ουσίας του σκευάσματος εξατμίζεται ή εξαχνώνεται ή υφίσταται διασπορά στο περιβάλλον με μορφή σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού ή κόκκων σκόνης του φαρμάκου. Σε νερό της βροχής έχουν ανιχνευθεί υπολείμματα φυτοφαρμάκων προερχόμενων από τη διασπορά αυτή της δραστικής ουσίας του σκευάσματος προς το περιβάλλον. Μέσω της βροχής, τα

υπολείμματα αυτά επιστρέφουν στη γη, ρυπαίνοντας μεταξύ των άλλων και το υδάτινο περιβάλλον.

Αλλά και με την άρδευση των καλλιεργειών που αποσκοπεί κατά βάση στην προμήθεια τους με την αναγκαία ποσότητα νερού, είναι δυνατή η ρύπανση των επιφανειακών νερών. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπου π.χ. οι πηγές αρδευτικού νερού όπως πηγάδια, γεωτρήσεις (υπόγειες πηγές) ή λίμνες, ποτάμια, αποστραγγιστικά κανάλια (επιφανειακές πηγές), έχουν ήδη ρυπανθεί από φυτοπροστατευτικά προϊόντα από προηγούμενες χρήσεις. Σε περιοχές της Καλιφόρνιας για παράδειγμα όπου χρησιμοποιούνται πολλά φυτοπροστατευτικά προϊόντα και στις οποίες το νερό αποστράγγισης επαναχρησιμοποιείται για άρδευση καλλιεργειών, διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση των εντομοκτόνων και κυρίως του endrin στο νερό άρδευσης αυξάνονταν σημαντικά κατά την καλλιεργητική περίοδο και μειωνόταν σε οριακά επίπεδα στις ενδιάμεσες περιόδους. Σε περιπτώσεις επίσης όπου οι εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων γίνονται επιφανειακά σε εδάφη επικλινή και η άρδευση εφαρμόζεται με συστήματα επιφανειακής ροής π.χ. αυλάκια, λεκάνες ή με συστήματα υπό πίεση (καταιονισμός, σταγόνες, μικροεκτοξευτήρες) και σε ρυθμούς εφαρμογής που υπερβαίνουν την ταχύτητα διήθησης του εδάφους, παρατηρείται μια σημαντική απορροή και μεταφορά των φυτοπροστατευτικών προϊόντων μαζί με το νερό σε χαμηλότερα σημεία, με συνέπεια την κατάληξη της επιφανειακής απορροής στους όποιους γειτονικούς φυσικούς αποδέκτες.

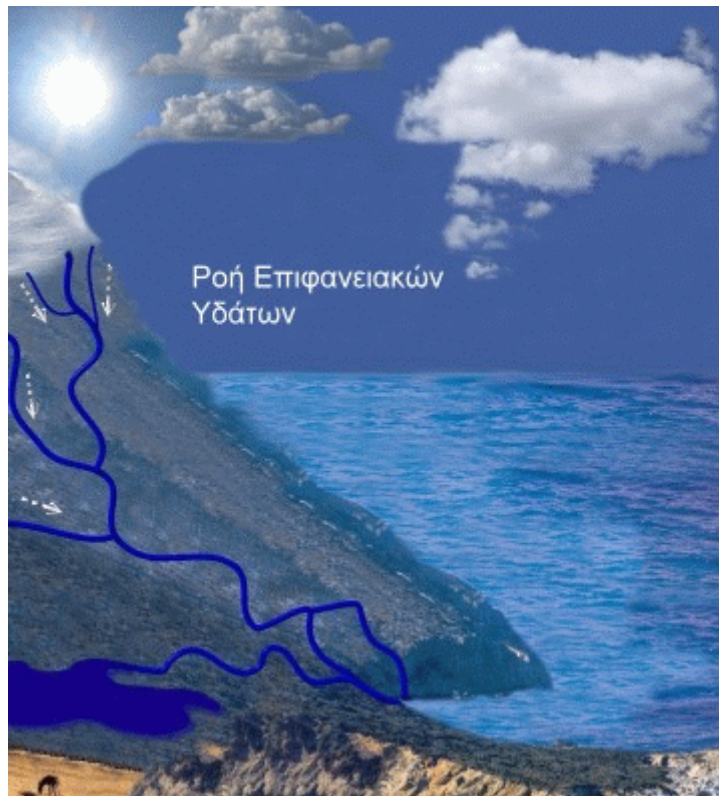
Πέρα όμως της ρύπανσης των επιφανειακών νερών λόγω της απορροής του νερού άρδευσης είναι δυνατόν να προκληθεί ρύπανση τόσο σε αυτά όσο και στα υπόγεια νερά λόγω της βαθιάς διήθησης του αρδευτικού νερού. Η βαθιά διήθηση γενικά είναι συνάρτηση του ύψους και της κατανομής της βροχόπτωσης ή της δόσης άρδευσης και της μεθόδου άρδευσης (πέραν των ιδιοτήτων του εδάφους, της έντασης της εξάτμισης του νερού και της παρουσίας ή όχι καλλιέργειας καθώς και από το είδος της). Η δόση της άρδευσης αποτελεί ένα ουσιώδη παράγοντα πρόκλησης της βαθιάς διήθησης. Υπερβολικές δόσεις αναγκάζουν το νερό να κινηθεί βαθύτερα και να μετατραπεί σε ρυπογόνο παράγοντα καθώς μεταφέρει στην πορεία του και τη δραστική ουσία των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ή γενικότερα, τα αγροχημικά). Η βαθιά διήθηση είναι επίσης συνάρτηση της μηχανικής σύστασης του εδάφους, της διαλυτότητας του αγροχημικού και του είδους και της μορφής του συγκεκριμένου αγροχημικού.

Η μέθοδος άρδευσης αφετέρου, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το βάθος της διήθησης. Έτσι, σε μέσης σύστασης εδάφη με λεκάνες ή αυλάκια, παρουσιάζονται αρκετές πιθανότητες για εμφάνιση βαθιάς διήθησης. Η άρδευση με κατάκλιση ή καταιονισμό παρουσιάζει κάποτε τον κίνδυνο βαθιάς διήθησης τόσο λόγω της ανομοιομορφίας της αρδευόμενης έκτασης όσο και λόγω της αδυναμίας υπολογισμού της δόσης που καλύπτει μόνο το ριζόστρωμα. Η άρδευση με σταγόνες ή μικροεκτοξευτήρες παρουσιάζει μεγαλύτερη καταλληλότητα όσο αφορά τον έλεγχο στην ακρίβεια της εφαρμοζόμενης δόσης αλλά και μεγαλύτερη δυνατότητα εφαρμογής μικρών δόσεων με συνέπεια την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας της έκπλυσης των αγροχημικών προς τα κάτω.

Πέρα από τον τρόπο ρύπανσης των νερών, οι επιβλαβείς επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο οικοσύστημα γενικά, οφείλονται στη σταθερότητα και στη μεγάλη διάρκεια παραμονής στο περιβάλλον που

παρουσιάζουν πολλά από αυτά καθώς και στο φαινόμενο της βιομεγέθυνσης. Τις ιδιότητες αυτές εμφανίζει κυρίως η πρώτη γενιά των νέων εντομοκτόνων, τα οργανοχλωριωμένα, για τους λόγους δε αυτούς τα περισσότερα από αυτά έχουν ήδη απαγορευθεί. Σημαντικές όμως ποσότητες υπολειμμάτων εντομοκτόνων της κατηγορίας αυτής κατέληγαν για χρόνια με τα νερά αποστράγγισης ή τα ρέοντα επιφανειακά νερά ή τα νερά της βροχής στις αποστραγγιστικές τάφρους, στους ποταμούς, στις λίμνες, στα ρυάκια και γενικά στις λεκάνες απορροής της περιοχής. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, τα καρβαμιδικά και γενικά τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα της νέας γενιάς είναι απίθανο να προκαλέσουν τέτοια φαινόμενα όπως αναφέρθηκε ήδη παραπάνω. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι και οι κατηγορίες αυτές εντομοκτόνων είναι ακίνδυνες για το περιβάλλον. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των οργανοφωσφορικών parathion και methyl-parathion τα οποία στο υδάτινο περιβάλλον υδρολύονται σε π-νιτροφαινόλη, μια ουσία που μπορεί πολύ εύκολα παρουσία χλωρίου να μετατραπεί σε π-νιτροχλωροφαινόλη, ένωση άκρως επικίνδυνη για την υγεία.

Παρά το ότι οι τρόποι και οι αιτίες ρύπανσης των επιφανειακών νερών από τη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων είναι γνωστά, εν τούτοις στην πράξη δεν είναι εύκολο να αντιμετωπισθεί το ζημιογόνο αυτό φαινόμενο. Και τούτο επειδή απαιτείται η αυστηρή τήρηση ορισμένων βασικών κανόνων από τους καλλιεργητές γενικά κατά την επιτέλεση των συνήθων καλλιεργητικών πρακτικών τους και εν προκειμένω κατά την εφαρμογή αγροχημικών γενικά και άρδευσης. Είναι ευνόητο ότι για να επιτευχθεί η ορθολογική άσκηση των κρίσιμων αυτών καλλιεργητικών πρακτικών, είναι απαραίτητη η συνεργασία και η συναίνεση των καλλιεργητών μιας περιοχής, κάτι που στα ελληνικά δεδομένα προϋποθέτει και ανάλογη επιμόρφωση. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλιστεί τόσο η συναίνεση όσο και η συνεργασία τους, στοιχεία απαραίτητα για την ελαχιστοποίηση των επιπέδων ρύπανσης στα επιφανειακά νερά μιας περιοχής. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας συνεργασίας αναφέρεται (Μπαλαγιάννης 1989) στη περιοχή της κοιλάδας Sacramento στην Καλιφόρνια. Στην περιοχή αυτή καλλιεργείται ρύζι σε 160.000 εκτάρια και για τη ζιζανιοκτονία χρησιμοποιούν τα σκευάσματα molinate (Ordram) και thiobencarb (Bolero). Τα νερά της αποστράγγισης καταλήγουν στον ποταμό Sacramento. Το molinate υπήρξε κατ' επανάληψη αιτία θανάτου ψαριών του ποταμού, το δε thiobencarb προκαλούσε αλλοίωση στη γεύση του πόσιμου νερού της πόλης Sacramento κάθε χρόνο, τους μήνες που το χρησιμοποιούσαν οι αγρότες από το 1981 που του δόθηκε άδεια κυκλοφορίας. Τα προβλήματα αυτά λύθηκαν μετά από συντονισμένη προσπάθεια του Υπουργείου Γεωργίας της Καλιφόρνιας, των αγροτών και του Οργανισμού άρδευσης και αποστράγγισης. Ζητήθηκε από τους καλλιεργητές να κρατούν το νερό στους αγρούς για ορισμένο χρόνο μετά τη χρήση των ζιζανιοκτόνων και στη συνέχεια να διοχετεύουν το νερό αποστράγγισης σε εκτάσεις ακαλλιέργητες ή να το επαναχρησιμοποιούν στην άρδευση άλλων ορυζώνων. Εξασφαλίστηκε πάντως, το νερό που περιείχε υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων αυτών να ανακυκλώνεται στην περιοχή όπου καλλιεργείται ρύζι. Περιορίστηκε επίσης η ποσότητα των παραπάνω ζιζανιοκτόνων και καθορίστηκαν ακριβείς κανόνες του τρόπου χρήσης τους. Το πρόγραμμα αυτό ελέγχεται συνεχώς ως προς την αποτελεσματικότητα του και προσαρμόζεται ανάλογα.



Εικόνα 14: Ροή επιφανειακών υδάτων.
(http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/climate/photo/water_cycle/runoff.gif)

2.4.1.2 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και υπόγεια νερά

Υπόγεια νερά είναι εκείνα που ευρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε ποικίλο βάθος και αποτελούν τον υδροφόρο ορίζοντα του υπεδάφους μιας περιοχής. Εκμεταλλεύσιμες μορφές των υπόγειων νερών από τον άνθρωπο είναι τα πηγάδια (αρτεσιανά), οι φυσικές πηγές και οι γεωτρήσεις. Το βάθος στο οποίο ευρίσκονται τα υπόγεια νερά κυμαίνεται από λίγα μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους (κυρίως σε υγρές περιοχές ή κάτω από ορισμένες γεωλογικές συνθήκες), μέχρι και εκατοντάδες μέτρα (σε ξηροθερμικές κυρίως περιοχές).

Η ρύπανση των υπόγειων νερών γενικά, συνδέεται συχνά και προέρχεται – περισσότερο ή λιγότερο- από τη ρύπανση των επιφανειακών νερών, του εδάφους και του αέρα. Κάθε ποταμός ή χείμαρρος ή έδαφος που ρυπάνθηκε είναι πιθανόν να τροφοδοτεί με νερό κάποια υδροφόρα στρώματα που βρίσκονται συχνά σε πολύ μακρινή απόσταση μεταξύ τους με συνέπεια να τα ρυπαίνει κι αυτά. Αλλά και αντίστροφα, το νερό ενός υπόγειου υδροφορέα που έχει ρυπανθεί, μπορεί να ρυπάνει τα νερά εκεί όπου κατά την υπόγεια διαδρομή εκφορτώνεται όταν δηλαδή τροφοδοτεί πηγές, ποτάμια, χείμαρρους, λίμνες, θάλασσες κλπ. Από τους υπόγειους φυσικούς πόρους, το νερό είναι εκείνο που έχει το μειονέκτημα της ρύπανσης σε αντίθεση με άλλους υπόγειους πόρους που δεν ρυπαίνονται π.χ. μεταλλεύματα.

Από καθαρά τεχνική άποψη η ρύπανση συνιστάται στην επιβάρυνση

των υπόγειων νερών με ουσίες οργανικές ή ανόργανες, διαλυμένες ή

αιωρούμενες που τα καθιστούν ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση είτε άμεσα λόγω επιβλαβούς ή τοξικής δράσης είτε έμμεσα λόγω των διαταραχών που προκαλούν στη σύνθεση και την κατάσταση τους.

Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το νερό από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα κυμαίνεται από λίγες ημέρες έως χρόνια και είναι συνάρτηση του βάθους στο οποίο ευρίσκεται, της περατότητας του εδάφους και της ποσότητας του προς τα κάτω διηθούμενου νερού. Ο χρόνος αυτός είναι καθοριστικής σημασίας όσον αφορά την ποσότητα μιας οργανικής ουσίας (που είναι διαλυμένη στο νερό) που θα φτάσει στα υπόγεια νερά και θα τα ρυπαίνει, λόγω της αποδόμησης που υφίσταται στη διάρκεια του χρόνου αυτού. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι χημικές ουσίες που φτάνουν στα υπόγεια νερά δεν αποδομούνται πλέον εύκολα λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, της έλλειψης οξυγόνου και της απουσίας των μικροβιακών αποδομητών στο περιβάλλον του υπόγειου υδροφορέα.

Η πρώτη περίπτωση ρύπανσης υπόγειων νερών από φυτοπροστατευτικά προϊόντα διαπιστώθηκε το 1979 και είχε προκληθεί από το εντομοκτόνο- νηματωδοκτόνο aldicarb στο Long Island της Ν. Υόρκης των Η.Π.Α. και η δεύτερη (τον ίδιο χρόνο) που προκλήθηκε από το νηματωδοκτόνο 1,2-διβρωμο-3-χλωροπροπένιο (DBCP) στην Καλιφόρνια. Και τα δυο φυτοφάρμακα βρέθηκαν σε χιλιάδες πηγάδια που ύδρευαν χιλιάδες αγροτικές οικογένειες. Σε χώρες της Ευρώπης επίσης, έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε υπόγεια νερά και συγκεκριμένα των ζιζανιοκτόνων simazine, atrazine, mecoprop, 2,4,5-T, bendazon κ.α και των εντομοκτόνων dimethoate, dichloropropane, dichloropropene κ.α.

Λόγω της ανησυχητικής διάστασης του φαινομένου, η Ε.Ο.Κ. εξέδωσε τη σχετική οδηγία 80/778/ΕΟΚ στην οποία μεταξύ των άλλων προβλέπεται η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση παρασιτοκτόνων σε πόσιμο νερό κάθε προέλευσης. Η συγκέντρωση αυτή για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι 0,1 μg/l νερού για κάθε σκεύασμα και 0,5 μg/l για το σύνολο των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Στόχος της οδηγίας αυτής είναι η διατήρηση της καθαρότητας των υπόγειων νερών από χημικές ουσίες και ειδικότερα από φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι οι πιθανότητες ρύπανσης υπογείων νερών συσχετίζονται θετικά με πλήθος παραγόντων που αφορούν τις φυσικοχημικές ιδιότητες των δραστικών ουσιών των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, τις κλιματικές συνθήκες και τα εδαφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής.

Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Η μεγάλη διαλυτότητα της δραστικής ουσίας
- Η μικρή προσροφητικότητα της δραστικής ουσίας από τα εδαφικά κολλοειδή
- Η ημιπερίοδος ζωής κατά την υδρόλυση της δραστικής ουσίας μεγαλύτερης των δυο εβδομάδων
- Η ημιπερίοδος ζωής στη φωτόλυση μεγαλύτερη από μια εβδομάδα
- Η ημιπερίοδος παραμονής στο έδαφος μεγαλύτερη από 2-3 εβδομάδες
- Η ποσότητα νερού έκπλυσης μεγαλύτερη των 250mm/έτος
- Η μεγάλη ταχύτητα έκπλυσης
- Το pH του εδάφους που εμποδίζει την αποδόμηση της δραστικής ουσίας ή των μεταβολιτών της
- Ο αβαθής υπόγειος υδροφόρας και χωρίς κάλυψη με στρώσεις από υλικό αδιαπέραστο στο νερό.



Εικόνα 15: Ρύπανση υπόγειων υδάτων.

(<http://www2.edu.fi/svenska/tidningsfabriken/international/magazines/activestudents/pics/images/eutrofication.jpg>)

2.5 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και χλωρίδα



Εικόνα 16: Αγροχημικά και χλωρίδα,
(http://media2.feed.gr/filesystem/images/20090214/engine/assets_LARGE_t_420_2469086_type11495.jpg)

Κατά τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην καθημερινή γεωργική πράξη είναι δυνατόν να εμφανιστούν δευτερογενείς επιδράσεις (φυτοτοξικότητα) στο υπό προστασία φυτό. Με τον όρο φυτοτοξικότητα ή φυτοτοξική ενέργεια εννοούμε κυρίως την μερική ή ολική νέκρωση φυτικών οργάνων (φύλλων, ανθέων, καρπών, κλαδίσκων, κλάδων) και που εξελίσσεται σε ορισμένες περιπτώσεις σε ξήρανση ολόκληρου του φυτού. Στη φυτοτοξικότητα μπορούμε να περιλάβουμε και τις παρενέργειες κάποιου φυτοφαρμάκου στη βλαστική ικανότητα του σπόρου (οξειδίο του αιθυλενίου, SO_2 , chlordane, οργανοϋδραργυρούχες ενώσεις κ.α.) καθώς και στο ρυθμό αύξησης, αναπνοής, διαπνοής και άλλων φυσιολογικών λειτουργιών των φυτών ή οργάνων τους (DDT, BHC, D-D, EDB).

Η φυτοτοξικότητα δεν σχετίζεται πάντα με την δραστική ουσία αυτή καθαυτή αλλά και με τις βοηθητικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την παρασκευή των φυτοφαρμάκων. Έτσι ορισμένες γαλακτωματοποιητικοί ή διαβρεκτικοί παράγοντες είναι δυνατόν να προσδώσουν φυτοτοξική δράση σε μη φυτοτοξικό παράγοντα ενός σκευάσματος. Φυτοτοξικότητα όμως είναι δυνατόν να εμφανιστεί και κατά την ανάμιξη δυο μη φυτοτοξικών ουσιών οι οποίες δεν εμφανίζουν φυτοτοξική ενέργεια εάν εφαρμοσθούν χωριστά π.χ. ανάμιξη πολτού ορυκτελαίου με θειάφι, θειασβέστιο ή άλλα θειούχα σκευάσματα όπως zineb, rhaltan, maneb κ.α. Για το λόγο αυτό, επιβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την ανάμιξη φαρμακευτικών σκευασμάτων, ακόμη και εάν είναι γνωστό ότι οι δραστικές ουσίες τους εφαρμοζόμενες χωριστά, δεν εμφανίζουν κάποια φυτοτοξική επίδραση στα φυτά.

Σε επεμβάσεις με ενώσεις αρσενικού στα φυτά, είναι δυνατόν να

αυξηθεί ή περιεκτικότητα του εδάφους σε As και να προκληθεί φυτοτοξικότητα στο φυτό που εκδηλώνεται συνήθως με επιβράδυνση της

αύξησης, μείωση της απόδοσης ή παρεμπόδιση της βλάστησης των σπόρων. Εδάφη οπωρώνων αλλά και βαμβακιού στις Η.Π.Α. έχασαν τη γονιμότητα τους ύστερα από επανειλημμένους ψεκασμούς με άλατα As. Στα εδάφη αυτά βρέθηκε ότι περιέχονταν τετραπλάσια ποσότητα As (30ppm) από τη συνήθως υπάρχουσα (8ppm).

Η φυτοτοξικότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, δεν αποτελεί ιδιότητα κάποιας δεδομένης δραστικής ουσίας δεδομένου ότι αυτή μπορεί να διαφοροποιηθεί υπό την επίδραση διαφόρων παραγόντων, κυριότεροι των οποίων είναι οι ακόλουθοι:

Περιεκτικότητα του ψεκαστικού υγρού σε δραστική ουσία

Για ένα δεδομένο είδος φυτού και φυτοπροστατευτικό προϊόν καθώς και για ένα δεδομένο τρόπο επέμβασης (ψεκασμού) η φυτοτοξική επίδραση είναι συνήθως ανάλογη της περιεκτικότητας του ψεκαστικού υγρού σε δραστική ουσία. Έτσι, σε σχετικά πειράματα βρέθηκε ότι η φυτοτοξική επίδραση του Parathion σε 3 ποικιλίες τομάτας ήταν ιδιαίτερα υψηλή κατά την εφαρμογή συγκέντρωσης της τάξεως των 0,997 g/l ψεκαστικού διαλύματος. Αντίθετα, συνήθης δόση των 0,499 g/l δεν είχε καμία απολύτως δυσμενή επίδραση στα φυτά (Ορφανίδης και πηγές 1968).

Εφαρμοζόμενη ποσότητα ψεκαστικού υγρού κατά μονάδα επιφάνειας

Η φυτοτοξικότητα δεν είναι αποκλειστικά και μόνο ανάλογη της περιεκτικότητας του ψεκαστικού υγρού σε δραστική ουσία. Πράγματι,, είναι δυνατόν μια και αυτή δόση να εμφανίζεται άλλοτε έντονα και άλλοτε ελάχιστα φυτοτοξική. Αυτό οφείλεται εις το γεγονός ότι η φυτοτοξική επίδραση κάποιας δραστικής ουσίας σε δεδομένο είδος φυτού, εξαρτάται και από την εκάστοτε εφαρμοζόμενη ποσότητα δραστικής ουσίας ανά μονάδα φυτικής επιφάνειας.

Στον πίνακα 16 δίνονται στοιχεία της φυτοτοξικής επίδρασης επί ελαιοκάρπου ποικιλίας «Κονσερβολιά» (Αμφίσσης) ψεκαστικού υγρού δεδομένης περιεκτικότητας σε δραστική ουσία (10%) σε συνάρτηση με την εφαρμοζόμενη ποσότητα ψεκαστικού υγρού (Ορφανίδης 1968).

Πίνακας 16: Διαφοροποίηση της φυτοτοξικότητας συναρτήσει της εφαρμοζόμενης ποσότητας ψεκαστικού υγρού

Ποσότητα ψεκαστ. υγρού (cc)	Ποσότητα δ.ο. που εναποτέθ. (g)	Εγκαύματα % στους καρπούς		
		Malathion	Lebaycid	Dimethoate
200	2	89	54,9	49
100	1	-	5,1	-
75	0,75	71	-	17
50	0,50	-	0	-
25	0,25	-	0	-
0	0	0	0	0

Είδος και ποικιλία φυτού

Είναι δυνατόν, ένα φυτοπροστατευτικό προϊόν να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο σε κάποιο είδος ή ποικιλία φυτού και ακίνδυνο σε κάποιο άλλο. Το Malathion για παράδειγμα είναι τοξικό στα Κολοκυνθοειδή και φασολιές στο θερμοκήπιο, ο βορδιγάλειος πολτός είναι τοξικός στη ροδακινιά κ.α. Το Cidial εμφανίζει τοξικότητα σε ορισμένες ποικιλίες αμπελιού, ροδακινιάς, και συκιάς προκαλεί δε αποχρωματισμό σε ορισμένες ποικιλίες κόκκινων μήλων. Επίσης, ορισμένες ποικιλίες μηλιάς όπως η Golden Delicious είναι ευπαθείς σε χαλκούχα μυκητοκτόνα, ενώ είναι ανθεκτικές στο Captan.

Είδος, ηλικία και βαθμός ενυδάτωσης του φυτικού οργάνου

Ορισμένες δόσεις εντομοκτόνων είναι δυνατόν να προκαλέσουν ισχυρή φυτοτοξική επίδραση σε κάποια φυτικά όργανα π.χ. στα άνθη ή στους καρπούς και ελάχιστη στα φύλλα.

Κατά γενικό κανόνα, τα νεαρά σε ηλικία ή τα όργανα τους, εμφανίζουν μεγαλύτερη ευαισθησία στους τοξικούς παράγοντες. Νεαροί κλαδίσκοι δαμασκηνιάς για παράδειγμα είναι δυνατόν να ξεραθούν κατά την εφαρμογή υψηλών συγκεντρώσεων αρσενικών αλάτων. Ο CS₂ επηρεάζει αρνητικά τη βλαστική ικανότητα και την ταχύτητα βλάστησης νωπών, υδαρών σπερμάτων, ενώ επί ξηρών σπερμάτων θεωρείται μάλλον ακίνδυνος.

Τρόπος εφαρμογής των φαρμακευτικών ουσιών

Το βρωμιούχο μεθύλιο χρησιμοποιούμενο σε θερμοκήπια σε ποσότητα 160 g/m³ θεωρείται ακίνδυνο, εάν προ της εφαρμογής του διενεργηθεί πότισμα του εδάφους, έτσι ώστε να αποφευχθεί διείσδυση του τοξικού παράγοντα μέσω των ριζών.

Διαλυτότητα της δραστικής ουσίας στο νερό

Η μεγάλη υδατοδιαλυτότητα κάποιων τοξικών παραγόντων οι οποίοι δρουν επί του πρωτοπλάσματος και η οποία συσχετίζεται με τη φυτοτοξικότητα έχει παρατηρηθεί σε αρσενικούχες, χαλκούχες και φθοριούχες ενώσεις. Σε δένδρα μηλιάς για παράδειγμα παρατηρήθηκε φυτοτοξικότητα ύστερα από εφαρμογή αρσενικικού μολύβδου και αρσενικόδους νατρίου σε περιπτώσεις όπου υπήρχαν πληγές στη φυτική επιφάνεια λόγω κλαδευμάτων ή άλλων αιτιών.

Βοηθητικές ουσίες των φαρμακευτικών σκευασμάτων

Ορισμένες βοηθητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με φυτοπροστατευτικά προϊόντα όπως γαλακτοματοποιητικοί ή βρέξιμοι παράγοντες, είναι δυνατόν να προσδώσουν φυτοτοξικές ιδιότητες σε μη φυτοτοξικές δραστικές ουσίες τονίστηκε στην αρχή της παρούσας ενότητας.

Παράγοντες του περιβάλλοντος (φως, θερμοκρασία, υγρασία)

Φυτοτοξικά συμπτώματα σε φύλλα δένδρων είναι δυνατόν να παρουσιασθούν κατά την εφαρμογή τελείως ραφιναρισμένων πολτών ορυκτελαίων, λόγω της απομάκρυνσης φυσικών αντιοξειδωτικών παραγόντων και της λόγω του γεγονότος αυτού αύξησης της οξύτητας υπό την επίδραση του φωτός και του οξυγόνου. Η παραγόμενη με τον τρόπο αυτό οξύτητα, είναι σε θέση ακόμη και σε αναλογία 0,5% να προκαλέσει εγκαύματα σε φύλλα αχλαδιάς.

Κατά την εφαρμογή θερινών πολτών σε θερμοκρασίες $>35^{\circ}\text{C}$ οι κίνδυνοι φυτοτοξικότητας είναι μεγάλοι. Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρησιμοποίηση πολτών ελαφρών ελαίων με U.R. $>90\%$ σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών. Σε περιπτώσεις βαρέων ελαίων υψηλού ιξώδους, το U.R. πρέπει να είναι $>94\%$. Η αύξηση της θερμοκρασίας, επιδρά στη μείωση του ιξώδους, αυτό δε συνδέεται ως γνωστόν με την ταχεία εκδήλωση συμπτωμάτων οξείας φυτοτοξικότητας. Σε περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών και τα βαθύτερα ακόμη των ελαίων δεν έχουν επαρκές ιξώδες και για το λόγο αυτό, είναι δυνατόν η εκδήλωση συμπτωμάτων οξείας φυτοτοξικότητας. Τούτη εκδηλώνεται με την εμφάνιση εγκαυμάτων καστανού ή πορφυρού χρώματος λόγω του αποχρωματισμού των χλωροπλαστών καθώς και με την ανάσχεση της αύξησης των φύλλων και πτώση τους, που λαμβάνει χώρα πριν από τον πλήρη αποχρωματισμό τους.

Η εφαρμογή εξάλλου βορδιγάλειου πολτού σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών, είναι δυνατόν να προκαλέσει την εκδήλωση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας και κυρίως όταν συγχρόνως επικρατούν συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας. Ομοίως, η εφαρμογή οξυχλωριούχου χαλκού σε ελαιόδενδρα, είναι δυνατόν να δράσει φυτοτοξικά υπό τις συνθήκες αυτές.

Υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν τοξική επίδραση κατά την εφαρμογή CaS_2 που εκδηλώνεται με πρόωρη φυλλόπτωση και καρπόπτωση σε οπωροφόρα δένδρα. Η τοξική επίδραση τόσο του CaS_2 όσο και του βρέξιμου θείου σε φύλλα αχλαδιάς, μηλιάς και δαμασκηλιάς είναι ιδιαίτερα έντονη σε περιπτώσεις εφαρμογής τους σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών ($>26^{\circ}\text{C}$) και ξηρών ανέμων. Παρόμοια φυτοτοξική επίδραση σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών είναι δυνατόν να εκδηλωθεί και κατά την εφαρμογή επιπάσεων με θείο σε οπωροφόρα δένδρα, βαμβάκι και κολοκυνθοειδή.

Ιξώδες

Γενικά οξεία τοξικότητα προκαλούν ουσίες χαμηλού ιξώδους, ήτοι κάποιοι οργανικοί διαλύτες (βενζόλιο, ξυλόλιο) ή μη ραφιναρισμένα έλαια που περιέχουν υδρογονάνθρακες με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα ($\text{C}<16$).

Μορφή των φαρμακευτικών σκευασμάτων

Η φυτοτοξική επίδραση των ταχέως διασπώμενων (μετά την εφαρμογή τους) γαλακτωμάτων είναι συνήθως ισχυρότερη εκείνης των σταθερών

γαλακτωμάτων ή γαλακτοματοποιησίμων σκευασμάτων, αφενός λόγω της παραμονής στην φυτική επιφάνεια ενός συνεχούς ελαιώδους υμενίου και αφετέρου επειδή η ποσότητα ελαίου που εναποτίθενται κατά μονάδα φυτικής επιφάνειας, είναι μεγαλύτερο εκείνου των σταθερών γαλακτωμάτων.

Επειδή δε η σταθερότητα των γαλακτωμάτων μειώνεται με την ελάττωση της αναλογίας του περιεχόμενου γαλακτοματοποιητικού παράγοντα, αποδείχθηκε ότι η φυτοτοξική επίδραση κάποιου πολτού ορυκτελαίου είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την περιεκτικότητα του σε παράγοντες που μειώνουν την επιφανειακή τάση (Ορφανίδης και πηγές 1968).

Μεταξύ γαλακτοματοποιησίμων και βρέξιμων σκευασμάτων, μεγαλύτερη φυτοτοξική επίδραση εκδηλώνουν τα γαλακτοματοποιησίμα, πιθανώς λόγω του ότι περιέχουν οργανικούς διαλύτες (π.χ. ξυλόλη) οι οποίοι πολλές φορές είναι υπεύθυνοι στην εκδήλωση συμπτωμάτων οξείας φυτοτοξικότητας, όπως ήδη αναφέρθηκε.

Πέρα από τη φυτοτοξικότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, έχει αποδειχθεί ότι ορισμένα εξ' αυτών μειώνουν την ανθεκτικότητα των φυτών στα διάφορα παθογόνα και ζωικά παράσιτα. Έτσι, αλλαγές στις ανόργανες ουσίες στα φυτά από φυτοπροστατευτικά προϊόντα όπως π.χ. η αύξηση του επιπέδου αζώτου στο ρύζι και στο καλαμπόκι που προκαλείται από τη χρήση του ζιζανιοκτόνου 2,4-D, μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη προσβολή από αφίδες και προνύμφες βλαστορρυκτικών εντόμων. Ορισμένα εντομοκτόνα είναι δυνατόν να προκαλέσουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών όπως αμινοξέα και μονοσακχαρίτες που συνδέονται στενά με τον πρωτεϊνικό μεταβολισμό που επιδρά στην ικανότητα αντοχής του φυτού στις εντομολογικές προσβολές.

Μείωση της ανθεκτικότητας και σε ασθένειες του φυτού έχει παρατηρηθεί ότι προκαλείται και από μυκητοκτόνα. Έτσι, επανειλημμένοι ψεκασμοί σε αμπέλια με διθειοκαρβαμιδικές ενώσεις (maneb, zineb, propineb) είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των προσβολών από ωίδιο. Ανάλογο φαινόμενο παρατηρήθηκε και σε μηλιές από τη χρήση του μυκητοκτόνου captan.

Έχει αποδειχθεί ακόμη ότι σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, η επανειλημμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων οδηγεί βαθμιαία στην ελάττωση των ευαίσθητων ζιζανίων και στην επικράτηση άλλων ανθεκτικών, με συνέπεια να καθίσταται πολυπλοκότερη και δαπανηρότερη η αντιμετώπιση των ζιζανίων. Η χρήση ζιζανιοκτόνων γενικά είναι δυνατόν να προκαλέσει σε μια φυτοκοινότητα μείωση της πυκνότητας των φυτών, μείωση του αριθμού των ειδών, επικράτηση των ανθεκτικών ειδών και επικράτηση των ανθεκτικών βιοτύπων των ευαίσθητων φυτών. Στη χώρα μας για παράδειγμα η χρήση τριαζινών σε αμπελώνες για 3-4 χρόνια μείωσε τα ετήσια ζιζάνια και οδήγησε σε επικράτηση άλλων πολυετών και δυσεξόντων. Στα σιτηρά, επανειλημμένη χρήση 2,4-D ή MCPA οδήγησε σε επικράτηση των αγρωστώδων (αγριοβρώμη, φάλαρη κ.α.) και των ανθεκτικών πλατύφυλλων Gallium, Chrysanthemum κ.α., η αντιμετώπιση των οποίων με νεότερα ζιζανιοκτόνα είναι δαπανηρότερη.

Με τη γενίκευση εξ' άλλου της ζιζανιοκτονίας με glyphosate σε οπωρώνες καταπολεμήθηκαν αποτελεσματικά δυσεξόντιστα ζιζάνια όπως τα *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*, αλλά εμφανίστηκαν νέα δυσκολότερα όπως τα *Parietaria juduica*, *Hedera helix*, *Arum italicum* κ.α.

Στη φυσική χλωρίδα, η λογική χρήση ζιζανιοκτόνων δεν έχει

προκαλέσει δυσμενείς επιδράσεις εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις. Η ανεύθυνη όμως και ανεξέλεγκτη χρήση τους είναι δυνατόν να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα σε βοσκότοπους και σε δάση, που είναι σχετικά σταθερά οικοσυστήματα σε σχέση με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Εις αυτά κανένα είδος φυτού (με εξαίρεση ίσως κάποια δηλητηριώδη) δεν μπορεί να χαρακτηριστεί κατηγορηματικά ως ανεπιθύμητο (ζιζάνιο). Σαν αντιστάθμισμα κάποιας ανεπιθύμητης ιδιότητας ενός είδους, συχνά υπάρχει κάποια σπουδαία αιτία χρησιμότητας του ή κάποιος σοβαρός λόγος της παρουσίας του στο οικοσύστημα. Το κενό που δημιουργείται εν τέλει από τη μείωση ενός ανεπιθύμητου είδους, γρήγορα καλύπτεται από άλλα είδη και εάν δεν ληφθούν συμπληρωματικά μέτρα, δεν αποκλείεται και τα νέα είδη να γίνουν εξίσου ανεπιθύμητα.

Παρά το ότι δεν αποτελεί γεγονός της καθημερινής γεωργικής πρακτικής αξίζει να αναφερθεί –ως γεγονός αλόγιστης χρήσης ζιζανιοκτόνων– η καταστροφική επέμβαση με ζιζανιοκτόνα στα δάση του Βιετνάμ από τους Αμερικανούς στη διάρκεια του εκεί πολέμου την περίοδο 1965-70 και κατά τον οποίο καταστράφηκαν εκατομμύρια στρεμμάτων δάσους. Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στις πολεμικές επιχειρήσεις ήταν κυρίως το 2,4-D και το 2,4,5-T, με την αλόγιστη χρήση των οποίων περιορίστηκαν τα δάση του Βιετνάμ σε έκταση που καλύπτει το 23% της χώρας, έναντι ανάλογου ποσοστού 44% το 1944. Σύμφωνα με αμερικάνικες πηγές ο πόλεμος αυτός προκάλεσε την καταστροφή 26.000.000 τόνων εμπορικής ξυλείας και 150.000 εκταρίων δασικής εμπορεύσιμης βλάστησης κυρίως καουτσούκ. Και παρά το ότι έχουν περάσει περίπου 30 χρόνια από τη λήξη του πολέμου εκείνου, η ξυλεία σήμερα είναι ελάχιστη, τα άγρια ζώα έχουν λιγοστέψει και οι ψαρότοποι τείνουν να εξαφανιστούν.

2.6 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και πανίδα

Ένα από τα πιο σοβαρά και πολύπλοκα προβλήματα της μεθόδου της χημικής καταπολέμησης των εντομολογικών εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών είναι η διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας σ' ένα βιότοπο, λόγω της δυσμενούς επίδρασης που ασκεί στην πανίδα των ωφέλιμων εντόμων.

Το πρόβλημα δεν είναι νέο. Είχε παρατηρηθεί ήδη από τις αρχές του περασμένου αιώνα και είχε επισημανθεί κατά τη διάρκεια του 6^{ου} διεθνούς συνεδρίου ελαιοκομίας που έγινε τον Οκτώβριο του 1923 στη Νίκαια της Γαλλίας. Ο καθηγητής Silvestri και άλλοι οπαδοί της βιολογικής καταπολέμησης της εποχής εκείνης, είχαν διατυπώσει την άποψη του ενδεχόμενου κινδύνου αύξησης των πληθυσμών του λεκανίου της ελιάς *Saissetia oleae* Bern. λόγω εφαρμογής σε ευρεία κλίμακα αρσενικομελασσούχων δολωμάτων για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς. Παρά τις θεωρητικές διχογνωμίες των επιστημόνων της εποχής εκείνης δεν εμποδίστηκε η ευρύτατη εφαρμογή της χημικής μεθόδου καταπολέμησης επιβλαβών ειδών εντόμων τις επόμενες δεκαετίες. Η μέθοδος αυτή πήρε τη μορφή «επανάστασης» μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο και κυρίως μετά την ανακάλυψη των ιδιοτήτων του πολυδύναμου εντομοκτόνου DDT το 1939 από τον P. Miller.



Εικόνα 17: Ποταμός που έχει δεχτεί χρήση φυτοπροστατευτικών.
(<http://7gym-laris.lar.sch.gr/perivalon/images/pin/pinios.jpg>)

Σήμερα, 80 χρόνια από την επισήμανση του Silvestri επαληθεύονται οι προβλέψεις του σε παγκόσμια κλίμακα, με την πειραματική απόδειξη της διατάραξης της βιολογικής ισορροπίας σε βάρος φυσικών εχθρών των επιβλαβών ειδών εντόμων, οι οποίοι μειώνονται. Η μείωση αυτή συνήθως περνά απαρατήρητη μέχρι να προκληθεί μεγαλύτερη ζημιά, η οποία είναι

δυνατόν να εμφανιστεί σε δυο μορφές:

A) Με την εμφάνιση εθισμού του επιβλαβούς εντόμου στο συγκεκριμένο εντομοκτόνο και την ανάγκη συχνότερης εφαρμογής μεγαλύτερων δόσεων

εντομοκτόνων σκευασμάτων για την αντιμετώπιση του και

B) Με την εξέλιξη ενός δευτερεύοντος (από πλευράς επιζημιότητας) είδους εντόμου σε σοβαρό εχθρό των τοπικών καλλιεργειών, λόγω της απουσίας των φυσικών του εχθρών.

Στη χώρα μας ήδη από το 1950 παρατηρήθηκε αύξηση των πληθυσμών τετράνυχου σε μηλεώνες της περιοχής Νάουσας, ύστερα από εκτεταμένη χρήση του DDT εναντίον της καρπόκαψας των μήλων. Το ίδιο παρατηρήθηκε στο Λεωνίδιο το 1955 από τη χρήση του ίδιου εντομοκτόνου σε αχλαδιές. Οι παρατηρηθείσες αυξήσεις των πληθυσμών των τετράνυχων οφείλεται στη θανάτωση των φυσικών τους εχθρών κατά την αντιμετώπιση των επιβλαβών εντόμων των γιγαντοκάρπων (μηλιάς, αχλαδιάς).

Από το 1952 εξάλλου ο Billiotie και αργότερα ο Bartlet (1964), αναφέρουν εξάρσεις πληθυσμών δευτερευόντων εντομολογικών εχθρών ύστερα από την καταστροφή των εντομοφάγων τους, με συνέπεια να κατέχουν στη συνέχεια σημαντική θέση μεταξύ των εχθρών των καλλιεργειών. Αλλά και στην ελιά στην Κρήτη (N. Χανίων) οι εξάρσεις των πληθυσμών ορισμένων Κοκκοειδών και ειδικότερα της άσπρης ψώρας (*Aspidiotus nerii* Bouche) αποδόθηκαν στην ελάττωση των πληθυσμών του Υμενοπτέρου παρασίτου του *Aphytis chilensis* Howard ως συνέπεια των αεροψεκασμών εναντίον του δάκου της ελιάς. Στην ίδια αιτία αποδόθηκαν οι εξάρσεις των πληθυσμών του *S. oleae* του οποίου τα εντομοφάγα περιορίστηκαν.

Οι αεροψεκασμοί κυρίως κατά του δάκου, εκτός από τη δυσμενή επίδραση στην πανίδα των ωφέλιμων εντομοφάγων αλλά και στους πληθυσμούς των μελισσών, προκαλούν ποικίλες άλλες διαταραχές στο οικοσύστημα. Τα εντομοκτόνα βιοσυσσωρευόμενα στην τροφική αλυσίδα αποδεκατίζουν ή εξαφανίζουν δεκάδες είδη ανθεκτικών φαινομενικά οργανισμών όπως π.χ. τα εντομοφάγα πουλιά. Μια έρευνα που έγινε στην πεδιάδα της Μεσσαράς στην Κρήτη από Έλληνες Ορνιθολόγους για λογαριασμό της Διεθνούς Ορνιθολογικής Ένωσης το 1976 με επικεφαλή το γιατρό Βαλλιάνο, έδειξε ότι με την έναρξη των αεροψεκασμών εξαφανίστηκαν από την περιοχή τα εξής είδη πουλιών που τρέφονται με τα έντομα: *Falco eleonora* (μαυροπετρίτης), *Falco tinnunculus* (βραχοκιρκίνεζο), *Otus scops* (Γκιώνης), *Hirundo rustica* (σταυροχελιδόνα) και *Luscinia mecarhynchos* (αηδόνη). Αντίθετα το *Buteo-buteo* (ποντικοβαρβακίνα) που είναι άφθονο στην περιοχή και τρέφεται από τρωκτικά και ερπετά δεν παρουσίασε καμία αυξομείωση των πληθυσμών του. Επίσης οι σπουργίτες που είναι παμφάγοι και τρώνε και έντομα δεν εξαφανίστηκαν, τα μικρά τους όμως βρίσκονταν πολλές φορές νεκρά έξω από τη φωλιά τους (Καλοπίσης 1981).

Οι αεροψεκασμοί πέρα από τη διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας του οικοσυστήματος, ευθύνονται και για ποικίλες άλλες παρενέργειες, δεδομένου ότι περί τους 150 τον. των σκευασμάτων Fenthion (Lebaycid) και Dimethoate (Rogor) διασκορπίζονταν (στο πρόσφατο παρελθόν) ετήσια στον ελλαδικό χώρο. Είναι παρήγορο το γεγονός ότι η Πολιτεία με την αριθ.3953/95 απόφαση του Συμβουλίου της Επικρατείας απαγόρευσε τους αεροψεκασμούς κατά του δάκου της ελιάς στη χώρα μας με το σκεπτικό ότι: «η υπό της

Διοικήσεως ακολουθούμενη πρακτική της καταπολεμήσεως του δάκου της ελιάς δια ψεκασμών χημικών ουσιών από αέρος, η οποία ως προκύπτει εκ στοιχείων δημιουργεί αυξημένους κινδύνους τόσοσιν δια την δημόσιαν υγείαν

όσον και δια την οικολογικήν ισορροπίαν ως εκ της αδιακρίτως εξοντώσεως εμβίων οργανισμών, αντίκειται ευθέως εις τα άρθρα 21 και 24 του Συντάγματος...».

Παρά την κατάργηση όμως των αεροψεκασμών στη χώρα μας παραμένει η χρήση των εντομοκτόνων από εδάφους εναντίον του δάκου της ελιάς και των ποικίλων εντομολογικών εχθρών των καλλιεργειών, των οποίων οι βλαπτικές συνέπειες είναι εξίσου μεγάλες δεδομένου ότι όπως σημειώνει και ο Καθηγητής Τζανακάκης (1961): «..η χρήσις υπερβολικών δόσεων ή η εσφαλμένη εφαρμογή εντομοκτόνων, δυνατόν να βλάψει τους ιχθύες, τα πτηνά, τας μέλισσας και άλλους ωφέλιμους οργανισμούς...». Είναι εξάλλου γνωστή η τακτική μεγάλου ποσοστού των αγροτών στη χώρα μας να χρησιμοποιούν τα εντομοκτόνα αλλά και τα υπόλοιπα αγροχημικά κατά τη δική τους αντίληψη και κρίση, αγνοώντας τους κινδύνους που επιφυλάσσει η πρωτοβουλία τους αυτή.

Πέρα όμως από τον τρόπο εφαρμογής των εντομοκτόνων η συχνή και αλόγιστη χρήση τους οδηγεί στην ανάπτυξη εθισμού από τα έντομα. Ο δε όρος εθισμός ή αντίσταση ή ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα δεν αναφέρεται στο άτομο αυτό καθ' αυτό. Με άλλα λόγια δεν εθίζεται το άτομο κατά τη διάρκεια της ζωής του αλλά ο πληθυσμός, ο οποίος από ευπαθής γίνεται με την πάροδο των γενεών ανθεκτικός, με επιλογή των ανθεκτικών στο εντομοκτόνο γονιδίων που έχει ήδη ο πληθυσμός. Σε ένα ευπαθή πληθυσμό τα άτομα που έχουν γονίδια ανθεκτικότητας σ' ένα εντομοκτόνο είναι σπάνια, της τάξης του 10^{-5} με 10^{-8} . Καταπολεμώντας ένα πληθυσμό εντόμων, χρησιμοποιούμε την κατάλληλη γι' αυτόν θανατηφόρα δόση εντομοκτόνου. Η δόση αυτή σκοτώνει το πλείστο του πληθυσμού, επιζούν όμως λίγα ανθεκτικά άτομα. Αφού η ανθεκτικότητα είναι κληρονομήσιμη, το ποσοστό των ανθεκτικών ατόμων στη θυγατρική γενεά θα είναι μεγαλύτερο από ότι στη μητρική. Συνεχίζοντας την καταπολέμηση του πληθυσμού με το ίδιο εντομοκτόνο, στην ίδια δόση σε κάθε επόμενη γενεά, συνεχίζεται η επιλογή των ανθεκτικών ατόμων δηλαδή να αυξάνεται η συχνότητα των ανθεκτικών γονιδίων στον πληθυσμό μέχρι κάποτε το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού να αποτελείται από ανθεκτικά στο εντομοκτόνο άτομα. Τότε λέμε ότι ο πληθυσμός ανέπτυξε εθισμό ή αντίσταση ή ανθεκτικότητα στο εντομοκτόνο. Εθισμό λοιπόν έχουμε όταν το πλείστο του πληθυσμού ενός είδους εντόμων επιζεί όταν εκτίθεται σε δόση εντομοκτόνου που είναι θανατηφόρος για τα πλείστα άτομα ενός ευπαθούς μη εθισμένου στο εντομοκτόνο αυτό πληθυσμό. Καθώς δε η χρήση των φυτοφαρμάκων γενικά αυξάνεται, υπάρχει μια αλματώδης αύξηση των ειδών που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα. Έτσι, ο αριθμός των ανθεκτικών παρασίτων και εντόμων από 24 που ήταν το 1954 έφτασε τα 448 το 1984 και τα 490 μέχρι τέλους του 1986 (Τζανακάκης 1995).

Η δημιουργία όμως ανθεκτικών πληθυσμών εντόμων οδηγεί αναπόφευκτα στην αύξηση των επεμβάσεων αλλά και των δόσεων με περισσότερο τοξικά πολλές φορές σκευάσματα, με συνέπεια τη γρηγορότερη και εντονότερη εμφάνιση και έξαρση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που εκτός της υποβάθμισης της παραγωγής και τις δυσμενείς επιδράσεις στο

οικοσύστημα γενικά, αναπτύσσονται και εμφανίζονται νέοι εντομολογικοί εχθροί και ο «φαύλος κύκλος» επαναλαμβάνεται και επιτείνεται.

Από πλευράς μυκητοκτόνων, παρενέργειες από την αλόγιστη χρήση

τους έχουν αποδειχθεί στην εναέρια μυκοχλωρίδα. Έτσι, η συχνή χρησιμοποίηση των Benzimidazoles είναι δυνατόν να ευνοήσει την έξαρση μυκητολογικών ασθενειών της οικογένειας Dematiaceae. Για παράδειγμα, επεμβάσεις με σκευάσματα του είδους αυτού σε χλοοτάπητες για την αντιμετώπιση του *Ustilago striformis*, ευνόησε την ανάπτυξη του μύκητα *Helminthosporium vagans*. Η συχνή επίσης χρήση των Thiabendozales στα εσπεριδοειδή για την αντιμετώπιση του *Penicillium digitatum* και του *P.Italicum*, ευνόησε την ανάπτυξη αλτερναρίωσης στους καρπούς. Η χρησιμοποίηση του μυκητοκτόνου μίγματος Benomyl+ maneb για την καταπολέμηση του *Botrytis cinerea* στο κυκλάμινο, κατάστρεψε τους ευαίσθητους σ' αυτό ανταγωνιστές του βοτρυτή *Penicillium sp.*, με συνέπεια την ελεύθερη ανάπτυξη του πρώτου.

Θα πρέπει να τονισθεί η παρενέργεια των μυκητοκτόνων στην εντομοπαθόγνο μυκοχλωρίδα. Η χρησιμοποίηση κάποιων μυκητοκτόνων είναι δυνατόν να μειώσει την ανάπτυξη των εντομοπαθόγνων αυτών μυκήτων και κυρίως των *Entomophthorales*. Έτσι, η ανάπτυξη του *Entomophthora sphaerosperma* που αποτελεί παθογόνο μύκητα της ψύλλας της μηλιάς, μειώθηκε με τη χρήση των μυκητοκτόνων Captan, Ferbam, Dichlon και Glyodine. Επεμβάσεις εξάλλου με τα μυκητοκτόνα Mancozeb, Captafol και βορδιγάλαιο πολτό, παρατηρήθηκε ότι μειώνουν σημαντικά το ποσοστό των ατόμων αφίδων *Myzus persicae* στην πατάτα, που είναι παρασιτισμένα από εντομοπαθόγνους μύκητες.

Ανάλογα με την εκδήλωση ανθεκτικότητας εντόμων στα εντομοκτόνα, ανθεκτικότητα επίσης εμφανίζεται από ορισμένες φυλές μυκήτων στα μυκητοκτόνα. Είναι ένα φαινόμενο που εκδηλώθηκε τα τελευταία 30 χρόνια και συμπίπτει με την εμφάνιση των θεραπευτικών διασυστηματικών μυκητοκτόνων. Η εμφάνιση των χημικών αυτών ενώσεων μετά το 1965 στην εφαρμοσμένη γεωργική πράξη, έδωσε τη δυνατότητα χρησιμοποίησης τους σε χαμηλές δόσεις, με μικρότερη συχνότητα επεμβάσεων και με δυνατότητα καταπολέμησης παθογόνων ήδη εγκατεστημένων σε εσωτερικούς φυτικούς ιστούς, σε αντίθεση με τα μέχρι τότε προστατευτικά σκευάσματα. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι η ανοδική πορεία χρησιμοποίησης διασυστηματικών μυκητοκτόνων τα τελευταία χρόνια, συμπίπτει με την αύξηση των σοβαρών προβλημάτων που δημιουργήθηκαν στην πράξη εξ' αιτίας της ανθεκτικότητας.

Κατά αντιστοιχία της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα, έτσι και για τα μυκητοκτόνα η Fungicide Resistance Action Company (F.R.A.C.) ορίζει ότι: «Ανθεκτικότητα είναι η ανάπτυξη μιας ικανότητας σε ένα πληθυσμό ατόμων ενός είδους, η οποία τους επιτρέπει να αντέχουν σε δόσεις μιας τοξικής ουσίας που για την πλειονότητα των ατόμων ενός κανονικού πληθυσμού του ίδιου είδους θα ήταν θανατηφόρος». Η ανθεκτικότητα είναι χαρακτηριστικό κληρονομήσιμο που μεταβιβάζεται στους απογόνους.



Εικόνα 18: Οικολογική καταστροφή από χρήση φυτοπροστατευτικών.
<http://manosp.yooblog.gr/files/2008/04/52590-kerkini1.jpg>

2.6.1 Μελισσοτοξικότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Τοξικότητα γενικά είναι η ικανότητα μιας ουσίας να προκαλεί βλάβη σε ένα ζωντανό οργανισμό.

Τα περισσότερα εντομοκτόνα σκοτώνουν και ωφέλιμα έντομα. Μεταξύ αυτών είναι και η μέλισσα *Apis mellifera*.

Η θανάτωση μελισσών λόγω της εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων, έχει επισημανθεί προ πολλού. Ήδη από το 1920 παρατηρήθηκε στη Γερμανία μεγάλη μείωση των πληθυσμών των μελισσών λόγω της διενέργειας κατά το έτος εκείνο επεμβάσεων ευρείας κλίμακας σε οπωροφόρα δένδρα με αρσενικούχα σκευάσματα. Αλλά και στη Γαλλία και στην Ελβετία διαπιστώθηκε προ πολλών επίσης ετών η τοξική επίδραση στους πληθυσμούς των μελισσοσμηνών, φθοριούχων εντομολογικών σκευασμάτων. Στη Γερμανία, οι μεταπολεμικές τοξικές επιδράσεις επί των μελισσών οφείλονταν αφενός στη χρησιμοποίηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά το στάδιο της άνθησης φυτών πατάτας, ρεπανιών και αραβοσίτου και αφετέρου στη χρησιμοποίηση δινιτροορθοκρεζόλης για την καταπολέμηση ζιζανίων. Αλλά και στη χώρα μας οι περιπτώσεις θανάτωσης μελισσοσμηνών κατά τη διάρκεια επεμβάσεων ή μετά από επεμβάσεις με εντομοκτόνα κυρίως σκευάσματα δεν είναι σπάνιες, ιδίως την εποχή όπου οι αεροψεκασμοί αποτελούσαν την συνήθη πρακτική για την αντιμετώπιση του δάκου.

Γενικά, το πρόβλημα της μελισσοτοξικότητας των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (τα οποία χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση έχθρων και ασθενειών των καλλιεργειών), αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα για τις περιοχές στις οποίες η μελισσοκομία αποτελεί μια αξιόλογη οικονομική πηγή.

Η σοβαρότητα του ζητήματος οδήγησε στη διενέργεια πολλαπλών

ερευνών τόσο στο εργαστήριο όσο και στην ύπαιθρο που ξεκίνησαν αρχικά από τη Γερμανία και την Αυστρία και με τις οποίες έγινε δυνατή η απόκτηση μια σαφέστερης εικόνας της μελισσοτοξικής συμπεριφοράς πολλών από τα χρησιμοποιούμενα φυτοπροστατευτικά προϊόντα σε σχέση με την οικολογία της μέλισσας.

Η είσοδος ενός τοξικού παράγοντα στο σώμα της μέλισσας και από την οποία θα εξαρτηθεί τελικά η καταστροφή του μελισσοπληθυσμού είναι δυνατόν να συντελεσθεί είτε μέσω του πεπτικού συστήματος (π.χ. κατανάλωση νέκταρος, ή μελιτωδών εκκρίσεων με υπολείμματα φυτοπροστατευτικού σκευάσματος), είτε λόγω επαφής του σώματος της μέλισσας με το σκεύασμα ή μέσω του αναπνευστικού συστήματος του εντόμου.

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας (για τις μέλισσες) των φαρμακευτικών ουσιών, χρησιμοποιείται ο αθροιστικός δείκτης του μελισσοτοξικώς επικίνδυνου του Hofliger (Ορφανίδης και πηγές 1968) για τον υπολογισμό του οποίου πρέπει να είναι γνωστή η μέση θανατηφόρος δόση του σκευάσματος δια του στόματος και επαφής, η εις την πράξη μέγιστη δόση καθώς και η αποτιθέμενη μέγιστη ποσότητα δραστικής ουσίας κατά μονάδα επιφάνειας. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται από τη σχέση:

$$J_s = J + J_k = Ca/Ct + Ca_t/Ct_t$$

Όπου: Ca = η εφαρμοζόμενη συγκέντρωση (%) σε δραστική ουσία
 Ca_t = μέγιστη αποτιθέμενη ποσότητα δραστικής ουσίας ανά μονάδα φυτικής επιφάνειας ($mg/100cm^2$)
 Ct = A O LD₅₀ (σε $10 mm^2$ τροφής) σε γ/ μέλισσα
 Ct_t = A D LD₅₀ σε $mg/100 cm^2$

Με την εφαρμογή του αθροιστικού δείκτη του Hofliger έγινε δυνατή η εκτίμηση σε ικανοποιητικό βαθμό των διαμορφωμένων στην πράξη κινδύνων των μελισσών από την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων (πίνακας 20).

Πίνακας 20: Διάκριση μελισσοτοξικώς επικίνδυνων σκευασμάτων με τον δείκτη του Hofliger (Ορφανίδης 1968).

Χαρακτηρισμός φυτοπροστατευτικών προϊόντων από άποψη μελισσοτοξικής επικινδυνότητας	Προκαλούμενη μείωση του πληθυσμού των μελισσών	Δείκτης Hofliger
Έντονα επικίνδυνα (πολύ μελισσοτοξικά)	>5%	>3
Μέτρια επικίνδυνα (μέτρια μελισσοτοξικά)	1,2-5%	1-3
Ελάχιστα ή καθόλου μελισσοτοξικά	<5%	<1

Παρά την παραπάνω κατάταξη, ορισμένες ουσίες είναι δυνατόν να είναι περισσότερο ή λιγότερο επικίνδυνες για τις μέλισσες. Για παράδειγμα το εντομοκτόνο trichlorfon που κατατάσσεται στα μη τοξικά, με την επίδραση του νερού μετατρέπεται σε dichlorvos το οποίο είναι από τα πιο μελισσοτοξικά σκευάσματα. Το δε mevinphos παρά το ότι ανήκει στα πολύ μελισσοτοξικά εντομοκτόνα επιτρέπεται να χρησιμοποιείται (με προσοχή) σε εσπεριδοειδή

κοντά σε κυψέλες επειδή έχει πολύ μικρή υπολειμματική διάρκεια και σκοτώνει μόνο τις μέλισσες που θα έρθει σε επαφή την ώρα του ψεκασμού. Κατά συνέπεια με βάση τη μελισσοτοξικότητα του όποιου σκευάσματος θα εκτιμάται ο κίνδυνος για τις μέλισσες και είναι απαραίτητο να λαμβάνονται όλες οι προφυλάξεις ώστε να ζημιώνονται στον ελάχιστο δυνατό βαθμό.



Εικόνα 19: Μαζική εξαφάνιση μελισσών από τοξικότητα.
(http://www.chiosnews.com/images/Sarantis_melisses_21Apr07.JPG)

Η μελισσοτοξικότητα ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν είναι ανάγκη να ψεκάσουμε ανθισμένα μελισσοτροφικά φυτά ή κοντινές των κυψελών εκτάσεις. Γενικά, πρέπει να αποφεύγονται επεμβάσεις σε περιοχές όπου υπάρχουν κυψέλες ή «βόσκουν» μέλισσες. Τα στοιχεία αυτά είναι γνωστά σε κάποια περιοχή από τον χρήστη μιας φυτοπροστατευτικής ουσίας. Σε περίπτωση όπου μια επέμβαση κρίνεται απαραίτητη, είναι αναγκαία ή έγκαιρη ενημέρωση των μελισσοκόμων της περιοχής καθώς και επέμβαση σε ώρες και κατά τρόπο που θα προκαλείται η μικρότερη δυνατή ζημιά στους μελισσοπληθυσμούς. Εξυπακούεται ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν ηπιότερα σκευάσματα για τις μέλισσες, εφόσον αυτό συνδυάζεται και με το είδος του εχθρού (εντόμου, ασθένειας ή άλλου) –στόχου. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε μέρη όπου οι μέλισσες πίνουν νερό.

Οι επεμβάσεις γενικά και κυρίως οι εντομοκτόνες, θα πρέπει να γίνονται νωρίς το πρωί ή το βράδυ, όταν οι μέλισσες δεν βόσκουν. Κατά κανόνα, όταν δεν πέσουν πάνω στις μέλισσες τα ψεκαστικά υγρά είναι λιγότερο βλαβερά από ότι οι σκόνες επιπάσεως. Οι δε επεμβάσεις από εδάφους είναι λιγότερο επικίνδυνες από ότι από αέρος.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μερικά από τα πολύ επικίνδυνα εντομοκτόνα για τις μέλισσες, πέρα από το ότι σκοτώνουν τις εργάτριες στους αγρούς συσσωρεύονται και στην κυψέλη ή προκαλούν τέτοια αλλαγή συμπεριφοράς στις εργάτριες που επιζούν ώστε ο γόνος στις κυψέλες τελικά καταστρέφεται. Οι απώλειες μελισσών είναι συνήθως μικρές όταν και πολύ

μελισσοτοξικές ουσίες χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 400-500 m από κυψέλες ή ανθισμένους αγρούς ή δένδρα (Τζανακάκης 1995).

2.7 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και χημικά όπλα

Η σχέση ανάμεσα στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα χημικά όπλα ήταν ανέκαθεν στενή: Φυτοπροστατευτικά προϊόντα χρησιμοποιήθηκαν ως χημικά όπλα και αντίστροφα. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς ως χημικά όπλα είναι τα ακόλουθα:

- 2,4-D και 2,4,5-T : Τα σκευάσματα αυτά που περιέχουν και διοξίνη χρησιμοποιήθηκαν ως χημικά όπλα στα τέλη του Β' Παγκόσμιου Πολέμου αλλά και στον πόλεμο του Βιετνάμ.

- Διοξίνη: Προκάλεσε μια από τις μεγαλύτερες οικολογικές καταστροφές στο Σεβέζο της Ιταλίας όταν διέρρευσε από ένα εργοστάσιο φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Αποτελούσε βασικό συστατικό της «πορτοκαλί βροχής» (μείγμα 2,4-D και 2,4,5-Ta) που προκάλεσε την οικολογική καταστροφή στον πόλεμο του Βιετνάμ.

- VX: Πρόκειται για ένα χημικό όπλο που παρασκευάστηκε στα εργαστήρια της βρετανικής εταιρείας φυτοπροστατευτικών προϊόντων ICI. Για το εντομοκτόνο της κατηγορίας AMITON που ανήκει στα χημικά όπλα VX που ευρίσκονται αποθηκευμένα σε μεγάλες ποσότητες στην πρώην Δ. Γερμανία η Εταιρεία Bayer κατέχει την αμερικανική πατέντα.

- Φωσγένιο: Πρόκειται για παραπροϊόν της χημικής βιομηχανίας και εξυπηρετεί την παραγωγή φυτοπροστατευτικών και φαρμακευτικών προϊόντων, χρωμάτων και πλαστικών. Χρησιμοποιήθηκε κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο ως δηλητηριώδες αέριο και που πιθανά είναι συνυπεύθυνο για τους θανάτους και τις δηλητηριάσεις στη Μπομπάλ της Ινδίας.

- Zygon B: Φυτοπροστατευτικό προϊόν της εταιρείας I.G. Χρησιμοποιήθηκε στη φυτοπροστασία αλλά και ως πολεμικό (δηλητηριώδες) αέριο. Οι ναζί προμήθευαν με φτηνό εργατικό δυναμικό την Εταιρεία από τα στρατόπεδα συγκεντρώσεως και ιδιαίτερα από το Άουσβιτς. Χιλιάδες άτομα βρήκαν την εποχή εκείνη το θάνατο, σήμερα όμως χρησιμοποιείται εκ νέου ως φυτοπροστατευτικό προϊόν (HCN) ενώ η εταιρεία μετονομάστηκε σε Degesh.

Δύο εταιρείες, η Karl Kolb και η Pilot Plant στο Dreieich της Έσσης θεωρήθηκαν (σύμφωνα με το Υπουργείο Εξωτερικών των ΗΠΑ, το BBC και τον διεθνή τύπο) ως υπεύθυνες για την προμήθεια εγκαταστάσεων παραγωγής φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο Ιράκ που με λίγες μετατροπές μπόρεσε να παράγει χημικά όπλα. Τα όπλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν εναντίον του Ιράν αλλά και εναντίον των Κούρδων π.χ. της πόλης Halabja του ίδιου του Ιράκ στις 16-3-1988 όπου πέθαναν ακαριαία 5.000 άτομα και άλλα 4.000 άτομα τραυματίστηκαν βαριά. Πολλά άτομα σκοτώθηκαν από επιθέσεις με χημικά όπλα στην περιοχή των Κούρδων κοντά στα σύνορα με το Ιράν και την Τουρκία (Χρυσόγελος και ηγγές 1988).

Τα 9 θανάσιμα αμαρτήματα κατά του περιβάλλοντος

(που θα είναι ποινικά κολάσιμα σύμφωνα με τις προτάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής)

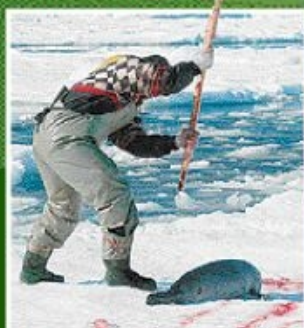
1 ΑΠΟΒΟΛΗ ή εισαγωγή υλικών που προκαλούν θάνατο ή σοβαρές βλάβες σε ανθρώπους.

2 ΧΡΗΣΗ, μεταφορά, εξαγωγή ή εισαγωγή επικίνδυνων αποβλήτων που προκαλούν ή μπορεί να προκαλέσουν θάνατο ή σοβαρές βλάβες σε ανθρώπους



3 ΑΠΟΒΟΛΗ υλικών που προκαλούν ή μπορεί να προκαλέσουν θάνατο ή σοβαρές βλάβες σε ανθρώπους ή στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, του εδάφους, του νερού, των φυτών και των ζώων

4 ΠΑΡΑΝΟΜΗ λειτουργία εργοστασίου στο οποίο αποθηκεύονται ή χρησιμοποιούνται επικίνδυνες ουσίες που προκαλούν ή μπορεί να προκαλέσουν θάνατο ή σοβαρές βλάβες σε ανθρώπους ή στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, του εδάφους, του νερού, των φυτών και των ζώων



5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, αρπαγή, καταστροφή, θανάτωση ή εμπορία προστατευόμενης άγριας πανίδας και χλωρίδας

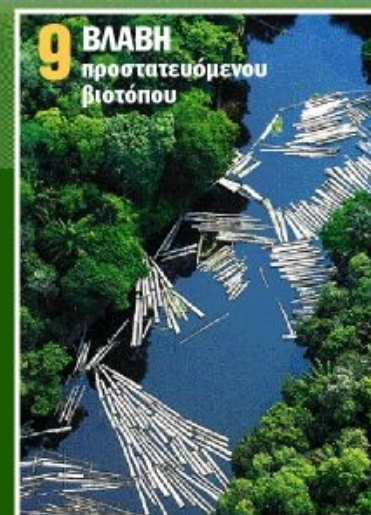


6 ΠΑΡΑΓΩΓΗ, χρήση, αποθήκευση, μεταφορά, εξαγωγή ή εισαγωγή πυρηνικών ή άλλων επικίνδυνων ραδιενεργών υλικών που προκαλούν ή μπορεί να προκαλέσουν θάνατο ή σοβαρές βλάβες σε ανθρώπους ή στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, του εδάφους, του νερού, των φυτών και των ζώων



7 ΠΑΡΑΝΟΜΗ μεταφορά αποβλήτων

8 ΕΜΠΟΡΙΑ ή χρήση ουσιών που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος



9 ΒΛΑΒΗ προστατευόμενου βιοτόπου

ΤΑ ΗΕΛ

Εικόνα 20 :Τα 9 θανάσιμα αμαρτήματα κατά του περιβάλλοντος...(http://www.greenpage.gr/greenfoto/eglimata_ekmetalleushs/9_deth.JPG)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και άνθρωπος



Εικόνα 21: Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
(<http://www.skai.gr/photos/200804/m07-175915climate.jpg>)

3.1 Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και άνθρωπος

Είναι γεγονός ότι χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στις δεκαετίες που προηγήθηκαν, οι επιπτώσεις στην οικονομία και την υγεία του ανθρώπου θα ήταν σημαντικές. Ο ρόλος των εντομοκτόνων για παράδειγμα στην πρόληψη ασθενειών του ανθρώπου όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός, ο επιδημικός τύφος, η βουβωνική πανούκλα, η δυσεντερία, η χολέρα κ.α. με την καταπολέμηση των εντόμων- φορέων των ασθενειών αυτών ήταν και είναι ανεκτίμητης αξίας. Υπολογίζεται ότι μόνο το DDT έσωσε τη ζωή 5 εκατομμυρίων ανθρώπων και εμπόδισε την εκδήλωση σοβαρών ασθενειών σε 100 εκατομμύρια άτομα σε ολόκληρο τον κόσμο από το 1942 που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά, έως το 1959.

Η προσφορά όμως αυτή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στον άνθρωπο, δεν ήταν χωρίς συνέπειες. Ωφέλησαν και έβλαψαν ταυτόχρονα (τον άνθρωπο και τα έμβια γενικώς), εξαφάνισαν αλλά και δημιούργησαν νοσηρά φαινόμενα και καταστάσεις όχι μόνο στο χώρο των οξέων δηλητηριάσεων (άμεσων) αλλά και στο χώρο των χρονίως εμφανιζόμενων επιδράσεων στην υγεία του ανθρώπου, που είναι και οι πλέον ανησυχητικές. Έτσι, σύμφωνα με έρευνες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ.) υπολογίζεται ότι δηλητηριάζονται από φυτοφάρμακα περί το 1-1,5 εκατομμύρια άνθρωπων κάθε χρόνο και από αυτούς περί τους 20.000 πεθαίνουν. Το μεγαλύτερο μέρος του αριθμού αυτού αφορά κυρίως χώρες του Τρίτου Κόσμου όπου κρούσματα καρκίνου και στειρότητας είναι αυξημένα. Αλλά και στη χώρα μας φτάνουν κάθε χρόνο μόνο στο Κέντρο Δηλητηριάσεων των Αθηνών περί τα 1500 περιστατικά οξέων δηλητηριάσεων με φυτοφάρμακα, από τα οποία περί τα 30 καταλήγουν σε θάνατο.

Την πρώτη θέση στις δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου κατέχουν τα ζιζανιοκτόνα με ποσοστό 46%. Ακολουθούν τα εντομοκτόνα με 31% και τα μυκητοκτόνα με 18%. Το υπόλοιπο 5% αφορά μυοκτόνα, ακαρεοκτόνα και νηματωδοκτόνα. Στον Τρίτο Κόσμο τα εντομοκτόνα κατέχουν την πρώτη θέση αλλά αναμένεται σταδιακή αύξηση των ζιζανιοκτόνων στα επόμενα χρόνια. Σε έρευνα που έγινε στη χώρα μας και ειδικότερα στο χώρο της Β. Ελλάδας την τετραετία 1982-1985 (Τσούκαλη-Παπαδόπουλου κ.α. 1988) διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών φυτοπροστατευτικών προϊόντων την πρώτη θέση σε συχνότητα θανατηφόρων δηλητηριάσεων (ποσοστό 67%) κατέχουν τα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα και τη δεύτερη οι καρβαμιδικοί εστέρες. Από την έρευνα αυτή επίσης προέκυψε ότι τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι το είδος των τοξικών ουσιών που ενοχοποιούνται για το μεγαλύτερο ποσοστό (60%) από τις περιπτώσεις των δηλητηριάσεων που εξετάστηκαν.



Εικόνα 22: Σύνηθες αποτέλεσμα της λήψης φυτοπροστατευτικού.
(<http://www.capitalhealth.gr/images/videos/healthimages/ananipsi.jpg>)

3.2 Τρόποι πρόκλησης επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Οι επιπτώσεις (άμεσες ή χρόνιες) στην υγεία από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι δυνατόν να συμβούν με διάφορους τρόπους, κυριότεροι των οποίων μπορούν να θεωρηθούν: η λήψη από λάθος (ατύχημα), η επαγγελματική ενασχόληση και η κατανάλωση τροφίμων με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Οι τρόποι αυτοί αναπτύσσονται στη συνέχεια:

3.2.1 Λήψη φυτοπροστατευτικών προϊόντων από λάθος (ατύχημα)

Η λήψη κάποιου φυτοπροστατευτικού προϊόντος από λάθος που συνιστά ατύχημα και προκαλεί άμεση επίπτωση στην υγεία του λήπτη (δηλητηρίαση), είναι δυνατή. Είναι περίπτωση που αφορά κατά κανόνα παιδιά. Η αποθήκευση φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε χώρους με τρόφιμα οικιών έχει γίνει επίσης αιτία δηλητηριάσεων καθώς και η χρησιμοποίηση κενών συσκευασιών των προϊόντων αυτών για τοποθέτηση τροφής στερεάς ή υγρής. Η περίπτωση αυτή αφορά κυρίως άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου.

3.2.2 Επαγγελματική ενασχόληση

Η επαγγελματική ενασχόληση ως αιτία επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία συνιστά ένα ποσοστό 40% των τοξικών επιδράσεων των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Αφορά αγρότες με την ευρεία έννοια και άτομα απασχολούμενα σε χώρους παραγωγής, συσκευασίας και διάθεσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ οι ασχολούμενοι στη γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία κλπ παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες εμφάνισης κακοηθών νεοπλασμάτων.



Εικόνα 23: Η εργασία στη γεωργία αποτελεί κύρια αιτία δηλητηριάσεων από φυτοπροστατευτικά προϊόντα.
(http://ec.europa.eu/agriculture/organic/images/StandardImage/DSCF4719_M.jpg)

3.2.2.1 Έκθεση σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα στον αγρό

3.2.2.1.1 Χειριστές μηχανημάτων

Η εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων είτε με ψεκαστικά μηχανήματα είτε με συσκευές σκονίσματος έχει ως συνέπεια την έκθεση των χειριστών στην επιβλαβή επίδραση τους. Ο άνεμος αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα έκθεσης, δεδομένου ότι τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που προέρχονται από τις ανάλογες συσκευές εφαρμογής τους (άσχετα με το εάν η κατεύθυνση επέμβασης είναι προς τα πάνω ή προς τα κάτω) υπόκεινται στην επίδραση των ρευμάτων του. Αποτέλεσμα είναι η επαφή του σώματος του χειριστή με τα σταγονίδια ή τη σκόνη του σκευάσματος. Ακόμη και σε περιπτώσεις απουσίας ρευμάτων αέρος, εφόσον η κατεύθυνση της επέμβασης είναι προς τα πάνω (π.χ. ψεκασμός ψηλών δένδρων) ο χειριστής υπόκειται στην έκθεση των σταγονιδίων ή μορίων σκόνης που πέφτουν από ψηλά. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται η λήψη προστατευτικών μέτρων από τους χειριστές των μηχανημάτων επεμβάσεων με φυτοφάρμακα (φόρμα, μάσκα, γάντια, μπότες, κάλυμμα κεφαλής).



Εικόνα 24: Ψεκασμός καλλιέργειας από αγρότη.
(http://assets.in.gr/dGenesis/assets/Content5/Photo/594091_b.jpg)



Εικόνα 25: Ψεκασμός καλλιέργειας με τρακτέρ.
http://ec.europa.eu/environment/news/efe/26/images/art05_5499.jpg

3.2.2.1.2 Επαφή με ψεκασθείσες καλλιέργειες

Παρά το ότι οι αγρότες ενδέχεται να αποφύγουν την έκθεση στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων, εν τούτοις δεν αποφεύγουν την επαφή τους με αυτά καθώς έρχονται σε επαφή με τη φυτική επιφάνεια που δέχτηκε την επέμβαση. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται περιπτώσεις δηλητηριάσεων σε άτομα των οποίων το είδος της εργασίας επιτάσσει την επαφή με φύλλωμα καλλιεργειών που έχουν δεχτεί επέμβαση με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις ως σκεύασμα επέμβασης αναφέρεται το parathion. Είναι κατανοητό ότι ένα άτομο ενδέχεται να έλθει με τον τρόπο αυτό σε επαφή με ένα φυτοπροστατευτικό σκεύασμα και να υποστεί κάποιο βαθμό δηλητηρίασης και κυρίως στην περίπτωση όπου τα υπολείμματα του σκευάσματος είναι ιδιαίτερα υψηλά/ σε κάποιες μάλιστα περιπτώσεις παρατηρήθηκαν δηλητηριάσεις ατόμων που εισήλθαν στον αγρό, αρκετό διάστημα μετά την επέμβαση. Αυτό πιθανόν να φανερώνει την πιθανότητα ύπαρξης παραγόντων οι οποίοι συντελούν στην εκδήλωση συμπτωμάτων δηλητηρίασης ύστερα από επαφή με μια επιμέρους καλλιέργεια, σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή και κάτω από ειδικές συνθήκες. Υπό τις συνθήκες αυτές, ενδέχεται είτε να αναπτύσσονται δευτερογενώς χημικές ουσίες τοξικότερες του αρχικού σκευάσματος είτε ή υπολειμματικότητα της αρχικής ουσίας ή των δευτερογενών παραγόμενων ουσιών να είναι αρκετά υψηλή κατά τρόπο που να συνιστούν κίνδυνο δηλητηρίασης για περίοδο μεγαλύτερη της κανονικής (Wolfe 1979).



Εικόνα 26: Αργοτικές εργασίες σε καλλιέργεια.
(<http://www.photooftheday.gr/photos/121953720560678900.jpg>)

Αναφέρεται η δηλητηρίαση εργατών στις Η.Π.Α. κατά τη διάρκεια εργασιών αραιώματος καρπών, διαλογής, συγκομιδής ή άρδευσης σε μηλιές, αχλαδιές, πορτοκαλιές, αμπέλια ή σε φυτά λυκίσκου, ύστερα από προηγούμενη επέμβαση με parathion (Wolfe και πηγές 1979).

3.2.2.1.3 Έκθεση ατόμων που διαμένουν πλησίον των επεμβάσεων

Η διαμονή ατόμων σε κατοικίες οι οποίες γειτνιάζουν με καλλιέργειες που δέχονται επεμβάσεις (ψεκασμούς, σκονίσματα κ.α.) ή η συχνή παραμονή τους για κάποιο λόγο κοντά σε καλλιέργειες, συνιστούν ένα εν δυνάμει κίνδυνο τοξικής επίδρασης στην υγεία τους λόγω των φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα οποία χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες αυτές, λόγω της (έστω και συμπτωματικής) έκθεσης τους σε αυτά.

Από τα δεκάδες παραδείγματα που συναντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία θα αναφερθούμε σε σχετική έρευνα που έγινε στη χώρα μας και συγκεκριμένα στο Τυμπάκι της Κρήτης (και η οποία αποτελεί απόδειξη της περίπτωσης της παρούσας παραγράφου καθώς και των προηγούμενων). Στην

περιοχή αυτή οι αγρότες ασχολούνται κυρίως με την καλλιέργεια κηπευτικών υπό κάλυψη (Καφάτος και Μάνεσης 1988, Μάνεσης και συνεργάτες 1988). Μελετήθηκε ο τρόπος χρήσης φυτοπροστατευτικών προϊόντων και η έκθεση σε αυτά των καλλιεργητών (ανδρών- γυναικών) καθώς και των παιδιών τους τα οποία ή βοηθούσαν στις εργασίες των θερμοκηπίων ή έπαιζαν στο χώρο τους (κυρίως παιδιά προσχολικής ηλικίας). Σε σύγκριση με ισομέγεθες δείγμα πληθυσμού ορεινής περιοχής (Ανώγεια) όπου οι κάτοικοι δεν ασχολούνται με θερμοκηπιακές καλλιέργειες, διαπιστώθηκε μεταξύ άλλων ότι:

- Τα παιδιά του Τυμπακίου είχαν σημαντικά περισσότερο ανεπτυγμένη βρογχοκήλη και διόγκωση ήπατος σε σύγκριση με τα παιδιά των Ανωγείων.
- Η συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση ήταν σημαντικά υψηλότερες στον πληθυσμό του Τυμπακίου σε σχέση με τον πληθυσμό των Ανωγείων.
- Η νευρολογική εξέταση έδωσε σημαντικό παθολογικό δείκτη για το ΚΝΣ των γυναικών και παιδιών του Τυμπακίου σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, αλλά όχι για τους άνδρες. Ο δείκτης του ΠΝΣ ήταν σημαντικά παθολογικός για τους άνδρες, γυναίκες και παιδιά του Τυμπακίου σε σχέση με των Ανωγείων.
- Τα επίπεδα των τρανσαμινασών του ορού ήταν σημαντικά υψηλότερα στους άνδρες, γυναίκες και παιδιά του Τυμπακίου σε σύγκριση με των Ανωγείων.
- Τα επίπεδα της χοληνεστεράσης των ερυθρών ήταν σημαντικά υψηλότερα στους άνδρες, γυναίκες και παιδιά ηλικίας άνω των 10 χρόνων του Τυμπακίου σε σύγκριση με των Ανωγείων.
- Τα επίπεδα θειαμίνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων ήταν σημαντικά χαμηλότερα στον πληθυσμό του Τυμπακίου παρά τη μεγαλύτερη πρόσληψη της με την τροφή σε σύγκριση με τα Ανώγεια.
- Όλοι οι δείκτες νοητικής λειτουργίας των παιδιών ήταν σημαντικά χαμηλότεροι στο Τυμπάκι σε σύγκριση με τα Ανώγεια.

Σύμφωνα με παρόμοιες μελέτες στις ΗΠΑ (των οποίων τα αποτελέσματα ήταν παραπλήσια εκείνων του Τυμπακίου), απεδείχθη ότι από μια ομάδα 381 εργατών που είχαν εκτεθεί με διάφορους τρόπους σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα, 155 από αυτούς παρουσίασαν συμπτώματα απλής δηλητηρίασης και 29 πέθαναν, ενώ σε μια περίοδο 10 χρόνων (1965-1975) σε κάθε 100 δηλητηριάσεις από φυτοπροστατευτικά προϊόντα αντιστοιχεί και ένας επαγγελματικός θάνατος.

3.2.2.2 Έκθεση σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα σε μονάδες τυποποίησης

Άτομα εργαζόμενα σε εργοστάσια τυποποίησης φυτοπροστατευτικών προϊόντων εκτίθενται συχνά σε σχετικά υψηλά επίπεδα των σκευασμάτων αυτών. Οποσδήποτε, το μεγαλύτερο κίνδυνο έκθεσης συνιστά η απευθείας επαφή του ατόμου με τη συμπυκνωμένη δραστική ουσία του σκευάσματος (χύσιμο του σκευάσματος σε κάποιο τμήμα του σώματος ή άλλος τύπος απευθείας επαφής με αυτή). Λόγω του κινδύνου της εν δυνάμει έκθεσης στα σκευάσματα αυτά, είναι αναγκαία η ενημέρωση τόσο των εργαζομένων όσο και του επικεφαλής στον κίνδυνο που ενέχει η έκθεση στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Μεταξύ των μέσων βοθηθιών στις εγκαταστάσεις τέτοιων εργοστασίων

περιλαμβάνονται και ντους ασφαλείας, οι δε εργαζόμενοι στην τυποποίηση αντι-χολινεστερασικών σκευασμάτων είναι αναγκαίο να υποβάλλονται σε τακτικές αναλύσεις του αίματος για τον έλεγχο των επιπέδων της χολινεστεράσης. Δεν είναι δε σπάνια η εκδήλωση ήπιας ή και σοβαρότερης μορφής δηλητηρίασης του τύπου αυτού. Έχει διαπιστωθεί σε κάποιες περιπτώσεις συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου χολινεστεράσης αίματος των εργαζομένων, της έκθεσης σε parathion και την εκδήλωση ασθένειας. Παρά το ότι όμως τα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα κατηγορούνται ως επικίνδυνα δηλητηριάσεων στις μονάδες τυποποίησης, εν τούτοις έχουν εκδηλωθεί ασθένειες από άλλους τύπους εντομοκτόνων, όπως τα οργανοχλωριωμένα. Έτσι, παρατηρήθηκε η εκδήλωση επιληπτικών κρίσεων σε έκθεση εργαζομένων σε aldrin και endosulfan σε εργαστήρια τυποποίησης τους (Wolfe και πηγές 1979).



Εικόνα 27: Εργασία στο συσκευαστήριο Αρχανών.
(http://www.archanes.gr/photos/01_OIK_Syneterismos_TH.jpg)

3.2.3 Κατανάλωση τροφίμων και υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Υπόλειμμα φυτοπροστατευτικού προϊόντος είναι η ποσότητα του σκευάσματος που μένει στη φυτική ή άλλη επιφάνεια αφού περάσει ορισμένος χρόνος και το απόθεμα υποστεί την επίδραση των καιρικών συνθηκών, του φυτού ή άλλου μέσου. Το υπόλειμμα μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα συστατικά του σκευάσματος πλην του τεχνικώς καθαρού προϊόντος, εκείνο όμως το οποίο κατά κανόνα λαμβάνεται υπόψη είναι η δραστική ουσία και τα τυχόν άλλα τοξικά προϊόντα της αποδόμησης της. Στις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων που αφορούν τον καθορισμό της ανώτατης περιεκτικότητας φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα υπολείμματα τους αναφέρονται ως κατάλοιπα φυτοφαρμάκων και ορίζεται ως: «τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων καθώς και των προϊόντων που προκύπτουν από το μεταβολισμό, την αποσύνθεση ή την αντίδραση τους, που ευρίσκονται

πάνω ή μέσα στα προϊόντα».

Άμεση επίδραση (επίπτωση) στην υγεία του ανθρώπου (δηλητηρίαση) είναι δυνατόν να συμβεί και με την κατανάλωση προϊόντων (με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων) που είχαν πρόσφατα ραντισθεί και διοχετεύθηκαν στην Αγορά. Περισσότερη όμως ανησυχία προκαλούν οι ύπουλες χρόνιες επιδράσεις οι οποίες σχετίζονται με την κατανάλωση τροφίμων ή νερού με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων και των οποίων τα συμπτώματα είναι δυνατόν να εκδηλωθούν με την παρέλευση κάποιων χρόνων ή δεκαετιών ή στα παιδιά των καταναλωτών των ρυπανθέντων τροφίμων. Συνάγεται λοιπόν ότι ακόμη και άτομα που δεν έχουν άμεση σχέση με φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι εκτεθειμένα στους κινδύνους τους.



Εικόνα 28: Τροφές με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων.
(<http://www.bioepirus.gr/images/banner.jpg>)

Υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων ή μεταβολιτών τους στα τρόφιμα, αποτελούν την καθημερινή μας δόση σε αυτά. Δύσκολα ανευρίσκονται τρόφιμα χωρίς ανιχνεύσιμα υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων, ενώ συνεχώς αυξάνεται ο αριθμός των δειγμάτων με συγκεντρώσεις υπολειμμάτων πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Μια μελέτη του Υπουργείου Γεωργίας της Ν. Ζηλανδίας (1985), έδειξε ότι σε ημερήσια κατανάλωση 4.000 θερμίδων, καταναλίσκονται και τα ακόλουθα (τουλάχιστον) φυτοπροστατευτικά προϊόντα, στις αντίστοιχες ποσότητες σε mg (πίνακας 21).

Πίνακας 21: Ημερήσια κατανάλωση φυτοπροστατευτικών προϊόντων με την τροφή (Καφάτος- Μάνεσης και πηγές 1988)

Είδος φυτοπροστατευτικού προϊόντος	Ημερήσια κατανάλωση (μg)
Lindane	4,4
Dieldrin	6,3
DDT	0,1-13,6
PCBS	107,3
Parathion	6,6

Trichlorphon	18,1
--------------	------

Μικρές ποσότητες υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα τρόφιμα και ιδιαίτερα χλωριωμένων υδρογονανθράκων μπορούν να προκαλέσουν συσσώρευση και άλλες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Μελέτες σχετικές με τα υπολείμματα στις αναπτυσσόμενες χώρες έδειξαν ότι σε πολλές περιπτώσεις υπερβαίνουν κατά εκατοντάδες ή χιλιάδες φορές τα όρια ανοχής υπολειμμάτων που ισχύουν στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη. Για παράδειγμα, στη Σρι-Λάνκα και στο Τόγκο το 50% των δειγμάτων λαχανικών που εξετάστηκαν υπερέβαιναν τα όρια ανοχής που ισχύουν στην Ε.Ε. το δε 90% των τοματών και μαρουλιών στη Σρι-Λάνκα ήταν ακατάλληλα για βρώση. Στη Βραζιλία, το 59% σε 1128 δείγματα διαφόρων τροφίμων περιείχαν υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων ορισμένα των οποίων υπερέβαιναν κατά πολύ τα ανώτατα επιτρεπτά όρια. Παρόμοια αποτελέσματα διαπιστώθηκαν ύστερα από εξέταση λαχανικών στις Ινδίες. Σχεδόν το 50% των δειγμάτων περιείχαν υπολείμματα HCH, Lindane, aldrin, heptachlor, endrin και DDT. Λόγω δε της βιοσυσσώρευσης, της βιομεγέθυνσης και της βιομεταφοράς των οργανοχλωριωμένων υδρογονανθράκων, ποσότητες DDT ανιχνεύονται ακόμη και σήμερα στο μητρικό γάλα σε μια μέση παγκόσμια συγκέντρωση 6ppm, η οποία είναι 10πλάσια από την επιτρεπόμενη μέγιστη στη Γερμανία. Οι ιδιότητες των εντομοκτόνων αυτών συντελούν στην ανίχνευση DDT στο υποδόριο λίπος ενηλίκων και παιδιών στην Ελλάδα, παρά το ότι η χρήση του στη χώρα μας έχει απαγορευτεί από το 1974.

Σύμφωνα με ανακοίνωση σε δελτίο των «Φίλων της Γης» το 1987: «...10 παρασιτοκτόνα κλειδιά που εφαρμόζονται σε 15 καλλιέργειες και ζωικά προϊόντα είναι υπεύθυνα για το 85% περίπου του κινδύνου καρκίνου λόγω υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων, όπως αποκαλύπτει έρευνα του Αμερικάνικου Εθνικού Ερευνητικού Συμβουλίου...». Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα αυτά είναι τα: Linuron, maneb, zineb, marcozeb, captan, captafol, folpet, chlorothalonil, chlordimeform, permethrin. Στην έρευνα που έγινε εξετάστηκε μόνο ο κίνδυνος ογκογένεσης και περιέλαβε 15 γεωργικά προϊόντα ευρείας και καθημερινής κατανάλωσης. Τα γεωργικά αυτά προϊόντα συγκεντρώνουν το 78% του ολικού κινδύνου ογκογένεσης λόγω διατροφής (πίνακας 22).

Αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας ανίχνευσης υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε γαλακτοκομικά προϊόντα από το σύνολο σχεδόν του χώρου της ηπειρωτικής Ελλάδας και κατά την οποία διερευνήθηκε η παρουσία 13 οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων (DDT, aldrin, lindane, dieldrin κ.α.), 3 ζιζανιοκτόνων (alachlor, atrazine, simazine) και ενός οργανοφωσφορικού (methyl-parathion), έδειξαν ότι οι ανιχνευθείσες συγκεντρώσεις ήταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα και κάτω των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων που έχει θεσπίσει ο FAO, η Π.Ο.Υ. και η Ε.Ε. (Παππάς 1998).

Πίνακας 22: Συμβολή γεωργικών προϊόντων στον ολικό κίνδυνο ογκογένεσης στον άνθρωπο λόγω διατροφής (Μπουλταδάκης- Μπουγιούρης και πηγές 1989)

Γεωργικό προϊόν	% Ολικού κινδύνου ογκογένεσης
Τομάτα	14,9
Βοδινό	11,1
Πατάτα	8,9
Πορτοκάλι	6,4
Μαρούλια	5,8
Μήλα	5,5
Ροδάκινα	5,5
Χοιρινό	4,5
Σιτάρι	3,3
Σόγια	2,2
Φασόλια	2,1
Καρότα	2,1
Κοτόπουλο	1,9
Καλαμπόκι	1,9
Σταφύλια	1,9
Ολικό	78,0

Σύμφωνα με την ερευνήτρια Χ. Λέντζα-Ρίζου (1994), σε έρευνα που έγινε (τα έτη 1988-89 και 1989-90) σε δείγματα παρθένου ελαιολάδου παραγωγών που προέρχονταν από όλες τις ελαιοκομικές περιοχές της χώρας, διαπιστώθηκε η ύπαρξη του λιποδιαλυτού εντομοκτόνου fenthion (το οποίο χρησιμοποιείται στις επεμβάσεις εναντίον του δάκου της ελιάς) σε συγκεντρώσεις κυμαινόμενες από μη ανιχνεύσιμες (<0.005 mg/kg) μέχρι 13.30 mg/kg. Διαπιστώθηκε επίσης η παρουσία σε ορισμένα δείγματα, των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων azinphos ethyl, ethyl parathion, methyl parathion και methidathion. Από αυτά πρόβλημα φαίνεται να δημιουργεί το azinphos ethyl το οποίο χρησιμοποιείται πολλές φορές από τους παραγωγούς το φθινόπωρο, ενώ (παρά τις υπάρχουσες συστάσεις) η χρήση του καθώς και όλων των λιποδιαλυτών εντομοκτόνων θα πρέπει να σταματά στο τέλος Αυγούστου.

Σε νεότερη έρευνα σε δείγματα παρθένου επίσης ελαιολάδου ανιχνεύθηκε fenthion σε ορισμένα από αυτά σε συγκέντρωση που υπερέβαινε το όριο του Codex Alimentarius καθώς και ο μεταβολίτης του (sulfoxide) σε συγκεντρώσεις 0,1 -1,30 mg/kg. Σε άλλα δείγματα ανιχνεύθηκε chlorpyrifos σε συγκέντρωση 0,26 mg/kg, καθώς και methyl- και ethyl parathion σε συγκεντρώσεις 0,01 και 0,05 mg/kg αντίστοιχα. Αλλά και σε δείγματα τυποποιημένου ελαιολάδου ανιχνεύθηκε επίσης fenthion σε συγκεντρώσεις 0,01 -0,15 mg/kg και ο μεταβολίτης του sulfoxide σε συγκεντρώσεις 0,002-0,08 mg/kg καθώς και chlorpyrifos σε συγκέντρωση 0,03 mg/kg. Τα τυποποιημένα ελαιόλαδα γενικά, περιείχαν συγκριτικά με τα παρθένα ελαιόλαδα παραγωγών,

χαμηλότερη συγκέντρωση υπολειμμάτων. Σε άλλη περίπτωση ανιχνεύθηκε η παρουσία ζιζανιοκτόνων (6 mg/kg simazine και 3,5 mg/kg atrazine), συνέπεια της εσφαλμένης συνήθειας κάποιων παραγωγών να ψεκάζουν με ζιζανιοκτόνα

τα ελαιοδίκτυα που απλώνουν κάτω από τα ελαιόδενδρα για τη συλλογή του ελαιοκάρπου, προκειμένου να ξηράνουν τα ετήσια ζιζάνια που βλαστάνοντας, εμποδίζουν το «σήκωμα» των δικτύων.

Εκείνο που καθιστά επικίνδυνη την ύπαρξη τοξικών υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο ελαιόλαδο –όπως και στα άλλα γεωργικά προϊόντα- είναι ότι δεν επηρεάζονται τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά από αυτά με συνέπεια να παραμένει ανυποψίαστος ο καταναλωτής. Για το λόγο αυτό είναι αυξημένη η ευθύνη όλων των φορέων, εθνικών και διεθνών, για την προστασία του. Οι Leone και συνεργάτες (1990) υποστηρίζουν ότι για να χαρακτηριστεί ένα ελαιόλαδο σαν λάδι ποιότητας, θα πρέπει η περιεκτικότητά του σε υπολείμματα κάθε εντομοκτόνου να μην υπερβαίνει το 0.01 ppm. Πολλές χώρες μάλιστα που εισάγουν ελαιόλαδο απαιτούν την προσκόμιση πιστοποιητικού ανάλυσης για υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Πέρα από τα τρόφιμα και το πόσιμο νερό βρίσκεται συχνά ρυπασμένο με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

3.2.3.1 Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων

Για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, οι προηγμένες χώρες γενικά, έχουν καθορίσει σε εθνικό επίπεδο Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων ή Ανώτατες Επιτρεπτές Περιεκτικότητες φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα διάφορα γεωργικά προϊόντα και έχουν θέσει σε ισχύ ορισμένα νομοθετικά μέτρα με τα οποία ορίζεται ότι γεωργικά προϊόντα ή εισαγόμενα, δεν επιτρέπεται να τεθούν σε κυκλοφορία εάν οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι δείξουν ότι η περιεκτικότητά τους σε υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα υπερβαίνει.

Τα όρια αυτά καθορίζονται για φυτοπροστατευτικά προϊόντα που έχουν έγκριση για χρήση σε συγκεκριμένες καλλιέργειες στη νομοθετούσα χώρα. Για φυτοπροστατευτικά προϊόντα τα οποία δεν είναι εγκεκριμένα για οποιοδήποτε λόγο, ως Ανώτατο Όριο Υπολειμμάτων έχει ορισθεί η ελάχιστη συγκέντρωση του σκευάσματος που είναι δυνατόν να ανιχνευθεί και να προσδιορισθεί με τις εν χρήσει μεθόδους, γνωστή ως όριο αναλυτικού προσδιορισμού . έτσι, για ένα εντομοκτόνο που είναι εγκεκριμένο π.χ. στη Γερμανία για χρήση στις κερασιές για την καταπολέμηση του *Rhagoletis cerasi* , καθορίζεται από τη χώρα αυτή σαν MRL στα κεράσια 2mg/kg , ενώ για το ίδιο εντομοκτόνο στα εσπεριδοειδή το όριο της Γερμανικής νομοθεσίας είναι 0,05 mg/kg (όριο αναλυτικού προσδιορισμού, πρακτικά μηδέν). Τούτο επειδή η Γερμανία δεν παράγει εσπεριδοειδή και ως εκ τούτου δεν έχει χορηγηθεί καμία τέτοια έγκριση. Η εν λόγω όμως εντομοκτόνος ουσία έχει ισχυρή δράση στη Μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis Capitata* και χρησιμοποιείται ευρέως στις Μεσογειακές χώρες στις καλλιέργειες εσπεριδοειδών. Με τη χρήση της ουσίας αυτής σύμφωνα με τα ενδεδειγμένα (δόσεις, αριθμός επεμβάσεων, μεσοδιάστημα

τελευταίας επέμβασης και συγκομιδής) καταλείπονται ανιχνεύσιμα υπολείμματα στους καρπούς των εσπεριδοειδών. Τα προϊόντα αυτά ως εκ τούτου δεν μπορούν να εισαχθούν στη Γερμανική αγορά.

Για την αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων – οι οποίες δεν είναι λίγες σε διεθνές επίπεδο- ισχύει σε ορισμένες χώρες (ΗΠΑ, Γερμανία) η ρύθμιση των ειδικών ορίων για εισαγόμενα προϊόντα. Η διαδικασία όμως για τον καθορισμό τους είναι χρονοβόρα και δαπανηρή για τους ενδιαφερόμενους παρασκευαστές προϊόντων φυτοπροστασίας και για το λόγο αυτό γίνεται περιορισμένη χρήση της δυνατότητας αυτής. Στις ΗΠΑ η προσέγγιση που ακολουθείται για τον καθορισμό των Ανωτάτων Ορίων Υπολειμμάτων διαφέρει σε ορισμένα σημεία από το κοινό σύστημα. Επειδή δε οι εξαγωγές γεωργικών προϊόντων από την Ευρώπη προς την Αμερική έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα για τη Ευρωπαϊκή οικονομία, οι διαφορές αυτές δημιουργούν σοβαρά εμπορικά προβλήματα.

Αναγνωρίζοντας τα προβλήματα που ανακύπτουν από τις διαφορές στις ανώτατες επιτρεπτές συγκεντρώσεις υπολειμμάτων από χώρα σε χώρα και ιδίως από το μη καθορισμό MRL για πολλούς συνδυασμούς φυτοπροστατευτικών προϊόντων –γεωργικών προϊόντων από χώρες που δεν παράγουν αλλά εισάγουν τέτοια γεωργικά προϊόντα και προκειμένου να βρεθεί μια μέση αποδεκτή προσέγγιση, οι Διεθνείς Οργανισμοί Food and Agriculture Organization (FAO) και World Health Organization (WHO) συνέστησαν στους κόλπους του Κώδικα Τροφίμων (Codex Alimentarius) ειδική επιτροπή, το Codex Committee for Pesticide Residues (CCPR) και σώμα ειδικών επιστημόνων, το Joint Meeting for Pesticide Residues (JMPPR). Τα όργανα αυτά επεξεργάζονται όρια υπολειμμάτων τέτοια που θα καλύπτουν τις ανάγκες φυτοπροστασίας σε παγκόσμιο επίπεδο και τα προτείνουν για αποδοχή από τα κράτη μέλη. Τα όρια του Codex Alimentarius θα υπόκεινται στο εξής σε πολύ αυστηρή κριτική από τις χώρες της Ευρώπης και τις ΗΠΑ, μετά τη συμφωνία που επιτεύχθηκε στα πλαίσια του Γύρου της Ουρουγουάης και της GATT στον Υγειονομικό και Φυτοϋγειονομικό τομέας το Νοέμβριο 1993. σύμφωνα με τη συμφωνία αυτή οι εισάγουσες χώρες δεσμεύονται να αποδέχονται τις προδιαγραφές που ισχύουν στις εξαγούσες χώρες. Μπορούν να θέτουν περιορισμούς στις εισαγωγές μόνο όταν πιστεύουν ότι υπάρχει κίνδυνος για τη δημόσια υγεία με την εισαγωγή προϊόντων που ανταποκρίνονται σε άλλες (πλην των εθνικών) προδιαγραφές.

Η επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έχει περιλάβει στις δραστηριότητες της τη θέσπιση κοινοτικών Ανώτατων Ορίων Υπολειμμάτων μέσα στο πνεύμα της Συνθήκης Ευρωπαϊκής Ενοποίησης και της ελεύθερης διακίνησης των αγαθών, τα οποία είναι υποχρεωτικώς αποδεκτά από όλα τα Κράτη- Μέλη. Έτσι, τα όρια τα οποία υπέστησαν την κατάλληλη επιστημονική επεξεργασία προτείνονται για αποδοχή από το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αφού υιοθετηθούν με βάση την αρχή της εξειδικευμένης πλειοψηφίας, περιλαμβάνονται σε σχετικές οδηγίες. Τα Κράτη-Μέλη υποχρεούνται να λάβουν μέσα στο χρονικό διάστημα που προσδιορίζεται από τις οδηγίες, όλα τα απαραίτητα νομοθετικά και τεχνικά μέτρα για εναρμόνιση και ενσωμάτωση στο εθνικό τους δίκαιο.

Στην Ελλάδα, πριν την ένταξη μας στις Ευρωπαϊκές Κοινότητες δεν είχαν καθορισθεί Εθνικά Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων, αλλά για τους ελέγχους που γίνονταν λαμβάνονταν σαν σημείο αναφοράς τα όρια που προτείνονταν

από τον Κώδικα Τροφίμων των FAO/WHO. Με την ένταξη μας στην ΕΟΚ, έγιναν αποδεκτά και από τη χώρα μας τα ισχύοντα κοινοτικά όρια και περιελήφθησαν στην εθνική νομοθεσία. Οι έλεγχοι γίνονται και εξακολουθούν να γίνονται σε περιορισμένη κλίμακα λόγω αντικειμενικών δυσκολιών. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι έλεγχοι για υπολείμματα ανήκουν στην κατηγορία των δαπανηρότερων αναλύσεων και απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό, μόνιμο εξοπλισμό και αναλώσιμα υλικά.

3.3 Επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην ανθρώπινη υγεία

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι επιπτώσεις από την χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην ανθρώπινη υγεία, είναι δυνατόν να είναι άμεσες ή χρόνιες. Οι άμεσες επιπτώσεις που αφορούν τις δηλητηριάσεις από λήψη του ίδιου του σκευάσματος ή του γεωργικού προϊόντος που συγκομίσθηκε πρόωρα ύστερα από τη χημική επέμβαση, είναι θεραπεύσιμες (σύμφωνα με δεδομένα του ελληνικού χώρου τουλάχιστον) σ' ένα ποσοστό 98%, εφόσον η θεραπεία είναι άμεση και οι βλάβες από το φυτοπροστατευτικό προϊόν είναι αναστρέψιμες.

Περισσότερη ανησυχία προκαλούν οι χρόνιες επιπτώσεις από φυτοπροστατευτικά προϊόντα και οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν:

3.3.1 Επιδράσεις στο ενζυμικό σύστημα

Οι οργανοφωσφορικοί και οι καρβαμιδικοί εστέρες έχουν σαφή αντιχολινεστερασική ενέργεια. Ειδικά για τους οργανοφωσφορικούς εστέρες, θα πρέπει να τονισθεί ότι η δέσμευση της ακετυλοχολινεστεράσης είναι μη αντιστρεπτή με συνέπεια την ιδιαίτερα βραδεία αναγέννηση του ενζύμου. Έτσι, η χρόνια έκθεση στους εστέρες αυτούς έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή ελάττωση του ποσού της ενεργού χολινεστεράσης στον οργανισμό, με συνέπεια την εμφάνιση συμπτωμάτων όταν μετά την πάροδο κάποιου χρόνου αντιστρόφως ανάλογου του βαθμού της έκθεσης η δραστηριότητα του ενζύμου πέσει κάτω από το 50% (πίνακας 23).

Πίνακας 23: Δραστηριότητα επιπέδων χολινεστεράσης στον ανθρώπινο οργανισμό (Από Α. Κουτσελίνης – Σ. Αθανασέλης και πηγές 1989)

Δραστηριότητα χολινεστεράσης	Βαρύτητα της Δηλητηρίασης
50%	Κανένα σύμπτωμα
20-50%	Ελαφρά συμπτώματα
10-20%	Μέτρια συμπτώματα
10%	Βαριά συμπτώματα

Οι οργανοφωσφορικοί αστέρες όμως και ιδιαίτερα οι τριφωσφορικοί

εμφανίζουν επί πλέον της αντιχολινεστερασικής και γενικότερα αντιεστερασική δράση και ειδικότερα επιδρούν στην D.N. (Delayed Neurotoxicity) – εστεράση, η οποία είναι το πρωτεϊνικό κλάσμα του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού με ιδιότητες εστεράσης. Η χημική δομή και η βιολογική της σημασία δεν είναι ακόμη γνωστές, πιστεύεται όμως ότι είναι καθοριστικής σημασίας για τη δομική και λειτουργική ακεραιότητα των νευρώνων. Η αναστολή της D.N. – εστεράσης έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας περιφερικής πολυνευροπάθειας η οποία εμφανίζεται συνήθως μετά από μια ασυμπτωματική λανθάνουσα περίοδο 6-14 ημερών που ακολουθεί μια οξεία δηλητηρίαση με τους εστέρες αυτούς. Οι βλάβες εντοπίζονται στα περιφερικά νεύρα και το νωτιαίο μυελό όχι όμως στον εγκέφαλο και χαρακτηρίζονται από εκφυλισμό των νευρικών κυττάρων που ξεκινά από τους νευράξονες και καταλήγει στο μυελώδες έλυτρο. Οι βλάβες που εκδηλώνονται με ήπια κινητική αδυναμία και αταξία και που καταλήγουν σε έντονη αδυναμία και παράλυση των κάτω και άνω άκρων δεν είναι πάντα αντιστρεπτές.

Από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα μπορεί επίσης να επηρεασθούν τα ένζυμα του ηπατικού μικροσωματικού κλάσματος, τα οποία (ένζυμα) παρεμβαίνουν καθοριστικά στις διάφορες μεταβολικές διαδικασίες του οργανισμού. Ο επηρεασμός των ενζύμων αυτών μπορεί να έχει ως συνέπεια:

- Διαταραχές του μεταβολισμού των εντομοκτόνων ή άλλων ρυπαντών, όταν υπάρχει ταυτόχρονη έκθεση, με συνέπεια τη μεταβολή της τοξικότητας της.
- Διαταραχές του μεταβολισμού των οιστρογόνων με αποτέλεσμα γενικότερες ορμονικές διαταραχές αλλά και διαταραχές της διαδικασίας αναπαραγωγής.
- Διαταραχές του μεταβολισμού διαφόρων φαρμάκων με συνέπεια μεταβολή στην ένταση και στη διάρκεια της φαρμακολογικής τους δράσης γεγονός σημαντικής σημασίας για άτομα που βρίσκονται σε φαρμακευτική θεραπεία και ταυτόχρονα εκτίθενται (κυρίως επαγγελματικά) στα διάφορα εντομοκτόνα.

Τέλος, αρκετά φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν και άλλα ενζυμικά συστήματα μικρότερης σημασίας, όπως σεροαστεράσες, καρβοξυαμιδάσες, αρυλοαμιδάσες, περοξειδάσες, αφυδρογονάσες κλπ, χωρίς συνήθως ιδιαίτερη κλινική σημασία.

3.3.2 Επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα

Οι ανοσοκατασταλτικές ιδιότητες των εντομοκτόνων προσδιορίζονται από την ικανότητα τους να επιδρούν στα ταχέως διαιρούμενα κύτταρα του οργανισμού και ιδιαίτερα στα κύτταρα του αναπαραγωγικού, του αιμοποιητικού και του λεμφικού συστήματος. Συνέπεια της επίδρασης αυτής είναι η αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης λοιμώξεων λόγω ελαττωμένης αντίστασης του οργανισμού, η εμφάνιση αυτόματων μεταλλάξεων ή η καρκινογένεση σε χρόνια εκτιθέμενα σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα, άτομα.

Πειράματα σε ζώα και in vitro πειράματα σε καλλιέργειες λεμφοκυττάρων έδειξαν ότι πολλά φυτοπροστατευτικά προϊόντα καταστέλλουν το ανοσοποιητικό σύστημα ελαττώνοντας την ικανότητα

παραγωγής αντισωμάτων, αλλά και τη φαγοκυτταρική ικανότητα μακροφάγων και λεμφοκυττάρων, ενώ ακόμα ελαττώνουν την περιεκτικότητα του ορού σε ανοσοσφαιρίνες. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σαφώς προειδοποιητικά για ανάλογες πιθανές επιδράσεις στον άνθρωπο.

Επιδημιολογικά μελέτες σε επαγγελματικά εκτεθειμένους πληθυσμούς έχουν δείξει ότι πολλά εντομοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν ανοσοεξαρτώμενες αλλεργικές αντιδράσεις οι οποίες είναι τυπικές και μπορούν να έχουν τη μορφή αλλεργικού εκζέματος, αλλεργικής δερματίτιδας εξ επαφής ή κοκκιωμάτων των πνευμόνων.

3.3.3 Επιδράσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα

Τα χλωριωμένα εντομοκτόνα αλλά και οι διθειοκαρβαμιδικοί εστέρες έχει αποδειχθεί ότι ασκούν δυσμενή επίδραση στην αναπαραγωγική ικανότητα τόσο των ανδρών όσο και των γυναικών. Έτσι, στους μεν άνδρες η επίδραση αφορά την καταστολή της σπερματογένεσης με συνέπεια ολιγοσπερμία ή αζωοσπερμία, στις δε γυναίκες αφορά ορμονικές διαταραχές και διαταραχές στην ωορρηξία.

3.3.4 Εμβρυοτοξικότητα - Τερατογένεση

Από την πληθώρα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων που έχουν ελεγχθεί, ελάχιστα έχουν αποδειχθεί ότι έχουν τερατογόνο και εμβρυοτοξική δράση σε πειραματόζωα, ενώ επιδημιολογικά στοιχεία που να αφορούν εμφάνιση εμβρυοτοξικής ή τερατογόνου δράσης στον άνθρωπο δεν υπάρχουν. Ωστόσο τα πειράματα σε ζώα δείχνουν ότι πολλοί περιβαλλοντικοί παράγοντες ή περιβαλλοντικοί ρυπαντές σε χαμηλές δόσεις μπορεί να έχουν συνεργιστική δράση με τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα στην πρόκληση εμβρυοτοξικότητας ή τερατογένεσης. Είναι αυτονόητο ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και επιφυλακτικότητα στο θέμα και οι εγκυμονούσες γυναίκες θα πρέπει να αποφεύγουν την οποιαδήποτε έκθεση στις ουσίες αυτές.

3.3.5 Καρκινογένεση -Μεταλλαξιογένεση

Πολλά φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχουν αναφερθεί κατά καιρούς ως καρκινογόνα για τουλάχιστον ένα είδος θηλαστικού, τα περισσότερα όμως από αυτά έχουν αποδειχθεί αρνητικά σε in vitro δοκιμές για μεταλλαξιογένεση. Επίσης, φυτοπροστατευτικά προϊόντα που σε πειραματόζωα εμφάνισαν καρκινογόνο δράση, δεν εμφάνισαν ανάλογη δράση σε πληθυσμούς επαγγελματικά εκτεθειμένους σε αυτά.

Μια μελέτη του Τμήματος Τροφίμων και Αγροτικής Παραγωγής (CDFA) των Η.Π.Α. στην Καλιφόρνια, ανακοίνωσε (1986) ένα πίνακα σαράντα τεσσάρων δραστικών ουσιών φυτοπροστατευτικών προϊόντων με

καρκινογενετική δράση στον άνθρωπο. Από αυτά, 16 έχουν έντονη καρκινογενετική δράση, 14 μέση και 14 ελαφρά (πίνακας 24).

Πίνακας 24: Φυτοπροστατευτικά προϊόντα για τις δραστικές ουσίες των οποίων υπάρχουν ενδείξεις για καρκινογενετική δράση στον άνθρωπο (CDFA 1986).

Ισχυρές ενδείξεις καρκίνου	Μέσες ενδείξεις καρκίνου	Ελαφρές ενδείξεις καρκίνου
Alachlor (Lasso)	Aldrin	Chlordecone (Kepone)
Cadmium compounds	Chlordane	Daminozine (Alar)
Captafol	Coal tar	Diallate (Avadex)
Captan	Creosote	1,2- Dichloropropane
Chlordimeform	2,4-D	Dimethoate
Chlorines used in water Treatment	1,3-Dichloropropene	Igran (Terabutryn)
Chlorothalonil	Dieldrin	Oxadiazon (Ronstar)
Carbon tetrachloride	EDBSs (maneb,nabam)	Paraquat
Dibromochloropropane	Endrin	Permethrin (Ambush)
Ethylene dibromide	Formaldehyde	Profluralin (Tolban)
Ethylene oxide	Heptachlor	Pronamide (Kerb)
Folpet	Maleic hydrazine-ethano-lamine salt	Sulfallate (Vegatex)
Inorganic arsenic	Toxaphene	1,1,1- Trihaloroethane
Methylene chloride		Trillate (Far go)
Nitrofen		

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει για τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα τα οποία όπως ήδη αναφέραμε έχουν μεγάλη υπολειμματική διάρκεια αλλά και μεγάλη λιποδιαλυτότητα. Τα εντομοκτόνα αυτά εισερχόμενα στον οργανισμό, αποθηκεύονται στο υποδόριο λίπος και ανιχνεύονται σ' αυτό αρκετό χρόνο μετά την επαφή. Εάν μάλιστα η επαφή είναι συνεχής, τα εντομοκτόνα αθροίζονται και όταν σταδιακά απελευθερώνονται στο αίμα είναι δυνατόν να εκδηλώσουν καρκινογόνο δράση που βασικά θα πρέπει να αποδοθεί στο μεγάλο αριθμό ιόντων χλωρίου που περιέχουν στο μόριο τους τα εντομοκτόνα αυτά.

3.4 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία κατά κατηγορία φυτοπροστατευτικού

3.4.1 Εντομοκτόνα

Χλωριωμένοι Υδρογονάνθρακες: Οξεία δηλητηρίαση με Lindane είναι παρόμοια με εκείνη του DDT, δηλαδή τρεμούλιασμα στα χέρια, διέγερση, αταξικές κινήσεις, έντονη εφίδρωση, σπασμοί. Χρόνια λήψη Lindane σχετίζεται με διόγκωση του ήπατος και απλαστική αναιμία (αδυναμία του μυελού για την παραγωγή νέου αίματος) και πρόκληση καρκίνου του ήπατος σε πειραματόζωα. Μέρος του μετατρέπεται στο έδαφος στις τοξικές για τον άνθρωπο χλωροφαινόλες.

Οργανοφωσφορικά και Καρβαμιδικά εντομοκτόνα: Οξεία έκθεση σε αυτά προκαλεί αρχικά νευρική ένταση, άγχος, υπερκινητικότητα, συναισθηματική αστάθεια (θυμό, γέλια, φωνές κλπ), αϋπνία ή εφιαλτικά όνειρα. Μεγαλύτερη έκθεση ευθύνεται για κεφαλαλγίες, τρεμούλιασμα χεριών, υπνηλία, μειωμένη ικανότητα αυτοσυγκέντρωσης και μνήμης, απάθεια. Οι χρόνιες επιπτώσεις σχετίζονται με νευρικές και νευροψυχιατρικές εκδηλώσεις, πόνο και παραισθήσεις στα κάτω άκρα, μυϊκή αδυναμία, σύνδρομο Parkinson, διαταραχές μνήμης και γενετήσιας ορμής, συναισθηματική αστάθεια, άγχος.

3.4.2 Μυκητοκτόνα

Είναι δυνατόν να προκαλέσουν σοβαρές χρόνιες παρενέργειες όπως τερατογένεση και καρκινογένεση. Τα παράγωγα του μεταβολισμού ορισμένων διθειοκαρβαμιδικών έχει διαπιστωθεί ότι προκαλούν βρογχοκήλη.

3.4.3 Ζιζανιοκτόνα

Paraquat (Gramoxon): Η δηλητηρίαση από Paraquat εκδηλώνεται με ναυτία και εμετούς, αρκετές ώρες μετά την έκθεση σε αυτό. Ακολουθεί κώμα και σπασμοί. Σε μικρή έκθεση το άτομο αισθάνεται αρχικά καλά. Μετά από 7-10 ημέρες παρουσιάζεται ελαφρά δύσπνοια αρχικά η οποία στη συνέχεια γίνεται έντονη και οφείλεται σε προϊούσα πνευμονική ίνωση. Έχει επίσης παρατηρηθεί κυτολυτική ηπατίτιδα, εστιακή μυοκαρδιακή νέκρωση και νέκρωση των επινεφριδίων.

Ο μηχανισμός της τοξικής δράσης του Parathion δεν έχει ακόμη πλήρως εξακριβωθεί, είναι γνωστό όμως ότι οφείλεται σε κατιόν. Ενεργώντας δηλαδή το Paraquat αρχικά ως δείκτης και κατόπιν ως δότης ηλεκτρονίων στο μοριακό O_2 το ανάγει σε ρίζες υδροπεροξειδίου (HO_2) και σουπεροξειδίου (O_2^-) που

παρά το ότι είναι ασταθείς, μπορούν αρχικά να βλάψουν απ' ευθείας τους ιστούς και σε κυτταρικό επίπεδο τις κυτταρικές μεμβράνες. Ο επηρεασμός αυτός της λειτουργίας των κυτταρικών μεμβρανών στους πνεύμονες έχει ως συνέπεια διύδρωση υγρού από το μεσοκυψελιδικό χώρο προς τις πνευμονικές κυψελίδες με αποτέλεσμα σε πρώτο στάδιο πνευμονικό οίδημα, αιμορραγία και ατελεκτασία των πνευμόνων, αλλοιώσεις που σε δεύτερο στάδιο εξελίσσονται σε μεσοϊστική και κυψελιδική ίνωση. Είναι χαρακτηριστικό ότι επί εισπνοής του δηλητηρίου παρατηρείται μεν έντονος ερεθισμός του αναπνευστικού συστήματος με αιμορραγίες από τη μύτη και τους πνεύμονες, βράχνιασμα της φωνής και πνευμονικό οίδημα αλλά όχι πνευμονική ίνωση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χορήγηση οξυγόνου σε άτομα που έχουν δηλητηριαστεί με Paraquat αντενδείκνυται αυστηρά, επειδή το χορηγούμενο οξυγόνο αυξάνει την τοξικότητα του λόγω της διευκόλυνσης της παραγωγής σουπεροξειδικών ριζών.

Το Paraquat, πέρα από την είσοδο του στον ανθρώπινο οργανισμό από την αναπνευστική οδό και το γαστρεντερικό σωλήνα, απορροφάται και από το δέρμα και πολύ περισσότερο από περιοχές στις οποίες υπάρχει μια παθολογική αλλοίωση ή τραυματική διαταραχή με συνέπεια τη βαριά δηλητηρίαση ή και το θάνατο. Σημειώνεται δε ότι η αντιμετώπιση δηλητηριάσεων από Paraquat αντιμετωπίζονται πολύ δύσκολα έως αδύνατα.

Χλωροφαινοξικά ζιζανιοκτόνα (2,4-D, 2,4,5-T): Προκαλούν δερματίτιδα εξ' επαφής καθώς και χλωρακμή (ειδικός τύπος δερματοπάθειας). Συνήθως περιέχουν σε ίχνη TCDD (την περισσότερη τοξική ουσία στον κόσμο) η οποία είναι ισχυρό τερατογόνο και καρκινογόνο σε πειραματόζωα, ενώ για τον άνθρωπο οι πληροφορίες είναι περιορισμένες. Χρόνια έκθεση σε TCDD προκαλεί χλωρακμή, πορφυρία, αύξηση της χοληστερίνης του αίματος και ψυχοσωματικές διαταραχές. Επιδημιολογικές μελέτες συσχετίζουν τη χρόνια έκθεση σε χλωροφαινοξυ- ζιζανιοκτόνα με την αυξημένη εμφάνιση κακοηθών σαρκωμάτων μαλακών ιστών και κακοηθών λεμφωμάτων τύπου Hodgkin ή non-Hodgin.

3.4.4 Απολυμαντικά εδάφους

Πρόκειται για αέρια πολύ τοξικά για κάθε μορφή ζωής. Η οξεία τοξικότητα στο πλέον χρησιμοποιούμενο βρωμιούχο μεθύλιο εκδηλώνεται με καταβολή δυνάμεων, ψυχοσωματικές διαταραχές, ναυτία, εμετούς και τέλος θάνατο με σπασμούς ή πνευμονικό οίδημα. Χρόνια έκθεση συσχετίζεται με καρκίνο του φάρυγγα.



http://weblog.sinteur.com/wp-content/uploads/2006/12/258-pos-10-02204-low_e_greenpeace_poster_02-x075.jpg

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Busvine, J.R. 1971. A critical Review of the Techniques for Testing Insecticides 2nd ed. Commonw. Agric. Bureau. Slough, England, 345 pp.
- Dahab, M. and I. Bogardi. 1990. Risk management for nitrate contaminated ground-water supplies. U.S. Geol. Survey, pp 75-103.
- E.P.Y.E.A. 1977. Το περιβάλλον μας και η προστασία του, Αθήνα. σελ.159.
- Eichelberger, J. M. and Lichtenberg, J.J. 1971. Persistence of pesticides in river water. Environ. Science and Technol. 5:541-544.
- Fukuoka, M. 1992. Η φυσική Καλλιέργεια. Η Θεωρία και η Πρακτική της Πράσινης Φιλοσοφίας. Μεταφρ. Π.Μανίκη, Εκδοτική Αιγίνιου, Αθήνα σελ.339.
- Gunther, F.A. 1969. Insecticide residues in California citrus fruits and products. Residue Rev. 28:1.
- Kennedy, M. V., Stojanovic, B.J. and Shuman, F. L., Jr.1972. Analysis of decomposition products of pesticides. J. Agric. Food Chem., 20:341.
- Lewis, R. G. and Lee, R. E. Jr.1976. Air Pollution from Pesticides: Sources, Occurrence and Dispersion. In: Air Pollution from Pesticides and Agricultural Processes. R.E. Lee, Jr. Editor, by CRC Press Inc., Second Printing, 1979, U.S., Pp:5-45.
- Mackay, D. and Leinonen, P.J. 1975. Rate of evaporation of low-solubility

contaminants of water bodies to atmosphere. Environ. Sci. Technol.9:1178.

- Moore. T.C.1979. Biochemistry and physiology of plants hormones. Springer-Verlag, NewYork, Heildeberg, Berlin, p.274.
- PAN (Δίκτυο Δράσης για τα Φυτοφάρμακα). 1988. Προβλήματα από τη χρήση Φυτοφαρμάκων. Σε: Πρακτικά Συνεδρίου Γ.Γ.Ν. Γενιάς: «Φυτοφάρμακα: Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις». Αθήνα, Σεπτ.1988, σελ.19-25.
- Risebrough, R. W., Hugget, R. J., Griffin, J.J. and Goldsberg, E.D. 1968. Pesticides: Transatlantic movements in the northeast trades. Science, 159:1233.
- Roth, G.A. and Reins, G.E. 1957 Rotating disk apparatus for the production of droplets of uniform size. Weeds, 5:197.
- Spencer, W. F. 1970. Distribution of pesticides between soil, water and air. In: Pesticides in the soil. Michigan State University, East Lansing, Mich. 120.
- Starr, R. I. and Johnsen, R.E. 1968. Laboratory method for determining the rate of volatilization of insecticides from plants. J. Agric. Food Chem. 16:411
- Wolfe, H.R. 1979. Field Exposure to Airborne Pesticides. In: Air Pollution from Pesticides and Agricultural Processes. CRS Press, Inc. Ed. U.S.A. pp2. 137-161.
- Wondendorp, J.W. 1968. Losses of soil nitrogen. Stickstof. Dutch Nitrogenous Fertilizer Review, 12:32-46.
- Αναστασιάδης, Ε., Μαυρογιαννόπουλος, Γ. και Πασπάτης, Ε. Α. 1995, Επίδραση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου και συγκέντρωση νιτρικών (NO₃) σε φύλλα τομάτας που καλλιεργείται σε διάφορα υποστρώματα. Σε: Πρακτικά 17^{ης} Πανελληνίας Επιστημονικής Συνεδρίασης της Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Τομ.5., Αθήνα 22-24 Νοεμβρ.1995, σελ.241-244.
- Ανδρουλάκης, Ι. και Λουπασάκη, Μ.Π. 1990. Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα από τη χρήση λιπασμάτων. Σε: Πρακτικά 2ημερίδας: «Αγροχημικά και Περιβάλλον», Χανιά 7-8 Δεκεμβρίου 1998, σελ.24-30.
- Βαλκανάς Γ. 1992. Ρύπανση Περιβάλλοντος. Επιστήμη και τεχνική αντιμετώπισης. Εκδ. Παπαζήση, Αθήνα, σελ.461.
- Γαβριηλίδης, Σ. 1969. Καλλιεργητικές φροντίδες και Μηχανική Συγκομιδή. Θεσσαλονίκη, σελ.449.
- Γιαννοπολίτης, Κ.Ν., Ε.Α. Πασπάτης, Σ. Βυζαντινόπουλος, 1985. Οδηγός αντιμετώπισης ζιζανίων. Εκδ. Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας, Αθήνα, σελ.112.
- Καλοπίσης, Ι. Θ. 1981. Αεροψεκασμοί εναντίον του δάκου και προστασία της φύσης. Εκδ. Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης.
- Καπερώνης, Ι. 1989. Προστασία Περιβάλλοντος από Γεωργικές Δραστηριότητες. Σε: Πρακτικά Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου ΓΕΩΤΕΕ: « Προστασία Περιβάλλοντος και γεωργική Παραγωγή», Θεσσαλονίκη, 21-23 Μαρτίου 1989, σελ.35-48.
- Καφάτος, Α. και Μάνεσης, Μ. 1988. Μερικά συμπεράσματα από τη συνεχιζόμενη επιδημιολογική έρευνα σε αγροτικό πληθυσμό της Κρήτης. Σε: Πρακτικά Συνεδρίου Γ.Γ.Ν.Γενιάς, « Φυτοφάρμακα: Προβλήματα και

- Εναλλακτικές Λύσεις», Αθήνα, Σεπτ. 1988, σελ.291-293.
- Κουτσελίνης, Α. και Αθανασέλης, Σ. 1989. Οι επιδράσεις των παρασιτοκτόνων φαρμάκων στην υγεία του ανθρώπου. Σε: Πρακτικά 2ημερίδας «Αγροχημικά και Περιβάλλον», Χανιά, 7-8 Δεκ. 1989, σελ.170-175.
- Λέντζα- Ρίζου, Χ. 1990. Υπολείμματα φυτοφαρμάκων στο ελαιόλαδο. Βασικό ποιοτικό κριτήριο. Διεθνές Σεμινάριο για τη Βελτίωση της Ποιότητας του Ελαιολάδου. Χανιά, 26/11-1/12/1990, σελ.25.
- Λέντζα- Ρίζου, Χ. 1994. Περί της παρουσίας υπολειμμάτων προϊόντων φυτοπροστασίας στο ελαιόλαδο. Σεμινάριο για την ποιότητα του ελαιολάδου. (ΑΓΡΟΣΠΕΚ- COMMET), Αθήνα, 17-19 Μαΐου 1994, σελ.15.
- Λέντζα- Ρίζου, Χ. 1994. Υπολείμματα Γεωργικών Φαρμάκων στα Αγροτικά Προϊόντα, Αθήνα. σελ.167.
- Μανέσης, Ε., Βασιλείου, Τ., Ιωάννου, Α., Καφάτος, Α., Λουμάκου, Μ., Ντουντουνάκης, Σ., Σαμαρά, Χ. 1988. Έκθεση σε γεωργικά φάρμακα και απουσία μέσων προφύλαξης σε θερμοκήπια Τυμπακίου Κρήτης. Σε: Πρακτικά Συνεδρίου Γ.Γ.Ν.Γενιάς «Φυτοφάρμακα: Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις», Αθήνα, Σεπτ. 1988, σελ.124-129.
- Μπαλαγιάννης, Π.Γ. 1989. Αγροχημικά και υπόγεια- επιφανειακά νερά. Σε: Πρακτικά 2ημερίδας: «Αγροχημικά και περιβάλλον», Χανιά, 7-8 Δεκ.1989, σελ.131-153.
- Μπουλταδάκης, Ι. και Μπουγιούρης, Κ.1989. Προβλήματα από τη χρήση Φυτοφαρμάκων. Επιπτώσεις στην Ανθρώπινη Υγεία. Σε: Πρακτικά 2ημερίδας «Αγροχημικά και Περιβάλλον», Χανιά, 7-8 Δεκ.1989, σελ.176-185.
- Ορφανίδης, Π. 1968. Γεωργική Φαρμακολογία, Τόμος Α', Εκδ. Σπύρου & Υιός Ο.Ε. Αθήνα, σελ.533.
- Ορφανίδης, Π. 1969. Γεωργική Φαρμακολογία, Τόμος Β', Εκδ. Σπύρου & Υιός Ο.Ε. Αθήνα, σελ.584.
- Παπαδάκης, Γ. 1994. Έδαφος και θρεπτικά στοιχεία. Εκδ. Παναγροτική Κρήτης, Ηράκλειο, σελ.117.
- Παππάς, Χ. 1998. υπολείμματα Γεωργικών Φαρμάκων: Ενθαρρυντικά Αποτελέσματα Έρευνας για τα Ελληνικά Τυριά και το Ελληνικό Γάλα. Αγροτ. Συνεργατισμός, 6-7: 62-63.
- Πασπάτης, Ε. 1998. Φυτορρυθμιστικές Ουσίες (Φυτορμόνες) Εκδ. Αγρότυπος Α.Ε. Αθήνα, σελ.467.
- Πασπάτης, Ε. Α., 1990. Επίδραση εξωγενούς εφαρμογής γιββερελικού οξέος (GA₃) στην παραγωγή σπανακιού και την περιεκτικότητα του σε νιτρικά. Ζιζανιολογία 2 (3):161-166.
- Πασπάτης, Ε. Α., Δροσόπουλος, Ι., Ράμφος, Α., Καραντώνη, Α., Μπουράνης, Δ., Καραμπουρνιώτης, Γ. 1995. Ενζυμική δραστηριότητα του συστήματος της ρεδουκτάσης των νιτρικών στα φύλλα και τις ρίζες του σπανακιού υπό την επίδραση εφαρμογής γιββερελλικού οξέος. Σε: Πρακτικά 17^{ης} Πανελληνίας Επιστημονικής Συνεδρίασης της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Τομ.5, Αθήνα, 22-24 Νοεμβρ. 1995, σελ.238-240.
- Σιώμος, Α., Ντόγρας, κ., Σιαλδός, Τ., Χαμουρούδης, Γ., Τοτσίδου, Β. και

Χασκή, Μ. 1995. Περιεκτικότητα σε νιτρικά λαχανικών που

διακινήθηκαν από την Κεντρική Λαχαναγορά Θεσσαλονίκης κατά την περίοδο Μαρτίου- Οκτωμβρίου 1995. Σε: Πρακτικά 17^{ης} Πανελληνίας Επιστημονικής Συνεδρίασης της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών Τομ.5, Αθήνα 22-24 Νοεμβρ.1995, σελ.234-237.

Τζανακάκης, Μ.Ε. 1980. Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. 1. Γενικό Μέρος. Εκδ. Δ. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη, σελ.364.

Τζανακάκης, Μ.Ε. 1995. Εντομολογία. Univ. Studio Press, Θεσσ/νίκη, σελ.501.

Τσούκαλη – Παπαδοπούλου, Ε., Τσούγκας, Μ., Ναθαναήλ, Β. και Επιβατιανός, Π. 1988. Οι δηλητηριάσεις σαν αιτία θανάτου. Σε: Πρακτικά Συνεδρίου Γ.Γ.Ν.Γενιάς « Φυτοφάρμακα: Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις», Αθήνα, Σεπτ. 1988, σελ.249-254.

Χρυσόγελος, Ν.1988. Φυτοφάρμακα: Η εισβολή και η κυριαρχία τους στον ελληνικό χώρο. Σε: Πρακτικά Συνεδρίου Γ.Γ. Ν.Γενιάς: « Φυτοφάρμακα: Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις», Αθήνα, Σεπτ. 1988, σελ.26-62.

*Η φωτογραφία του εξώφυλλου βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση:
(<http://blorganics.com/wp-content/uploads/2009/01/go-organic-289x300.jpg>)