



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΥΔΑΤΩΝ & ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία με τίτλο:

ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ: ΧΘΕΣ, ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΑΥΡΙΟ



ΕΥΑΝΘΙΑ ΘΡΑΣΥΒΟΥΛΟΥ ΖΑΔΕΛΛΗ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΑΚΑΛΩΦ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΛΑΡΙΣΑ 2014

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΥΔΑΤΩΝ & ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία με τίτλο:
ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ
ΥΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ: ΧΘΕΣ, ΣΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΑΥΡΙΟ

ΕΥΑΝΘΙΑ Θ. ΖΑΔΕΛΛΗ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΣΑΚΑΛΩΦ ΑΝΔΡΕΑΣ (Επικ. Καθηγητής Π.Θ.)
ΜΕΛΗ: ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Καθηγητής Π.Θ.)
ΤΣΑΤΣΑΚΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ (Καθηγητής Π.Κ.)

ΛΑΡΙΣΑ 2014

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσακάλωφ Ανδρέα, επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την εποπτεία της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η καθοδήγηση και οι συμβουλές του ήταν πολύτιμες για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και κ. Τσατσάκη Αριστεΐδη, καθηγητή της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Κρήτης, για την υποστήριξη και τη βοήθειά τους.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ηλία Ελευθεροχωρινό, καθηγητή της Γεωπονικής Σχολής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Τις μεγαλύτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην οικογένειά μου, και ιδιαίτερα στη μητέρα μου, για την στήριξή τους, οικονομική και ηθική, τόσο κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου, όσο και κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, το σύζυγό μου Βασίλη, για την υπομονή, την κατανόηση και τη στήριξή του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες, είναι προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την προστασία των γεωργικών καλλιεργειών, τη διατήρηση της υγείας των φυτών και παράλληλα την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας και ποσότητας τροφής. Οι πρώτες χημικώς συντιθέμενες φυτοπροστατευτικές ουσίες εμφανίζονται τη δεκαετία του 30' και από την επόμενη δεκαετία ξεκινά η μακρόχρονη εξελικτική τους πορεία. Έχουν συνεισφέρει σημαντικά στην ευημερία του ανθρώπου, λόγω της εξασφάλισης της απαιτούμενης ποσότητας παραγόμενης τροφής για ένα διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση αυτής της εξέλιξης σε σχέση με τις επιπτώσεις της χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην υγεία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Εξετάστηκε η επαγγελματική και περιβαλλοντική έκθεση του ανθρώπου στα φυτοφάρμακα και διαπιστώθηκε πως η χρήση τους έχει συνδεθεί με την εμφάνιση συμπτωμάτων οξείας και χρόνιας τοξικότητας. Λόγω της αλόγιστης χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών κατά το παρελθόν, και τις συνεπαγόμενες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον, θεσπίστηκαν αυστηρές νομοθεσίες, οδηγίες και κανονισμοί με σημαντικότερη την 91/414/ΕΟΚ, σχετικά με τη διάθεση στην αγορά των φυτοπροστατευτικών ουσιών. Σκοπός των νομοθετικών ρυθμίσεων είναι η επαναξιολόγηση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και ο έλεγχος της χρήσης τους, με στόχο τον περιορισμό των ενδεχόμενων κινδύνων. Παράλληλα, αποτυπώνονται οι προσπάθειες περιορισμού των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων με την εφαρμογή του Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και την εφαρμογή των Κανόνων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Ο κλάδος αυτός, είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την καινοτομία, την έρευνα και την ανάπτυξη. Για το λόγο αυτό μελετάται η ύπαρξη νέων δραστικών ουσιών που παρουσιάζουν μεγαλύτερη εκλεκτικότητα, μικρότερη τοξικότητα και υπολειμματική διάρκεια, όπως τα νεονικοτινοειδή, τα πυρεθροειδή και οι σπινουσύνες, αλλά και η ανάπτυξη των γενετικά τροποποιημένων φυτών με μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις από τη χρήση τους. Σημαντική είναι και η ανάπτυξη του βιολογικού τρόπου καλλιέργειας με στόχο την επίτευξη παραγωγής με ελαχιστοποίηση της χρήσης χημικών μέσων φυτοπροστασίας. Διαπιστώνεται, πως οι φυτοπροστατευτικές ουσίες, υπήρξαν, παραμένουν και θα εξακολουθήσουν να είναι το σημαντικότερο εργαλείο στην αγροτική παραγωγή, αλλά θα πρέπει στο εξής να δοθεί έμφαση στη γνώση και την εκπαίδευση για να επιτευχθεί η ορθολογική και ασφαλής χρήση τους.

ABSTRACT

Plant protection products are products used for the protection of agricultural crops, maintenance of plant health while ensuring high quality and quantity of food. The first chemically synthesized plant protection substances appeared in the 30s' and the next decade their long evolutionary progress begins. They have contributed significantly to human well-being because of ensuring the required amount of food produced for a growing population. The purpose of this paper is to investigate this development in relation to the impact of the use of plant protection products on human health and the environment. Occupational and environmental exposures to pesticides were examined, and their use has been associated with symptoms of acute or chronic toxicity. Due to the excessive use of pesticides in the past, and the resulting negative effects on human health and the environment, strict laws, directives and regulations were introduced and most notably the 91/414/EEC concerning the placing on the market of plant protection products. The purpose of the legislation is the re-evaluation of pesticides and the monitoring of their use, in order to limit potential risks. At the same time, the attempts to limit the quantities used, with the implementation of the Integrated Management System of plant protection products and the application of Good Agricultural Practice, are depicted. This sector is inextricably linked to innovation, research and development. For this reason, we study the existence of new active substances that exhibit greater selectivity, less toxicity and field resistance, such as neonicotinoids, pyrethroids and spinosins, and also the development of genetically modified crops with greater resistance in order to reduce the effects of their use. Equally important is the development of organic farming in order to achieve production by minimizing the use of chemical means of plant protection. It is verified that plant protection products, have been, and still will remain the most important tool in agricultural production, but from now on, emphasis should be given on knowledge and training in order to achieve their rational and safe use.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος Πινάκων	vi
Κατάλογος Διαγραμμάτων	vii
1. Εισαγωγή και σκοπός της εργασίας	1
1.1. Σκοπός της εργασίας	1
1.2. Φυτοπροστατευτικές ουσίες - Ιστορική αναδρομή	5
1.3. Παραγωγή και χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών	11
1.4. Σημασία φυτοφαρμάκων στην αγροτική παραγωγή χθες, σήμερα και στο μέλλον.	14
2. Φυτοπροστατευτικές ουσίες και κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου.	25
2.1. Κατηγορίες φυτοπροστατευτικών ενώσεων και τοξικότητα τους.	41
2.2. Επαγγελματική και παθητική έκθεση του ανθρώπου στις φυτοπροστατευτικές ουσίες.	51
2.2.1. Επαγγελματική έκθεση και κίνδυνοι για την υγεία	59
2.2.2. Παθητική έκθεση και κίνδυνοι για την υγεία.	67
3. Προάσπιση της υγείας από τους κινδύνους έκθεσης στα φυτοφάρμακα.	73
3.1. Νομοθετικές ρυθμίσεις - συστάσεις	73
3.2. Βιοπαρακολούθηση	79
3.2.1. Χρήση βιοδεικτών	83
3.3. Μέτρα προστασίας	84
3.3.1. Εφαρμογή ορθής γεωργικής πρακτικής	87
3.3.2. Ολοκληρωμένες μέθοδοι διαχείρισης φυτοπροστατευτικών	108
3.4. Νέες τεχνολογίες	117
3.4.1. Νέες δραστικές ουσίες	121
3.4.2. Βιολογική μέθοδος καλλιέργειας	123
4. Συμπεράσματα – Συζήτηση	147
5. Βιβλιογραφικές παραπομπές	151

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1. Εισαγωγή ορισμένων φυτοπροστατευτικών ουσιών ανά έτος.....	10
Πίνακας 1.2. Ετήσιες δαπάνες σε φυτοπροστατευτικές ουσίες στον αγροτικό τομέα στις Ηνωμένες Πολιτείες σε εκατομμύρια δολάρια το διάστημα 1992 – 2001	13
Πίνακας 2.1. Χημικές Ενώσεις που περιορίστηκαν ή απαγορεύτηκαν στη Συμφωνία της Στοκχόλμης, 2001	27
Πίνακας 2.2: Κατηγορίες φυτοπροστατευτικών ουσιών και μηχανισμός δράσης τους	45
Πίνακας 2.3. Προτεινόμενη κατάταξη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας σύμφωνα με την οξεία τοξικότητα (LD ₅₀ για αρουραίους).....	47
Πίνακας 2.4. Κατηγορίες τοξικότητας με βάση την οξεία τοξικότητα των φυτοφαρμάκων σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.....	48
Πίνακας 2.5. Κατηγορίες τοξικότητας με κριτήρια την οξεία τοξικότητα σύμφωνα με το EPA	48
Πίνακας 2.6. Κατηγορίες τοξικότητας σύμφωνα με την οξεία τοξικότητα και τις επιπτώσεις σε δέρμα και μάτια	49
Πίνακας 2.7. Κατηγορίες κινδύνου ως προς την οξεία τοξικότητα και εκτιμήσεις ως εκτιμήσεις οξείας τοξικότητας (acute toxicity estimates — ATE	50
Πίνακας 2.8. Περιπτώσεις επαγγελματικής και παθητικής έκθεσης των ανθρωπων στις φυτοπροστατευτικές ουσίες.	56
Πίνακας 3.1. Διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των δραστικών ουσιών που εγκρίνονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	78
Πίνακας 3.1.: Εκτάσεις βιολογικώς διαχειριζόμενες και ο αριθμός των βιολογικών εκμεταλλεύσεων στην Ευρώπη.....	129
Πίνακας 3.2.: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής των βιολογικών μεθόδων αντιμετώπισης ζιζανίων.	143

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1. Παγκόσμια παραγωγή συνθετικών φυτοφαρμάκων σε χιλιάδες τόνους τις δεκαετίες 1945-1985. 12

Διάγραμμα 1.2. Εκτιμώμενες δαπάνες ανά είδος φυτοπροστατευτικής ουσίας σε Η.Π.Α. και παγκόσμια, 2007 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο. Εισαγωγή και σκοπός της εργασίας

1.1. Σκοπός της εργασίας

Η χημική καταπολέμηση των εχθρών των φυτών, αποτελεί εδώ και χρόνια τη βασική μέθοδο αντιμετώπισης των φυτικών παρασίτων, με σκοπό την προστασία των φυτικών καλλιεργειών και τη διασφάλιση της μέγιστης παραγωγής. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρακολούθηση της εξέλιξης της χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών, καθώς ο ρόλος τους στην αγροτική παραγωγή υπήρξε και παραμένει ιδιαίτερα σημαντικός. Ταυτόχρονα, επιχειρείται η διερεύνηση των συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση τους, καθώς τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονος προβληματισμός για τις επιπτώσεις που έχει η έκθεση του ατόμου σε αυτές. Υπάρχουν διαπιστωμένες αρνητικές συνέπειες στη δημόσια υγεία, κυρίως από την οξεία έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, αλλά δημιουργείται ανησυχία και για τις επιπτώσεις της χρόνιας έκθεσης, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον, καθώς δεν είναι εύκολο να διερευνηθούν με ακρίβεια τα αποτελέσματα αυτής της έκθεσης και να προληφθούν κατάλληλα. Παρά τις ανησυχίες για τη χρήση τους, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες αποτελούν ίσως το σημαντικότερο εργαλείο για την αγροτική παραγωγή, οδηγώντας σε αντίστοιχες διερευνήσεις νέων τεχνολογιών και μεθόδων αλλά και νέων δραστικών ουσιών, που επιχειρείται να αποτυπωθούν στην παρούσα εργασία.

Εισαγωγή

Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες, ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα, που είναι ευρύτερα γνωστά ως φυτοφάρμακα αποτελούν βασικό κομμάτι της αγροτικής παραγωγής, ιδίως τα τελευταία 60 χρόνια με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών. Είναι χημικές ουσίες ή πιο συγκεκριμένα μίγματα χημικών ουσιών, των οποίων η χρήση έχει σκοπό την προστασία των γεωργικών καλλιεργειών από τους φυσικούς εχθρούς και τις ασθένειες των φυτών, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο δυνατό οι απώλειες της αγροτικής παραγωγής. Με τον όρο **«Φυτοφάρμακο»** ή **«γεωργικό φάρμακο»**, νοείται κάθε ουσία ή μίγμα ουσιών που σκοπό έχει την πρόληψη, καταστροφή ή απόθεση κάθε παρασίτου των φυτών. Ως παράσιτα έχει καθιερωθεί να θεωρούνται όλοι οι οργανισμοί που είναι επιβλαβείς για τα φυτά, και κατά συνέπεια, μπορεί να είναι έντομα, ποντίκια και άλλα ζώα, ανεπιθύμητα φυτά (ζιζάνια), μύκητες αλλά και μικροοργανισμοί όπως βακτήρια και ιοί.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 του Νόμου 721/1977 της Ελληνικής Δημοκρατίας «περί εγκρίσεως, κυκλοφορίας και ελέγχου των γεωργικών φαρμάκων και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων», σαν γεωργικό φάρμακο ορίζεται κάθε ουσία ή μίγμα ουσιών, συμπεριλαμβανομένων και επεξεργασμένων ή μη φυτικών προϊόντων, δυνάμενη να χρησιμοποιηθεί ως μέσο καταπολέμησης των εχθρών και ασθενειών των φυτών, ή να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των εν λόγω ουσιών. Στα γεωργικά φάρμακα επίσης ανήκουν οι ρυθμιστές αύξησης των φυτών, οι ελκυστικές ουσίες των εντόμων, πτηνών και άλλων ζώων, οι φερομόνες, τα αποφυλλωτικά και αποξηραντικά φυτών, τα μικροβιακά σκευάσματα ή και προϊόντα του μεταβολισμού τους, που χρησιμοποιούνται εναντίον των εχθρών και ασθενειών των φυτών (Νόμος 712/1977). Για τον όρο γεωργικό φάρμακο και φυτοφάρμακο που χρησιμοποιήθηκε παλιότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει και χρησιμοποιεί πλέον τον όρο **«φυτοπροστατευτικό προϊόν»** ή **«φυτοπροστατευτική ουσία»** (European Commission 2009). Αντίστοιχους ορισμούς για το φυτοπροστατευτικό προϊόν έχουν προτείνει και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) όπως και ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Η.Π.Α. (FAO).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (*WHO, World Health Organization*), ως «φυτοπροστατευτικά προϊόντα» ορίζει τις χημικές ουσίες, που χρησιμοποιούνται στην αγροτική παραγωγή για τον έλεγχο των παρασίτων, των ζιζανίων ή εντόμων καθώς και των ασθενειών των φυτών. Αυτές οι χημικές ουσίες μπορεί να είναι φυτικά εκχυλίσματα ή συνθετικές ενώσεις (*WHO, 1990*). Ως φυτοπροστατευτικό προϊόν ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Η.Π.Α., (*FAO, Food and Agriculture Organization*) ορίζει οποιαδήποτε χημική ουσία ή μίγμα ουσιών, που σκοπό έχει την πρόληψη, καταστροφή ή την απόθεση οποιουδήποτε παρασίτου, συμπεριλαμβανομένων των εχθρών και ασθενειών των φυτών και των αποθηκευμένων προϊόντων αυτών, αλλά και των παρασίτων των παραγωγικών ζώων και των αντίστοιχων προϊόντων αυτών.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου της Ευρώπης και το άρθρο 2 του Ελληνικού Προεδρικού Διατάγματος 115/1997 για «την έγκριση και διάθεση στην αγορά και έλεγχο των φυτοπροστατευτικών ουσιών», καθώς και την αναθεωρημένη οδηγία 1107/2009 που είναι πλέον σε εφαρμογή, σαν φυτοπροστατευτικές ουσίες ή προϊόντα (*plant protection products*), νοούνται οι δραστικές ουσίες και τα σκευάσματα τα οποία περιέχουν μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες με τη μορφή με την οποία προσφέρονται στο χρήστη και προορίζονται για να:

- προστατευθούν τα φυτά και τα φυτικά προϊόντα από κάθε είδος επιβλαβών οργανισμών, ή να προλαμβάνουν τη δράση αυτών των οργανισμών, εφόσον οι ουσίες ή τα σκευάσματα αυτά δεν ορίζονται διαφορετικά στο Νόμο
- επηρεάζουν τις βιολογικές διεργασίες των φυτών (π.χ. ρυθμιστές ανάπτυξης), εκτός αν πρόκειται για θρεπτικές ουσίες.
- διατηρούν τα φυτικά προϊόντα, εκτός και αν πρόκειται για ουσίες ή προϊόντα που υπόκεινται σε ειδικές διατάξεις σχετικά με τα συντηρητικά.
- καταστρέφουν τα ανεπιθύμητα φυτά (ζιζάνια)
- καταστρέφουν μέρη των φυτών, να επιβραδύνουν ή να παρεμποδίζουν την ανεπιθύμητη ανάπτυξη των φυτών.

Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες διατίθενται στην αγορά με τη μορφή σκευασμάτων (*formulations*), δηλαδή προϊόντων έτοιμων για χρήση μετά από διάλυση συνήθως σε νερό. Αποτελούν λοιπόν διαλύματα ή μίγματα δύο ή περισσότερων ουσιών, από τις

οποιές μία τουλάχιστον αποτελεί τη δραστική ουσία (active ingredient), δηλαδή την ουσία που είναι υπεύθυνη για την καταπολέμηση των εντόμων ή των ζιζανίων ή των φυτοπαθογόνων μυκήτων και κατά συνέπεια είναι το απαραίτητο συστατικό ενός φυτοπροστατευτικού σκευάσματος. Οι υπόλοιπες ουσίες που αποτελούν το φυτοπροστατευτικό προϊόν ονομάζονται βοηθητικές ουσίες του σκευάσματος και είναι ουσίες που δρουν είτε ως διαλύτες της δραστικής ουσίας, είτε χρειάζεται να προστεθούν για τη σταθερότητα του σκευάσματος, είτε προστίθενται ως διαβρεκτικά ή προσκολλητικά για την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού. Η αναλογία των χημικών ουσιών και της δραστικής ουσίας που περιλαμβάνονται σε ένα φυτοπροστατευτικό προϊόν ονομάζεται φόρμουλα (formula). (Μενκίσογλου, 1998, Μουρκίδου 1991, European Commission, 2009).

Τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες για την καταπολέμηση βλαβερών οργανισμών που προσβάλλουν τα φυτά και για τον περιορισμό του ανταγωνισμού τους από ζιζάνια, ώστε να βελτιώνεται η απόδοση και να προστατεύονται η ποιότητα, η αξιοπιστία και η τιμή των προϊόντων που παράγονται. Στις μέρες μας οι φυτοπροστατευτικές ουσίες παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη διασφάλιση της αγροτικής παραγωγής, και θεωρούνται από τους παραγωγούς σαν ένα απαραίτητο εργαλείο για τη διατήρηση της, σε ποσότητα και ποιότητα τέτοια, ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες ενός συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Χρησιμοποιούνται εδώ και πολλές δεκαετίες για την προστασία της αγροτικής παραγωγής από εχθρούς και ασθένειες, ωστόσο, τελευταία υπάρχει ολοένα αυξανόμενος προβληματισμός για τις επιπτώσεις από τη χρήση τους στη δημόσια υγεία.

Από την έναρξη της καλλιέργειας της γης, οι αγρότες, ανέπτυξαν ένα μεγάλο εύρος γεωργικών πρακτικών, που συνέβαλαν άμεσα ή έμμεσα στην αντιμετώπιση των παρασίτων, όπως είναι η σωστή επιλογή σπόρων, η εναλλαγή καλλιεργειών, το ξεβοτάνισμα, η χρήση πολλαπλών καλλιεργειών, η καύση της καλαμιάς, η χρήση φυσικών παρασιτοκτόνων, πολλές από τις οποίες χρησιμοποιούνται και σήμερα. Μετά το 1900, και κυρίως στις βιομηχανοποιημένες χώρες, η χημική καταπολέμηση των παρασίτων συνεχώς αυξανόταν, οδηγώντας σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας, ιδίως σε περιπτώσεις υπερβολικής χρήσης. (Lenne, 2000)

Στον 20^ο αιώνα, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της αγροτικής παραγωγής αλλά ταυτοχρόνως και προβληματικό σε πολλά μέρη του κόσμου. Η χρήση τους έχει οδηγήσει σε αύξηση της αγροτικής παραγωγής, έχοντας ταυτόχρονα αρνητικές επιδράσεις, στο περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου κυρίως λόγω της αλόγιστης χρήσης σαν συνέπεια της άγνοιας, αλλά και της αγνόησης της ολοκληρωμένης αντίληψης για την τοξικότητά τους, ζητήματα που συνειδητοποιήθηκαν αργότερα. Τα ανόργανα παρασιτοκτόνα, δηλαδή αυτά που είχαν σαν βάση στοιχεία όπως, το θείο, το χαλκό, το μόλυβδο κ.α., έδωσαν τη θέση τους, μετά το 1940 σε άλλα, που προέκυψαν από την οργανική χημεία. Πολλά από τα προβλήματα που δημιουργούνται από τη χρήση αυτών των ουσιών, αποτελούν ουσιαστική απειλή τόσο για την υγεία του ανθρώπου, όσο για το ζωικό βασίλειο, αλλά και για το γήινο και υδάτινο οικοσύστημα. Για το λόγο αυτό έχουν λάβει ιδιαίτερης προσοχής, αν και τα προβλήματα από την εφαρμογή τους, παραμένουν ουσιώδη.

1.2. Φυτοπροστατευτικές ουσίες – Ιστορική αναδρομή

Τα φυτά κατά τη μακρόχρονη εξελικτική τους πορεία διαμόρφωσαν πολύπλοκους μηχανισμούς που τους προσέδιδαν ανθεκτικότητα στην πληθώρα των παθογόνων (μύκητες, βακτήρια, ιοί) με τα οποία έρχονται σε καθημερινή επαφή. Η παράλληλη πορεία των φυτών και των παθογόνων τους οδήγησε σε μια σταθερή και ταυτόχρονη εξέλιξη στο χρόνο, του αμυντικού συστήματος των φυτών αλλά και των μηχανισμών μόλυνσης των παθογόνων (Agrios, 2005). Αρχαιολογικά απολιθώματα έχουν δείξει ότι οι παράγοντες που προκαλούν ασθένειες στα φυτά, υπήρχαν και δρούσαν πριν την εμφάνιση του ανθρώπου στη γη.

Ο άνθρωπος κατά την ανάπτυξη του και ως αποτέλεσμα της ανάγκης του για επιβίωση, ήταν και είναι αναγκασμένος να μεταβάλλει κάποιες ισορροπίες των οικοσυστημάτων έτσι ώστε να μπορέσει να αντλήσει ενέργεια και αγαθά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η γεωργία, όπου δεν διαταράσσεται μόνο η ισορροπία των φυτών αλλά και η σχέση μεταξύ φυτών και ζώων. Όταν δημιουργηθούν νέες συνθήκες ζωής ευνοείται ο πολλαπλασιασμός νέων βλαβερών οργανισμών, όπου εάν δεν υπάρχουν ανταγωνιστές

και εχθροί, τα παράσιτα αυτά θα εξαπλωθούν και θα επικρατήσουν προκαλώντας μεγάλες ζημιές. (Ιατρού, 2009). Στη συνεχή προσπάθειά του, το ανθρώπινο είδος, να ελέγχει το φυσικό του περιβάλλον με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και την εξασφάλιση της τροφής, οδηγήθηκε στην ανακάλυψη πολλών φυσικών και συνθετικών ουσιών για την καταπολέμηση των εχθρών και των ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών. Για το λόγο αυτό η Φυτοπροστασία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες στη διαδικασία της γεωργικής παραγωγής.

Η χρήση χημικών ουσιών για την καταπολέμηση των εχθρών των φυτών, χρονολογείται από την εποχή της κλασσικής αρχαιότητας. Ο Όμηρος (1000 π.Χ.) αναφέρει τη χρήση του καιόμενου θείου ως καπνογόνο κλειστών χώρων. Ο Δημόκριτος (470 π.Χ.) συνιστούσε τον ψεκασμό φυτών με υγρά απόβλητα ελαίων, πιθανώς για την προστασία τους από το οίδιο, ενώ το θείο φαίνεται να χρησιμοποιήθηκε σε μίγμα ελαίων ως εντομοαπωθητικό. Ο Πλινέος (79 μ.Χ.) αναφέρει τη χρήση του αρσενικού για την καταπολέμηση των εντόμων, ενώ κατά τον 16^ο αιώνα οι Κινέζοι εφάρμοζαν περιορισμένες ποσότητες αρσενικούχων ενώσεων ως εντομοκτόνων, ενώ λίγο αργότερα το 17^ο αιώνα άρχισε να χρησιμοποιείται το φυτικής προέλευσης εντομοκτόνο, νικοτίνη (εκχύλισμα καπνού) και η ροτενόνη (εκχύλισμα από τις ρίζες του φυτού Derris) για την αντιμετώπιση των εντόμων (Kaushik P., Kaushik G., 2006).

Τη δεκαετία του 1840 γίνεται συστηματική προσπάθεια αντιμετώπισης των μυκητολογικών προσβολών από οίδιο με ψεκασμό των καλλιεργειών με θειασβέστιο και αργότερα με επίπαση αυτών με θειάφι. Ο λιμός που προκλήθηκε κατά το 1845 - 49 από την καταστροφή των καλλιεργειών της πατάτας στην Ιρλανδία από τον περονόσπορο (*Phytophthora infestans*), είχε σαν συνέπεια περισσότεροι από 1 εκατομμύριο άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους (Μουρκίδου 1991). Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα γίνεται προσπάθεια ελέγχου του δορυφόρου της πατάτας με ψεκασμό με μη υδατοδιαλυτά χημικά, κυρίως αρσενικούχα, όπως το Πράσινο των Παρισίων (μίγμα Cu-As), η χρήση του οποίου γρήγορα γενικεύθηκε. Σύντομα διαπιστώθηκαν προβλήματα από τα πολύ τοξικά υπολείμματα του αρσενικού στα τρόφιμα, κι έτσι το 1910 η κυβέρνηση των Η.Π.Α. υποχρεώθηκε να θεσπίσει τον πρώτο νόμο σχετικά με τη χρήση και τα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων στα γεωργικά προϊόντα. (Μουρκίδης, 1974).

Από το τέλος του 1880 έως και τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, αρχίζει ο ουσιαστικός έλεγχος των εχθρών και των ασθενειών των φυτών. Συγκεκριμένα το 1874 εισβάλλει στην Ευρώπη ο περονόσπορος της αμπέλου (*Plasmopara viticola*), απειλώντας με καταστροφή την αμπελοκαλλιέργεια της Γαλλίας. Το 1882, ο Millardet στο Bordeaux της Γαλλίας ανακάλυψε τη δράση του Βορδιγάλειου Πολτού παρατηρώντας πως τα πρέμνα που είχαν ψεκαστεί με μίγμα θεικού χαλκού και υδροξειδίου του ασβεστίου παρέμεναν απρόσβλητα από το μύκητα, και για πολλά χρόνια αποτελούσε το αποκλειστικό μέσο προστασίας των φυτών από μυκητολογικές προσβολές, (Βαγή, 2007). Λίγα χρόνια αργότερα (1896) στη Γαλλία ένας γεωργός που χρησιμοποιούσε το Βορδιγάλειο Πολτό, ανακάλυψε τυχαία τη ζιζανιοκτόνο δράση των χαλκούχων αλάτων. Με την ανακάλυψη του Βορδιγάλειου πολτού και τη χρήση του θείου ξεκινά η πρώτη γενιά ανόργανων φυτοπροστατευτικών, τα οποία χρησιμοποιούνται και σήμερα ως μυκητοκτόνα, λόγω της χαμηλής τοξικότητας σε συνδυασμό με την αποδεκτή αποτελεσματικότητά τους (Walker et al., 2003). Ενώ στο τέλος του 19^{ου} αιώνα αναπτύχθηκαν και νέα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, όπως η ροτενόνη, το πύρεθρο και τα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται και σήμερα ως παρασιτοκτόνα.

Το 1930 θεωρείται το ορόσημο της εποχής των σύγχρονων οργανικών γεωργικών φαρμάκων, με την ανακάλυψη των χλωριωμένων υδρογονανθράκων. Ήταν η ανάπτυξη των νέων συνθετικών οργανικών παρασιτοκτόνων κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, που έφερε την επανάσταση στον έλεγχο των παρασίτων. Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα που περιλαμβάνουν χημικές ουσίες που ανακαλύφθηκαν μετά το 1930, χαρακτηρίζονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα δεύτερης γενιάς. Οι χημικοί αναζητούσαν μία φθηνή χημική ουσία με μεγάλη ανθεκτικότητα στο ηλιακό φως και μικρή τοξικότητα για τον άνθρωπο, που να σκοτώνει τα επιβλαβή έντομα γρήγορα και το 1939 ο Muller στην Ελβετική εταιρεία GEIGY έδειξε πως το DDT πληρούσε αυτές τις προδιαγραφές. (Matthews, 2006). Ο συγκεκριμένος χλωριωμένος υδρογονάνθρακας (DDT, χλωρο-διφαινυλο-τριχλωροαιθάνιο) παρασκευάστηκε το 1873 από το Γερμανό Zeidler, όμως η ιδιότητά του ως εντομοκτόνο ανακαλύφθηκε το 1939 από τον Ελβετό Muller, που πήρε και το βραβείο Νόμπελ, ενώ το 1942 κυκλοφορεί στο εμπόριο και σύντομα καθίσταται το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο εντομοκτόνο τόσο για την προστασία της δημόσιας υγείας όσο και της αγροτικής παραγωγής (Matolcsy, 1988). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το DDT, όπως και τα περισσότερα

οργανοχλωριωμένα σκευάσματα δε χρησιμοποιούνται σήμερα, λόγω του φαινομένου της βιοσυσώρευσης και των κινδύνων για το περιβάλλον, παρότι το DDT συνέβαλε σημαντικά στην προστασία της ανθρώπινης ζωής.

Αργότερα, κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου, η έρευνα για την ανακάλυψη νέων νευροτοξικών όπλων είχε σαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη μιας νέας ομάδας εντομοκτόνων, τα οργανοφωσφορικά. Τα πρώτα συνθετικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, ανακαλύφθηκαν από τους Kurkenthal και Schrader στη Γερμανία και χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου σαν δηλητήρια των νεύρων, λόγω της τοξικότητάς τους έναντι των εντόμων. Σημαντικότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας των εντομοκτόνων είναι το μαλάθειο (malathion) και το παραθείο (parathion) (Kaushik P., Kaushik G., 2006). Την ίδια περίπου περίοδο, το 1943, στην Αγγλία ανακαλύφθηκε η ζιζανιοκτόνος δράση των φαινοξυαλκανοϊκών οξέων που χαρακτηρίζονται από τη δράση της αυξίνης και εξελίχθηκαν σε μία σημαντική ομάδα ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται και σήμερα.

Λίγο αργότερα, το 1947, ανακαλύφθηκαν τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα με χαρακτηριστικότερο μέλος της χημικής ομάδας το carbaryl. (WHO, 1990, Kastener, 2012). Την περίοδο από το 1950 έως το 1955, αναπτύχθηκαν τα παράγωγα της ουρίας ως ζιζανιοκτόνα στις ΗΠΑ, ενώ εμφανίστηκαν και τα μυκητοκτόνα captan και glyodin. Ανάμεσα στο 1955 και 1960, νέα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, ανάμεσά τους τα ζιζανιοκτόνα τριαζίνες, τα παράγωγα της ουρίας και τα διπυριδύλια diquat και paraquat κυκλοφόρησαν στο εμπόριο. Τα dichlobenil, trifluralin, και bromoxynil περιγράφηκαν ανάμεσα στο 1960 και 1965, και το συστηματικό μυκητοκτόνο benomyl, το 1968. Ενώ, το φυλλοδραστικό ζιζανιοκτόνο, glyphosate, ανακαλύφθηκε λίγο αργότερα.

Αυτές οι χημικές ουσίες ήταν αποτελεσματικές, όχι ιδιαίτερα ακριβές και πολύ δημοφιλείς. Με τη δημοσίευση του βιβλίου της Rachel Carson, «Silent Spring», το 1962, η παγκόσμια εμπιστοσύνη στη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών ταρακουνήθηκε. Ήταν η πρώτη φορά που επισημάνθηκαν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αλόγιστη χρήση των γεωργικών φαρμάκων και αμφισβητήθηκαν τα πλεονεκτήματά τους στην αγροτική παραγωγή. Η Carson επεσήμανε για πρώτη φορά πως η εκτεταμένη χρήση των διαδεδομένων φαρμάκων της εποχής όπως το DDT δεν

ήταν πια αποτελεσματική ενάντια στα έντομα, και οδηγούσε σταδιακά σε ανοσοποίηση των οργανισμών, ενώ παράλληλα οι επιπτώσεις σε οργανισμούς μη στόχους και στο περιβάλλον ήταν σημαντικές αφήνοντας το ενδεχόμενο μιας οικολογικής καταστροφής ανοιχτό. (Carson, 1962).

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών 1970 - 1980 πολλά νέα φυτοφάρμακα εμφανίστηκαν. Η παρασκευή τους βασίστηκε σε μια πιο λεπτομερή κατανόηση των βιολογικών και βιοχημικών μηχανισμών δράσης και συχνά είναι πιο δραστικά σε μικρότερες δόσεις σε σύγκριση με τα παλαιότερα φυτοφάρμακα. Αντιπροσωπευτικότερα παραδείγματα από αυτή τη νέα εποχή φυτοπροστατευτικών είναι οι σουλφονουλουρίες, ως ζιζανιοκτόνα, αλλά και μυκητοκτόνα όπως το metalaxyl. (WHO, 1990). Με αφετηρία το 1970, η χρήση των ενώσεων αρσενικού άρχισε να αναπτύσσεται για τη συντήρηση ξύλων αλλά και ως ζιζανιοκτόνα, ειδικότερα στις ΗΠΑ. Μία νέα και σημαντική ομάδα εντομοκτόνων αποτελούν τα πυρεθροειδή, τα οποία έχουν παρόμοια χημική σύσταση με τις φυσικές πυρεθρίνες, αποτελούν την τέταρτη γενιά συνθετικών οργανικών εντομοκτόνων και είναι ενώσεις παράγωγα της φυσικής πυρεθρίνης I. Μπορούν να εφαρμοστούν σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις και είναι δραστικά έναντι των περισσότερων ειδών εντόμων φυλλώματος. Οι χαμηλότερες ποσότητες και η σχετικά χαμηλή οξεία τοξικότητα αυτών των φαρμάκων έναντι των θηλαστικών, έκαναν τα πυρεθροειδή ασφαλέστερα για τους αγρότες, το περιβάλλον και τους καταναλωτές των τροφίμων από ό, τι πολλά άλλα εντομοκτόνα. Ωστόσο, υπολείμματα ορισμένων πυρεθροειδών ενώσεων έχουν βρεθεί σε υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα. (Carlson και Wetzstein, 1993).

Κατά τις δεκαετίες 1980 και 1990 υπάρχει αυξημένη ανάπτυξη ουσιών που αποτελούν παράγωγα φυσικών ενώσεων, ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν και τα νεονικοτινοειδή που αποτελούν νευροδραστικά εντομοκτόνα παρόμοια με τη δράση της φυσικής νικοτίνης. Η ανάπτυξη αυτής της κατηγορίας εντομοκτόνων άρχισε τη δεκαετία του 1980 από τη Shell και στη συνέχεια τη δεκαετία του 1990 από την Bayer. Τα νεονικοτινοειδή αποτελούν την πρώτη νέα τάξη εντομοκτόνων που έχει εισαχθεί τα τελευταία 50 χρόνια, το imidacloprid είναι σήμερα το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο εντομοκτόνο στον κόσμο. (Yamamoto, Casida, 1999). Επίσης το ίδιο διάστημα αναπτύσσονται τα εντομοκτόνα σπινουσίνες, που αποτελούν δευτερογενείς μεταβολίτες

του ακτινομύκητα *Saccharopolyspora spinosa*, και οι αβερμεκτίνες που είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού ειδών του γένους *Streptomyces*.

Σήμερα η χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών, έχει αυξηθεί 50 φορές σε σχέση με το 1950, ενώ έχουν ανακαλυφθεί περισσότερες από 1000 δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε χιλιάδες φυτοπροστατευτικά προϊόντα ανά τον κόσμο (Miller, 2002). Εδώ και χρόνια διατυπώνονται οι πρώτες ανησυχίες για τη δράση των φυτοπροστατευτικών ουσιών αφού σε ορισμένους τόπους εξαφανίζονται ομάδες φυτών και ζώων, ενώ επιστήμονες ανακαλύπτουν και δημοσιεύουν αποτελέσματα ερευνών με τις οποίες διαπιστώνονται βλάβες στην υγεία του ανθρώπου. Έτσι μερικά από τα πρώτα φυτοφάρμακα αποσύρονται από την κυκλοφορία στις σύγχρονες χώρες, εξακολουθούν όμως να κυκλοφορούν στις μη αναπτυγμένες χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Ενώ στην προσπάθεια μείωσης ή και εξάλειψης των αρνητικών αποτελεσμάτων τους στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, ανακαλύπτονται νέες χημικές ουσίες (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Πίνακας 1.1 Εισαγωγή ορισμένων φυτοπροστατευτικών ουσιών ανά έτος. (Πηγή: Matthews, 2006).

Έτος	Είδος φυτοφαρμάκου	Φυτοπροστατευτική ουσία	Χημική ομάδα
1850	Ζιζανιοκτόνο	Θειούχος σίδηρος	
1882	Μυκητοκτόνο	Βορδιγάλειος πολτός	
1930	Ζιζανιοκτόνο	DNOC	Νιτροφαινόλες
1931	Μυκητοκτόνο	Thiram	Καρβαμιδικά
1939	Εντομοκτόνο	DDT (στο εμπόριο το 1942)	Οργανοχλωριωμένοι υδρογονάνθρακες
1942	Ζιζανιοκτόνο	2,4-D	Φαινοξυαλκανοϊκό
1943	Μυκητοκτόνο	Zineb	Καρβαμιδικά
1944	Εντομοκτόνο	Lindane	Οργανοχλωριωμένα
1946	Εντομοκτόνο	Parathion	Οργανοφωσφορικά
1948	Εντομοκτόνο	Aldrin, Dieldrin	Οργανοχλωριωμένα
1949	Μυκητοκτόνο	Captan	Φθαλιμίδια
1952	Εντομοκτόνο	Diazinon	Οργανοφωσφορικά
1953	Ζιζανιοκτόνο	Mecoprop	Φαινοξυαλκανοϊκό

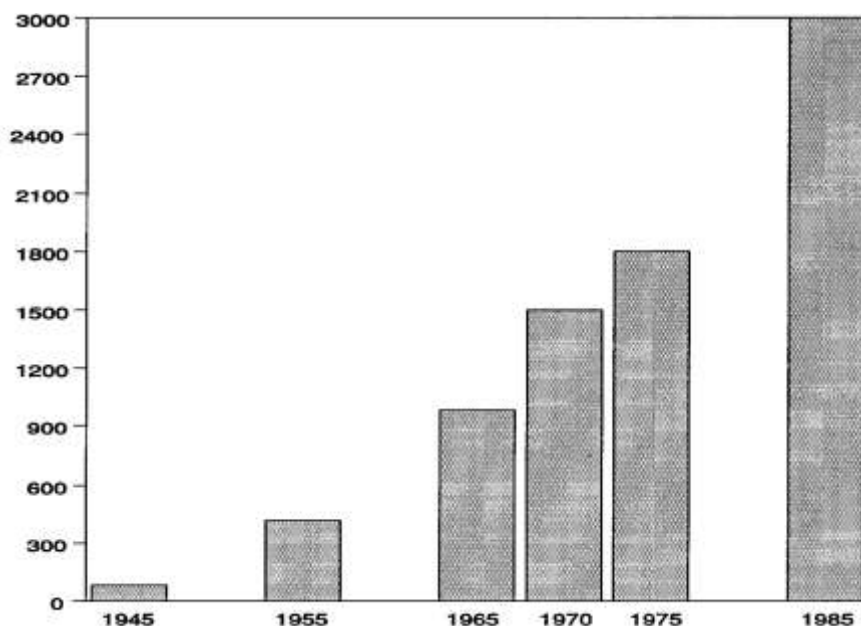
1955	Ζιζανιοκτόνο	Paraquat (στο εμπόριο 1962)	Διπυριδύλια
1956	Εντομοκτόνο	Carbaryl	Καρβαμιδικά
1965	Νηματωδοκτόνο/ Εντομοκτόνο	Aldicarb	Καρβαμιδικά
1968	Μυκητοκτόνο	Benomyl	Βενζυμιδαζόλια
1971	Ζιζανιοκτόνο	Glyphosate	Γλυκίνες ή Οργανοφωσφορικά
1972	Εντομοκτόνο	Diflubenzuron	Βενζονουλουρίες
1973	Εντομοκτόνο	Permethrin	Πυρεθρινοειδή
1990	Εντομοκτόνο	Imidacloprid	Νεονικοτινοειδή
1994	Μυκητοκτόνο	Azoxystrobin	Στροβιλουρίνες
1997	Εντομοκτόνο	Spinosad	Σπινοσίνες

1.3. Παραγωγή και χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών

Η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων γνώρισε μία πολύ μεγάλη αύξηση μετά το 1945. Δεδομένα που αφορούν τις επόμενες δεκαετίες, δείχνουν ότι η παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση οργανικών προϊόντων φυτοπροστασίας έχει παρουσιάσει μια θεαματική αύξηση. Οι παράγοντες που επέδρασαν στην ταχύτατη και μεγάλη αύξηση των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων είναι:

- α) η εμφάνιση ανθεκτικότητας σε μερικά είδη εντόμων και ζιζανίων,
- β) η επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων (αποξηράνσεις των λιμνών) και ειδικότερα των αρδευόμενων γεωργικών καλλιεργειών,
- γ) η εισαγωγή νέων μεθόδων καλλιέργειας,
- δ) η εισαγωγή νέων ποικιλιών φυτών με μεγαλύτερες απαιτήσεις για φυτοπροστασία και
- ε) η απαίτηση μεγάλων αποδόσεων γεωργικής παραγωγής (Αλμπάνης, 1997).

Η διαθεσιμότητα ενός ευρύτερου φάσματος χημικών ουσιών, αλλά και η παγκόσμια αγορά των φυτοπροστατευτικών ουσιών, οδήγησαν σε αύξηση της χρήσης τους παγκοσμίως. Είναι χαρακτηριστική η αλματώδης αύξηση στις παραγόμενες ποσότητες των φυτοπροστατευτικών ουσιών, μετά το 1945, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1., ενώ στη δεκαετία 1975 – 1985, οι παραγόμενες ποσότητες σχεδόν διπλασιάστηκαν.



Διάγραμμα 1.1. Παγκόσμια παραγωγή συνθετικών φυτοφαρμάκων σε χιλιάδες τόνους τις δεκαετίες 1945-1985. (Πηγή: World Health Organisation, 1990, μετά από Green et al. 1977).

Η ανάπτυξη των σύγχρονων φυτοπροστατευτικών προϊόντων άρχισε τη δεκαετία του 1940 μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν η Ευρώπη αντιμετώπισε προβλήματα επάρκειας τροφίμων. Κατά τη δεκαετία του 1960 και τις αρχές της δεκαετίας του 1970, η Ευρώπη άρχισε να γίνεται αυτάρκης στα περισσότερα αναγκαία τρόφιμα. Παράλληλα γίνεται και βασικός προμηθευτής για περιοχές του κόσμου όπου η παραγωγή τροφίμων είναι ανεπαρκής. Από τη δεκαετία του 1970, η ανάγκη αύξησης της παραγωγής συνδυάστηκε πιο ισόρροπα και με την ασφάλεια του ανθρώπου, της τροφής και του περιβάλλοντος. Έτσι, αναπτύχθηκαν προϊόντα, τα οποία, με τη σωστή χρησιμοποίησή τους, όχι μόνο βελτίωναν τη Φυτική παραγωγή, αλλά ταυτόχρονα εξασφάλιζαν την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος. (ΕΣΥΦ, 2001). Την εποχή εκείνη οι εναλλακτικές λύσεις για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων ήταν η χρήση των οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών φυτοφαρμάκων που είχαν ευνοϊκότερα τοξικολογικά χαρακτηριστικά, ενώ αργότερα εντάθηκε η χρήση των πυρεθροειδών ως ασφαλέστερα για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες χρησιμοποιούνται σε 900.000 καλλιέργειες. Τα ζιζανιοκτόνα αποτελούν την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη κατηγορία

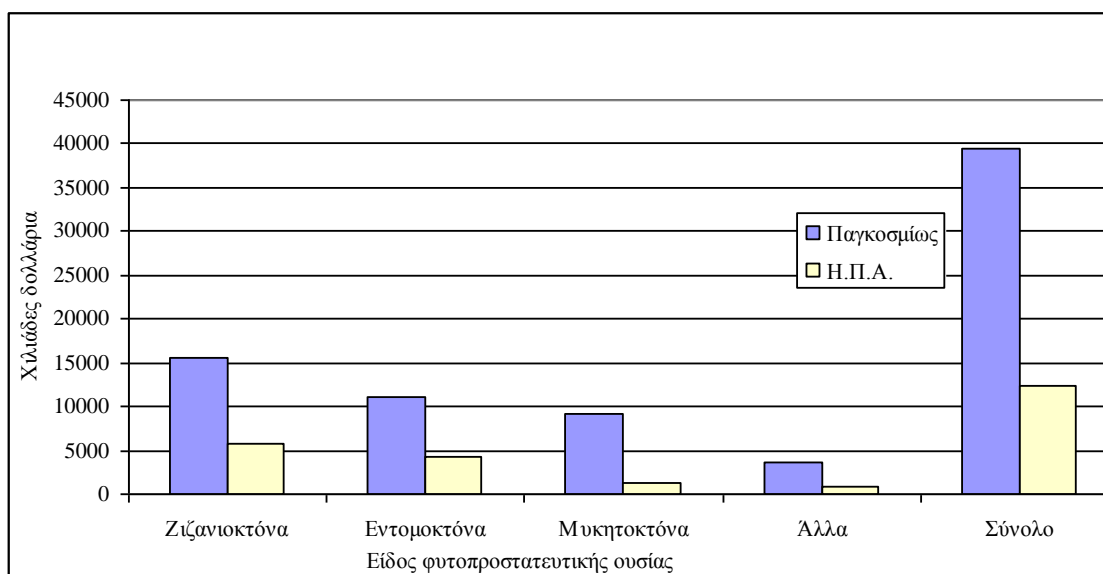
φυτοφαρμάκων, ενώ, το 75% όλων των φυτοπροστατευτικών ουσιών απορροφάται από την αγροτική παραγωγή. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι μεγαλύτερες ποσότητες παρασιτοκτόνων (31%) πωλούνται στη Δυτική Ευρώπη, 4% στην Ανατολική Ευρώπη, 26% στη Βόρεια Αμερική, 11% στη Λατινική Αμερική, 15% στην Ασία, 9% στην Ιαπωνία και 4% στην Αφρική .(Jadoks, 1993).

Πίνακας 1.2. Ετήσιες δαπάνες σε φυτοπροστατευτικές ουσίες στον αγροτικό τομέα στις Ηνωμένες Πολιτείες σε εκατομμύρια δολάρια το διάστημα 1992 – 2001.

<i>Είδος φυτοπροστατευτικού</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>
Ζιζανιοκτόνα	3.915	3.987	4.808	5.112	5.399	5.610	5.632	5.012	5.007	4.987
Εντομοκτόνα	1.058	1.123	1293	1.607	1,480	1.551	1,427	1.370	1.411	1.326
Μυκητοκτόνα	829	895	1.036	1.107	1.128	1.124	1.209	1.243	1.194	1.091
Σύνολο	5.802	6.005	7.137	7.826	8.007	8.285	8.268	7.625	7.612	7.404

Πηγή: Kiely T., Donaldson D., and Grude A., 2004.

Οι συνολικές παγκόσμιες πωλήσεις των φυτοφαρμάκων παρουσίασαν μικρή πτώση το 2002 της τάξης των 25 εκατομμυρίων δολαρίων σε ετήσια βάση, ενώ αυξήθηκαν και πάλι το 2003 στα 26,71 εκατομμύρια. Αυτά τα ποσά αποτελούνταν σχεδόν κατά 50% από ζιζανιοκτόνα, 25% εντομοκτόνα, 21,6% από μυκητοκτόνα, ενώ το υπόλοιπο από άλλα είδη ουσιών. (Matthews, 2006). Ενώ, σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση του EPA (Environmental Protection Agency) οι παγκόσμιες δαπάνες σε φυτοπροστατευτικές ουσίες ξεπέρασαν το 2007 τα 39,4 δις δολάρια, με το μεγαλύτερο ποσοστό να καταλαμβάνουν τα ζιζανιοκτόνα, ενώ ακολουθούν εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα. Το 2007 οι δαπάνες των Ηνωμένων Πολιτειών, ανήλθαν στα 12,5 δις δολάρια αποτελώντας το 32% του συνόλου παγκοσμίως, το 38% της παγκόσμιας δαπάνης για ζιζανιοκτόνα, το 39% σε εντομοκτόνα και το 15% σε μυκητοκτόνα. (Grude A. et al, 2011). Μία επένδυση περίπου 10 δις δολαρίων στον έλεγχο των φυτικών παρασίτων με χημικά μέσα κάθε χρόνο, εξοικονομεί κατά προσέγγιση 40 δις δολάρια σε καλλιέργειες στις Ηνωμένες Πολιτείες, με βάση τις άμεσες δαπάνες και τα οφέλη (Pimentel, 2005)



Διάγραμμα 1.2. Εκτιμώμενες δαπάνες ανά είδος φυτοπροστατευτικής ουσίας σε Η.Π.Α. και παγκόσμια, 2007 . (Πηγή: Grude A., Donaldson D., Kiely T., Wu L., 2011).

1. 4. Σημασία φυτοπροστατευτικών στην αγροτική παραγωγή χθες, σήμερα και στο μέλλον.

Για εκατοντάδες χρόνια οι άνθρωποι είχαν δεχθεί τους εχθρούς και τις ασθένειες των φυτών σαν μέρος του φυσικού τους περιβάλλοντος, πάνω στο οποίο είχαν μικρό ή και καθόλου έλεγχο, ενώ μόλις τα τελευταία 150 χρόνια έχουν προσπαθήσει να μειώσουν την επίδραση αυτών των παραγόντων στις καλλιέργειές τους.

Αν κοιτάξουμε πίσω, μόνο 60 χρόνια πριν, οι αγρότες έπρεπε να βασίζονται στην εναλλαγή των καλλιεργειών και τη μηχανική αντιμετώπιση των ζιζανίων με εργαλεία, ελπίζοντας σε μία καλή περίοδο από πλευράς καιρικών συνθηκών. Επίσης θα έπρεπε να ελπίζουν πως η καταπολέμηση των επιβλαβών εντόμων καθώς και η αντιμετώπιση των ασθενειών, θα βελτιώνονταν με την επιλογή μιας καλής ποικιλίας φυτικού υλικού, που θα ήταν ανθεκτικό στις καταστροφές από παράσιτα. (Matthews, 2006). Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η εισαγωγή της χημικής καταπολέμησης κάθε είδους εχθρών των φυτών είχε ως σκοπό την ελαχιστοποίηση των απωλειών στην

αγροτική παραγωγή. Ένα ευρύ φάσμα ουσιών: εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων, ζιζανιοκτόνων, νηματωδοκτόνων, ακαρεοκτόνων έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία για την γεωργία, κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες, αλλά όλο και περισσότερο και στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η γεωργική πρόοδος διαδραμάτισε καίριο ρόλο στη διατήρηση της εκθετικής αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού από τα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα, και η προστασία των καλλιεργειών, μαζί με τη μηχανοποίηση των διαδικασιών, και την ύπαρξη βελτιωμένων ποικιλιών αποτέλεσε έκτοτε έναν από τους βασικούς παράγοντες στη διαδικασία αυτή. Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε από 2,5 δισεκατομμύρια το 1950 σε 6,1 δισεκατομμύρια κατά το έτος 2000. Μέχρι το έτος 2050, ο παγκόσμιος πληθυσμός εκτιμάται ότι θα φθάσει 9,1 δισ. (μεταξύ 7,7 και 10,6 δισ. ευρώ, ανάλογα με τις εκτιμήσεις). Αυτό σημαίνει ότι ο πληθυσμός της Γης υπερδιπλασιάστηκε τα τελευταία 50 χρόνια, από το 1950 έως 2000, και κατά πάσα πιθανότητα θα αυξηθεί μόνο ελαφρώς λιγότερο σε 50 χρόνια δηλαδή ανάμεσα στο 2000-2050 (Carvalho, 2006). Ειδικότερα, η εισαγωγή των συνθετικών οργανικών χημικών ουσιών κατά το δεύτερο μισό του εικοστού αιώνα, παρέχει την ικανότητα αντιμετώπισης των παθογόνων οργανισμών από τις καλλιέργειες. Επιπροσθέτως, δίνει τη δυνατότητα εξάλειψης ή τον έλεγχο ασθενειών που οφείλονται σε παράσιτα και είναι απειλητικές για τη ζωή, όπως η ελονοσία, οδηγώντας έτσι τόσο στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μεγάλου μέρους του πληθυσμού σε εύκρατες και ημι - τροπικές περιοχές, όσο και επιτρέποντας την καλύτερη αξιοποίηση των αγροτικών περιοχών. (Mrema et. al, 2012)

Τα τελευταία χρόνια, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες έχουν αποδειχθεί απολύτως αναγκαία εργαλεία για τη διατήρηση της παραγωγής υψηλής ποιότητας τροφίμων. Από την αρχή της χρήσης τους στην αγροτική παραγωγή, οι αγρότες κατόρθωσαν να παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες σε μικρότερες εκτάσεις. Η παραγωγή των καλλιεργειών έχει αυξηθεί κατά 20-50%. Επίσης, η χρήση τους, έχει επιτρέψει στους παραγωγούς να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη από άλλες παραμέτρους όπως, η υψηλή ποιότητα σπόρων, η λίπανση αλλά και η υδροδότηση. (CropLife, 2011)

Είναι γνωστό πως οι φυτοπροστατευτικές ουσίες ανακαλύφθηκαν από την ανάγκη εξασφάλισης τροφής σε ένα συνεχώς αυξανόμενο ανθρώπινο πληθυσμό. Η χημική καταπολέμηση χρησιμοποιήθηκε αρχικά ως ένα μέσο βοήθειας προς τους αγρότες να αυξήσουν τα παραγόμενα προϊόντα τους, να συμβάλλουν στην ασφάλεια των τροφίμων, και να μετριάσουν την ανέχεια. Προσέφεραν λοιπόν, ένα μέσο στην αντιμετώπιση της πρόκλησης για εξασφάλιση μεγαλύτερων ποσοτήτων τροφής σε μικρότερες εκτάσεις, αφού εξακολουθούν να καλλιεργούνται οι ίδιες εκτάσεις, 15,54 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, παρά το γεγονός ότι καλύπτονται ανάγκες διατροφής 80% περισσότερων ανθρώπων. (Bhowmik, 1999). Στις φτωχές χώρες, το 95% του πληθυσμού παράγει την τροφή που χρειάζεται για την επιβίωση του, το 100% του πληθυσμού, ενώ στις αναπτυγμένες χώρες ισχύει το αντίθετο, δηλαδή μόλις το 3-5% του πληθυσμού παράγει αρκετά για τη διατροφή του συνόλου, αλλά και για να εξάγει γεωργικά προϊόντα. Αυτή η δυσανάλογη επάρκεια τροφής, δεν θα ήταν εφικτή στις μέρες μας, χωρίς τη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών. (Delaplane, 1996)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 1990), υπήρχαν πολύ σημαντικές απώλειες στις καλλιέργειες λόγω των παθογόνων εντόμων, τόσο στις ανεπτυγμένες, όσο και στις υπό ανάπτυξη χώρες. Στη Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη και την Ιαπωνία, αυτές οι απώλειες υπολογίστηκαν στο 10-30%, αλλά στα αναπτυσσόμενα τμήματα του κόσμου, ήταν σημαντικά υψηλότερα τα ποσοστά. Απώλειες της τάξης του 40% λόγω εχθρών και ασθενειών, υπήρξαν συχνές σ' αυτές τις περιοχές, ενώ είχαν παρατηρηθεί και απώλειες έως 75%.

Το 7 δισεκατομμύρια του παγκόσμιου πληθυσμού προβλέπεται να αυξηθούν κατά 70 εκατ. ετησίως, αυξανόμενα κατά 30% σε 9,2 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050. Αυτή η αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού αναμένεται να αυξήσει τη ζήτηση για την παραγωγή τροφίμων κατά 70%, κυρίως λόγω των αλλαγών στις διατροφικές συνήθειες των αναπτυσσόμενων χωρών όπως τη μεγαλύτερη κατανάλωση κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων και την αυξανόμενη χρήση των δημητριακών για τη διατροφή των ζώων (Popp et al., 2013). Η διαθεσιμότητα πρόσθετων εκτάσεων γεωργικής γης είναι περιορισμένη. Οποιαδήποτε επέκταση θα συμβεί κυρίως σε βάρος των δασών και των φυσικών βιοτόπων που φιλοξενούν άγρια ζωή, και των φυσικών εχθρών των παρασίτων των καλλιεργειών. Επιπλέον, περισσότερη καλλιεργήσιμη γη

αναμένεται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενεργειακών φυτών όπως για βιοκαύσιμα ή ίνες αντί τροφίμων . Έτσι, θα πρέπει να αυξηθεί η παραγωγή τροφής χρησιμοποιώντας λιγότερη καλλιεργήσιμη έκταση, με λιγότερο νερό, χρησιμοποιώντας λιγότερη ενέργεια, λιπάσματα και φυτοφάρμακα από αυτά που χρησιμοποιούνται σήμερα . Δεδομένων αυτών των περιορισμών, η βιώσιμη παραγωγή σε υψηλά επίπεδα είναι επειγόντως αναγκαία. Κατά συνέπεια η μείωση των απωλειών της τρέχουσας απόδοσης των καλλιεργειών που προκαλούνται από εχθρούς των φυτών είναι μια σημαντική πρόκληση για τη γεωργική παραγωγή.

Οι καλλιέργειες των τροφίμων ανταγωνίζονται 30.000 είδη ζιζανίων, 3.000 είδη νηματωδών, και 10.000 είδη φυτοπαθογόνων εντόμων. Είναι γνωστό πως παρά τη χρήση νέων προϊόντων φυτοπροστασίας, ένα ποσοστό 20-40% της αναμενόμενης παραγόμενης τροφής, χάνεται λόγω των παρασίτων. Όμως, τα φυτικά παράσιτα, δεν έχουν μόνο ποσοτική επίπτωση στα παραγόμενα αγροτικά προϊόντα. Οι προσβολές τόσο πριν τη συγκομιδή, όσο και μετά από αυτή, επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και ασφάλεια των τροφίμων και τελικά τη διατροφή του πληθυσμού. (CropLife 2011).

Τα φυτοφάρμακα όμως, προστατεύουν τους ανθρώπους και τα κατοικίδια ζώα και από φυσικές τοξίνες που παράγονται σε καλλιέργειες εδωδιμων φυτών. Χωρίς τη χρήση των φυτοφαρμάκων τα καλλιεργούμενα φυτά θα έπρεπε να ανέχονται υψηλότερα επίπεδα στρες από τον ανταγωνισμό ή τη μόλυνση. Αυτό το στρες μπορεί να προκαλέσει αύξηση της παραγωγής αμυντικών χημικών ουσιών ή φυσικών τοξινών από τα φυτά σαν ένα τρόπο για την αντιμετώπιση της εισβολής των παρασίτων (Magkos et al., 2006). Πολλές από αυτές τις ουσίες που παράγονται από τα φυτά όπως τα φαινολικά παράγωγα δηλαδή τα φλαβονοειδή, τα στιλβένια, οι κουμαρίνες αλλά και τοξίνες όπως οι αφλατοξίνες, φουμονισίνες και ωχρατοξίνες μπορεί να είναι είτε ευεργετικές είτε ιδιαιτέρως επιβλαβείς για τον άνθρωπο ή τα ζώα ανάλογα με τη συγκέντρωση στην οποία βρίσκονται. Για παράδειγμα, η συγκέντρωση των φαινολικών παράγωγων βρέθηκε να είναι σημαντικά υψηλότερη σε οργανικά ή βιολογικά καλλιεργούμενες φράουλες σε σχέση με φράουλες που δέχονταν μυκητοκτόνα για την αντιμετώπιση των ασθενειών (Asami et al., 2003). Οι μυκοτοξίνες αποτελούν δευτερογενή προϊόντα του μεταβολισμού των διαφόρων ειδών μυκήτων πάνω σε φυτικά υποστρώματα και τρόφιμα τόσο πριν όσο και μετά τη συγκομιδή. Τα είδη των μυκήτων εκτιμάται ότι επηρεάζουν

το 25% των καλλιεργειών παγκοσμίως, και πολλοί από αυτούς προκαλούν το θάνατο ή τη μείωση της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών. Η χρήση των μυκητοκτόνων οδηγεί σε μείωση της συσσώρευσης των μυκοτοξινών στα φυτά (Swanton et al., 2011). Κατά συνέπεια αγροτικά προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας μπορεί να είναι απαλλαγμένα από υπολείμματα συνθετικών φυτοφαρμάκων, αλλά δεν είναι απαραίτητα και ακίνδυνα καθώς μπορεί να περιέχουν τοξικές ουσίες. Βιολογικά τρόφιμα ενδέχεται να περιέχουν μυκοτοξίνες, και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να συνεπάγονται μεγαλύτερο κίνδυνο από ό,τι τα τρόφιμα που παράγονται με συμβατικές τεχνικές.

Το πρώτο πρόβλημα εμφάνισης εντόμων σε καλλιέργειες των Ηνωμένων Πολιτειών που αντιμετωπίστηκε με μεγάλης έκτασης ψεκάσμο εντομοκτόνου, ήταν το σκαθάρι της πατάτας Κολοράντο που είχε προκαλέσει μείωση της παραγωγής πατάτας κατά 25-35%, και οδήγησε σε τετραπλασιασμό της τιμής της πατάτας. Οι ψεκάσμοι εντομοκτόνων, για την αποτροπή αυτών των απωλειών στην καλλιέργεια της πατάτας Κολοράντο ξεκίνησαν στη δεκαετία του 1870 και συνεχίζονται έκτοτε (Gianessi, 2009).

Η χρήση των γεωργικών φαρμάκων, δε συμβάλλει μόνο στην αποτροπή των απωλειών στις υπάρχουσες καλλιέργειες, αλλά ευρύνει το φάσμα των επιλογών των καλλιεργειών που μπορούν να αναπτυχθούν σε συγκεκριμένες εποχές του χρόνου. Για παράδειγμα, στη Ζιμπάμπουε, η καλλιέργεια της τομάτας μπορεί να επιτευχθεί μόνο τη βροχερή περίοδο του χρόνου, με τη χρήση μυκητοκτόνων για την αντιμετώπιση της σήψης, ενώ χωρίς τη χρήση τους καταστρέφεται, συνήθως, όλη η παραγωγή. Η παραγωγή αυτής της περιόδου, είναι επίσης αρκετά επικερδής, αφού οι τιμές διαμορφώνονται στο δεκαπλάσιο από αυτές της ξηρικής περιόδου. (Cooper & Dobson, 2007). Αντίστοιχα, παρά το γεγονός ότι η Νότια Φλόριντα διαθέτει το ιδανικό κλίμα για την καλλιέργεια γλυκού καλαμποκιού το χειμώνα, υπήρξε αδύνατη η καλλιέργεια του μέχρι την ανάπτυξη των συνθετικών εντομοκτόνων τη δεκαετία του 1940. Σαν συνέπεια της χρήσης των χημικών μέσων φυτοπροστασίας, η Φλόριντα, εξελίχθηκε στην πρώτη σε παραγωγή νωπού γλυκού καλαμποκιού, πολιτεία των Ηνωμένων Πολιτειών (Gianessi, 2005).

Σημαντική έχει υπάρξει η συμβολή των εντομοκτόνων και στη βελτίωση της υγείας τόσο των ανθρώπων όσο και των εκτρεφόμενων ζώων αφού τα έντομα αποτελούν

φορείς πολλών ασθενειών. Για παράδειγμα, τα κουνούπια ευθύνονται για την μετάδοση της ελονοσίας και την μετάδοση του ιού του Δυτικού Νείλου, του κίτρινου πυρετού, της εγκεφαλίτιδας των ίππων και της φιλαριάσεως, αλλά και μερικά είδη μυγών μεταδίδουν την λειψμανίαση, τα τσιμπούρια την μπορρελίωση (νόσο του Lyme), οι ψύλλοι, οι κοριοί και οι ψείρες μεταδίδουν ποικίλες ρικετσιώσεις (Brogdon & McAllister, 1998). Ο έλεγχος των εντόμων που επιτεύχθηκε χάρη στη χρήση των εντομοκτόνων περιόρισε σημαντικά την εξάπλωση αυτών των ασθενειών σε πολλές περιοχές του κόσμου, ακόμη και σε επίπεδα πλήρους εξαφάνισης (Butler, 2011).

Τα ζιζανιοκτόνα είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ομάδα φυτοπροστατευτικών ουσιών και χρησιμοποιήθηκαν για τη μείωση της κοπιαστικής δουλειάς του ξεβοτανίσματος, ιδιαίτερα σε μεγάλες εκτάσεις, όπου απαιτούνταν χρονοβόρα προσπάθεια και πολλά εργατικά χέρια. Επιπροσθέτως, οι απώλειες στις καλλιέργειες λόγω του ανταγωνισμού από τα ζιζάνια, χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικές.

Ο Scragg το 1964 αναφέρει πως οι καλλιέργειες της πατάτας παρουσίαζαν αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής, μετά από εφαρμογή χημικών μέσων καταπολέμησης των ζιζανίων, έστω κι αν ο βαθμός της ζιζανιοκτονίας ήταν ανάλογος με αυτόν που επιτυγχανόταν μετά από εκτεταμένη μηχανική κατεργασία. Η αιτία, σύμφωνα με τον ίδιο, έγκειται στο γεγονός ότι μέσω της μηχανικής κατεργασίας, προκαλούνται ζημιές στην καλλιέργεια και ρωγμές στο έδαφος.

Για την εκτίμηση της αξίας των ζιζανιοκτόνων, έγινε προσομοίωση της μη χρήσης τους και αντικατάσταση τους με τις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις. Ακόμα κι αν υπάρχει μια εξίσου αποτελεσματική εναλλακτική λύση για τις περισσότερες καλλιέργειες, το βοτάνισμα με το χέρι, κοστίζει και η σπανιότητα της εργασίας σημαίνει ότι είναι απίθανο οι καλλιεργητές να μπορούσαν να υποκαταστήσουν αρκετή χειρονακτική εργασία για να διατηρήσουν τις αποδόσεις στα ίδια επίπεδα. Εάν οι αγρότες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής αναγκάζονταν να απασχολήσουν επιπλέον 7 εκατομμύρια εργαζόμενους για ξεβοτάνισμα με το χέρι και αύξηση της καλλιέργειας, η συνολική παραγωγή των καλλιεργειών των ΗΠΑ θα μειωνόταν κατά 21%. Η χρήση των ζιζανιοκτόνων επέτρεψε στους αγρότες των ΗΠΑ τη μείωση των οργωμάτων για τον

έλεγχου των ζιζανίων. Χωρίς ζιζανιοκτόνα, οι καλλιεργητές των ΗΠΑ δεν θα είναι πλέον σε θέση να εφαρμόζουν καλλιέργεια χωρίς άροση. Ενώ η εγκατάλειψη της μη αρόσιμης γεωργίας θα οδηγήσει σε μια αύξηση κατά περίπου 138 εκατομμύρια τόνους τη διάβρωση του εδάφους (Gianessi, 2005).

Η πατάτα είναι μία ιστορικά σημαντική καλλιέργεια, η οποία σε αρκετές περιπτώσεις καταστρεφόταν πλήρως από παθογόνους μύκητες πριν την εμφάνιση των μυκητοκτόνων. Οι ουσίες αυτές υπήρξαν σημαντικές για τη γεωργία, καθώς συνέβαλαν στη μείωση των απωλειών στις καλλιέργειες λόγω ασθενειών, στη βελτίωση της εμφάνισης της συγκομισμένης παραγωγής αλλά και στην ασφάλεια κατά την κατανάλωση, μέσω της μείωσης των φυσικών τοξινών που παράγουν οι μύκητες. (Cooper J., Dobson H., 2007).

Τις τελευταίες δεκαετίες νέα είδη παθογόνων εντόμων, προκαλούν αξιοσημείωτες καταστροφές στις καλλιέργειες, μέχρι να τεθούν υπό έλεγχο μέσω των εντομοκτόνων. Πολλές αγροτικές καλλιέργειες ωφελούνται από τη μείωση των παρασίτων. Οι Roubal et al εξέτασαν την αποτελεσματικότητα διαφόρων μεθόδων για την αντιμετώπιση του εντόμου *Cydia pomonella* στις μηλιές και τις αχλαδιές. Διαπιστώθηκε πως βιολογικές και καλλιεργητικές μέθοδοι ήταν αποτελεσματικές έναντι περιορισμένων πληθυσμών, αλλά κατά τη διάρκεια επιδημιών, μόνο μέσα αντιμετώπισης με τη χρήση χημικών ουσιών είναι αποτελεσματικά (Cooper J., Dobson H., 2007). Παρομοίως, η χρήση των εντομοκτόνων σε λαχανικά και καρότα για την αντιμετώπιση παθογόνων εντόμων είναι βαρύνουσας σημασίας. Παρά το γεγονός ότι προτείνεται η χρήση μη χημικών μεθόδων καταπολέμησης των εντόμων, η απαγόρευση της χρήσης συγκεκριμένων εντομοκτόνων θα άφηνε τους παραγωγούς χωρίς κανένα αποτελεσματικό μέσο προστασίας των συγκεκριμένων καλλιεργειών, και έτσι θα τις καθιστούσε μη βιώσιμες (Finch and Collier, 2000)

Η αναγκαιότητα των φυτοπροστατευτικών ουσιών στη σύγχρονη εποχή, γίνεται κατανοητή αν λάβει κανείς υπόψη το ανταγωνιστικό περιβάλλον του εμπορίου. Οι βελτιώσεις στην ποιότητα των φρούτων έχουν αποτελέσει σημαντικό παράγοντα ανταγωνισμού, με αποτέλεσμα να δίνονται πολύ υψηλές τιμές σε καρπούς που είναι σχεδόν απαλλαγμένοι από κάθε είδους παραμόρφωση. Περισσότερες από δύο ενδείξεις

προσβολής από έντομο είναι αρκετές για να υποβαθμιστεί η ποιότητα του καρπού κατά ένα επίπεδο. Οι έμποροι ροδάκινων παγκοσμίως, επιδιώκουν μηδενικά ελαττώματα από εντομολογικές προσβολές. Κανένας παραγωγός ροδάκινων δεν μπορεί να αντέξει το ρίσκο της απόρριψης έστω και ενός φορτίου καρπών που θα στοίχιζε 14.000\$ σε έναν παραγωγό στις Ηνωμένες Πολιτείες. (Giannesi, 2009).

Ενώ η χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών έχει βοηθήσει στη βελτίωση των οικονομικών της γεωργίας, παράλληλα, έχει καταστήσει τις γεωργικές εργασίες λιγότερο επίπονες και εντατικές, και συνέβαλε στην προστασία του περιβάλλοντος. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, τα φυτοφάρμακα έχουν μειώσει την ανάγκη για χειρωνακτικό ξεβοτάνισμα, και έτσι μειώθηκε η πολύ συχνή συνολική δέσμευση ολόκληρων οικογενειών στην αγροτική εργασία. Η αποτελεσματικότερη γεωργία έχει συμβάλει στη μείωση της αποψίλωσης των δασών και τη διατήρηση των φυσικών πόρων. Η εκτεταμένη καλλιέργεια της γης (όργωμα) έχει μειωθεί υπέρ της εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων, με αποτέλεσμα τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους, αλλά και των απωλειών της οργανικής ύλης από το έδαφος (Crop Life, 2012).

Από την άλλη πλευρά, τα ζιζάνια αποτελούν μέρος του συστήματος της αγροτικής παραγωγής. Τα αποτελέσματα της ανταγωνιστικότητάς τους με την εκάστοτε καλλιέργεια είναι γνωστά παγκοσμίως και η χρήση των ζιζανιοκτόνων ουσιών κρίνεται αρκετές φορές απαραίτητη για την οικονομικότερη αντιμετώπισή τους. Έχει αξιολογηθεί, πως τα ζιζάνια προκαλούν απώλειες της γεωργικής παραγωγής 5% στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες, ενώ οι απώλειες φτάνουν το 10% σε λιγότερο αναπτυγμένες χώρες και 25% στις αναπτυσσόμενες, με μικρότερα εισοδήματα περιοχές. (Bhowmik, 1999). Χωρίς τη χρήση των ζιζανιοκτόνων θα παρουσιαζόταν απώλειες του αγροτικού εισοδήματος στις Ηνωμένες Πολιτείες ανάλογες με 13.3 εκατομμύρια δολάρια. Επίσης, τα ζιζανιοκτόνα μειώνουν την εποχιακή διακύμανση σε ανάγκες για εργατικά χέρια, αλλά και το σύνολο των εργατικών χεριών που απαιτούνται για ξεβοτάνισμα (Cooper J., Dobson H., 2007). Η χρήση των ζιζανιοκτόνων στις μέρες μας, έχει προκαλέσει αύξηση, 10-20% της παγκόσμιας παραγωγής σιτηρών που επαρκούν για την παραγωγή 15 ψωμίων για κάθε άνθρωπο επάνω στη γη.

Στις καλλιέργειες των δημητριακών για παράδειγμα, η αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση χημικών μέσων στην Ευρώπη, όπου παράγεται και το 11% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών, σε έκταση μόλις 6% της συνολικής παγκοσμίας, που είναι ενδεικτικό της εντατικής καλλιέργειας σε αυτή την περιοχή. Στη Σουηδία παρατηρήθηκε πως καμία άλλη μέθοδος ελέγχου των ζιζανίων δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τη χημική, έναντι σε συγκεκριμένα εποχικά ζιζάνια. Επιπλέον σε περισσότερο από το 80% της συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης με δημητριακά εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα, γιατί διαφορετική αντιμετώπιση θα οδηγούσε σε δραστηκή μείωση των εκτάσεων που καλλιεργούνται με χειμερινά σιτηρά. (Svensson, 1982)

Όπως ήδη αναφέρθηκε, και οι μύκητες αποτελούν σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα για την αγροτική παραγωγή. Μία απαγόρευση της χρήσης των χημικών συνθετικών μυκητοκτόνων στις Ηνωμένες Πολιτείες, θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής των φρούτων κατά 32%, των λαχανικών κατά 21%, και του καλαμποκιού και των σιτηρών κατά 6% το καθένα. Ως προς τις οικονομικές επιπτώσεις μίας τέτοιας απαγόρευσης, οι τιμές των τροφίμων θα αυξάνονταν κατά 13%, το συνολικό εγχώριο προϊόν θα μειωνόταν κατά 28 δις δολάρια, αλλά και οι θέσεις εργασίας θα μειωνόταν κατά 235.000, συμπεριλαμβανομένου 125.000 θέσεις εργασίας στον αγροτικό τομέα, που αποτελεί το 4% της συνολικής απασχόλησης στην αγροτική παραγωγή στις Ηνωμένες Πολιτείες. (Delaplane, 1996).

Ένα παράδειγμα προσβολής από μύκητα που απασχολεί τους καλλιεργητές πατάτας και τομάτας και σήμερα, αποτελεί η Φυτόφθορα (*Phytophthora infestans*). Χωρίς τη χρήση των χημικών μέσων καταπολέμησης η καλλιέργεια της πατάτας θα ήταν αδύνατη σε πολλά μέρη του κόσμου. Οι Olanya et al., εξέτασαν τη χρήση μυκητοκτόνων για την προστασία της πατάτας σε τροπικές ορεινές περιοχές, όπου η φυτόφθορα αποτελεί τον κυριότερο εχθρό για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Κατέληξαν πως τα μυκητοκτόνα, είναι καίριας σημασίας για την αντιμετώπιση του μύκητα, ενώ, είναι αποτελεσματικότερα και πιο οικονομικά, όταν η εφαρμογή τους γίνεται στο σωστό χρόνο, και η χρήση τους είναι μέρος ενός συστήματος ολοκληρωμένης αντιμετώπισης. (Olanya et al., 2004).

Η σύγχρονη εποχή, έχει αναδείξει τα προβλήματα που προέκυψαν από την εκτεταμένη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών στο παρελθόν, τόσο για το περιβάλλον όσο και για τη δημόσια υγεία, και έχει στρέψει το ενδιαφέρον των επιστημόνων στην ανεύρεση, νέων εναλλακτικών τρόπων φυτοπροστασίας. Έτσι, η μείωση της εξάρτησης από τη χημική καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών των φυτών, δείχνει να είναι αναγκαία για την αγροτική παραγωγή του μέλλοντος. Η ορθολογικότερη χρήση των χημικών ουσιών, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης, ή ακόμη και η βιολογική γεωργία, αλλά και η εξερεύνηση νέων χημικών ουσιών, φαίνεται να βρίσκουν εφαρμογή στη σύγχρονη γεωργία.

Από την άλλη πλευρά, όμως, η οικονομική βιωσιμότητα των καλλιεργειών που δε δέχονται καμία επέμβαση με χημικά μέσα, αμφισβητείται, αφού η παραγόμενη ποσότητα είναι μειωμένη και η διαφορά της τιμής με τις συμβατικές καλλιέργειες μειώνεται. Έχει παρατηρηθεί, πως σε πολλές περιπτώσεις οι παραγωγοί βιολογικών καλλιεργειών, χάνουν ένα δυσανάλογο μεγάλο μέρος των εισοδημάτων τους εξαιτίας των εχθρών και ασθενειών των φυτών, και αρκετές φορές, πρέπει να στηριχθούν στις εμπορεύσιμες τιμές για να αντισταθμίσουν τις απώλειές τους. (Cooper J., Dobson H., 2007).

Στο Ινστιτούτο Rodale επιτεύχθηκε παραγωγή σιτηρών από βιολογικές καλλιέργειες που ήταν κατά 21% μικρότερη και απαιτήθηκε 42% περισσότερος κόπος. Αν υπήρχε παγκοσμίως η δυνατότητα συμβιβασμού με μείωση της τρέχουσας παραγωγής σιτηρών κατά 21%, θα χρειαζόταν επιπλέον 216.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα μη καλλιεργήσιμης γης, ώστε να καλλιεργηθούν οι τρέχουσες ποσότητες. Ενώ, σε καλλιέργειες τομάτας, η παραγωγή ήταν ίση ή και μεγαλύτερη μετά από μηχανική κατεργασία και ξεβοτάνισμα για την καταπολέμηση των ζιζανίων, αλλά το κόστος ήταν 30 φορές μεγαλύτερο. (Bhowmik, 1999).

Πολλά είδη φυτών, όταν απειλούνται ή προσβάλλονται από ασθένειες ή παθογόνους οργανισμούς, παράγουν χημικές ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές. Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί ο μύκητας *Claviceps purpurea* που προκαλεί την ερυσίβη στα σιτηρά. Χωρίς την εφαρμογή μυκητοκτόνων ουσιών, παράγονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, υψηλής τοξικότητας αλκαλοειδή που σε ορισμένες

περιπτώσεις είναι και θανατηφόρα. Οι Kvien et al., κατέληξαν πως μελλοντικές απαγορεύσεις της χρήσης των μυκητοκτόνων σε καλλιέργειες αραχίδιας θα είχαν ως επίπτωση τη μείωση των εσόδων κατά 500 έως 1000 δολάρια, και αύξηση της ύπαρξης καρκινογόνων ουσιών. (Kvien et al., 1993).

Η πλειοψηφία των επιστημόνων σήμερα, υποστηρίζουν πως η χρήση των χημικών μέσων φυτοπροστασίας, είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της αγροτικής παραγωγής. Ωστόσο, υπάρχει η ανάγκη αξιοποίησης εναλλακτικών τρόπων φυτοπροστασίας, φιλικότερων προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, με την προοπτική ενός διαρκώς αυξανόμενου πληθυσμού, και την αύξηση της αστικοποίησης, η απαίτηση για περισσότερη και πιο ποιοτική τροφή θα αυξάνει. Οι ολοκληρωμένες μέθοδοι διαχείρισης των παρασίτων καθώς και οι άλλες εναλλακτικές μέθοδοι, θα συνεχίσουν να μειώνουν την εμπιστοσύνη των ανθρώπων στις συνθετικές φυτοπροστατευτικές ουσίες αλλά η ουσιαστική συνεισφορά τους στην αγροτική παραγωγή είναι υπαρκτή και δε θα πάνθουν να είναι αναγκαίες. Συνεπώς, όσο κι αν αμφισβητούνται τα πλεονεκτήματα της χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών, παραμένουν χρήσιμα και αναγκαία εργαλεία για την αγροτική παραγωγή, και δύσκολα θα υπάρξει εξάλειψή τους από το γεωργικό τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο. Φυτοπροστατευτικές ουσίες και κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου.

Ο άνθρωπος για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της αυξημένης ζήτησης τροφής, στράφηκε προς δύο κατευθύνσεις, αρχικά στην αναζήτηση αποδοτικότερων ποικιλιών και στη συνέχεια στην προσπάθεια για την προστασία των καλλιεργειών από ανεπιθύμητους οργανισμούς που μείωναν την παραγωγικότητά τους (Ματθαιόπουλος, 2013). Δεκαετίες πριν καθιερώθηκε η χρήση των αγροχημικών, με στόχο την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, και την προστασία των καλλιεργειών από τα παράσιτα. Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη ή τον έλεγχο ανεπιθύμητων για τα φυτά οργανισμών. Υπάρχουν 600 εγκεκριμένες, ενεργές, δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε 20.000 φυτοπροστατευτικά εμπορικά σκευάσματα. Κάθε χρόνο, περισσότερα από 900 εκατομμύρια κιλά, αδειοδοτημένων φυτοφαρμάκων χρησιμοποιούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες, ποσό που με δυσκολία αγγίζει το ένα πέμπτο της παγκόσμιας χρήσης. (Centers for Disease Control and Prevention, 2004)

Η χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών, έχει συμβάλει σημαντικά στην ανθρώπινη ευημερία μέσω της αύξησης της γεωργικής παραγωγής, λόγω της μείωσης των απωλειών στην απόδοση των καλλιεργειών που προκαλείται από διάφορους επιβλαβείς παράγοντες όπως οι εχθροί και οι ασθένειες των φυτών. Παρά τη δημοτικότητά και την εκτεταμένη χρήση τους, σοβαρές ανησυχίες έχουν ανακύψει για τους κινδύνους που υπάρχουν για την ανθρώπινη υγεία από τη χρήση των φυτοπροστατευτικών, που προκύπτουν από την έκθεση των αγροτών κατά την ανάμιξη και την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων ή και κατά τη διάρκεια της εργασίας τους σε εκτάσεις όπου έχουν προηγουμένως εφαρμοστεί φυτοπροστατευτικές ουσίες. Αλλά και η ανησυχία για το γενικό πληθυσμό έχει αυξηθεί, από τον κίνδυνο έκθεσης σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων μέσω των τροφίμων, του πόσιμου νερού και του αέρα.

Μετά τη δημοσίευση του βιβλίου της Rachel Carson, “Silent Spring” το 1962, δημιουργήθηκε παγκόσμια ανησυχία για τις οικολογικές επιπτώσεις της ανεξέλεγκτης εφαρμογής των φυτοφαρμάκων και για την ασταμάτητη διασπορά τους στο γενικό

περιβάλλον. Η ευαισθητοποίηση επίσης εντάθηκε από την παρατήρηση φαινομένων βιοσυσσώρευσης και βιομεγέθυνσης δύσκολα αποδομούμενων χημικών ουσιών μέσω μετρήσεων τους στο περιβάλλον. Ως συνέπεια μιας δεκαετούς προσπάθειας, οι βιομηχανικές χώρες άρχισαν να περιορίζουν την εφαρμογή των οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων, μέχρι την απαγόρευση της παραγωγής τους και την επιβολή ορίων για την παρουσία τους ως ευρέως διαδεδομένους ρυπαντές του νερού και των τροφίμων. Τέλος, μία διεθνής περιβαλλοντική συνθήκη, η Σύμβαση της Στοκχόλμης για τους Έμμοнос οργανικούς ρύπους (POPs), υπεγράφη το 2001 (σε ισχύ από τον Μάιο 2004, τροποποιήθηκε το 2009 και το 2011 με την προσθήκη ορισμένων προϊόντων), για την εξάλειψη ή τον περιορισμό της παραγωγής και χρήσης ορισμένων έμμονων οργανικών ρύπων. Από τότε, ενώ οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες και ορισμένες από εκείνες που έχουν εμπορικές σχέσεις μαζί τους στην πράξη συμμορφώθηκαν με τη Σύμβαση, η παραγωγή, η χρήση και η αποθήκευση δεν διεκόπη λόγω του χαμηλού κόστους και της αποδεκτής αποτελεσματικότητας ορισμένων δραστικών ουσιών, και η χρήση τους εξακολουθεί να υφίσταται, αν και σε πολύ μικρότερη κλίμακα (Mrema et al 2012, Damalas, 2009, Bro-Rasmussen, 1996).

Οι ενώσεις που συμπεριλήφθηκαν στη Συμφωνία της Στοκχόλμης, καθιερώθηκε να αναφέρονται ως « βρώμικη δωδεκάδα» και εισήχθησαν στα παραρτήματα Α , Β και Γ, αντίστοιχα, ενώσεις που δεσμεύονται για να εξαλειφθούν, ενώσεις που υφίστανται περιορισμό και την ακούσια παραγωγή των παραγόμενων ουσιών. Επίσης ονομάζονται έμμονοι οργανικοί ρύποι ή POPs (Persistant Organic Pollutants). Λόγω της αποτελεσματικότητας κάποιων οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων, όπως το DDT και το lindane, στην καταπολέμηση των παρασίτων και των ασθενειών που μεταδίδονται από αυτά, όπως η ελονοσία και η ψώρα, εφαρμόστηκαν εξαιρέσεις που επέτρεπαν να συνεχίσει η παραγωγή και η χρήση για συγκεκριμένους σκοπούς που ενσωματώνονται στη Σύμβαση (Παράρτημα Β), της οποίας η εφαρμογή είναι, ευθύνη της κάθε χώρας (Mrema et al 2012). Στον Πίνακα 2.1. φαίνονται οι 12 χημικές ενώσεις που συμπεριλήφθηκαν στη Συμφωνία της Στοκχόλμης.

Πίνακας 2.1. Χημικές Ενώσεις που περιορίστηκαν ή απαγορεύτηκαν στη Συμφωνία της Στοκχόλμης, 2001. (Πηγή: Secretariat of the Stockholm Convention,).

Όνομα	Εξαιρέσεις / Χρήση	Παράρτημα
Aldrin	Καθόλου παραγωγή/ Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Chlordane	Παραγωγή από συγκεκριμένα μέλη/ Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Dieldrin	Καθόλου παραγωγή / Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Endrin	Καμία / Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Heptachlor	Καθόλου παραγωγή / Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Εξαχλωροβενζόλιο (HCB)	Παραγωγή από συγκεκριμένα μέλη / Χρήση ως Μυκητοκτόνο	A Εξάλειψη & Γ Ακούσια Παραγωγή
Mirex	Παραγωγή από συγκεκριμένα μέλη / Χρήση ως Εντομοκτόνο	A Εξάλειψη
Toxaphene	Καμία / Μίγμα 670 περίπου χημικών ουσιών, που χρησιμοποιείται ως εντομοκτόνο.	A Εξάλειψη
Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs)	Καθόλου παραγωγή /Λάδια μηχανολογικής χρήσης	A Εξάλειψη & Γ Ακούσια Παραγωγή
DDT	Περιορισμός / Χρήση ως Εντομοκτόνο, Παραγωγή και χρήση ως φορέας ελέγχου νόσων ή σαν ενδιάμεσο στην παραγωγή του dicofol και άλλων ενώσεων	B Περιορισμός
Διοξίνες	Άχρηστα παραπροϊόντα χημικών διεργασιών	Γ Ακούσια Παραγωγή
Πενταχλωροβενζόλιο	Καμία	A Εξάλειψη & Γ Ακούσια Παραγωγή
Endosulfan		

Υπάρχουν συνεπώς, διαπιστωμένες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, ως αποτέλεσμα της χρήσης των φυτοφαρμάκων. Οι θάνατοι από την έκθεση στα φυτοφάρμακα δεν είναι ασυνήθιστοι. Κάθε χρόνο, δεκάδες χιλιάδες αγρότες, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, πλήττονται από την έκθεση σε φυτοφάρμακα. Έρευνες που διενεργήθηκαν από τον FAO (Food and Agricultural Organization, 2000) δείχνουν πως κατά προσέγγιση, 3 εκατομμύρια δηλητηριάσεις από φυτοφάρμακα λαμβάνουν χώρα ετησίως, ενώ 220.000 από αυτές οδηγούν σε θάνατο. Ο μεγαλύτερος αριθμός των θανάτων σημειώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου τα μέτρα υγιεινής και ασφάλειας μπορεί να είναι ανεπαρκή ή να μην υπάρχουν καθόλου. Για παράδειγμα, στατιστικά στοιχεία των νοσοκομείων στη Σρι Λάνκα δείχνουν πως κατά μέσο όρο 14.500 άτομα έκαναν εισαγωγή σε κρατικά νοσοκομεία λόγω δηλητηρίασης από φυτοπροστατευτικά, και περίπου 1.500 πέθαναν ετησίως κατά την περίοδο 1986-1996 (Wilson C., Tisdell C., 2001). Στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι γεωργοί αντιμετωπίζουν μεγάλους κινδύνους από την έκθεση, λόγω της χρήσης τοξικών χημικών ουσιών που έχουν απαγορευτεί ή έχει περιοριστεί η χρήση τους σε άλλες χώρες, από εσφαλμένες τεχνικές εφαρμογής, από κακή συντήρηση ή εντελώς ακατάλληλο ψεκαστικό εξοπλισμό, ανεπαρκείς πρακτικές αποθήκευσης, και συχνά από την επαναχρησιμοποίηση των παλαιών δοχείων των φυτοφαρμάκων για τα τρόφιμα και το νερό αποθήκευσης (Pimentel D. et al., 2004)

Βιβλιογραφικές αναφορές στις αναπτυσσόμενες χώρες δείχνουν πως η χρήση των φυτοφαρμάκων σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις, συχνά οδηγεί σε οξεία συμπτώματα για την υγεία. Πολλές μελέτες έχουν προσπαθήσει να αξιολογήσουν την επίδραση της χρήσης των φυτοφαρμάκων στην υγεία του ανθρώπου. Ο Pimentel (2005) εκτίμησε πως το κόστος από τις επιπτώσεις στη δημόσια υγεία από τη χρήση φυτοφαρμάκων στις Η.Π.Α ήταν περίπου 1140 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Ωστόσο, οι δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη σε γεωργικούς εργάτες και εφαρμογείς των φυτοφαρμάκων στις αναπτυσσόμενες χώρες φαίνεται πως είναι αρκετά χαμηλότερες. Στην Ινδία, για παράδειγμα, υπολογίζεται πως το ετήσιο κόστος της υγειονομικής περίθαλψης λόγω της χρήσης φυτοφαρμάκων είναι περίπου 36 δολάρια ανά εργαζόμενο στην εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών (Devi, 2007).

Η έκθεση σε ορισμένες φυτοπροστατευτικές ουσίες, όπως τα οργανοφωσφορικά, έχει συνδεθεί με γνωστά σοβαρά προβλήματα υγείας, όπως ναυτία, ζάλη, εμετός, κεφαλαλγία, κοιλιακό άλγος, καθώς και προβλήματα του δέρματος και των ματιών. Ορισμένες μελέτες, έχουν επίσης αναφέρει ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα συνδέεται με χρόνια προβλήματα υγείας όπως αναπνευστικά προβλήματα, διαταραχές μνήμης, δερματολογικές παθήσεις, καρκίνο, κατάθλιψη, νευρολογικά ανεπάρκειες, αποβολές σε εγκύους, αλλά και γενετικές ανωμαλίες (McCauley L.et al., 2006).

Ο κίνδυνος μιας ουσίας είναι συνάρτηση της τοξικότητας της ουσίας με το ύψος της έκθεσης στην εν λόγω ουσία. Υπάρχουν δύο τύποι τοξικότητας: 1) «οξεία τοξικότητα» ή τοξικές επιδράσεις που οφείλονται σε μια σύντομη έκθεση σε μια ουσία, και 2) «χρόνια τοξικότητα» ή τοξικές επιπτώσεις που προκύπτουν μετά από μια μακροχρόνια έκθεση σε αυτή (Delaplane, 1996). Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου λόγω της έκθεσης στα φυτοφάρμακα, εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των φυτοφαρμάκων που εμπλέκονται, ο τύπος της δραστικής ουσίας και η μορφή, η ποσότητα των ουσιών, η οδός μόλυνσης, ο χρόνος έκθεσης και η υπολειμματικότητα της δόσης (UNEP, 2004).

Από τη φύση τους τα περισσότερα φυτοφάρμακα παρουσιάζουν κάποιο βαθμό τοξικότητας επειδή έχουν ως στόχο να θανατώσουν ορισμένους οργανισμούς και να δημιουργήσουν έτσι κάποιο κίνδυνο βλάβης. Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση φυτοφαρμάκων έχει προκαλέσει σοβαρές ανησυχίες, όχι μόνο για τις πιθανές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, αλλά και για τις επιπτώσεις στην άγρια ζωή και τα ευαίσθητα οικοσυστήματα. Κατά συνέπεια, η έκθεση σε φυτοπροστατευτικά, αποτελεί εν δυνάμει κίνδυνο για την υγεία, ιδίως στο γεωργικό περιβάλλον εργασίας. (Damalas & Eleftherohorinos, 2011). Πολλοί τελικοί χρήστες έχουν ελλιπή γνώση των κινδύνων που συνδέονται με τη χρήση των φυτοφαρμάκων, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει τον ουσιαστικό ρόλο της ορθής εφαρμογής και τη λήψη των απαραίτητων προφυλάξεων. Ακόμη και οι αγρότες οι οποίοι γνωρίζουν πολύ καλά τις βλαβερές επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων, μερικές φορές αδυνατούν να μεταφέρουν αυτή την γνώση στις χρησιμοποιούμενες πρακτικές τους (Damalas et al, 2006).

Οι άνθρωποι μπορεί να εκτεθούν στις φυτοπροστατευτικές ουσίες με διάφορους τρόπους κυριότεροι από τις οποίες είναι μέσω του δέρματος, του στόματος, της εισπνοής και λιγότερο μέσω των ματιών. Ως οδός έκθεσης ορίζεται η πύλη εισόδου της ουσίας στον ανθρώπινο οργανισμό. Υπάρχουν τρεις κυρίως τρόποι έκθεσης:

1. το δέρμα αποτελεί την οδό εισόδου για τη δερματική έκθεση,
2. το στόμα για την έκθεση μέσω κατάποσης,
3. και οι πνεύμονες, το αναπνευστικό σύστημα αποτελεί την πύλη εισόδου για την έκθεση μέσω της αναπνευστικής οδού (Sheldon, 2010).

Δερματική έκθεση

Η δερματική έκθεση μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα της ύπαρξης των φυτοφαρμάκων στον αέρα, στο νερό, ή σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το δέρμα και στη συνέχεια απορροφώνται από αυτό (Petersen, 2010). Πάνω από το 95% των εκθέσεων στις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι δερματικές. Η δερματική απορρόφηση μπορεί να συμβεί συνήθως κατά μία από τις τρεις κατευθύνσεις: α) άμεση επαφή με υγρή ή στερεή χημική ουσία, β) εναπόθεση του αερολύματος ή απορρόφηση των ατμών μέσω του δέρματος, γ) μέσω της επιφανειακής επαφής δηλαδή με τη μεταφορά υπολειμμάτων από μολυσμένες επιφάνειες. (Fenske, 1993).

Η απορρόφηση αυτή μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα διαρροής ή μετατόπιση σταγονιδίων ή υπολειμμάτων της δραστικής ουσίας, κατά την ανάμιξη, τη φόρτωση ή την εφαρμογή φυτοφαρμάκων. Μπορεί επίσης να προκύπτει από την έκθεση σε κατάλοιπα μέσω του εξοπλισμού εφαρμογής, της προστατευτικής ενδυμασίας ή μέσω των επιφανειών στις οποίες έχουν ήδη εφαρμοστεί τα φυτοφάρμακα. Η δερματική τοξικότητα ενός φυτοφαρμάκου εξαρτάται από τον τύπο του σκευάσματος, το σημείο της μόλυνσης και τη διάρκεια της έκθεσης σε αυτό. Ο κίνδυνος από την απορρόφηση μέσω του δέρματος, αυξάνεται κατά την ανάμιξη των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, λόγω του χειρισμού συμπυκνωμένων ουσιών που περιέχουν υψηλό ποσοστό του ενεργού συστατικού (Schulze et al., 1997).

Η δερματική έκθεση μπορεί να θεωρηθεί ως αμφίδρομη διαδικασία μεταξύ μιας πηγής (κατάλοιπο ουσίας) και του σώματος, που οδηγεί σε ένα συγκεκριμένο ποσό μιας

χημικής ουσίας στην επιφάνεια του δέρματος. Το ποσό αυτό είναι τότε ενδεχομένως διαθέσιμο για την απορρόφηση μέσω του δέρματος. Είναι γνωστό πως η έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, μέσω του δέρματος, μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα δερματίτιδας, εκζέματος, αλλεργικές αντιδράσεις, αλλά και οξεία δερματίτιδα, έως και εγκαύματα από τις χημικές ουσίες (Kesavachandran et al., 2009). Η δερματική έκθεση, μπορεί επίσης να οδηγήσει και σε στοματική απορρόφηση, με μετάδοση από το χέρι στο στόμα, μέσω της τροφής ή του καπνίσματος. Η επαφή μεταξύ των μολυσμένων χεριών άλλων μερών του σώματος, μπορεί επίσης να οδηγήσει σε περαιτέρω διάδοση της μόλυνσης (Hemmen and Brouwer, 1995).

Έκθεση μέσω της αναπνευστικής οδού

Η εισπνοή των φυτοπροστατευτικών ουσιών μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα της παρουσίας του φυτοφαρμάκου στον αέρα που τα άτομα αναπνέουν και η απορρόφηση από τον οργανισμό γίνεται μέσω των πνευμόνων. Για πολλές τοξικές χημικές ουσίες, το αναπνευστικό σύστημα είναι ο πιο γρήγορος και πιο άμεσος τρόπος εισόδου στο κυκλοφορικό σύστημα. Η έκθεση μέσω της αναπνευστικής οδού είναι ιδιαίτερα σημαντική όταν πρόκειται για φυτοφάρμακα σε μορφή σκόνης, αέρια, ατμοί, ή μικρά σταγονίδια (σπρέι) τα οποία είναι εύκολο να απορροφηθούν μέσω της εισπνοής (Lorenz, 2009).

Η εισπνεύσιμη ποσότητα της φυτοπροστατευτικής ουσίας, εξαρτάται από την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου, το ρυθμό της αναπνοής του εκτιθέμενου ανθρώπου και από άλλους παράγοντες (ISO, 1995). Η έκθεση μέσω της εισπνοής αποτελεί συνήθως ένα μικρό ποσοστό της συνολικής έκθεσης και μπορεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, να αγνοηθεί, όταν λαμβάνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις. Ορισμένες προϋποθέσεις υπό τις οποίες η έκθεση δια της αναπνευστικής οδού γίνεται σημαντική συνήθως περιλαμβάνουν τη χρήση πτητικών φυτοφαρμάκων, σκόνης, καπνιστικές ουσίες, και σπρέι, ειδικά σε κλειστούς χώρους. Θα πρέπει, ωστόσο, να ληφθεί υπόψη ότι ένα υψηλότερο ποσοστό της εισπνεόμενης δόσης μπορεί να διατηρηθεί συστηματικά, σε σύγκριση με το ποσοστό που απορροφάται μετά από δερματική έκθεση, η οποία θα μπορούσε να είναι ίση με 1% ή λιγότερο, της διαθέσιμης δερματικής δόσης (Chester, 2010).

Ορισμένα φυτοφάρμακα μπορεί να απορροφηθούν σε επαρκείς ποσότητες για να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη στην μύτη, το λαιμό και τους ιστούς των πνευμόνων, ή να απορροφηθούν από τους πνεύμονες στην κυκλοφορία του αίματος. Οι ατμοί και τα πολύ μικρά σωματίδια αποτελούν τους πιο σοβαρούς κινδύνους. Ο κίνδυνος δηλητηρίασης από αυτές τις ουσίες μέσω της αναπνευστικής έκθεσης είναι μεγαλύτερος, λόγω της ταχείας και πλήρους απορρόφησης των φυτοφαρμάκων μέσω των ιστών των πνευμόνων (Schulze et al., 1997). Τα συνηθέστερα συμπτώματα του αναπνευστικού που αναφέρονται μετά από έκθεση σε φυτοπροστατευτικά περιλαμβάνουν συριγμό, δύσπνοια και βήχα, που είναι σχετικά μη ειδικά και μπορεί να συσχετιστούν και με άλλες επαγγελματικές παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος. Οι σημαντικότερες ασθένειες είναι η ρινίτιδα και το άσθμα, το οποίο, αν και σύνηθες, δεν είναι συνήθως θανατηφόρο. Τα αναπνευστικά νοσήματα μπορούν να προληφθούν με τον έλεγχο της έκθεσης σε επιβλαβείς ουσίες, σε οργανική σκόνη, τοξικά αέρια και χημικά στα αγροκτήματα και τη χρήση των μέσων ατομικής προστασίας (Smedley, 2002).

Έκθεση μέσω της στοματικής οδού

Η έκθεση δια στόματος μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα των καταλοίπων των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα ή και ως αποτέλεσμα υπολειμμάτων που βρίσκονται σε άλλα μέσα και μπορούν να μεταφερθούν στα χέρια και από εκεί στο στόμα (Petersen, 2010). Η στοματική έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή ασθένεια, σοβαρή βλάβη, ή ακόμη και στο θάνατο, στην περίπτωση που ένα φυτοφάρμακο καταποθεί. Η κατάποση των φυτοπροστατευτικών ουσιών μπορεί να συμβεί λόγω ατυχήματος, από απροσεξία, ή ακόμη και από πρόθεση.

Οι άνθρωποι ενδέχεται να εκτεθούν στα φυτοφάρμακα μέσω της στοματικής οδού από τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων σε τρόφιμα όπως το κρέας, το γάλα, τα φρούτα και τα λαχανικά. Τα παιδιά επίσης, μπορεί να εκτεθούν στα φυτοφάρμακα όταν βάζουν τα μολυσμένα αντικείμενα στο στόμα τους. Ο ρυθμός και η έκταση της απορρόφησης, μετά την έκθεση μέσω του στόματος, εξαρτάται από την ικανότητα της χημικής ουσίας να διαπερνά τις μεμβράνες του πλάσματος του γαστρεντερικού σωλήνα (Baynes and Riviere, 2010). Ενώ η απορρόφηση μέσω του δέρματος είναι ο πιο κοινός τρόπος

έκθεσης, οι πιο σοβαρές δηλητηριάσεις συνήθως προκύπτουν όταν τα φυτοφάρμακα λαμβάνονται μέσω της στοματικής οδού. Η συνηθέστερη ακούσια έκθεση μέσω του στόματος συμβαίνει όταν τα φυτοφάρμακα αφαιρούνται από την αρχική τους συσκευασία και τοποθετούνται σε δοχεία χωρίς ετικέτα, όπως βάζα τροφίμων. Παιδιά κάτω των 10 ετών είναι θύματα τουλάχιστον στο 50% των τυχαίων θανάτων λόγω δηλητηριάσεων από φυτοφάρμακα στις Ηνωμένες Πολιτείες (Schulze, et al., 1997).

Η έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες τείνει να είναι μεγαλύτερη για όσους χειρίζονται τα ψεκαστικά μηχανήματα, αναμιγνύουν, μεταφέρουν ή εφαρμόζουν αυτές τις ουσίες. Σε αρκετές περιπτώσεις, η έκθεση στα φυτοφάρμακα, μπορεί να προκύψει από τυχαίες διαρροές των χημικών ουσιών, ή λόγω ελαττωματικού ψεκαστικού εξοπλισμού (Matthews, 2006). Αρκετοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το βαθμό της έκθεσης και ένας από αυτούς είναι η μορφή του σκευάσματος της ουσίας. Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες κυκλοφορούν σε διαφορετικούς τύπους σκευασμάτων καθένας από τους οποίους εφαρμόζεται με τη χρήση διαφορετικών τεχνικών επηρεάζοντας με διαφορετικό τρόπο το δυνατότητα απορρόφησης από τον ανθρώπινο οργανισμό. Έτσι, τα σκευάσματα που βρίσκονται σε υγρή μορφή είναι περισσότερο επιρρεπή σε εκτόξευση σταγονιδίων και περιστασιακά σε διαρροή, με αποτέλεσμα την άμεση επαφή με το δέρμα ή την έμμεση επαφή μέσω της μόλυνσης των ενδυμάτων. Άλλες ουσίες είναι διαθέσιμες ως συμπυκνωμένα αιωρήματα, τα οποία πρέπει να αναμιχθούν με νερό πριν την εφαρμογή τους στον αγρό με ψεκασμό. Η επαφή με αυτού του είδους τα σκευάσματα μπορεί να συμβεί κατά την αραίωση του διαλύματος κατά την προετοιμασία για τον ψεκασμό και είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα. Τα σκευάσματα σε μορφή βρέξιμης σκόνης πρέπει επίσης να αναμιχθούν με νερό, αλλά η απορρόφησή τους μέσω του δέρματος είναι δυσκολότερη από άλλα υγρά σκευάσματα φυτοφαρμάκων, όμως είναι περισσότερο πιθανή η απορρόφηση της σκόνης μέσω της εισπνοής κατά τη διάρκεια της ανάμειξης ή τη διαδικασία της πλήρωσης του ψεκαστικού. Από την άλλη πλευρά, τα σκευάσματα σε στερεή μορφή μπορούν να παράγουν σκόνη κατά τη φόρτωση στον εξοπλισμό εφαρμογής, με αποτέλεσμα την έκθεση του προσώπου και των ματιών αλλά και την όξυνση του κινδύνου για το αναπνευστικό. Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες σε μορφή ξηρής σκόνης, που σκονίζονται πάνω από την καλλιέργεια, είναι συνεπώς λιγότερο πιθανό να απορροφηθούν μέσω του δέρματος, αλλά προκαλούν προβλήματα μέσω της εισπνοής.

Τέλος, μερικά από τα πιο επικίνδυνα φυτοπροστατευτικά, είναι αυτά που σχηματίζουν μικροσωματίδια ομίχλης ή ομίχλη, η οποία δεν μπορεί να ελεγχθεί και διαχέεται και σε περιοχές μη στόχους, όπως ένα γειτονικό αγροτεμάχιο, αυξάνοντας τον κίνδυνο έκθεσης σε μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού. Επίσης, τα υποκαπνιστικά, τα οποία απελευθερώνουν δηλητηριώδη αέρια και είναι ιδιαίτερα τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα, είναι από τους πιο επικίνδυνους τύπους σκευασμάτων (Quackenbush et al., 2006, Damalas and Eleftherohorinos, 2011, NEETF, 2003, Sorgan et al., 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία, είναι συνάρτηση της τοξικότητας των φυτοφαρμάκων και της έκθεσης σε αυτά, μεγαλύτερος κίνδυνος αναμένεται να προκύψει από την υψηλή έκθεση σε ένα μετρίως τοξικό φυτοφάρμακο, απ' ότι μετά από περιορισμένη έκθεση σε ένα ιδιαίτερα τοξικό φυτοφάρμακο (Magkos et al., 2006). Η ανθρώπινη έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, μπορεί να οδηγήσει σε οξεία τοξικότητα, μετά από σύντομη έκθεση σε μεγάλη ποσότητα μιας ουσίας, ή σε χρόνια τοξικότητα, μετά από παρατεταμένη έκθεση σε μικρές ποσότητες ουσιών.

Η Οξεία τοξικότητα αναφέρεται στις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από μία και μόνη έκθεση ή σε επανειλημμένη έκθεση σε σύντομο χρόνο σε συγκεκριμένη δόση φυτοπροστατευτικής ουσίας. Ένα φυτοφάρμακο, με υψηλή οξεία τοξικότητα μπορεί να αποδειχθεί θανατηφόρο, ακόμη και αν μια μικρή ποσότητα αυτού απορροφηθεί από τον άνθρωπο (Schulze, et al., 1997). Η οξεία έκθεση, μπορεί να παρουσιάσει πολλά συμπτώματα, όπως αναπνευστικά προβλήματα, διαταραχές του νευρικού συστήματος, και επιδείνωση προϋπάρχουσων παθήσεων όπως το άσθμα. Τα συμπτώματα κυμαίνονται από ήπιους ερεθισμούς έως και θάνατο (Solomon, 2000). Για τα φυτοφάρμακα που έχουν υψηλή οξεία τοξικότητα αλλά μεταβολίζονται εύκολα ή και αποβάλλονται, ο βασικός κίνδυνος σχετίζεται με οξεία, βραχυπρόθεσμη έκθεση σε αυτά. Ανεπιθύμητες ενέργειες μπορεί να προκληθούν όχι μόνο από τα ενεργά συστατικά και τις συναφείς προσμίξεις αλλά και από διαλύτες, και άλλα συστατικά του τυποποιημένου σκευάσματος (WHO, 1990).

Τα φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσουν μία σειρά από συμπτώματα σε ενήλικες και παιδιά, όπως ερεθισμό των ματιών, της μύτης και του λαιμού, κάψιμο, τσούξιμο, φαγούρα, εξανθήματα και φλύκταινες στο δέρμα, ναυτία, εμετό ή και διάρροια, επίσης

βήχα, δύσπνοια, πονοκέφαλους, και γενική δυσφορία (Solomon, 2000). Ανάλογα με το είδος της χρησιμοποιούμενης ουσίας, τα συμπτώματα αυτά διαφέρουν, έτσι τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν νευρολογικά συμπτώματα όπως κόπωση, ίλιγγο και προβλήματα όρασης. Επίσης εντερικά προβλήματα και ναυτία, και αναπνευστικά, όπως ξήρανση του λαιμού και δυσκολία στην αναπνοή. Μπορεί να έχουν επίδραση στο δέρμα, όπως κνησμό, καθώς και μυϊκά συμπτώματα όπως δυσκαμψία και κόπωση (Reigart and Roberts, 1999).

Επειδή αυτά τα συμπτώματα είναι παρόμοια ή ίδια με αυτά που προκαλούνται από άλλες ασθένειες, συχνά υπάρχουν λαθεμένες διαγνώσεις για τις οξείες δηλητηριάσεις από φυτοφάρμακα (Solomon, 2000). Η απορρόφηση υψηλών δόσεων ενεργών συστατικών με νευροτοξική δράση, δημιουργεί εικόνες οξείας δηλητηρίασης, που χαρακτηρίζονται από βλάβη της λειτουργίας του νευρικού συστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η οξεία δηλητηρίαση μπορεί να ακολουθείται από δευτερογενή επακόλουθα, όπως στην περίπτωση των οργανοφωσφορικών ενώσεων που έχει παρατηρηθεί η πρόκληση καθυστερημένης νευροπάθειας, η οποία μπορεί να εμφανιστεί στον άνθρωπο σε χρονικό διάστημα μίας έως τριών εβδομάδων μετά από μια σοβαρή οξεία έκθεση σε αυτές (Lotti and Moretto, 1999).

Για τη μέτρηση της οξείας τοξικότητας οι τιμές που υπολογίζονται μέσω της στοματικής και δερματικής οδού έκθεσης αναφέρονται ως θανατηφόρα δόση 50 (LD50) που εκφράζεται ως η ποσότητα της τοξικής ουσίας που απαιτείται για το θάνατο του 50% των πειραματόζωων σε έναν εξεταζόμενο πληθυσμό, εντός των πρώτων 14 ημερών μετά την έκθεση. Ενώ, η θανατηφόρος συγκέντρωση 50 (LC50) εκφράζει την απαιτούμενη συγκέντρωση της χημικής ουσίας για τη θανάτωση του 50% των ζώων από την έκθεση μέσω εισπνοής. Οι τιμές των LD50 και LC50, βασίζονται σε μία και μόνο δόση, και εκφράζονται σε mg φυτοφαρμάκου ανά kg σωματικού βάρους ή και σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm). Κατά συνέπεια, όσο μικρότερες είναι οι τιμές αυτές, τόσο πιο επικίνδυνα είναι η φυτοπροστατευτική ουσία για την ανθρώπινη υγεία (Breckenridge et al., 2010).

Η χρόνια τοξικότητα αφορά τις συνέπειες της μακροχρόνιας, συνήθως επαναλαμβανόμενης, έκθεσης στον τοξικό παράγοντα δηλαδή στη φυτοπροστατευτική

ουσία, σε πολύ μικρές δόσεις, ακίνδυνες από πλευράς οξείας τοξικότητας, που όμως μπορεί να προκαλέσουν λανθάνουσα δηλητηρίαση του οργανισμού, η οποία εκδηλώνεται με αλλοιώσεις στα κύτταρα, τους ιστούς και το μεταβολισμό γενικότερα. Τα αποτελέσματα της μακροχρόνιας έκθεσης δεν εμφανίζονται άμεσα, και είναι πιθανό να χρειαστούν μέχρι και χρόνια για την εμφάνιση συμπτωμάτων και συνεπειών (Waxman, 1998).

Η έκθεση σε χαμηλά, πλην όμως σταθερά επίπεδα μπορεί να οδηγήσει σε μακροπρόθεσμες και χρόνιες βλάβες της υγείας (π.χ. καρκίνος, συγγενείς ανωμαλίες, αναπαραγωγικά προβλήματα, ευαισθητοποίηση). Τις περισσότερες φορές όμως, δεν είναι εμφανής η σχέση μεταξύ της έκθεσης σε φυτοφάρμακα και της νόσου, κυρίως επειδή δεν υπάρχουν εμφανή συμπτώματα δηλητηρίασης αμέσως μετά την έκθεση (European Commission, 2007). Οι επιπτώσεις της χρόνιας τοξικότητας, όπως και της οξείας, είναι δοσοεξαρτώμενες. Με άλλα λόγια, χαμηλού επιπέδου έκθεση σε χημικές ουσίες που έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις μπορεί να μην προκαλέσει άμεση βλάβη, αλλά η επανειλημμένη έκθεση λόγω απρόσεκτου χειρισμού ή κακής χρήσης μπορεί να αυξήσει σημαντικά τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων δυσμενών επιδράσεων (Schulze et al., 1997).

Η χρόνια τοξικότητα αφορά το σύνολο του πληθυσμού και έχει άμεση σχέση με την κατανάλωση προϊόντων στην παραγωγική διαδικασία των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί φυτοφάρμακα. Κάποιες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, που προκαλούνται από τα φυτοφάρμακα είναι δυνατόν καταστούν εμφανείς μόνο μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό, υπάρχει συνεχής αμφισβήτηση για τη φύση και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων στην υγεία από τη μακροπρόθεσμη έκθεση στα γεωργικά φάρμακα (UNEP, 2004). Σε ανασκόπησή τους σχετικά με τις επιπτώσεις της έκθεσης στις φυτοπροστατευτικές ουσίες στην υγεία, οι Kamel και Hoppin (2004), αναφέρουν πως η χρόνια έκθεση συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα μη ειδικών συμπτωμάτων, όπως πονοκέφαλο, ζάλη, κόπωση, αδυναμία, ναυτία, σφίξιμο στο στήθος, δυσκολία στην αναπνοή, την αϋπνία, σύγχυση και δυσκολία συγκέντρωσης. Πολλές από τις μελέτες δείχνουν πως η χρόνια έκθεση σε γεωργικά φάρμακα συνδέεται με ελλείψεις στη μαθησιακή λειτουργία. Υπάρχει επίσης εκτενής βιβλιογραφία στην οποία η έκθεση αυτή, συνδέεται με εμφάνιση καρκίνου, νευρολογικών ασθενειών αλλά και με τη νόσο

του Parkinson. Κατά συνέπεια, η χρόνια τοξικότητα μπορεί να έχει διάφορες συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου, όπως:

- Προβλήματα ανάπτυξης ή αναπαραγωγής. Τα φυτοφάρμακα μπορούν να επηρεάσουν την ανθρώπινη αναπαραγωγή με άμεση τοξικότητα στα αναπαραγωγικά όργανα ή μέσω παρεμβολών στην ορμονική λειτουργία (Garcia, 1998). Η μακροχρόνια έκθεση έχει συνδεθεί με προβλήματα όπως αιφνίδιες αποβολές, γέννηση νεκρών εμβρύων, γέννηση λιποβαρών εμβρύων, καθώς και πρόωροι θάνατοι νεογνών. (Goldman, 1997). Οι επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στην αναπαραγωγή μπορεί να περιλαμβάνουν εμμηνορρυσιακές ανωμαλίες, ανδρική ή γυναικεία στειρότητα, καθώς και ορμονικές διαταραχές. Τα αναπτυσσόμενα έμβρυα και τα βρέφη είναι δυσανάλογα ευαίσθητα στην έκθεση (NRC, 1993). Ορισμένες ουσίες, όπως τα οργανοχλωριωμένα dibromochloropropane (DBCP) και chlordane, εμφανίζουν τοξικότητα στην αναπαραγωγή του ανθρώπινου οργανισμού, προκαλώντας αζωοσπερμία, ολιγοσπερμία, ή μειωμένη κινητικότητα σπέρματος των αρσενικών μετά από παρατεταμένη έκθεση σε αυτές. Επίσης, έχει παρατηρηθεί αυξημένος αριθμός αποβολών σε γυναίκες, των οποίων οι σύζυγοι εκτέθηκαν στο DBCP (Weisenburger, 1993).
- Νευρολογικές διαταραχές. Τα γεωργικά φάρμακα, έχει βρεθεί πως επηρεάζουν τόσο το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), όσο και το περιφερειακό νευρικό σύστημα (ΠΝΣ) σε ζώα και ανθρώπους μέσω μιας ποικιλίας μηχανισμών. Οι νευροτοξικές επιδράσεις στον άνθρωπο μπορεί να είναι οξείες, μπορεί να αντιπροσωπεύουν τα χρόνια επακόλουθα μιας οξείας δηλητηρίασης, ή να είναι αποτέλεσμα χρόνιας έκθεσης (De Duffard E. & Duffard R., 1996). Ο μηχανισμός δράσης των φυτοφαρμάκων συχνά περιλαμβάνει νευροτοξική δράση. Τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά, δρουν μέσω της αναστολής του κεντρικού νευρικού συστήματος της χολινεστεράσης, οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις δρουν μέσω της διέγερσης του κεντρικού νευρικού συστήματος αλλά ο μηχανισμός δράσης διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα ενεργά συστατικά (Colosio et al., 2003). Ανεπαρκής ανάπτυξη του νευρικού συστήματος μπορεί να

προκαλέσει μειωμένη νοημοσύνη και διαταραχές συμπεριφοράς. Παρά το γεγονός ότι αυτές οι επιπτώσεις δεν έχουν μελετηθεί σε ανθρώπους, η έκθεση σε ορισμένα παρασιτοκτόνα ενδομήτρια, προκαλεί αναπτυξιακές και νευρολογικές ανωμαλίες σε πειραματόζωα (Eskenza et al., 1999). Η απορρόφηση υψηλών δόσεων νευροτοξικών δραστικών ουσιών είναι γνωστό ότι προκαλεί οξείες δηλητηριάσεις που χαρακτηρίζονται από ανεπάρκεια της λειτουργίας του νευρικού συστήματος. Αντίθετα, δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για τα αποτελέσματα της χρόνιας έκθεσης η οποία σχετίζεται με ψυχιατρικές διαταραχές, όπως άγχος ή κατάθλιψη, βλάβη νευρικής συμπεριφοράς αλλά και ασθένειες εκφυλισμού των νεύρων όπως το Πάρκινσον ή τη νόσο Αλτσχάιμερ (Priyadashi et al., 2001). Τα αποτελέσματα της μελέτης του Phytoner σε 929 εργαζόμενους σε αμπελώνες, στην περιοχή Bordeaux της Γαλλίας, δείχνουν μακροπρόθεσμες γνωστικές επιπτώσεις λόγω της χρόνιας έκθεσης σε φυτοφάρμακα και αυξάνουν την ανησυχία για τον κίνδυνο της εξέλιξης σε άνοια (Baldi et al., 2011).

- Ενδοκρινική διαταραχή. Αναφέρεται στις επιπτώσεις από τη μετάλλαξη των ορμονών στα ενδοκρινή συστήματα των οργανισμών που προκαλούνται από συγκεκριμένες χημικές ουσίες, αλλοιώνοντας την αναπαραγωγή ή την ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να απασχολεί ιδιαίτερα καθώς πολλά φυτοπροστατευτικά έχει αποδειχθεί, ότι διαταράσσουν το ενδοκρινικό σύστημα των παρασίτων, της άγριας πανίδας και των πειραματόζωων. Ουσίες με οιστρογονική μεταβολή, που έχουν μελετηθεί με κάποια λεπτομέρεια, περιλαμβάνουν πολυάριθμες ουσίες που έχουν απαγορευτεί, ή εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται, όπως το DDT, chlordane, dicofol, endosulfan, lindane (Bason and Colborn, 1998). Σε μικρές δόσεις είναι ικανά να μιμηθούν ή να μπλοκάρουν τη δράση ορμονών ή να προκαλέσουν μη επιθυμητή ορμονική δραστηριότητα. Σε μεγαλύτερες δόσεις έχουν την ικανότητα να παρεμβαίνουν στις λειτουργίες της ανάπτυξης και αναπαραγωγής, προκαλώντας στειρότητα, ή ακόμη και καρκίνο των γεννητικών οργάνων. (EPA, 1998)
- Ανοσολογική επίδραση. Υπάρχουν περιορισμένες ενδείξεις ότι η έκθεση σε ορισμένα φυτοφάρμακα μπορεί να θέσει σε κίνδυνο το ανοσοποιητικό

σύστημα Τα ευρήματα, στηρίζονται κυρίως σε πειράματα σε ζώα, όπου συγκεκριμένες ουσίες, έχουν αποδειχθεί ότι επηρεάζουν το ανοσολογικό σύστημα. Ένα εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα αυξάνει τον κίνδυνο προσβολής από μεταδοτικά νοσήματα ή ακόμη και την ανάπτυξη καρκίνου. (Repetto and Baliga, 1996). Η εγγενής διακύμανση των παραμέτρων του ανοσοποιητικού μεταξύ των ατόμων κάνει τη μελέτη της επίδρασης του περιβάλλοντος και της έκθεσης στην ανθρώπινη ανοσοποιητική λειτουργία εξαιρετικά δύσκολη. Η έκθεση στα φυτοφάρμακα έχει συσχετιστεί με διαταραχή της ανοσοποιητικής λειτουργίας που μπορεί να έχει διαφορετικές μορφές, όπως την αύξηση στην ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος με την δυνατότητα εξέλιξης σε αυτοάνοσα νοσήματα. Επίσης, μπορεί να προκληθεί μείωση του ανοσοποιητικού συστήματος που οδηγεί σε ανοσοκαταστολή, ενώ πιθανή είναι και η ανάπτυξη υπερευαισθησίας (Brundage and Barnett, 2010). Τέλος, η έκθεση στα φυτοπροστατευτικά μπορεί να τροποποιήσει το μεταβολισμό των οιστρογόνων σε μορφές που σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. (Bradlow et al., 1995).

- Καρκινογενετική δράση. Αρκετά φυτοπροστατευτικά έχουν συνδεθεί με τη δημιουργία συγκεκριμένων τύπων καρκίνου στον άνθρωπο. Οι άνθρωποι μπορεί να αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου κατά τη διάρκεια της ζωής τους αν έχουν εκτεθεί σε φυτοπροστατευτικές ουσίες στην παιδική τους ηλικία. (Zahm and Ward, 1998). Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων τα φυτοφάρμακα συμβάλλουν στην πρόκληση καρκίνου ποικίλλουν, καθώς ένα φυτοφάρμακο μπορεί να λειτουργήσει με περισσότερους από ένα μηχανισμούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν: α) Γενοτοξικές επιδράσεις που παράγουν άμεσες αλλαγές στο DNA, β) Προώθηση που προκαλεί σταθεροποίηση και τον πολλαπλασιασμό των μη φυσιολογικών κλώνων. Σ' αυτή τη διαδικασία συμπεριλαμβάνονται οι επιπτώσεις στο ενδοκρινικό σύστημα που μπορεί να διεγείρει κατά τα άλλα αδρανή αλλά ορμονικά ευαίσθητα κύτταρα σε καρκινογένεση και γ) ανοσοτοξικές επιδράσεις με τη διατάραξη της κανονικής λειτουργίας των συνήθων μηχανισμών παρακολούθησης του καρκίνου του σώματος. (Solomon, 2000). Η ανάπτυξη καρκίνου στον άνθρωπο λόγω της έκθεσής του σε στις φυτοπροστατευτικές ουσίες έχει μελετηθεί αρκετά τα

τελευταία χρόνια. Σε ανασκόπηση των μελετών που εξετάζουν τη συσχέτιση των φυτοφαρμάκων με την εμφάνιση καρκίνου, που διενεργήθηκε από τους Alavanja et al το 2004, βρέθηκε συσχέτιση της έκθεσης σε φυτοπροστατευτικά με την εμφάνιση λεμφώματος Non-Hodgkin, λευχαιμίας, αλλά και συσχέτιση με τον καρκίνο του προστάτη και του δέρματος, πολλαπλό μύελωμα και σάρκωμα λεπτών ιστών. Κατά πόσο, η χρόνια έκθεση οδηγεί σε ανάπτυξη καρκίνου, δεν είναι σαφές, λόγω της δυσκολίας παρακολούθησης προοπτικά στον άνθρωπο, αλλά και της απομόνωσης από άλλους πιθανούς καρκινογενετικούς παράγοντες στους οποίους εκτίθεται ο άνθρωπος στη διάρκεια της ζωής του. Για τους λόγους αυτούς οι επίσημοι φορείς, όπως οι International Agency for Research on Cancer (IARC), Environmental Protection Agency (EPA), και National Toxicology Programme (NTP), έχουν θεσπίσει μηχανισμούς αξιολόγησης των δεδομένων από τις έρευνες σε ανθρώπους και κυρίως τις μελέτες σε ζώα, για το βαθμό επικινδυνότητας ως προς την ανάπτυξη καρκίνου (Eastmond and Balakrishnan, 2010). Επίσης οι φορείς αυτοί, κατατάσσουν τις φυτοπροστατευτικές ουσίες, σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την επικινδυνότητα ως καρκινογόνες, πιθανά καρκινογόνες, δυνητικά καρκινογόνες ή μη καρκινογόνες.

Για την αξιολόγηση της μακροχρόνιας έκθεσης στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός ενός σημείου αναφοράς, κάτω από τις τιμές του οποίου δεν θα υπάρξουν δυσμενείς επιπτώσεις για τον υπό εξέταση οργανισμό. Έτσι, ως σημείο αναφοράς χρησιμοποιείται ο δείκτης NOAEL (No Adverse Observed Effect Level), ή NOEL (No Observed Effect Level), που αντιπροσωπεύει το σημείο πέρα από το οποίο δεν παρατηρούνται ανεπιθύμητες επιδράσεις, και χρησιμοποιείται για την εξαγωγή της ADI (Accepted Daily Intake), δηλαδή την αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη για τον άνθρωπο, η οποία ορίζεται ως η ποσότητα της χημικής ουσίας που μπορεί να καταναλώνεται καθημερινά στη διάρκεια όλης της ζωής ενός ανθρώπου, χωρίς την πρόκληση βλάβης.

2.1. Κατηγορίες φυτοπροστατευτικών ενώσεων και τοξικότητά τους

Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων δημιουργεί την ανάγκη κατάταξής τους σε διάφορες κατηγορίες. Η κατάταξη μπορεί να γίνει με βάση διαφορετικά κριτήρια. Συνεπώς, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες μπορούν να καταταγούν (Matolcsy 1988, Environmental Protection Agency 2004, EPA 2011, FAO, 2002):

- *Ανάλογα με τον τρόπο και το χρόνο εφαρμογής διακρίνονται σε:*
 - * Προφυτευτικά: είναι οι ουσίες που εφαρμόζονται στο έδαφος πριν τη σπορά ή φύτευση.
 - * Προφυτρωτικά: χαρακτηρίζονται οι ουσίες που εφαρμόζονται στον αγρό πριν την έναρξη της φύτευσης
 - * Μεταφυτρωτικά: οι ουσίες αυτές εφαρμόζονται στα φυτά μετά την εκβλάστηση.
- *Ανάλογα με την εκλεκτικότητα, δηλαδή την ικανότητά τους να επηρεάζουν ή όχι τα καλλιεργούμενα φυτά, διακρίνονται σε:*
 - * Εκλεκτικά, τα οποία μπορούν να δρουν επιλεκτικά και να παρεμποδίζουν ή να μειώνουν την ανάπτυξη συγκεκριμένης καλλιέργειας χωρίς να βλάπτουν άλλα φυτά ή μικροοργανισμούς.
 - * Μη εκλεκτικά, τα οποία έχουν δρουν αδιάκριτα και έχουν δυσμενείς επιδράσεις και σε οργανισμούς και φυτά μη στόχους.
- *Ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους δηλαδή ανάλογα με τη συμπεριφορά τους ως προς τα φυτά στα οποία εφαρμόζονται διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:*
 - * Επιφανειακά ή επαφής, τα οποία δρουν στο σημείο επαφής και δε μετακινούνται εντός του φυτού.

- * Διεισδυτικά, τοπικής δράσης. Δρουν εντός των ιστών των φυτών αλλά δε διακινούνται με τους χυμούς
 - * Διασυστηματικά. Εμφανίζουν εξειδικευμένη δράση, προσλαμβάνονται από τα φύλλα ή τις ρίζες και μετακινούνται εντός του φυτού.
- Ανάλογα με την τοξική δράση. Η τοξική δράση των φυτοπροστατευτικών ουσιών πάνω στα φυτά ποικίλει. Συνηθέστερα δρουν στις φωτοχημικές διεργασίες, ως αναστολείς της φωτοσύνθεσης, αναστολείς των διεργασιών του μεταβολισμού, ή επηρεάζοντας τη διαίρεση και την αύξηση των κυττάρων.
- Ανάλογα με τον *οργανισμό στόχο*, δηλαδή τους οργανισμούς που στοχεύουν να αντιμετωπίσουν, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:
- * Εντομοκτόνα (Insecticides), όταν στοχεύουν στην αντιμετώπιση εντόμων
 - * Ζιζανιοκτόνα (Herbicides), όταν στοχεύουν στην αντιμετώπιση ζιζανίων.
 - * Μυκητοκτόνα (Fungicides), όταν στόχος είναι οι μύκητες.
 - * Ακαρεοκτόνα (Acaricides), όταν στοχεύουν στην αντιμετώπιση ακάρεων.
 - * Νηματωδοκτόνα (Nemadocides), όταν στόχος είναι οι νηματώδεις.
- Ανάλογα με τη *χημική ομάδα* της δραστικής ουσίας την οποία περιέχει το φυτοπροστατευτικό προϊόν, μπορούν να καταταχθούν σε διάφορες ομάδες. Κυριότερες από αυτές είναι:
- * Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες
 - * Οργανοφωσφορικοί εστέρες
 - * Καρβαμιδικές και θειοκαρβαμιδικές ενώσεις
 - * Τριαζίνες
 - * Ουρίες
 - * Ανιλίδια
 - * Πυρεθρίνες

* Διάφορες ανόργανες ενώσεις.

- Ανάλογα με το μηχανισμό δράσης. Ο μηχανισμός δράσης αναφέρεται στη μεταβολή του βιολογικού υποστρώματος του ανεπιθύμητου οργανισμού, και είναι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε μοριακό επίπεδο. Στη συνέχεια παραθέτονται οι σημαντικότερες κατηγορίες φυτοπροστατευτικών ουσιών σύμφωνα με το μηχανισμό δράσης τους (Πίνακας 2.2.).

Πίνακας 2.2.: Κατηγορίες φυτοπροστατευτικών ουσιών και μηχανισμός δράσης τους (Πηγή: Κούρας 2000, IRAC, 2011, HRAC, 2005, FRAC 2011)

	Μηχανισμός δράσης	Χημική ομάδα	Δραστικές ουσίες
Εντομοκτόνα	Αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης Νευροτοξική δράση	Οργανοφωσφορικά	Chlorpyfos, Chlorpyfos-methyl, Dimethoate, Ethoprophos, Malathion, Phosmet, Pirimiphos-methyl,
		Καρβαμιδικά	Methiocarb, Mehomyl, Pirimicarb,
	Ανταγωνισμός της εισόδου χλωρίου στους νευρώνες Νευροτοξική δράση	Οργανοχλωριωμένα κυκλοδιένια	Chlordane, Endosulfan
		Φαινυλπυραζόλες (fiproles)	Ethiprole, Fipronil
	Διατάραξη ισορροπίας Na-K Νευροτοξική δράση	Συνθετικά πυρεθροειδή	Alpha-Cypermethrin, beta-Cyfluthrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Ensfnvalerate, Etofenprox, Tefluthrin
	Ανταγωνισμός των νικοτινικών υποδοχέων της ακετυλοχολίνης (nAChR) Νευροτοξική δράση	Νεονικοτινοειδή	Acetamiprid, Clothianidin, Dinotefuran, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid, Thamethoxam
	Αλλοστερικοί ενεργοποιητές του νικοτινικού υποδοχέα της	Σπινοσίνες	Spinetoram, Spinosad

	ακετυλοχολίνης (nAChR) Νευροτοξική δράση		
	Ενεργοποιητές των διαύλων χλωρίου Νευροτοξική και μυϊκή δράση	Αβερμεκτίνες, Μιλβεμυκίνες	Abamectin, Emamectin benzoate, Lepimectin, Milbemectin
	Αναστολή της σύνθεσης της χυτίνης, τύπος 0 Ρυθμιστές ανάπτυξης	Βενζονουλουρίες	Diflubenzuron, Lufenuron, Novaluron, Triflumuron, Teflubenzuron

Ζιζανιοκτόνα	Αναστολείς του ενζύμου ACCase Μεταβολισμός κυττάρου	Αρυλοφαινόξυαλκανοϊκά (-fops)	Clodinafop-propargyl, Cyhalofop-butyl, Diclofop- methyl, fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl
		Κυκλοεανδιόνες (-dims)	Alloxydim, Butroxydim, Clethodim, Cycloxydim, Profoxydim, Sethoxydim, Tepaloxyn, Tralkoxydim
	Αναστολείς του ενζύμου ALS ή AHAS	Σουλφονουλουρίες	Amidosulfuron, Bensulfuron-methyl, Azimsulfuron, Chlorimuron-ethyl, chlorsulfuron, cyclosulfuron, flazasulfuron, iodosulfuron, mesosulfuron, rimsulfuron, sulfosulfuron, tritosulfuron
		Ιμιδαζολινόνες	Imazapic, imazamethabenz- methyl, imazamox, imazapyr, mazaquin, imazethapyr
		Τριαζολοπυριμιδίνες	Cloransulam-methyl, diclosulam, florasulam, flumetsulam, metosulam, penoxsulam

		Πυριμιδινυθειοβενζοϊκά	Bispyribac-Na, pyribenzoxim, pyriftalid, pyriminobac-methyl
Αναστολείς της φωτοσύνθεσης στο φωτοσύστημα II		Τριαζίνες	Ametryne, atrazine, cyanazine, desmetryne, prometon, prometryne, propazine, simetryne, terbumeton, trietazine
		Τριαζινόνες	Hexazinone, metamitron, metribuzin
		Ουρίες	Chlorobromuron, dimefuron, diuron, fluometuron, isoproturon, metoxuron, monolinuron, siduron, tebuthiuron
		Νιτρίλια	Bromofenoxim, bromoxynil, ioxynil
Αναστολείς του συστήματος I		Διπυριδύλια	Paraquat, diquat
Αναστολείς του ενζύμου PPG-O		Διφαινυλικοί αιθέρες	Acifluorfen-Na, bifenox, chlomethoxyfen, fluoroglycofen-ethyl, fomesafen, lactofen, oxyfluorfen
		Οξαδιαζόλες	Oxadiazon, oxadiargyl
		Τριαζολινόνες	Azafenidin, carfentrazone- ethyl, sulfentrazone
Αναστολείς της μίτωσης		Δινιτροανιλίνες	Benfluralin, dinitramine, ethalfluralin, oryzalin, pendimethalin, trifluralin
		Βενζαμίδια	Pronamide, tebutam
		Πυριδίνες	Dithiopyr, thiazopyr
		Καρβαμιδικά	Propham, carbetamide
Αναστολείς της βιοσύνθεσης των λιπών		Θειοκαρβαμιδικά	Butylate, cycloate, EPTC, esprocarb, molinate,

			prosulfocarb, benthio carb, triallate, vernolate
		Χλωροκαρβοξυλικά	TCA, dalapon, flupropanate
	Συνθετικές αυξίνες (δράση αυξίνης)	Φαινοξυαλκανοϊκά οξέα	Clomeprop, 2,4-D, 2,4-DB, MCPA, MCPB, mecoprop (MCP)
		Βενζοϊκά οξέα	Chloramben, dicamba TBA
	Πυριδινοκαρβοξυλικά οξέα	Clopyralid, fluroxypyr, picloram, triclopyr	
Μυκητοκτόνα	Αναστολείς της μίτωσης και της κυτταροδιαίρεσης	Βενζιμιδαζόλια	Benzomyl, carbendazim, fuberidazole, thiabendazole
		Thiophanates	Thiophanate, thiophanate-methyl
	Αναστολή της βιοσύνθεσης των λιπών και των μεμβρανών	Αρωματικοί υδρογονάνθρακες	Biphenyl, chloroneb, dicloran, quintozene (PCNB), tecnazene (TCNB)
		Καρβαμιδικά	Iodocarb, propamocarb, prothiocarb
		Φωσφοροθειολικά	Edifenphos, iprobenfos (IBP)
	Αναστολή της βιοσύνθεσης στερολών στη μεμβράνη	Τριαζόλια	Azaconazole, bitertanol, bromuconazole, diniconazole, fenbuconazole, flutriafol, imibenconazole, myclobutanil, penconazole, triadimenol, triticonazole
		Ιμιδαζόλια	Imidazil, pefurazoate, prochloraz, triflumizole
		Πυριμιδίνες	Fenarimol, nuarimol
		Υδροξυανιλίδια	Fenhexamid
	Δράση με επαφή σε πολλαπλά σημεία	Διθειοκαρβαμιδικοί εστέρες	Ferbam, mancozeb, maneb, metiram, propineb, thiram, zineb, ziram

		Φθαλιμίδια	Captan,captafol, folpet
		Σουλφαμίδια	Dichlofluanid, tolylfluanid
		Γουανιδίνες	Guazatine, iminoctadine
		Τριαζίνες	Anilazine

Αναφορικά με τους ενδεχόμενους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία λόγω της έκθεσης στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, οι διεθνείς οργανισμοί έχουν θεσπίσει κριτήρια κατάταξης αυτών των ουσιών σύμφωνα με την τοξικότητά τους. Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας γίνεται διάκριση μεταξύ των περισσότερο και λιγότερο επικίνδυνων μορφών του κάθε φυτοφαρμάκου, δεδομένου ότι βασίζεται στην τοξικότητα της κάθε δραστικής ουσίας και της σύνθεσής του. Ειδικότερα, η κατάταξη στηρίζεται κυρίως στην οξεία δερματική και στοματική τοξικότητα μετά από πειράματα σε αρουραίους (WHO, 2010).

Πίνακας 2.3. Προτεινόμενη κατάταξη του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας σύμφωνα με την οξεία τοξικότητα (LD₅₀ για αρουραίους). (Πηγή: WHO,2010)

Κατηγορία σύμφωνα με WHO		LD ₅₀ για αρουραίους (mg/kg βάρους σώματος)	
		Στοματική	Δερματική
Ia	Εξαιρετικά επικίνδυνα	<5	<50
Ib	Υψηλής επικινδυνότητας	5 – 50	50 -20
II	Μέτριας επικινδυνότητας	50 – 2000	200 – 2000
III	Μικρής επικινδυνότητας	>2000	>2000
U	Απίθανο να προκαλέσουν οξύ κίνδυνο	5000 ή υψηλότερο	

Λαμβάνοντας υπόψη και το είδος και τη μορφή της ουσίας η κατάταξη διαμορφώνεται ως εξής (Πίνακας 2.4.)

Πίνακας 2.4. Κατηγορίες τοξικότητας με βάση την οξεία τοξικότητα των φυτοφαρμάκων σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2010).

LD50 για αρουραίους (mg/kg b.w.)					
Κατηγορία	Κατάταξη	Στοματική έκθεση		Δερματική έκθεση	
		Στερεά	Υγρά	Στερεά	Υγρά
Ia	Εξαιρετικά επικίνδυνα	<5	<20	<10	<40
Ib	Υψηλής επικινδυνότητας	5-50	20-200	10-100	40-400
II	Μέτριας επικινδυνότητας	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III	Μικρής επικινδυνότητας	>501	>2001	>1001	>4001
U	Απίθανο να προκαλέσουν οξύ κίνδυνο	>2000	>3000	-	-

Πίνακας 2.5. Κατηγορίες τοξικότητας με κριτήρια την οξεία τοξικότητα σύμφωνα με το EPA (EPA, 2009).

Κλάση	Επισήμανση	Οξεία τοξικότητα σε αρουραίους		
		Στοματική LD ₅₀ (mg/kg)	Δερματική LD ₅₀ (mg/kg)	Μέσω εισπνοής LD ₅₀ (mg/kg)
I	DANGER	<50	<200	<0,2
II	WARNING	50-500	200-2000	0,2-2,0
III	CAUTION	500-5.000	2.000-20.000	2,0-20

IV	CAUTION(προαιρετική)	>5.000	>20.000	>20
-----------	----------------------	--------	---------	-----

Αντίστοιχη κατηγοριοποίηση του EPA (Environmental Protection Agency, 2009) λαμβάνοντας υπόψη επιπτώσεις σε μάτια και δέρμα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 2.6. Κατηγορίες τοξικότητας σύμφωνα με την οξεία τοξικότητα και τις επιπτώσεις σε δέρμα και μάτια (EPA, 2009)

Κλάση	Επισήμανση	Οξεία τοξικότητα σε αρουραίους	
		Επιπτώσεις σε μάτια	Επιπτώσεις στο δέρμα
I	DANGER	Θολερότητα του κερατοειδούς μη αναστρέψιμη εντός 7 ημερών	Διάβρωση
II	WARNING	Έμμονος ερεθισμός για 7 ημέρες	Σοβαρή ενόχληση στις 72 ώρες
III	CAUTION	Ερεθισμός αναστρέψιμος εντός 7 ημερών	Μέτρια ενόχληση στις 72 ώρες
IV	CAUTION (προαιρετική)	Καμία ενόχληση	Ήπιος ή ελαφρύς ερεθισμός στις 72 ώρες

Σύμφωνα με τον κανονισμό 1272/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ταξινόμηση, επισήμανση και τη συσκευασία των ουσιών και των μιγμάτων, οι ουσίες μπορούν να ταξινομηθούν σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες τοξικότητας με βάση την οξεία τοξικότητα από του στόματος, διά του δέρματος ή διά της εισπνοής σύμφωνα με τα αριθμητικά κριτήρια διάκρισης που παρουσιάζονται στον πίνακα στη συνέχεια. Οι τιμές οξείας τοξικότητας εκφράζονται ως (κατά προσέγγιση)

τιμές LD₅₀ (από του στόματος, διά του δέρματος) ή LC₅₀ (διά της εισπνοής), είτε ως προς την οξεία τοξικότητα (ATE) που καθορίζουν τις αντίστοιχες κατηγορίες.

Πίνακας 2.7. Κατηγορίες κινδύνου ως προς την οξεία τοξικότητα και εκτιμήσεις ως εκτιμήσεις οξείας τοξικότητας (acute toxicity estimates — ATE).

Οδός έκθεσης	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3	Κατηγορία 4
Από του στόματος (mg/kg σωματικού βάρους)	ATE ≤ 5	5 < ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 300	300 < ATE ≤ 2000
Διά του δέρματος (mg/kg σωματικού βάρους)	ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 200	200 < ATE ≤ 1000	1 000 < ATE ≤ 2000
Αέρια (ppmV (1))	ATE ≤ 100	100 < ATE ≤ 500	500 < ATE ≤ 2500	2 500 < ATE ≤ 20000
Σκόνες και σταγονίδια (mg/l)	ATE ≤ 0,05	0,05 < ATE ≤ 0,5	0,5 < ATE ≤ 1,0	1,0 < ATE ≤ 5,0
(1) Η συγκέντρωση αερίων εκφράζεται σε μέρη ανά εκατομμύριο κατ' όγκο (ppmV)				

Τα γεωργικά φάρμακα ταξινομούνται επιπλέον σύμφωνα με τις αρχές του Διεθνούς Κέντρου Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC), και αυτή η κατηγοριοποίηση αναφέρεται συχνά ως κατηγορία IARC. Η ταξινόμηση ενός φυτοφαρμάκου στην κατηγορία αυτή αντανακλά τη δύναμη των αποδεικτικών στοιχείων που προέρχονται από επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπους, από τα πειράματα σε ζώα, και από άλλα σχετικά δεδομένα. Ένα φυτοφάρμακο ταξινομείται στην κατηγορία αυτή, όταν υπάρχουν επαρκείς ενδείξεις καρκινογένεσης στον άνθρωπο. Μία ουσία μπορεί κατ' εξαίρεση να τοποθετηθεί σε αυτή την κατηγορία όταν τα αποδεικτικά στοιχεία της καρκινογένεσης στον άνθρωπο είναι λιγότερο από επαρκή, αλλά υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία καρκινογένεσης σε πειραματόζωα και ισχυρές ενδείξεις στους εκτιθέμενους ότι το φυτοφάρμακο δρα με σχετικό μηχανισμό καρκινογένεσης (IARC, 2006). Σύμφωνα με την κατάταξη κατά IARC, ένα φυτοφάρμακο ταξινομείται στην ομάδα 1, αν είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο. Στην ομάδα 2A, κατατάσσεται αν είναι πιθανώς καρκινογόνο για τον άνθρωπο (όταν υπάρχουν περιορισμένες ενδείξεις καρκινογένεσης στον άνθρωπο και επαρκή

αποδεικτικά στοιχεία της καρκινογένεσης σε πειραματόζωα). Στην ομάδα 2B, αν είναι πιθανώς καρκινογόνο για τον άνθρωπο (π.χ., περιορισμένες ενδείξεις καρκινογένεσης στον άνθρωπο και λιγότερο από επαρκή αποδεικτικά στοιχεία σε πειραματόζωα). Στην ομάδα 3, εάν αυτό δεν μπορεί να καταταγεί ως προς την καρκινογένεση του στον άνθρωπο (ανεπαρκείς αποδείξεις καρκινογένεσης σε ανθρώπους και ανεπαρκείς ή περιορισμένες αποδείξεις σε πειραματόζωα), και τέλος στην ομάδα 4, κατατάσσεται αν είναι πιθανόν να μην είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο.

Επίσης, σύμφωνα με τον Κανονισμό (1272/2008) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ταξινόμηση, επισήμανση και τη συσκευασία των ουσιών και των μειγμάτων, οι ουσίες κατηγοριοποιούνται ως προς τον κίνδυνο για καρκινογένεση σε δύο κατηγορίες και δύο υποκατηγορίες. Στην κατηγορία 1 ανήκουν ουσίες που είναι γνωστά ή υποτιθέμενα καρκινογόνα για τον άνθρωπο, με βάση επιδημιολογικά στοιχεία ή/και στοιχεία που αφορούν ζώα. Στην κατηγορία 1A κατατάσσεται μία ουσία εάν για την ουσία αυτή είναι γνωστό ότι υπάρχει δυνατότητα καρκινογένεσης στον άνθρωπο με βάση κυρίως στοιχεία που αφορούν τον άνθρωπο. Στην κατηγορία 1B εάν πιθανολογείται ότι υπάρχει δυνατότητα καρκινογένεσης στον άνθρωπο με βάση κυρίως στοιχεία που αφορούν ζώα. Τέλος στην δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται ουσίες που είναι ύποπτες για καρκινογένεση στον άνθρωπο με βάση αποδεικτικά στοιχεία που προκύπτουν από μελέτες στον άνθρωπο ή/και στα ζώα, χωρίς όμως να τεκμηριώνουν επαρκώς την ταξινόμηση της ουσίας στην κατηγορία 1A ή 1B

2.2. Επαγγελματική και παθητική έκθεση του ανθρώπου στις φυτοπροστατευτικές ουσίες

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι μια κατηγορία χημικών που είναι αναγκαία για την αειφόρο γεωργία και την καλή δημόσια υγεία. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια πολύς λόγος γίνεται για τους κινδύνους που κρύβουν για την υγεία του ανθρώπου αλλά και το περιβάλλον στο οποίο ζει. Η έλλειψη σαφήνειας στη δημοσιευμένη βιβλιογραφία και μια γενική παρανόηση της διαφοράς μεταξύ της επικινδυνότητας ενός

φυτοπροστατευτικού και του πραγματικού κινδύνου, ενέτειναν την ανησυχία για τη χρήση αυτών των ουσιών. Για να κατανοήσουμε πλήρως τον ενδεχόμενο κίνδυνο που μπορεί να προκύψει όταν χρησιμοποιείται ένα παρασιτοκτόνο, θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη η ακριβής και αξιόπιστη εκτίμηση της έκθεσης. Αυτή η πληροφορία, μαζί με τα τοξικολογικά χαρακτηριστικά, επιτρέπουν στους εκτιμητές επικινδυνότητας να καθορίσουν αν το φυτοφάρμακο μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να βλάψει την υγεία και το περιβάλλον (Franklin & Worgan, 2005). Η τοξικότητα είναι ένα μέτρο της δυνατότητας της ουσίας να προκαλεί επιπτώσεις και αποτελεί ένα αμετάβλητο χαρακτηριστικό της, δηλώνει την ικανότητα μιας χημικής ουσίας να προκαλεί βλάβη σε έναν οργανισμό. Ο κίνδυνος από την άλλη είναι ένα μεταβλητό χαρακτηριστικό μιας χημικής ουσίας, είναι δηλαδή η πιθανότητα η χημική ουσία να προκαλέσει επιβλαβές ή τοξικό αποτέλεσμα δεδομένης της τοξικότητάς της και της ποσότητας και του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται, αποθηκεύεται ή χειρίζεται (Y.E.K.A., 2003).

Τα φυτοπροστατευτικά είναι μοναδικές χημικές ουσίες, αφού αυτές είναι εγγενώς τοξικές για αρκετούς βιολογικούς στόχους, διασπείρονται σκόπιμα στο περιβάλλον, και η τοξικότητά τους έχει περιορισμένη εκλεκτικότητα ειδών. Η τοξικότητα των φυτοφαρμάκων εξαρτάται από την οικογένεια της δραστικής ένωσης στην οποία ανήκουν, και είναι γενικά μεγαλύτερη για τις παλαιότερες ενώσεις (Maroni et al, 2006). Ως προς την επικινδυνότητά τους τα φυτοπροστατευτικά διαφέρουν, μερικές φυτοπροστατευτικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα τοξικές για τον άνθρωπο, ώστε μόνο μερικές σταγόνες από του στόματος ή του δέρματος είναι αρκετές για να προκαλέσουν εξαιρετικά επιβλαβείς επιπτώσεις. Άλλες ουσίες είναι λιγότερο τοξικές, ωστόσο, πολύ μεγάλη έκθεση σε αυτές μπορεί να έχει ανάλογες επιπτώσεις στον άνθρωπο (Waxman, 1998). Ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία από τη χρήση των φυτοφαρμάκων, είναι η πιθανότητα πρόκλησης βλάβης, ή ο βαθμός του κινδύνου που συνεπάγεται η χρήση ενός φυτοφαρμάκου κάτω από ένα δεδομένο σύνολο συνθηκών και εξαρτάται από την τοξικότητα των φυτοφαρμάκων και το ύψος της έκθεσης σε αυτό και κατά κανόνα είναι ανάλογο του τρόπου χρήσης, τη δοσολογία, τη διάρκεια και συχνότητα έκθεσης, την οδό εισόδου κλπ. (Lorenz, 2009) και συνήθως αποτυπώνεται από την εξίσωση :

$$\text{Κίνδυνος} = \text{Τοξικότητα} \times \text{Έκθεση}$$

Συνεπώς ο κάθε άνθρωπος έχει να αντιμετωπίσει την επικινδυνότητα του κάθε φυτοπροστατευτικού προϊόντος και όχι αυτή καθαυτή την τοξικότητά του. Δηλαδή

ανάλογα με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιείται μπορεί να είναι τοξικό για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον.

Οι άνθρωποι εκτίθενται στις φυτοπροστατευτικές ουσίες με διάφορους τρόπους, είτε μέσω της επαγγελματικής τους δραστηριότητας, είτε μέσω του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν και τον τρόπο που διατρέφονται. Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου που προκύπτουν από την έκθεση σε φυτοφάρμακα ποικίλλουν ανάλογα με τα επιμέρους παρασιτοκτόνα που εμπλέκονται, και μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της έκθεσης μέσω της δερματικής, στοματικής, ή αναπνευστικής οδού. Ωστόσο εξαρτώνται και από το είδος της έκθεσης που μπορεί να είναι μέσω της επαγγελματικής ή παθητικής έκθεσης σε αυτούς τους παράγοντες (Lebailly et al., 2009). Οι επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να χαρακτηριστούν ως οξείες ή χρόνιες, με βάση το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για τα συμπτώματα τοξικότητας να εξελιχθούν.

Η οξεία τοξικότητα είναι συνήθως το αποτέλεσμα μιας μοναδικής έκθεσης και τα συμπτώματα εμφανίζονται μέσα σε ένα σχετικά σύντομο χρόνο έκθεσης, συνήθως μέσα σε λίγες ώρες ή ημέρες (Reifenrath, 2007). Για τις χρόνιες επιπτώσεις, το επίπεδο των αποδεικτικών στοιχείων επί των οποίων γίνεται ο προσδιορισμός της τοξικότητας, δεν είναι καλό. Παρότι οι οξείες επιπτώσεις τοξικότητας είναι σχετικά εύκολο να αποδειχθούν μέσω πειραμάτων που γίνονται σε ζώα, ή παρατηρούνται μετά από δηλητηριάσεις, οι χρόνιες επιδράσεις των φυτοφαρμάκων είναι δυσκολότερο να μελετηθούν. Οι τοξικολογικές μελέτες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τους μηχανισμούς δράσης και τις επιπτώσεις στα ζώα, όμως προκειμένου να διαπιστωθεί αιτιώδης συνάφεια είναι αναγκαία η ύπαρξη επιδημιολογικών μελετών της έκθεσης στους ανθρώπους. Αλλά ακόμη και τότε πολλές επιδημιολογικές μελέτες συνδυάζουν την έκθεση σε όλες τις ομάδες των φυτοφαρμάκων μαζί, με αποτέλεσμα μία αραίωση της ισχύος, διότι δεν είναι εύλογο μια τέτοια διαφοροποιημένη συλλογή χημικών ουσιών όπως τα φυτοπροστατευτικά, να έχει το ίδιο αποτέλεσμα (Wirdefeldt et al, 2011). Αντιθέτως, μελέτες που εξετάζουν μεμονωμένες ομάδες φυτοφαρμάκων δεν μπορεί να παρέχουν επαρκή στοιχεία της μελέτης για εξαγωγή οριστικών αποτελεσμάτων. Οι περισσότερες μελέτες κατηγοριοποιούν την έκθεση σε φυτοφάρμακα ως διχοτομική μεταβλητή (έκθεση ή καθόλου έκθεση) χωρίς αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με το επίπεδο ή τη συχνότητα έκθεσης.

Όπως είναι φανερό, παρά το γεγονός ότι τα γεωργικά φάρμακα έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν με εύλογη ακρίβεια και με το μικρότερο δυνατό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, έχουν αρνητικές συνέπειες και για οργανισμούς μη στόχους, από τη στιγμή που απελευθερώνονται σκόπιμα στο περιβάλλον. Αν και είναι στην κορυφή του καταλόγου των επικίνδυνων ρυπαντών, τα σύγχρονα φυτοφάρμακα είναι ταχείας δράσης, κάποια από αυτά μπορεί να είναι μοναδικά στη δράση τους εναντίον μιας συγκεκριμένης ομάδας παρασίτων, μπορούν να ελέγχουν μεγάλες προσβολές, είναι γενικά εύκολα στην εφαρμογή, και οδηγούν σε αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών (Ware & Whitacre, 2004).

Λόγω της εγγενούς τοξικότητάς τους, και της επικινδυνότητας για τη δημόσια υγεία, στις περισσότερες χώρες, μια συγκεκριμένη και πολύπλοκη νομοθεσία προβλέπει τη διαδικασία αξιολόγησης σε επίπεδο κινδύνου για τα φυτοφάρμακα πριν από την είσοδο τους στην αγορά (αξιολόγηση του κινδύνου πριν από την κυκλοφορία) (Maroni et al, 2006). Νέες ουσίες δοκιμάζονται συνεχώς και οι παλιές αναθεωρούνται, καθώς προστίθενται νέα στοιχεία για τις αρνητικές τους επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Η αξιολόγηση για την έγκριση μίας φυτοπροστατευτικής ουσίας είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, χρειάζεται χρόνο και οικονομικούς πόρους. Μια εκτεταμένη σειρά από δοκιμές που βασίζονται σε βελτιωμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται για να παρέχει ακριβείς ανιχνεύσεις υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων και τοξικολογικές εκτιμήσεις σε απάντηση στις ανησυχίες του κοινού. Επιπλέον, η βελτίωση των μεθόδων για τις προβλέψεις κινδύνου, νέες προσεγγίσεις για τα μέτρα μείωσης των κινδύνων, καθώς και η διεύρυνση των σχετικών επιστημονικών γνώσεων στη βιομηχανία και οι κυβερνητικές αποφάσεις πολιτικής συμβάλλουν σε αλλαγές και βελτιώσεις στη διαδικασία εγγραφής των φυτοφαρμάκων (Damalas & Eleftherohorinos, 2011).

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

- Χημεία, σύνθεση και παραγωγή της ουσίας
- Τυποποίηση, ώστε να έχει την κατάλληλη μορφή για να χρησιμοποιηθεί στην πράξη
- Βιολογία

- Αναλυτική χημεία, δηλαδή προσδιορισμό υπολειμμάτων, αποδόμηση της ουσίας στο έδαφος
- Τοξικολογία
- Έγκριση κυκλοφορίας, εμπορία και ενημέρωση για τη χρήση (Δημόπουλος, 2004).

Τέσσερα είναι τα βασικά στάδια για την έγκριση κυκλοφορίας ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος: (1) η έρευνα που διεξάγεται από τον κατασκευαστή πριν από την απόφασή του να συνεχίσει με την έγκριση, (2) η υποβολή έκθεσης στοιχείων από τον κατασκευαστή στην αρχή έκδοσης έγκρισης κυκλοφορίας, (3) επιθεώρηση των στοιχείων από την αρχή έκδοσης και (4) τέλος η απόφαση από την αρχή έκδοσης αδειών είτε να εγκριθεί η κυκλοφορία του φαρμάκου, είτε να απορριφθεί (FAO, 2002). Όμως και οι ήδη εγκεκριμένες ουσίες υπόκεινται σε αυστηρούς ελέγχους, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. Στη διαδικασία της επανέγκρισης, λαμβάνονται υπόψη η υγεία του ανθρώπου και οι οικολογικές επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων ώστε να λαμβάνονται δράσεις για τη μείωση των κινδύνων που προκαλούν ανησυχία. Πράγματι, πολύ δραστικές αλλαγές έχουν επέλθει στον κατάλογο των ουσιών που κυκλοφορούν νομίμως στο εμπόριο κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ως αποτέλεσμα της νομοθεσίας της ΕΕ για τα φυτοφάρμακα στην αγορά, η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1993 (με την οδηγία 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου) και διήρκεσε αποτελεσματικά μέχρι το Δεκέμβριο του 2008. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, περίπου 704 δραστικές ουσίες έχουν απαγορευτεί, εκ των οποίων 26% ήταν τα εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα 23% και 17% μυκητοκτόνα (Karabelas et al., 2009).

Ο συνηθέστερος τρόπος κατάταξης της ανθρώπινης έκθεσης στις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι σε επαγγελματική έκθεση και παθητική ή περιβαλλοντική έκθεση. Η ακούσια, ή τυχαία έκθεση ή η σκόπιμη δηλητηρίαση μπορεί να συμβούν τόσο σε επαγγελματική, όσο και σε παθητική έκθεση. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται κάποιες περιπτώσεις έκθεσης των ανθρώπων στα γεωργικά φάρμακα.

Πίνακας 2.8. Περιπτώσεις επαγγελματικής και παθητικής έκθεσης των ανθρωπων στις φυτοπροστατευτικές ουσίες. (Προσαρμογή από Jaga and Dharmani., 2003)

Επαγγελματική έκθεση	Παθητική ή περιβαλλοντική έκθεση
<p>Αγρότες και γεωργικοί εργάτες Εργαζόμενοι στον τομέα της κατασκευής «Εξολοθρευτές» γεωργικών φαρμάκων Εργαζόμενοι σε θερμοκήπια και ανθοπωλεία Εργαζόμενοι γραφείου Εργαζόμενοι στην υγειονομική περίθαλψη Εργαζόμενοι κτηνιατρικών Εργαζόμενοι καταστημάτων γεωργικών εφοδίων</p>	<p>Έκθεση στην κατοικία :</p> <ul style="list-style-type: none"> • οικιακή χρήση • διατροφική έκθεση • τυχαία έκθεση <p>Έκθεση κατ' οίκον μέσω των εργαζόμενων στη γεωργία (οικογενειακή έκθεση) Κοντινή απόσταση από αγρούς Αεροψεκασμοί Έκθεση στους δημόσιους χώρους Σκόπιμη δηλητηρίαση Χημικός πόλεμος</p>

Η ανθρώπινη έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, μπορεί να προκύψει μέσα από την επαγγελματική δραστηριότητα, στην περίπτωση των αγροτών και των εργαζόμενων στους αγρούς και τα θερμοκήπια, των εργαζόμενων στη βιομηχανία φυτοφαρμάκων, των εξολοθρευτών παρασίτων του σπιτιού κ.α. (Wilson & Tisdell, 201). Ωστόσο, ανεξάρτητα από το αν η εργασία περιλαμβάνει τη χρήση των φυτοπροστατευτικών, η παρουσία αυτών των ουσιών στο εργασιακό περιβάλλον αποτελεί εν δυνάμει επαγγελματική έκθεση. Προφανώς, οι εργαζόμενοι οι οποίοι αναμειγνύουν, φορτώνουν, μεταφέρουν και εφαρμόζουν τα φυτοφάρμακα, κατά κανόνα θεωρούνται η ομάδα που θα λάβει τη μεγαλύτερη έκθεση λόγω της φύσης της εργασίας τους, και ως εκ τούτου, διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο για πιθανές οξείες δηλητηριάσεις (Fenske & Day, 2005).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η επαγγελματική έκθεση μπορεί να προκύψει από τυχαίες διαρροές των χημικών ουσιών, ή από ελαττωματικό εξοπλισμό ψεκασμού. Η έκθεση των εργαζομένων αυξάνεται σε περίπτωση που δεν δοθεί προσοχή στις οδηγίες για τον τρόπο χρήσης των φυτοπροστατευτικών και ιδίως όταν αγνοούνται οι βασικές

κατευθυντήριες γραμμές ασφάλειας σχετικά με τη χρήση των μέσων ατομικής προστασίας και των θεμελιωδών πρακτικών υγιεινής, όπως το πλύσιμο των χεριών μετά από το χειρισμό των φυτοφαρμάκων ή πριν από το φαγητό.

Διάφοροι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την έκθεση κατά το χειρισμό των φυτοπροστατευτικών. Η μορφή της συνθέσεως του φυτοπροστατευτικού προϊόντος μπορεί να επηρεάσει την έκταση της έκθεσης. Τα προϊόντα υγρής μορφής, είναι περισσότερο επιρρεπή σε εκτόξευση υγρών και περιστασιακών διαρροών, με αποτέλεσμα την άμεση επαφή με το δέρμα ή την έμμεση επαφή με το δέρμα μέσω της μόλυνσης των ενδυμάτων. Από την άλλη, τα προϊόντα σε στερεή μορφή, μπορεί να δημιουργούν σκόνη κατά τη φόρτωση εντός του εξοπλισμού εφαρμογής, με αποτέλεσμα την έκθεση στο πρόσωπο και τα μάτια και επίσης την πρόκληση κινδύνου για το αναπνευστικό.

Το είδος της συσκευασίας των προϊόντων φυτοπροστασίας μπορεί επίσης να επηρεάσει την πιθανή έκθεση. Για παράδειγμα, το άνοιγμα των σάκων που φέρουν τα φυτοφάρμακα μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο είδος έκθεσης ανάλογα με τον τύπο της συσκευασίας, σε συνδυασμό με το είδος του σκευάσματος της δραστικής ουσίας. Επίσης, το μέγεθος των δοχείων, φιαλών ή άλλων δοχείων υγρών μπορεί να επηρεάσει την πιθανότητα για διαρροή ή εκτόξευση υγρών. Επιπλέον, οι πρόσθετες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε σκευάσματα φυτοφαρμάκων για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά τους όσον αφορά την βιολογική δραστηριότητα (π.χ., την ενίσχυση της επαφής μεταξύ της δραστικής ουσίας και των ειδικών μοριακών της στόχων), καθώς και να διευκολύνει την εφαρμογή και την αποτελεσματικότερη εύρεση του στόχου, μπορεί να εμφανίσουν οι ίδιες τοξικότητα, συμβάλλοντας έτσι στη συνολική επίδραση της έκθεσης σε ένα εμπορικό προϊόν των φυτοφαρμάκων (Surgan et al., 2010).

Ένας άλλος παράγοντας που είναι δυνατόν να επηρεάσει την έκθεση, είναι οι καιρικές συνθήκες κατά τη στιγμή της εφαρμογής, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, που μπορεί να επηρεάσουν τη χημική μεταβλητότητα του προϊόντος, το ποσοστό ιδρώτα του ανθρώπινου σώματος, και τη χρήση μέσων ατομικής προστασίας από τους αγρότες ή τους ψεκαστές. Ο άνεμος αυξάνει σημαντικά τη διασπορά του φυτοπροστατευτικού κατά τον ψεκασμό και την επακόλουθη έκθεση του εφαρμοστή. Η ποσότητα του

φυτοφαρμάκου που χάνεται από την περιοχή - στόχο και η απόσταση που διανύει το φυτοφάρμακο θα αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου, έτσι μεγαλύτερη ταχύτητα του ανέμου συνήθως θα προκαλέσει περισσότερα παρασυρόμενα. Επιπλέον, η χαμηλή σχετική υγρασία και υψηλή θερμοκρασία θα προκαλέσει ταχύτερη εξάτμιση των σταγονιδίων ψεκασμού μεταξύ του ακροφυσίου και του στόχου από ό, τι υψηλή σχετική υγρασία και χαμηλή θερμοκρασία. (Gil et al., 2008 και Jindal et al., 2008)

Η υιοθέτηση μιας γενικότερης υγιεινής συμπεριφοράς από τους εργαζόμενους κατά τη χρήση φυτοφαρμάκων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην έκθεση. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι που αποφεύγουν την ανάμιξη και τον ψεκασμό κατά τη διάρκεια θυελλωδών συνθηκών μπορεί να μειώσουν την έκθεση. Η σωστή χρήση και συντήρηση του προστατευτικού ιματισμού θεωρούνται σημαντικές όσον αφορά τη μειωμένη έκθεση σε χημικά. Επιπλέον, η συχνότητα και η διάρκεια χειρισμού των φυτοπροστατευτικών ουσιών, τόσο σε εποχική βάση όσο και κατά τη διάρκεια της ζωής επηρεάζει την έκθεση. Ειδικότερα, η έκθεση ενός μεμονωμένου αγρότη που εφαρμόζει ένα παρασιτοκτόνο μία φορά το χρόνο είναι μικρότερη από εκείνη ενός εμπορικού εφαρμοστή που εφαρμόζει κανονικά ένα φυτοφάρμακο για πολλές συνεχόμενες μέρες ή εβδομάδες σε μια εποχή (Waxman, 1998 και Fenske, 2005).

Από την άλλη πλευρά, η έκθεση του γενικού πληθυσμού στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, αφορά κυρίως την κατανάλωση τροφίμων και πόσιμου νερού μολυσμένου με αυτές τις ουσίες, ενώ σημαντική έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί επίσης να εμφανιστεί όταν ο τύπος κατοικίας των ατόμων βρίσκεται κοντά σε ένα χώρο εργασίας που χρησιμοποιεί φυτοπροστατευτικά ή ακόμα και όταν οι εργαζόμενοι φέρνουν στο σπίτι αντικείμενα που έχουν μολυνθεί από τη χρήση (Jaga & Dharmani, 2003).

Η μη επαγγελματική έκθεση που προέρχεται από υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα, τον αέρα και το πόσιμο νερό συνήθως περιλαμβάνει γενικά χαμηλές δόσεις έκθεσης και είναι χρόνια (ή ημι - χρόνια). Ωστόσο, σαφής συσχέτιση μεταξύ των επιμέρους φυτοφαρμάκων και των ατομικών επιπτώσεων στην υγεία μπορεί να εμφανίζεται μόνο σε μελέτες σε ζώα, αλλά οι δόσεις που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις μελέτες είναι κατά πολύ υψηλότερες από τα επιβεβλημένα νόμιμα όρια φυτοφαρμάκων (Harris & Gaston, 2003). Ως εκ τούτου, ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία από τις

μελέτες αυτές φαίνεται να είναι αμελητέος. Η πραγματική οξεία έκθεση, ωστόσο, μπορεί να είναι υψηλότερη από εκείνη που αναμένεται λόγω ορισμένων διατροφικών προτιμήσεων, λόγω της μεταβλητότητας των καταλοίπων μεταξύ μεμονωμένων ειδών διατροφής αλλά και της μεγαλύτερης από το μέσο όρο κατανάλωσης ενός μόνο συγκεκριμένου τροφίμου σε μια φορά (Hamilton et al., 2004).

Ως αποτέλεσμα της χρήσης φυτοφαρμάκων μέσα ή γύρω από το σπίτι, οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν κατά την προετοιμασία και την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων ή ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής, ενώ καθυστερημένη έκθεση μπορεί να συμβεί μέσω της εισπνοής των υπολειμματικών συγκεντρώσεων του αέρα ή την έκθεση σε κατάλοιπα που βρίσκονται σε επιφάνειες, ρούχα, κλινοσκεπάσματα, τρόφιμα, σκόνη ή χρησιμοποιημένα δοχεία φυτοφαρμάκων, ή και τον εξοπλισμό εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών (Davis & Brownson, 1992). Επίσης, η τυχαία δηλητηρίαση με φυτοφάρμακα στο σπίτι είναι πιθανή από τη χρήση φυτοπροστατευτικών γύρω από το σπίτι ή τον κήπο. Η έκθεση είναι πιθανό να συμβεί από διαρροές φυτοφαρμάκων, κακή χρήση ή κακή αποθήκευση, αλλά και ως αποτέλεσμα της χρήσης χωρίς την ανάγνωση ή την αξιολόγηση των κινδύνων, στην ετικέτα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Η κακή χρήση των φυτοφαρμάκων, όπως η μεταφορά των προϊόντων από την αρχική τους συσκευασία σε δοχεία οικιακής χρήσης, αλλά και η έλλειψη συμμόρφωσης με τις οδηγίες της ετικέτας μπορεί να είναι επίσης πηγές έκθεσης (Jaga & Dharmani, 2003).

2.2.1. Επαγγελματική έκθεση του ανθρώπου και κίνδυνοι για την υγεία

Οι άνθρωποι εκτίθενται στις φυτοπροστατευτικές ουσίες στους χώρους εργασίας τους ως αποτέλεσμα της εργασίας τους. Ανεξαρτήτως του αν η εργασία περιλαμβάνει τη χρήση των φυτοπροστατευτικών, η παρουσία της χημικής ουσίας στο περιβάλλον εργασίας αποτελεί μια επαγγελματική έκθεση. Ο πλέον συνηθισμένος τρόπος επαγγελματικής έκθεσης σε φυτοφάρμακα είναι μέσω του δέρματος ή της εισπνοής, και σε ορισμένες περιπτώσεις με οφθαλμική έκθεση (Jaga & Dharmani 2003).

Στους τελικούς αποδέκτες των φυτοπροστατευτικών ουσιών ως αποτέλεσμα επαγγελματικής έκθεσης, περιλαμβάνονται οι εργαζόμενοι που εμπλέκονται στην εφαρμογή τους, αλλά και εκείνοι που εισέρχονται ξανά στους αγρούς, αμέσως μετά την εφαρμογή. Οι εν λόγω εργαζόμενοι μπορούν ως επί το πλείστον να ταξινομηθούν σε: (1) αγρότες και γεωργικούς εργάτες, (2) εργαζόμενους στην παραγωγή φυτοπροστατευτικών, (3) ελεγκτές παρασίτων σε αστικές περιοχές, (σε κτίρια ή εξωτερικούς χώρους), (4) εργαζόμενοι σε θερμοκήπια και ανθοπωλεία. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες έχει διακριτό προφίλ έκθεσης που οφείλεται σε διαφορές στο πλαίσιο και τον σκοπό της χρήσης φυτοφαρμάκων (McFarlane et al., 2013).

Σε γενικές γραμμές, οι αγρότες οι οποίοι αναμειγνύουν ή εφαρμόζουν φυτοπροστατευτικές ουσίες διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο για υπερβολική έκθεση σε αυτές, ενώ και άλλοι αγρότες που εισέρχονται στους αγρούς για να καλλιεργήσουν, να αρδεύσουν ή να συγκομίσουν ή για την διατήρηση του γεωργικού εξοπλισμού είναι επίσης σε κίνδυνο. Μετά την εφαρμογή, τα κατάλοιπα παραμένουν στο έδαφος και στο φύλλωμα. Αγρότες που εισέρχονται στα χωράφια αμέσως μετά τον ψεκάσμο διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο, αλλά και άλλα καθήκοντα στη γεωργική εργασία αυξάνουν τον ενδεχόμενο κίνδυνο λόγω αυξημένης έκθεσης. Για παράδειγμα, έχει υπολογιστεί ότι η δυνητική έκθεση για το ξεβοτάνισμα των καλλιεργειών είναι 9 έως 10 φορές υψηλότερη από τη συγκομιδή. Ομοίως, το αραίωμα των οπωρώνων οδηγεί σε υψηλότερη έκθεση από ό, τι άλλες εργασίες οπωρώνα (Quackenbush et al., 2006).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, και ιδίως λόγω επαγγέλματος, έχει συνδεθεί με πλήθος αρνητικών συνεπειών για την υγεία του ανθρώπου. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αίγυπτο και εξετάστηκαν 300 άντρες που εκτίθονταν σε συγκεκριμένες ομάδες χημικών λόγω επαγγέλματος κατά μέσο όρο 13,9 χρόνια, σε σχέση με 300 άντρες που δε δέχτηκαν επαγγελματική έκθεση, αποκάλυψε εμφάνιση περιφερικής νευρίτιδας σε ποσοστό μεγαλύτερο από 40%, ψυχιατρικές εκδηλώσεις (>40%), μεταβολές στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) (> 25%), και ηπατονεφρική δυσλειτουργία (> 80%). Όλες αυτές οι εκδηλώσεις επιβεβαιώθηκαν από διαφορετικά διαγνωστικά εργαλεία. Οι κυτταρογενετικές αλλαγές επιβεβαιώθηκαν με μέτρηση χρωμοσωμικών ανωμαλιών μεταξύ των τυποποιητών και

των εφαρμοστών, και αποδείχθηκε ότι είναι περισσότερο από διπλάσιες από εκείνες της ομάδας ελέγχου (Amr, 1999).

Στην προσπάθεια προσέγγισης των συνεπειών για την υγεία του ανθρώπου από τη χρήση των φυτοπροστατευτικών, υπάρχει πληθώρα ερευνών στη δημοσιευμένη βιβλιογραφία με διαφορετική όμως προσέγγιση στο θέμα. Είναι δύσκολο να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, τόσο λόγω του μεγάλου όγκου των φυτοπροστατευτικών ουσιών και του διαφορετικού τρόπου δράσης τους, όσο και λόγω των διαφορετικών παραγόντων που επιδρούν κατά την έκθεση αναλόγως τις επικρατούσες συνθήκες. Σημαντικός περιοριστικός παράγοντας είναι και η μεταβλητότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται και διαφέρουν ανάλογα με τα εξεταζόμενα κάθε φορά στοιχεία.

Νευρολογικές επιδράσεις

Ο εγκέφαλος και το περιφερειακό νευρικό σύστημα επηρεάζονται άμεσα από τα γεωργικά φάρμακα, τόσο ως θέσεις δράσης όσο και εναπόθεσης. Όλες οι κατηγορίες των φυτοφαρμάκων μπορούν να επηρεάσουν τον εγκέφαλο και το νευρικό ιστό, ακόμη και αν δεν προκαλούν επιδράσεις που γίνονται αντιληπτές (Kesavachandran et al., 2009).

Η πρώτη προοπτική μελέτη που παρείχε δεδομένα σχετικά με τη φυσική ιστορία των νευρολογικών διαταραχών που σχετίζονταν με την έκθεση των εργαζομένων στις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι η λεγόμενη PHYTONER μελέτη. Σε αυτή συμμετείχαν 929 εργαζόμενοι μέλη του συστήματος ασφάλισης υγείας αγροτών στην περιοχή του Bordeaux της νοτιοδυτικής Γαλλίας τα έτη 1997-1998 για μια μελέτη της σχέσης μεταξύ της μακροπρόθεσμης έκθεσης σε φυτοφάρμακα και της εμφάνισης νευρολογικής δυσλειτουργίας ως προς τη συμπεριφορά ανάμεσα στους αμπελουργούς. Η πρώτη φάση της μελέτης έδειξε χαμηλότερες νευροψυχολογικές επιδόσεις σε ανθρώπους που εκτίθενται άμεσα ή έμμεσα σε φυτοπροστατευτικά (Baldi et al., 2001). Σε συνέχεια της μελέτης αυτής 614 άτομα ήταν διαθέσιμα για την έρευνα σε παρακολούθηση. Επακόλουθη ανάλυση τα έτη 2001-2003 επιβεβαίωσε ότι ο κίνδυνος απόκτησης χαμηλών επιδόσεων στις δοκιμές ελέγχου, ήταν υψηλότερος σε εκτεθειμένα άτομα. Επιπλέον, η επακόλουθη μελέτη επί 4-5 έτη έδειξε ότι τα εκτεθειμένα άτομα

είχαν τη μεγαλύτερη μείωση σε επιδόσεις σε σχέση με το χρόνο. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν πιθανή εξέλιξη της νόσου του Αλτσχάιμερ ή άλλων ανοιών σε άτομα χρονίως εκτιθέμενα σε φυτοφάρμακα (Baldi et al., 2011).

Οι Le Couteur et al. (1999) επίσης αναφέρουν ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης νευροεκφυλιστικής νόσου, και ιδιαίτερα της νόσου του Parkinson. Υπάρχουν ενδείξεις για μια μικρή αύξηση του κινδύνου εμφάνισης της νόσου του Πάρκινσον, σε σχέση με την έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες, αλλά κανένας παράγοντας δεν εμπλέκεται με ακρίβεια. Μια μετα-ανάλυση ανάμεσα σε μελέτες ασθενών-μαρτύρων και τη μεγαλύτερη προοπτική μελέτη που έχει αναληφθεί, έδειξαν μια τάση για διπλασιασμό του κινδύνου της νόσου Πάρκινσον σε σχέση με την έκθεση σε φυτοφάρμακα, αν και υπάρχουν λίγα στοιχεία ακόμη, της σχέσης έκθεσης-αντίδρασης. Κατά πόσο αυτό είναι μια ομαδική επίδραση ή αποδίδεται σε ένα μικρό αριθμό παραγόντων, παραμένει ασαφές. Οποιαδήποτε αναφερθείσα συσχέτιση με ειδικούς παράγοντες μπορεί να συγχέεται με έκθεση σε άλλα φυτοφάρμακα, καθιστώντας έτσι δύσκολο να προσδιοριστεί ο αιτιολογικός παράγοντας (Dick, 2006).

Σε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με νευρολογικές διαταραχές συμπεριφοράς σε σχέση με την τοξικότητα των φυτοπροστατευτικών, ορισμένα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η έκθεση στο DDT και κάποια υποκαπνιστικά μπορεί να σχετίζεται με μόνιμη μείωση της νευροσυμπεριφορικής λειτουργίας και την αύξηση των ψυχιατρικών συμπτωμάτων, αλλά, λόγω του περιορισμένου αριθμού των διαθέσιμων μελετών ή και της ελάχιστης γνώσης για τα επίπεδα έκθεσης, δεν μπορεί να συναχθεί ασφαλές συμπέρασμα. Στοιχεία σχετικά με άτομα που έχουν υποστεί οξεία δηλητηρίαση από οργανοφωσφορικές ενώσεις, δείχνουν ότι μπορεί να παρατηρηθεί μια ανεπάρκεια σε νευροσυμπεριφορική απόδοση και, σε ορισμένες περιπτώσεις, στη συναισθηματική κατάσταση ως μακροπρόθεσμο επακόλουθο, αλλά η πιθανότητα παραμένει ότι τα αποτελέσματα αυτά ήταν μόνο μια μη ειδική έκφραση της βλάβης και όχι λόγω άμεσης νευροτοξικότητας. (Colosio et al. 2003). Μελέτες που διεξήχθησαν σε άτομα χρονίως εκτιθέμενα σε οργανοφωσφορικά, αλλά που ποτέ δεν παρουσίασαν οξεία δηλητηρίαση, δεν παρέχουν μονοσήμαντα αποτελέσματα και υποδηλώνουν την ανάγκη εστίασης σε δραστηριότητες που χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλά επίπεδα έκθεσης.

Μελέτες για νευρολογικά συμπτώματα ανάμεσα σε αγρότες στη Σρι Λάνκα έδειξαν ότι το 24% των περιπτώσεων οξείας δηλητηρίασης από φυτοπροστατευτικές ουσίες προέκυψαν από την επαγγελματική έκθεση σε εντομοκτόνα αναστολείς της ακετυλχολινεστεράσης. Οι εκτιθέμενοι αγρότες έδειξαν σημαντικά μεγαλύτερη αναστολή της δράσης της χολινεστεράσης από ό, τι οι ελεγχόμενοι που δεν εκτέθηκαν (Lydian et al.2003). Οι ανώτερες νευρικές λειτουργίες, όπως η μνήμη, η μάθηση, και η επαγρύπνηση επίσης βρέθηκε να επηρεάζονται σε άτομα που εκτέθηκαν σε quinalphos (Srivastava et al. 2000).

Ενώ, σε μελέτη των Peiris-John et al. 2002 σχετικά με νευρικές και νευρομυϊκές επιδράσεις της επαγγελματικής έκθεσης στους λεγόμενους οργανικούς ρύπους (OPs), υπήρξαν αποδεικτικά στοιχεία της αισθητηριακής δυσλειτουργίας, έπειτα από οξεία έκθεση και αισθητηριακές και κινητικές απομειώσεις έπειτα από μακροπρόθεσμη έκθεση σε χαμηλά επίπεδα σε Ops. Χρόνιες νευρολογικές επιδράσεις που συνδέονται με την έκθεση σε φυτοπροστατευτικά περιλάμβαναν επιβράδυνση της ταχύτητας αντίδρασης των νεύρων, επιβράδυνση του χρόνου αντίδρασης, επιβράδυνση των κινητήριων / οπτικών δοκιμών ταχύτητας, μικρότερη απόδοση σε εργασίες μνήμης και μάθησης, μειωμένη ευαισθησία σε δονήσεις ή οπτικά ερεθίσματα, μείωση του φάσματος της δυνατότητας του οπτικού ερεθίσματος, και μειωμένη μυϊκή δύναμη.

Αναπαραγωγικές δυσλειτουργίες

Τα φυτοπροστατευτικά μπορούν να επηρεάσουν την ανθρώπινη αναπαραγωγή με άμεση τοξικότητα στα αναπαραγωγικά όργανα ή με παρέμβαση στην ορμονική λειτουργία. Επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στην αναπαραγωγή μπορεί να περιλαμβάνουν διαταραχές στην έμμηνο ρύση, αντρική ή γυναικεία υπογονιμότητα, ή ορμονικές διαταραχές (Garcia, 1998).

Τα δεδομένα σχετικά με την τοξικότητα στην αναπαραγωγική ικανότητα, που συλλέχθηκαν από τα ζευγάρια που ασχολούνται με ψεκασμούς οργανοχλωριωμένων και οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων, και καρβαμιδικών εντομοκτόνων σε καλλιέργειες

βαμβακιού, έδειξαν μη φυσιολογική αναπαραγωγική απόδοση (Rupa et al. 1991). Σε μελέτη των Saiyed et al. σχετικά με την έκθεση στο endosulfan σε αρσενικά παιδιά φάνηκε μια καθυστέρηση στη σεξουαλική ωριμότητα αλλά και επιπτώσεις στη σύνθεση των ορμονών του φύλου (Saiyed et al, 2003).

Σε μία άλλη έρευνα σχετικά με την εμφάνιση υποσπαδίας, μιας συγγενούς γενετικής ανωμαλίας των ανδρικών γεννητικών οργάνων σε παιδιά, λόγω της έκθεσης των γονέων σε φυτοπροστατευτικές ουσίες, βρέθηκε ότι η μητρική επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα ή γεωργικές εργασίες σχετιζόταν με 36% αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης υποσπαδίας στο σύνολό τους, ενώ η πατρική επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα ή γεωργικές εργασίες συνδέθηκε με 19% αυξημένο κίνδυνο υποσπαδίας. Αυτός ο αυξημένος κίνδυνος μπορεί να είναι κλινικά σημαντικός δεδομένης της τεράστιας ψυχολογικής και οικονομικής επίπτωσης της εμφάνισης της νόσου στις οικογένειες (Rocheleau, 2009).

Αναπνευστικές διαταραχές

Οξεία έκθεση σε οργανοφωσφορικές ενώσεις ή υπερβολική έκθεση σε N-μεθυλο καρβαμιδικές ενώσεις, είναι γνωστό ότι προκαλούν αναστολή της χολινεστεράσης, που έχει σαν αποτέλεσμα βρογχοσυστολή, αυξημένες εκκρίσεις των αναπνευστικών οδών, και δυσκολία στην αναπνοή. Λίγες φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι γνωστές για τέτοια ευαισθησία και μπορούν να οδηγήσουν σε αλλεργικές αντιδράσεις, συμπεριλαμβανομένου του άσθματος (Solomon et al., 2000).

Η χρήση φυτοπροστατευτικών, κυρίως εκείνων που αναστέλλουν τη δράση της χολινεστεράσης, μπορεί να οδηγήσει στην εκδήλωση αναπνευστικών συμπτωμάτων μεταξύ των εργαζομένων στη γεωργία (Ohayo-Mitoko et al. 2000). Προβλήματα υγείας που αναφέρθηκαν από τους εργαζόμενους σε χωράφια όπου γινόταν χρήση φυτοφαρμάκων σε περιοχές της Αιθιοπίας περιλάμβαναν αναπνευστικά προβλήματα όπως βήχα, φλέγμα και δύσπνοια (Ejigu και Mekonnen, 2005). Ο επιπολασμός της ήπιας, μέτριας και σοβαρής απόφραξης της αναπνευστικής οδού παρατηρήθηκε σε μία μελέτη μεταξύ ψεκαστών φυτοφαρμάκων (Kesavachandran et al., 2006).

Καρκίνος

Πολυάριθμες φυτοπροστατευτικές ουσίες έχουν ενοχοποιηθεί για την πρόκληση ή την προώθηση πολλών τύπων καρκίνων, λευχαιμίες και λεμφώματα. Μερικές από αυτές τις ασθένειες είναι σχετικά συχνές, ενώ άλλες αρκετά σπάνιες. Είναι ωστόσο, ασαφές αν η έκθεση στα φυτοφάρμακα σχετίζεται αιτιολογικά με τα αυξανόμενα ποσοστά αυτών των καρκίνων. Οι μηχανισμοί με τους οποίους τα φυτοφάρμακα συμβάλλουν στην πρόκληση καρκίνου ποικίλλουν, και ένα φυτοφάρμακο μπορεί να λειτουργεί με περισσότερους από έναν κύριους μηχανισμούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν (Solomon, et al, 2000):

- Γονιδιοτοξικές επιδράσεις που παράγουν άμεσες αλλαγές στο DNA.
- Προώθηση, δηλαδή προκαλούν καθήλωση και πολλαπλασιασμό των ανώμαλων κλώνων.
- Ανοσοτοξικές επιδράσεις, που διαταρράσουν τους συνήθεις μηχανισμούς του σώματος για επιτήρηση του καρκίνου

Σε πρόσφατη επιδημιολογική μελέτη για το non-Hodgkin's λέμφωμα σε γυναίκες, βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της χρήσης φυτοπροστατευτικών και της καθυστερημένης εμφάνισης λεμφώματος. Η συσχέτιση αυτή ήταν μεγαλύτερη στις γυναίκες που άρχισαν δουλειά η οποία περιελάμβανε έκθεση σε φυτοφάρμακα μεταξύ των ετών 1950 και 1969 δηλαδή 26 έως 48 έτη πριν από τη διάγνωση του non-Hodgkin λεμφώματος. Επίσης, η εργασία για περισσότερα από 10 χρόνια ήταν ακόμη ένας σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης του κινδύνου (Kato et al., 2004).

Η εμφάνιση λεμφώματος Non-Hodgkin έχει συνδεθεί με την επαγγελματική έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες των αγροτών. Σε μελέτη που διενεργήθηκε σε έξι канаδικές επαρχίες, επιβεβαιώθηκαν και επεκτάθηκαν προηγούμενα αποτελέσματα που υποδήλωναν ότι ο κίνδυνος του non- Hodgkin λεμφώματος αυξάνει με τον αριθμό των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται, ιδίως σε σχέση με φυτοφάρμακα που έχουν σχετιστεί με καρκινογένεση. Ο κίνδυνος από επιβεβαιωμένη χρήση συνδυασμών των φυτοφαρμάκων έδειξε λίγες περιπτώσεις όπου οι κίνδυνοι αυξήθηκαν κατόπιν συνετής χρήσης, αν και η κοινή χρήση του μαλάθιου με την ουσία carbaryl φάνηκε να έχει ένα σημαντικά προσθετικό αποτέλεσμα (Hohenadel et al, 2011).

Αλλά και σε πρόσφατη μελέτη ασθενών μαρτύρων που διενεργήθηκε στην περιοχή της Θεσσαλίας, ως προς τη σχέση μεταξύ της έκθεσης σε φυτοπροστατευτικά και των περιπτώσεων εμφάνισης λεμφοαιματοποιητικών καρκίνων, η έκθεση σε φυτοφάρμακα συνδέθηκε με το σύνολο των περιπτώσεων λεμφοαιματοποιητικού καρκίνου, με μυελοδυσπλαστικό σύνδρομο και λευχαιμία μετά τον έλεγχο για συγχυτικούς παράγοντες. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 354 ιστολογικά επιβεβαιωμένες λεμφοαιματοποιητικές περιπτώσεις καρκίνου που διαγνώστηκαν την περίοδο 2004-2006, και 455 μάρτυρες. Επίσης, το κάπνισμα και η κατανάλωση τροφίμων κατά τη διάρκεια της εφαρμογής φυτοφαρμάκων αναγνωρίστηκαν ως παράγοντες που τροποποιούν και αυξάνουν τον κίνδυνο για εμφάνιση λεμφοαιματοποιητικού καρκίνου (Koukouva et al., 2011).

Σε έρευνα που διενεργήθηκε στις ΗΠΑ αναφορικά με την εμφάνιση καρκίνου σε αγροτικούς πληθυσμούς μετά από έκθεση στο εντομοκτόνο terbufos της ομάδας των οργανοφωσφορικών, βρέθηκε να υποδηλώνεται κάποια συσχέτιση μεταξύ της επαγγελματικής χρήσης αυτού του εντομοκτόνου και των διάφορων μορφών καρκίνου. Παρ' όλ' αυτά, τα συμπεράσματα δεν είναι ασφαλή λόγω έλλειψης πειραματικών και επιδημιολογικών στοιχείων που να υποστηρίζουν αυτή τη συσχέτιση (Bonner et al., 2010).

Μία ακόμη μελέτη ασθενών μαρτύρων σε βρετανούς αγρότες με τη συμμετοχή 1516 ασθενών από καρκίνο του προστάτη και 4994 ανάλογης ηλικίας μάρτυρες από όλες τις άλλες μορφές καρκίνου εκτός από τον καρκίνο του πνεύμονα και καρκίνους άγνωστης πρωτογενούς θέσης εξέτασε την επαγγελματική έκθεση κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ζωής, σε περίπου 180 δραστικές ουσίες. Βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη και της έκθεσης σε DDT, simazine και lindane που είναι σύμφωνη με εκείνες που έχουν αναφερθεί και παλαιότερα στη βιβλιογραφία. Παρατηρήθηκε επίσης σημαντική αύξηση του κινδύνου για διάφορες δραστικές ουσίες που δεν έχουν αναφερθεί προηγουμένως στη βιβλιογραφία, όπως τα dichlone, dinoseb amine, malathion, endosulfan, 2,4-D, 2,4-DB, και την ουσία carbaryl (Band et al., 2011).

Επίσης, αρκετές μελέτες έχουν δώσει ενδείξεις ότι οι αγρότες και οι εργαζόμενοι στους αγρούς, μπορεί να έχουν μια αύξηση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου, όπως και υψηλότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του στομάχου, σε σύγκριση με το γενικό του πληθυσμού (Meyer et al., 2003). Ο Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) έχει εκδώσει εκθέσεις σχετικά με τον αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του δέρματος και των χειλιών μεταξύ των επαγγελματιών ψεκασμού φυτοφαρμάκων (IARC Ομάδα Εργασίας του 1991). Επιπλέον, σε μια μελέτη που διεξήχθη στην Κόστα Ρίκα, αυξημένη εμφάνιση καρκίνων του δέρματος (καρκίνος του χείλους, μελάνωμα, μη-μελανοκυτταρικός καρκίνος του δέρματος και καρκίνο του πέους) εκδηλώθηκε σε περιοχές καλλιέργειας καφέ, όπου χρησιμοποιήθηκαν paraquat και αρσενικό του μολύβδου εκτενώς (Wesseling et al. 1999).

Ο κίνδυνος από τις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι σημαντικός για τους εργαζόμενους σε θερμοκήπια καθώς, η έκθεση του ανθρώπου στο περιβάλλον του θερμοκηπίου σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο αναπνευστικών διαταραχών, ευαισθησία σε αλλεργιογόνα και δερματικές αντιδράσεις. Οι άνδρες εργαζόμενοι που απασχολούνται σε καλλιέργειες θερμοκηπίου για περισσότερα από 10 χρόνια είχαν μειωμένη μέση συγκέντρωση σπέρματος. Τα στοιχεία σχετικά με το αποτέλεσμα της εργασίας σε θερμοκήπια στον χρόνο έως την εγκυμοσύνη είναι αδιαμφισβήτητα, αλλά οι περισσότεροι από αυτούς δείχνουν μια σχέση μεταξύ της μειωμένης αναπαραγωγιμότητας και της εργασίας στο θερμοκήπιο, που συνδέονται κυρίως με την έκθεση σε φυτοφάρμακα. Υπάρχουν επίσης ορισμένες ενδείξεις ότι η εργασία στο θερμοκήπιο μπορεί να συμβάλει στις μυοσκελετικές διαταραχές και σε νευρολογικές αλλά μόνο μερικές επιδημιολογικές μελέτες επιβεβαίωσαν αυτά τα ευρήματα. Μερικές μελέτες παρουσιάζουν ενδείξεις για την καρκινογένεση από τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε θερμοκήπια (Jurewicz et al. 2007).

2.2.2. Παθητική έκθεση και κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου

Η παθητική έκθεση του ανθρώπου στις φυτοπροστατευτικές ουσίες αφορά οποιαδήποτε έκθεσή του που δε σχετίζεται με την επαγγελματική του δραστηριότητα. Μπορεί να

προκύπτει μέσω του περιβάλλοντος στο οποίο ζει σε περιπτώσεις ανθρώπων που κατοικούν κοντά σε αγροτικές περιοχές όπου γίνονται εφαρμογές φυτοπροστατευτικών, μέσω της διατροφής και του νερού, λόγω υπολειμμάτων χημικών ουσιών στα τρόφιμα και το νερό ή μέσω της οικογένειας σε περιπτώσεις αγροτικών οικογενειών που μεταφέρουν ακούσια τη μόλυνση στο χώρο της κατοικίας, αλλά και μέσω των γονέων, όταν πρόκειται για έκθεση παιδιών. Η παθητική έκθεση αφορά κυρίως χρόνια έκθεση των ανθρώπων σε μικρή ποσότητα φυτοπροστατευτικών ουσιών. Οι χρόνιες επιπτώσεις στην υγεία από φυτοφάρμακα είναι δύσκολο να μελετηθούν σε ανθρώπους, επειδή οι περισσότεροι άνθρωποι εκτίθενται σε χαμηλές δόσεις μιγμάτων φυτοπροστατευτικών, και οι όψιμες επιπτώσεις για την υγεία είναι δύσκολο να συνδεθούν με παρελθοντικές εκθέσεις (National Environmental Education & Training Foundation, 2003).

Σε μελέτη στην πολιτεία της Ουάσιγκτον από τους Fenske et al. έγινε φανερό ότι τα παιδιά μη αγροτικών οικογενειών που ζούσαν κοντά στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις (απόσταση 61 μ) είχαν ανιχνεύσιμα επίπεδα οργανοφωσφορικών διμεθυλο-μεταβολιτών στα ούρα, παρόμοια με τα παιδιά των εργαζομένων στη γεωργία. Αυτά τα παιδιά των μη γεωργικών εργαζόμενων είχαν εκτεθεί σε οργανοφωσφορικά που περιλάμβαναν azinphos-methyl, chlorpyrifos, και αιθυλοπαραθείο (Fenske et al., 2002). Στην ίδια μελέτη, γίνεται φανερό πως τα παιδιά των αγροτικών οικογενειών είχαν υψηλότερη έκθεση σε οργανοφωσφορικά σε σύγκριση με παιδιά των οικογενειών αναφοράς, όπως υποδεικνύεται από τα υψηλότερα επίπεδα μεταβολιτών οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων στα ούρα. Τα επίπεδα των οργανοφωσφορικών στη σκόνη του σπιτιού ήταν επίσης υψηλά στα σπίτια των αγροτικών οικογενειών (Fenske et al., 2002).

Σε μελέτη για την εμφάνιση λευχαιμίας σε παιδιά σε σχέση με την οικιστική έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες Τα ευρήματά υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η οικιστική έκθεση σε φυτοπροστατευτικά μπορεί να είναι ένας παράγοντας κινδύνου που συμβάλλει στην παιδική λευχαιμία, αλλά τα διαθέσιμα στοιχεία ήταν ανεπαρκή για την διαπίστωση αιτιώδους συνάφειας. Κατά συνέπεια θεωρείται σκόπιμο να εξεταστεί η ανάληψη προληπτικών μέτρων, συμπεριλαμβανομένων των εκπαιδευτικών μέτρων, για να μειωθεί η χρήση των φυτοπροστατευτικών για οικιστικούς σκοπούς και ειδικότερα η χρήση τους σε εσωτερικούς χώρους κατά την εγκυμοσύνη (van Maele-Farby, 2011).

Επιπλέον σε μια οικολογική μελέτη, βρέθηκαν υψηλά ποσοστά ανωμαλιών όπως κυκλοφορικές / αναπνευστικές δυσλειτουργίες αλλά και μυοσκελετικές / εξωσκελετικές (ή επιδερμικές), σε βρέφη που γεννήθηκαν από γυναίκες που ζούσαν σε περιοχές που καλλιεργούσαν σιτάρι σε μεγάλο βαθμό στο βόρειο Midwest, σε σύγκριση με τα βρέφη που γεννήθηκαν σε περιοχές με μικρότερης έκτασης καλλιέργειας σιτηρών, ειδικά όταν συνέβη σύλληψη στα τέλη της άνοιξης, η οποία συμπίπτει με αυξημένη χρήση του ζιζανιοκτόνου χλωροφαινόξυ (Schreinemachers, 2003). Συνεπώς, φαίνεται πως η έκθεση των γυναικών σε φυτοπροστατευτικά μπορεί επίσης να επηρεάσει το αποτέλεσμα της εγκυμοσύνης, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου της απώλειας εγκυμοσύνης και της βρεφικής συγγενούς ανωμαλίας.

Οι Bell et al. διερεύνησαν τους καθυστερημένους θανάτους εμβρύων και τους πρώιμους νεογνικούς θανάτους (20η εβδομάδα της κύησης έως 24 ώρες μετά τη γέννηση) που οφείλονται σε συγγενείς ανωμαλίες, όπως ανεγκεφαλία, ανωμαλίες των πνευμόνων, και ελαττώματα του ουροποιητικού συστήματος. Σε 10 αγροτικές κομητείες της Καλιφόρνια, 73 έμβρυο - νεογνικοί θάνατοι εντοπίστηκαν σε περίοδο 1 έτους (συμπεριλαμβανομένων 43 θανάτους από νεογνά). Αυτά συνδυάζονται με 611 κανονικές γεννήσεις χωρίς να σημειώνονται συγγενείς ανωμαλίες στο πιστοποιητικό γέννησης. Η διαβίωση κοντά σε αγρούς όπου εφαρμόζονται φυτοπροστατευτικές ουσίες, βρέθηκε να σχετίζεται με τον εμβρυϊκό - νεογνικό θάνατο. Ο κίνδυνος ήταν μεγαλύτερος εάν το φυτοφάρμακο εφαρμοζόταν σε απόσταση 1 χιλιομέτρου από το σπίτι της γυναίκας εγκύου και αν αυτό συνέβη κατά τη διάρκεια της κρίσιμης περιόδου της οργανογένεσης (τρίτη έως όγδοη εβδομάδα της κύησης) (Bell et al., 2001).

Από την άλλη πλευρά, και η τυχαία ή υπερβολική έκθεση σε φυτοπροστατευτικές ουσίες μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου. Το Κέντρο Δηλητηριάσεων, στο Νοσοκομείο Παιδών στο Omaha, αναφέρει ότι τα γεωργικά φάρμακα είναι υπεύθυνα για 4,6% του συνόλου των τυχαίων εκθέσεων. Σε μια μελέτη ανάμεσα στους καλούντες στο Κέντρο Δηλητηριάσεων που είχαν εκτεθεί σε γεωργικές χημικές ουσίες, φάνηκε ότι η Άνυδρη αμμωνία προκάλεσε 24% από τα επεισόδια. Τα υπόλοιπα προκλήθηκαν από ζιζανιοκτόνα (22%) και εντομοκτόνα (54%). Τα περισσότερα περιστατικά έκθεσης σε ζιζανιοκτόνα είχαν ως αποτέλεσμα ερεθισμούς των ματιών ή του δέρματος. Ενώ η έκθεση στα εντομοκτόνα έτεινε να οδηγήσει σε πιο

εμφανή συμπτώματα και περισσότερο ανησυχητικά όπως ναυτία, εμετό, πονοκέφαλο, ζάλη, και δυσκολία αναπνοή (Schulze et al, 1997).

Η παθολογική έκθεση έχει συνδεθεί και με την εμφάνιση διαφόρων μορφών καρκίνου. Σε συγκριτική μελέτη εμφάνισης καρκίνου του μαστού ανάμεσα σε αγροτικές και αστικές περιοχές στην Αίγυπτο, κατά τα έτη 1999-2006, βρέθηκε πως συνολικά, το ποσοστό εμφάνισης καρκίνου του μαστού ήταν τρεις έως τέσσερις φορές υψηλότερο στις αστικές περιοχές από ό, τι στις αγροτικές περιοχές. Οι αστικές περιοχές είχαν σταθερά υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης του καρκίνου του μαστού σε όλες τις ηλικιακές ομάδες για όλα τα έτη. Η υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης του καρκίνου του μαστού σε αστικούς και πιο ανεπτυγμένους πληθυσμούς, ενδέχεται να σχετίζεται με την υψηλότερη έκθεση σε ξενοοιστρογόνα, καθώς και άλλους ενδοκρινικούς διαταράκτες και γονοτοξικές ουσίες (Dey et al., 2010).

Ενώ σε άλλη μελέτη, ανασκόπησης των βασικών μηχανισμών καρκίνων που προκαλούνται από φυτοπροστατευτικές ουσίες, στη Μαρτινίκα της Γαλλίας, υποδεικνύεται έντονα ότι τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα μπορεί να συμμετέχουν αιτιολογικά στην αυξανόμενη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του προστάτη και του μαστού στην περιοχή αυτή, μέσω ενός κοινού καρκινογόνου μηχανισμού ενδοκρινικής διαταραχής. Παρ' ολ' αυτά, υπαίτια για την έκθεση φαίνεται να είναι φυτοπροστατευτικά που ανήκουν στους έμμορους οργανικούς ρύπους όπως τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα, που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν κατά κόρον και σε μεγάλες ποσότητες στο νησί, στις καλλιέργειες της μπανάνας, αλλά δε χρησιμοποιούνται πλέον (Landau-Ossondo et al., 2009).

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα χρησιμοποιούνται ευρέως σε νοικοκυριά για την καταπολέμηση εντόμων και ζιζανίων. Αρκετές μελέτες, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν εξετάσει την πιθανή σχέση της συγκέντρωσης του ορού των οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων και της ανάπτυξης καρκίνου του μαστού. Ενώ λίγα στοιχεία υπάρχουν και σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ αυτο-αναφερόμενης, οικιακής έκθεσης σε φυτοφάρμακα και τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού. Σε μελέτη στην περιοχή της Νέας Υόρκης με τη συμμετοχή (447 ασθενών και 758 μάρτυρες). Ως ασθενείς ορίστηκαν οι γυναίκες με πρόσφατα διαγνωσμένο καρκίνο του μαστού ή

καρκίνωμα in-situ, ενώ οι μάρτυρες περιλάμβαναν γυναίκες με καλοήθεις παθήσεις του μαστού ή εκείνες που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση του μαστού που όμως δε σχετιζόταν με καρκίνο. Συνολικά, τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν κάποια συσχέτιση μεταξύ της αυτο-αναφερόμενης έκθεσης σε φυτοφάρμακα και τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού (Farooq et al, 2010).

Σε έρευνες που διενεργήθηκαν στο Νεπάλ σε νοικοκυριά κάθε εβδομάδα για επτά μήνες το 2005, έγινε προσπάθεια κατανόησης των συμπτωμάτων από οξεία έκθεση. Με βάση δεδομένα από 291 νοικοκυριά, η μελέτη διαπιστώνει ότι το μέγεθος της έκθεσης σε εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα επηρέασε σημαντικά την εμφάνιση οξέων συμπτωμάτων. Η προβλεπόμενη πιθανότητα εμφάνισης ασθένειας από συμπτώματα που σχετίζονται με τις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι σημαντικά υψηλότερη μεταξύ των ατόμων που εφαρμόζουν τα φυτοφάρμακα σε σύγκριση με τα άτομα στο ίδιο νοικοκυριό που δεν είναι άμεσα εκτεθειμένα (Atreya, 2008).

Οι εκτεταμένοι ψεκασμοί φυτοπροστατευτικών από αεροσκάφη πάνω από κατοικημένες περιοχές αποτέλεσαν έναν ακόμη παράγοντα κινδύνου για το γενικό πληθυσμό, εφόσον οι κάτοικοι των περιοχών αναπνέουν τον αέρα που περιέχει τις χημικές ουσίες. Κατά την περίοδο 1999-2000 το πρώτο κρούσμα του ιού του Δυτικού Νείλου στις Ηνωμένες Πολιτείες οδήγησε στους αεροψεκασμούς φυτοπροστατευτικών ουσιών πάνω από τη Νέα Υόρκη για την καταπολέμηση των κουνουπιών που μεταδίδουν τον ιό. Οργανοφωσφορικές ενώσεις (κυρίως μαλάθειο) χρησιμοποιήθηκαν επίσης ως νυμφοκτόνα για την πρόληψη μετάδοσης της ασθένειας. Η χρήση των οργανοφωσφορικών ενάντια στα κουνούπια που φέρουν τον ιό του Δυτικού Νείλου έχει εγείρει την ευαισθητοποίηση του γενικού πληθυσμού και των επαγγελματιών δημόσιας υγείας (Miller, 2001).

Η παθητική έκθεση του ανθρώπου πιθανόν να συμβεί μέσω της διατροφής του. Η κατανάλωση φρέσκων φρούτων και χυμών είναι πιθανό να αποτελέσει παράγοντα κινδύνου όταν οι καταναλωτές δεν πλένουν επαρκώς τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν υποστεί ψεκασμούς με φυτοπροστατευτικές ουσίες κατά την ανάπτυξή τους. Στην πολιτεία του Μέριλαντ μια έρευνα των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα από τον Σεπτέμβριο του 1995 έως το Σεπτέμβριο του 1996 έδωσε θετικά αποτελέσματα για την παρουσία

τους. Το chlorpyrifos ανιχνεύθηκε σε 38,3% των δειγμάτων στερεών τροφίμων και μαλάθειο στο 75,2% των δειγμάτων τροφίμων από 75 άτομα εξεταζόμενους μάρτυρες (MacIntosh et al., 2001).

Κεφάλαιο 3ο: Προάσπιση της υγείας από τους κινδύνους έκθεσης στα φυτοπροστατευτικά

3.1 Νομοθετικές ρυθμίσεις – συστάσεις

Παρόλο που στο παρελθόν ήταν λίγα τα κράτη που είχαν νομοθεσία σχετική με τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα οι αρνητικές επιπτώσεις που παρατηρήθηκαν από την ανεξέλεγκτη χρήση τους είχε σαν αποτέλεσμα σήμερα τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα να ελέγχονται αυστηρά από τις νομοθεσίες προκειμένου να προστατέψουν τα κράτη την υγεία των αγροτών, των καταναλωτών και το περιβάλλον. Η θέσπιση νομοθετικών ρυθμίσεων σχετικά με την αδειοδότηση και έγκριση των φυτοπροστατευτικών όσον αφορά τη διάθεσή τους στην αγορά, ξεκίνησε στα περισσότερα κράτη του κόσμου μετά τα μέσα του προηγούμενου αιώνα (Hond et al., 2003). Είναι γεγονός, πως παρότι δεν είναι ιδιαίτερα γνωστό, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα βρίσκονται σήμερα μεταξύ των προϊόντων που ελέγχονται αυστηρά από νομοθεσίες, των οποίων οι διαδικασίες και οι απαιτήσεις θεωρούνται πολύπλοκες (Harris, 2000).

Αποτέλεσμα της αυξημένης ανησυχίας, αλλά και της θέσπισης αυστηρότερων νομοθεσιών, ήταν η απαγόρευση ή οι περιορισμοί στη χρήση των οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων, τα λεγόμενα “δεύτερης γενιάς φάρμακα”, όπως το DDT και το dieldrin, στα περισσότερα ανεπτυγμένα κράτη του κόσμου (Hough, 2003). Η επείγουσα απαγόρευση των ουσιών αυτών φαίνεται πως δημιούργησε την ανάγκη για μια εκ νέου αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων φυτοπροστατευτικών και την ανάπτυξη ενός νομικού πλαισίου ρύθμισης της παραγωγής και της χρήσης τους (Walker et al., 2003). Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1960, αυτή η ανάγκη κορυφώθηκε με τη δημιουργία της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) των Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία ήταν η πρώτη κυβερνητική υπηρεσία, για την ανάληψη ενεργειών κατά της χρήσης φυτοφαρμάκων μέχρι εκείνη τη στιγμή. Οι κίνδυνοι που ενέχουν για τον άνθρωπο και το περιβάλλον αναγνωρίστηκαν αργότερα από τα Ηνωμένα Έθνη (ΟΗΕ). Η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ, το 1972, προχώρησε στην ίδρυση του Προγράμματος για το

Περιβάλλον των Ηνωμένων Εθνών (UNEP, United Nations Environmental Programme). Μετά τις κανονιστικές πρωτοβουλίες της ΕΡΑ των ΗΠΑ, και των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με τη χρήση των φυτοφαρμάκων και των προγραμμάτων παρακολούθησης των καταλοίπων φυτοφαρμάκων στο οικοσύστημα, ένας αριθμός των ανεπτυγμένων χωρών κινήθηκε αργότερα στην ίδια κατεύθυνση, η οποία οδήγησε σε ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών εθνικών κανονισμών (Karabelas et al., 2009).

Τα τελευταία χρόνια στις ανεπτυγμένες χώρες, παγκοσμίως, παρατηρούνται δύο διαφορετικές τάσεις σχετικά με τη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών. Οι ανεπτυγμένες χώρες και κυρίως η Ευρωπαϊκή Ένωση, οι Η.Π.Α και ο Καναδάς έχουν εγκρίνει και ψηφίσει αυστηρούς κανονισμούς οι οποίοι περιορίζουν τη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων με στόχο τη μείωση των υπολειμμάτων των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα τρόφιμα και το νερό και την προστασία του περιβάλλοντος και των οργανισμών που δεν αποτελούν στόχο των σκευασμάτων αυτών. Κατά συνέπεια οι χώρες αυτές ακολουθούν την κατεύθυνση της χρήσης λιγότερων και περισσότερο φιλικών στο περιβάλλον ουσιών. Αντίθετα, στις αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθείται διαφορετική κατεύθυνση, με στόχο την κατά το δυνατόν αύξηση της αγροτικής παραγωγής και κατ' επέκταση της παραγόμενης τροφής, με χρήση παλιών και φθηνών ουσιών (Carvahlo, 2006).

Η ευρωπαϊκή γεωργία είναι σύγχρονη και διεκδικεί μια ανταγωνιστική θέση στο διεθνές περιβάλλον. Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι παγκοσμίως ο δεύτερος μεγαλύτερος εξαγωγέας γεωργικών προϊόντων. Η αγροτική πολιτική που ασκείται σε όλα ανεξαιρέτως τα κράτη-μέλη είναι ενιαία, αποφασίζεται κεντρικά με τη συμμετοχή εκπροσώπων όλων των κυβερνήσεων, ενώ την ευθύνη της ορθής εφαρμογής και του ελέγχου έχουν οι κυβερνήσεις σε εθνικό επίπεδο. Βασικό στοιχείο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) είναι η στήριξη των εισοδημάτων των παραγωγών με μέριμνα για την ενθάρρυνση της επέκτασης γεωργικών πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον και της παραγωγής υψηλής ποιότητας προϊόντων που βρίσκουν διέξοδο στην αγορά. (Δαμιανός Δ., Παπαγεωργίου Κ., Σπαθής Π., 2006)

Στην Ευρώπη η πρώτη προσπάθεια εφαρμογής νομοθεσίας για τον περιορισμό της χρήσης των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων ξεκίνησε το 1976 με την έκδοση της

Κοινοτικής Οδηγίας 79/895/ΕΚ, με βάση την οποία καθιερώθηκαν μέγιστα όρια για την υπολειμματικότητα σε 43 δραστικές ουσίες σε φρούτα και λαχανικά (Karabelas et al., 2009). Ακολούθησαν και άλλες Κοινοτικές Οδηγίες μέχρι το 1991, οπότε και δημοσιεύθηκε η Οδηγία 91/414/ΕΟΚ βάση της οποίας οι νομοθεσίες όλων των κρατών μελών άλλαζαν ριζικά προκειμένου να έχουν όλα τα μέλη την ίδια νομοθεσία. Η Οδηγία αυτή, που τέθηκε σε εφαρμογή τον Ιούλιο του 1993, προέβλεπε την επαναξιολόγηση όλων των υπαρχόντων αλλά και των νεοφανών δραστικών ουσιών που κυκλοφορούσαν στο εμπόριο των κρατών μελών της Ε.Ε. Με βάση λοιπόν την Οδηγία αυτή ένα φυτοπροστατευτικό σκεύασμα δεν θα πρέπει να έχει καμία επιβλαβή επίδραση στην υγεία του ανθρώπου, των ζώων (μέσω της τροφής, των ζωοτροφών, ή του πόσιμου νερού) και στο περιβάλλον. Ο έλεγχος των φυτοπροστατευτικών προϊόντων είχε σαν αποτέλεσμα την απώλεια μεγάλου αριθμού δραστικών ουσιών. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στα εντομοκτόνα ενώ ακολούθησαν τα ζιζανιοκτόνα. (Harris, 2002)

Στην χώρα μας, ο πρώτος νόμος που αφορούσε τον έλεγχο της χρήσης των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων θεσπίστηκε το 1977 (Νόμος 721/77), ο οποίος όριζε την έννοια του γεωργικού φαρμάκου και περιελάμβανε τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρεί το προϊόν προκειμένου να κυκλοφορήσει στο εμπόριο (Μουρκίδου, 2000). Αργότερα, όπως αναφέρθηκε με τη δημοσίευση της Κοινοτικής Οδηγίας 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου της Ευρώπης, η Ελλάδα ως κράτος μέλος προσαρμόστηκε, ως όφειλε, στην Ευρωπαϊκή Οδηγία με πράξη νομοθετικού περιεχομένου (Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμ. 115).

Το 1992 αποτελεί χρονιά ορόσημο για την εξέλιξη της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) καθώς αποφασίστηκαν μια σειρά από αλλαγές που θα επέφεραν την ισορροπία στην αγορά και την απεμπλοκή στις διεθνείς εμπορικές διαπραγματεύσεις. Ένα από τα κυριότερα μέτρα που θεσπίστηκαν την περίοδο αυτή είναι η καθιέρωση αγροπεριβαλλοντικών κινήτρων με στόχο την εντατικοποίηση της παραγωγής και την προστασία των φυσικών πόρων. (Tsouvelekas et al., 2001)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση το Δεκέμβριο του 1991 θέσπισε την Οδηγία Νιτρικών (Nitrates Directive) 91/696/EEC η οποία αναφέρεται στην προστασία των υδάτων από διάχυτες πηγές γεωργικής προέλευσης με ανώτατο όριο νιτρικών τα $50\text{mg NO}_3\text{L}^{-1}$. Με την

οδηγία αυτή αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα χρησιμοποίησης αζωτούχων λιπασμάτων και ζωικής κόπρου στη γεωργία, επισημαίνονται όμως οι οικολογικοί κίνδυνοι τους οποίους προκαλεί η υπερβολική χρήση των υλικών αυτών. Μεταξύ των άλλων η οδηγία επισημαίνει ότι τα Κράτη – Μέλη οφείλουν να καθιερώσουν έναν Κώδικα “Μέτρων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής” και να προβούν σε οριοθέτηση των ευπρόσβλητων με νιτροποίηση περιοχών εντός των οποίων θα ληφθούν ειδικά μέτρα προστασίας. Ο Κώδικας της Ε.Ε για την χρήση των λιπασμάτων έχει σαν στόχο να πραγματοποιούν οι παραγωγοί ορθή χρήση λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων διασφαλίζοντας ωστόσο υψηλές αποδόσεις στις καλλιέργειες τους. (Δαμιανός Δ., Παπαγεωργίου Κ., Σπαθής Π., 2006)

Το 2000 η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε μια νέα Οδηγία την 2000/60/ΕΚ (Water Framework Directive), η οποία αφορούσε την προστασία των νερών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Οδηγία αυτή αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να δέχεται την κατάλληλη μεταχείριση για την εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για τη βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση του». Επίσης, θεωρεί και καθιερώνει κοινούς ορισμούς (επιφανειακά, υπόγεια νερά, κ.α.) για την κατάσταση των νερών από άποψη ποιότητας (καλή, οικολογική, χημική, επικίνδυνες ουσίες, ρύπος, οριακές τιμές, ποιοτικό περιβαλλοντικό πρότυπο κ.α.) και ποσότητας όπου ενδείκνυται για την προστασία του περιβάλλοντος. (Λόλας, 2007)

Τα μέτρα που περιελάμβανε η Οδηγία 2000/60/ΕΚ είχαν στόχο να περιορίσουν την χρήση διάφορων ουσιών που ρυπαίνουν τα ύδατα, μεταξύ των οποίων είναι και οι δραστικές ουσίες φυτοφαρμάκων. Σήμερα, στην Ευρώπη, η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση δραστικών ουσιών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στα ύδατα, πόσιμα, επιφανειακά ή υπόγεια, είναι 0,1mg/λίτρο και όχι επάνω από 0,5mg/λίτρο συνολικά για περισσότερα από ένα γεωργικά φάρμακα. Το μέγιστο αυτό όριο αποτελεί και κριτήριο για την έγκριση κυκλοφορίας του σκευάσματος. Τα φυτοφάρμακα που απαντούν συχνότερα στα υπόγεια ύδατα είναι η ατραζίνη και η σιμαζίνη, ζιζανιοκτόνα ευρέως φάσματος, τα οποία σήμερα έχουν αποσυρθεί από την αγορά ωστόσο στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν αλόγιστα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007).

Από το 2008 έχει τεθεί σε εφαρμογή και ο Κανονισμός 396/2005 της Ε.Ε με βάση τον οποίο όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε θα πρέπει να εναρμονιστούν σε μέγιστα επιτρεπτά όρια υπολειμματικότητας σε τρόφιμα και ζωοτροφές για όλα τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο των κρατών – μελών. Ο στόχος αυτού του μέτρου ήταν να περιοριστεί η έκθεση των καταναλωτών σε φυτοπροστατευτικές ουσίες. (Karabelas et al., 2009)

Η Οδηγία 2006/12/ΕΚ για τα στερεά και επικίνδυνα απόβλητα προβλέπει την ασφαλή αποδόμηση και διαχείριση των άδειων συσκευασιών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων με βάση συγκεκριμένες οδηγίες. Αλλά και η Οδηγία 2009/128/ΕΚ (Sustainable Use Directive), για την αειφορική χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία απαιτεί από τα Κράτη – Μέλη να θεσπίσουν Εθνικά Σχέδια Δράσης με στόχο τη μείωση της χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, και την προώθηση της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των φυτοπροστατευτικών. Η συγκεκριμένη οδηγία τίθεται σε εφαρμογή το 2011, και εκτός των άλλων απαιτεί την εκπαίδευση όλων των εμπλεκόμενων στη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών (χρήστες, διανομείς, σύμβουλοι) (Williams, 2011).

Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται η Οδηγία 2009/127/ΕΚ, με την οποία τίθενται Ευρωπαϊκά πρότυπα για τον τρόπο χρήσης του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Επίσης ο Κανονισμός 1185/2009 προβλέπει την τήρηση στατιστικών στοιχείων ως προς τις ετήσιες πωλήσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, αλλά και την τήρηση πενταετών στοιχείων σχετικά με τον τρόπο χρήσης τους στις καλλιέργειες (Williams, 2011).

Η εφαρμογή της Οδηγίας 91/414/ΕΟΚ έφερε σημαντικές αλλαγές στην χρήση πολλών φυτοπροστατευτικών ουσιών, πολλές ήταν οι δραστικές ουσίες που αποσύρθηκαν από την αγορά με αποτέλεσμα να μειωθούν σε σημαντικό βαθμό οι δραστικές ενώσεις, κυρίως των εντομοκτόνων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει δυνατότητα εναλλαγής διαφορετικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, με αποτέλεσμα πολλές φορές να παρατηρείται ανάπτυξη ανθεκτικότητας από τον εχθρό ή την ασθένεια. Στον

Πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η μείωση των εγκεκριμένων δραστικών ουσιών, που επιτρέπονται και κυκλοφορούν στην Ευρωπαϊκή Αγορά. Παρόλαυτά, μέχρι σήμερα οι πολιτικές που εφαρμόζονται καθώς και η σχετική νομοθεσία που έχει θεσπιστεί δεν έχουν καταφέρει να μειώσουν την χρήση των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρόλο που οι διαδικασίες έγκρισης έχουν αυξημένο κόστος παρασύροντας έτσι στην άνοδο και την τελική τιμή των προϊόντων.

Πίνακας 3.1. Διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των δραστικών ουσιών που εγκρίνονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή: European Commission, http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/pesticides_database/, Καν. (ΕΕ) 540/2011)).

Έτος	«Υπάρχουσες δραστικές ουσίες»	«Νεοφανείς δραστικές ουσίες»	Σύνολο
1998	946	1	947
1999	945	4	949
2000	938	5	943
2001	936	14	950
2002	615	24	639
2003	610	46	656
2004	498	54	552
2005	487	64	551
2006	479	70	549
2007	349	70	419
2008	290	82	372
2009	279	87	366
2010	265	93	358
2011	255	98	353

Αδιαμφισβήτητα, η Οδηγία 91/414/ΕΟΚ, υπήρξε η βασική νομοθεσία που επηρέασε την αγορά των φυτοπροστατευτικών ουσιών στην Ευρώπη τις τελευταίες δύο δεκαετίες.

Σήμερα η Οδηγία 91/414/ΕΟΚ έχει αντικατασταθεί από τον Κανονισμό 1107/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και έχει τεθεί σε εφαρμογή από το 2011 (Mereu, 2011). Με βάση τον νέο Κανονισμό τίθενται νέοι όροι και διαδικασίες για την έγκριση και διάθεση των φυτοπροστατευτικών ουσιών στην αγορά των ευρωπαϊκών χωρών. Με βάση τον Κανονισμό, εισάγονται κριτήρια επικινδυνότητας για τη μη-έγκριση μίας δραστικής ουσίας, τα οποία σχετίζονται με τις ιδιότητες και την ταξινόμηση των χημικών ουσιών ως καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες, τοξικές για την αναπαραγωγή και ως ενδοκρινικοί διαταράκτες.

Αν και το χρονικό διάστημα από την εφαρμογή του τελευταίου Κανονισμού είναι μικρό για να αξιολογηθεί σχετικά με τις επιπτώσεις που θα εμφανιστούν στα κράτη – μέλη από την εφαρμογή του μπορούμε να πούμε πως οι περισσότερες σχετικές νομοθεσίες που έχουν θεσπιστεί στην Ε.Ε δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στην έγκριση και διάθεση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο εμπόριο καθώς επίσης και στο τέλος της ζωής των προϊόντων αυτών και λιγότερο στην χρήση τους. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007)

3.2 Βιοπαρακολούθηση

Η οικολογική παρακολούθηση και η αειφορική διαχείριση των οικοσυστημάτων αποκτά παγκοσμίως όλο και μεγαλύτερη σημασία. Παρόλο που δεν έχουμε ακριβή στοιχεία είναι βέβαιο ότι η βιοπαρακολούθηση έχει αναπτυχθεί με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία 50 χρόνια. Οι κυριότεροι λόγοι που οδήγησαν σε αυτή την ανάπτυξη είναι οι αυξανόμενες ανθρωπογενείς επιδράσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και το ενδιαφέρον της κοινωνίας για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η παρακολούθηση στη διαχείριση των φυσικών πόρων είναι ισχυρό εργαλείο για την αναγνώριση προβλημάτων σε αρχικά στάδια και κρίσιμο εργαλείο για την μέτρηση της επιτυχίας διαχείρισης. Η αποτελεσματική επομένως διαδικασία παρακολούθησης μπορεί να παρέχει υποστηρικτικά την κατάλληλη τεκμηρίωση για την συνέχιση της υπάρχουσας διαχείρισης.

Με τον όρο βιοπαρακολούθηση νοείται μια επιστημονική τεχνική που αναλύει την έκθεση ενός ατόμου σε φυσικά και συνθετικά χημικά. Σε μελέτες βιοπαρακολούθησης, οι επιστήμονες εξετάζουν και μετρούν τη συγκέντρωση των χημικών ουσιών σε ιστούς και υγρά ενός ατόμου, συνήθως αίμα, ούρα, μητρικό γάλα και μερικές φορές αποβαλλόμενο αέρα. Τα δεδομένα από τη βιοπαρακολούθηση αποκαλύπτουν τις ποσότητες των φυσικών και κατασκευασμένων χημικών ουσιών που έχουν εισέλθει και παραμένουν στο σώμα. Η πληροφορία αυτή είναι χρήσιμη για την καθοδήγηση περαιτέρω έρευνας σχετικά με τις πηγές έκθεσης σε χημικές ουσίες, τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία, καθώς και τους τρόπους μείωσης ή αποφυγής μελλοντικής έκθεσης (American Chemistry Council, 2011).

Η ανθρώπινη βιοπαρακολούθηση (Human Biomonitoring) είναι ο προσδιορισμός του βαθμού έκθεσης του ανθρώπου σε περιβαλλοντικούς ρύπους και χρησιμοποιείται για να δώσει την εικόνα της ποσότητας χημικής ουσίας που έχει απορροφηθεί και κατακρατηθεί από τον οργανισμό. Με την ανθρώπινη βιοπαρακολούθηση προσδιορίζεται ο ίδιος ο ρύπος ή το προϊόν μεταβολισμού του μέσα στο σώμα. Σαν δείγμα χρησιμοποιούνται τα ανθρώπινα υγρά (αίμα, ούρα, σάλιο, μητρικό γάλα) ή οι ιστοί (μαλλιά, νύχια, λιπώδης ιστός). Το αίμα, τα ούρα και το σάλιο είναι τα δείγματα που χρησιμοποιούνται συχνότερα. (Clark & Snedeker, 2006)

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες βιοδεικτών (U.S. EPA):

1. Βιοδείκτης έκθεσης (biomarker of exposure)

- Η ίδια η εξωγενής ουσία ή οι μεταβολίτες της. Οι Βιοδείκτες έκθεσης χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθεί η ποσότητα μιας χημικής ουσίας που είναι παρούσα μέσα στο σώμα. Πολλές χημικές ουσίες μπορεί να μετρηθούν στα ούρα, το αίμα, το σάλιο, και, εάν είναι λιποδιαλυτές, στο λίπος του σώματος και το μητρικό γάλα.

2. Βιοδείκτης ευπάθειας ή ευαισθησίας (biomarker of susceptibility)

- Μετρήσιμη αδυναμία του οργανισμού (κληρονομική ή επίκτητη) να αντιμετωπίσει την παρουσία της εξωγενούς χημικής ουσίας. Οι βιοδείκτες ευαισθησίας είναι παράγοντες που μπορούν να κάνουν

ορισμένα άτομα πιο ευαίσθητα στην έκθεση σε χημικές ουσίες και περιλαμβάνουν: α) γενετικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το πώς το σώμα αλληλεπιδρά με ένα χημικό, β) βιολογικούς παράγοντες που σχετίζονται με τη διατροφική κατάσταση, την κατάσταση της υγείας, τον τρόπο ζωής, και το στάδιο της ζωής που μπορεί να επηρεάσουν την ευαισθησία ενός ατόμου στην έκθεση σε χημικές ουσίες.

3. Βιοδείκτης επίδρασης (biomarker of effect)

- ο Βιοχημική μεταβολή κάποιας βιολογικής διαδικασίας. Οι βιοδείκτες της επίδρασης είναι δείκτες μιας αλλαγής στη βιολογική λειτουργία σε αντίδραση σε μια έκθεση σε χημικές ουσίες. Έτσι, σχετίζονται άμεσα με την αντίληψη της δυνατότητας για δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία σε σχέση με τους βιοδείκτες έκθεσης.

Οι βιοδείκτες έκθεσης καλύπτουν την ανίχνευση καθώς επίσης και την μέτρηση σε μια εξωγενή ουσία ή σε ένα προϊόν μεταβολισμού ενός ξеноβιοτικού παράγοντα με το μόριο στόχο ή κύτταρο στόχο, το οποίο προϊόν μετριέται σε κάποιο τμήμα μέσα στον οργανισμό.

Οι βιοδείκτες ευαισθησίας σχετίζονται με την ικανότητα ενός οργανισμού να αντιδρά σε μια έκθεση που προκαλείται από μια ξеноβιοτική ουσία.

Οι βιοδείκτες επίδρασης συμπεριλαμβάνουν τις μετρήσιμες φυσιολογικές, βιοχημικές ή άλλες μεταβολές που πραγματοποιούνται σε μέσα στο σώμα του ανθρώπου και μπορούν να ανταγωνιστούν με τον συσχετισμό τους με την επαληθευμένη ή και πιθανή βλάβη στην υγεία ή και ασθένεια.

Οι μελέτες βιοπαρακολούθησης παρέχουν ένα ευρύ φάσμα νέων πληροφοριών σχετικά με το πώς εκτίθενται οι άνθρωποι σε φυτοφάρμακα σε διαφορετικές καταστάσεις. Μελέτες για την έκθεση των παιδιών σε φυτοφάρμακα παρέχουν μεταξύ άλλων ακριβέστερες εκτιμήσεις σχετικά με τον βαθμό στον οποίο αυτές οι ομάδες εκτίθενται

σε γεωργικά φάρμακα. Η πληροφορία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αλλαγή των πρακτικών και την μείωση της έκθεσης. (Clark & Snedeker, 2006)

Ο βαθμός έκθεσης των παραγωγών εξαρτάται από μια ποικιλία παραγόντων. Οι γεωργοί είναι σε θέση να επιλέξουν τον τύπο φυτοφαρμάκου που θα χρησιμοποιήσουν, την μέθοδο εφαρμογής του φυτοπροστατευτικού, τον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό και την κατάσταση του εξοπλισμού τους. Η έκθεση του δέρματος σε φυτοπροστατευτικά σκευάσματα αναγνωρίζεται ως η πιο συνηθισμένη έκθεση ξεπερνώντας την έκθεση μέσω της κατάποσης ή μέσω της αναπνοής. (Clark & Snedeker, 2006).

Η βιοπαρακολούθηση έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της έκθεσης των ατόμων που χρησιμοποιούν μικρές συσκευές εφαρμογής στο εσωτερικό των κατοικιών, όπου η έκθεση είναι σημαντικά μικρότερη και συμβαίνει σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό,τι η ανοιχτού πεδίου γεωργική χρήση. Σε γενικές γραμμές, οι μετρήσεις υποδεικνύουν την έκθεση ακριβέστερα, καθώς αντανακλούν το βαθμό της απορρόφησης μέσω του δέρματος σε ολόκληρο το σώμα και την επίδραση της απέκκρισης του φυτοφαρμάκου (Matthews, 2006).

Σε πρόσφατες έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι παραγωγοί μπορεί να μεταφέρουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα σπίτια τους από τα ρούχα τους μετά την εφαρμογή φυτοφαρμάκων στο χωράφι. Σε πειράματα βρέθηκαν υπολείμματα φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στο σπίτι, στο αυτοκίνητο, στο πάτωμα και τα χαλιά. (Clark & Snedeker, 2006)

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Οχάιο, ελέγχθηκε το σάλιο για συγκεντρώσεις του ζιζανιοκτόνου της ατραζίνης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των φυτοφαρμάκων στο σάλιο των ατόμων του δείγματος ήταν υψηλότερες τις ημέρες που εφαρμόστηκαν ψεκασμοί με το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Σε ένα πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένα καινοτόμο σχέδιο μελέτης για την διατροφική έκθεση οργανοφωσφορικών φυτοφαρμάκων σε μια ομάδα από 23 παιδιά ηλικίας δημοτικού μέσω της βιοπαρακολούθησης του ουροποιητικού. Αντικαταστάθηκαν λοιπόν οι περισσότερες τροφές που ήταν προϊόντα συμβατικής γεωργίας με βιολογικά

είδη για 5 συνεχόμενες ημέρες και συλλέγονταν καθημερινά τα ούρα των παιδιών. Η μελέτη έδειξε ότι οι μέσες συγκεντρώσεις των ούρων σε συγκεκριμένους μεταβολίτες μαλαθείου και οργανοφωσφορικών μειώθηκαν από όταν τα παιδιά άρχισαν να τρέφονται με βιολογικά προϊόντα. Ωστόσο, η ανίχνευση αυτών των μεταβολιτών δεν ήταν αρκετά συχνή ώστε να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. (Lu et al, 2006)

3.2.1 Χρήση βιοδεικτών

Κάθε οργανισμός ενός οικοσυστήματος μπορεί να περιγράψει την υγεία του περιβάλλοντος. Οι βιοδείκτες μπορεί να είναι οργανισμοί όπως τα ψάρια, τα πτηνά τα οποία χρησιμοποιούνται πολλές φορές προκειμένου να ελέγξουν την μόλυνση του περιβάλλοντος. Ο βιοδείκτης είναι ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά και μπορεί να αξιοποιηθεί σαν δείκτης φυσιολογικής ή παθολογικής κατάστασης. www.fda.gov

Η χρήση βιοδεικτών σε ένα οικοσύστημα πραγματοποιείται προκειμένου να αποκαλύπτουν αλλαγές που πραγματοποιούνται στο φυσικό περιβάλλον, να καταγράφουν την ύπαρξη μόλυνσης και την επιρροή στο οικοσύστημα στο οποίο ζει ο οργανισμός και τέλος για να παρακολουθούν την εξέλιξη του περιβαλλοντικού καθαρισμού.

Τα διάφορα είδη βιοδεικτών αποτελούν ξεχωριστούς δείκτες γιατί υποδεικνύουν την βιολογική κατάσταση που επικρατεί σε ένα οικοσύστημα. Η χρήση βιοδεικτών για την ύπαρξη μόλυνσης σε ένα οικοσύστημα μπορεί να βοηθήσει στην διατήρηση κρίσιμων πηγών πληροφοριών.

Τις κυριότερες ομάδες βιοδεικτών αποτελούν:

- Τα ψάρια
- Τα ασπόνδυλα
- Τα περίφυτα
- Τα μακρόφυτα

Η παρουσία ή η απουσία συγκεκριμένων φυτών ή άλλης φυτικής ζωής σε ένα οικοσύστημα μπορεί να εξασφαλίζει σπουδαίες πληροφορίες για την υγεία του περιβάλλοντος. Οι λειχήνες για παράδειγμα που απαντούν σε βράχους ή κορμούς δέντρων προέρχονται από μύκητες και η απουσία τους σε ένα δάσος μπορεί να υποδηλώνει κάποιο περιβαλλοντικό άγχος. (WHO, 1993).

Όσον αφορά τα ζώα η αύξηση ή η μείωση ενός ζωικού πληθυσμού μπορεί να υποδηλώνει περιβαλλοντική μόλυνση σε ένα οικοσύστημα. Εκτός από τον έλεγχο του μεγέθους και του αριθμού ενός ζωικού είδους και άλλοι μηχανισμοί όπως είναι η παρακολούθηση της συγκέντρωσης τοξινών σε ζωικούς ιστούς καθώς επίσης και η παρακολούθηση της συγκέντρωσης τοξινών σε διάφορους τοξικούς ιστούς και η παρακολούθηση του ρυθμού στον οποίο οι δυσμορφίες αυξάνονται σε πληθυσμού ζώων.

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται και αυτοί σαν δείκτες προκειμένου να προσδιορίσουν πιθανή μόλυνση σε ένα υδάτινο ή χερσαίο οικοσύστημα. Για τον εντοπισμό μικροοργανισμών σε μεγάλες ποσότητες σε ένα οικοσύστημα που ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στο μέλλον θα πρέπει να ελέγχονται οι πρωτεΐνες που παράγονται από τους οργανισμούς αυτούς. Οι πρωτεΐνες άγχους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πρόωμη ειδοποίηση για τον εντοπισμό χαμηλών επιπέδων μόλυνσης. <http://www.epa.gov/>

3.3 Μέτρα προστασίας

Τα τελευταία χρόνια η εντατικοποίηση της γεωργίας με στόχο την μεγιστοποίηση και όχι τη βελτιστοποίηση της παραγωγής συνδέθηκε με την αυξημένη χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, τη σπατάλη αρδευτικού νερού και την εγκατάλειψη της τεχνικής της αμειψισποράς. Η συμβατική γεωργία εκτός από την αύξηση της απόδοσης και την επάρκεια των τροφίμων επέφερε αύξηση του κόστους παραγωγής των προϊόντων, ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος, προβλήματα στην υγεία των

παραγωγών και των καταναλωτών καθώς επίσης και μόλυνση του περιβάλλοντος. (Μπούρμπος, 2001).

Είναι γενικά αποδεκτό, πως δεν υπάρχει χημική ουσία απαλλαγμένη εξ' ολοκλήρου από την πιθανότητα πρόκλησης δυσμενών επιδράσεων στην υγεία του ανθρώπου αλλά και του περιβάλλοντος. Ωστόσο, υπάρχουν μέθοδοι και τρόποι χρήσης, ακόμη και των πιο επικίνδυνων ουσιών, με βαθμό ασφαλείας που πρακτικά απομακρύνουν ή και αποκλείουν το ενδεχόμενο πρόκλησης βλαβερών συνεπειών. Προϋπόθεση όμως, αποτελεί η σωστή και σχολαστική ενημέρωση, καθώς και η τήρηση των κανόνων ασφαλείας (Δημόπουλος, 2004).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι αρνητικές επιδράσεις της συμβατικής γεωργίας σχετίζονται με την σπατάλη υδάτινων πόρων, την μείωση των υδατικών αποθεμάτων από την υπερεκμετάλλευση τους και την υποβάθμιση της ποιότητας τους εξαιτίας της παρουσίας υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στο νερό ή από την συσσώρευση νιτρικών στα υπόγεια ύδατα. Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα που εντοπίζεται αφορά την απώλεια της γενετικής ποικιλότητας και την εμφάνιση ανθεκτικότητας εχθρών και ασθενειών στα φυτοφάρμακα με αποτέλεσμα να παρατηρούνται νέοι εχθροί και ασθένειες πιο ανθεκτικοί και δύσκολοι στην εξόντωση. Επιπλέον, οι εντατικές πρακτικές διαχείρισης του εδάφους σε συνδυασμό με την υπερβολική χρήση συνθετικών λιπασμάτων μείωσαν την εδαφική γονιμότητα και είχαν ολέθριες επιπτώσεις σε οργανισμούς μη στόχους και κατ' επέκταση στον αριθμό των ωφέλιμων εντόμων που υπάρχουν στις καλλιέργειες. (Tsouvelekas, 2001).

Οι αυξημένες ανησυχίες για τη χημική καταπολέμηση των εχθρών των φυτών, προήλθαν κυρίως από τη μείωση της εμπιστοσύνης ως προς τις μεθόδους της γεωργίας και της βιομηχανικής παραγωγής, καθώς και ως προς τους κανονισμούς των αρχών που στοχεύουν στην προστασία τόσο του περιβάλλοντος όσο και της ανθρώπινης υγείας. Ως εκ τούτου, λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη πολλών αβεβαιοτήτων για την αξιολόγηση της ασφάλειας των φυτοφαρμάκων, θα πρέπει να ενσωματώνονται κατά την εκτίμηση εάν ένα φυτοφάρμακο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επωφελώς εντός των ορίων ενός αποδεκτού κινδύνου, τα επιστημονικά δεδομένα, οι κατευθυντήριες γραμμές της πολιτικής και η επαγγελματική κρίση (Damalas & Eleftherohorinos, 2001).

Η πιθανότητα της μείωσης των περιβαλλοντικών κινδύνων που συνδέονται με τη χρήση των φυτοπροστατευτικών είναι πολύ χαμηλή, διότι οι παραγωγοί έχουν συνδέσει τη μείωση του κινδύνου είτε με μειωμένη παραγωγή είτε με αυξημένα έξοδα, που προκύπτουν από την αντικατάσταση των φυτοφαρμάκων. Επομένως, οι πολιτικές που αποσκοπούν στη μείωση των κινδύνων και συνδέονται με τη χρήση των φυτοφαρμάκων θα επιβάλουν το κόστος για τη γεωργική κοινότητα, η οποία με τη σειρά της θα καθορίσει τις επιπτώσεις στις τιμές των βασικών γεωργικών προϊόντων (Paul et al., 2002).

Τα προβλήματα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, της ασφάλειας των τροφίμων και της υποβάθμισης της ποιότητας ζωής των καταναλωτών που προέκυψαν απ' την συμβατική γεωργία έδωσαν τα τελευταία χρόνια μια νέα δυναμική και μια μεγάλη ώθηση σε εναλλακτικές μορφές γεωργίας. Τα τελευταία χρόνια η βιολογική και η ολοκληρωμένη γεωργία (ή ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών) παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση και ανακύπτει το ερώτημα κατά πόσο προσφέρονται για αντικατάσταση της συμβατικής γεωργίας. (Αντωνόπουλος, 2000).

Οι ανησυχίες σχετικά με τις επιπτώσεις της χρήσης των φυτοφαρμάκων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον οδήγησε την ΕΕ να αναπτύξει μια «Θεματική στρατηγική για την αειφόρο χρήση των φυτοφαρμάκων» (Thematic Strategy on Sustainable Use of Pesticides). Επιπλέον, οι επιστήμονες στη γεωργία άρχισαν να αναπτύσσουν εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης των καλλιεργειών για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων της συμβατικής γεωργίας (κυρίως με βάση τη χρήση φυτοφαρμάκων για την προστασία των καλλιεργειών) στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Ειδικότερα, η Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Καλλιεργειών (ICM) περιλαμβάνει κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να χρησιμοποιούνται από τις γεωργικές οργανώσεις για την επιβολή δράσεων για την παραγωγή ασφαλών αγροτικών προϊόντων με ταυτόχρονο σεβασμό στο περιβάλλον (Burger et al., 2008).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών συνδυάζει χημικές, βιολογικές, καλλιεργητικές, νομοθετικές και γενικά όλα εκείνα τα μέσα που η εφαρμογή τους σε ένα

αγροοικοσύστημα έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας του αγροοικοσυστήματος με τις οικονομικές απαιτήσεις της γεωργίας, με στόχο την εξασφάλιση της συνεχούς παραγωγής υγιεινών και οικονομικά προσιτών τροφίμων. (Χατζηχαρίσης, 2003, Παπαναγιώτου, 2004)

Στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών εφαρμόζεται ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και επιτρέπεται η χρήση εγκεκριμένων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, αλλά μόνο κατόπιν αναλύσεων και έγκυρης διάγνωσης των αναγκών της κάθε καλλιέργειας και σύμφωνα με τις ιδιαίτερες εδαφολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Η ολοκληρωμένη διαχείριση δεν θα πρέπει να συγχέεται με την μέθοδο της βιολογικής γεωργίας, στην βιολογική γεωργία δεν χρησιμοποιούνται συνθετικές ουσίες αντίθετα στην ολοκληρωμένη διαχείριση η αντιμετώπιση των εχθρών και των ασθενειών βασίζεται σε προληπτικές, βιολογικές, βιοχημικές βιοτεχνολογικές και χημικές πρακτικές.

3.3.1 Εφαρμογή Ορθής Γεωργικής Πρακτικής

Η γεωργία ευθύνεται σε σημαντικό βαθμό για την ρύπανση του περιβάλλοντος. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η αλόγιστη χρήση των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών είχε σαν συνέπεια να μολυνθούν τα ύδατα, το έδαφος και η ατμόσφαιρα και να παρατηρηθούν προβλήματα υγείας που οφείλονται στα σκευάσματα αυτά.

Αυτοί είναι μερικοί από τους βασικότερους λόγους που θεωρείται πολύ σημαντική η σύνδεση της παραγωγής με ήπια άσκηση της γεωργίας. Παράλληλα, όμως με τη διατήρηση και τη βελτίωση του περιβάλλοντος, είναι πολύ σημαντικό να εξασφαλίζεται η ποιότητα και η ασφάλεια των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων, με σκοπό την ικανοποίηση των καταναλωτών και τη συνακόλουθη οικονομική επιτυχία της γεωργικής εκμετάλλευσης. Δεν πρέπει να παραβλέπεται ωστόσο, η υγεία των εργαζομένων και η πρόνοια για αυτούς. Κάτω από αυτό το πρίσμα δημιουργήθηκε το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στη Γεωργική Παραγωγή (Τσελές κ.α., 2011).

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Καλλιεργειών, μέσα από την σχολαστική καταγραφή και τον λεπτομερή έλεγχο όλων των εισροών, εκροών και διαδικασιών παραγωγής στην αγροτική εκμετάλλευση, στοχεύει στην ανάπτυξη μιας αειφορικής, οικονομικής και κερδοφόρας γεωργικής παραγωγής με σεβασμό προς το περιβάλλον και την ασφάλεια τόσο του παραγωγού όσο και του τελικού χρήστη και στην εξασφάλιση της συνεχούς παραγωγής υγιεινών και οικονομικά προσιτών τροφίμων.

Επιπροσθέτως, το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των καλλιεργειών περιλαμβάνει μέτρα για την εφαρμογή Κωδικών Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Good Agricultural Practice), με γνώμονα την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων, την ασφάλεια των παραγόμενων προϊόντων, την πλήρη ιχνηλασιμότητα των μεθόδων, καθώς και συγκεκριμένες ενέργειες για την προστασία του περιβάλλοντος (Chandler et al., 2008).

Ο στόχος και τα πλεονεκτήματα της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Καλλιεργειών

Γενικά, ο στόχος είναι η παραγωγή επαρκών, προσιτών ποιοτικών και ασφαλών τροφίμων (ανθρώπινη τροφή και ζωοτροφή) με ταυτόχρονη διατήρηση της δυνατότητας παραγωγής κατά τη διάρκεια του χρόνου, της οικονομικής βιωσιμότητας των καλλιεργειών και της συμβολής τους στην ευημερία των τοπικών κοινοτήτων, με παράλληλη την προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας.

Το βασικό πλεονέκτημα των προϊόντων ολοκληρωμένης διαχείρισης είναι ότι υπάγονται σε υποχρεωτικούς κανόνες παραγωγής, σαφώς φιλικότερους προς το περιβάλλον, πιο ελεγχόμενους και πιο σίγουρους. Ως αποτέλεσμα, αφενός της εφαρμογής ορθολογικών κανόνων, αφετέρου της πλήρους καταγραφής όλης της παραγωγικής διαδικασίας, και ανεξάρτητα από τις όποιες αδυναμίες παρουσιάζονται στα συστήματα ελέγχου και πιστοποίησης, παράγονται τελικά ασφαλέστερα, ποιοτικότερα και επομένως καλύτερα και πιο υγιεινά προϊόντα, για τα οποία γνωρίζουμε επακριβώς το πώς, από ποιον και με ποιες προδιαγραφές παρήχθησαν. Επομένως, μπορούμε να τα εμπιστευόμαστε περισσότερο και πρέπει να τα προτιμάμε από τα

αντίστοιχα συμβατικά, ιδίως δε από τα άγνωστης «ταυτότητας» και απροσδιόριστης προέλευσης. (Τσελές κ.α., 2011, www.agrocert.gr)

Η μείωση του κόστους παραγωγής λόγω της ορθολογικής χρήσης των εισροών (νερού, λιπασμάτων, φυτοπροστατευτικών κ.λπ.) και κατά συνέπεια η προστασία του περιβάλλοντος και η προστασία της υγείας των παραγωγών και των καταναλωτών από την ανεξέλεγκτη χρήση των εισροών είναι ανάμεσα στα πλεονεκτήματα. Η παραγωγή προϊόντων με **σήμανση ποιότητας** τα οποία έχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι μη πιστοποιημένων, η διείσδυση σε νέες αγορές στην Ελλάδα και το εξωτερικό που **απαιτούν πλέον πιστοποιημένα προϊόντα** (αλυσίδες supermarkets), οι οποίες αναγνωρίζουν και είναι διατεθειμένες να πληρώσουν την ποιότητα. Έτσι ο παραγωγός διαθέτει τα προϊόντα του πιο εύκολα και με σταθερότερες τιμές (ορισμένες φορές και υψηλότερες), ο έμπορος τα διαχειρίζεται με μεγαλύτερη ασφάλεια και ο καταναλωτής τα εμπιστεύεται περισσότερο. (Τσελές κ.α. 2011)

Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα διάφορα προβλήματα που έχει επιφέρει η γεωργία, οι παραγωγοί καλούνται να εφαρμόσουν μια σειρά από πρακτικές οι οποίες ονομάστηκαν Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Ο.Γ.Π)

Συνοπτικά με τον όρο Ορθή Γεωργική Πρακτική εννοούμε την ορθολογική διαχείριση της γεωργικής εκμετάλλευσης με σκοπό την εξασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας και της αειφορίας.

Οι Κώδικες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής αποτελούν τις ελάχιστες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις τις οποίες θα πρέπει να τηρούν οι αγρότες για να ενταχθούν σε διάφορα αγροπεριβαλλοντικά προγράμματα της Ε.Ε του Κανονισμού (ΕΚ) 1257/99.

Οι πρακτικές αυτές έχουν στόχο την αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων, την προστασία του αγροτικού τοπίου καθώς επίσης και την προάσπιση της υγείας των παραγωγών και των καταναλωτών.

Ανάλογα με τον τομέα τον οποίο δραστηριοποιούνται οι παραγωγοί οφείλουν να εφαρμόσουν κάποιες βασικές γεωργικές πρακτικές.

Οι Κώδικες για την γεωργία περιλαμβάνουν διάφορες οδηγίες για:

1. Το πολλαπλασιαστικό υλικό
2. Την κατεργασία του εδάφους
3. Την αμειψισπορά
4. Την λίπανση
5. Την διαχείριση των υδάτινων πόρων
6. Διαχείριση εξοπλισμού και ενέργειας
7. Τον έλεγχο εχθρών και ασθενειών
8. Την διαχείριση της αυτοφυούς χλωρίδας - της βιοποικιλότητας
9. Την συγκομιδή
10. Την διαχείριση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας
11. Την διαχείριση των απορριμμάτων.

Σε πρώτη φάση για την ένταξη ενός αγρού σε Σχέδιο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης θα πρέπει να γίνει εδαφολογική ανάλυση για θρεπτικά στοιχεία, πιθανή ύπαρξη εδαφογενών προβλημάτων, αλάτων, νιτρορύπανσης καθώς επίσης και πιθανή ύπαρξη παθογόνων ή οργάνων αναπαραγωγής δύσκολων στην αντιμετώπισή τους ζιζανίων. Ειδικές υποχρεώσεις έχουν οι αγρότες όξινων εδαφών, επικλινών (με κλίση μεγαλύτερη από 6%), οι αγρότες οικολογικά ευαίσθητων περιοχών καθώς επίσης και ζώνες εξάντλησης υπόγειου υδροφορέα.

Πιο αναλυτικά οι Κώδικες

1. Πολλαπλασιαστικό υλικό

Στις πολυετείς καλλιέργειες θα πρέπει το πολλαπλασιαστικό υλικό να ανταποκρίνεται στην ποικιλία και υποκείμενο (πιστότητα), να εξασφαλίζει την καλύτερη ποιότητα και εμπορική αξία του γεωργικού προϊόντος, θα πρέπει είναι υγιές, απαλλαγμένο από

ιώσεις, εχθρούς ή ασθένειες. Τόσο η ποικιλία όσο και το υποκείμενο που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα στις κλιματικές και εδαφολογικές συνθήκες της περιοχής. Τέλος συνιστάται η επιλογή υποκειμένων και ποικιλιών με αντοχή σε οικονομικά σημαντικούς και δυσχερώς αντιμετωπίσιμους εχθρούς και ασθένειες. (Βασιλακάκης, 2007)

Στην εγκατάσταση μιας νέας φυτείας τα δενδρύλλια που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να φέρουν επίσημα πιστοποιητικά που να αποδεικνύουν ότι τα φυτά είναι απαλλαγμένα από εχθρούς και έντομα. Τα φυτώρια που θα προμηθεύσουν τον παραγωγό με το πολλαπλασιαστικό υλικό θα πρέπει να λειτουργεί με άδεια από το Υπουργείο Γεωργίας. (Χατζηχαρίσης 2003)

Στην περίπτωση των ετήσιων καλλιεργειών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται είδη και ποικιλίες (ή υβρίδια) που τεκμηριώνεται ότι έχουν καλή προσαρμοστικότητα στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Συνιστάται να τεκμηριώνεται ότι εξασφαλίζουν την καλύτερη ποιότητα και εμπορική αξία του προϊόντος. Συνίσταται επίσης, η επιλογή ειδών και ποικιλιών (υβριδίων) με σχετική αντοχή σε οικονομικά σημαντικούς και δυσχερώς αντιμετωπίσιμους εχθρούς ή ασθένειες.

Η γεωργική εκμετάλλευση υποχρεούται να χρησιμοποιεί πιστοποιημένο σπόρο ποικιλιών που είναι καταχωρημένος στους κοινοτικούς καταλόγους ή εισάγονται νομίμως ως προς την ισοδυναμία της χώρας προελεύσεως. Ο σπόρος ή τα φυτά πρέπει να προέρχονται από αναγνωρισμένη πηγή και να τηρούνται στοιχεία στο αρχείο της γεωργικής εκμετάλλευσης με τον αριθμό παρτίδας, το όνομα του παραγωγού εταιρείας, το όνομα της ποικιλίας, κατά αγροτεμάχιο, τα παραστατικά αγοράς και τα σχετικά πιστοποιητικά ποιότητας.

Στην περίπτωση που το πολλαπλασιαστικό υλικό έχει παραχθεί στην ίδια γεωργική εκμετάλλευση υποχρεούται να τηρεί βιβλίο με αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής που ακολουθήθηκε και μπορεί να χρησιμοποιείται με τεκμηρίωση της ποιότητας και φυτοϋγείας του υλικού.

Η εμφάνιση των σπόρων σε φυτοπροστατευτικά σκευάσματα πριν την σπορά ή φυταρίων πριν την φύτευση συνιστάται σε περιπτώσεις που η κίνηση αυτή θα μειώσει την μετέπειτα χρήση φυτοφαρμάκων. (Agrocet, 1999)

2. Κατεργασία εδάφους

Η κατεργασία εδάφους πραγματοποιείται κάθε χρόνο προκειμένου να ετοιμαστεί το έδαφος για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο, να αναμοχλευτεί καταστρέφοντας όσο το δυνατόν περισσότερα ζιζάνια, να εξασφαλιστεί ο αερισμός του εδάφους και η καλή στράγγιση του αγρού.

Στόχος της κατεργασίας εδάφους θα πρέπει να είναι η βελτίωση της δομής του με την όσο το δυνατόν λιγότερη συμπίεση και διάβρωση. Συνίσταται η μειωμένη κατεργασία ή και η μηδενική κατεργασία εδάφους και η αποφυγή του ψιλοχωματίσματος, ιδιαίτερα σε πολυετείς καλλιέργειες. Ειδικά στις ζώνες με υψηλό δυναμικό διάβρωση πρέπει να εφαρμόζεται ειδικό σχέδιο δράσης για την καταπολέμηση της απερίθωσης του Υπουργείου Γεωργίας.

Εφόσον αποδεικνύεται η ανάγκη για μηχανική κατεργασία συνιστάται το είδος και ο τύπος των μηχανημάτων να επιλέγονται με κριτήριο την κατά το δυνατόν μικρότερη αρνητική επίδραση τους στη δομή του εδάφους. Σε γενικές γραμμές θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση βαρέων μηχανημάτων κατεργασίας σε συνεκτικά εδάφη όπου ο κίνδυνος συμπίεσης είναι μεγάλος, καθώς και το ψιλοχωμάτισμα, για τον ίδιο λόγο. Επίσης, η υπερβολική κατεργασία του εδάφους έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καυσίμων που απαιτούνται.

Ο Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής ενθαρρύνει την μειωμένη ή και μηδενική κατεργασία εδάφους. Ωστόσο όταν η κατεργασία εδάφους κρίνεται αναγκαία θα πρέπει να γίνεται την κατάλληλη περίοδο και με τα κατάλληλα γεωργικά μηχανήματα προκειμένου να περιοριστούν οι αρνητικές επιδράσεις. Για τον λόγο αυτό το έδαφος θα πρέπει να είναι στο «ρόγο του», να έχει δηλαδή την υγρασία που απαιτείται προκειμένου να μην γίνει σπατάλη καυσίμων.

Η βαθειά άροση του εδάφους (>25cm) πρέπει να μην γίνεται παρά μόνο σε αιτιολογημένες ειδικές περιπτώσεις. Δεν πρέπει δε να φτάνει στο μητρικό πέτρωμα, εκτός αν δικαιολογείται επαρκώς. (<http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>, Agrocert, 1999)

3. Αμειψισπορά

Η πρακτική της αμειψισποράς εφαρμόζεται μόνο στην περίπτωση των ετήσιων καλλιεργειών, αροτραίων ή κηπευτικών, όπου και θα πρέπει να εφαρμόζεται όσο το δυνατόν περισσότερο για να αυξηθεί η γονιμότητα του εδάφους, να βελτιωθεί η δομή τους, να καταπολεμηθούν με αυτόν τον τρόπο προβλήματα ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών. Με την εφαρμογή της αμειψισποράς περιορίζονται τέτοιου είδους προβλήματα σε σημαντικό βαθμό χωρίς να αυξάνεται το κόστος παραγωγής.

Εάν στην αμειψισπορά προβλέπεται ξηρική καλλιέργεια συνιστάται να επιλέγεται κάποια φθινοπωρινή καλλιέργεια. Επίσης, καλό είναι το χωράφι να μην είναι γυμνό την χειμερινή περίοδο για να αποφεύγονται με τον τρόπο αυτό προβλήματα διάβρωσης.

Για φυτά μεγάλης καλλιέργειας με εξαίρεση το βαμβάκι, το ζαχαρότευτλο, και την βιομηχανική τομάτα συνιστάται να γίνεται εναλλαγή καλλιέργειας κάθε τέσσερα έτη. Ωστόσο σε περιπτώσεις που κρίνεται αδύνατη η εφαρμογή της θα πρέπει να αιτιολογούνται επαρκώς οι λόγοι μη εφαρμογής της. Προτείνεται όταν γίνεται εισαγωγή ψυχανθών στην αμειψισπορά να συνοδεύεται από ταυτόχρονη μείωση της εφαρμογής αζωτούχων λιπασμάτων. (Ελευθεροχωρινός, 2008, <http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>, Agrocert, 1999)

4. Λίπανση

Η λίπανση των καλλιεργειών κρίνεται αναγκαία για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών εξασφαλίζοντας έτσι την διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και αύξηση της απόδοσης που θα προσφέρει ένα ικανοποιητικό εισόδημα για τους παραγωγούς.

Ένα σχέδιο λίπανσης θα πρέπει να περιλαμβάνει την λίπανση που θα ακολουθήσει μια καλλιέργεια σε βάθος τριών έως πέντε ετών. Η λίπανση για να επιφέρει την μέγιστη δυνατή ωφέλεια στην καλλιέργεια σε συνδυασμό με τις μικρότερες απώλειες, πρέπει να γίνεται και να τεκμηριώνεται, σύμφωνα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και τις κλιματολογικές συνθήκες, αφού εξεταστεί προσεκτικά η ποσότητα, ο τύπος λιπάσματος και ο χρόνος εφαρμογής. Οι συστάσεις για την ποσότητα και τον τύπο του λιπάσματος θα πρέπει να δίνονται από έμπειρους επιβλέποντες προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της λίπανσης. Η εφαρμογή λιπάσματος λάθος χρονική περίοδο ή/και σε λάθος ποσότητα ενδέχεται εκτός από την αύξηση στο κόστος παραγωγής να αυξήσει προβλήματα ρύπανσης στο έδαφος και τα ύδατα.
<http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>

Τα αζωτούχα λιπάσματα όταν προστίθενται στο έδαφος έχουν την ικανότητα να μετατρέπονται σε νιτρικά ιόντα με την ύπαρξη των μικροοργανισμών του εδάφους. Αν τα νιτρικά ιόντα ενσωματωθούν στην οργανική ουσία του εδάφους δεν δημιουργούν κανένα πρόβλημα έως ότου ανοργανοποιηθούν από τους μικροοργανισμούς που βρίσκονται στο έδαφος, στην περίπτωση όμως που εκπλυθούν στο έδαφος τότε αποτελούν μέρος της νιτρορύπανσης.

Όπως γίνεται αντιληπτό ένας σχεδιασμός λίπανσης θα πρέπει να εξασφαλίζει την εφαρμογή των λιπασμάτων με βάση το ισοζύγιο θρεπτικών στοιχείων και το σημαντικό περιορισμό της μετακίνησης νιτρικών στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Για να μειωθεί η διαφυγή νιτρικών προς τα υπόγεια ύδατα θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη από τους ειδικούς η επίδραση της ανοργανοποίησης από την χρήση οργανικών λιπασμάτων, από την οργανική ουσία του εδάφους και από την δυνατότητα των επιφανειακών υδάτων να απομακρύνουν την περίσσεια των θρεπτικών στοιχείων.

Η επιφανειακή λίπανση συνιστάται να εφαρμόζεται σε δύο τουλάχιστον δόσεις στα κατάλληλα βλαστικά στάδια του φυτού, ενώ σε περίπτωση εφαρμογής μεγάλων ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων (π.χ. πάνω από 5 κιλά/στρέμμα) συνιστάται η χρήση λιπασμάτων αργής αποδέσμευσης ή τμηματικής εφαρμογής. Συνήθως στα χειμερινά σιτηρά η λίπανση περιλαμβάνει 16 μονάδες αζώτου το στρέμμα και

χορηγείται σε 2 δόσεις, όπου η βασική λίπανση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τις 5 μονάδες αζώτου το στρέμμα. Στις δενδρώδεις καλλιέργειες η λίπανση μιας καλλιεργητικής περιόδου εφαρμόζεται συνήθως σε δύο δόσεις, ενώ σε ετήσιες τις περισσότερες φορές η λίπανση εφαρμόζεται σε τρεις δόσεις ανάλογα πάντα και με το είδος της καλλιέργειας. Για να αποφεύγονται οι απώλειες σε νιτρικά στοιχεία σε καλλιέργειες όπου εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες λιπάσματος συνιστάται η φυτοκάλυψη. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην λίπανση περιοχών με προβλήματα στράγγισης ή εδαφών με μεγάλη κλίση για να αποφευχθούν προβλήματα επιφανειακής απορροής. Επίσης, δεν θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή λιπασμάτων τις μέρες που επικρατούν άνεμοι για να μην γίνεται διασπορά του λιπάσματος. (Χατζηχαρισής, 2003)

Στην περίπτωση που επιλεγθεί η λίπανση να γίνει με οργανικά λιπάσματα (κομποστ, κοπριά) θα πρέπει να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αναλύσεις προκειμένου να εξεταστεί η περιεκτικότητα του λιπάσματος σε βαρέα μέταλλα ή άλλων επικίνδυνων ουσιών. Η προσθήκη της κοπριάς θα πρέπει να πραγματοποιείται με άμεση ενσωμάτωση στο έδαφος καθώς η λίπανση δεν χρειάζεται να είναι τμηματική, επειδή τα οργανικά λιπάσματα είναι αργής αποδέσμευσης. Η προσθήκη κοπριάς στην καλλιέργεια θα πρέπει να ενθαρρύνεται λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει. Είναι ευρέως γνωστό ότι η κοπριά αυξάνει την οργανική ουσία του εδάφους, βελτιώνοντας με τον τρόπο αυτό την γονιμότητα του αγρού και την συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Με βάση τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η χρήση κοπριάς που περιέχει ρυπαντές, παθογόνους ή οποιαδήποτε ουσία που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου ή των ζώων. Αυστηροί είναι επίσης και οι όροι για την χρήση μη επεξεργασμένων ανθρωπογενών απορριμμάτων (λυμάτων) που μέχρι σήμερα δεν επιτρέπονται σε καμία περίπτωση στην καλλιέργεια κηπευτικών. (Agrocet, 1999)

Στο σχέδιο λίπανσης θα πρέπει αρχικά αν περιλαμβάνονται όλα τα περιβαλλοντικά θέματα τα οποία έχει αναγνωριστεί ότι συνδέονται με την λίπανση των καλλιεργειών της περιοχής. Για την ακρίβεια το σχέδιο λίπανσης θα πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρει η λίπανση των καλλιεργειών της περιοχής είτε είναι θετικές είτε είναι αρνητικές.

Σε ζώνες με ειδικούς περιβαλλοντικούς περιορισμούς η λιπαντική πρακτική πρέπει να προσαρμόζεται στα ειδικά προγράμματα δράσης για τις ζώνες αυτές. Οι ποσότητες και οι τύποι λιπασμάτων που θα επιλεγούν καθώς και ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής τους δεν θα πρέπει να δρουν ευνοϊκά στην έκπλυση των νιτρικών στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα.

Η εφαρμογή των λιπασμάτων θα πρέπει να βασίζεται στον υπολογισμό των απαιτήσεων της καλλιέργειας για θρεπτικά στοιχεία, μετά από τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και της λίπανσης που εφαρμόζεται στην καλλιέργεια σε βάθος τριετίας. Η μακροσκοπική παρατήρηση αλλά και οι αναλύσεις των φύλλων (φυλλοδιαγνωστική μέθοδος) θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Η επιλογή των λιπασματοδιανομέων πρέπει να γίνεται με κριτήριο την καταλληλότητα τους. Επίσης θα πρέπει να γίνονται οι κατάλληλοι έλεγχοι στα μηχανήματα αυτά προκειμένου να εφαρμόζουν την ποσότητα του λιπάσματος με ομοιομορφία στον αγρό.

Τα κύρια χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν οι λιπασματοδιανομείς για να είναι καλής ποιότητας η λίπανση είναι: α) να ρυθμίζουν την ποσότητα του λιπάσματος που διασκορπίζεται, β) να διασκορπίζουν ομοιόμορφα, γ) να ρυθμίζουν το πλάτος της λωρίδας του λιπάσματος, το βάθος και την απόσταση της γραμμής των φυτών από τη λωρίδα, δ) να μην καταστρέφονται εύκολα από τα διαβρωτικά λιπάσματα ε) να είναι ελαφροί, εύχρηστοι και να καθαρίζονται εύκολα. (Τσατσαρέλη, 2006)

Εκτός από την χρήση των λιπασμάτων ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται και κατά την συσκευασία, την μεταφορά και την αποθήκευση των λιπασμάτων προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχει κίνδυνος διαρροής.

Οι χώροι αποθήκευσης των λιπασμάτων θα πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις, θα πρέπει για παράδειγμα να είναι καθαροί και απαλλαγμένοι από υγρασία. Για την αποθήκευση των λιπασμάτων συνιστάται η κάλυψη τους με πλαστικό σε αντίθεση με τα υγρά λιπάσματα όπου συνιστάται να αποθηκεύονται σε ειδικές δεξαμενές, σωληνώσεις και βαλβίδες για να αποφευχθούν με τον τρόπο αυτό πιθανές διαρροές.



Οι χώροι αποθήκευσης των λιπασμάτων θα πρέπει να είναι μακριά από υδάτινους όγκους ή γεωτρήσεις και πηγάδια για να μην υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των υδάτινων πηγών. Τέλος, με βάση τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής θα πρέπει να αποφεύγεται η αποθήκευση των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων να γίνεται στον ίδιο χώρο. Στην περίπτωση που η εφαρμογή αυτού του κανόνα είναι αδύνατη τότε θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ξεχωριστά σημεία του χώρου με ευδιάκριτη σήμανση για να ξεχωρίζουν τα λιπάσματα από τα φυτοφάρμακα. (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2007)

Όλα τα στοιχεία για την εφαρμογή των λιπασμάτων καθώς και των σκευασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, την ημερομηνία εφαρμογής, τον χειριστή, τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή την περίοδο εφαρμογής της λίπανση θα πρέπει να καταγράφονται και να φυλάσσονται στο αρχείο.

5. Διαχείριση υδάτινων πόρων

Τα τελευταία χρόνια η ρύπανση του περιβάλλοντος εξαιτίας της μεγάλης τεχνολογικής προόδου και της ραγδαίας βιομηχανικής ανάπτυξης έχει πάρει επικίνδυνες και, σε πολλές περιπτώσεις, καταστροφικές διαστάσεις για τη γήινη βιόσφαιρα. (Αντωνόπουλος, 2001)

Το νερό είναι ο μοναδικός πόρος για την επιβίωση τόσο του ανθρώπου και άλλων οργανισμών φυτικών και ζωικών, όσο και διότι, σε μακροχρόνια κλίμακα, θεωρητικά η συνολική διαθέσιμη ποσότητα νερού σε κάθε περιοχή, είναι περίπου σταθερή. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως εξαιτίας της ανθρώπινης υπερκατανάλωσης και διάφορων άλλων δραστηριοτήτων του μεταβλήθηκε η ποιότητα του. (Μήτσιος, 2004)

Όπως καταλαβαίνουμε η διαχείριση των υδάτων απαιτεί προσεκτικούς χειρισμούς. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των υδάτων θέτει κρίσιμα ερωτηματικά τόσο για την συνέχιση των βιοκοινοτήτων όσο και για την διατήρηση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων.

Όπως γίνεται κατανοητό η μη ορθολογική χρήση του νερού έχει κατά κανόνα αρνητικές επιδράσεις στην ποιότητα και την απόδοση των περισσότερων προϊόντων αλλά και στο περιβάλλον γενικότερα.

Για την άρδευση των καλλιεργειών το νερό δεν θα πρέπει να προέρχεται από πηγές οι οποίες δεν ανανεώνονται. Στην περίπτωση ωστόσο που το νερό προέρχεται από βιολογικό καθαρισμό ή από πηγή όπου στο παρελθόν υπήρχαν προβλήματα μόλυνσεων θα πρέπει να πραγματοποιούνται εργαστηριακές εξετάσεις για πιθανή ύπαρξη παθογόνων οργανισμών ή ρυπαντών. Σε τέτοιες περιοχές θα πρέπει να συντάσσεται από τον επιβλέποντα, σε συνεργασία με τον επικεφαλής της γεωργικής εκμετάλλευσης Σχέδιο Διαχείρισης Νερού. Ο επιβλέπων έχει την υποχρέωση να συμπεριλάβει στο σχέδιο όλες τις νόμιμες και ρυθμιστικές διαδικασίες για την άντληση και την χρήση του νερού. Ο επιβλέπων θα πρέπει επίσης, να δώσει ιδιαίτερη έμφαση στην προστασία των υδροτόπων που μπορεί να υπάρχουν σε μια περιοχή, στις ζώνες υφαλμύρωσης, στις ζώνες με αρνητικό ισοζύγιο καθώς επίσης και σε περιοχές με υψηλό δυναμικό διάβρωσης. (Agrocet, 1999)

Όπως γίνεται αντιληπτό θα πρέπει να προσδιορίζονται οι απαιτήσεις της καλλιέργειας σε νερό με βάση το είδος της καλλιέργειας, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τον τύπο του εδάφους και άλλες συνθήκες του περιβάλλοντος όπως είναι για παράδειγμα η εξάτμιση και η διαπνοή των φυτών.

Για να είναι η άρδευση επιτυχημένη δεν θα πρέπει να υπάρχουν μεγάλες απώλειες νερού εξαιτίας της επιφανειακής απορροής ή της διήθησης, αλλά θα πρέπει να εφαρμόζεται τόσο νερό όσο χρειάζεται ώστε το έδαφος να φτάσει σε σημείο κορεσμού στο βάθος του ριζικού συστήματος. Ο χρόνος εφαρμογής της άρδευσης θα πρέπει να είναι τέτοιος έτσι ώστε να μην επιτρέπει την διήθηση του αρδευτικού νερού σε βαθύτερα στρώματα. Επίσης συνιστάται σε περίπτωση που είναι εφικτό η άρδευση της καλλιέργειας να πραγματοποιείται τις νυχτερινές ώρες. (Παπαζαφειρίου, 1999)

Η μέθοδος άρδευσης επιλέγεται με βάση δύο παράγοντες, το κόστος και την αξιοποίηση του νερού. Η κατάκλιση για παράδειγμα είναι μια μέθοδος άρδευσης με σημαντικές απώλειες νερού, εκτός από την μεγάλη κατανάλωση νερού παρατηρείται έκπλυση θρεπτικών στοιχείων καθώς επίσης και ανομοιόμορφο πότισμα, για τον λόγο αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται. Η κατάκλιση σαν μέθοδος άρδευσης δικαιολογείται για την βελτίωση παθογενών εδαφών και σε συγκεκριμένες καλλιέργειες όπως είναι το ρύζι.

Η άρδευση με καταιονισμό (καταιονιστήρες) με βάση τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής συνιστάται μόνο στην περίπτωση της άρδευσης μετά την σπορά, την φύτευση ή την μεταφύτευση. Με την μέθοδο αυτή σημαντικές είναι οι απώλειες σε νερό λόγω εξάτμισης κυρίως όταν η άρδευση λαμβάνει χώρα τις μεσημεριανές ώρες. Επίσης, στην περίπτωση που στην περιοχή επικρατούν άνεμοι, η άρδευση δεν είναι ομοιόμορφη.

Η στάγδην άρδευση συνιστάται ως πρώτη επιλογή για τους παραγωγούς. Η εφαρμογή του νερού γίνεται στο ριζικό σύστημα του φυτού περιορίζοντας με τον τρόπο αυτό όσο το δυνατόν τις απώλειες σε νερό λόγω βαθιάς διήθησης, επιφανειακής απορροής ή εξάτμισης. Εκτός από την αποφυγή απωλειών στο νερό άρδευσης αποφεύγεται και η απώλεια θρεπτικών στοιχείων εξαιτίας διήθησης ή επιφανειακής απορροής. Το αρχικό υψηλό κόστος εγκατάστασης θεωρείται το μοναδικό μειονέκτημα της στάγδην άρδευσης. (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου, 1997)

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να καταγράφεται η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε αλλά και η ποσότητα άρδευσης στο αρχείο του παραγωγού.

6. Διαχείριση εξοπλισμού και ενέργειας

Ο εξοπλισμός (μηχανήματα, εργαλεία, κατασκευές κλπ) πρέπει να λειτουργεί και να συντηρείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και τις κείμενες νομικές διατάξεις.

Συνιστάται η μέτρηση και η καταγραφή της κατανάλωσης ενέργειας (καύσιμα, ηλεκτρικό ρεύμα) κατά λειτουργία ή κατά φάση παραγωγής, όπου είναι δυνατόν. Συνιστάται, επίσης, να λαμβάνεται κάθε μέριμνα για τη μείωση της χρήσης ενέργειας στο ελάχιστο δυνατό. Σε κάθε επιμέρους σχέδιο διαχείρισης πρέπει να περιέχεται αξιολόγηση για την ορθολογική χρήση ενέργειας. Για παράδειγμα στο σχέδιο διαχείρισης εδάφους πρέπει να τεκμηριώνεται η ανάγκη για τον αριθμό των περασμάτων των σκαπτικών εργαλείων (όργωμα, φρέζα, δίσκος, καλλιεργητής κλπ) με κριτήριο και τη εξοικονόμηση ενέργειας εκτός των άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων (συμπίεση, διάβρωση κλπ). (Γσατσαρέλη, 2006)

Η εξοικονόμηση ενέργειας συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη ως κριτήριο για την αγορά, μετατροπή, συντήρηση (έλεγχος των φθορών) και χρήση (πχ πίεση των ελαστικών, πίεση των ψεκαστικών κλπ) του εξοπλισμού. Η ορθή επιλογή του εξοπλισμού ελαχιστοποιεί την κατανάλωση πόρων. Επιπλέον, η επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού π.χ. στην άρδευση, εξοικονομεί σημαντικά ποσά ενέργειας. Για παράδειγμα πρέπει να αποφεύγεται η προμήθεια μεγάλου μεγέθους μηχανημάτων που αφενός μεν αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας (μεγαλύτερη μάζα άρα ενέργεια κατασκευής και μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου από μετακίνηση μεγαλύτερου βάρους και χρήση του ελκυστήρα με μέρος της ισχύος) και αφετέρου δε προκαλούν μεγαλύτερη συμπίεση του εδάφους. (<http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>)

Συνιστάται επίσης να εξετάζεται η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα αυτών που αξιοποιούν ως καύσιμα τις εκροές της εκμετάλλευσης (π.χ. σκουπίδια, φυτικά υπολείμματα, φυτικά έλαια, αλκοόλη, βιοντήζελ κλπ).

7. Έλεγχος εχθρών και ασθενειών

Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία ορίζεται ως το σύστημα διαχείρισης των πληθυσμών των επιβλαβών για τα φυτά οργανισμών που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους με τρόπο που συμβάλλει στη συγκράτηση της πυκνότητας του πληθυσμού τους σε επίπεδα κατώτερα από εκείνα που μπορούν να προκαλέσουν οικονομική ζημία στην καλλιέργεια. (Ελευθεροχωρινός, 2008)

Οι αποδόσεις των καλλιεργειών μειώνονται και αποσταθεροποιούνται εξαιτίας προσβολών από έντομα και ασθένειες υποβαθμίζοντας την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Για να συμβαδίσει με την αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων που οφείλεται στην αύξηση του πληθυσμού θα πρέπει να μειωθούν οι προσβολές των καλλιεργειών από εχθρούς και ασθένειες. (Bruce, 2010)

Για το τι είναι ολοκληρωμένη καταπολέμηση ή αντιμετώπιση, μόνο τα τελευταία χρόνια έχουν διατυπωθεί στη διεθνή βιβλιογραφία περισσότεροι από 20 παρεμφερείς ορισμοί. Σύμφωνα με τον ορισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (οδηγία 91/414 ΕΟΚ), η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία (αντιμετώπιση ή καταπολέμηση) είναι η ορθολογική εφαρμογή συνδυασμένων βιολογικών, βιοτεχνικών, χημικών, καλλιεργητικών ή φυτοβελτιωτικών μεθόδων και μέτρων, όπου η χρήση χημικώς συντιθέμενων φυτοπροστατευτικών προϊόντων (γεωργικά φάρμακα, φυτοφάρμακα) περιορίζεται στο απολύτως απαραίτητο προκειμένου να διατηρηθεί ο πληθυσμός των επιβλαβών οργανισμών σε επίπεδα τέτοια ώστε να μην προκαλούνται οικονομικώς μη αποδεκτές ζημιές. (Τζανακάκης, Κατσόγιαννος, 2003)

Σε πρώτη φάση οι παραγωγοί και οι επιβλέποντες θα πρέπει να αναγνωρίζουν και να καταγράφουν την χλωρίδα και την πανίδα του χωραφιού (τους εχθρούς της καλλιέργειας, τα ωφέλιμα έντομα, ζιζάνια και ασθένειες) αλλά κυρίως την λήψη και την εφαρμογή των πρακτικών που θα ακολουθηθούν για την καλύτερη αντιμετώπιση τους. Ο επιβλέπων επίσης στο Σχέδιο Διαχείρισης Φυτοπροστασίας θα πρέπει να συμπεριλάβει όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα της περιοχής, τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μετά την χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων αλλά κυρίως τους στόχους και τις μεθόδους προσέγγισης τους. Στο σχέδιο θα πρέπει επίσης

να συμπεριλαμβάνονται τα μέτρα έκτακτης ανάγκης για να αντιμετωπιστεί μια πιθανή έξαρση μιας ασθένειας ή ενός εχθρού.

Οι βασικότερες προϋποθέσεις επιτυχούς εφαρμογής ενός συστήματος ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας σε μια καλλιέργεια είναι η γνώση

- Της οικολογίας των κύριων και δευτερογενών εχθρών της καλλιέργειας
- Της βιοοικολογίας των φυσικών εχθρών (ωφέλιμα)
- Της οικολογίας του καλλιεργούμενου φυτού
- Των «ορίων ανεκτής πυκνότητας του εχθρού» [πυκνότητα του πληθυσμού του πάνω από την οποία η ζημιά προκαλεί δικαιολογεί την εφαρμογή μέσω αντιμετώπισης του]
- Της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των φυτοπροστατευτικών μέσων στο περιβάλλον και στους οργανισμούς μη στόχους. (Ελευθεροχωρινός, 2008)

Η προστασία των καλλιεργειών από εχθρούς, ασθένειες και ζιζάνια θα πρέπει να γίνεται με την μικρότερη δυνατή χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων καθώς επίσης και με μικρότερη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας. Η σημαντικότερη παράμετρος εξάλλου που ξεχωρίζει την ολοκληρωμένη φυτοπροστασία από άλλες πρακτικές αντιμετώπισης εχθρών είναι ο τρόπος επιλογής φυτοπροστατευτικών μέσων. Ο συνδυασμός μέτρων που λαμβάνεται για την αντιμετώπιση μιας προσβολής περιλαμβάνει βιολογικά μέσα για την υγιεινή των φυτών, μέτρα αποφυγής πληθυσμιακής έξαρσης των εχθρών, των ασθενειών ή των ζιζανίων που ήδη βρίσκονται στην καλλιέργεια σε μικρούς πληθυσμούς, την παρακολούθηση της εξέλιξης τους στην καλλιέργεια και την περιοχή γενικότερα, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η έγκαιρη λήψη και εφαρμογή των κατάλληλων κατασταλτικών μέτρων προκειμένου να μειωθεί ο πληθυσμός τους. (Bruce, 2010)

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές ποικιλίες που εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες. Τα άγρια συγγενή είδη των καλλιεργούμενων φυτών αποτελούν τις περισσότερες φορές πηγές γονιδίων για την δημιουργία νέων ανθεκτικών ποικιλιών. Οι νέες αυτές ποικιλίες είναι φιλικές στο περιβάλλον αφού η καλλιέργεια τους δεν απαιτεί χρήση επικίνδυνων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. (Bruce, 2010)

Γενικότερα, όπου είναι δυνατό, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται βιολογικές μέθοδοι ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα που έχουν:

- Μέγιστη αποτελεσματικότητα για τον οργανισμό – στόχο
- Ελάχιστη επίδραση στους οργανισμούς - μη στόχους (χειριστές, καταναλωτές, μέλισσες, ωφέλιμα αρθρόποδα, πτηνά, ψάρια)
- Μικρό βαθμό έκπλυσης
- Ταχύ ρυθμό αποδόμησης – διάσπασης σε μη τοξικές ουσίες
- Συμβατότητα με τη στρατηγική διαχείρισης της ανθεκτικότητας των εχθρών.

Μερικές από τις καλλιεργητικές τεχνικές που θα πρέπει να εφαρμόζουν οι παραγωγοί για την αντιμετώπιση των εχθρών και των ασθενειών είναι η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών, η αποφυγή δημιουργίας πληγών στα φυτά, η συλλογή και καύση προσβεβλημένων φυτών ή κλάδων για τον περιορισμό της εξάπλωσης, η καταστροφή των διαχειμαζουσών μορφών των εχθρών και των ασθενειών την χειμερινή περίοδο, η τεχνική της αμειψισποράς, η διασπορά ωφέλιμων εντόμων, παρασίτων ή μικροοργανισμών, η χρήση φερομονών για μαζική παγίδευση ή για διατάραξη της σύζευξης των εντόμων κ.α. Αντίστοιχα, για την αντιμετώπιση των ζιζανίων συνιστάται η μη κατεργασία ή η ελάχιστη κατεργασία του εδάφους, η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, η κάλυψη ή ο εμπλουτισμός του εδάφους με φυτικά υπολείμματα. (Βασιλακάκης, 2007)

Στην έναρξη της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας είναι πρακτικώς αδύνατο να αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα όλοι οι εχθροί και οι ασθένειες για τον λόγο αυτό στην αρχή γίνονται προσπάθειες προκειμένου να αντιμετωπιστεί μια μόνο κατηγορία ασθενειών, εχθρών ή ζιζανίων με την εφαρμογή της ευρύτερα αποδεκτής μεθόδου. Στην συνέχεια επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της εφαρμογής συμπληρωματικών μέτρων (π.χ. καλλιεργητικών μέτρων) για την πρόληψη της προσβολής και την αποφυγή χρήσης φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. (Ελευθεροχωρινός, 2008)

Η χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων συνιστάται μόνο στην περίπτωση που η εφαρμογή των υπόλοιπων τεχνικών δεν είχε θετικά αποτελέσματα και διαφαίνεται ότι η προσβολή θα έχει σημαντικό οικονομικό αποτέλεσμα για τον παραγωγό. Στην

περίπτωση εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι στην ελάχιστη δυνατή ποσότητα και συχνότητα εφαρμογής.

Ο παραγωγός από την πλευρά του οφείλει να ακολουθεί πιστά τα μέτρα που προτείνουν τα αρμόδια Περιφερειακά Γραφεία Φυτοπροστασίας και τις οδηγίες που αναγράφει η ετικέτα των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων για την εφαρμογή τους επειδή μόνον έτσι εξασφαλίζεται το επιθυμητό αποτέλεσμα και αποφεύγονται δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον, στην υγεία του παραγωγού και του καταναλωτή. Οι παραγωγοί θα πρέπει να παίρνουν σαφείς οδηγίες από τους αρμόδιους σχετικά με το είδος του φυτοπροστατευτικού, τη δόση, την ποσότητα και την τεχνική που θα ακολουθηθεί για την καλύτερη αντιμετώπιση των προσβολών. Στην περίπτωση που το φυτοπροστατευτικό σκεύασμα είναι ζιζανιοκτόνο και ο αγρός έχει μεγάλη κλίση συνιστάται να διατηρείται η φυτοκάλυψη του εδάφους την περίοδο των βροχοπτώσεων. Επίσης, οι παραγωγοί οφείλουν να κάνουν χρήση μόνο φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων που έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. (Agrocert, 1999)

Η χημική απολύμανση των εδαφών θα πρέπει να αποφεύγεται. Σε περίπτωση που υπάρχουν προβλήματα παθογόνων οργανισμών στο έδαφος θα πρέπει σε πρώτη φάση να λαμβάνονται κάποια μέτρα που αφορούν την εφαρμογή της αμειψισποράς, τη φύτευση φυτών που διακόπτουν τον βιολογικό κύκλο ή μειώνουν τον πληθυσμό των παθογόνων ή την ηλιακή απολύμανση. Σε περίπτωση που οι καλλιεργητικές αυτές τεχνικές δεν φέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η εθνική πολιτική για την εφαρμογή που αναφέρεται στη σταδιακή απόσυρση του βρωμιούχου μεθυλίου. Πριν από τη χρήση του ο παραγωγός θα πρέπει να έρθει σε επικοινωνία με τους αγοραστές γεωργικών προϊόντων για το ρυθμό που γίνεται αποδεκτό πλέον το βρωμιούχο μεθύλιο. Στην περίπτωση που γίνει η χρήση του οι οδηγίες της ετικέτας θα πρέπει να ακολουθηθούν πιστά από τον παραγωγό.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στις Φιλιππίνες έγινε μια προσπάθεια να αξιολογηθεί ένα ευρύ σύνολο πλεονεκτημάτων για την ολοκληρωμένη διαχείριση λαχανικών. Η ολοκληρωμένη διαχείριση στην καλλιέργεια του κρεμμυδιού είχε σαν

αποτέλεσμα τη μείωση στη χρήση συγκεκριμένων φυτοφαρμάκων σε ποσοστό που κυμάνθηκε από 25 μέχρι και 65% ανάλογα με την πρακτική που ακολουθήθηκε, η προβλεπόμενη έγκριση υιοθέτησης του προγράμματος κυμαινόταν από 36 μέχρι 94%. Τα εκτιμώμενα οικονομικά οφέλη ποικίλλουν από 6 έως 8\$ ανά άτομο, ανά καλλιέργεια και ανά καλλιεργητική περίοδο. Η συνολική αξία των περιβαλλοντικών οφελών για 5 χωριά που συμμετείχαν στο πρόγραμμα υπολογίστηκαν σε 150.000 δολάρια για τους 4.600 κατοίκους της περιοχής. (Cuyno et al., 2001)

Μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α αναφέρει ότι κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 60, η παραγωγή αχλαδιού απαιτούσε πολλαπλή χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων που πολλές φορές έφταναν ακόμη και τους 14 ψεκάσμούς, από τους οποίους οι περισσότεροι αφορούσαν τον έλεγχο των εχθρών και των ακάρεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα το κόστος παραγωγής να αυξηθεί, ενώ οι ζημιές από αρθρόποδα παράσιτα αυξήθηκαν λόγω της μεγαλύτερης αντοχής τους στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Με την ευαισθητοποίηση του κοινού για περιβαλλοντικά θέματα το τοπίο άλλαξε πανεπιστημιακοί ερευνητές, περιβαλλοντολόγοι, ιδιώτες σύμβουλοι, προμηθευτές χημικών ουσιών συνέβαλαν στη μείωση της χρήσης των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στους οπωρώνες της Καλιφόρνια. Σήμερα με την ολοκληρωμένη διαχείριση η καλλιέργεια θεωρείται χαμηλών εισροών, βιολογικά ενεργή και πολύ επιτυχημένη γενικότερα. Για παράδειγμα το 2008 πολλοί παραγωγοί αχλαδιών της περιοχής εφάρμοσαν μόνο μεταξύ 3 και 5 δραστικές ουσίες (κυρίως βιολογικές) σε μια καλλιεργητική περίοδο για τον έλεγχο των αρθρόποδων. (Weddle et al., 2009)

Τα όσα προαναφέρθηκαν δείχνουν ότι η εφαρμογή ενός συστήματος ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας, εκτός από την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των εχθρών, των ζιζανίων και των ασθενειών μιας καλλιέργειας συμβάλει στη μείωση των δυσμενών επιδράσεων από φυτοπροστατευτικά προϊόντα στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

8. Διαχείριση της αυτοφυούς χλωρίδας – της βιοποικιλότητας

Η παραγωγική διαδικασία δεν θα πρέπει να έχει αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον έτσι ώστε να μπορεί να εξασφαλίζεται η βιοποικιλότητα που είναι τόσο απαραίτητη. Η

ύπαρξη αυτοφυών φυτών στο χωράφι μερικές φορές κρίνεται ανεπιθύμητη ενώ μερικές άλλες επιθυμητή. Τα αυτοφυή φυτά που απαντούν σε ένα χωράφι πολλές φορές φιλοξενούν ωφέλιμα έντομα ενώ κάποιες άλλες φορές φιλοξενούν εχθρούς της καλλιέργειας ή είναι ξενιστές μιας ασθένειας που ενδέχεται να προσβάλλει και την καλλιέργεια. Για το λόγο αυτό, ο παραγωγός θα πρέπει να γνωρίζει πότε θα πρέπει να επέμβει για να απομακρύνει ένα αυτοφύες φυτό και πότε όχι.

Η διαχείριση και η συντήρηση της άγριας ζωής στο περιβάλλον της θα πρέπει να υλοποιείται με τρόπο συμβατό προς την αειφορική γεωργία. Με βάση τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής θα πρέπει να μένει ακαλλιέργητη μια έκταση περίπου 0,5 μέτρου ανάμεσα στα αγροτεμάχια. Η ύπαρξη βλάστησης τους χειμερινούς μήνες εμποδίζει την διάβρωση και την έκπλυση θρεπτικών στοιχείων που είναι έντονη την περίοδο με τις συνεχείς βροχοπτώσεις, ενώ βοηθά την ανάπτυξη μικροοργανισμών που αυξάνουν την οργανική ουσία του εδάφους. (Agrocert, 1999)

Την καλοκαιρινή περίοδο σε δενδρώδεις καλλιέργειες η αυτοφυής βλάστηση θα πρέπει να απομακρύνεται γιατί ανταγωνίζεται την καλλιέργεια σε υγρασία, θρεπτικά στοιχεία και επιπλέον αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

9. Συγκομιδή

Η συγκομιδή των καρπών θα πρέπει να γίνεται στο άριστο στάδιο ωρίμανσης, προκειμένου οι καρποί να έχουν τα άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, να μπορούν να μεταφερθούν με ασφάλεια στην αγορά και τέλος να μπορούν να συντηρηθούν για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα τους.

Στις δενδρώδεις καλλιέργειες ο τρόπος που συγκομίζεται ο καρπός έχει πολύ μεγάλη σημασία τόσο για την ποιότητα των καρπών (μωλωπισμοί), όσο και για την παραγωγή των δέντρων την επόμενη χρονιά (σπάσιμο ροζέτων). (Βασιλακάκης, 2007)

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την συσκευασία των καρπών θα πρέπει να φυλάσσονται σε χώρους καθαρούς μακριά από επιβλαβείς οργανισμούς. Στην

περίπτωση που η συσκευασία των καρπών γίνεται στο χωράφι, τα υλικά δεν θα πρέπει να παραμένουν εκεί κατά την διάρκεια της νύχτας, ενώ στην περίπτωση που ένα υλικό θα ξαναχρησιμοποιηθεί θα πρέπει να πλυθεί ενδιάμεσα προκειμένου να απομακρυνθούν πιθανοί μικροοργανισμοί που ενδέχεται να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών.

Όταν η καλλιέργεια ανήκει στην κατηγορία των φρούτων και των λαχανικών οι εργάτες που θα συγκομίσουν το προϊόν θα πρέπει να λάβουν τη βασική εκπαίδευση όσον αφορά θέματα υγιεινής. Σε περίπτωση που οι εργαζόμενοι είναι φορείς μεταδοτικών μολυσματικών ασθενειών, θα πρέπει να ενημερώσουν τον αρμόδιο. Επίσης, όταν η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιείται με το χέρι είναι υποχρεωτικό να υπάρχει τουαλέτα στον χώρο για να μπορούν να πλυθούν.

Σε περίπτωση που υπάρχουν μη παραγωγικοί χώροι στη γεωργική εκμετάλλευση συνιστάται να τροποποιηθούν σε χώρους που θα φιλοξενούν είδη της τοπικής χλωρίδας και πανίδας. Με τον τρόπο αυτό θα επιτυγχάνεται η αειφορική γεωργία αλλά και η αισθητική αναβάθμιση του χώρου.

10. Διαχείριση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας

Τα υπολείμματα μιας αροτραίας καλλιέργειας μπορούν να παραμείνουν στο χωράφι προκειμένου να το προστατεύσουν από πιθανή διάβρωση λόγω των βροχοπτώσεων την χειμερινή περίοδο. Επίσης με την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος μπορούμε να αυξήσουμε την οργανική ουσία του εδάφους με μηδαμινό κόστος. Εκτός από την άμεση ενσωμάτωσή τους στο έδαφος, η καλαμιά μπορεί να κοπεί για κάλυψη του εδάφους και να ενσωματωθεί στο έδαφος την ερχόμενη άνοιξη ή να αποτελέσει τόπο βόσκησης από ζώα και μετά τα υπολείμματα να ενσωματωθούν στο έδαφος. Στην περίπτωση δένδρδους καλλιέργειας τα κλαδευτικά συνιστάται να τεμαχίζονται και να ενσωματώνονται στο έδαφος ή να χρησιμοποιούνται ως ενεργειακός πόρος σε κτήρια (π.χ. τζάκια).

Η καύση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας που εφαρμοζόταν τα τελευταία χρόνια σε όλη την χώρα στερούσε οργανική ουσία από τα ήδη φτωχά μας εδάφη. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται μόνο σε περιπτώσεις σοβαρών προσβολών από εχθρούς ή ασθένειες. Πριν από την καύση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας θα πρέπει να έχουν ληφθεί μέτρα για την πυρασφάλεια της περιοχής, να υπάρχει διαθέσιμο νερό, φτυάρια και δυο άνθρωποι σε περίπτωση που η φωτιά ξεφύγει από τον αγρό. (Agrocert, 1999)

11. Διαχείριση απορριμμάτων

Συνιστάται ο εντοπισμός σε κάθε σημείο της γεωργικής εκμετάλλευσης όλων των πιθανών απορριμμάτων, όπως είναι τα χαρτιά, τα πλαστικά, τα πλαστικά κάλυψης, τα υλικά συσκευασίας λιπασμάτων ή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων, χυμένο πετρέλαιο, λάδια παλιά φθαρμένα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην άρδευση. Θα πρέπει να εντοπίζονται όλες οι πηγές ρύπανσης και μόλυνσης καθώς και οι πηγές από τις οποίες προέρχονται και να σχεδιάζεται ο τρόπος για να μειθούν, να ξαναχρησιμοποιηθούν στο μέλλον ή να ανακυκλωθούν. (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2007). Τα απορρίμματα αυτά δεν θα πρέπει να εγκαταλείπονται στον αγρό, σε γειτονικούς αγρούς ή σε κοινόχρηστους χώρους αλλά θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να αποτίθενται σε ειδικούς χώρους.

3.3.2 Ολοκληρωμένες μέθοδοι διαχείρισης φυτοπροστατευτικών

Το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (Integrated Crop Management – ICM), είναι ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης με στοιχεία συστήματος ποιότητας, το οποίο βασίζεται στην τήρηση των νομικών απαιτήσεων, την ορθολογική χρήση όλων των εισροών (νερό, λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα) και την παρακολούθηση και τον έλεγχο όλων των φάσεων παραγωγής με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και του καταναλωτή, καθώς και την παραγωγή επώνυμων, ποιοτικών, ασφαλών και ανταγωνιστικών προϊόντων.

Κατά καιρούς έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για την Ολοκληρωμένη Παραγωγή έτσι σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Σύμπραξη για την Προστασία των Καλλιεργειών (ECPA) ως Ολοκληρωμένη Παραγωγή ορίζεται η διαχείριση της παραγωγής στον αγρό με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρείται και να εμπλουτίζεται το περιβάλλον (άγρια πανίδα – χλωρίδα – άνθρωπος), ενώ ταυτόχρονα η παραγωγή επιτυγχάνεται με τον οικονομικότερο τρόπο, εξασφαλίζοντας άριστη ποιότητα. (Χατζιχαρίσης, 2003)

Ο Διεθνής Οργανισμός για το Βιολογικό και Ολοκληρωμένο έλεγχο των επιζήμιων εχθρών και ζιζανίων (IOBC) ορίζει την Ολοκληρωμένη Παραγωγή ως την: «Οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή αγροτικών προϊόντων υψηλής ποιότητας που δίνει προτεραιότητα στη χρησιμοποίηση οικολογικά ασφαλών μεθόδων, μειώνοντας τις ανεπιθύμητες δευτερογενείς επιδράσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας».

Εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν υπάρχει ένας επίσημος ορισμός της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στην Ε.Ε η κάθε χώρα μέλος υιοθετεί ορισμούς οι οποίοι προέρχονται από διαφορετικές πηγές αλλά παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες.

Έτσι χρησιμοποιείται συνδυασμός παραδοσιακών και σύγχρονων μεθόδων, που περιορίζουν τη χρήση περιβαλλοντικών ρυπαντών, την ενεργειακή κατανάλωση και την υπεράντληση νερού, ελαττώνεται σημαντικά η ρύπανση του περιβάλλοντος ειδικά του υδροφόρου ορίζοντα και μακροπρόθεσμα, αυξάνεται η γονιμότητα των καλλιεργούμενων εδαφών. Επιπροσθέτως, ευνοείται η αποκατάσταση του οικοσυστήματος και υποβοηθείται η φυσιολογική ανάπτυξη χλωρίδας και πανίδας της περιοχής. (Τσελές, 2011).

Με την εφαρμογή Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης επιτυγχάνεται η οργάνωση και ο έλεγχος της γεωργικής εκμετάλλευσης με προγραμματισμό της παραγωγής. Οι παραγωγοί γεωργικών προϊόντων ολοκληρωμένης διαχείρισης διαθέτουν υποχρεωτικά σύμβουλο γεωπόνο, μαζί με τον οποίο φτιάχνουν εξατομικευμένο πρόγραμμα καλλιεργητικών επεμβάσεων και φροντίδων. Όλος ο τρόπος καλλιέργειας είναι συγκεκριμένος, ενώ στη μονάδα παραγωγής τηρείται ημερολόγιο εργασιών, έτσι ώστε αν προκύψει κάποιο πρόβλημα, να γίνεται αμέσως γνωστό πότε και για ποιο λόγο

προέκυψε. Επίσης, καταγράφονται διαχρονικά τα γεωργικά και περιβαλλοντικά στοιχεία κάθε περιοχής, που αποκαλύπτουν τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν, όπως π.χ. υγρασία, κλιματολογικές συνθήκες, ποιότητα εδάφους, προηγούμενες καλλιέργειες και αποδοτικότητα, τα οποία χρησιμεύουν για την επιλογή της ορθότερης καλλιεργητικής πρακτικής. (Agrocert,1999).

Ελληνικά πρότυπα παραγωγής και πιστοποίησης

Οι στόχοι της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής μπορεί να επιτευχθούν επιτυχώς μέσω της εφαρμογής προτύπων ή πρωτοκόλλων, τα οποία περιγράφουν την οργάνωση και λειτουργία μιας γεωργικής εκμετάλλευσης, αλλά κυρίως τις διαδικασίες παραγωγής και τις επιμέρους απαιτήσεις (νομικές, τεχνικές, απαιτήσεις πελατών, τήρηση Κωδικών Ορθής Γεωργικής Πρακτικής) προς συμμόρφωση για την επιδιωκόμενη βελτίωση του περιβάλλοντος και την παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων. (www.agrocert.gr)

Τα περισσότερα πρότυπα – πρωτόκολλα που υπάρχουν διεθνώς περιγράφουν σχεδόν κατά παρόμοιο τρόπο τις διαδικασίες παραγωγής ενός προϊόντος αλλά διαφέρουν ως προς τον αριθμό των απαιτήσεων και κυρίως ως προς την υποχρέωση ή μη για συμμόρφωση στις απαιτήσεις.

Η ορθή εφαρμογή ενός συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης μέσω προτύπων – πρωτοκόλλων δεν είναι εύκολη στην πράξη επειδή προϋποθέτει καταρτισμένους παραγωγούς και διαπιστευμένους συμβούλους, επιβλέποντες, ελεγκτές και επιθεωρητές των συστημάτων παραγωγής που δυστυχώς ελάχιστοί μόνο υπάρχουν. Κάτι τέτοιο δεν θα πρέπει να αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα αλλά αντίθετα πρόκληση για προβληματισμό και αλλαγή νοοτροπίας στον τρόπο παραγωγής των αγροτικών προϊόντων.



Τα ελληνικά προϊόντα που παράγονται σύμφωνα με το εθνικό σύστημα πιστοποίησης της ολοκληρωμένης διαχείρισης, φέρουν το σήμα του κρατικού οργανισμού AGROCERT, που επιβεβαιώνει ότι έχουν παραχθεί σύμφωνα με τα ανάλογα πρότυπα AGRO. Τα πρότυπα AGRO αποτελούν μια πρόσθετη εγγύηση, που υποδηλώνει σαφώς ότι έχει ληφθεί η αναγκαία μέριμνα για το περιβάλλον, τους καταναλωτές και τους παραγωγούς. Παράλληλα, η πιστοποίηση του τρόπου παραγωγής και η απόδοση «ταυτότητας» στα προϊόντα αυξάνουν την ανταγωνιστικότητά τους, διευρύνουν τις ευκαιρίες για την εξεύρεση διεθνών αγορών και διασφαλίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό το εισόδημα των παραγωγών. Τα πρότυπα AGRO δεν πιστοποιούν αυτό καθαυτό το προϊόν, όπως συμβαίνει στην πιστοποίηση των βιολογικών προϊόντων, αλλά το ιδιαίτερο σύστημα παραγωγής. Επιβεβαιώνουν δηλαδή ότι τα συγκεκριμένα προϊόντα έχουν παραχθεί με τους κανόνες και τις προδιαγραφές του εκάστοτε προτύπου. (Κακαφίκης Π., 2005)

Στην Ελλάδα, τα συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης εφαρμόζονται κυρίως σε προϊόντα φυτικής παραγωγής, όπως ροδάκινα, νεκταρίνια, μήλα, κεράσια, ακτινίδια, δαμάσκηνα, σταφύλια, κηπευτικά, σπαράγγια, σιτηρά, όσπρια, ελιές, κ.ά. και δευτερευόντως, εφαρμόζονται στην εκτροφή χοιρινών και στα προϊόντα ιχθυοκαλλιέργειας, ενώ υπάρχει η δυνατότητα κάποιων προαιρετικών πιστοποιήσεων στα βοοειδή και τα συσκευασμένα παράγωγά τους.

Τα ελληνικά προϊόντα φυτικής παραγωγής φέρουν πιστοποίηση με το σήμα AGRO, πρότυπα 2-1 και 2-2, τα χοιρινά με το σήμα AGRO πρότυπα 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 και 3-5 και τα προϊόντα ιχθυοκαλλιέργειας το σήμα AGRO με το πρότυπο 4.

Το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης, σύμφωνα με τα πρότυπα του AGROCERT είναι μια εναλλακτική της συμβατικής, φιλοπεριβαλλοντική μέθοδος παραγωγής, σύμφωνα με την οποία ο παραγωγός μειώνει δραστικά τη χρήση χημικών σκευασμάτων και την ανεξέλεγκτη εφαρμογή καλλιεργητικών παρεμβάσεων. Ο παραγωγός είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει συγκεκριμένους κανόνες παραγωγής, σύμφωνα με τις υποδείξεις του επιβλέποντα Γεωπόνου και να τηρεί αρχεία καταγραφών των πρακτικών που εφαρμόζει, με στόχο τη διασφάλιση της υγείας του καταναλωτή και την προστασία του περιβάλλοντος. (Τσελές, κ.α, 2011)

Ο AGROCERT έχει εκπονήσει τα πρότυπα AGRO 2.1 & AGRO 2.2, που περιγράφουν τις απαιτήσεις στις οποίες πρέπει να συμμορφώνεται μια γεωργική εκμετάλλευση, προκειμένου να πιστοποιηθεί για την εφαρμογή του Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΣΟΔ) στην παραγωγή των προϊόντων της. (Agrocet, 1999)

AGRO 2-1 Προδιαγραφή

Περιλαμβάνει γενικές απαιτήσεις στο σύνολο της γεωργίας που μπορούν να επιθεωρηθούν αντικειμενικά. Αποτελεί το σύνολο των αρχών για την πιστοποίηση του Συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης που είναι εφαρμόσιμο σε κάθε γεωργική εκμετάλλευση ανεξάρτητα από κάθε είδος της παραγωγικής της κατεύθυνσης.

AGRO 2-2: Απαιτήσεις για την εφαρμογή

Περιγράφει τις τεχνικές και νομικές απαιτήσεις του συστήματος στη φυτική παραγωγή που συνοδεύουν το πρότυπο AGRO 2-1. Περιλαμβάνει τους γενικούς κανόνες ορθής γεωργικής πρακτικής και τα συνοδευτικά μέτρα φιλοπεριβαλλοντικής άσκησης της γεωργίας (φυτικής παραγωγής) ώστε να παράγονται ασφαλή και ποιοτικά προϊόντα και να επιτυγχάνεται η άριστη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Το Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης σύμφωνα με τα πρότυπα AGRO 2.1 & AGRO 2.2, εφαρμόζεται είτε σε συλλογική βάση από Ομάδες Παραγωγών, είτε σε ατομική βάση από μεμονωμένους παραγωγούς, με επιστημονική υποστήριξη και παρακολούθηση από επιβλέποντα τεχνικό σύμβουλο.

Μετά την ολοκλήρωση πιλοτικών προγραμμάτων τριετούς διάρκειας που υλοποίησε ο AGROCERT, ειδική επιστημονική ομάδα προέβη στην αναθεώρηση των προτύπων της σειράς AGRO 2, με την ενσωμάτωση σύγχρονων επιστημονικών δεδομένων, προκειμένου να ικανοποιούν πληρέστερα τις ανάγκες των παραγωγών και τις απαιτήσεις των αγορών. www.agrocert.gr

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η έναρξη ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών περιλαμβάνει μέτρα για την έγκυρη αντιμετώπιση, ακριβείς και απλές μεθόδους παρακολούθησης, αποτελεσματικούς φυσικούς ελέγχους και επιλεκτικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Ο Watler Bentley (2009) σε πείραμα του μελέτησε την ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής μηδικής που η τιμή της είναι χαμηλή και απαιτεί λίγη χειρονακτική εργασία και την παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών που παράγονται με ολοκληρωμένη διαχείριση. Τα επιτραπέζια σταφύλια έχουν υψηλή αξία ανά στέμμα και πολλές φορές υποβαθμίζονται ποιοτικά εξαιτίας ατελειών στην εμφάνιση τους. Στην παρούσα μελέτη έγινε κατανοητό ότι η ανάπτυξη ενός συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης δεν ισχύει το ίδιο για όλες τις καλλιέργειες και άρα δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται τυφλά. Ωστόσο, η ολοκληρωμένη διαχείριση των καλλιεργειών λειτουργεί εξίσου καλά σε μια καλλιέργεια με υψηλή αξία, όπως είναι το επιτραπέζιο σταφύλι, όσο και σε μια καλλιέργεια με χαμηλή αξία ανά στρέμμα όπως είναι το τριφύλλι (Bentley, 2009).

Όσον αφορά τη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών, η Ολοκληρωμένη Διαχείριση επιτρέπει τη χρήση φυτοφαρμάκων μόνο μέσω ενός προγράμματος **Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παθογόνων οργανισμών (Integrated Pest Management - IPM)**, χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα κριτήρια για την επιλογή των φυτοφαρμάκων, και ακολουθούνται συγκεκριμένες οδηγίες για την εφαρμογή τους σε καλλιέργειες (Mariyono, 2008). Συγκεκριμένα οι ουσίες που επιλέγονται είναι: (1) βιολογικά αποτελεσματικές (υψηλή επιλεκτικότητα, γρήγορη επίπτωση, βέλτιστη υπολειμματική

δράση, καλή ανοχή του φυτού, χαμηλού κινδύνου ανθεκτικότητα), (2) φιλικές προς το χρήστη (χαμηλή οξεία τοξικότητα και χαμηλή χρόνια τοξικότητα, βέλτιστη σύνθεση, ασφαλή συσκευασία, εύκολη μέθοδο εφαρμογής, μακροπρόθεσμη σταθερότητα στην αποθήκευση), (3) φιλικές / συμβατές προς το περιβάλλον (χαμηλή τοξικότητα σε οργανισμούς-μη στόχους, γρήγορη αποδόμηση στο περιβάλλον, χαμηλή κινητικότητα στο έδαφος, χωρίς υπολείμματα στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές άνω των επιτρεπόμενων ορίων MRLs, χαμηλό ποσοστό εφαρμογής, (4) οικονομικά βιώσιμες / κερδοφόρες (καλή αναλογία κόστους-οφέλους για τον αγρότη, ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, εφαρμογή σε IPM, καινοτόμα χαρακτηριστικά, ανταγωνιστικές, με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας) (Palacios Xutuc, 2010).

Τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα είναι επικίνδυνες χημικές ενώσεις για τον λόγο αυτό η επιλογή τους θα πρέπει να γίνεται με βάση τον τρόπο δράσης τους, το φάσμα δράσης τους, την εκλεκτικότητα τους στην συγκεκριμένη καλλιέργεια, την πιθανή αρνητική περιβαλλοντική επίδραση στην περιοχή, την συνδυαστικότητα με άλλα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, το οικονομικό κόστος και την υπολειμματική τους διάρκεια. Για να αποφευχθούν προβλήματα ανθεκτικότητας προτείνεται η εναλλαγή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και δραστικών ουσιών. Κατά την εφαρμογή κοκκωδών σκευασμάτων θα πρέπει να γίνεται ενσωμάτωση του σκευάσματος στο έδαφος προκειμένου να μην εμφανιστούν προβλήματα τοξικότητας σε οργανισμούς μη στόχους. Την περίοδο της ανθοφορίας αποφεύγεται έτσι ώστε να μην επηρεαστούν οι μέλισσες. Ιδανικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν βιολογικά σκευάσματα, τα οποία δεν έχουν αρνητικές επιδράσεις σε οργανισμούς μη στόχους, στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. (Bruce, 2010)

Οι παραγωγοί έχουν την υποχρέωση να αντιμετωπίζουν τους εχθρούς και τις ασθένειες με ορθολογικό τρόπο και βάση την κείμενη νομοθεσία σχετικά με την αποθήκευση τη μεταφορά, την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς επίσης και την καταστροφή των κενών μέσων συσκευασίας.

Η επιτυχία των ψεκασμών εξαρτάται από τα χρησιμοποιούμενα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, από τον τρόπο εφαρμογής τους, από τις καιρικές συνθήκες, από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών (ζιζανίων) καθώς επίσης και από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο

βρίσκεται το προσβαλλόμενο παράσιτο. Στον τρόπο εφαρμογής περιλαμβάνονται το είδος του ψεκαστήρα, τα είδη των ακροφυσίων, η πίεση ψεκασμού και η ταχύτητα μετακίνησης, ώστε να ψεκασθεί η απαιτούμενη ποσότητα δραστικής ουσίας στην μονάδα επιφάνειας και με ομοιόμορφη διασπορά.

Η ποσότητα της δραστικής ουσίας που θα ψεκασθεί στη μονάδα επιφάνειας και η ομοιομορφία διασποράς είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία του ψεκασμού. Η απαιτούμενη ποσότητα δραστικής ουσίας καθορίζεται με πειραματισμούς, συνήθως από τις εταιρείες παρασκευής φαρμάκων.

Ο ψεκασμός όμως της απαιτούμενης αυτής ουσίας, και μάλιστα με ομοιομορφία, ανήκει στην ευθύνη του γεωργού. Ο όγκος του ψεκαστικού διαλύματος που θα χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση μιας προσβολής θα πρέπει να υπολογιστεί με ακρίβεια για να αποφευχθούν προβλήματα περίσσειας. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει ο γεωργός να λάβει υπόψη του πολλούς παράγοντες, όπως η χωρητικότητα του δοχείου, τον τύπο, το μέγεθος, και τον αριθμό των ακροφυσίων, την πίεση ψεκασμού και την ταχύτητα μετακίνησης.

Η ομοιομορφία διασποράς των σταγονιδίων αλλά και το μέγεθος τους είναι ο δεύτερος βασικός παράγοντας. Είναι δυνατό σε ορισμένα τμήματα μιας επιφάνειας τα σταγονίδια να πέφτουν με μεγάλη πυκνότητα, ενώ σε άλλα να είναι πιο αραιά. Όταν η διασπορά της πυκνότητας είναι μεγάλη τότε ο βαθμός επιτυχίας του ψεκασμού μειώνεται σε μεγάλο βαθμό και ίσως είναι μια από τις σοβαρότερες αιτίες αποτυχίας των ψεκασμών. Η έλλειψη ομοιομορφίας διασποράς μπορεί να οφείλεται σε λόγους κακής εφαρμογής ή στην επίδραση του περιβάλλοντος. Ανάλογη είναι και η συμβολή του μεγέθους των σταγονιδίων. Μεγάλα σταγονίδια μπορεί να παρασύρονται λόγω βαρύτητας, και να πέφτουν από την επιφάνεια που ψεκάζονται, ενώ πολύ μικρά να παρασύρονται από τον αέρα ή να αιωρούνται χωρίς να επικάθονται στην ψεκαζόμενη επιφάνεια, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιτυχία ψεκασμού. (Τσατσαρέλη, 2006)

Μετά τη χρήση είναι εντελώς απαραίτητο να αδειάζει το ψεκαστικό διάλυμα και να καθαρίζεται με άφθονο νερό ο ψεκαστήρας και τα ακροφύσια του. Οι λόγοι που επιβάλλουν τον καθαρισμό αυτό δεν είναι μόνο η προστασία του ψεκαστήρα από

διαβρωτικά διαλύματα αλλά και η προστασία των φυτών, καθώς είναι πιθανό, τα υπολείμματα από το προηγούμενο φάρμακο να δημιουργήσουν προβλήματα στη νέα καλλιέργεια στην οποία θα χρησιμοποιηθεί. Συνήθεις αιτίες κακής εφαρμογής των ψεκασμών είναι τα ελαττωματικά στόμια ή γενικώς η κακή επιλογή τους, ακατάλληλες πιέσεις, ανομοιομορφία της ταχύτητας κίνησης του ρεύματος αέρα κ.α.

Όπως γίνεται κατανοητό κατά την διάρκεια των ψεκασμών θα πρέπει να ελέγχονται πολλοί παράγοντες, ώστε η εφαρμογή ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος να θεωρηθεί επιτυχημένη. Συγκεκριμένες οδηγίες που ακολουθούνται κατά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες περιλαμβάνουν: α) χρήση φυτοφαρμάκων στη συνιστώμενη δόση, όταν διαπιστωθεί η ύπαρξη ενός παρασίτου ή η προληπτική εφαρμογή όταν κρίνεται απαραίτητη, β) βελτιστοποίηση της χρήσης των φυτοφαρμάκων για την εξοικονόμηση χρημάτων μέσω χρησιμοποίησης δοσολογιών, προσαρμοσμένων σύμφωνα με την πυκνότητα του επιβλαβούς πληθυσμού, και γ) ελαχιστοποίηση της ανάγκης για χρήση φυτοπροστατευτικών μεταβάλλοντας το σύστημα καλλιέργειας για να μειωθεί ο κίνδυνος των παρασίτων (Burger et al., 2008).

Οι ψεκαστήρες είναι από τα γεωργικά μηχανήματα που απαιτούν τις περισσότερες ρυθμίσεις και τη μεγαλύτερη προσοχή και επιμέλεια. Μετά από κάθε επέμβαση με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα επιβάλλεται να περάσει ένα χρονικό διάστημα το οποίο αναγράφεται στην ετικέτα του φυτοπροστατευτικού προϊόντος. Ο χρόνος αναμονής αφορά αποκλειστικά τη χρονική περίοδο από την εφαρμογή του σκευάσματος μέχρι τη συγκομιδή και σε καμία περίπτωση δεν περιλαμβάνει την χρονική διάρκεια της μεταφοράς στους καταναλωτές. (Agrocert, 1999)

Η εφαρμογή κάθε φυτοπροστατευτικού σκευάσματος θα πρέπει να καταγράφεται στο αρχείο συμπεριλαμβανομένων και στοιχείων που αφορούν την ημερομηνία εφαρμογής, την ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε, τον τύπο του ψεκαστικού μηχανήματος και τον χρόνο αναμονής πριν από την συγκομιδή του προϊόντος.

Για την αποθήκευση των φυτοφαρμάκων θα πρέπει να ακολουθούνται ορισμένοι κανόνες, για παράδειγμα ο χώρος αποθήκευσης θα πρέπει είναι δροσερός, να αερίζεται καλά να είναι μακριά από παιδιά, ζώα, τρόφιμα, ζωοτροφές, σπόρους, λιπάσματα και

υδάτινους αποδέκτες. Κατά την αποθήκευση των προϊόντων θα πρέπει τα στερεά φυτοπροστατευτικά να αποθηκεύονται σε πιο ψηλά ράφια σε σχέση με τα υγρά σκευάσματα. (<http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>)

Οι παραγωγοί οφείλουν να τηρούν πιστά τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (91/414/ΕΟΚ) βάση της οποίας οι κενές συσκευασίες φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων θα πρέπει να καταστρέφονται με βάση τις οδηγίες της ετικέτας, έτσι ώστε να μη χρησιμοποιηθούν ξανά στο μέλλον. Η καταστροφή των συσκευασιών αυτών δεν θα πρέπει να επιβαρύνει αρνητικά το περιβάλλον για τον λόγο αυτό τις περισσότερες φορές γίνεται με σύνθλιψη ή καύση της συσκευασίας.

Θα πρέπει επίσης τόσο ο παραγωγός όσο και οι εργαζόμενοι να αναλαμβάνουν όλα τα μέτρα και τα μέσα υγιεινής (γάντια, μάσκα, ειδικά ρούχα προστασίας κλπ) προκειμένου να μην υποστούν βλαβερές συνέπειες από τυχόν φυτοφάρμακα ή άλλα προϊόντα που χρησιμοποιούνται. Μάλιστα κατά την ανάμιξη των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων πριν τον ψεκασμό πρέπει να υπάρχουν όλα τα απαραίτητα μέσα για τη μέτρηση και την ανάμιξη των φυτοπροστατευτικών προϊόντων αλλά και το πλύσιμο του χειριστή σε περίπτωση έκθεσής του στο φυτοπροστατευτικό προϊόν σε περίπτωση ατυχήματος. (Βασιλακάκης, 2007)

3.4 Νέες τεχνολογίες

Ως βιολογική διαδικασία, η γεωργική δραστηριότητα, επηρεάζεται σημαντικά από τις φυσιολογικές, βιοχημικές, οικολογικές και γενετικές ιδιότητες των οργανισμών που εμπλέκονται. Σήμερα, οι ανησυχίες για τη βιωσιμότητα των καλλιεργειών εστιάζουν στην ανάγκη για την ανάπτυξη των γεωργικών τεχνολογιών και των πρακτικών ώστε: (i) να μην έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (κυρίως επειδή το περιβάλλον είναι το σημαντικότερο εργαλείο για τη γεωργία, (ii) να είναι προσιτές και αποτελεσματικές για τους γεωργούς, και (iii) να οδηγήσουν σε βελτιώσεις τόσο στην παραγωγικότητα των τροφίμων όσο και να έχουν θετικές επιδράσεις στα περιβαλλοντικά αγαθά και υπηρεσίες (Pretty, 2007).

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει συμβάλλει στην εξέλιξη της αγροτικής παραγωγής καθώς έχει εισβάλλει σχεδόν σε κάθε στάδιο. Μόλις λίγα χρόνια πριν οι αγρότες δε λάμβαναν κανένα μέσο προστασίας κατά την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών. Καθώς τα περισσότερα φυτοφάρμακα εφαρμόζονται μέσω ψεκασμού, η κύρια ανησυχία ανακύπτει κατά την αραίωση των σκευασμάτων για την παρασκευή του διαλύματος (Matthews, 2006). Η διάχυση των σταγονιδίων του ψεκαστικού διαλύματος κατά την εφαρμογή είναι ο κυριότερος παράγοντας ανησυχίας, γι' αυτό και γίνονται προσπάθειες ελαχιστοποίησης του κινδύνου. Η διάχυση κατά τους αεροψεκασμούς είναι η μεγαλύτερη ενώ κατά την εφαρμογή από εδάφους ελαχιστοποιείται, για το λόγο αυτό, η τεχνική των αεροψεκασμών σταδιακά απαγορεύεται στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες (Hall & Fox, 1997).



Σήμερα, η τεχνολογική εξέλιξη του μηχανολογικού εξοπλισμού συντελεί στη μείωση των κινδύνων από την έκθεση στις φυτοπροστατευτικές ουσίες. Ο αγρότης έχει πλέον στη διάθεσή του τεχνολογικά μέσα ελέγχου και προστασίας. Οι τάπες αποστράγγισης που ενεργοποιούνται εξ αποστάσεως, η υδραυλική ανύψωση και η αναδίπλωση των βραχιόνων, η ελεύθερη αποστράγγιση των επιφανειών της δεξαμενής, η ευρεία υιοθέτηση του χαμηλού επιπέδου επαγωγής δεξαμενών για την ασφαλέστερη μεταφορά του διαλύματος στον ψεκαστήρα και η ανάπτυξη του τηλεχειρισμού είναι μερικά μόνο από τα στοιχεία που συμβάλλουν στη μείωση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα. Επίσης, αναπτύσσεται η νέα τεχνολογία που συνεχώς παρακολουθεί την ποιότητα του εδάφους και ρυθμίζει ανάλογα την εφαρμογή του φυτοφαρμάκου. Οι τεχνικές ακριβείας στη

γεωργία είναι νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται και μπορούν να μεταβάλλουν την ποσότητα του εφαρμοζόμενου ζιζανιοκτόνου. Στο μέλλον, οι χρήστες θα μπορούσαν να εντοπίζουν τις θέσεις των διαφόρων πληθυσμών ζιζανίων στο χωράφι και στη συνέχεια να επιλέγουν την ποσότητα και τον τύπο του σκευάσματος ώστε να ταιριάζουν με την πυκνότητα των ζιζανίων και τον πληθυσμό για την περιοχή του αγρού (Matthews 2006, Paice et al., 1996, Hall & Fox, 1997).

Ένα ακόμη σημαντικό τμήμα της προστασίας του ανθρώπου είναι η χρήση προσωπικών μέσων προστασίας, όπως η ένδυση τα γάντια, οι μπότες, οι μάσκες κ.α. Έχει αποδειχθεί πως τον μεγαλύτερο κίνδυνο αποτελεί η δερματική έκθεση στα φυτοφάρμακα, και η χρήση προσωπικών μέσων προστασίας (Personal Protective Equipment), θεωρείται επιβεβλημένη για τους εργαζόμενους στον αγρό. Διαφορετικοί τύποι μέσων ατομικής προστασίας προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα προστασίας από τη δερματική έκθεση, ενώ τα γάντια έχουν βρεθεί να παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία (Perry et al., 2000). Οι παραγωγοί έχουν πλέον στη διάθεσή τους μεγάλο εύρος τέτοιων προστατευτικών μέτρων που στο παρελθόν δεν υπήρχαν, ενώ, φαίνεται πως συγκεκριμένα προϊόντα φυτοφαρμάκων έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για μέσα ατομικής προστασίας, παρότι η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις αυτές έχει αποδειχθεί ότι διαφέρει. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός πως παρά την ύπαρξη των μέσων προστασίας δεν αξιοποιούνται στο βαθμό που θα έπρεπε από τους αγρότες και τους εργαζόμενους στη γεωργία, γι' αυτό και απαιτείται εκπαίδευση των ανθρώπων αυτών (Perry et al., 2002).



Η γενετική μηχανική αποτελεί επιστημονικό επίτευγμα των τελευταίων δεκαετιών και εφαρμόζεται ως καινοτομική τεχνολογία μόλις την τελευταία εικοσαετία. Έχει γίνει σημαντική προσπάθεια εφαρμογής της βιοτεχνολογίας για την ανάπτυξη νέων γενοτύπων φυτών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Στόχοι αυτών των επεμβάσεων είναι: α) η αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, χωρίς αύξηση των χρησιμοποιούμενων στη γεωργία πόρων, β) η δημιουργία φυτών ανθεκτικών σε εχθρούς και ασθένειες ώστε να περιοριστεί η χρήση των φυτοφαρμάκων, γ) η βελτίωση της αντοχής των φυτών σε διάφορες καταπονήσεις (stress) που προέρχονται από τις αντιξοότητες του περιβάλλοντος, δ) η βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και της καταλληλότητας τους για μεταποίηση, ώστε να αποφεύγεται η χημική παρέμβαση στη φάση της μεταποίησης (Τσαυτάρης, 1998). Από το 1996, τα γενετικώς τροποποιημένα φυτά με ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα, κυρίως το glyphosate, όπως η σόγια, το καλαμπόκι, το βαμβάκι, έχουν βοηθήσει στη διαχείριση των ζιζανίων και έχουν γίνει ένα σημαντικό εργαλείο στις πρακτικές παραγωγής των καλλιεργειών. Οι ανθεκτικές στο glyphosate καλλιέργειες, επέτρεψαν την εφαρμογή των πρακτικών διαχείρισης των ζιζανίων που έχουν βελτιωμένη απόδοση και κερδοφορία με παράλληλη καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος (Green, 2012).

3.4.1. Νέες δραστικές ουσίες

Λαμβάνοντας υπόψη τις δυσμενείς επιπτώσεις από τη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών στην υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον, γίνεται προσπάθεια εύρεσης νέων δραστικών ουσιών ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις τους. Κατά τα τελευταία 50 χρόνια, έχει υπάρξει μια εντατική έρευνα για την εύρεση ενώσεων που θα ελέγχουν τα παράσιτα χωρίς να καταστρέφονται οι καλλιέργειες ή το περιβάλλον. Σε αυτό το διάστημα, ο τρόπος που η αναζήτηση για νέα φυτοφάρμακα έχει εξελιχθεί, σε σχέση με τον τρόπο που γίνεται και τα κριτήρια με τα οποία αξιολογούνται οι ανακαλύψεις. Οι τρέχουσες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εύρεση και την ανάπτυξη νέων φυτοφαρμάκων είναι εξελιγμένες και πολύπλοκες. Μια νέα ένωση πρέπει να είναι όχι μόνο εξαιρετικά αποτελεσματική, αλλά και περιβαλλοντικά αποδεκτή (National Research Council, 2000).

Η βιομηχανία φυτοφαρμάκων έχει αλλάξει σημαντικά από την αρχή της εξέλιξης των φυτοφαρμάκων. Μία από τις πιο σημαντικές τάσεις για τις εταιρείες αγροχημικών είναι η αυξανόμενη στροφή προς την ανάπτυξη και την καταγραφή των μειωμένου κινδύνου φυτοφαρμάκων. Το 1993, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) των ΗΠΑ ξεκίνησε ένα πρόγραμμα ταχείας ανασκόπησης των φυτοπροστατευτικών που είχαν καταχωρηθεί ως μειωμένου κινδύνου φάρμακα. Για να καταχωρηθεί ένα φάρμακο ως μειωμένου κινδύνου θα πρέπει να τηρεί κάποιες προϋποθέσεις, ανάμεσα στις οποίες είναι η χαμηλότερη τοξικότητα, η μειωμένη επίδραση στον άνθρωπο, η μειωμένη επίδραση σε οργανισμούς μη στόχους, αλλά και η μειωμένη υπολειμματική διάρκεια (EPA, 1998).

Τα νεότερα φυτοφάρμακα τείνουν να έχουν μικρότερη διάρκεια ημιζωής και να είναι υδατοδιαλυτά, έτσι ώστε να αποβάλλονται ευκολότερα (κυρίως από τα ούρα) και είναι λιγότερο έμμονα στο περιβάλλον. Ωστόσο, η οξεία τοξικότητα ορισμένων από τα νεότερα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (κυρίως οργανοφωσφορικά και καρβαμικά εντομοκτόνα) είναι πολύ υψηλότερη από ό, τι τα παλαιότερα προϊόντα, καθιστώντας τα πιο επικίνδυνα για τους χρήστες να τα χειριστούν. Επιπλέον, η αυξημένη διαλυτότητα τους στο νερό αυξάνει την πιθανότητα μόλυνσης των υπόγειων υδάτων ως αποτέλεσμα

της κακής εφαρμογής, κακής κατασκευής και, κακής διάθεση, ή έκπλυσης. Ενώ τα προηγούμενα φυτοφάρμακα είχαν ως στόχο τον έλεγχο ενός ευρέος φάσματος επιβλαβών εντόμων, πολλά φυτοφάρμακα σήμερα είναι πολύ πιο ειδικά στη δράση τους. Επίσης, σήμερα τα φυτοφάρμακα είναι αποτελεσματικότερα σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις από ό, τι στο παρελθόν (National Environmental Education & Training Foundation, 2003).

Τα περισσότερα νέα ζιζανιοκτόνα έχουν προστεθεί σε υφιστάμενους τύπους, όπως οι σουλφονουλουργίες. Πιο εξευγενισμένη παραγωγή οδήγησε στο δ-ισομερές του metolachlor που αντικαθιστά το προγενέστερο προϊόν. Σε γενικές γραμμές, ζιζανιοκτόνα είναι συχνά διαφορετικοί συνδυασμοί ζιζανιοκτόνων σε προ-αναμεμειγμένα σκευάσματα. Οι στρομπουλουρίνες, συνθετικά ανάλογα της στρομπουλουρίνης A που παράγεται από το *Strobilurus tenacellus*, είναι η βασική κατηγορία των νέων μυκητοκτόνων, ενώ συνεχίζουν να αναπτύσσονται και νέες εκδοχές των παλιότερων ομάδων. Όσον αφορά τα εντομοκτόνα, τη θέση των οργανοχωριωμένων, των οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών νευροτοξικών εντομοκτόνων, έχουν πάρει νέες ομάδες που περιλαμβάνουν τα πυρεθροειδή και τα νεονικοτινοειδή. Άλλες νέες ομάδες εντομοκτόνων είναι οι αναστολείς της σύνθεσης της χιτίνης και άλλοι ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων, καθώς και οι αβερμεκτίνες και άλλα φυτοπροστατευτικά όπως οι πυραζόλες, ενώ σημαντική ομάδα νέων εντομοκτόνων αποτελούν οι σπινουσύνες. (Matthews, 2006).

Μια νέα κατηγορία συνθετικών φυτοπροστατευτικών, που αναπτύχθηκε πρόσφατα, αποτελούν οι παλδοξίνες (paldoxins), οι οποίες δρουν ως μυκητοκτόνα, παρεμποδίζοντας τα ένζυμα των μυκήτων να απενεργοποιήσουν έναν φυσικό αμυντικό μηχανισμό των φυτών, τις φυτοαλεξίνες. Οι παλδοξίνες θεωρούνται ασφαλή φυτοπροστατευτικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (EurekaAlert, 2009). Η επιστημονική έρευνα που αφορά στις επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών στην ανθρώπινη υγεία συνεχίζεται, όπως συνεχίζεται και η αγωνία του ευαισθητοποιημένου σύγχρονου ανθρώπου, αν οι επόμενες γενιές θα ζήσουν σε ένα περιβάλλον όπου θα μπορούν να έρχονται σε επαφή με καθαρή γη και τροφή, με καθαρό αέρα και νερό

3.4.2 Βιολογική μέθοδος καλλιέργειας



Η βιολογική γεωργία είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής και διαχείρισης των εχθρών, των ασθενειών και των ζιζανίων που προσβάλλουν τα φυτά και προβλέπει σημαντικούς περιορισμούς στην χρήση συνθετικών λιπασμάτων ή ζιζανιοκτόνων, φυτοφαρμάκων, ρυθμιστών ανάπτυξης και άλλων εξίσου επικίνδυνων χημικών ουσιών. Είναι δηλαδή η παραγωγή με ήπια μέσα βοηθώντας έτσι τη διατήρηση των οικοσυστημάτων και μειώνοντας τη μόλυνση του περιβάλλοντος προστατεύοντας με αυτόν τον τρόπο το περιβάλλον σε όλα τα στάδια διαχείρισης του οικοσυστήματος, προασπίζοντας ταυτόχρονα την υγεία των καταναλωτών.

Σκοπός της βιολογικής γεωργίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος αειφορικής παραγωγής, το οποίο βασίζεται στην αμεινισπορά των καλλιεργειών, την ανακύκλωση των φυτικών υπολειμμάτων και τη χρήση οργανικών λιπασμάτων (ζωικής κοπριάς), την ορθολογική χρήση του γεωργικού εξοπλισμού και τους βιολογικούς τρόπους αντιμετώπισης των εχθρών και των ασθενειών.

Οι βασικοί επιμέρους στόχοι της βιολογικής γεωργίας είναι οι παρακάτω:

- η παραγωγή προϊόντων ανώτερης ποιότητας,
- η διασφάλιση της υγιεινής των τροφίμων

- η διατήρηση καθώς επίσης και η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, με την προσαρμοσμένη χρήση βιολογικών και μηχανικών μεθόδων, που συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από εισροές.
- η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων
- η χρησιμοποίηση όσο το δυνατόν περισσότερων ανανεώσιμων πόρων
- η διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας στο αγροτικό οικοσύστημα λαμβάνοντας πάντα υπόψη την προστασία των φυτικών και ζωικών πληθυσμών
- η αποφυγή όλων των μορφών ρύπανσης που μπορεί να προκύψουν από τις γεωργικές τεχνικές
- η προστασία της υγείας των ίδιων των παραγωγών που αποφεύγουν την επαφή με τα επικίνδυνα χημικά.



Από την σκοπιά της ασφάλειας των τροφίμων όμως τα βιολογικά έχουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών. Η απουσία των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών από την βιολογική γεωργία αυξάνει την ασφάλεια τους, ενώ οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών στα βιολογικά λαχανικά και φρούτα μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. Η απαγόρευση των φυτοφαρμάκων στην βιολογική γεωργία βελτιώνει την ασφάλεια διασφαλίζοντας την απουσία των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων. Τέλος, η απαγόρευση χρήσης συνθετικών λιπασμάτων και ρυθμιστών ανάπτυξης στην βιολογική γεωργία μειώνουν τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και των υπολειμμάτων ρυθμιστών ανάπτυξης βιολογικής καλλιέργειας φυτικών προϊόντων. (Hansen et al. 2002)

Πειράματα έχουν δείξει ότι η εφαρμογή της βιολογικής γεωργίας αυξάνει την οργανική ουσία του εδάφους. Οι καλλιεργητικές τεχνικές που μειώνουν τις απώλειες αζώτου και ταυτόχρονα αυξάνουν την αποτελεσματικότητα πρόσληψης του βασίζονται στην βιολογική γεωργία. Μάλιστα, οι επιστήμονες βρήκαν ότι το ετήσιο ποσό έκπλυσης αζώτου της βιολογικής γεωργίας ήταν 4,4 – 5,6 φορές υψηλότερο σε σχέση με την συμβατική γεωργία. (Gomiero T., et al., 2011)

Επίσης, τα οργανικά λιπάσματα (κομπόστ, κοπριά) που χρησιμοποιούνται στην βιολογική γεωργία είναι αργής αποδέσμευσης κάνοντας τη λίπανση πιο αποτελεσματική. Ωστόσο ο ανταγωνισμός των φυτών της καλλιέργειας με τα ζιζάνια ενδέχεται να μειώσει την πρόσληψη αζώτου της καλλιέργειας. (Gomiero T., et al., 2011)

Η πρώτη αναφορά στη βιολογική γεωργία τοποθετείται στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και πιο συγκεκριμένα την δεκαετία του 20' όταν εκδηλώθηκε στην Γερμανία ένα κίνημα με κύριο εκφραστή τον Rudolf Steiner, όμως μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 50' η βιολογική γεωργία βρισκόταν σε εμβρυακό στάδιο εξαιτίας του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η πραγματική διάδοση αρχίζει στις αρχές της δεκαετίας του '60, με τον όρο οργανική γεωργία στην Αγγλία και αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς μετά το 1980 στην Αμερική, την Ιαπωνία και πολλές χώρες της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης. Η πρώτη μεγάλη αναγνώριση της βιολογικής γεωργίας πραγματοποιήθηκε το 1984 με την θέσπιση ευρωπαϊκών προδιαγραφών και κοινού λογότυπου από την Ε.Ο.Κ, ενώ το 1986 εκπονήθηκε πρόγραμμα για την προώθηση της. Τα επόμενα χρόνια ο Παγκόσμιος Οργανισμός Εμπορίου έθεσε ως επιτακτική ανάγκη την αναμόρφωση της γεωργίας με στόχο την παραγωγή διεθνώς ανταγωνιστικών προϊόντων και την αποκατάσταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προέκυψαν από τις γεωργικές δραστηριότητες. Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο η Ευρωπαϊκή Ένωση επιχείρησε μια σειρά δράσεων με στόχο την μαζική πληροφόρηση θεμάτων σχετικών με την βιολογική γεωργία και έπειτα ενθάρρυνε τα κράτη μέλη να καλλιεργούν με βιολογικό τρόπο. Η εξέλιξη αυτή έχει ως αποτέλεσμα την ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση των καταναλωτών για προϊόντα ποιότητας. (Αντωνόπουλος Χ., 2000, Μπούρμπος Α., 2001, Sanerborn J., 2006)

Η βιολογική γεωργία διαδόθηκε με ταχείς ρυθμούς στη Γερμανία, τη Γαλλία, την Ολλανδία και την Ισπανία, οι χώρες αυτές μάλιστα άρχισαν να δημιουργούν δικές τους νομοθεσίες για την παραγωγή, τον έλεγχο και τη διάθεση των βιολογικών προϊόντων θεσπίζοντας εθνικά συστήματα για την εμφάνιση των προϊόντων αυτών στην αγορά και για την προστασία του καταναλωτή. Για τον λόγο αυτό, αποφασίστηκε η δημιουργία ενός κοινοτικού πλαισίου, το οποίο ορίζει λεπτομερώς τις απαιτήσεις έτσι ώστε το προϊόν να μπορεί να φέρει την ένδειξη «βιολογικό προϊόν». (Sanerborn J., 2006)

Έτσι, το 1991 το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Υπουργών Γεωργίας ενοποίησε νομοθετικά τη βιολογική γεωργία και την αντίστοιχη σήμανση των αγροτικών προϊόντων και τροφίμων για την Ευρώπη θεσπίζοντας τον κανονισμό 2092/91. Με την εφαρμογή της συγκεκριμένης νομοθεσίας καθορίζονται οι παραγωγικές διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για τα βιολογικά προϊόντα, καθώς επίσης και διαδικασίες όπως είναι η μεταποίηση, η τυποποίηση και το εμπόριο των βιολογικών προϊόντων στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και την εισαγωγή αυτών των προϊόντων από τρίτες χώρες. (Ευρωπαϊκή Ένωση 1991)

Η θεσμοθέτηση αυτού του κανονισμού αποτέλεσε μέρος της μεταρρύθμισης της Κ.Α.Π της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της επίσημης αναγνώρισης της βιολογικής γεωργίας και των βιολογικών προϊόντων. Αρχικά ο κανονισμός για τα βιολογικά προϊόντα αφορούσε μόνο τα φυτικά προϊόντα, στη συνέχεια επεκτάθηκαν στη ζωική παραγωγή με τον κανονισμό 1804/99. Στους κανόνες αυτούς περιλαμβάνονται οι ζωοτροφές, η πρόληψη νόσων, η κτηνιατρική θεραπεία, η αναπαραγωγή των ζώων και η χρήση της κοπριάς. (Ευρωπαϊκή Ένωση 1999)

Τη χρονική περίοδο 2003-2008 προστέθηκαν εννέα τροποποιήσεις στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία που αφορούν τη βιολογική γεωργία. Η παραγωγή και η χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών καθώς και των προϊόντων τους αποκλείστηκε από τη βιολογική γεωργία.

Σε γενικές γραμμές οι κυριότεροι στόχοι του ΚΑΝ 2092/91 είναι η υιοθέτηση δίκαιων όρων που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό των παραγωγών βιολογικής γεωργίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, τη διασφάλιση της

αξιοπιστίας των προϊόντων και κατ' επέκταση την προώθηση της βιολογικής γεωργίας. (Ευρωπαϊκή Ένωση 1991)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι σήμερα η μόνη αγορά, η οποία έχει αναπτύξει συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τη βιολογική γεωργία. Το γεγονός αυτό βοήθησε τους καταναλωτές να αγοράζουν βιολογικά προϊόντα με τη βεβαιότητα ότι τηρούν πρότυπα βιολογικής παραγωγής. Επίσης, με την ψήφιση του κανονισμού η βιολογική γεωργία έλαβε την επίσημη αναγνώριση των 15 κρατών – μελών που ήταν τότε η Ευρωπαϊκή Ένωση ανοίγοντας έτσι το δρόμο για οργανωμένη παραγωγή βιολογικών προϊόντων. (Ευρωπαϊκή Ένωση 1991,1999)

Τα τελευταία 20 χρόνια η βιολογική γεωργία στην Ευρώπη άρχισε να αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς. Οι ενισχύσεις που δέχτηκε η βιολογική γεωργία είχαν σαν αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη της, την αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Κατά την χρονική περίοδο 1986-1996 η καλλιεργούμενη έκταση με βιολογικά προϊόντα στην Ευρώπη αυξανόταν κάθε χρόνο κατά 30%. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το 2003 στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (μαζί με τις 12 υπό ένταξη χώρες, τις χώρες EFTA την Βοσνία, την Κροατία και τη Γιουγκοσλαβία) η συνολική καλλιεργούμενη έκταση με πιστοποιημένα βιολογικά προϊόντα άγγιξε τα 4,3 εκατομμύρια εκτάρια και ο αριθμός των γεωργικών εκμεταλλεύσεων ξεπέρασε τις 100.000. Οι αριθμοί αυτοί αντιστοιχούσαν στο 2% της αγροτικής πολιτικής και στο 1,5% των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. (Yussefi & Willer, 2004, Eurostat News Release, Organic farming, 30/2010 – 1 March 2010)

Την χρονική περίοδο 2005-2008 η έκταση των βιολογικών καλλιεργειών στην Ευρώπη των 27 αυξήθηκε κατά 21%, με την βιολογική γεωργία να αντιπροσωπεύει το 4% της συνολικής αξιοποιημένης έκτασης στην Ευρώπη. (Rigby D. & Caceres D., 1998)

Το ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με βιολογικά προϊόντα διαφέρει μεταξύ των κρατών της Ευρώπης, σε ορισμένες περιοχές το ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με βιολογικά προϊόντα είναι διψήφιο ενώ ορισμένες χώρες της Ευρώπης όπως η Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό είναι πολύ χαμηλό. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη

παρατηρείται στις σκανδιναβικές καθώς και τις μεσογειακές χώρες. Σήμερα η Ισπανία θεωρείται το κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τις μεγαλύτερες βιολογικές εκτάσεις με περίπου 1,3 εκατομμύρια εκτάρια, ακολουθεί η Ιταλία με 1 εκατομμύριο εκτάρια, η Γερμανία με 0,9 εκατομμύρια εκτάρια και η Βρετανία με 0,7. Το μεγαλύτερο ποσοστό βιοκαλλιεργούμενων εκτάσεων καταλαμβάνει η Αυστρία με το ποσοστό να κυμαίνεται στο 15,7%, ακολουθεί η Σουηδία με 10%, και η Ιταλία με 8,9%. (Eurostat News Release, Organic farming, 30/2010 – 1 March 2010, Rigby D., and Caceres D., 1998)

Με βάση τα στατιστικά στοιχεία του έτους 2002 οι πωλήσεις των βιολογικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση άγγιξαν το 50% των συνολικών πωλήσεων βιολογικών προϊόντων παγκοσμίως. Υπολογίζεται ότι το 2002 οι πωλήσεις των βιολογικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατέγραψαν αύξηση που έφτασε το 8%. Η πρώτη χώρα στην ευρωπαϊκή αγορά βιολογικών προϊόντων είναι η Γερμανία με ποσοστό που κυμαίνεται περίπου στο 30%. Δυστυχώς μέχρι στιγμής δεν υπάρχει οργάνωση εθνικών αγορών με βιολογικά προϊόντα στην Ευρωπαϊκή Ένωση εξαιτίας του χαμηλού ποσοστού ανάπτυξης σε ορισμένα κράτη μέλη όπως η Ελλάδα και η Πορτογαλία. (Yussefi & Willer, 2004).

Η στροφή των καταναλωτών στην υγιεινή διατροφή αύξησε ραγδαία την κατανάλωση βιολογικών προϊόντων σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση με ρυθμό που κυμαίνεται στο 10-15% κάθε έτος. Με βάση στατιστικά δεδομένα η Δανία είναι η πρώτη χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση στην κατανάλωση βιολογικών τροφίμων ανά κάτοικο. Ακολουθούν η Δανία, η Σουηδία και η Γερμανία που καταλαμβάνουν την δεύτερη, την τρίτη και την τέταρτη θέση αντίστοιχα στην κατανάλωση βιολογικών προϊόντων ανά κάτοικο. Επίσης με βάση την ίδια μελέτη η Δανία παρουσίασε και πάλι το υψηλότερο ποσοστό βιολογικών τροφίμων και ποτών στο σύνολο των ειδών διατροφής με ποσοστό που κυμάνθηκε στο 5%, ακολούθησε η Σουηδία με 3% και η Γερμανία με 2,6%. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007, Lesjak, 2006)

Ο σημαντικότερος λόγος που οδήγησε στην ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας ήταν η θέσπιση του κανονισμού 2092/91 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιολογικά προϊόντα. Το νομοθετικό πλαίσιο βοήθησε τους παραγωγούς και προστάτευσε τους καταναλωτές

από επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία αγροτικά προϊόντα (εξαιτίας υπερβολικής χρήσης φυτοφαρμάκων) αυξάνοντας έτσι την ζήτηση των βιολογικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Επίσης, οι περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνουν πολλά κίνητρα στους παραγωγούς προκειμένου να καλλιεργήσουν την γη με βιολογικό τρόπο.

Πίνακας 3.2.: Εκτάσεις βιολογικώς διαχειριζόμενες και ο αριθμός των βιολογικών εκμεταλλεύσεων στην Ευρώπη. (Πηγή: Yussefi & Willer , 2004).

Χώρα	Έτος	Βιολογικές εκμεταλλεύσεις			
		Αριθμός	%	Εκτάρια	%
Αυστρία	2000	18.576	9,2	279.000	11,6
Βέλγιο	2000	700	1,2	20.241	1,45
Βουλγαρία	2000	50		500	
Βοσνία	2002	92		1.113	
Κροατία	1998	18		120	
Κύπρος	2002	45	0,0	166	0,12
Τσεχία	2002	654	2,3	235.136	5,09
Δανία	2002	3.714	5,8	178.360	6,65
Εσθονία	2002	583	0,2	30.552	3,00
Φιλανδία	2002	5.071	6,8	156.692	7,00
Γαλλία	2002	11.117	1,5	509.000	1,70
Γερμανία	2002	15.628	4,0	696,978	4,10
Ελλάδα	2002	6.047	0,6	28.944	0,86
Ουγγαρία	2002	1,116	0,2	103.672	1,70
Ισλανδία	2002	20	0,8	6.000	0,70
Ιρλανδία	2002	923	0,7	29.850	0,70
Ιταλία	2002	49.486	2,1	1.168.212	8,00
Λετονία	2002	350		16.934	0,81
Λιθουανία	2002	393		8.780	0,25
Λουξεμβούργο	2002	48	2.0	2.004	2,00
Μάλτα	2002		2,0		
Ολλανδία	2002	1.560	1,7	42.610	2,19
Νορβηγία	2002	3,9	32.546	3,13	
Πολωνία	2002	1.977		53.515	0,36
Πορτογαλία	2002	1.059	0,2	85.915	2,20
Ρουμανία	2001	1.200		40.000	0,27
Σλοβενία	2002	1.150	0,1	15.000	

Ισπανία	2002	17.751	1,4	665.055	2,28
Σουηδία	2002	3.530	3,9	187.000	6,09
Ελβετία	2002	6.466	10,8	107.000	10,0
Τουρκία	2001	18.385	0,0	57.001	0,14
Ηνωμένο Βασίλειο	2002	4.057	1,7	724.523	4,22
Γιουγκοσλαβία	2001			15.200	0,30
Σύνολο		174.257		5.556.599	

Στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες ο καταναλωτής μπορεί να προμηθευτεί βιολογικά τρόφιμα από τα σούπερ μάρκετ, τα καταστήματα τροφίμων καθώς επίσης και από ειδικά καταστήματα βιολογικών τροφίμων, λαϊκές αγορές ή με απευθείας παράδοση του προϊόντος στον χώρο του πελάτη.

Η ζήτηση των καταναλωτών για βιολογικά τρόφιμα τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί σημαντικά δημιουργώντας έτσι την ανάγκη για την ύπαρξη ορισμένων κανόνων και κατευθυντήριων γραμμών τόσο για την προστασία των καταναλωτών όσο και για τις κυβερνήσεις οι οποίες θα πρέπει να αναπτύξουν ανάλογη νομοθεσία. Η IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements – Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας), διεθνής οργανισμοί όπως ο FAO (Food and Agriculture Organization – Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας) και ο WHO (World Health Organization – Παγκόσμιο Οργανισμός Υγείας) έχουν ασχοληθεί όχι μόνο με την παραγωγή και την προώθηση της βιολογικής γεωργίας αλλά και με τα πρότυπα πιστοποίησης.

Έτσι το 1992 η IFOAM καθιέρωσε το πρόγραμμα IAP (IFOAM Accreditation Program) σύμφωνα με το οποίο παρέχονται κάποιες εγγυήσεις στην απαίτηση εναρμόνισης των διαδικασιών για την παραγωγή βιολογικών τροφίμων και το 2000 κυκλοφόρησαν στην αγορά τα πρώτα προϊόντα με το λογότυπο “IFOAM – accredited”.

Η κοινή FAO/WHO Επιτροπή του Codex Alimentarius ξεκίνησε από το 1991 να επεξεργάζεται κατευθυντήριες γραμμές προκειμένου να θεσπίσει πρότυπα που αφορούν την παραγωγή, την σήμανση και την εμπορία των βιολογικών τροφίμων. Έτσι το 1999 και το 2001 εγκρίθηκαν τα σχετικά πρότυπα για την φυτική και ζωική παραγωγή

αντίστοιχα, τα οποία σε γενικές γραμμές συμβαδίζουν με τα πρότυπα που είχαν θεσπιστεί από την IFOAM καθώς και τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αφορούν τα βιολογικά προϊόντα. (<http://ec.europa.eu/agriculture/organic/>)

Βιολογική καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών

Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, η βιοτεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της απόδοσης, της διατροφής, της αντοχής των φυτών στην ξηρασία. Μια άλλη πολύ σημαντική εφαρμογή της βιοτεχνολογίας στην γεωργία είναι η χρήση της στην φυτοπροστασία.

Η βιολογική αντιμετώπιση των εχθρών και των ασθενειών περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση μικροοργανισμών και φυσικών εχθρών που καταστέλλουν τη δραστηριότητα ενός φυτοπαθογόνου αιτίου και παρεμποδίζουν την περαιτέρω προσβολή της καλλιέργειας.

Βιολογική καταπολέμηση εντόμων

Τα τελευταία 30-50 χρόνια η πρόοδος της εφαρμοσμένης παθολογίας των εντόμων ήταν αρκετά γρήγορη και κατέληξε σε εντυπωσιακές προσπάθειες καταπολέμησης εντόμων με παθογόνους γι' αυτά οργανισμούς.

Στην καταπολέμηση των εχθρών με βιολογικό τρόπο χρησιμοποιούνται ζωντανοί οργανισμοί. Μέχρι πριν λίγα χρόνια οι βιολογικές μέθοδοι, αφορούσαν κυρίως τη χρησιμοποίηση φυσικών εχθρών του βλαβερού εντόμου και προ παντός εντομοφάγων εντόμων και ακάρεων. Τα τελευταία χρόνια πολλοί τοποθετούν στις βιολογικές μεθόδους και τη χρησιμοποίηση άλλων οργανισμών, όπως π.χ. ελαττωματικά άτομα του επιζήμιου είδους, δηλαδή αυτού που θέλουμε να καταπολεμήσουμε. Οι πιο πολλές επιτυχημένες περιπτώσεις βιολογικής καταπολέμησης έγιναν με τη χρησιμοποίηση εντομοφάγων εντόμων, εντομοπαθογόνων βακτηρίων, ιών και στερωμένων ή γενετικά ελαττωματικών ατόμων του βλαβερού είδους.

Ο έλεγχος των εχθρών με βιολογικό τρόπο επιτεύχθηκε με επιτυχία σε πολλές περιπτώσεις στο παρελθόν τόσο στον αγρό όσο και σε θερμοκήπιο με εγχώρια έντομα και παρασιτοειδή.

Η πρώτη εντυπωσιακή επιτυχία της βιολογικής μεθόδου ήταν η καταπολέμηση του κοκκοειδούς *Icerya purchase*, της κοινώς βαμβακάδας των εσπεριδοειδών, με το αρπακτικό κολεόπτερο *Rodolia cardinalis* των Coccinelidae. Όταν το *Icerya purchase* μπήκε και εγκαταστάθηκε σε περιοχές της Καλιφόρνιας όπου καλλιεργούνται εσπεριδοειδή, έγινε εχθρός των δέντρων αυτών. Την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν αποτελεσματικά εντομοκτόνα εναντίον του κοκκοειδούς αυτού. Έκτοτε περισσότερες χώρες εισήγαγαν και εγκατέστησαν το εντομοφάγο αυτό κολεόπτερο και καταπολέμησαν επιτυχώς το *Icerya purchase*. (Τζανακάκης, 1995)

Τα εντομοφάγα έντομα τα διακρίνουμε σε αρπακτικά, σε παράσιτα και σε παρασιτοειδή. Το θηρευτικό έντομο κατά την ενήλικη ζωή του και ώσπου να συμπληρώσει την ανάπτυξη του προσβάλλει και τρώει κατά κανόνα περισσότερα από ένα άτομα τη λείας του. Αντίθετα, το παράσιτο προσβάλλει κατά κανόνα ένα μόνο άτομο ξενιστή. Του αρκεί δηλαδή ένα άτομο του ξενιστή για να τραφεί και να αναπτυχθεί. Το παράσιτο περνά ένα αξιόλογο μέρος της ζωής του πάνω ή μέσα στον ξενιστή του. Αντίθετα, το παρασιτοειδές καταστρέφει ζωτικά όργανα και ιστούς του ξενιστή, ώστε ο ξενιστής τελικά πεθαίνει. (Τζανακάκης 1995)

Στην βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται κυρίως παρασιτοειδή εντομοφάγα έντομα και όχι παράσιτα, διότι μας ενδιαφέρει να προκαλέσουμε το θάνατο του ξενιστή (φυτοφάγου εντόμου).

Στη βιολογική καταπολέμηση με εντομοφάγα έντομα, που θεωρείται και η κλασική βιολογική μέθοδος, χρησιμοποιούμε ή ενισχύουμε το έργο των ωφέλιμων εντομοφάγων εντόμων κατά ποικίλους τρόπους. Μπορούμε όμως να ξεχωρίσουμε δυο κύριους τομείς:

- την εισαγωγή και εποικισμό εξωτικών εντομοφάγων εντόμων και
- την υποβάθμιση των ιθαγενών εντομοφάγων εντόμων.

Η εισαγωγή και ο εποικισμός εξωτικών εντομοφάγων συχνά είναι δύσκολη εργασία και απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και ειδικά κατασκευασμένους χώρους. Η προσπάθεια ξεκινά με εξερεύνηση σε ξένες χώρες για να βρεθούν αποτελεσματικοί φυσικοί εχθροί. Συνεχίζεται με τη συλλογή και την αποστολή, τη διατήρηση και την εκτροφή στη χώρα εισαγωγής, την εξαπόλυση και εγκατάσταση τους στο ύπαιθρο, και τελειώνει με την αξιολόγηση του αποτελέσματος. (Bale et al., 2008)

Η εξερεύνηση σε ξένες χώρες γίνεται κατά προτίμηση σε περιοχές της γης όπου το επιβλαβές είδος ή συγγενή του είδη περιορίζονται σε ικανοποιητικό βαθμό από τους φυσικούς τους εχθρούς και ιδιαίτερα σε περιοχές με κλίμα όμοιο με τις περιοχές που θα εισαχθούν τα εντομοφάγα. Όταν βρεθούν αποτελεσματικοί φυσικοί εχθροί προσδιορίζεται η ταυτότητα τους, οι ξενιστές τους και διερευνάται η ικανότητα προσαρμογής τους.

Τα αποτελέσματα της βιολογικής μεθόδου με εντομοφάγα έντομα υπήρξαν εντυπωσιακά κυρίως με την καταπολέμηση βλαβερών ειδών μη ιθαγενών. Όταν βλαβερά έντομα έρθουν από μια χώρα όπου ο πληθυσμός και οι ζημιές που προκαλούν είναι μικρές σε άλλη χώρα με επίσης ευνοϊκό κλίμα, ο πληθυσμός τους γρήγορα αυξάνει σε βαθμό καταστρεπτικό. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη αποτελεσματικών φυσικών εχθρών τους στο νέο περιβάλλον.

Στην περίπτωση της υποβοήθησης των ιθαγενών εντομοφάγων πολλά είδη όταν εγκατασταθούν σε μια περιοχή δεν κατορθώνουν να περιορίσουν τον βλαβερό ξενιστή ή την λεία τους σε βαθμό ικανοποιητικό για τον άνθρωπο. Η αποτυχία οφείλεται συνήθως στην περιορισμένη προσαρμοστικότητα των εντομοφάγων αυτών ειδών ή στο ότι το περιβάλλον δεν είναι αρκετά κατάλληλο γι' αυτά. Το ίδιο μπορεί να ισχύει και για τα ιθαγενή είδη, που αυτά δεν μπορούν να περιορίσουν τους ξενιστές στον επιθυμητό βαθμό. (Bale et al., 2008)

Σήμερα η μικροβιακή καταπολέμηση είναι μια αξιόλογη και αναπτυσσόμενη βιολογική μέθοδος που εφαρμόζεται στην γεωργική πράξη. Χρησιμοποιώντας μικροοργανισμούς επιδιώκουμε να προκαλέσουμε επιζωοτία στον πληθυσμό βλαβερού εντόμου και κατά προτίμηση θανατηφόρο επιζωοτία. Οι εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί που ως τώρα

χρησιμοποιήθηκαν στη μικροβιακή καταπολέμηση εντόμων, ανήκουν στα βακτήρια, τους μύκητες και τα πρωτόζωα, και συνήθως διασπείρονται στα φυτά με τα συνήθη ψεκαστικά μηχανήματα, όπως και τα εντομοκτόνα, για τον λόγο αυτό συχνά αναφέρονται ως μικροβιακά εντομοκτόνα.

Για να γίνουν κατανοητές οι δυνατότητες της μικροβιακής καταπολέμησης, να γίνει ο κατάλληλος προγραμματισμός και η σωστή εκτέλεση πρέπει να είναι γνωστά ορισμένα στοιχεία που αφορούν την βιολογία και την παθογόνο δύναμη του μικροοργανισμού καθώς επίσης και τις σχέσεις του με το έντομο – ξενιστή. Τέτοια στοιχεία αφορούν την παραγωγή ή όχι τοξινών, τις ιδιότητες του καλλιεργούμενου φυτού και τις καιρικές συνθήκες που ενδέχεται να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της αντιμετώπισης.

Όσο ικανότερο είναι το παθογόνο να εισδύσει και να βλάπτει τους ιστούς του ξενιστή του, τόσο μεγαλύτερη παθογόνο δύναμη λέμε ότι έχει. Στη μικροβιακή καταπολέμηση είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται φυλές με μεγάλη παθογόνο δύναμη για τα επιβλαβή έντομα. Οι εταιρείες που παράγουν μικροβιακά σκευάσματα εργάστηκαν και εργάζονται ακόμη και σήμερα για να παράγουν και να διαθέσουν στην αγορά φυλές μικροοργανισμών με ικανοποιητική παθογόνο δύναμη. Τα βλαβερά έντομα έχουν και αυτά φυλές που μπορεί να ποικίλλουν ως προς την αντοχή τους σε ορισμένο παθογόνο. (Τζανακάκης 1995)

Τα μικροβιακά σκευάσματα είναι συμβατικά με πολλά άλλα γεωργικά φάρμακα, συνεπώς μπορεί να συνδυαστούν με αυτά. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι τα ασθενή έντομα είναι πιο ευπαθή από τα υγιή στα χημικά εντομοκτόνα. Συνεπώς ο συνδυασμός μικροβιακού και χημικού εντομοκτόνου μπορεί να αυξήσει το ποσοστό θανάτωσης ενός επιζήμιου πληθυσμού εντόμων.

Στη μικροβιακή καταπολέμηση ακολουθούνται τρεις προσεγγίσεις ή στρατηγικές :

- Μαζική διασπορά

Στην περίπτωση αυτή ο μικροοργανισμός διασπείρεται κάθε φορά σε μεγάλο αριθμό (μεγάλη συγκέντρωση). Η στρατηγική αυτή προϋποθέτει την ύπαρξη μικροοργανισμού

με μεγάλη παθογόνο δύναμη και γρήγορο αποτέλεσμα και συχνά απαιτεί περισσότερες από μια εφαρμογές σε μια καλλιεργητική περίοδο.

- Διασπορά μικρού αριθμού μικροοργανισμών

Οι μικροοργανισμοί αυτοί ζουν και αναπαράγονται και η επιζωοτία εξαπλώνεται στον πληθυσμό του βλαβερού εντόμου και διαρκεί χρόνια. Η στρατηγική αυτή εφαρμόζεται σε δάση και πολυετείς καλλιέργειες

- Χειρισμός του περιβάλλοντος

Περιλαμβάνει μέτρα που ευνοούν τη διατήρηση πυκνών πληθυσμών ενός παθογόνου που υπάρχει σε μια περιοχή και χωρίς τα μέτρα αυτά, δεν θα ήταν αποτελεσματικό. (Deseo-Kovacs and Rovesti, 1992)

Από τα περισσότερα των 100 εντομοπαθογόνα είδη βακτηρίων, μόνο ορισμένα του γένους *Bacillus* πέτυχαν στην πράξη αλλά και εμπορικά, ώστε να κυκλοφορούν στη διεθνή αγορά. Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο εναντίον εντόμων γεωργικής και υγειονομικής σημασίας. Είναι περιβαλλοντικά αποδεκτό, τοξικό για έντομα, ακόμη και αν είναι εθισμένα σε συνθετικά εντομοκτόνα, εκλεκτικό και ιδιαίτερα κατάλληλο για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση εντόμων. Το βακτήριο αυτό χρησιμοποιείται εναντίον πολλών ειδών φυλλοφάγων λεπιδόπτερων και σε μεγαλύτερη έκταση από ότι εναντίον άλλων ειδών εντόμων. Αυτό οφείλεται αφενός στην ευπάθεια των λεπιδόπτερων στις τοξίνες του, και αφ' ετέρου στον τρόπο βρώσης των προνυμφών της τάξης αυτής, που είναι η μάσηση. Όσα είδη δαγκώνουν μασούν και καταπίνουν το φύλλωμα μαζί με τα επιφανειακά στρώματα που έχουν το βακτήριο, εισάγουν γρήγορα στο σώμα τους την παραλυτική και θανατηφόρο δόση. Ο θάνατος των εντόμων από το βακτήριο αυτό επέρχεται μάλλον γρήγορα, συχνά σε μια ή δύο μέρες. Το σταμάτημα όμως της βρώσης, συνεπώς και η βλάβη στα φυτά συμβαίνουν πολύ νωρίτερα. Το σημαντικότερο μειονέκτημα του B.t είναι η μικρή υπολειμματική του διάρκεια στο φύλλωμα, που σε ορισμένες φορές δεν ξεπερνά το εικοσιτετράωρο. (Τζανακάκης, 1995)

Πάνω από 500 είδη εντομοπαθογόνων μυκήτων είναι γνωστά αλλά πολύ λίγα έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα στην πράξη. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μύκητες απαιτούν υψηλή υγρασία κάτι που δεν εύκολο να εξασφαλιστεί στο ύπαιθρο.

Οι εντομοπαθογόνοι ιοί είναι ενδοκυτταρικοί. Η μολυσματική οντότητα είναι το νουκλεοκαψίδιο, δηλαδή το γενετικό υλικό του ιού μαζί με το πρωτεϊνικό καψίδιο που το περιβάλλει. Το πρωτεϊνικό αυτό καψίδιο συμβάλλει στη σταθερότητα των ιών αυτών στο ύπαιθρο. Στους πλείστους εντομοπαθογόνους ιούς το γένωμα είναι DNA, σε ορισμένους όμως είναι RNA. Ως το 1986 είχαν απομονωθεί περισσότεροι των 1600 ιοί από περίπου 1100 είδη εντόμων και ακάρεων.

Για να μολυνθεί ένα έντομο, πρέπει να καταπιεί τους ιούς, δηλαδή να φάει ψεκασμένο φύλλωμα όπως απαιτείται και με τα εντομοπαθογόνα βακτήρια. Στον πεπτικό σωλήνα η πρωτεΐνη του καψιδίου διαλύεται στο αλκαλικό (pH 9-10,5) πεπτικό υγρό και τα σωματίδια του ιού ελευθερώνονται, μολύνουν τα κύτταρα του πεπτικού σωλήνα, πολλαπλασιάζονται και στη συνέχεια εξαπλώνονται σε άλλα όργανα του εντόμου. Όταν η προνύμφη θανατωθεί, ελευθερώνεται στο περιβάλλον ελευθερώνει μεγάλο αριθμό νουκλεοκαψιδίων που είναι ικανά να μολύνουν υγιείς προνύμφες. Ο χρόνος που απαιτείται για να θανατωθεί το έντομο ποικίλει ανάλογα με το είδος. Για πολλά είδη είναι από 3-7 ημέρες, ενώ για άλλα ως 3-4 εβδομάδες, ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις ιού, φυτοφάγου εντόμου και φυτού. (Starnes et al., 1992)

Οι χρησιμοποιούμενοι για την καταπολέμηση εντόμων ιοί έχουν τα εξής πλεονεκτήματα: έχουν μεγάλη εκλεκτικότητα και δεν βλάπτουν ωφέλιμα έντομα, άλλα ζώα, τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έχουν ικανοποιητική παθογόνο δύναμη και μεγάλη υπολειμματική διάρκεια, πολύ μεγαλύτερη από τα εντομοπαθογόνα βακτήρια. Μειονέκτημά τους θεωρείται η σχετικά μεγάλη περίοδος επώασης που επιτρέπει να συνεχίζεται η βρώση του εντόμου, άρα και η ζημιά του φυτού επί μέρες., καθώς και το μεγάλο κόστος παραγωγής.

Τα σκευάσματα των ιών εφαρμόζονται όπως και τα βακτήρια, συνήθως με ψεκασμό, ανάλογα με το είδος του εντόμου, τις ιδιότητες του ιού και το είδος και τη φύση της

καλλιέργειας. Όταν ψεκαστεί σε όλη την έκταση περισσότερες από μια φορές το έτος, το αποτέλεσμα έρχεται σχετικά γρήγορα.

Μια άλλη μέθοδος για την καταπολέμηση των εντομολογικών προσβολών χρησιμοποιεί στερωμένα και γενικότερα ελαττωματικά άτομα του ίδιου είδους για την καταπολέμηση βλαβερών πληθυσμών στο ύπαιθρο. Τα άτομα στα οποία προκλήθηκε στέρωση, ή άλλο ελάττωμα, εξαπολύονται στο ύπαιθρο και έτσι μειώνεται ή και εξαφανίζεται ο φυσικός πληθυσμός. Το ελάττωμα το οποίο συνήθως επιδιώκεται είναι η στέρωση, ενώ άλλα ελαττώματα όπως η ανικανότητα διαχείμασης ή προσαρμογής του εντόμου σε ορισμένο περιβάλλον, μπορεί θεωρητικά να χρησιμοποιηθούν, δεν έχουν δείξει όμως στη πράξη ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Μέχρι σήμερα οι επιτυχημένες προσπάθειες αφορούν μόνο τη χρήση στερωμένων εντόμων. Η στειρότητα μπορεί να οφείλεται σε αίτια όπως η ανικανότητα σύζευξης, μη παραγωγή ωαρίων από το θηλυκό, ασπερμία ή αδράνεια σπερματοζωαρίων στο αρσενικό, κυρίαρχες θανατηφόρες μεταλλάξεις στα σπερματοζωάρια ή στα ωάρια. (Τζανακάκης, 1995)

Σκοπός της μεθόδου είναι να παρεμποδιστεί η παραγωγή απογόνων, είτε στειρώνοντας το ένα ή και τα δύο φύλλα του φυσικού πληθυσμού του εντόμου, είτε εξαπολύοντας πολλαπλάσια στερωμένα άτομα που θα μειώσουν το αναπαραγωγικό δυναμικό του φυσικού πληθυσμού. Ο αριθμός των εντόμων που εξαπολύουμε πρέπει να είναι πολλαπλάσιος του ιθαγενούς πληθυσμού της περιοχής και συχνά πάνω από δεκαπλάσιος. Η εξαπόλυση γίνεται περισσότερες από μία φορές το χρόνο και πρέπει να συνεχίζεται για χρονική περίοδο που καλύπτει περισσότερες από μια γενεές του εντόμου στη φύση. Στην περίπτωση που ο φυσικός πληθυσμός είναι αρκετά μικρός, η εξαπόλυση εννεαπλάσιων στείρων εντόμων μειώνει πιο γρήγορα και πιο πολύ τον φυσικό πληθυσμό από ότι η χρήση εντομοκτόνου.

Βιολογική καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών

Στην αντιμετώπιση μιας ασθένειας με βιολογικό τρόπο αξιοποιούνται οι σαπροφυτικοί κυρίως μικροοργανισμοί που δρουν ως καταστολείς των ασθενειών με απώτερο στόχο την εξασφάλιση της υγείας του φυτού. Η καταστολή των ασθενειών με τη χρήση

παραγόντων βιολογικής αντιμετώπισης στηρίζεται στην αλληλεπίδραση του φυτού, του παθογόνου, του βιολογικού παράγοντα, της μικροβιακής χλωρίδας πάνω και γύρω από το φυτό και του φυσικού περιβάλλοντος. (Μπαλαγιάννης, 1985)

Η βιολογική αντιμετώπιση των ασθενειών στηρίζεται στις αρχές της φυτοπαθολογίας, της οικολογίας των μικροοργανισμών, της μικροβιολογίας του εδάφους, της μορφολογίας, της φυσιολογίας των φυτών. Λαμβάνει χώρα επάνω ή μέσα στο φυτό και αποτελεί χρήσιμο επιστημονικό πεδίο έρευνας για την εξεύρεση λύσεων για την άσκηση της βιολογικής γεωργίας που είναι συνδυαστικές ή εναλλακτικές της χημικής αντιμετώπισης διάφορων ασθενειών των φυτών.

Η βιολογική αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών εστιάζεται σε τρεις άξονες:

- βιολογική αντιμετώπιση με άμεσο στόχο την παρεμπόδιση της επιβίωσης του μολύσματος του παθογόνου μέσω αμειψισπορών που εξασφαλίζουν το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την καταστροφή του μολύσματος με τη δράση ήδη υπαρχόντων εδαφογενών ανταγωνιστικών μικροοργανισμών. Η άροση συμβάλλει επίσης στην περαιτέρω αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων που προσβάλλονται από διάφορα παθογόνα και οδηγεί αναλόγως της φύσεως του παθογόνου στην αποδιοργάνωση του.
- Βιολογική αντιμετώπιση με άμεσο στόχο την προστασία των φυτικών οργάνων και ιστών μέσω της παρεμπόδισης, της επιβραδύνσεως ή του περιορισμού της μόλυνσεως του κυρίως με την παρουσία κατάλληλων βιολογικών ανταγωνιστών.
- Βιολογική αντιμετώπιση μέσω της διέγερσης λανθανόντων μηχανισμών ανοχής. (Τζάμος, 2004)

Η βιολογική αντιμετώπιση των φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών στηρίζεται κυρίως στην αξιολόγηση και αξιοποίηση μη φυτοπαθογόνων μυκήτων και βακτηρίων ως βιολογικών παραγόντων. Στοχεύει κυρίως στην αντιμετώπιση μυκητολογικών και δευτερευόντως βακτηριολογικών ασθενειών και διαχωρίζεται στην βιολογική καταπολέμηση που εστιάζεται στην αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων και στην αντιμετώπιση παθογόνων εναέριων οργάνων των φυτών.

Βιολογικά σκευάσματα αντιμετώπισης των φυτοπαθογόνων αναμένεται να συμβάλλουν με ένα αυξανόμενο ρυθμό στη φυτοπροστασία ως μέρος του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης της φυτοπροστασίας. Επειδή όμως πολλά βιολογικά σκευάσματα δεν αποτελούν σήμερα ουσιαστική διέξοδο λόγω μειωμένης αποτελεσματικότητας, τα μυκητοκτόνα θα παραμείνουν για σημαντικό χρονικό διάστημα πρωτεύουσες συνιστώσες σε αποτελεσματικά συστήματα μυκητοκτόνων που συνδυάζονται με βιολογικούς παράγοντες. Τα βιολογικά σκευάσματα θα μπορούσαν επίσης να συμβάλλουν στην επιβράδυνση εμφάνισης ανθεκτικότητας στα μυκητοκτόνα σε περιπτώσεις εναλλαγής μεταξύ τους ή σε μικτά συστήματα προγραμμάτων αποφυγής εμφανίσεως της ανθεκτικότητας. Για παράδειγμα το βιολογικό σκευάσμα AQ, που προέρχεται από το υπερπαράσιτο *Ampelomyces quisqualis*, χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α για την αντιμετώπιση του μύκητα *Uncinula necator* στο αμπέλι, σε προγράμματα αποφυγής ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα μυκητοκτόνα. (Ζιώγας Ν., Μάρκογλου Ν., 2004)

Η ανταγωνιστική δράση των βιολογικών παραγόντων εδράζεται σε μια πλειάδα μηχανισμών που εκφράζονται κατά περίπτωση τόσο εναντίον εδαφογενών όσο και εναντίον εναέριων παθογόνων των φυτών. Στην πλειάδα αυτών των μηχανισμών περιλαμβάνονται:

- Ανταγωνισμός για θρεπτικά στοιχεία

Οι μικροοργανισμοί ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τροφή και βασικά θρεπτικά συστατικά στο έδαφος αλλά και στην περιοχή της ριζόσφαιρας και της φυλλόσφαιρας. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των βιολογικών παραγόντων και του παθογόνου με την αποστέρηση των θρεπτικών του συστατικών μπορεί να οδηγήσει στη μείωση των δραστηριοτήτων του παθογόνου.

Το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα ανταγωνισμού μεταξύ βιολογικών παραγόντων και παθογόνων αποτελεί ο θρεπτικός ανταγωνισμός για τον σίδηρο, βρίσκεται σε αφθονία στο έδαφος αλλά ως αδιάλυτη μορφή. (Γεωργόπουλος, Ζιώγας, 1992)

- Παραγωγή τοξινών και αντιβιοτικών

Ο μηχανισμός της αντιβίωσης στηρίζεται στην παραγωγή εξειδικευμένων τοξικών μεταβολιτών μικροβιακής προέλευσης, μυκοτοξινών εδάφους, ενζυμικών λυτικών παραγόντων ή άλλων ενζύμων. Ειδικά τα αντιβιοτικά σε μικρές συγκεντρώσεις παρεμποδίζουν την ανάπτυξη ή άλλες μεταβολικές διαδικασίες άλλων οργανισμών. (Ζιώγας, Μάρκογλου, 2004)

Είναι γνωστό ότι τα περισσότερα αντιβιοτικά παράγονται από εδαφογενείς μικροοργανισμούς. Επομένως, η αντιβίωση παίζει σημαντικό ρόλο στην ανταγωνιστική δράση βακτηρίων που παράγουν αντιβιοτικά κατά των παθογόνων.

Η αντιβίωση αποτελεί το συνηθέστερο μηχανισμό βιολογικής αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών κυρίως λόγω της ευκολίας με την οποία επιλέγονται και αξιολογούνται οι δυνητικοί ανταγωνιστές. Η παραγωγή αντιβιοτικού ενδεχομένως να προσφέρει στο μικροοργανισμό πλεονεκτήματα στον ανταγωνισμό για θρεπτικά στοιχεία και χώρο σε διάφορες θέσεις οικολογικής σημασίας. (Τζάμος, 2004)

- Επαγωγή λανθανόντων μηχανισμών αντοχής

Το φαινόμενο της επαγόμενης διασυστηματικής αντοχής διεγείρεται και από βιολογικούς παράγοντες που δραστηριοποιούν λανθάνοντες μηχανισμούς αντοχής με αποτέλεσμα σημαντικές βιοχημικές αλλαγές μέσα στο φυτό, ώστε να αυξάνουν την αντοχή του και να το προετοιμάζουν για ενδεχόμενη μόλυνση από ένα δυνητικό παθογόνο.

- Παρασιτισμός (αποδιοργάνωση κυτταρικών τοιχωμάτων του παθογόνου από τη δράση λυτικών ενζύμων του ανταγωνιστικού παράγοντα)

Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν κυτταρόλυση άλλων οργανισμών, είναι ευρέως διαδεδομένοι στα φυσικά οικοσυστήματα. Διάφοροι μύκητες και βακτήρια παράγουν ένζυμα κυτταρολύσεως και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιολογικοί ανταγωνιστές εναντίον μυκήτων των γενών *Fusarium* και *Pythium*.

- Συνδυασμός όλων αυτών των μηχανισμών

Βιολογική καταπολέμηση ζιζανίων

Η εφαρμογή των βιολογικών μεθόδων περιλαμβάνει τη χρήση:

- 1) εντόμων ή παθογόνων (κλασική μέθοδος)
- 2) σκευασμάτων που περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς ή τα σπορία αυτών
- 3) φυτοφάγων ζώων για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων ζιζανίων

Επιπροσθέτως, η χρησιμοποίηση της νωπής κοπριάς για τον έλεγχο του φυτρώματος και του ρυθμού ανάπτυξης των ζιζανίων ανήκει στις βιολογικές μεθόδους.

Η εφαρμογή των εντόμων, των μικροοργανισμών και των φυτοφάγων γενικά, είναι μέθοδος που καθυστερεί να εκδηλώσει τη δράση της εναντίον των ζιζανίων, όμως στην περίπτωση που είναι αποτελεσματική, δε χρειάζεται επανάληψη της εφαρμογής. Εξάλλου, οι μικροοργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με τη μορφή βιοζιζανιοκτόνων και ψεκάζονται όπως και τα χημικά μέσα. (Woods and Pitcairn, 2002)

Η δράση των βιολογικών μεθόδων εκδηλώνεται με αργό ρυθμό και τελικά αποκαθίσταται μια οικολογική ισορροπία μεταξύ του ζιζανίου και του βιολογικού παράγοντα. Αποτέλεσμα αυτής της ισορροπίας είναι το να διατηρείται ο πληθυσμός του ζιζανίου σε επίπεδα κάτω από το οικονομικό όριο ανεκτής οικονομικής πυκνότητας (δεν εξαλείφεται πλήρως το ζιζάνιο, διότι είναι απαραίτητο για την επιβίωση του βιολογικού παράγοντα).

Η επιτυχία της εφαρμογής μιας βιολογικής μεθόδου προϋποθέτει :

- Ο βιολογικός παράγοντας να επιδρά αποκλειστικά σε συγκεκριμένο ζιζάνιο και όχι στα καλλιεργούμενα φυτά
- Να εγκαθίσταται και να αυξάνει σε μικρό χρονικό διάστημα τον πληθυσμό του,

- Να προσαρμόζεται στις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής όπου γίνεται η εξαπόλυση και
- Να έχει μελετηθεί η βιολογία του, ώστε να περιορίζεται ο κίνδυνος μετατροπής του σε επιβλαβή εχθρό των καλλιεργούμενων φυτών.

Κλασικό παράδειγμα επιτυχημένης εφαρμογής της κλασικής βιολογικής μεθόδου είναι η απαλλαγή τεράστιας έκτασης (260 εκ. στρεμμάτων) βοσκοτόπων της Αυστραλίας από το ζιζάνιο φραγκοσουκιά μετά από την εισαγωγή από την Αργεντινή και την επιτυχή εγκατάσταση του εντόμου *Cactoblastis cactorum*. Ένα άλλο παράδειγμα επιτυχημένης βιολογικής καταπολέμησης είναι η αντιμετώπιση του ζιζανίου βάλσαμο στους βοσκοτόπους της Καλιφόρνιας, το οποίο αντιμετωπίστηκε αποτελεσματικά με την εισαγωγή από την Γαλλία του εντόμου *Chrysolina quadrigemina*. (Ελευθεροχωρινός, 2008)

Η βιολογική μέθοδος (εξαπόλυση οργανισμού) δεν έχει βρει εφαρμογή σε μεγάλο ποσοστό καλλιεργούμενων εκτάσεων, κυρίως ετήσιων καλλιεργειών, εξαιτίας των σοβαρών μειονεκτημάτων που παρουσιάζει, σε σύγκριση με τα πλεονεκτήματα της. Ειδικότερα αυτό είναι αποτέλεσμα της αδυναμίας του οργανισμού που χρησιμοποιείται στο να ελέγξει το σύνολο των ζιζανίων που ανταγωνίζονται μια καλλιέργεια, των διαφορετικών καλλιεργητικών εργασιών που γίνονται και δεν επιτρέπουν την αποκατάσταση της ισορροπίας ζιζανίου – βιολογικού παράγοντα και του μικρού χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την καταπολέμηση των ζιζανίων σε μια τέτοια καλλιέργεια. Υπάρχουν όμως παραδείγματα επιτυχούς εφαρμογής της μεθόδου σε ακαλλιέργητες εκτάσεις, σε βοσκοτόπους, σε πολυετείς καλλιέργειες και σε υδροβιότοπους, όπου κυριαρχούσε ένα δυσεξόντωτο είδος ζιζανίου.

Επιπλέον, στις περιπτώσεις που η εφαρμογή του βιολογικού παράγοντα είναι επιτυχημένη, τα αποτελέσματα αυτής (καταπολέμηση του ζιζανίου) είναι μακροχρόνια.

Πίνακας 3.3.: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής των βιολογικών μεθόδων αντιμετώπισης ζιζανίων. Πηγή : Wapshere, 1989.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> • Τα πλεονεκτήματα (αντιμετώπιση ζιζανίου) διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα 	Αργή εμφάνιση αποτελεσμάτων (αντιμετώπιση ζιζανίων)
<ul style="list-style-type: none"> • Δεν απαιτείται άλλη δαπάνη, εφόσον επιτύχει η εγκατάσταση του βιολογικού παράγοντα 	Αποτυχία εγκατάστασης του βιολογικού παράγοντα, εξαιτίας της επίδρασης διαφόρων παραγόντων περιβάλλοντος
<ul style="list-style-type: none"> • Δεν υπάρχουν επιβλαβείς επιδράσεις στο περιβάλλον 	Μη εγγυημένα αποτελέσματα
<ul style="list-style-type: none"> • Αποκλειστική σχέση βιολογικού παράγοντα – ζιζανίου (ή και ορισμένων συγγενών ειδών) 	Σε περίπτωση συγγένειας της καλλιέργειας με το ζιζάνιο δεν υπάρχουν αποτελεσματικοί βιολογικοί παράγοντες
<ul style="list-style-type: none"> • Αξιολόγηση πιθανών κινδύνων πριν την εφαρμογή (στις περισσότερες περιπτώσεις) 	Σε ορισμένες περιπτώσεις αδυναμία αξιολόγησης πιθανών κινδύνων
<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόματη μεταφορά αποτελεσμάτων σε γειτονικές περιοχές δίχως επιπλέον εφαρμογή ή έξοδα 	Αδυναμία περιορισμού του βιολογικού παράγοντα στην αρχική περιοχή
<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή σχέση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου προς τη συνολική δαπάνη της εφαρμογής της 	Αδυναμία αποτελεσματικής εφαρμογής σε καλλιέργειες μικρού βιολογικού κύκλου
	Υψηλά έξοδα ανάπτυξης της μεθόδου
	Αδύνατη η πλήρης καταπολέμηση (εξάλειψη) του ζιζανίου

Η εξαπόλυση εντόμου για την καταπολέμηση ενός ζιζανίου είναι η περισσότερο διαδεδομένη βιολογική μέθοδος. Στις περισσότερες περιπτώσεις το έντομο καταστρέφει το υπέργειο τμήμα του ζιζανίου, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις καταστρέφονται και τα υπόγεια αναπαραγωγικά όργανα του.

Εκτός από την εξαπόλυση εντόμων, η εφαρμογή σκευασμάτων που περιέχουν σπόρια μυκήτων έχει χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση ζιζανίων σε καλλιεργούμενες και

ακαλλιέργητες εκτάσεις. Η μέθοδος αυτή διαφέρει από την κλασική μέθοδο στο ότι χρησιμοποιεί μόνο μικροοργανισμούς (μύκητες, βακτήρια) οι οποίοι εφαρμόζονται με ψεκαστικά μηχανήματα, όπως και τα χημικώς συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα, αλλά και η εκδήλωση της δράσης τους (ομοιόμορφη νέκρωση ή αναστολή της αύξησης του ζιζανίου) μοιάζει με εκείνη των ζιζανιοκτόνων. Τα βιοσκευάσματα αυτά (περιέχουν όργανα αναπαραγωγής φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών), λόγω των προαναφερθέντων ιδιοτήτων, χαρακτηρίζονται και ως βιοζιζανιοκτόνα. (Βασιλάκογλου, 2008)

Οι μικροοργανισμοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοζιζανιοκτόνων πρέπει, εκτός από την ικανότητα τους να προσβάλλουν και να περιορίζουν την ανάπτυξη μόνον του ζιζανίου για το οποίο προορίζονται, να έχουν και μερικά από τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Η μαζική τους παραγωγή να είναι οικονομική,
- Τα όργανα αναπαραγωγής τους να έχουν μεγάλη βιωσιμότητα
- Να είναι ανθεκτικοί στους διάφορους χειρισμούς κατά την εμπορία και διακίνηση τους
- Να είναι αποτελεσματικοί σε μεγάλο εύρος συνθηκών υγρασίας και θερμοκρασίας.

Το πρώτο βιοζιζανιοκτόνο που κυκλοφόρησε στις Η.Π.Α είναι το Devine, το οποίο αναπτύχθηκε το 1981 και περιέχει γλαυδοσπόρια του σαπροφυτρωτικού μύκητα εδάφους *Phytophthora palmivora*. Τα σπόρια του μύκητα αυτού, που προκαλεί σήψη μόνο της ρίζας του ζιζανίου *Morrenia odorata*, τυποποιούνται σε υγρό εναιώρημα σκευάσμα και εφαρμόζονται στο έδαφος με ψεκαστικά μηχανήματα.

Η παραγωγή του βιοζιζανιοκτόνου αυτού γίνεται κατόπιν παραγγελίας ενώ η διακίνηση και η αποθήκευση του απαιτεί ψυγείο, επειδή η βιωσιμότητα των σπορίων που περιέχει μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Το βιοζιζανιοκτόνο αυτό παρά τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν

χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία στην αντιμετώπιση του ζιζανίου *Morrenia odorata* σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών στην Φλώριδα.

Το δεύτερο βιοζιζανιοκτόνο που κυκλοφόρησε επίσης στις Η.Π.Α είναι το Collego, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την καταπολέμηση για την αντιμετώπιση του ζιζανίου *Aeschynomene Virginia* σε καλλιέργειες ρυζιού και σόγιας. Το φυτοπροστατευτικό αυτό σκεύασμα προκαλεί νέκρωση των βλαστών και των φύλλων μόνο του ζιζανίου.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων με βιοζιζανιοκτόνα έχει τα ίδια πλεονεκτήματα με εκείνα που προαναφέρθηκαν στην κλασική βιολογική μέθοδο. Παρόλα αυτά όμως ο αριθμός των βιοζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι μικρός επειδή αυτά χαρακτηρίζονται από στενό φάσμα δράσης, περιορισμένο χρονικό διάστημα καταλληλότητας για εφαρμογή, βραδεία εκδήλωση της αποτελεσματικότητας, αδυναμία πλήρους εξολόθρευσης των ζιζανίων, απουσία υπολειμματικής δράσης, απαίτηση ειδικών συνθηκών αποθήκευσης, δυσκολίες για μαζική παραγωγή, εξάρτηση της αποτελεσματικότητας από τις κλιματολογικές μεταβολές.

Τα φυτά με αλληλοπαθητική δράση έχουν την ιδιότητα να μειώνουν το φύτεμα των σπόρων και τον αριθμό των φυτών ορισμένων ζιζανίων κατά 35-95%. Για παράδειγμα η καλλιέργεια κριθαριού επηρεάζεται πολύ λίγο από την παρουσία του ζιζανίου στελάρια σε σχέση με την καλλιέργεια του σιταριού, όχι μόνο επειδή η καλλιέργεια αυτή έχει ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης από ότι η καλλιέργεια του σιταριού αλλά και επειδή εκκρίνει στο χώρο ανάπτυξης του διάφορες ουσίες που αναστέλλουν το φύτεμα των σπόρων του ζιζανίου αυτού, την αύξηση και την παραγωγή του σε σπόρο. (Ελευθεροχωρινός Ε., 2008)

Τα φυσικώς συντιθέμενα ή φυσικά ζιζανιοκτόνα είναι προϊόντα μικροοργανισμών (φυσικές τοξίνες) ή ανώτερων φυτών (αλληλοπαθητικές ουσίες) που εφαρμόζονται όπως τα χημικά συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα και εκδηλώνουν δράση εναντίον διαφόρων ζιζανίων. Το γνωστότερο από αυτά τα ζιζανιοκτόνα είναι το bialophos, το οποίο αποτελεί τοξίνη στρεπτομύκητα και εφαρμόζεται ως μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος.

Τα όσα προαναφέρθηκαν δείχνουν ότι η χρησιμοποίηση φυτών με ιδιότητες αλληλοπάθειας ανοίγει νέες προοπτικές στην προσπάθεια αντιμετώπισης διάφορων ζιζανίων και μάλιστα με παράλληλη μείωση της χρήσης ζιζανιοκτόνων. Το ενδιαφέρον των επιστημών έχει στραφεί στην ανάπτυξη φυσικών ζιζανιοκτόνων που περιέχουν αλληλοπαθητικές ουσίες διάφορων φυτών όπως είναι τα αρωματικά και τα αγρωστώδη φυτά.

Πρόσφατες μελέτες (Singh et al., 2005) βρήκαν ότι η μεταφυτρωτική εφαρμογή αιθέριων ελαίων κανέλας και ευκαλύπτου καταπολέμησαν μέχρι και 100% τα ζιζάνια λουβουδιά και παρθένιο, αντίστοιχα. Τα σημαντικότερα προβλήματα για την ανάπτυξη αυτών των ζιζανιοκτόνων είναι η δυσκολία στην τυποποίηση τους σε εύχρηστα σκευάσματα.

Κεφάλαιο 4^ο : Συμπεράσματα - Συζήτηση

Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες χρησιμοποιούνται ευρέως στις καλλιέργειες για την καταπολέμηση των βλαβερών οργανισμών που προσβάλλουν τα φυτά και για τον περιορισμό του ανταγωνισμού τους από ζιζάνια, ώστε να προστατεύεται η ποιότητα, να βελτιώνεται η απόδοση των καλλιεργειών, και να ελέγχεται η τιμή των προϊόντων που παράγονται. Στις μέρες μας οι φυτοπροστατευτικές ουσίες παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη διασφάλιση της αγροτικής παραγωγής, και είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για τη διατήρηση της, σε ποσότητα και ποιότητα τέτοια, ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες ενός συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Χρησιμοποιούνται εδώ και πολλές δεκαετίες για την προστασία της αγροτικής παραγωγής από εχθρούς και ασθένειες, ωστόσο, τελευταία υπάρχει συνειδητοποίηση για την ανάγκη αυστηρής τήρησης των κανόνων χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών, για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Από τη φύση τους τα φυτοφάρμακα είναι τοξικά, επειδή έχουν ως στόχο να θανατώσουν ορισμένους οργανισμούς και ως συνέπεια είναι δυνητικά τοξικά για τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς μη-στόχους. Επομένως, η επαγγελματική ή και περιβαλλοντική έκθεση στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, αποτελούν συνεχή κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου και παράλληλα, η αλόγιστη χρήση τους μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις για την άγρια ζωή και τα ευαίσθητα οικοσυστήματα. Η χρήση των φυτοφαρμάκων, απαιτεί συνεχή επαγρύπνηση για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης νέων λιγότερο επικίνδυνων τρόπων καταπολέμησης των βλαβερών οργανισμών

Για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος, διαμορφώνονται και εφαρμόζονται νέες νομοθετικές ρυθμίσεις και κανονισμοί με στόχο τον έλεγχο της εισαγωγής των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά, της χρήσης τους και της συνεχούς παρακολούθησης της παρουσίας τους στο περιβάλλον και της έκθεσης του ανθρώπου σε αυτά (βιοπαρακολούθηση - biomonitoring). Η πρώτη νομοθετική προσέγγιση του θέματος έγινε στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 1976, με την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 79/895/EK, με βάση την οποία καθιερώθηκαν μέγιστα όρια για την υπολειμματικότητα σε 43 δραστικές ουσίες σε φρούτα και λαχανικά. Ενώ μόλις το 1991

δημιουργείται η πρώτη ολοκληρωμένη νομοθεσία με τη δημοσίευση της Οδηγίας 91/414/ΕΟΚ βάση της οποίας οι νομοθεσίες όλων των κρατών μελών άλλαζαν ριζικά προκειμένου να έχουν όλα τα μέλη την ίδια νομοθεσία. Η Οδηγία αυτή, που τέθηκε σε εφαρμογή τον Ιούλιο του 1993, προέβλεπε την επαναξιολόγηση όλων των υπαρχόντων αλλά και των νεοφανών δραστικών ουσιών που κυκλοφορούσαν στο εμπόριο των κρατών μελών της Ε.Ε. Από τότε, ένα σύνολο από νομοθετικές ρυθμίσεις και κανονισμούς διέπουν τη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών καθώς και την παραγωγή και τη διανομή τους. Στόχος είναι να ελέγχονται και να επαναξιολογούνται τόσο οι ίδιες οι δραστικές ουσίες των σκευασμάτων, όσον αφορά την τοξικότητά τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται αν για παράδειγμα λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας (μέσα ατομικής προστασίας, σωστός ψεκαστικός εξοπλισμός, χειρισμός των μηχανημάτων κ.α.).

Η πιο αυστηρή πολιτική των παγκόσμιων οργανισμών (WHO, EPA, FAO), και της Ευρωπαϊκής κοινότητας, οδήγησαν στην απαγόρευση ορισμένων κατηγοριών φυτοπροστατευτικών ενώσεων ή κατάργηση άλλων από εταιρείες που προτίμησαν να μην προσφέρουν τα απαραίτητα δεδομένα συμμόρφωσης με τις νέες απαιτήσεις έγκρισης. Παραδείγματος χάρη, απαγορεύτηκαν οργανοχλωριωμένες ενώσεις (παραθείον), ορισμένα οργανοφωσφορικά και μερικά καρβαμιδικά (carbaryl).

Οι νέες απαιτήσεις οδήγησαν, τις εταιρείες παραγωγής στην ανάπτυξη νέων φυτοπροστατευτικών προϊόντων, με βελτιωμένο προφίλ ασφάλειας και συγκεκριμένα μεγάλη διαφοροποίηση στην τοξικότητα μεταξύ οργανισμών στόχων και μη-στόχων, μικρότερη υπολειμματική διάρκεια και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ώστε να εξασφαλίζεται το επιθυμητό αποτέλεσμα με τη χρήση μικρότερων ποσοτήτων χημικών ουσιών. Χαρακτηριστικότερα παραδείγματα νέων ουσιών αποτελούν τα πυρεθροειδή, τα νεονικοτινοειδή, και οι σπινουσίνες. Γίνεται επίσης προσπάθεια δημιουργίας νέων ανθεκτικότερων στα παράσιτα, φυτών, με τη χρήση της βιοτεχνολογίας και της γενετικής μηχανικής, αλλά υπάρχει αμφισβήτηση και προβληματισμός γύρω από τη χρήση των γενετικά τροποποιημένων φυτών.

Παράλληλα, δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη και εφαρμογή βιολογικών μεθόδων καλλιέργειας με τις οποίες επιχειρείται η πλήρης απομάκρυνση ή ελαχιστοποίηση των χημικών φυτοπροστατευτικών ουσιών από την αγροτική παραγωγή, και αντικατάστασή

τους με μικροοργανισμούς και φυσικούς εχθρούς για την αντιμετώπιση του παθογόνου αιτίου. Ο βιολογικός έλεγχος συνεπάγεται τη χρήση ενός οργανισμού για τη μείωση της πυκνότητας του πληθυσμού ενός άλλου οργανισμού που είναι και το παθογόνο αίτιο της βλάβης στην καλλιέργεια και ως εκ τούτου περιλαμβάνει τον έλεγχο των παρασίτων, των ζιζανίων και των ασθενειών. Επιπλέον, έχει γίνει προσπάθεια τα τελευταία χρόνια μιας ορθολογικότερης χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών μέσω του συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των καλλιεργειών. Το σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης σε μια γεωργική εκμετάλλευση μειώνει τις χρησιμοποιούμενες ποσότητες φυτοπροστατευτικών ή λιπασμάτων χωρίς να επηρεασθεί ο όγκος της παραγωγής ή η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Οι παραπάνω ενέργειες έχουν σα σκοπό την κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση της χρήσης των φυτοφαρμάκων.

Επομένως, κατά το παρελθόν, η ανάγκη για την εξασφάλιση της τροφής και την αντιμετώπιση της πείνας οδήγησε στην εύρεση αποτελεσματικών τρόπων φυτοπροστασίας και την εισαγωγή της χρήσης των συνθετικών οργανικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγροτική παραγωγή. Η χημική καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών των φυτών χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον και απέδωσε, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων σε προσιτές τιμές για τους καταναλωτές και τη διασφάλιση του εισοδήματος των αγροτών.

Σήμερα, διαπιστώνονται οι αρνητικές επιπτώσεις από την αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων κατά το παρελθόν, και συνειδητοποιείται η ανάγκη λήψης μέτρων προστασίας. Η χημική καταπολέμηση των βλαβερών οργανισμών, εξακολουθεί να είναι το κύριο μέσο αντιμετώπισης των εχθρών και των ασθενειών των φυτών. Ωστόσο, γίνονται ουσιαστικές προσπάθειες περιορισμού των αρνητικών επιπτώσεων και εξεύρεσης νέων, λιγότερων επιβλαβών μέσων φυτοπροστασίας με τους τρόπους που αναφέρθηκαν νωρίτερα.

Μελλοντικά, η συνολική βελτιστοποίηση του χειρισμού των φυτοφαρμάκων αυστηρά σύμφωνα με τους κανονισμούς, και λαμβάνοντας υπόψη τις ανησυχίες του πληθυσμού σχετικά με τα υπολείμματα των φυτοπροστατευτικών ουσιών στα τρόφιμα και το πόσιμο νερό, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί στο εξής, στην ορθολογική και σύμφωνα με τις προδιαγραφές χρήση, και

ακόμη περισσότερο στην εκπαίδευση των απασχολούμενων σε κάθε στάδιο της αγροτικής παραγωγής.

Συμπερασματικά, η χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών δεν τείνει να εξαλειφθεί. Παρά τις ανησυχίες που έχουν ανακύψει για τις επιπτώσεις τους στη δημόσια υγεία, η χρήση τους συνεχίζει αμείωτη και σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες αυξάνεται, λόγω της αναγκαιότητας για την καταπολέμηση της πείνας και την εξασφάλιση τροφής. Όπως αναφέρει η Μουρκίδου (2000), όταν υπάρχει ανάγκη για αύξηση της γεωργικής παραγωγής, όλοι οι σχετικοί κίνδυνοι είναι αποδεκτοί από την κοινωνία καθώς και τα μέσα που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένων των φυτοπροστατευτικών ουσιών. Οι προσπάθειες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια για τη μείωση της χρήσης χημικών μέσων καταπολέμησης με την ανάπτυξη νέων ποικιλιών και γενετικά τροποποιημένων σπόρων, καθώς και με την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας, δε φαίνεται να αποδίδουν στον αναμενόμενο βαθμό. Κανένας από τους εναλλακτικούς τρόπους καλλιέργειας δε φαίνεται ικανός να αντικαταστήσει πλήρως τη χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών με τρόπο τέτοιο ώστε να διασφαλίζεται η ποσότητα της παραγωγής, χωρίς να αυξηθούν οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Όμως, η έως τώρα χρήση των φυτοπροστατευτικών ουσιών υπήρξε σε πολλές περιπτώσεις αλόγιστη, κυρίως λόγω της έλλειψης γνώσης για τις επιπτώσεις τους και της χρήσης ιδιαίτερος τοξικών ενώσεων με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια. Είναι πλέον επιβεβλημένη η εναρμόνιση με τα νέα δεδομένα και τις νομοθετικές απαιτήσεις, καθώς και η εκπαίδευση του προσωπικού, για την εφαρμογή ορθότερων γεωργικών πρακτικών παγκοσμίως, ώστε να μειωθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις για τη δημόσια υγεία. Συνεπώς, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες θα παραμείνουν ένα βασικό εργαλείο στο «οπλοστάσιο» των συστημάτων διαχείρισης των επιβλαβών για τα φυτά οργανισμών, αλλά η υιοθέτηση των αρχών της ορθής γεωργικής πρακτικής είναι απαραίτητη για τη βελτιστοποίηση της αγροτικής παραγωγής, και τον περιορισμό της χρήσης των φυτοπροστατευτικών μόνο όταν είναι αναγκαίο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο . Βιβλιογραφικές παραπομπές

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Agrios G.N., (2005), “*Plant Pathology*”. Elsevier, CA, Academy Press.

Alavanja M.C., Hoppin J.A., Kamel F., (2004), “*Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity*”, **Annual Review of Public Health**, 25, pp. 155-197.

American Chemistry Council, (2011), “*Biomonitoring and Chemistry*”, Available at: <http://www.americanchemistry.com/Biomonitoring-and-Chemistry>, Accessed June 2014.

Amr M.M., (1999), “*Pesticide monitoring and its health problems in Egypt, a Third World country*”, **Toxicology Letters** 107, 1–13.

Asami DK, Hong Y, Barrett DM and Mitchell AE, (2003). “*Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices.*”, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 51,1237–1241.

Atreya K., (2008), “*Health costs from short-term exposure to pesticides in Nepal*”, **Social Science & Medicine**, 67, 511-519

Baldi I., Filleul L., Mohammed-Brahim B., Fabrigoule C., Dartigues J-F., Schwall S., Drevet J-P., Salamon R., Brochard P., (2001), “*Neuropsychologic Effects of Long-Term Exposure to Pesticides: Results from the French Phytoner Study*”, **Environmental Health Perspectives**, Vol. 109, 8,839-844

Baldi I., Gruber A., Rondeau V., Lebailly P., Brochard P., Fabrigoule C., (2011), “*Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: results from the 4-year follow-up of the PHYTONER Study*”, **Occupational Environmental Medicine**, 68, pp. 108-115.

Bale J.S., van Lenteren J., Bigler F., (2008), “*Biological control and sustainable food production*”, **Philosophical Transactions of the Royal Society**, 363 (1492), pp 761-776.

Band, P.R., Abanto Z., Bert J., Lang B., Fang R., Gallagher R.P., and Le N.D., (2011), “*Prostate Cancer Risk and Exposure to Pesticides in British Columbia Farmers*”, **The Prostate**, 71:168-183.

Bason C.W. and Colborn T., (1998), “*U.S. application and distribution of pesticides and industrial chemicals capable of disrupting endocrine and immune systems*”, **Environmental Toxicology and Occupational Medicine** 7: 147–56.

Baynes R. E., Riviere J. E., (2010), Absorption, In Hayes W. J (ed) *Hayes’ Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp. 886-887.

Bell E., Hertz-Picciotto I., Beaumont J., (2001), “*A case-control study of pesticides and fetal death due to congenital anomalies*”, **Epidemiology**, 12:148 –56.

Bently W. J., (2009), “*The integrated control concept and its relevance to current integrated pest management in California fresh market grapes*”, **Pest Management Science**, Vol. 65, No 12, pp. 1298-1304.

Bhowmik Prasanta C., (1999), “*Herbicides in Relation to Food Security and Environment: A Global Perspective*”, **Indian Journal of Weed Science**, 31 (3&4), 111-123.

Bonner M.R., Williams B.A., Rusiecki J.A., Blair A., Freeman L.E.B., Hoppin J.A., Dosemeci M., Lubin J., Sandler D.P., Alavanja M.C.R., (2010), “*Occupational*

exposure to terbufos and the incidence of cancer in the Agricultural Health Study”, **Cancer Causes Control** 21:871-877.

Bradlow H.L., Davis D.L., Lin G., Sepkovic D., Tiwari R., (1995), “*Effects of pesticides on the ratio of 16alpha/2-hydroxyestrone: A biologic marker for breast cancer risk*”, **Environmental Health Perspectives**, 103 (supp 7), 147-150.

Breckenridge C.B., Eldridge J.C., Stevens J.T., Simpkins J.W., (2010), Symmetrical Triazine Herbicides: A Review of Regulatory Toxicity Endpoints, In W. J. Hayes (ed.), *Hayes’ Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp. 1713-1714.

Brogdon W.G. & McAllister J., (1998), Centres for Disease Control and prevention (CDC), USA available at: <http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/4/4/pdfs/98-0410.pdf>. Προσπελάστηκε 23/3/2014.

Bro-Rasmussen (1996), “*Contamination by persistent chemicals in food chain and human health*”, **The Science of the Total Environment**, 188, Suppl. 1, S45 – S60.

Bruce T. J. A., (2010), “*Tackling the threat to food security caused by crop pests in the new millennium*”, **Food Security**, Vol. 2, 133-141.

Brundage K.M. and Barnett J.B., (2010), Immunotoxicity of Pesticides, In Hayes W. J. (ed.), *Hayes’ Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp. 483-485.

Burger, J., Mol, F., Gerowitt B., (2008), “*The ‘necessary extent’ of pesticide use - Thoughts about a key term in German pesticide policy*”, **Crop Protection**, 27, 343-351.

Butler D., (2011), “*Mosquitos Grow Resistant to Common Insecticide*”, **Scientific American**, Available at: <http://www.scientificamerican.com/article/mosquitos-grow-resistant-common-insecticed/>, Προσπελάστηκε 23/3/2014.

Carlson, G.A., Wetzstein, M.E., (1993), Pesticides and pest management, In: Carlson, G.A., Zilberman, D., Miranowski, J.A. (eds.), *Agricultural and Environmental Resource Economics*. Oxford University Press, New York, pp. 268–318.

Carson, R., (1962), *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston.

Carvalho F. P., (2006), “*Agriculture, pesticides, food security and food safety*”, **Environmental Science & Policy**, Vol. 9, 685 -692.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), (2004), Fact Sheet, «*Safer, Healthier People*», Department of Health and Human Services, Available at: <http://www.cdc.gov/health/pesticides.htm>, Retrieved October, 2013.

Chandler, D.; Davidson, G.; Grant, W.P.; Greaves, J.; Tatchell, G.M., (2008), “*Microbial biopesticides for integrated crop management: An assessment of environmental and regulatory sustainability*”, **Trends in Food Science and Technology** 19, 275-283.

Chester G., (2010), Worker Exposure: Methods and Techniques, In Hayes W. J.(ed.), *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp. 1127-1128.

Clark H., & Snedeker S., (2006), “*Farm family pesticide exposure: New pathways for understanding risk*”, Ithaca, NY: Program on breast cancer environmental risk factors, Cornell University. Available at: <http://envirocancer.cornell.edu/FactSheet/Pesticide/fs54.farmexposure.cfm>, Retrieved March 2014.

Colosio C., Tiramani M., Maroni M., (2003), “*Neurobehavioral Effects of Pesticides: State of the Art*”, **Neurotoxicology**, 24, pp. 577-591.

Cooper J., Dobson H., (2007), “*The benefits of pesticides to mankind and the environment*”, **Crop Protection**, 26, 1337-1348.

Council Directive 91/414/EEC of 15 July 1991. *Concerning the placing of plant protection products on the market*. Official Journal L230, 19/08/1991 p.0001 0032.

Croplife International at: http://www.croplife.org/benefits_of_pesticides. Accessed August 10, 2013

Croplife International at: http://www.croplife.org/crop_protection. Accessed August 18, 2013.

Cuyno L.C.M., Norton G.W., Rola A., (2001), "*Economic analysis of environmental benefits of integrated pest management: a Philippine case study*", **Agricultural Economics**, Vol. 25, 227-233.

Damalas, C. A., Eleftherohorinos I. G., (2011), "*Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators*", **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Vol. 8, pp.1402-1419.

Damalas, C.A., Theodorou, M.G., Georgiou, E.B., (2006), "*Attitudes towards pesticide labelling among Greek tobacco farmers*", **International Journal of Pest Management** Vol. 52, pp. 269-274.

Davis J.R., Brownson R.C., Garcia R., (1992), "*Family pesticide use in the home, garden, orchard and yard*", **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, 22(3), 260-266.

Delaplane Keith S., (1996), *Pesticide Usage in the United States: History, Benefits, Risks and Trends*, University of Georgia, March.

Devi, I.P., (2007), "*Pesticide use in the rice bowl of Kerala: health costs and policy options*", SANDEE working paper No.21, South Asian Network for Development and Environmental Economics (SANDEE), Kathmandu, Nepal.

Dey, S., Soliman A.S., Hablas A., Seifeldin I.A., Ismail K., Ramadan M., El-Hamzawy H., Wilson M.L., Banerjee M., Boffetta P., Harford J., and S.D Merajver., (2010), “*Urban-rural differences in breast cancer incidence in Egypt (1999-2006)*”, **The Breast** 19, 417-423.

Dick F.D., (2006), “*Parkinson’s disease and pesticide exposures*”, **British Medical**, 79 and 80: 219–231.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal L. 327, 22.12.2000, p.1.

Eastmond D.A., Balakrishnan S., (2010) Genotoxicity of Pesticides, In Hayes W. J. (ed), *Hayes’ Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp.357-380.

Ejigu D., Mekonnen Y., (2005), “*Pesticide use on agricultural fields and health problems in various activities*”, **East African Medical Journal**, 82, 427 – 432.

EPA (US Environmental Protection Agency), (1998), Staff Background Paper #2.4 – General Overview: Reduced Risk Pesticide Program, Available. At: <http://www.epa.gov/oppfead1/trac/safero.htm>, Retrieved 12 December 2013.

Eskenazi, B., Bradman A., and Castorina R., (1999), “*Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects*”, **Environmental Health Perspectives**, 107, Suppl 3: pp. 409-19.

EurekAlert, (2009), “*New ‘green’ pesticides are first to exploit plant defenses in battle of the fungi*”, Available online at: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2009-03/acs-mp030909.php, Retrieved, May 2013.

European Commission (2005), Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the council of 23 February 2005 on the maximum residue levels of the pesticides in or on food and feed of plant and animal origin, Official journal.

European Commission (2009), Fact Sheet: EU action on pesticides. Available at http://ec.europa.eu/food/plant/plant_protection_products/index_en.htm (April 20 2013).

European Commission, (2007), “*EU Policy for a sustainable use of pesticides. The story behind the strategy*”, Luxemburg, Available at http://ec.europa.eu/environment/ppps/pdf/pesticides_en.pdf. (April 10 2012).

Eurostat News Release, Organic farming, 30/2010 – 1 March 2010. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/5-01032010-BP/EN/501032010-BP-EN.PDF. Retrieved March 2014.

Evangelista De Duffard A.M. and Duffard R., (1996), «*Behavioral toxicology, risk assessment, and chlorinated hydrocarbons*», **Environmental Health Perspectives**, 104, pp 353–60.

FAO, (2002), “*Manual on the Submission and Evaluation of Pesticide Residues for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed*”, Food and Agriculture Organization: Rome, Italy,.

Farooq U., Joshi M., Nookala V., Cheriya P., Fischman D., Graber N.J., Stelman S.D., Muscat J., (2010), “*Self-reported exposure to pesticides in residential settings and risk of breast cancer: a case-control study*”, **Environmental Health**, 9:30.

Fenske R. A., (1993), “*Dermal Exposure Assessment Techniques*”, **The Annals of Occupational Hygiene**, Vol. 37, Issue 6, pp. 687-706.

Fenske R.A., Day E.W., (2005), Jr. Assessment of exposure for pesticide handlers in agricultural, residential and institutional environments., In Franklin, C.A., Worgan, J.P., (Eds) *Occupational and Residential Exposure Assessment for Pesticides*, John Wiley & Sons: Chichester UK, pp. 13-43.

Fenske R.A., Kedan G., Lu C., Fisker-Andersen J.A., Curl C.L., (2002), “*Assessment of organophosphorous pesticide exposure in the diets of preschool children in Washington State*”, **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, 12:21–28.

Finch S., Collier S.H., (2000), “*Integrated Pest Management in Field Vegetable Crops in Northern Europe - with Focus on Two Key Pests*”, *Crop Protection*, Vol. 19, P.817.

Food and Agriculture Organization (FAO), (2000), Project Concept Paper. HEAL: Health in Ecological Agricultural Learning, prepared by the FAO programme for community IPM in Asia, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/nars/partners/2nrm/proposal/92-6.doc>. Προσπελάστηκε 20 Μαρτίου 2013.

Franklin C. A. & Worgan J. P. (2005), *Occupational and Residential Exposure Assessment for Pesticides.*, Wiley Series in Agrochemicals and Plant Protection Products, John Wiley & Sons Ltd.

Garcia A.M., (1998), «*Occupational exposure to pesticides and congenital malformations: A review of mechanisms, methods, results*», **American Journal of Industrial Medicine**, 33, 232–40.

Gianessi Leonard P., (2009), *Executive Summary. The Value of Insecticides in U.S. Crop Production*, Croplife Foundation, Washington.

Gianessi, Leonard, Nathan Reigner, (2005) «*The Value of Fungicides in U.S. Crop Production*», CropLife Foundation, Crop Protection Research Institute, available at: http://www.croplifefoundation.org/cpri_benefits_fungicides.htm, Accessed September 2013.

Gil Y., Sinfort C., Guillaume S., Brunet Y., Palagos B. (2008), «*Influence of micrometeorological factors on pesticide loss to the air during vine spraying: Data*

analysis with statistical and fuzzy inference models», **Biosystems Engineering**, 100, 184-197.

Gomiero T., Pimentel D., Paoletti M. G., (2011) “*Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs organic agriculture*”, **Critical review in plant sciences**, Vol. 30, 95-124.

Green J.M., (2012), “*The benefits of herbicide-resistant crops*”, **Pest Management Science**, Vol. 68, Is. 10, pp. 1323-1331.

Grube A., Donaldson D., Kiely T. and Wu La, (2011), *Pesticides Industry, Sales and Usage 2006 and 2007 Market Estimates*, EPA’s Biological and Economic Analysis Division, Office of Pesticides Programs, and Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, Washington,.

Hall F.R., and Fox R. D., (1997), The reduction of pesticide drift In C. L. Foy and D. W. Pritchard (eds), *Pesticide Formulation and Adjuvant Technology*, Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp. 209-240.

Hamilton D.D., Ambrus A., Dieterle R., Felsot A., Harris C., Petersen B., Racke K., Wong S.S., Gonzalez R., Tanaka K., et al (2004), «*Pesticide residues in food-acute dietary exposure*», **Pest Management Science**, Vol. 60, 311-339.

Hansen B., Alroe H. F., Kristensen E. S., Wier M., (2002), “*Assessment of food safety in organic farming.*”, DARCOF Working Papers no.52, Available at: http://orgprints.org/206/1/Hansen_organic_food_safety.pdf, Προσπελάστηκε Οκτώβριος 2012.

Harris C., Gaston C.P., (2004), «*Effects of refining predicted chronic dietary intakes of pesticide residues: A case study using glyphosate*», **Food Additives and Contaminants**, 21, 857-864.

Harris C.A., Tomerlin J.R., (2002), "*The regulation of pesticides in Europe. Directive 91/414*", **Journal of Environmental Monitoring**, 4, 28–31N.

Hohenadel K., Harris S.A., McLaughlin J.R., Spinelli J.J., Pahwa P., Dosman J.A., Demers P.A., Blair A., (2011), "*Exposure to Multiple Pesticides and Risk of Non-Hodgkin Lymphoma in Men from Six Canadian Provinces*", **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 8, 2320-2330.

IARC Working Group (1991), "*Occupational exposures in spraying and application of insecticides*", IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, 53, 45 – 92.

International Organization for Standardization (ISO), (1995), Air Quality - Particle Size Fraction Definitions for Health-Related Sampling. ISO 7708:1995(E).

Jadoks J.C., (1993), *Modern crop protection: developments and perspectives*, Wageningen, printed in Netherlands.

Jaga K., Dharmani C., (2003), "*Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides*", **Pan American Journal of Public Health**, 14, 171-185.

Jindal T., Singh D.K, Agarwal H.C, (2007), "*Effect of UV radiation and temperature on mineralization and volatilization of coumaphos in water*", **Journal of Environmental Science and Health B**, Vol.42, 367-372.

Jurewicz J., Kouimintzis D., Burdorf A., Hanke W., Chatzis C., Linos A., (2007), "*Occupational risk factors for work-related disorders in greenhouse workers*", **Journal of Public Health**, 15, 265-277.

Kamel F, Hoppin JA., (2004), "Association of pesticide exposure with neurologic dysfunction and disease", **Environmental Health Perspective**, 112, 950–958.

Karabelas A.J., Plakas K.V., Solomou E.S., Drossou V. Sarigiannis D.A., (2009), «*Impact of European legislation on marketed pesticides – A view from the standpoint of health impact assessment studies*», **Environment International**, 35, 1096-1107.

Kato I., Watanabe-Meserve H., Koenig K., Bapiste M., Lillquist P., Frizzera G., et al., (2004), “*Pesticide product use and risk of non-Hodgkin lymphoma in women*”, *Environmental Health Perspectives*, 112, 1275– 81.

Kaushik P. and Kaushik G., (2007), “*An assessment of structure and toxicity correlation in organochlorine pesticides*”, **Journal of Hazardous Materials**, 143, pp. 102-111.

Kesavachandran C. N., Fareed M., Pathak M. K., Bihari V., Mathur N, and Srivastava A. K., (2009), “*Adverse Health Effects of Pesticides in Agrarian Populations of Developing Countries*”, **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, Vol. 200, pp. 33-52.

Kesavachandran C., Singh V.K. , Mathur N. , Rastogi S.K. , Siddiqui M.K.J., Reddy M.M.K., Bharti R.S., Asif M.K., (2006), “*Possible mechanism of pesticide toxicity related oxidative stress leading to airway narrowing*”, **Redox Report**, 11 4 : 159 – 162.

Kiely, T., Donaldson D, and Grube A., (2004), “*Pesticides Industry Sales and Usage: 2000 and 2001 Market Estimates*”, EPA's Biological and Economic Analysis Division, Office of Pesticide Programs, and Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances.

Kokouva M., Bitsolas N., Hadjigeorgiou G.M., Rahiotis G., Papadoulis N., Hadjichristodoulou C., (2011), “*Pesticide exposure and lymphohaematopoietic cancers: a case-control study in an agricultural region (Larissa, Thessaly, Greece)*”, **BMC Public Health**, 11:5.

Kvien, C.K., Culbreath A.K., Wilcut J.W., Brown S.L. and Bell D.K., (1993), “*Peanut Production in Systems Restricting Use of Pesticides Based on Carcinogenicity or Leachability*”, **Peanut Science**, 20, 2.

Landau-Ossondo M., N. Rabia, J. Jos-Pelage, L.M. Marquet, Y. Isidore, C. Saint-Aime, M. Martin, P. Irigaray, and D. Belpomme, (2009), “*Why pesticides could be a common cause of prostate and breast cancers in the French Caribbean Island, Martinique. An overview on key mechanisms of pesticide-induced cancer*”, **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 63, 383-395.

Le Couteur DG , McLean AJ , Taylor MC , Woodham BL , Board PG (1999), «*Pesticides and Parkinson’s disease*», **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 53, 122 – 130.

Lebailly P, Bouchart V, Baldi I, Lecluse Y, Heutte N, Gislard A, Malas J-P, (2009), “*Exposure to pesticides in open-field farming in France*”, **the Annals of Occupational Hygiene**, 53:69-81.

Lenne Jill, (2000), «*Pests and Poverty: the continuing need for crop protection research*», **Outlook on Agriculture**, Vol 29, No 4, pp 235-250.

Lesjak H.A., (2006), “*Explaining organic farming through past policies: Comparing support policies of the EU, Austria and Finland*”, **Journal of Cleaner Production**, 16, 1-11.

Lorenz E. S., (2009), *Potential Health Effects of Pesticides*, Pesticide Safety Fact Sheet, The Pennsylvania State University, Available at: <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/uo198.pdf>, Προσπελάστηκε Απρίλιος 2014.

Lotti M, Moretto A., (1999), “*Promotion of organophosphate induced delayed polyneuropathy by certain esterase inhibitors*”, **Chemico-Biological Interactions**, 119–120, 519–24.

Lu C., Toepel K., Irish R., Fenske R.A., Barr D.B., Bravo R., (2006), “Organic diets significantly lower children’s dietary exposure to organophorus pesticides.”, *Environmental health perspectives*, 114(2), 260-263.

Lydian A.M. , Berna N. , van-Wendel-de-Joode , Peiris-John R.J. , van der Hoek W., (2003), “Neurological symptoms among Sri Lankan farmers occupationally exposed to acetylcholinesterase-inhibiting insecticides”, *American Journal of Industrial Medicine*, 44, 254 – 264.

MacCauley L. A., Anger W. K., Keifer M., Langley R., Robson M. G., Rohlman D., (2006), “Studying Health Outcomes in Farmworker Populations Exposed to Pesticides”, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 114, No. 6.

MacFarlane E., Carey R., Keegel T., El-Zaemay S., Fritschi L., (2013), “Dermal Exposure Associated with Occupational End Use of Pesticides and the Role of Protective Measures”, *Safety and Health at Work*, 4, 136-141.

MacIntosh D.L., Kabiru C.W., Ryan P.B. (2001), “Longitudinal investigation of dietary exposure to selected pesticides”, *Environmental Health Perspectives*, 109, 145–150.

Magkos, F., Arvaniti, F., Zampelas, A., (2006), «Organic Food: Buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, pp. 23-55.

Mariyono, J. (2008), “Direct and indirect impacts of integrated pest management on pesticide use: A case of rice agriculture in Java, Indonesia”, *Pest Management Science*, 64, 1069-1073.

Maroni M1, Fanetti AC, Metruccio F, (2006), «Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture», *la Medicina del Lavoro*, 97(2), 430-7.

Mathews Gr., (2006), *Pesticides Health, Safety and the Environment*, Blackwell Publishing Ltd,

Matolcsy Gy., Nadasy M., Andriska V., (1988), *Pesticide chemistry*, Elsevier, Amsterdam.

Mereu C., (2011), “*On the New Regulation on Plant Protection Products*”, **European Journal of Risk Regulation**, Vol 4, 553-556.

Meyer A., Chrisman J., Moreira J.C., Koifman S., (2003), “*Cancer mortality among agricultural workers from serrana region, state of Rio de Janeiro, Brazil*”, **Environmental Research**, 93, 264 – 271.

Miller G. T. (2002), *Living in the environment*, 12th Edition, Belmont: Wadsworth/Thomson Learning.

Miller J. R., (2001), “*The control of mosquito-borne diseases in New York City*”. **Journal of Urban Health**, 78, 359–366.

Mrema E. J., Rubino F. M., and Colosio C., (2012), *Obsolete Pesticides – A Threat to Environment, Biodiversity and Human Health* In L. I. Simeonov, F. Z. Macaev, B. G. Simeonova (Eds) *Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe*, Springer, pp. 1-21.

National Environmental Education Training Foundation, (2003), «*National pesticide practice skills guidelines for medical and nursing practice*». A project of the National Strategies for Health Care Providers. Washington (DC): Available at: <http://www.neefusa.org/health/pesticidesguidelinepublications/practice.htm>,

Προσπελάστηκε 10 Ιουνίου 2012.

National Research Council, (1993), *Pesticides in the diets of infants and children*, Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council, (2000), *The future role of pesticides in US Agriculture*, Washington, DC: National Academy Press.

Ohayo-Mitoko G.J.A. , Kromhout H. , Simwa J.M. , Boleij J.S.M. , Heederik D., (2000), “*Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers*”, **Occupational Environmental Medicine**, 57, 195 – 200.

Olanya, O.M., J.J. Hakiza; C.C. Crissman, (2004), “*Potato Production in the Tropical Highlands: Constraints, Fungicide Use, and the Impact of IPM Strategies*”, **Outlooks on Pest Management**, p.p. 181

Paice M.E.R, Miller P.C.H. and Day W., (1996), “*Control requirements for spatially selective herbicide sprayers*” **Computers and Electronics in Agriculture**, 14, 163–177.

Palacios Xutuc, C.N., (2010), *Manual to Train Trainers on Safe and Correct Use of Plant Protection Products and Integrated Pest Management (IPM)*; CropLife Latin America: Guatemala City, Guatemala,

Paul, C.J.M.; Ball, V.E.; Felthoven, R.G.; Grube, A.; Nehring, R.F, (2002), “*Effective costs and chemical use in United States agricultural production: using the environment as a ‘free’ input*”, **American Journal of Agricultural Economics**, 84, 902-915.

Peiris-John J.R. , Ruberu K.D. , Wickremasinghe R.A. , Lidwien S. , van der Hoek W., (2002), “*Effects of occupational exposure to organophosphate pesticides on nerve and neuromuscular function*”, **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, 44, 352 – 357.

Perry M.J, Marbella A., Layde P.M., (2002), “*Compliance with required pesticide-specific protective equipment use*”, **American Journal of Industrial Medicine**, 41,70-3.

Perry M.J., Marbella A., Layde P.M., (2000), “*Association of pesticide safety knowledge with beliefs and intentions among farm pesticide applicators*”, **Journal of Occupational Environmental Medicine**, 42, 187-93.

Petersen, B. J., (2010), Modeling Dietary Exposure with Special Sections on Modeling Aggregate and Cumulative Exposure, In *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America, pp. 1100-1110.

Pimentel D., (2005), “*Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States*”, **Environmental Development and Sustainability**, Vol.7, pp. 229-252.

Pimentel D., Culliney T. W., Bashore T., (2004), “*Public health risks associated with pesticides and natural toxins in foods*”, Radcliffe's IPM World Textbook, University of Minnesota.

Popp, J., Peto, K., & Nagy, J., (2013), “*Pesticide productivity and food security. A review*”, **Agronomy for Sustainable Development**, 33, (1), 243-255.

Pretty J., (2008), “*Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence*”, **Philosophical Transactions of Royal Society**, 363, 447-465.

Priyadarshi A., Khuder S.A., Schaub E.A., Priyadarshi S.S., (2001), “*Environmental risk factors and Parkinson's disease: a meta-analysis*”, **Environmental Research**, 86, 122-127.

Quackenbush R., Hackley B., Dixon J., (2006), “*Screening for Pesticide Exposure: A Case Study*”, **Journal of Midwifery & Women's Health**, Vol. 51, No. 1, 3-11.

Reifenrath W.G. (2007), “*Enhanced skin absorption and fly toxicity of permethrin in emulsion formulation*”, **Bulletin of Environmental Contamination Toxicology**, 78, 299-303.

Reigart J.R and Roberts J.R., (1999), *Recognition and Management of Pesticide Poisonings*, Fifth ed., Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

Repetto, R. and Baliga S., (1996), *Pesticides and the immune system: the public health risks*, World Resources Institute: Washington, DC,

Rigby D., Caceres D., (2001), “*Organic farming and sustainability of agricultural Systems*”, **Agricultural Systems**, 68, 21-40.

Rocheleau C. M., Romitti P. A., Dennis L.K., (2009), “*Pesticides and hypospadias: A meta-analysis*”, **Journal of Pediatric Urology**, 5, 17-24.

Rupa D.S., Reddy P.P., Reddy O.S., (1991), “*Reproductive performance in population exposed to pesticides in cotton fields in India*”, **Environmental Research**, 55, 23 – 126.

Saiyed H.N. , Dewan A. , Bhatnagar V. , Shenoy V. , Shenoy R. , Rajmohan H. , Patel K. , Kashyap R. ,Kulkarni P. , Rajan B. , Lakkad B., (2003), “*Effect of endosulfan on male reproductive development*”, **Environmental Health Perspectives**, 111, (16), 1958 – 1962.

Schreinemachers D., (2003), “*Birth malformations and other adverse perinatal outcomes in four US wheat-producing states*”, **Environmental Health Perspectives**, 111, 1259–64

Schulze L. D., Ogg C. L., Vitzthum E. F., (1997) *Signs and Symptoms of Pesticide Poisoning*, University of Nebraska, Pesticides, General, August.

Scrag, E.B., (1964), “*Chemical Weed Control in Potatoes*”, **Scottish Agriculture**, Vol. 44, No.2, p. 99.

Secretariat of the Stockholm Convention, *Measures to reduce or eliminate POPs*, Available at: <http://chm.pops.int/>, Retrieved January 2014.

Sheldon L. S., (2010), Exposure Framework, In W. J. Hayes (ed.) *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America.

Shi-ming M.A., (2006), “Review of history and recent Development of Organic Farming Worldwide”, **Agricultural Sciences in China**, Vol.5, 169-178.

Smedley L. C., (2002), “Respiratory illness in agricultural workers”, **Occupational Medicine**, Vol. 52, Issue 8, pp. 451-459.

Solomon G., (2000), *Pesticides and human health: A resource for health professionals*, Los Angeles (CA): Physicians for Social Responsibility.

Srivastava A.K. , Gupta B.N. , Bihari V. , Mathur N. , Srivastava L.P. , Pangtey B.S. , Bharti R.S. , Kumar P., (2000), “Clinical, biochemical and neurobehavioral studies of workers engaged in the manufacture of quinalphos”, **Food and Chemical Toxicology**, 38, 65 – 69.

Starnes R. L., Liu C. L., and Marrone P. G., (1993), “History, use and future of microbial insecticides”, **American Entomologist**, 39, 83-91.

Surgan, M., Condon, M., Cox, C., (2010), “Pesticide risk indicators: Unidentified inert ingredients compromise their integrity and utility”, **Environmental Management**, Vol. 45, pp.834-841.

Svensson, A., (1982), “Methods of Weed Control in Cereals - Efficiency, Costs and Consequences”, Proceedings of the 23rd Annual Swedish Weed Conference, Department of Plant Husbandry and Research, Uppsala, Sweden, P.10.

Swanton, C.J., Mashhadi H.R., Solomon K.R., Afifi M.M and Duke S.O., (2011), “Similarities between the discovery and regulation of pharmaceuticals and pesticides: in support of a better understanding of the risks and benefits of each”, **Pest Management Science**, 67, 790-797.

Tsouvelekas V., Pantzios C.J., Fotopoulos C., (2001), “*Technical efficiency of alternative farming systems: the case of Greek organic and conventional oil – growing farms.*”, **Food Policy**, 26, 549-569.

United Nations Environment Programme (UNEP), 2004, *Childhood Pesticide Poisoning*. Information for Advocacy and Action, Switzerland.

United Nations Environment Programme and Food and Agriculture Organization, (2004). PIC: Rotterdam Convention. Available at: <http://www.pic.int/index.html>, Accessed 11/8/2011.

Van Hemmen J. J., Brouwer D. H., (1995), “Assessment of dermal exposure to chemicals”, **The Science of the Total Environment**, Vol. 168, pp. 131-141.

Van Maele-Fabry G., Lantin A-C., Hoet P. Lison D., (2011), “*Residential exposure to pesticides and childhood leukaemia: A systematic review and meta-analysis*”, **Environment International**, 37, 280-291.

Walker K. R., Ricciardone M. D. and Jensen J., (2003), “*Developing an international consensus on DDT: a balance of environmental protection and disease control*”, **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, Vol. 206, No. 4-5, 423-35.

Wapshere A.J., Delfosse E.S. and Cullen J.M., (1989), “*Recent developments in biological control of weeds*”, **Crop protection**, Vol. 8, 227-250.

Ware G, Whitacre D, (2004), *The pesticide book. 6th Ed*, A Meister Publication.

Waxman M. F., (1998), *The Agrochemical and Pesticide Safety Handbook*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Weddle P.W., Wetler S.C., Thomson D., (2009), “*History of IPM in California pears – 50 years of pesticide use and transition to biologically intensive IPM*”, **Pest Management Science**, Vol. 65, 1287-1292.

Weisenburger D.D., (1993), “*Human Health Effects of Agrochemical Use*”, **Human Pathology**, Vol. 24, No. 6, pp. 571-576.

Wesseling C., Antich D., Hogstedt C., Rodriguez A.C., Ahlbom A., (1999), “*Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure*”, **International Journal of Epidemiology**, 28, 365 – 374.

WHO International Programme on Chemical Safety (IPCS), (1993). “*Biomarkers and risk assessment: concepts and principles.*”, Environmental Health Criteria 155, World Health Organization, Geneva

Williams J.C., (2011), “*New EU pesticide legislation – the view of the manufacturer*”, **Aspects of Applied Biology**, 106, 269-274.

Wilson C., Tisdell C., (2001), “*Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs*”, **Ecological Economics**, Vol. 39, pp.449–462.

Wirdefeldt K, Adami HO, Cole P, Trichopoulos D, Mandel J, (2011), “*Epidemiology and etiology of Parkinson’s disease: a review of the evidence*”, **European Journal of Epidemiology**, 26 (Supplement 1), S1-58.

Woods M., and Pitcain M., (2002), Biological control methods, *In Principles of Weed Control*, California weed science society, Thomson publications, Fresno.

World Health Organization, WHO, (1990), “*Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture*”, England.

Yamamoto I., Izuru J. (1999), *Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor*, Tokyo: Springer-Verlag. pp. 3–27.

Yussefi M., Willer H., (2004), *The World of Organic Agriculture Statistics and Future prospects*, Tholey – Theley: International Federation of Organic Agriculture.

Ελληνική βιβλιογραφία

Agrocert, 1999, Agro 2-2: Διαχείριση Αγροτικού Περιβάλλοντος – Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στη Γεωργική Παραγωγή. Μέρος 2: Απαιτήσεις για την εφαρμογή στη φυτική παραγωγή

Αλμπάνης Τ.Α.Δ., (1991), *Φυτοφάρμακα: Χρήση, Επιπτώσεις και Νομοθεσία*, Εκδόσεις Θεοδωρίδη Ε., Ιωάννινα,

Αντωνόπουλος Χ., (2000), «*Οικοσυστήματα – Ειδικά θέματα αειφορικής γεωργίας, βιολογική γεωργία*», Πρόγραμμα Αειφορική Γεωργία, ΕΠΕΑΕΚ 3.1^α, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

Αντωνόπουλος Ζ., (2001), *Ποιότητα και ρύπανση υπόγειων νερών*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Βαγή Μ. (2007), «*Μελέτη της Υδρόλυσης και Προσρόφησης Επιλεγμένων Οργανοφωσφορικών Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων σε Υδατικά και Εδαφικά Συστήματα.. Διερεύνηση της Τοξικότητας σε Θαλάσσιους Φυτοπλακτονικούς Οργανισμούς*», Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Βασιλακάκης Μ., (2007), *Γενική και ειδική δενδροκομία.*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Βασιλάκογλου Ι., (2008), *Σύγχρονη ζιζανιολογία*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Γεωργόπουλος Σ.Γ., Ζιώγας Β.Ν., (1992), *Αρχές και μέθοδοι καταπολέμησης των ασθενειών των φυτών*, Αθήνα.

Δαμιανός Δ., Παπαγεωργίου Κ., Σπαθής Π., (2006), *Η Ελληνική Αγροτική Οικονομία στο Παγκόσμιο Πλαίσιο.*, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Δημόπουλος Β., (2004), *Φυτοπροστατευτικά προϊόντα*, Εκδόσεις Έμβρυο, Β΄ Έκδοση.

Ελευθεροχωρινός Η.Γ, (2002), *Ζιζανιολογία*, Εκδόσεις ΑγροΤύπος Α.Ε., Αθήνα.

Ελευθεροχωρινός Η., (2008), *Ζιζανιολογία, ζιζάνια, ζιζανιοτόνα, περιβάλλον, αρχές και μέθοδοι διαχείρισης*, 3^η Έκδοση, Εκδόσεις αγρότυπος, Αθήνα.

Ελληνικός Σύνδεσμος Φυτοπροστασίας (ΕΣΥΦ), (2001), *«Η διαδικασία έγκρισης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή Ένωση»*. Τεχνικό φυλλάδιο σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Φυτοπροστασίας (European Crop Protection Association). Διαθέσιμο και στη διεύθυνση www.esyf.gr

Ευρωπαϊκή Ένωση (1991), «Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 του Συμβουλίου της 24^{ης} Ιουνίου 1991 περί βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και είδη διατροφής» Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης Ι., 198/1

Ευρωπαϊκή Ένωση (1999), «Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1804/99 του Συμβουλίου της 19^{ης} Ιουλίου 1999 για συμπλήρωση, για τα κτηνοτροφικά προϊόντα, του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 περί του βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και στα είδη διατροφής» Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης Ι., 222

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2007) «Ο Κόσμος της Βιολογικής Γεωργίας 2007», Διαθέσιμο σε: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/consumer-confidence/consumer-demand_el, Προσπελάστηκε Φεβρουάριος 2013.

Ζιώγας Ν., Μάρκογλου Ν., (2004), *«Νέα μυκητοκτόνα και σύγχρονες τάσεις»*, Πρακτικά 4^{ης} Πανελλήνιας Συνάντησης φυτοπροστασίας, Λάρισα.

Ιατρού Ε., (2009), *«Μελέτη φωτοδιάσπασης φυτοφαρμάκων και εκτίμηση της συνδυασμένης τοξικότητας τους στη Lemna minor»*, Μεταπτυχιακή διατριβή, Μυτιλήνη.

Κακαφίκας Π., (2005), *«Συστήματα ποιότητας στην αγροτική παραγωγή.»*, Διμηνιαίο περιοδικό **Γεωπονικά**, Τεύχος 419, Έκδοση Γεωπονικού Συλλόγου Μακεδονίας Θράκης,

Κανονισμός υπ' αριθμ. 1272/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου «Ταξινόμηση, Επισήμανση και συσκευασία των ουσιών και των μειγμάτων, την τροποποίηση και την κατάργηση των οδηγιών 67/548/ΕΟΚ και 1999/45/ΕΚ και την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1907/2006» Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L353, 16 Δεκεμβρίου 2008.

Προεδρικό Διάταγμα 115/1997, στο ΦΕΚ 104/30-5-1997, *Έγκριση, διάθεση στην αγορά και έλεγχος φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε συμμόρφωση προς την οδηγία 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου όπως έχει συμπληρωθεί.*

Ματθαίουπουλος Δ., (2013), Επαγγελματική Χρήση Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων και Προστασία των Αγροτών, Σε Μακρόπουλος Β. και Ματθαίουπουλος Δ., (Eds), *Δημόσια υγεία και Φυτοπροστατευτικά προϊόντα*, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της εργασίας (ΕΛ. ΙΝ. Υ. Α. Ε.).

Μενκίσογλου Ο., (1998), *Γεωργικά Φάρμακα*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πήγασος 2000.

Μήτσιος Ι., (2004), *Γονιμότητα εδαφών*, Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.

Μουρκίδης Γ.Α., (1974), *Γεωργική Χημεία – Γ' Γεωργική Φαρμακολογία*, Θεσσαλονίκη.

Μουρκίδου – Παπαδοπούλου Ε., (1991), *Γεωργικά Φάρμακα*, Θεσσαλονίκη : Α.Π.Θ., Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.

Μουρκίδου – Παπαδοπούλου Ε., (2000), *Πρόγραμμα: Αειφορική Γεωργία. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών των φυτών*, Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωπονίας, ΕΠΕΑΕΚ.

Μπαλαγιάννης Γ., (1985), *Μαθήματα γεωργικής φαρμακολογίας*, Αθήνα.

Μπούρμπος Α., (2001), *Η οικολογική γεωργία στην αειφορική ανάπτυξη. Βιολογική γεωργία: φυτική και ζωική παραγωγή*, Πρακτικά ημερίδας, Θεσσαλονίκη,

Νόμος 721/1977 στο ΦΕΚ 298/7-10-1977, *Περί εγκρίσεως κυκλοφορίας και ελέγχου των γεωργικών φαρμάκων, ως και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων.*

Παπαζαφειρίου Ζ., (1999), *Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών.*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Ζ., (1997), *Γεωργική υδραυλική.*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Τζάμος Ε., (2004), *Φυτοπαθολογία*, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Τζανακάκης Μ., (1995), *Εντομολογία*, Εκδόσεις Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης Μ., Κατσόγιαννος Β., (2003), *Εντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου.*, Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Τσαυτάρης Α., (1998), «Βιοτεχνολογία: επιτεύγματα, προοπτικές, προβληματισμοί», σελ. 11-20, Available at: <http://helios-eie.ekt.gr/EIE/handle/10442/676>, Προσπελάστηκε 20 Ιανουαρίου 2014.

Τσελές Δ., Ευθυμιάδου Α., Γκούλτα Μ., (2011), *Ολοκληρωμένη διαχείριση – το μέλλον της γεωργίας.*, Πρόγραμμα Γ.Γ.Ν.Γ.: Επιστημονική υποστήριξη νέων αγροτών, Τ.Ε.Ι Πειραιά.

Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Υ.Ε.Κ.Α.), «*Επικίνδυνες χημικές ουσίες στους χώρους εργασίας*», Αθήνα 2003, Διαθέσιμο σε <http://www.eng.ucy.ac.cy/EFM/Safety/2.pdf>

Χατζηχαρίσης Α., (2003), *Εφαρμογή του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης στα σποροφόρα.*, Ημερίδα: Βιώσιμη Δενδροκομία στην Παγκοσμιοποιημένη Αγορά, 31 Μαρτίου, Βέροια.

Πηγές διαδικτύου

<http://www.agrool.gr/files/kwdikes2.pdf>

<http://ec.europa.eu/agriculture/organic/>

<http://www.epa.gov/>

www.fda.gov

<http://www.epa.gov/pesticides/science/biomarker.html>