



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Συγκριτική μελέτη για υπολείμματα φυτοφαρμάκων
στα τρόφιμα**

MSc Thesis

Comparative study of pesticide residues in food



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Ιωάννα Διαλυνά

Ioanna Dialyna

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Λαμπροπούλου Κυριακή (Α επιβλέποντα)

Κρίτση Ευτυχία (Β επιβλέποντα)

Lampropoulou Kyriaki

Kritsi Eftichia

ΑΙΓΑΛΕΩ/ΑΙΓΑΛΕΟ 2023



Faculty of Food Sciences
Department of Food Science and Technology

Master of Science
FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY

MSc THESIS

Comparative study of pesticide residues in food

IOANNA DIALINA

21010

jona.dial7610@gmail.com

SUPERVISOR

Lampropoulou Kyriaki

Kritsi Eftichia

AIGALEO 2023

Επιτροπή Αξιολόγησης Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο **‘Συγκριτική μελέτη για υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα’** που παρουσιάστηκε από την **Διαλυτά Ιωάννα**, υποψηφίου για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

Ψηφιακή Υπογραφή

Λαμπροπούλου Κυριακή

Ακαδημαϊκός Υπότροφος

Ψηφιακή Υπογραφή

Κρίση Ευτυχία

Ακαδημαϊκός Υπότροφος

Ψηφιακή Υπογραφή

Τσιάκα Θάλεια

Ακαδημαϊκός Υπότροφος

Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Διαλυνά Ιωάννα του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 21010 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Διαλυνά Ιωάννα



Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Διαλυνά Ιωάννα

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ioanna Dialyna', written in a cursive style.

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας βιβλιογραφικής πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στις επιβλέπουσες καθηγήτριες μου κα Λαμπροπούλου Κυριακή και κα Κρίση Ευτυχία, για την επίβλεψη και την άψογη συνεργασία μας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα ανηψάκια μου που με γεμίζουν πάντα με θετική ενέργεια και την οικογένεια μου, η οποία στάθηκε δίπλα μου κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και πάντα πιστεύει σε μένα για οτιδήποτε κάνω.

Αφιερώσεις

Ο κόσμος δεν θα καταστραφεί από αυτούς που κάνουν το κακό, αλλά από αυτούς που παρακολουθούν χωρίς να κάνουν τίποτα

Albert Einstein

Στην γιαγιά μου που με προσέχει από εκεί ψηλά

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σε διάφορες πτυχές των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, συμπεριλαμβανομένων των καταγραφών που σχετίζονται με την παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα, τον τρόπο συσσώρευσης τους στην κάθε κατηγορία τροφίμου και των διαφόρων κινδύνων που ελλοχεύουν για την ανθρώπινη υγεία κατά την κατανάλωσή τους. Ως φυτοφάρμακα θεωρούμε όλα εκείνα τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται με σκοπό την καταπολέμηση των εχθρών ή των ασθενειών που μπορούν να προσβάλλουν τους φυτικούς οργανισμούς αλλά και τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Φαίνεται ότι, η αλόγιστη χρήση τους και η θυσία στο βωμό της παραγωγής έχει οδηγήσει στη δημιουργία υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων, τα οποία εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα επηρεάζοντας έτσι την ασφάλεια των τροφίμων και εν τέλη η κατανάλωσή τους δημιουργεί προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων. Εξετάζονται τα τρόφιμα που εμφανίζουν ποσοστιαία τη μεγαλύτερη τιμή σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων τόσο εγχώρια όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο για το χρονικό διάστημα 2018 έως 2020 . Επίσης, συγκρίνονται οι κατηγορίες τροφίμων στις οποίες φαίνεται να υπάρχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων που υπερβαίνουν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια και ως εκ τούτου τον προσδιορισμό του βαθμού που έχουν ξεπεραστεί τα όρια αυτά καθώς και τα είδη φυτοφαρμάκων που πουλήθηκαν και καταναλώθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό. Ακολουθεί, η σύγκριση ανάμεσα στα έτη 2020-2021-2022 σχετικά με τη συχνότητα κοινοποιήσεων στο σύστημα RASFF την ύπαρξη υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων και σύγκριση των βάσεων από τις οποίες προήλθαν αυτές οι κοινοποιήσεις, οι χώρες των κοινοποιήσεων αυτών και οι κατηγορίες τροφίμων που εμφανίστηκαν περισσότερο. Εξετάζονται οι περιπτώσεις που τα φυτοφάρμακα και άλλες ξένες ουσίες στα τρόφιμα και στο πόσιμο νερό μαζί με τοξικούς ρύπους στον αέρα αποτελούν άμεση απειλή για την ανθρώπινη υγεία, ενώ συσσωρεύονται σταδιακά στο περιβάλλον και στο ανθρώπινο σώμα, προκαλώντας ασθένειες πολύ μετά την πρώτη έκθεση. Αναφέρονται περιπτώσεις που η χρήση των φυτοφαρμάκων έγινε με σκοπό εκούσιας επιμόλυνσης των τροφίμων, αλλά και ακούσιας. Παρουσιάζονται τα επίπεδα στα οποία μπορούν τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων να βλάψουν τον ανθρώπινο οργανισμό και τις πιθανές επιπτώσεις τους στην υγεία. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν τις κυριότερες ομάδες τροφίμων στις οποίες

εμφανίζονται πιο συχνά υπολείμματα φυτοφαρμάκων, με τα μυκητοκτόνα να καταγράφεται ως βασικό φυτοφάρμακο. Επιπλέον, η μόλυνση των οικοσυστημάτων, η βλάβη στην ανθρώπινη υγεία, η ασφάλεια των τροφίμων και η αναποτελεσματικότητα του MRL υποστηρίζουν την επείγουσα τροποποίηση των σημερινών γεωργικών προοπτικών.

Abstract

The aim of the current paper is to review the literature on various aspects of pesticide residues, including records related to the presence of pesticide residues in food. More specifically, how they accumulate in each food category, and the various risks to human health after their consumption. All those preparations that are used with the purpose of fighting enemies or diseases that can affect plant organisms as well as food of animal origin, are considered as pesticides. The reckless use of pesticides, in order to accommodate mass production, has led to the creation of pesticide residues, which intrude the food chain, affecting food safety and ultimately their consumption creates problems in individuals' health. The foods with the highest percentage of pesticide residues, both domestically and at European level for the period 2018 to 2020, are being examined. In addition, comparisons are demonstrated between the categories of food in which there appear to be pesticide residues that exceed the maximum permissible limits, and therefore the determination of the extent to which these limits have been exceeded, as well as the types of pesticides that were sold and consumed to a greater extent. Thereinafter, a comparison between the years 2020-2021-2022 regarding the frequency of notifications to the RASFF system of the existence of pesticide residues is being demonstrated along with a comparison of the bases from which these notifications came, the countries of these notifications and the food categories that appeared the most. Furthermore, cases are examined where pesticides and other foreign substances in food and drinking water along with toxic pollutants in the air pose a direct threat to human health, while they gradually accumulate in the environment and in the human body, causing diseases even a long time after the first exposure. For instance, in some cases pesticides were used intentionally in order to contaminate food, however there are also cases in which they were used unintentionally. Moreover, the levels at which pesticide residues can harm the human body and their potential health effects are also presented. Accordingly, the results of the current study demonstrate that fruits and vegetables are the main food groups in which pesticide residues are most frequently found, with fungicides being recorded as the main pesticide. In addition, the contamination of ecosystems, the effects in individuals' health, the food safety and the ineffectiveness of the MRL support the urgent modification of the current agricultural outlook.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright.....	VI
Ευχαριστίες.....	VII
Αφιερώσεις.....	IX
Περίληψη.....	XI
Abstract.....	XIV
Κατάλογος Πινάκων.....	XVII
Κατάλογος Εικόνων.....	XIX
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	2
Κεφάλαιο 2: Λίγα λόγια για τα φυτοφάρμακα.....	4
Κεφάλαιο 3: Κατηγορίες τροφίμων με τις μεγαλύτερες καταγραφές σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων.....	8
3.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	8
3.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΦΡΟΥΤΟΛΑΧΑΝΙΚΑ, ΣΙΤΗΡΑ ΚΑΙ ΖΩΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΤΟ 2018 ΕΩΣ ΤΟ 2020 11	
3.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΙΛΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΩΡΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018 ΕΩΣ 2020.....	27
Κεφάλαιο 4: Τρόποι επιμόλυνσης των τροφίμων.....	43
4.1 ΕΚΟΥΣΙΑ ΕΠΙΜΟΛΥΝΣΗ.....	43
4.2 ΑΚΟΥΣΙΑ ΕΠΙΜΟΛΥΝΣΗ.....	45
Κεφάλαιο 5: Μέθοδοι ανίχνευσης των φυτοφαρμάκων.....	52
5.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ.....	52
5.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ.....	53
5.3 ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ.....	56

Κεφάλαιο 6: Σχετική νομοθεσία – αποδεκτά όρια	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Επίπεδα κινδύνου στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού.....	68
7.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΞΕΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	70
7.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΙΩΝΟΥΝ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΡΟΦΙΜΟΥ	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συμπεράσματα και συζήτηση.....	79
Βιβλιογραφία-Αναφορές	83
Πηγές Εικόνων.....	88

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΦΡΟΥΤΟΛΑΧΑΝΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020 ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΖΩΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020 ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΙΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020 ΣΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ..	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020 ΣΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΡΟΥΤΟΛΑΧΑΝΙΚΩΝ, ΚΡΕΑΤΟΣ, ΣΙΤΗΡΩΝ.....	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΚΙΛΑ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020.....	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΚΙΛΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΚΙΛΑ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020.....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΚΙΛΑ ΜΑΛΑΚΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020.....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΚΙΛΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020.....	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΚΙΛΑ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018-2019-2020.....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020.....	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020.....	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΑΚΑΡΕΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020.....	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΜΑΛΑΚΙΟΚΤΟΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020.....	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΛΩΝ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΕΤΗ 2018-2019-2020	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΕΙΔΗ ΑΡΧΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ.....	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΒΑΣΕΙΣ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΜΕ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ.....	40

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ.....	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ.....	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΙΣΧΥΟΥΝ ΤΑ ΑΟΚ.....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗΣ ΣΕ ΗΠΙΑ (MILD), ΜΕΤΡΙΑ (MODERATE) Η ΣΟΒΑΡΗ (SERIOUS).....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΙΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ.....	73

Κατάλογος Εικόνων

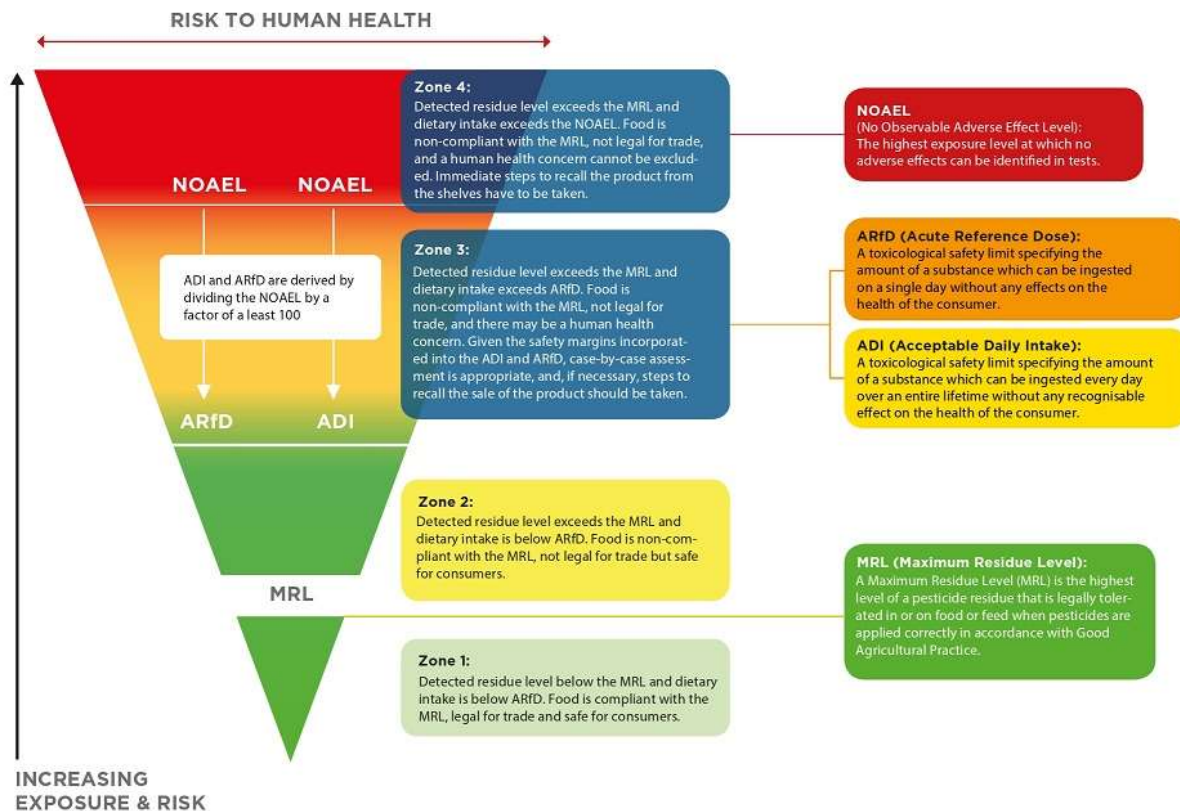
ΕΙΚΟΝΑ 1: ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ-ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ-ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ. ΠΗΓΗ: CROP LIFE EUROPE (2022). PESTICIDE USE AND FOOD SAFETY	3
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟΥΣ «ΚΥΚΛΟΥΣ» ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ, ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΗΣ ΣΕΙΡΑ: ΜΟΛΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ, ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΟΥ, ΜΟΛΥΝΣΗ ΑΕΡΑ. ΠΗΓΗ: MUHAMMAD BILAL ET AL, 2019, PERSISTENCE OF PESTICIDES-BASED CONTAMINANTS IN THE ENVIRONMENT AND THEIR EFFECTIVE DEGRADATION USING LACCASE-ASSISTED BIOCATALYTIC SYSTEMS, SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT VOLUME 695, 10 DECEMBER 2019).	51
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΑΕΡΙΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ. ΠΗΓΗ: Ν. ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, 2020	54
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΩΝ ΟΔΩΝ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ. ΠΗΓΗ:.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΕΩΣ ΤΟΝ ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΚΤΗ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ. ΠΗΓΗ: HEAVY METALS AND PESTICIDES TOXICITY IN AGRICULTURAL SOIL AND PLANTS: ECOLOGICAL RISKS AND HUMAN HEALTH IMPLICATIONS.....	73

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η χρήση των φυτοφαρμάκων από τους ανθρώπους ξεκίνησε περίπου το 2000π.Χ. με σκοπό την προστασία των καλλιέργειών τους. Τα πρώτα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η σκόνη του θείου, κατά τον 17^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε ως εντομοκτόνο η θειική νικοτίνη, ενώ τον 19^ο αιώνα εμφανίστηκαν δύο ακόμα φυτοφάρμακα, το πύρεθρο και η ρετόνη. Ο Paul Müller ήταν ο άνθρωπος που ανακάλυψε ότι το DDT (χλωριωμένο άλας) ήταν ένα από τα πιο αποτελεσματικά εντομοκτόνα, τα οποία αργότερα, γύρω στο 1975, αντικαταστάθηκαν από τα φωσφορικά και τα καρβαμικά άλατα. Το 1910 θεσπίστηκε και η πρώτη νομοθεσία για τη ρύθμιση των φυτοφαρμάκων. Οι μεγαλύτερες ποσότητες των φυτοφαρμάκων καθώς και η ευρεία χρήση τους ξεκίνησε τη δεκαετία του 1940. Βάση μελετών μέχρι σήμερα η χρήση τους έχει αυξηθεί κατά 50 φορές και περίπου 2,3 εκατομμύρια τόνοι καταναλώνονται ετησίως. (Βικιπαιδεία, 2023)

Στη διάρκεια των ετών και μέχρι σήμερα, τα φυτοφάρμακα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ευρέως για τον έλεγχο όλων εκείνων των οργανισμών που μπορούν να βλάψουν μια καλλιέργεια και ως εκ τούτου να αποτρέψουν οποιαδήποτε αρρώστια που μπορεί να προσβάλει ένα τρόφιμο. Ωστόσο, στις μέρες μας υπάρχει και απαγορευτική χρήση κάποιων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα, όπως τα γονοτοξικά για τον άνθρωπο. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ), σε συνεργασία με τη Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization, FAO), είναι υπεύθυνος για την αξιολόγηση των κινδύνων για τον άνθρωπο από τα φυτοφάρμακα, μέσω των υπολειμμάτων στα τρόφιμα, και για τη σύσταση κατάλληλων μέτρων προστασίας. Το Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR) είναι η επιτροπή εμπειρογνομόνων για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα. Λόγω της επιτροπής αυτής διεξάγονται προγράμματα παρακολούθησης των καταλοίπων στα τρόφιμα και έχουν οριστεί ανώτατα όρια καταλοίπων (ΑΟΚ) για την ασφάλεια του καταναλωτή τροφίμων. Κάτωθι δίνεται μια σχηματική απεικόνιση για τα επίπεδα των υπολειμμάτων σε σχέση με τη συμμόρφωση αυτών και συμπαραάγοντα την ανθρώπινη υγεία. (WHO, 2022 - Crop Life Europe, 2022 - Gomes, Hiago de O., et al, 2020)

RESIDUE LEVELS, COMPLIANCE AND HUMAN HEALTH



Εικόνα 1: Επίπεδα υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων-συμμόρφωση-ανθρώπινη υγεία. Πηγή: *Crop Life Europe (2022). Pesticide use and food safety*

Στην ανασκόπηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας στόχος είναι να αποσαφηνιστεί ο ορισμός του φυτοφαρμάκου, οι κατηγορίες αυτού, η σχέση του με τα τρόφιμα και πως μέσω της τροφικής αλυσίδας επηρεάζεται η υγεία του ανθρώπου, αλλά ακόμα και σε ποιο βαθμό. Αναφέρονται περιπτώσεις στις οποίες επιμόλυνση έγινε τόσο με δόλο, όσο και ακούσια, καθώς και οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να ανιχνεύσουμε τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων. Επίσης, έγινε επιλογή βασικών κατηγοριών τροφίμων όπως φρούτα, λαχανικά, σιτηρά, ζωικά, και σύγκριση αυτών με σκοπό να εντοπίσουμε το τρόφιμο με τα μεγαλύτερα ποσοστά υπολειμμάτων μέσα στα έτη 2018-2019-2020, καθώς και το φυτοφάρμακο με τις μεγαλύτερες πωλήσεις.

Κεφάλαιο 2: Λίγα λόγια για τα φυτοφάρμακα

Τα φυτοφάρμακα είναι ουσίες που προορίζονται για τον έλεγχο των παρασίτων, συμπεριλαμβανομένων των ζιζανίων. Οι κατηγορίες που συμπεριλαμβάνονται στον όρο των φυτοφαρμάκων είναι τα μυκητοκτόνα (fungicides), βακτηριοκτόνα (bactericides), εντομοκτόνα (insecticides), ακαρεοκτόνα (acaricides), νηματωδοκτόνα (nematicides), ζιζανιοκτόνα (herbicides), μαλακιοκτόνα (molluscicides), ιχθυοκτόνα (fishicides), πτηνοκτόνα (birdicides), τρωκτικοκτόνα (rodenticides), απολυμαντικά (disinfectants), απωθητικά (repellents), βιοφυτοφάρμακα (biopesticides).

Τα φυτοφάρμακα εκτός από την κατηγοριοποίηση τους με βάση τον στοχευόμενο οργανισμό, τη χημική δομή (οργανικά, ανόργανα) και τη φυσική κατάσταση (αέρια), μπορούν να ομαδοποιηθούν και σε χημικές οικογένειες όπως οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, οργανοχλωριούχα.

Κάθε κατηγορία εμφανίζει διαφορετικό φάσμα επιπτώσεων σε διαφορετικές εντάσεις.

Τα μυκητοκτόνα, εμφανίζουν ερεθισμό σε δέρμα και μάτια, σπανιότερα συναντάμε οξεία τοξικότητα λόγω αυτών και συνήθως η δηλητηρίαση προκαλείται μέσω της κατανάλωσης σπόρων.

Όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα, έχουν χαμηλή τοξικότητα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Κατά την κατάποσή τους εμφανίζονται συμπτώματα εμετού, αίσθημα καύσου στο στομάχι, διάρροια, μυϊκές συσπάσεις.

Τα εντομοκτόνα θεωρούνται από τα πιο συνηθισμένα φυτοφάρμακα δηλητηριάσεων. Προκαλούν διαταραχές του νευρικού συστήματος, για παράδειγμα, πονοκέφαλο, υπερβολική σιελόρροια, επιληπτικές κρίσεις.

Τα βακτηριοκτόνα προκαλούν δερματίτιδες και αλλεργικές αντιδράσεις.

Τα ακαρεοκτόνα εμφανίζουν συμπτώματα όπως διάρροια, εντερικό κολικό, υπέρταση και βρογχοσπασμούς.

Τα νηματωδοκτόνα είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα φυτοφάρμακα παγκοσμίως. Είναι εξαιρετικά τοξικές ενώσεις και έχουν χαμηλές τιμές LD50. Οι παρενέργειές τους σχετίζονται με την ποιότητα του σπέρματος στους

άνδρες, καθώς προκαλεί ολιγοσπερμία και έχουν γίνει αναφορές σε εκθέσεις ακόμα και για νεκροσπερμία ή τερατοσπερμία.

Τα τρωκτικοκτόνα προκαλούν σοβαρά συμπτώματα όπως αιματουρία, πόνο στα πλευρά και εύκολο μωλωπισμό.

Τα οργανοχλωριούχα, γνωστοί και ως DDT, μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα όπως διατάραξη της ισορροπίας νάτριο/κάλιο των νευρικών ινών, που επάγει αδιάκοπη διαρκή διέγερση στο νεύρο. Επίσης, έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα και την δυνατότητα βιοσυσσώρευσης και για το λόγο αυτό έχει καταργηθεί η χρήση τους. (Lorenz, 2009)

Επιπλέον στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα υπάγονται και οι φυτορρυθμιστικές ουσίες (plant growth regulators) ή φυτοορμόνες (plant hormones), οι οποίες χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να επηρεάζουν βασικές λειτουργίες των φυτών όπως η ταχύτητα αύξησης και ανάπτυξής τους.

Οι μορφές των σκευασμάτων ποικίλουν. Υπάρχουν είδη σκευασμάτων φυτοφαρμάκων όπως

- με μορφή spray , συνήθως για εντομοκτόνα ,μυκητοκτόνα ,παρασιτοκτόνα
- σκόνες επιπάσεως , συνήθως για εντομοκτόνα ,παρασιτοκτόνα
- αερολύματα (aerosols), συνήθως για εντομοκτόνα , απολυμαντικά
- κοκκώδη, συνήθως για εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα
- καπνογόνα πτητικές ουσίες, συνήθως για εντομοκτόνα, νηματωδοκτόνα παρασιτοκτόνα
- εμποτισμένα υλικά, συνήθως παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα
- μίγματα φυτοφαρμάκων με λιπάσματα
- δολώματα, για τρωκτικά, έντομα
- εντομοκτόνα αργής απελευθέρωσης

Ιστορικά, η χρήση των φυτοφαρμάκων γινόταν από πολύ παλιά και η μέθοδος που χρησιμοποιούνταν ήταν ράντισμα με στοιχειακό θείο, χρήση δηλητηριωδών φυτών κατά των παρασίτων, ακόμα και αρσενικό, υδράργυρος, μόλυβδος.

Σκοπός των φυτοφαρμάκων (pesticides) ή φυτοπροστατευτικών (plant protection products) είναι η προστασία των φυτών. Είναι ουσιαστικά μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να προστατεύσει τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα από κάθε είδους επιβλαβείς οργανισμούς ή να προλαμβάνουν τη δράση τους, να επηρεάζουν τις βιολογικές διεργασίες των φυτών, να διατηρούν τα φυτικά προϊόντα, να καταστρέφουν τα ανεπιθύμητα φυτά, να καταστρέφουν μέρη των φυτών, να επιβραδύνουν ή να παρεμποδίζουν την ανεπιθύμητη ανάπτυξη των φυτών.

Είναι αναγκαίο τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα να πληρούν και κάποιες προϋποθέσεις κατά την χρήση τους. Μερικές από αυτές είναι

- ❖ να έχει αποτελεσματικότητα σε μικρές συγκεντρώσεις,
- ❖ να μην είναι φυτοτοξικό,
- ❖ να μην επηρεάζει οργανισμούς που είναι μη στόχοι,
- ❖ να μην ρυπαίνει το περιβάλλον και
- ❖ να μην αποτελεί κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού.

Η επιλογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων γίνεται με βάση

- την αποτελεσματικότητα,
- τον τρόπο δράσης,
- το φάσμα δράσης,
- την εκλεκτικότητα για το καλλιεργούμενο φυτό,
- την ασθένεια ή τον ζωικό εχθρό ή το ζιζάνιο,
- τους ειδικούς περιβαλλοντικούς στόχους,
- τη συνδυαστικότητα με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα,
- την ευχέρεια εφαρμογής,
- τα αναμενόμενα υπολείμματα στο αγροτικό προϊόν,
- την υπολειμματική διάρκεια,

- την τοξικολογική σήμανση,
- τη συμβατότητα με τη στρατηγική διαχείρισης της ανθεκτικότητας των επιβλαβών οργανισμών,
- την πιθανή επίδραση στην επόμενη καλλιέργεια.

Με βάση λοιπόν τον τρόπο δράσης τους μπορούμε να τα διακρίνουμε σε εκλεκτικά και καθολικά.

Τα φυτοφάρμακα που δρουν με εκλεκτική τοξικότητα εμφανίζουν μικρό εμπορικό ενδιαφέρον δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε ένα αριθμό περιπτώσεων κι ενώ έχει προσδιοριστεί το παράσιτο, δημιουργώντας έτσι ένα πολύ μικρό φάσμα δράσης. Αυτό συνεπάγεται ότι όταν χρησιμοποιούνται σε μια γνωστή συγκέντρωση οι αρνητικές συνέπειες επικεντρώνονται στα παράσιτα της καλλιέργειας (θανάτωση ή παρεμπόδιση τους) και όχι στο καλλιεργούμενο φυτό ή σε άλλους οργανισμούς που θα εκτεθούν στην επίδραση του και δεν αποτελούν στόχο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αναγνώριση ενώσεων που καθίστανται τοξικές σε έναν οργανισμό ή σε μια κατηγορία οργανισμών, δεν θεωρείται δύσκολη. Η δυσκολία έγκειται στην αναγνώριση της εκλεκτικής τοξικότητας.

Απεναντίας, τα καθολικά έχουν την ικανότητα καταστροφής όλων των οργανισμών μέσω της εφαρμογής ουσιών. Αυτή η διαδικασία χρειάζεται προσοχή γιατί μπορούν να καταστραφούν και ωφέλιμοι οργανισμοί αλλά και νεαρά φυτά. Τα καθολικά θεωρούνται λιγότερο αποτελεσματικά από τα εκλεκτικά και πλέον δεν χρησιμοποιούνται.

Ένας ακόμη τρόπος διάκρισης τους όπως προαναφέραμε είναι η ικανότητα τους να διεισδύουν ή όχι στο εσωτερικό του φυτού και βάσει αυτού χωρίζονται σε προστατευτικά και διασυστηματικά. Τα πρώτα, χαρακτηρίζονται από την ικανότητα τους να προστατεύουν το μέρος του φυτικού σώματος επί του οποίου έχουν εναποτεθεί και την ανικανότητα τους να εισέλθουν στο εσωτερικό των φυτικών ιστών. Εν αντιθέσει, τα τελευταία, χαρακτηρίζονται από την ικανότητα τους να εισέρχονται αλλά και να κινούνται στο εσωτερικό των φυτικών οργάνων, να μεταφέρονται σε άλλα όργανα του φυτού και να επιδεικνύουν εκλεκτική τοξικότητα.

Κεφάλαιο 3: Κατηγορίες τροφίμων με τις μεγαλύτερες καταγραφές σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων

3.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Όπως φαίνεται και από την βιβλιογραφία, οι κατηγορίες των τροφίμων με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον σχετικά με τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων είναι αυτές των ζωικών προϊόντων, των φρουτολαχανικών και των δημητριακών. Για το λόγο αυτό η παρούσα μελέτη θα ασχοληθεί κυρίως με αυτές τις κατηγορίες τροφίμων, συγκρίνοντας τα ποσοστά υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων που εντοπίστηκαν στην κάθε κατηγορία ξεχωριστά μέσα στα έτη 2018-2019-2020.

Τα μέγιστα επίπεδα υπολειμμάτων (Maximum Residues Level, MRL) ορίζονται στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία προκειμένου να ελεγχθεί η καλή χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (χρήση εγκεκριμένων προϊόντων σύμφωνα με τις καλές γεωργικές πρακτικές τους) και για την προστασία των καταναλωτών. Τρόφιμα ή ζωοτροφές που δεν συμμορφώνονται με τα μέγιστα επίπεδα υπολειμμάτων (Maximum Residues Level, MRL) δεν μπορούν να διατεθούν στην αγορά. Τα μέγιστα επίπεδα υπολειμμάτων (Maximum Residues Level, MRL) δεν είναι τοξικολογικά όρια. Η υπέρβαση των MRL είναι ένδειξη λανθασμένης χρήσης ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος αλλά δεν ενέχει απαραίτητα κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών σύμφωνα με τα διαθέσιμα τοξικολογικά δεδομένα. Σύμφωνα με τον FAO ως Μέγιστο Επιτρεπτό Όριο Υπολειμμάτων (Maximum Residues Level, MRL) ορίζεται η μέγιστη ποσότητα υπολείμματος φυτοπροστατευτικού που επιτρέπεται σε τρόφιμα ή ζωοτροφές μετά από εφαρμογή ορθών γεωργικών πρακτικών (Good Agriculture Practice, GAP) στις καλλιέργειες, εκφραζόμενη σε χιλιοστόγραμμα ανά χιλιόγραμμο. (European commission, 2023)

3.1.1 Ζωικά προϊόντα

Λόγω του μεγάλου πληθυσμού και των ανθυγιεινών συνθηκών που υπάρχουν στις φάρμες των ζώων ένας τρόπος να αποτραπεί η προσβολή από παράσιτα στις

αγελάδες, στους χοίρους, στα κοτόπουλα και στα πρόβατα είναι να χορηγηθούν απευθείας φυτοφάρμακα. Παρόλα αυτά πιο ανησυχητικό θεωρείται ο βαθμός στον οποίο εκτίθενται τα ζώα αυτά στα φυτοφάρμακα των καλλιεργειών μέσω της τροφής τους.

Για παράδειγμα, το φυτοφάρμακο DDT, είναι μία χημική ουσία που έχει προκαλέσει πολλές διαμάχες για πολλές δεκαετίες μεταξύ τόσων χωρών, επιστημόνων και λαών. Ο λόγος είναι ότι από τη μία πλευρά η αποτελεσματικότητά του, το χαμηλό κόστος του και η παραμονή του για μεγάλο χρονικό διάστημα στην ψεκασμένη επιφάνεια το καθιστά τόσο δημοφιλές και μοναδικό. Ωστόσο, από την άλλη επιφέρει τρομερές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων και γι αυτό και έχει απαγορευτεί εδώ και καιρό. Παρόλα αυτά τα υπολείμματα του εντοπίζονται στο κρέας και στα ζωικά υποπροϊόντα του. Μια πιθανή εξήγηση στο γιατί εντοπίζεται ακόμα το DDT, παρά την απαγόρευση χρήσης του, είναι ότι ουσίες με σχεδόν ίδια χημική δομή και δράση που ακόμα δεν έχουν αποδειχθεί τοξικές κυκλοφορούν άφθονες στο εμπόριο. Πηγή όλων αυτών των φυτοφαρμάκων είναι η τροφή που καταναλώνουν τα ζώα και καταλήγουν να αποθηκεύονται στο λίπος τους όπου και συσσωρεύονται με την πάροδο του χρόνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων καλαμποκιών ή/και σόγιας με τόσο πολύ φυτοφάρμακο από τα ζώα, καταλήγοντας να έχουν υψηλότερα επίπεδα υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στον ιστό τους.

Μόνο για την καλλιέργεια τροφής για ζώα στις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο 167 εκατομμύρια λίβρες φυτοφαρμάκων σύμφωνα με την Environmental Working Group. Συγκεκριμένα, για το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο φυτοφάρμακο στον κόσμο, το glyphosate, τα υπολείμματα που επιτρέπονται στις ζωοτροφές μπορεί να είναι περισσότερα από 100 φορές από τα επιτρεπόμενα σε δημητριακά που καταναλώνονται απευθείας από τον άνθρωπο και η ποσότητα glyphosate που επιτρέπεται στο κόκκινο κρέας είναι μεγαλύτερη από 20 φορές από αυτή για τα περισσότερα φυτά σπάρτα.

Στα υδάτινα συστήματα τα φυτοφάρμακα επιδρούν αρνητικά μειώνοντας την αφθονία και την ποικιλότητα των ψαριών και των υδρόβιων ασπόνδυλων και ως εκ τούτου ποτάμια που δέχονται μολυσμένες απορροές συνεπάγονται με μετατροπή στη σύνθεση της κοινότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αναφορά του Enuoh ότι η χρήση του Gammalin 20 (ενεργό συστατικό lindane) —ένα γεωργικό φυτοφάρμακο που είναι γνωστό ότι είναι τοξικό για τα ψάρια — είναι ιδιαίτερα

διαδεδομένο και βλαβερό για την αλιεία γλυκού νερού μέσα και γύρω από το Εθνικό Πάρκο Cross River στη Νιγηρία. Μια ακόμη πρόσφατη είδηση στη Νικαράγουα αφορούσε το θάνατο ενός νεαρού άνδρα καθώς και την κρίσιμη κατάσταση στην οποία βρέθηκε ο αδερφός του από έντονα, χαρακτηριστικά συμπτώματα δηλητηρίασης από φυτοφάρμακα, αφού κατανάλωσαν ψάρια από ένα ποτάμι. (Betts, Joel T., et al, 2020 - Ahuja, 2009)

3.1.2 Φρουτολαχανικά

Τα φρούτα και λαχανικά θεωρούνται αναπόσπαστο μέρος μιας υγιεινής διατροφής καθώς είναι πλούσια σε νερό, το οποίο είναι ένα αναγκαίο συστατικό για τη ζωή του ανθρώπου, και για το λόγο αυτό συνιστώνται από μεγάλους οργανισμούς και κυβερνητικές οδηγίες σε όλο τον κόσμο για τα τεκμηριωμένα οφέλη τους. Ωστόσο, η κύρια έκθεση των ανθρώπων σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων γίνεται μέσω της κατανάλωσης συμβατικών καλλιεργειών φρουτολαχανικών. Αυτό συμβαίνει διότι κατά τη διάρκεια εφαρμογών φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες, πολλοί αγρότες δεν ακολουθούν τις συνιστώμενες συγκεντρώσεις ανάμειξης και ψεκασμού του φυτοφαρμάκου που δίνεται στις οδηγίες χρήσης. Ένας ακόμη λόγος αποτελεί η μη συμμόρφωση με τις χρονικές περιόδους συγκομιδής πέραν της εφαρμογής του φυτοφαρμάκου. Έτσι λοιπόν, συμπεραίνεται ότι λόγω της κακής εφαρμογής των ορθών γεωργικών πρακτικών καταλήγουν να απομένουν υψηλά υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα φρουτολαχανικά. (Sandoval-Insausti, Helena, et al, 2022 - Grewal, 2017 - Philippe, Verger, et al, 2021)

3.1.3 Σιτηρά-Δημητριακά

Τα σιτηρά-δημητριακά είναι μία από τις πιο συχνά καταναλώσιμες κατηγορίες τροφίμων της ανθρώπινης διατροφής καθώς μέσα από αυτή την πρώτη ύλη παράγονται ποικίλα είδη τροφίμων όπως σιτάρι, βρώμη, αλεύρια, καλαμπόκια, κριθάρια, ρύζια, κλπ. Είναι πηγή ενέργειας και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε απαραίτητα λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες, διαιτητικές ίνες, βιταμίνες κλπ. Υπάρχουν διάφορες ομάδες παρασίτων των σιτηρών όπως ασθένειες του φυλλώματος, παράσιτα κατά την αποθήκευση, καλοκαιρινά παράσιτα, επεμβατικά ζιζάνια και ασθένειες των φυτών. Τα έντομα και τα παράσιτα μπορούν να προκαλέσουν απώλεια στην ποιότητα και την ποσότητα των σιτηρών και των προϊόντων τους. Με

σκοπό την αύξηση της παραγωγής χρησιμοποιούνται διάφορα φυτοφάρμακα όπως εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, ρυθμιστές φυτικής ανάπτυξης. Για τις καλλιέργειες δημητριακών χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, για τους μύκητες στροβιλουρίνη και από ζιζανιοκτόνα η γλυφωσάτη (glyphosate) είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο. Η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων χρησιμοποιείται ευρέως σε σπόρους πριν και μετά την συγκομιδή για την προστασία αυτών. (González-Curbelo, Miguel Ángel, et al, 2012)

3.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΦΡΟΥΤΟΛΑΧΑΝΙΚΑ, ΣΙΤΗΡΑ ΚΑΙ ΖΩΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΤΟ 2018 ΕΩΣ ΤΟ 2020

3.2.1 Εντός Ε.Ε

2018

Αυστρία

Αναλύθηκαν συνολικά 1.454 δείγματα για υπολείμματα φυτοφαρμάκων, εκ των οποίων τα 920 ήταν δείγματα φρουτολαχανικών, 52 δείγματα δημητριακών, 29 δείγματα ιχθυηρών, 110 ζωικά προϊόντα και 343 δείγματα από άλλες κατηγορίες. Από τα 920 δείγματα φρουτολαχανικών στα 11 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 589 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 95,9% ήταν κάτω του MRL και το 4,1% πάνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, 5 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα, τα οποία και το 100% ήταν κάτω του MRL.

Στα σιτηρά, όλα τα δείγματα ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα και ήταν μόλις 6, με το 83,3% και 16,7% από αυτά κάτω και πάνω του MRL αντίστοιχα.

Βέλγιο

Στην κατηγορία φρούτα-λαχανικά-δημητριακά αναλύθηκαν 2183 δείγματα εκ των οποίων τα 703 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 1480 περιείχαν υπολείμματα, με ποσοστό 62,7% κάτω του MRL και 5,1% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 24 δείγματα εκ των οποίων τα 23 ανιχνεύθηκαν χωρίς υπολείμματα και 1 με υπόλειμμα, όπου το 4,1% κάτω του MRL και 0% άνω του MRL.

Κροατία

Στα φρουτολαχανικά από τα 471 δείγματα βρέθηκαν τα 221 με υπολείμματα και σε ποσοστό 94,1% χαμηλότερα του MRL και 5,9% άνω του MRL. Επίσης, τα 250 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 59 δείγματα τα 48 δεν περιείχαν υπολείμματα ενώ τα 11 με υπολείμματα όπου και τα 11 κάτω του MRL.

Στα σιτηρά τα 9 ανιχνεύθηκαν χωρίς υπολείμματα και 2 με υπολείμματα εκ των οποίων και τα 2 κάτω του MRL.

Κύπρος

Από τα 423 δείγματα φρουτολαχανικών το 66,7% ανιχνεύθηκε με υπολείμματα και το 100% κάτω του MRL.

Πράγα

Στην κατηγορία φρουτολαχανικών αναλύθηκαν 955 δείγματα εκ των οποίων 16,8% δεν περιείχαν υπολείμματα, 833 με υπολείμματα και σε ποσοστό 95,4% χαμηλότερα του MRL και 4,6% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 99 δείγματα εκ των οποίων 69 δεν περιείχαν υπολείμματα, τα 30 περιείχαν υπολείμματα και σε ποσοστό 100% χαμηλότερο του MRL.

Φιλανδία

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 79 δείγματα από αυτά τα 57 ανιχνεύθηκαν χωρίς υπολείμματα και τα 22 με υπολείμματα. Από τα τελευταία βρέθηκαν σε ποσοστό 22,8% χαμηλότερα του MRL και σε ποσοστό 5,1% άνω του MRL.

Στα φρουτολαχανικά από τα 904 δείγματα τα 374 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 530 περιείχαν υπολείμματα. Το 53,2% ήταν χαμηλότερο του MRL και το 0,8% άνω του MRL.

Ουγγαρία

Από τα 2.034 δείγματα φρουτολαχανικών στα 922 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 1112 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 53,23% ήταν χαμηλότερο του MRL και το 1,44% άνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, από τα 60 δείγματα, 58 δεν ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα, 2 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα, τα οποία σε ποσοστό 2% ήταν χαμηλότερα του MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά, από 122 δείγματα, τα 105 βρέθηκαν να μην περιείχαν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 17, με το 13,9% χαμηλότερα του MRL και 0% άνω.

Ιρλανδία

Στα φρουτολαχανικά από τα 749 δείγματα ανιχνεύθηκαν τα 253 χωρίς και τα 496 με υπολείμματα. Από τα τελευταία το 63,2% ήταν χαμηλότερα του MRL και 3% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 411 δείγματα τα 395 ανιχνεύθηκαν χωρίς υπολείμματα ενώ τα 16 με υπολείμματα όπου και το 3,89% κάτω του MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά από τα 63 δείγματα, ανιχνεύθηκαν τα 28 χωρίς υπολείμματα και 35 με υπολείμματα εκ των οποίων το 44,4% κάτω του MRL και το 11,1% άνω του MRL.

Ιταλία

Από τα 7.159 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 3.673 δεν είχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 3.486 βρέθηκαν με υπολείμματα, σε ποσοστό 47,6% χαμηλότερα του MRL και το 1,1% άνω του MRL.

Στα σιτηρά 1.457 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 1.123 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 334 εντοπίστηκαν. Το 22,4% ήταν κάτω του MRL και το 0,5% άνω.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 1970 δείγματα με τα 1.758 χωρίς υπολείμματα και τα 212 με υπολείμματα εκ των οποίων το 10,3% ήταν κάτω του MRL και το 0,5% άνω του MRL.

Λουξεμβούργο

Στην κατηγορία φρουτολαχανικών αναλύθηκαν 264 δείγματα εκ των οποίων στα 98 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα και στα 59 ανιχνεύθηκαν. Το 21,2% ήταν κάτω του MRL και το 1,1% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 24 δείγματα εκ των οποίων και στα 24 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα.

Στα σιτηρά στα 12 δείγματα, εντοπίστηκαν 8 χωρίς υπολείμματα και 4 με υπολείμματα όπου το 25% και 8,3% ήταν χαμηλότερα και άνω του MRL αντίστοιχα.

Πολωνία

Στα φρουτολαχανικά αναλύθηκαν 1970 δείγματα εκ των οποίων τα 739 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 1231 περιείχαν υπολείμματα. Όσον αφορά τα τελευταία, σε ποσοστό 62,5% ήταν χαμηλότερα από το MRL και το 4,3% ήταν άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 204 δείγματα, τα 189 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 15 περιείχαν υπολείμματα εκ των οποίων το 7,4% ήταν χαμηλότερα από το MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 155 δείγματα, τα 98 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 57 περιείχαν υπολείμματα. Όσον αφορά τα τελευταία ανιχνεύθηκε το 36,8% χαμηλότερα από το MRL και το 7,1% άνω του MRL.

Σλοβακία

Στα φρουτολαχανικά από τα 357 δείγματα βρέθηκαν τα 233 να περιέχουν υπολείμματα και σε ποσοστό 93,6% χαμηλότερα του MRL και 6,4% άνω του MRL. Επίσης, τα 124 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 32 δείγματα τα 21 δεν περιείχαν υπολείμματα ενώ τα 11 περιείχαν υπολείμματα όπου το 34,4% ήταν χαμηλότερα του MRL και το 0% άνω αυτού.

Στα σιτηρά τα δείγματα ήταν 15 κι αυτά που δεν περιείχαν υπολείμματα 9. Με υπολείμματα εντοπίστηκαν 6 δείγματα εκ των οποίων το 26,6% ήταν κάτω του MRL και το 13,3% ήταν άνω του MRL.

Σλοβενία

Από τα 629 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 290 δεν περιείχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 321 περιείχαν υπολείμματα, σε ποσοστό 100% χαμηλότερα από το MRL.

Στα σιτηρά 20 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 17 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 3 εντοπίστηκαν με ποσοστό 100% χαμηλότερα από το MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 40 δείγματα και τα 40 δεν περιείχαν υπολείμματα.

Αγγλία

Από τα 1962 δείγματα φρουτολαχανικών το 3,8% ήταν άνω του MRL.

Όσον αφορά τα προϊόντα κρέατος, 858 δείγματα εξετάστηκαν και το 1,9% ήταν άνω του MRL.

Στα σιτηρά από τα 288 δείγματα κανένα δεν ήταν άνω του MRL. (European Food Safety Authority, 2020)

2019

Βέλγιο

Από τα 2113 δείγματα φρουτολαχανικών και δημητριακών στα 756 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 1357 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 59,5% ήταν κάτω του MRL και το 4,7% πάνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, 23 δείγματα αναλύθηκαν και τα 23 δεν περιείχαν υπολείμματα.

Δανία

Στα φρουτολαχανικά από τα 1501 δείγματα βρέθηκαν τα 1080 με υπολείμματα και 1,7% άνω του MRL. Επίσης, τα 421 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 250 δείγματα τα 227 δεν περιείχαν υπολείμματα ενώ τα 23 με υπολείμματα όπου και τα 23 άνω του MRL.

Στα σιτηρά από το 45% ανιχνεύθηκε με υπολείμματα εκ του οποίου το 1,7% ήταν άνω του MRL.

Εσθονία

Στην κατηγορία φρουτολαχανικών αναλύθηκαν 1153 δείγματα εκ των οποίων στα 594 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα και στα 559 ανιχνεύθηκαν. Στα τελευταία, σε ποσοστό 94,4% ήταν χαμηλότερα από το MRL και σε ποσοστό 5,6% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 24 δείγματα εκ των οποίων και στα 24 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα.

Στα σιτηρά στα 149 δείγματα, εντοπίστηκαν 107 χωρίς υπολείμματα και 42 με υπολείμματα όπου το 71,4% και 28,6% ήταν κάτω και άνω του MRL αντίστοιχα.

Ουγγαρία

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 61 δείγματα, τα 59 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 2 περιείχαν υπολείμματα. Από τα συνολικά το 2% ήταν κάτω του MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 95 δείγματα, τα 82 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 13 περιείχαν υπολείμματα. Όσον αφορά τα τελευταία ανιχνεύθηκε το 13% κάτω του MRL και το 0% άνω του MRL.

Στα φρουτολαχανικά ήταν συνολικά 1882 δείγματα όπου τα 865 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα και τα υπόλοιπα 1017 με υπολείμματα. Το 53% ήταν κάτω του MRL και το 1% άνω MRL.

Ιρλανδία

Από τα 829 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 269 δεν είχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 560 βρέθηκαν με υπολείμματα, σε ποσοστό 66,7% χαμηλότερα από το MRL και το 0,8% άνω του MRL.

Στα σιτηρά 75 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 29 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 46 εντοπίστηκαν. Το 57,3% βρέθηκε χαμηλότερα από το MRL και το 4% άνω.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 448 δείγματα με τα 439 χωρίς υπολείμματα και τα 9 με υπολείμματα εκ των οποίων το 2% ήταν χαμηλότερα από το MRL και το 0% άνω του MRL.

Λουξεμβούργο

Από τα 113 δείγματα φρουτολαχανικών στα 42 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 71 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 97,3% ήταν κάτω του MRL και το 1,8% άνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, από τα 27 δείγματα, 26 δεν ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα, ενώ μόλις 1 ανιχνεύθηκε με υπολείμματα, τα οποία και το 100% ήταν κάτω του MRL.

Στα σιτηρά, από 40 δείγματα, τα 29 βρέθηκαν να μην περιείχαν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 11, σε ποσοστό 100% χαμηλότερα από το MRL και 0% άνω.

Πολωνία

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 235 δείγματα, τα 189 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 15 περιείχαν υπολείμματα εκ των οποίων το 7,4% ήταν χαμηλότερα του MRL και το 0% άνω.

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 158 δείγματα, τα 98 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 60 με υπολείμματα. Όσον αφορά τα τελευταία ανιχνεύθηκε το 37,4% κάτω του MRL και το 0,6% άνω του MRL.

Στα φρουτολαχανικά 1777 δείγματα αναλύθηκαν και τα 612 δεν περιείχαν υπολείμματα ενώ τα 1165 περιείχαν υπολείμματα. Το 59,4% ήταν κάτω του MRL και το 5% άνω.

Πορτογαλία

Από τα 834 δείγματα φρουτολαχανικών στα 350 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 484 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 85,5% ήταν κάτω του MRL και το 14,5% πάνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, 17 αναλύθηκαν και 7 ανιχνεύθηκαν χωρίς υπολείμματα. Τα υπόλοιπα 10 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα, τα οποία και το 100% ήταν κάτω του MRL.

Στα σιτηρά, 41 δείγματα αναλύθηκαν και 27 δεν περιείχαν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 14, με το 85,7% και 14,3% από αυτά κάτω και πάνω του MRL αντίστοιχα.

Σλοβακία

Στην κατηγορία φρούτα-λαχανικά αναλύθηκαν 327 δείγματα εκ των οποίων 113 ήταν χωρίς υπολείμματα και 214 με υπολείμματα. Το 59% κάτω του MRL και 6,4% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 30 δείγματα εκ των οποίων 29 δεν περιείχαν υπολείμματα, 1 περιείχε υπολείμματα και σε ποσοστό 3,3% χαμηλότερα από το MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά, 33 δείγματα αναλύθηκαν και 17 δεν περιείχαν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 16, με το 45,5% κάτω του MRL και 3% πάνω του MRL.

Σλοβενία

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 68 δείγματα εκ των οποίων τα 58 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 10 περιείχαν υπολείμματα. Από τα τελευταία το 90% ήταν χαμηλότερα από το MRL και το 10% άνω του MRL.

Στα φρουτολαχανικά από τα 640 δείγματα τα 364 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 272 με υπολείμματα. Το 90,4% ήταν κάτω του MRL και το 9,6% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 37 δείγματα όπου και τα 37 δεν περιείχαν υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Ισπανία

Από τα 1648 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 916 δεν περιείχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 732 βρέθηκαν με υπολείμματα, όπου το 2,9% ήταν άνω του MRL.

Στα σιτηρά 126 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 108 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 18 εντοπίστηκαν με ποσοστό 0% να ήταν άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 447 δείγματα και τα 431 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 16 με υπολείμματα εκ των οποίων το 37,5% ήταν άνω του MRL.

Σουηδία

Από τα 1316 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 509 δεν περιείχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 807 βρέθηκαν με υπολείμματα, όπου το 95,5% ήταν κάτω του MRL και το 4,5% άνω του MRL.

Στα σιτηρά 255 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 196 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 59 εντοπίστηκαν με ποσοστό 79,6% χαμηλότερα από το MRL και το 20,4% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 40 δείγματα και τα 30 δεν περιείχαν υπολείμματα. (European Food Safety Authority, 2021)

2020

Βέλγιο

Από τα 1891 δείγματα φρουτολαχανικών στα 675 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 1216 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 60% ήταν χαμηλότερα από το MRL και το 4,3% πάνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, αναλύθηκαν 24 δείγματα εκ των οποίων το 100% δεν περιείχαν υπολείμματα.

Τσεχία

Στην κατηγορία φρούτα-λαχανικά αναλύθηκαν 618 δείγματα εκ των οποίων 126 δεν περιείχαν υπολείμματα, 492 περιείχαν υπολείμματα και 94,5% κάτω του MRL και το 5,5% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 120 δείγματα εκ των οποίων 77 δεν περιείχαν υπολείμματα και 43 περιείχαν υπολείμματα, εκ των οποίων το 88,4% με υπολείμματα και 11,6% άνω.

Στα σιτηρά τα δείγματα που αναλύθηκαν ήταν 66 εκ των οποίων τα 36 βρέθηκαν χωρίς υπολείμματα. Τα δείγματα που περιείχαν υπολείμματα ήταν 30, εκ των οποίων το 93,3% και το 6,7% κάτω και άνω του MRL αντίστοιχα.

Φιλανδία

Στα φρουτολαχανικά από τα 1238 δείγματα βρέθηκαν τα 625 χωρίς υπολείμματα και τα 613 με υπολείμματα και 92,8% κάτω του MRL και 7,2% άνω του MRL. Επίσης, τα 250 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 21 δείγματα και τα 21 δεν περιείχαν υπολείμματα.

Στα σιτηρά από τα 108 δεν περιείχαν υπολείμματα τα 86 και τα 22 περιείχαν υπολείμματα εκ των οποίων και τα 68,2% κάτω του MRL και το 31,8% άνω του MRL.

Ουγγαρία

Από τα 1.791 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 942 δεν είχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 849 βρέθηκαν με υπολείμματα, όπου το 47,2% ήταν κάτω του MRL και το 1,2% άνω του MRL.

Στα σιτηρά 108 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 102 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 6 εντοπίστηκαν, όπου και το 5,6% ήταν κάτω του MRL και 0% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 129 δείγματα με τα 126 χωρίς υπολείμματα και μόλις τα 3 με υπολείμματα εκ των οποίων το 2% ήταν κάτω του MRL και 0% ήταν άνω του MRL.

Ιρλανδία

Στα φρουτολαχανικά από τα 704 δείγματα βρέθηκαν τα 260 χωρίς και τα 444 με υπολείμματα. Από τα τελευταία το 59,2% κάτω του MRL και 3,8% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 457 δείγματα τα 446 δεν περιείχαν υπολείμματα ενώ τα 11 περιείχαν υπολείμματα όπου και το 2,4% κάτω του MRL και 0% άνω.

Στα σιτηρά από τα 72 δείγματα, ανιχνεύθηκαν τα 51 χωρίς υπολείμματα και 21 με υπολείμματα εκ των οποίων το 25% κάτω του MRL και το 4% άνω του MRL.

Λουξεμβούργο

Στα φρουτολαχανικά από τα 301 δείγματα βρέθηκαν τα 156 με υπολείμματα και 45,2% κάτω του MRL και 3% άνω του MRL. Επίσης, τα 145 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 12 δείγματα και τα 12 δεν περιείχαν υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Στα σιτηρά τα δείγματα ήταν 47 κι αυτά που δεν περιείχαν υπολείμματα 37. Με υπολείμματα εντοπίστηκαν 10 δείγματα εκ των οποίων το 21,3% ήταν κάτω του MRL και το 0% άνω.

Πολωνία

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 205 δείγματα, τα 192 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 13 περιείχαν υπολείμματα εκ των οποίων το 6,3% ήταν κάτω του MRL και το 0% άνω του MRL.

Στα σιτηρά αναλύθηκαν 218 δείγματα, τα 158 δεν περιείχαν υπολείμματα και τα 60 περιείχαν υπολείμματα. Όσον αφορά τα τελευταία ανιχνεύθηκε το 26,1% κάτω του MRL και το 1,4% άνω του MRL.

Στα φρουτολαχανικά από τα 2078 δείγματα βρέθηκαν τα 696 χωρίς υπολείμματα και τα 1382 με υπολείμματα και 60,7% κάτω του MRL και 5,8% άνω του MRL.

Πορτογαλία

Στα φρουτολαχανικά από τα 644 δείγματα βρέθηκαν τα 265 χωρίς και τα 379 με υπολείμματα. Από τα τελευταία το 89,2% κάτω του MRL και 10,8% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 32 δείγματα και τα 32 δεν περιείχαν υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Στα σιτηρά από τα 37 δείγματα, ανιχνεύθηκαν τα 29 χωρίς υπολείμματα και 8 με υπολείμματα εκ των οποίων το 75% κάτω του MRL και το 25% άνω του MRL.

Σλοβακία

Στην κατηγορία φρουτολαχανικών αναλύθηκαν 335 δείγματα εκ των οποίων στα 108 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα και στα 227 ανιχνεύθηκαν. Στα τελευταία, το 63,0% ήταν κάτω του MRL και το 4,8% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 24 δείγματα εκ των οποίων και στα 24 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα.

Στα σιτηρά στα 32 δείγματα, εντοπίστηκαν 18 χωρίς υπολείμματα και 14 με υπολείμματα όπου το 34,4% και 9,4% ήταν κάτω και άνω του MRL αντίστοιχα.

Ισπανία

Από τα 1195 δείγματα φρουτολαχανικών, τα 701 δεν είχαν υπολείμματα. Αντιθέτως, τα 494 βρέθηκαν με υπολείμματα, όπου το 95,2% ήταν κάτω του MRL και το 4,8% άνω του MRL.

Στα σιτηρά 109 δείγματα αναλύθηκαν. Στα 83 δεν εντοπίστηκαν υπολείμματα και στα 26 εντοπίστηκαν. Το 92,3% ήταν κάτω του MRL και το 7,70% άνω.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 177 δείγματα με τα 160 χωρίς υπολείμματα και τα 17 με υπολείμματα εκ των οποίων το 94,1% ήταν κάτω του MRL και το 5,9% άνω του MRL.

Σουηδία

Από τα 1323 δείγματα φρουτολαχανικών στα 484 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 839 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 95,8% ήταν κάτω του MRL και το 4,2% άνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, από τα 30 δείγματα και τα 30 δεν ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Στα σιτηρά, από 121 δείγματα, τα 71 βρέθηκαν να μην περιείχαν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 50, με το 74% κάτω του MRL και το 26% άνω του MRL. (European Food Safety Authority, 2022)

3.2.2 Ελλάδα

2018

Από τα 3198 δείγματα φρουτολαχανικών στα 1420 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα, ενώ τα 1778 ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα εκ των οποίων το 48% ήταν κάτω του MRL και το 7,6% άνω του MRL.

Όσον αφορά τα ζωικά προϊόντα, από τα 37 δείγματα και τα 37 δεν ανιχνεύθηκαν με υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Στα σιτηρά, από τα 67 δείγματα, τα 45 βρέθηκαν να μην περιέχουν υπολείμματα, ενώ αυτά που περιείχαν ήταν 22, με το 26,9% κάτω του MRL και το 6% άνω του MRL. (European Food Safety Authority, 2020)

2019

Στην κατηγορία φρουτολαχανικών αναλύθηκαν 2033 δείγματα εκ των οποίων στα 1381 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα και στα 1652 ανιχνεύθηκαν. Στα τελευταία, το 48,3% ήταν κάτω του MRL και το 6,2% άνω του MRL.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 37 δείγματα εκ των οποίων και στα 37 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα.

Στα σιτηρά στα 139 δείγματα, εντοπίστηκαν 100 χωρίς υπολείμματα και 39 με υπολείμματα όπου το 26,6% και 1,4% ήταν κάτω και άνω του MRL αντίστοιχα. (European Food Safety Authority, 2021)

2020

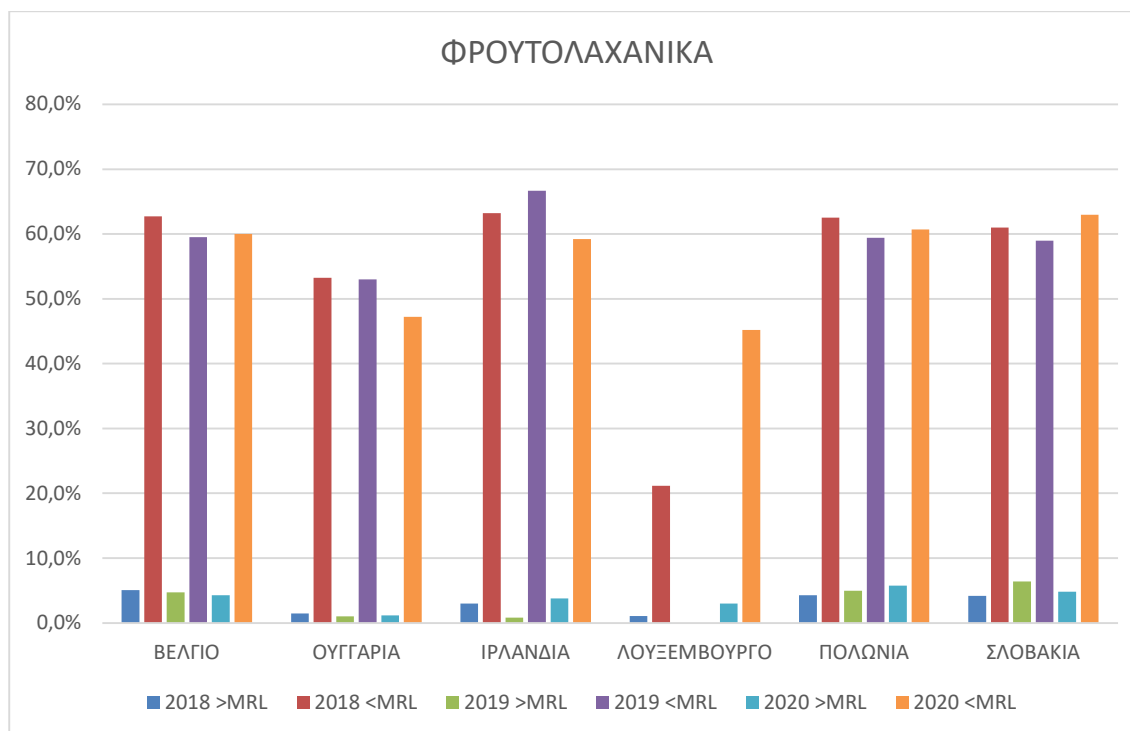
Στα φρουτολαχανικά από τα 2725 δείγματα βρέθηκαν τα 1538 με υπολείμματα και 49,6% κάτω του MRL και 6,9% άνω του MRL. Επίσης, τα 1187 εντοπίστηκαν χωρίς υπολείμματα.

Στα ζωικά προϊόντα αναλύθηκαν 41 δείγματα και τα 41 δεν περιείχαν υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

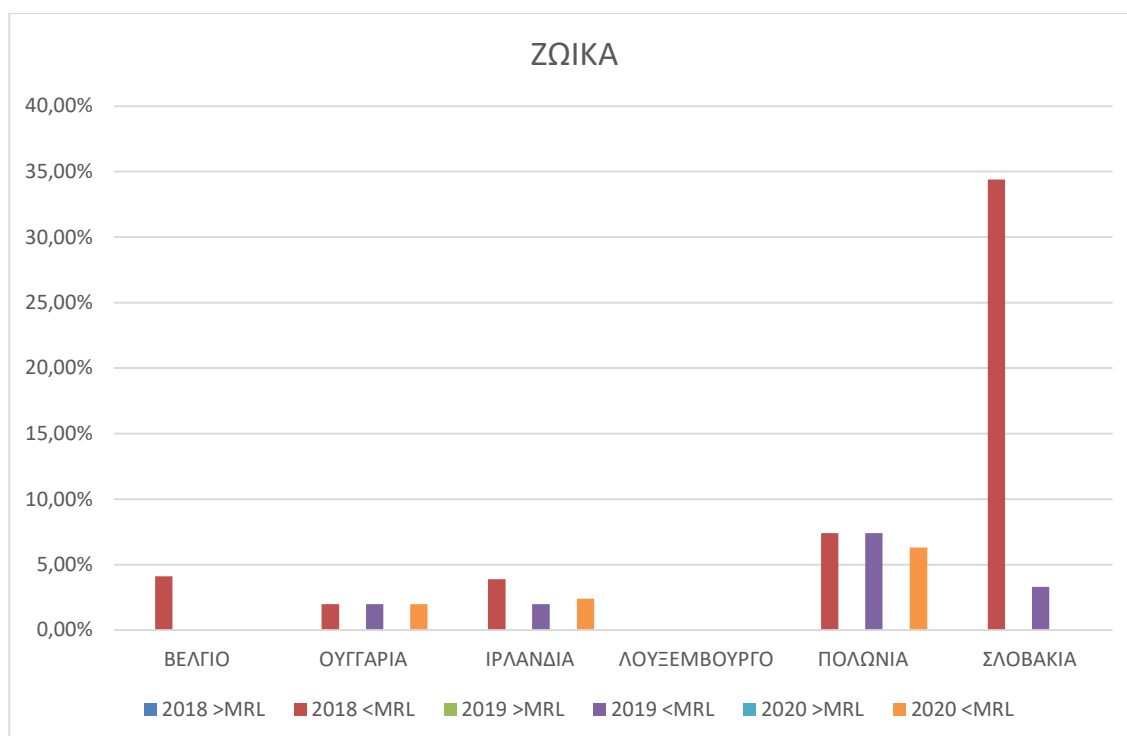
Στα σιτηρά τα δείγματα ήταν 95 κι αυτά που δεν είχαν υπολείμματα 69. Με υπολείμματα εντοπίστηκαν 26 δείγματα εκ των οποίων το 23,2% ήταν κάτω του MRL και το 4,2% άνω.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι στατιστικοί πίνακες (Πάνακες 1-4) σχετικά με την υπέρβαση ή μη των ορίων του MRL στις κατηγορίες των φρουτολαχανικών, ζωικών και σιτηρών για τα έτη 2018-2019-2020, για ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την Ελλάδα. (European Food Safety Authority, 2022)

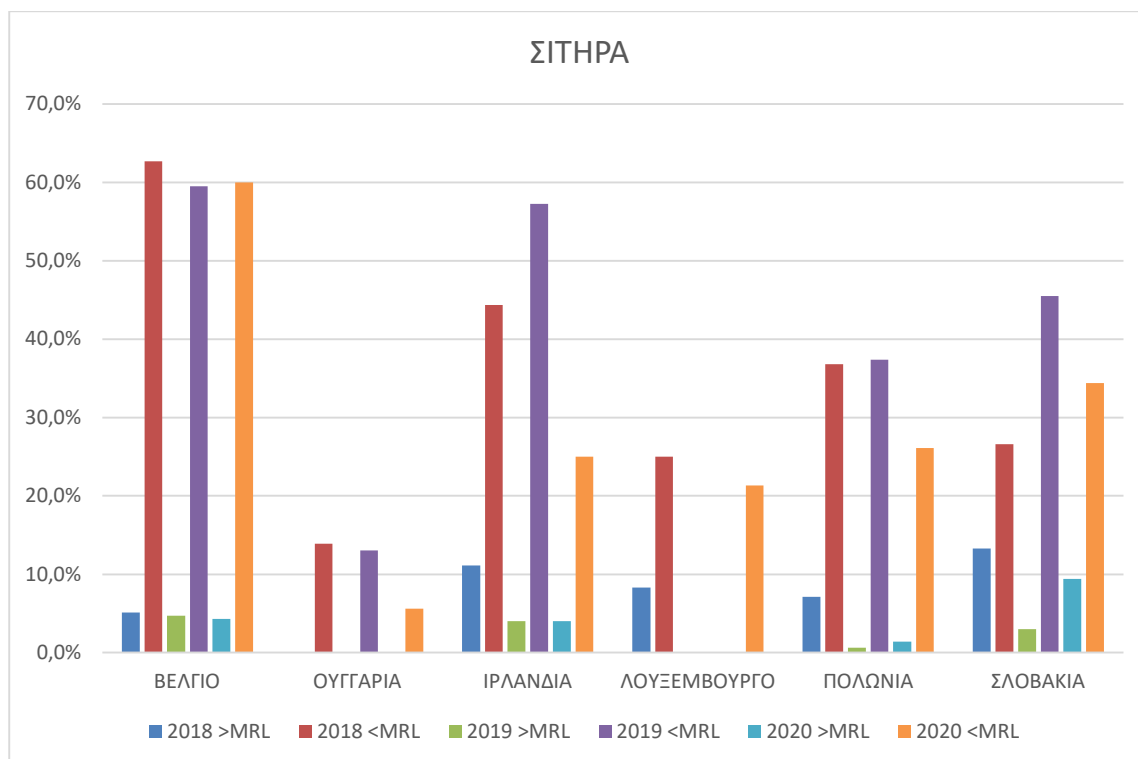
Πίνακας 1: Στατιστικά φρουτολαχανικών για τα έτη 2018-2019-2020 στις Ευρωπαϊκές χώρες



Πίνακας 2: Στατιστικά ζωικών για τα έτη 2018-2019-2020 στις Ευρωπαϊκές χώρες

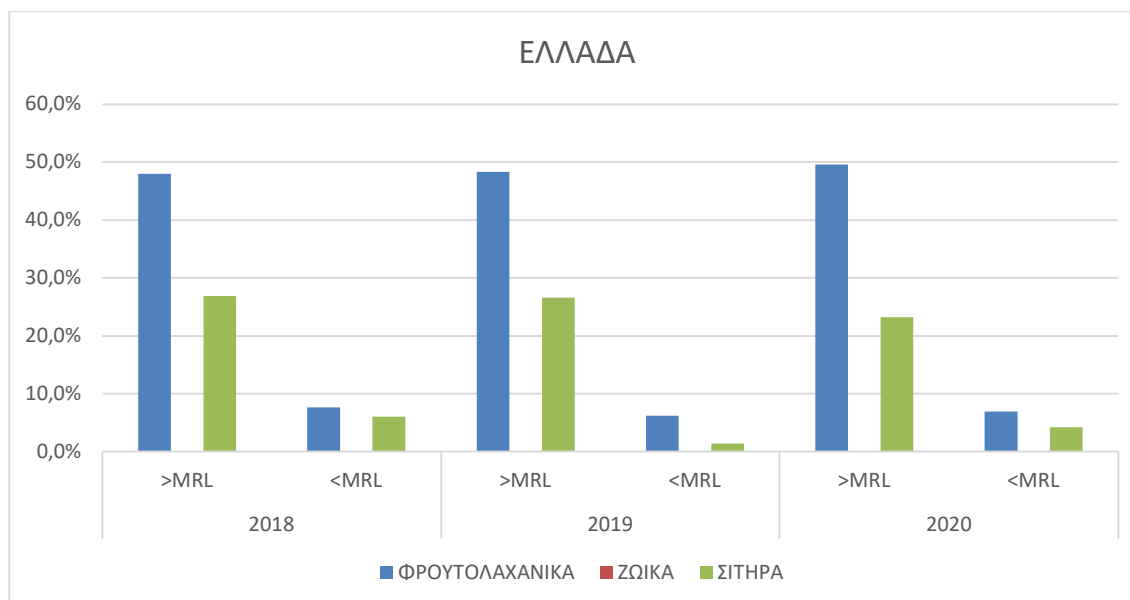


Πίνακας 3 : Στατιστικά σιτηρών για τα έτη 2018-2019-2020 στις Ευρωπαϊκές χώρες



Παρατηρούμε ότι για ένα τυχαίο δείγμα Ευρωπαϊκών χωρών που επιλέχθηκε, τα φρουτολαχανικά παρότι είναι η ομάδα των τροφίμων με τα μεγαλύτερα ποσοστά ανίχνευσης υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, η υπέρβαση των ορίων MRL φτάνει μετά βίας το 10% Απεναντίας, τα ζωικά κατέχουν τα μικρότερα ποσοστά υπολειμμάτων και μάλιστα χωρίς να υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια υπολειμμάτων. Επίσης, παρατηρούμε ότι τα σιτηρά καταλαμβάνοντας τη δεύτερη θέση ως κατηγορία τροφίμων με υπολείμματα φυτοφαρμάκων, εμφανίζουν μεγαλύτερα ποσοστά όσον αφορά την υπέρβαση των ανώτατων ορίων MRL υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων τόσο συγκριτικά με τα φρουτολαχανικά όσο και με τα ζωικά προϊόντα.

Πίνακας 4: Στατιστικά της Ελλάδας για τα έτη 2018-2019-2020 στις κατηγορίες φρουτολαχανικών, κρέατος, σιτηρών.



Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακα 4) παρατηρείται ότι στην Ελλάδα για ακόμη μία φορά τα φρουτολαχανικά είναι στην κορυφή της λίστας με τα μεγαλύτερα ποσοστά υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, δεύτερα ακολουθούν τα σιτηρά, ενώ τα ζωικά είναι τελευταία στη λίστα. Επίσης, παρατηρείται μία αύξηση στο ποσοστό των φρουτολαχανικών που υπερβαίνει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια με την πάροδο των χρόνων, σε αντίθεση παρατηρείται μείωση του ποσοστού στην κατηγορία των σιτηρών.

3.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΙΛΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΩΡΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2018 ΕΩΣ 2020

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα πιο διαδεδομένα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στην αγορά, όπως τα μυκητοκτόνα, βακτηριοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, ακαρεοκτόνα, μαλακιοκτόνα, ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών και άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Πίνακες 5-10). Επίσης, γίνεται μια σύγκριση με τη χρήση γραφήματος μεταξύ αυτών ως προς την κατανάλωση τους μέσα στα έτη 2018-2019-2020 (Πίνακες 11-16).

Πίνακας 5: Κιλά μυκητοκτόνων και βακτηριοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	2,457,618	2,449,418	2,203,245
Bulgaria	1,798,029	1,578,538	1,697,663
Czechia	1,755,138	1,650,880	1,544,879
Denmark	438,345	436,363	502,607
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	11,681,855	10,217,440	9,504,733
Estonia	106,542	104,924	:
Ireland	601,996	922,282	440,434
Greece	1,728,709	1,755,818	1,801,712
Spain	38,067,058	34,073,450	37,915,957
France	39,064,721	24,483,508	26,001,474
Croatia	767,227	656,073	700,973
Italy	31,538,590	24,285,678	31,644,123
Cyprus	823,467	867,436	862,578
Latvia	212,650	295,355	303,793
Lithuania	676,667	575,042	592,648
Luxembourg	:	:	:
Hungary	3,535,072	2,796,084	3,371,876
Malta	82,509	69,779	89,777
Netherlands	4,289,681	3,882,326	3,962,227
Austria	2,268,659	2,068,059	1,931,277
Poland	7,991,707	6,867,376	9,278,129
Portugal	4,335,173	5,767,487	6,401,932
Romania	4,541,509	4,020,810	3,877,891
Slovenia	849,032	751,777	731,011
Slovakia	676,108	652,509	662,310
Finland	3,814,408	2,831,862	3,698,298
Sweden	222,579	164,279	222,207
Norway	82,817	76,868	93,632
Switzerland	978,769	954,300	979,878
United Kingdom	4,492,460	6,056,984	:

Πίνακας 6: Κιλά ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	2,648,068	2,327,710	1,944,731
Bulgaria	2,606,572	4,340,168	1,987,695
Czechia	2,572,338	2,399,082	2,002,231
Denmark	2,011,748	2,025,547	2,453,588
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	14,570,146	13,945,889	14,589,317

Estonia	428,200	531,268	510,774
Ireland	1,833,054	1,844,951	2,262,447
Greece	1,833,052	1,830,175	1,910,455
Spain	16,592,907	17,022,958	20,199,361
France	34,354,391	22,483,780	29,155,642
Croatia	717,673	699,638	729,914
Italy	6,880,130	8,524,270	9,749,762
Cyprus	160,580	168,342	181,319
Latvia	965,291	972,018	1,167,424
Lithuania	1,053,599	1,199,217	1,487,050
Luxembourg	54,178	49,073	60,225
Hungary	3,824,089	3,905,683	4,264,633
Malta	3,247	2,234	2,899
Netherlands	2,960,908	2,721,182	2,606,603
Austria	1,276,929	1,150,741	1,152,793
Poland	11,370,744	11,705,375	12,809,348
Portugal	1,938,900	2,222,363	2,401,922
Romania	5,187,911	4,012,721	4,125,502
Slovenia	256,840	171,761	180,872
Slovakia	1,328,923	1,159,510	1,107,929
Finland	982,359	1,106,760	1,154,997
Sweden	1,482,790	1,543,585	1,707,955
Norway	484,891	479,006	520,801
Switzerland	628,764	509,008	498,963
United Kingdom	10,891,852	9,890,402	:

Πίνακας 7: Κιλά εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	476,237	359,000	389,567
Bulgaria	596,356	727,307	502,890
Czechia	291,603	307,083	151,212
Denmark	45,541	57,266	31,612
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	16,236,728	18,665,370	21,248,295
Estonia	28,749	32,565	16,375
Ireland	29,244	23,000	9,958
Greece	1,008,807	964,556	860,835
Spain	6,488,405	7,636,039	8,165,124
France	4,861,340	4,366,791	5,845,201
Croatia	126,562	122,342	119,186
Italy	1,652,991	1,682,583	4,705,180
Cyprus	151,083	134,635	91,154
Latvia	35,679	39,368	44,008
Lithuania	56,622	75,768	85,720

Luxembourg	:	:	:
Hungary	787,295	690,025	582,594
Malta	3,492	2,918	2,634
Netherlands	1,591,333	1,959,010	2,371,589
Austria	1,568,970	1,612,713	2,362,720
Poland	1,770,071	2,724,266	618,821
Portugal	674,521	812,172	416,627
Romania	1,012,398	808,700	453,939
Slovenia	54,584	36,298	38,684
Slovakia	151,264	148,628	138,094
Finland	20,947	23,190	11,666
Sweden	93,803	45,218	32,111
Norway	10,094	7,779	13,575
Switzerland	228,134	293,207	256,927
United Kingdom	131,984	226,423	:

Πίνακας 8: Κιλά μαλακιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	15,603	11,236	5,952
Bulgaria	:	:	:
Czechia	7,873	2,667	4,585
Denmark	8,855	2,414	7,448
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	153,557	59,458	38,892
Estonia	:	:	:
Ireland	9,676	7,563	12,231
Greece	1,743	2,140	1,932
Spain	:	88,493	:
France	384,755	278,761	413,522
Croatia	1,959	1,912	3,280
Italy	36,483	40,992	45,128
Cyprus	1,691	1,618	2,439
Latvia	4,928	4,587	5,077
Lithuania	:	:	:
Luxembourg	416	310	194
Hungary	593	1,450	2,609
Malta	753	670	513
Netherlands	10,806	13,650	16,146
Austria	5,926	5,210	8,518
Poland	:	23,612	29,226
Portugal	10,583	14,039	28,935
Romania	4,829	4,263	9,304
Slovenia	1,595	2,278	1,731
Slovakia	654	:	:

Finland	1,080	328	911
Sweden	:	150	1,121
Norway	1,745	1,622	2,357
Switzerland	29,168	20,994	23,387
United Kingdom	:	:	:

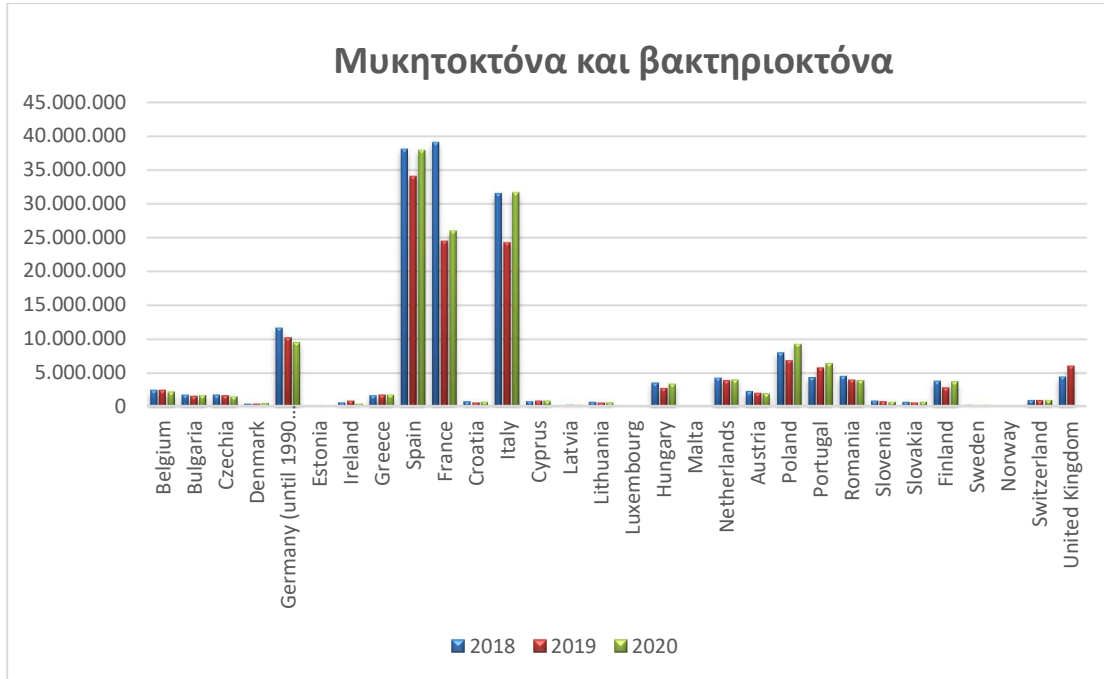
Πίνακας 9: Κιλά ρυθμιστικών ανάπτυξης φυτών που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	268,797	297,213	456,382
Bulgaria	17,950	10,190	8,585
Czechia	264,554	435,023	464,510
Denmark	133,650	130,734	165,398
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	2,137,861	2,089,349	2,232,719
Estonia	72,583	76,397	105,442
Ireland	160,504	156,734	149,004
Greece	119,185	133,748	124,572
Spain	194,854	144,533	191,439
France	3,560,807	1,786,353	2,076,279
Croatia	79,869	79,726	93,437
Italy	474,913	454,789	416,353
Cyprus	269	401	762
Latvia	354,600	321,194	359,823
Lithuania	261,698	467,569	393,344
Luxembourg	8,366	7,453	3,682
Hungary	169,058	178,642	189,606
Malta	0	0	0
Netherlands	386,409	527,660	560,491
Austria	84,312	63,209	46,042
Poland	1,609,030	2,353,389	1,201,374
Portugal	3,462	5,051	8,589
Romania	313,147	68,072	121,886
Slovenia	4,826	7,307	7,425
Slovakia	268,091	321,897	370,778
Finland	68,421	56,447	39,225
Sweden	50,026	34,219	63,763
Norway	31,151	36,616	50,513
Switzerland	37,037	33,145	33,296
United Kingdom	:	:	:

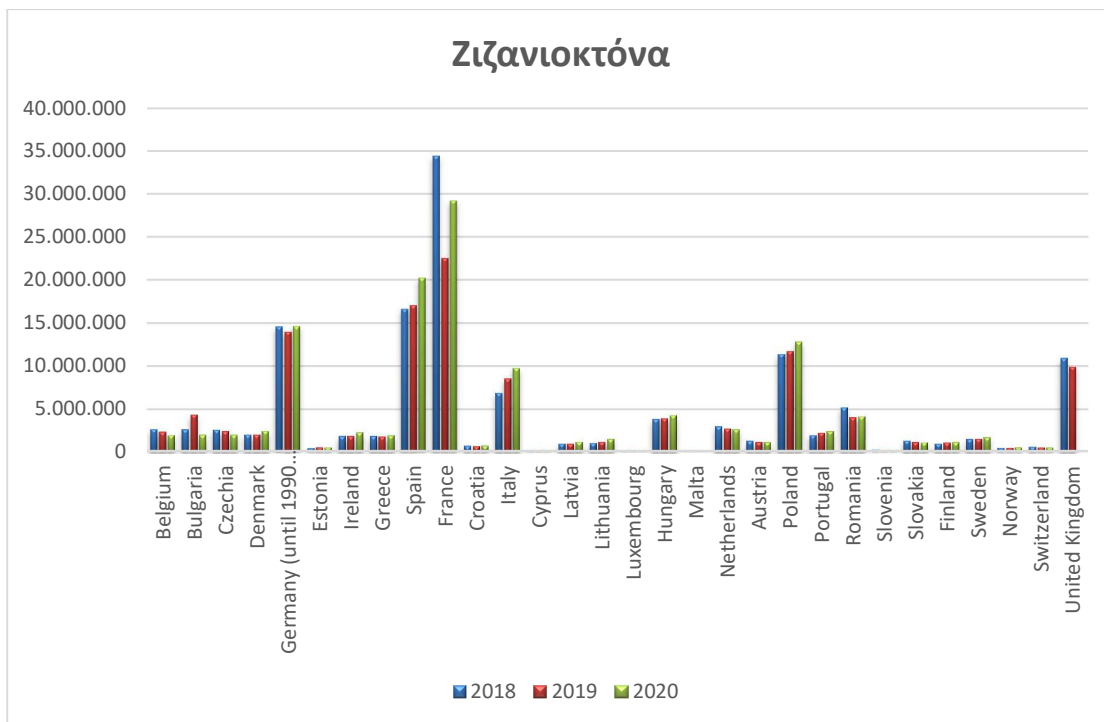
Πίνακας 10: Κιλά υπόλοιπων φυτοπροστατευτικών που χρησιμοποιήθηκαν τη χρονική περίοδο 2018-2019-2020

COUNTRY	YEARS		
	2018	2019	2020
Belgium	768,925	681,915	392,080
Bulgaria	25,145	3,794	19,143
Czechia	286,610	258,023	192,334
Denmark	7,987	8,542	6,807
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	180,711	203,721	360,013
Estonia	:	:	:
Ireland	16,885	17,242	35,745
Greece	168,974	181,026	201,917
Spain	:	16,224,967	:
France	1,757,111	904,515	1,251,170
Croatia	4,374	4,115	8,301
Italy	13,455,428	13,416,969	9,812,045
Cyprus	46,517	58,341	52,326
Latvia	13,839	18,127	20,285
Lithuania	:	:	:
Luxembourg	:	:	:
Hungary	218,947	243,093	267,772
Malta	:	:	:
Netherlands	126,994	96,013	306,749
Austria	74,748	54,526	64,684
Poland	415,015	579,203	679,470
Portugal	1,094,672	1,044,698	448,256
Romania	47,840	132,090	111,571
Slovenia	4,446	3,800	4,042
Slovakia	65,177	69,648	51,870
Finland	14,406	15,566	11,844
Sweden	21,502	13,403	20,317
Norway	9,624	8,966	27,068
Switzerland	117,738	110,438	92,259
United Kingdom	:	255,061	:

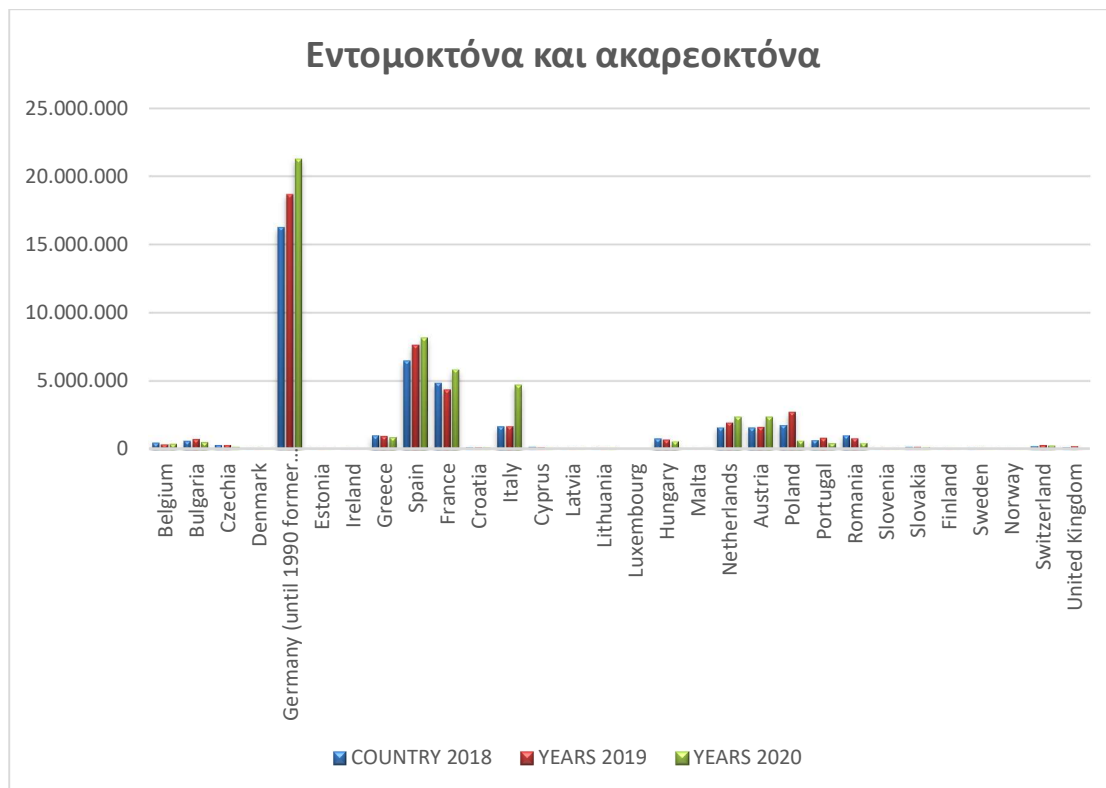
Πίνακας 11: Ποσότητα κιλών μυκητοκτόνων και βακτηριοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



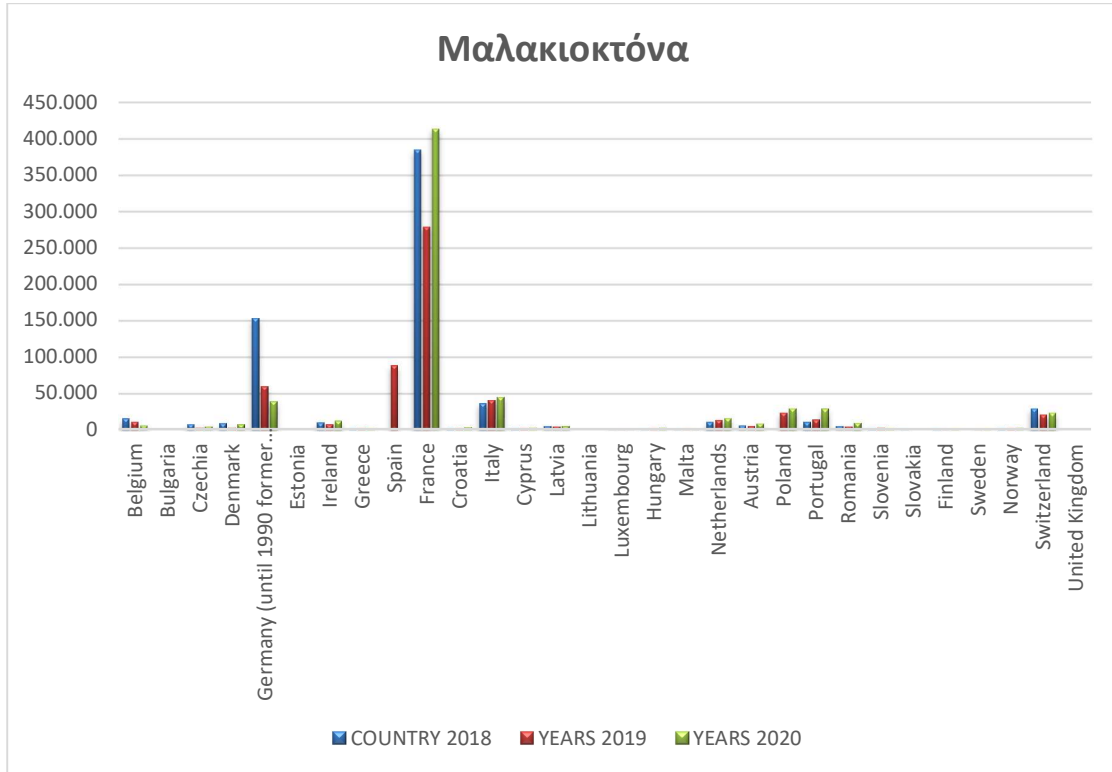
Πίνακας 12: Ποσότητα κιλών ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



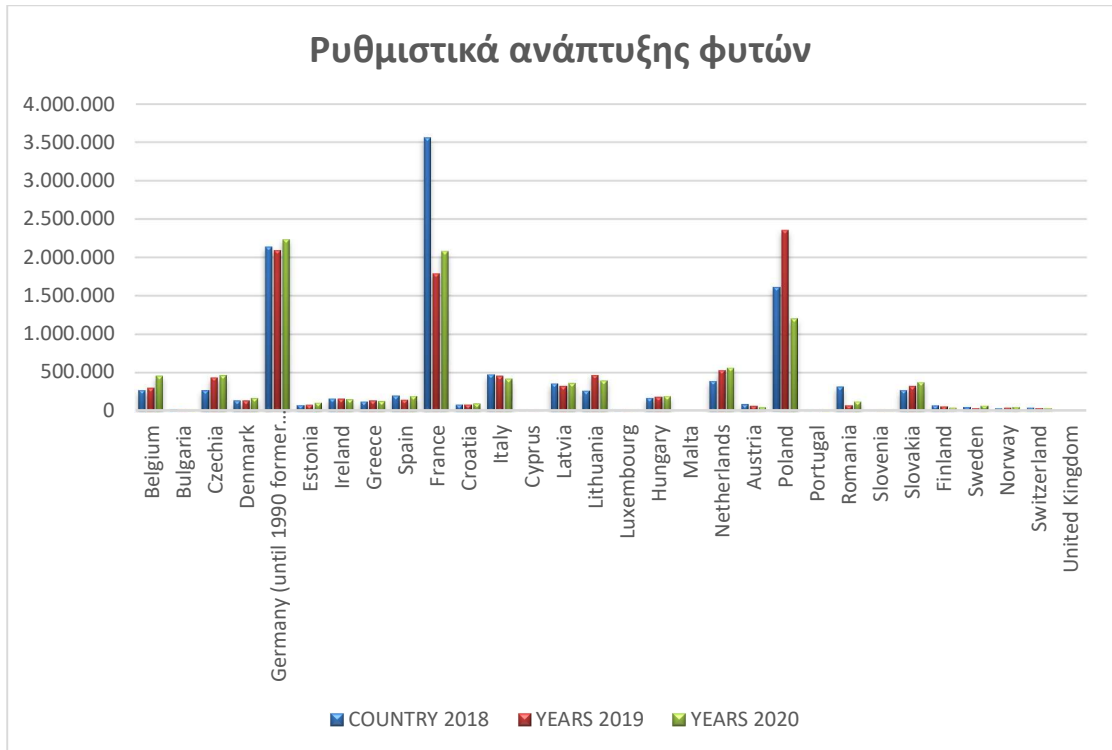
Πίνακας 13: Ποσότητα κιλών εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



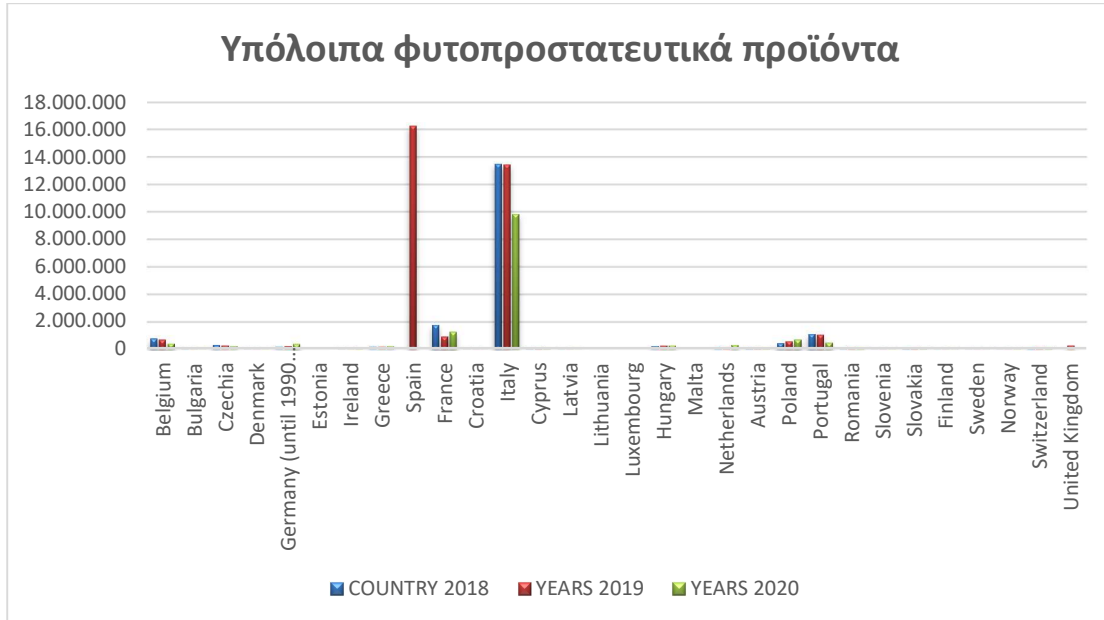
Πίνακας 14: Ποσότητα κιλών μαλακιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



Πίνακας 15: Ποσότητα κιλών ρυθμιστικών ανάπτυξης φυτών που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



Πίνακας 16: Ποσότητα κιλών υπόλοιπων φυτοπροστατευτικών προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018-2019-2020



Όπως παρατηρείται παραπάνω όσον αφορά τα μυκητοκτόνα και τα βακτηριοκτόνα τα περισσότερα κιλά καταναλώθηκαν από την Γαλλία κατά το έτος 2018 φτάνοντας περίπου τα 40.000 κιλά και ακολούθησε η Ισπανία με πολύ μικρή διαφορά. Ωστόσο, παρατηρείται ότι κατά τα επόμενα δύο έτη κυριάρχησε η Ισπανία εξακολουθώντας να έχει αυξημένη κατανάλωση ενώ οι τιμές της Γαλλίας έπεσαν περίπου κατά 15.000 κιλά. Χώρες όπως η Μάλτα, η Εσθονία, Λετονία και η Νορβηγία είχαν ελάχιστη κατανάλωση (Πίνακας 11).

Τα ζιζανιοκτόνα χαρακτηρίζονται επίσης από υψηλές καταναλώσεις (Πίνακας 12) έχοντας την πρωτιά για ακόμη μία φορά η Γαλλία και μάλιστα και για τα τρία χρόνια τα οποία μελετήσαμε με τιμές που κυμάνθηκαν από 22.000 κιλά έως 34.000 κιλά. Δεύτερη σε κατανάλωση ήταν η Ισπανία με 16.000 κιλά έως 20.000 κιλά εντός της τριετίας και ακολούθησε η Γερμανία με τιμές 13.900 κιλά έως 14.600 κιλά.

Στην κατηγορία των εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων (Πίνακας 13) την πρωτιά με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες χώρες είχε η Γερμανία που έφτασε μέχρι 21.000 κιλά κατά το έτος 2020. Την μικρότερη κατανάλωση εντοπίστηκε να έχει η Μάλτα με μόλις 2.600 κιλά.

Τα μαλακιοκτόνα (Πίνακας 14) εμφανίζουν γενικά πολύ μικρή κατανάλωση αφού οι χώρες επί το πλείστον παρουσιάζουν τιμές κάτω των 10.000 κιλών. Η

μοναδική χώρα που έχει αυξημένη τιμή είναι η Γαλλία με κατανάλωση περίπου 400.000 κιλά.

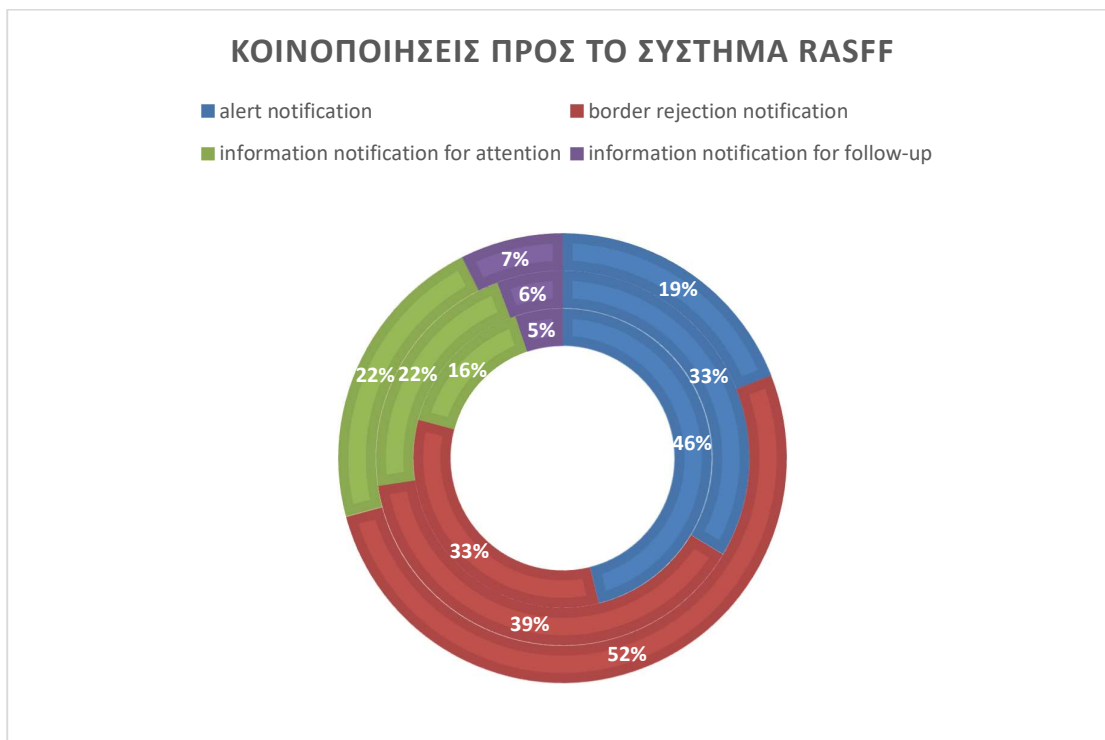
Τα ρυθμιστικά ανάπτυξης φυτών (Πίνακας 15) χαρακτηρίζονται από μία μέση κατανάλωση καθώς οι τιμές τους κυμαίνονται από 3.500.000 κιλά η υψηλότερη, που είναι της Γαλλίας και 260 κιλά η χαμηλότερη που είναι της Κύπρου κατά το έτος 2018 για τις δύο χώρες, αντίστοιχα.

Τα υπόλοιπα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Πίνακας 16), πέραν της Ισπανίας που η τιμή της έφτασε στα 16.200.000 κιλά κατά το έτος 2019 και της Ιταλίας που οι τιμές της κυμάνθηκαν σε ένα εύρος 9.000.000 κιλών έως 13.500.000 κιλών, όλες οι άλλες χώρες χαρακτηρίζονται από τιμές σε ένα εύρος 3.800 κιλών έως 1.000.000 κιλών.

Συμπερασματικά, τα μυκητοκτόνα και τα βακτηριοκτόνα από όλες τις κατηγορίες φυτοφαρμάκων εμφανίζουν τις μεγαλύτερες καταναλώσεις, ακολουθούν τα ζιζανιοκτόνα που είχαν εξίσου μεγάλες καταναλώσεις και τελευταία εντοπίζονται τα μαλακιοκτόνα.

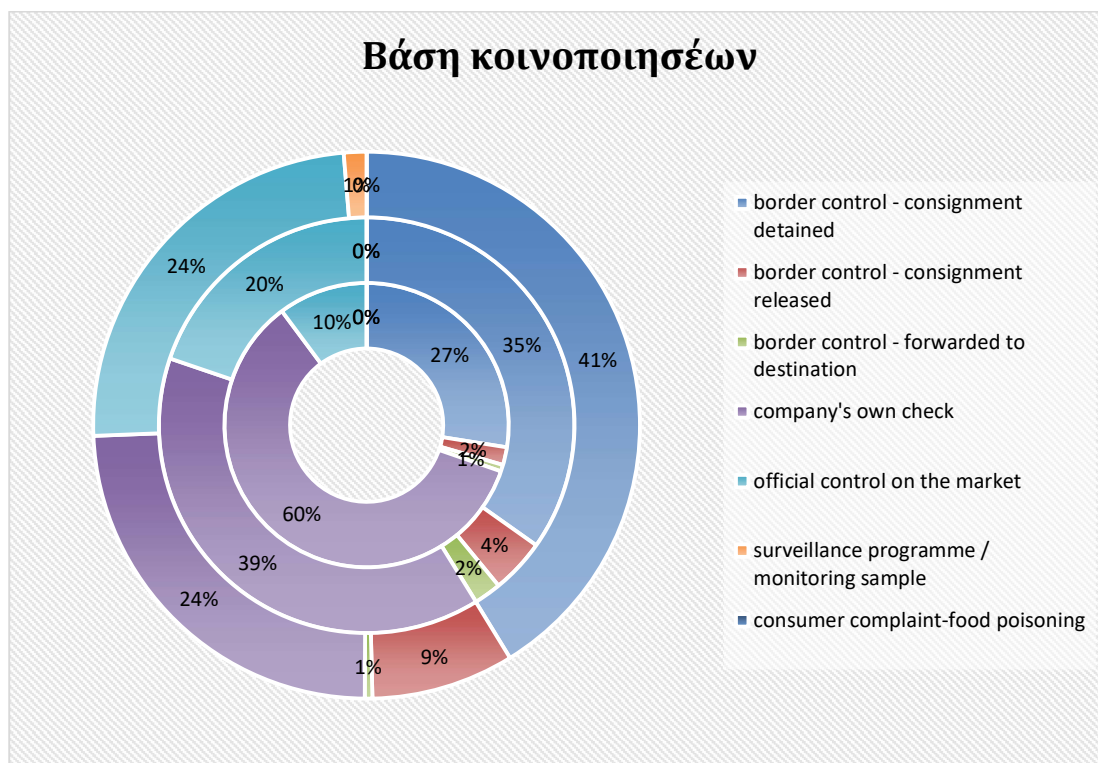
Παρακάτω η συχνότητα εμφάνισης υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στο σύστημα ταχείας προειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF). Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε μέσω στατιστικής ανάλυσης από το 2020 έως το 2022, η συχνότητα εμφάνισης των κοινοποιήσεων που αφορούσαν τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων σύμφωνα με τις ακόλουθες παραμέτρους: το είδος της κοινοποίησης, τον τρόπο με τον οποίο γνωστοποιήθηκε η πληροφορία, το εν λόγω προϊόν και τις χώρες που κοινοποίησαν τον μεγαλύτερο όγκο σημάτων. (RASFF,2020-2021-2022)

Πίνακας 17: Είδη αρχικών κοινοποιήσεων για υπολείμματα φυτοφαρμάκων



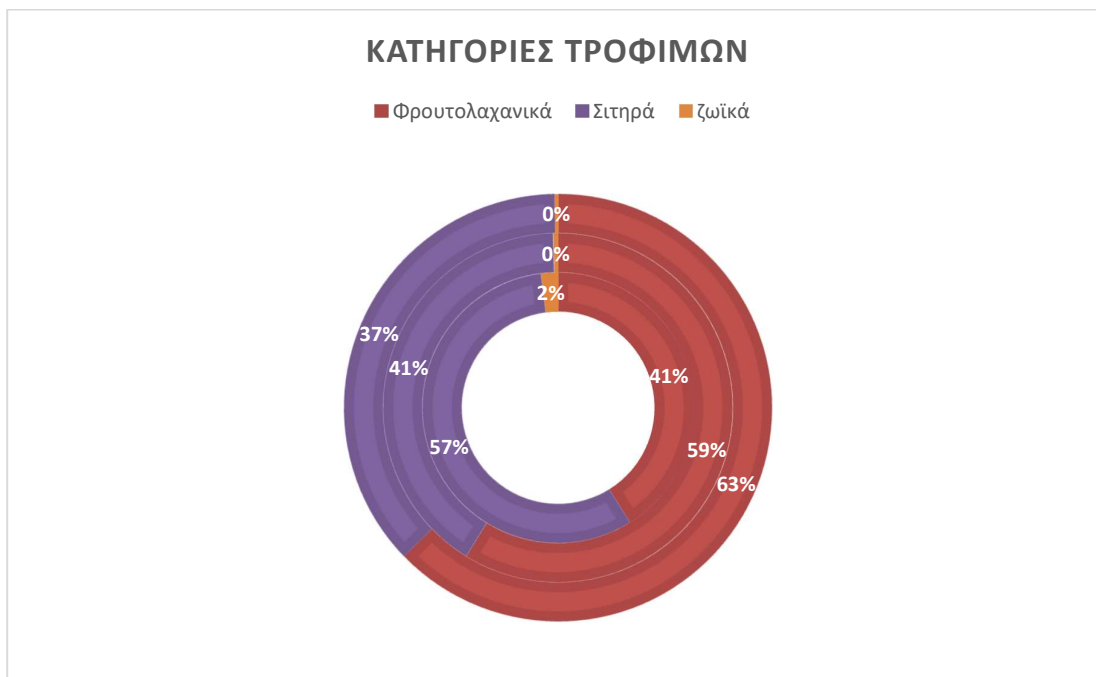
Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 17) παρατηρείται ότι το 52% του συνόλου των αρχικών κοινοποιήσεων που απεστάλησαν στο σύστημα ταχείας προειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF) αφορούσε κοινοποιήσεις απόρριψης στα σύνορα κατά το έτος 2022, το 46%, 33% και 19% αφορούσε επείγουσες προειδοποιήσεις κατά τα έτη 2020-2021-2022 αντίστοιχα. (RASFF,2020-2021-2022)

Πίνακας 18: Βάσεις κοινοποιήσεων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων



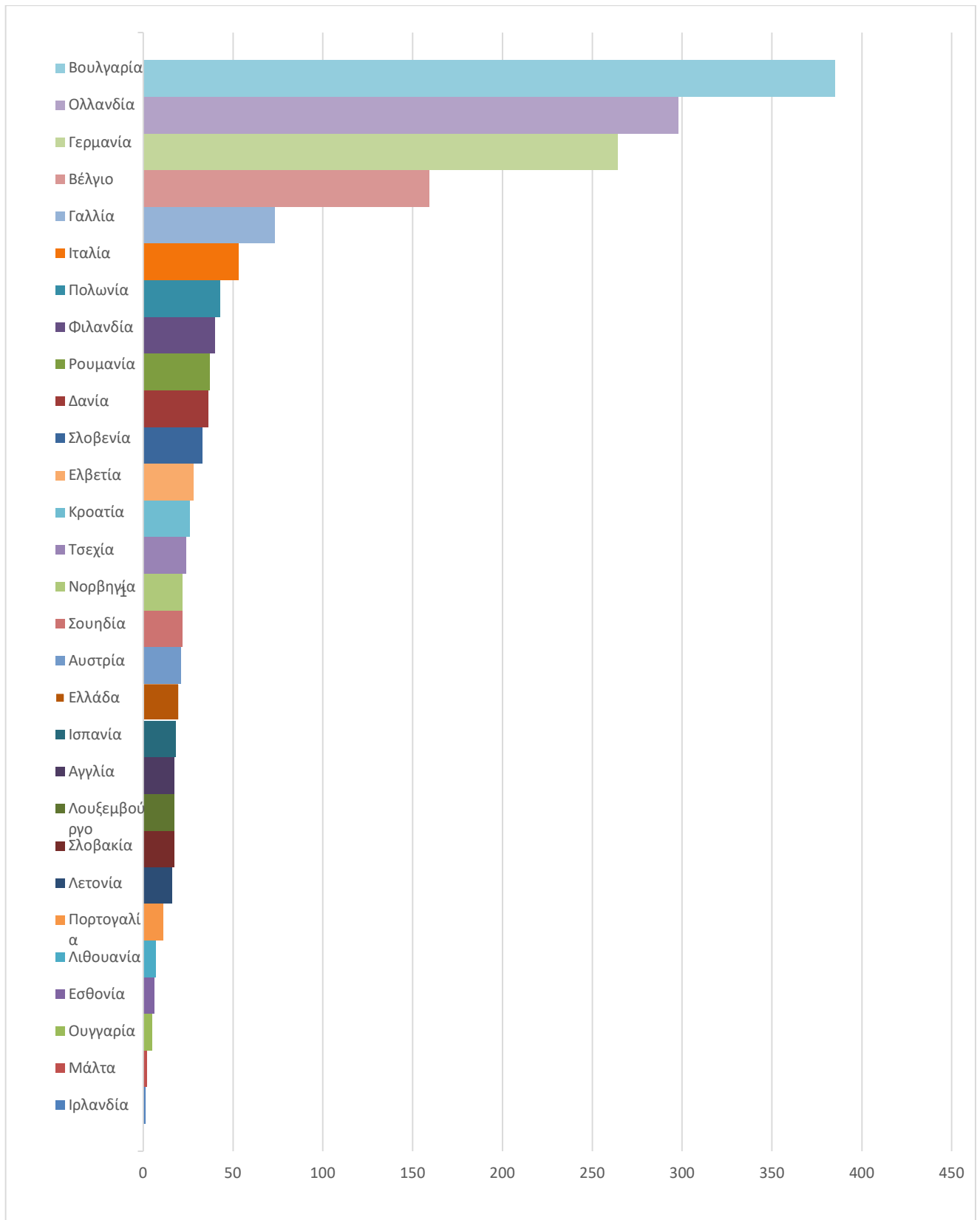
Στον Πίνακα 18 παρουσιάζεται η προέλευση των κοινοποιήσεων κατά τα έτη 2020-2021-2022. Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό, (60%), στην πίτα καταλαμβάνει ο αυτοέλεγχος από τις επιχειρήσεις κατά το έτος 2020. Ακολουθεί με ποσοστό 41% κατά το έτος 2022 ο συνοριακός έλεγχος για προϊόντα που κατασχέθηκαν. (RASFF,2020-2021-2022)

Πίνακας 19: Κατηγορίες προϊόντων με κοινοποιήσεις για υπολείμματα φυτοφαρμάκων



Αναφορικά με τις κατηγορίες των τροφίμων που εμφανίζονται συχνότερα στις κοινοποιήσεις για υπολείμματα φυτοφαρμάκων (Πίνακας 19), την πρώτη θέση καταλαμβάνει η κατηγορία των φρούτων και λαχανικών με ποσοστό 63% κατά το έτος 2022. Ακολουθεί η κατηγορία των σιτηρών με παραπλήσια ποσοστά και τέλος με πολύ μικρό, έως μηδαμινό, ποσοστό εντοπίζεται η κατηγορία των ζωϊκών. (RASFF,2020-2021-2022)

Πίνακας 20: Συχνότητα εμφάνισης των κοινοποιήσεων για παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων ανά χώρα



Τέλος, στον τελευταίο στατιστικό πίνακα (Πίνακας 20) παρουσιάζονται οι χώρες που κοινοποίησαν τον μεγαλύτερο όγκο σημάτων στο σύστημα ταχείας προειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF) Όπως παρατηρείται η Βουλγαρία κατέχει την πρώτη θέση, η Ολλανδία τη δεύτερη και η Γερμανία την τρίτη. Ακολουθούν το Βέλγιο, η Γαλλία, η Ιταλία, η Πολωνία κ.ά. Όσον αφορά την Ελλάδα παρατηρείται να έχει αποστείλει στο σύστημα 20 κοινοποιήσεις μέσα στα έτη 2020 έως 2022. (RASFF,2020-2021-2022)

Κεφάλαιο 4: Τρόποι επιμόλυνσης των τροφίμων

Τα φυτοφάρμακα είναι χημικές ουσίες που έχουν σχεδιαστεί για να θανατώνουν ασπόνδυλα, συνήθως έντομα, τα οποία έχουν γίνει παράσιτα των φυτών. Οι αγρότες ψεκάζουν εδώ και χρόνια τις καλλιέργειες τους με φυτοφάρμακα για να τις προστατεύσουν. Τα υπολείμματα αυτών των φυτοφαρμάκων εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα, είτε επιτηδευμένα είτε ανεπιτηδευτα, με πολλούς τρόπους όπως ψεκάζοντας μια καλλιέργεια που θα καταναλωθεί ως ζωοτροφή από κάποιο ζώο, είτε ξεπλένοντας τα μέσω της βροχής σε ρυάκια όπου θα προκληθεί απορρόφηση τους στο σύστημα από τα πλανγκτόν, στη συνέχεια θα καταναλωθεί από τα υδρόβια ζώα και από εκεί στο πιάτο των ανθρώπων.

4.1 ΕΚΟΥΣΙΑ ΕΠΙΜΟΛΥΝΣΗ

Τα φυτοφάρμακα είναι απαραίτητα στη γεωργική παραγωγή. Έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως από τους αγρότες για τον έλεγχο των ζιζανίων και των εντόμων και έχουν αναφερθεί αξιοσημείωτες αυξήσεις στην παραγωγή, περίπου το 70% των καλλιεργειών δεν καταστρέφονται ετησίως εξαιτίας της χρήσης φυτοφαρμάκων. Παράλληλα η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού δεν θα μπορούσε να ήταν δυνατή χωρίς την αντίστοιχη αύξηση της παραγωγής τροφίμων. Ως εκ τούτου, τα φυτοφάρμακα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών παγκοσμίως, εντούτοις η επιτηδευμένη αλόγιστη χρήση τους οδηγεί σε αυξημένα υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

4.1.1 Επισιτιστικά κίνητρα

Είναι γεγονός ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός ολοένα και αυξάνεται. Τα τελευταία 100 χρόνια υπολογίζεται ότι έχει υπερδιπλασιαστεί έχοντας ακάθεκτη ανοδική πορεία. Ως επακόλουθο αυτού του γεγονότος είναι η αντίστοιχη αύξηση της ζήτησης για τροφή. Μία πιθανή λύση, για την κάλυψη του χάσματος αυτού, είναι η αύξηση της παραγωγής τροφίμων μέσω της επέκτασης της γεωργικής γης σε συνδυασμό με την βελτιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργειών. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού απαιτείται η χρήση των φυτοφαρμάκων, τα οποία θα βοηθήσουν στον έλεγχο

των παρασίτων και την άμβλυση των απωλειών των καλλιεργειών. Ωστόσο, η σκόπιμη αυτή χρήση των φυτοφαρμάκων θα οδηγήσει σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων που θα μολύνουν τα εδάφη και το νερό, θα εισέλθουν στην τροφική αλυσίδα και στο τέλος θα καταναλωθούν από τον άνθρωπο μέσω των τροφίμων και του νερού. (Carvalho, 2006)

4.1.2 Οικονομικά κίνητρα

Ένας ακόμη λόγος που προκαλείται επιμόλυνση των τροφίμων με φυτοφάρμακα είναι το οικονομικό δέλεαρ. Μεγαλύτερη παραγωγή σημαίνει και μεγαλύτερο κέρδος και για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος συνεπάγεται η χρήση υψηλότερων ποσοτήτων αγροχημικών. Χωρίς τον έλεγχο των παρασίτων, οι αγρότες θα είχαν ζημία περίπου το 40% της καλλιέργειας τους. Επίσης, οι αναπτυσσόμενες χώρες τείνουν να προτιμούν φτηνά χημικά σκευάσματα λόγω κόστους, και αυτό συντελεί σε υψηλότερα επίπεδα κινδύνου έκθεσης των ανθρώπων σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα και στο νερό. (Tudi, Muyesaier, et al, 2021)

4.1.3 Περιπτώσεις νοθείας

Βότανα και μπαχαρικά είναι προϊόντα που καταναλώνονται ευρέως ως συστατικά σε μια μεγάλη γκάμα τροφίμων και ποτών. Δεδομένου ότι έχουν υψηλή ζήτηση αλλά και αυξημένες τιμές, αυτό έχει ως επακόλουθο να νοθεύονται εισάγοντας μέσα σε αυτά, μαζί με όλα τα άλλα, και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ρίγανη. Βάσει της μελέτης των Lucie Drabova et al. (2019), στην οποία πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μεταξύ νοθευμένης και ανόθευτης ρίγανης διαπιστώθηκε ότι στα 42 δείγματα ανόθευτης ρίγανης εντοπίστηκαν από 1 έως 16 φυτοφάρμακα ανά δείγμα, ενώ στα νοθευμένα στα 34 δείγματα εντοπίστηκαν 6 έως 16 φυτοφάρμακα. Συμπερασματικά λοιπόν γίνεται αντιληπτό ότι τα νοθευμένα προϊόντα διαθέτουν μεγαλύτερα υπολείμματα φυτοφαρμάκων συγκριτικά με τα ανόθευτα, επομένως είναι και λιγότερο ασφαλή προς κατανάλωση από τους ανθρώπους. (Drabova, Lucie, et al, 2019)

4.1.4 Άλλα κίνητρα

Στην πραγματικότητα, η απώλεια φυτοφαρμάκων από την ταχύτητα του ανέμου, τη βροχόπτωση, την υγρασία και τη θερμοκρασία, την επιφανειακή απορροή, την έκπλυση, την εξάτμιση, την εναπόθεση και την αποικοδόμηση από τη φωτόλυση, την υδρόλυση και τη μικροβιακή δραστηριότητα, περιορίζει τη χρήση συμβατικών φυτοφαρμάκων. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η ταχύτητα του ανέμου, η υγρασία, η βροχόπτωση και η θερμοκρασία προκαλούν απώλεια περίπου 20-30% των φυτοφαρμάκων. Κατά συνέπεια, η συγκέντρωση του εφαρμοζόμενου φυτοφαρμάκου μειώνεται σε σχέση με την αποτελεσματική ελάχιστη δόση που απαιτείται για τον τερματισμό του παρασίτου στην εφαρμοσμένη ζώνη. Μια τέτοια μείωση της δόσης οδηγεί στην ανάπτυξη αυξημένης αντοχής στο φυτοφάρμακο στα παράσιτα στόχους. Το γεγονός αυτό πείθει το προσωπικό διαχείρισης φυτοφαρμάκων να εφαρμόσει υψηλότερη από τη συνιστώμενη ποσότητα φυτοφαρμάκων στο αστικό περιβάλλον. Έτσι λοιπόν, οι υψηλές αυτές δόσεις φυτοφαρμάκων που εφαρμόζονται θα αφήσουν υπολείμματα που είναι πιθανό να καταλήξουν σε υδάτινες οδούς μέσω της απορροής όμβριων υδάτων (βρόχινα νερά) και να μολύνουν τόσο τα επιφανειακά όσο και τα υπόγεια ύδατα. Στη συνέχεια, αυτοί οι ρύποι υπόκεινται σε μετακίνηση στο έδαφος ή στα φυτά, και τελικά κατανάλωση των τροφίμων, που έχουν παραχθεί στα μολυσμένα αυτά εδάφη, από τον άνθρωπο. (Zhang, An-An, et al, 2022 - Reeves, William R., et al, 2019 - Meftaul, Islam Md, et al, 2020)

4.2 ΑΚΟΥΣΙΑ ΕΠΙΜΟΛΥΝΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε τα φυτοφάρμακα ψεκάζονται συνεχώς σε καλλιέργειες. Εάν όμως αυτά δεν είναι βιοαποδομήσιμα συσσωρεύονται στα σώματα των οργανισμών με την πάροδο του χρόνου. Τα ζώα καταναλώνουν πολλούς οργανισμούς και φυτά που περιέχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων από το χαμηλότερο επίπεδο της τροφικής αλυσίδας, των οποίων η συγκέντρωση αυξάνεται σε υψηλότερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας λόγω βιοσυσσώρευσης. Αυτό ενέχει κινδύνους τοξικότητας για τους οργανισμούς που βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας. Ένας άλλος τρόπος επιμόλυνσης των τροφίμων είναι μέσω του “ταξιδιού” του φυτοφαρμάκου που μεταφέρεται με τη βοήθεια του ανέμου, των υδάτινων

συστημάτων, του εδάφους, επιμολύνοντας έτσι τα φυτά, με τα οποία θα τραφούν διάφορα ζώα και μέσω της τροφικής αλυσίδας θα καταλήξει στον άνθρωπο. Όλοι οι παραπάνω τρόποι μπορεί να αποτελούν μια ανεπιτήδευτη δίοδο των φυτοφαρμάκων στην τροφική αλυσίδα, δεν παύουν όμως να χρήζουν μείζονος σημασίας για την υγεία των ανθρώπων. (Alengebawy, Ahmed, et al, 2021 - Reeves, William R., et al, 2019)

4.2.1 Επιμόλυνση τροφίμων μέσω επαγγελματικού εξοπλισμού

Έκθεση των τροφίμων και ποτών σε φυτοφάρμακα μπορεί να επέλθει και ανεπιτήδευτα από μη ορθή ανάμειξη, φόρτωση ή μεταφορά των χημικών ουσιών (π.χ. αποθήκευση και μεταφορά τροφίμων μαζί με σκευάσματα φυτοφαρμάκων). Παρόλα αυτά για μια ολοκληρωμένη και σωστή διαχείριση των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων είναι πολύ σημαντική και η εκπαίδευση του προσωπικού που τα χειρίζεται ώστε να ενημερώνονται για τους άμεσους αλλά και μακροπρόθεσμους κινδύνους. Στην Ελλάδα δεν διατίθενται επίσημα προγράμματα κατάρτισης, απεναντίας σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες η κατάρτιση των εργαζομένων είναι αναγκαία καθώς θεωρείται απαραίτητο να έχουν αποφοιτήσει από αντίστοιχες σχολές και να είναι διαπιστευμένοι επαγγελματίες. Επομένως, με τη σωστή διαχείριση του επαγγελματικού εξοπλισμού αποφεύγεται η επιμόλυνση του τροφίμου και κατ'επέκταση η δηλητηρίαση ενός ζωντανού οργανισμού.

Ακόμη, άνθρωποι που καταναλώνουν τρόφιμα από δικές τους, ιδιωτικές καλλιέργειες σε χωράφια και αγροκτήματα, μπορούν να δηλητηριαστούν μέσω της ιδιοκατανάλωσης των καλλιεργειών τους, όταν αυτές βρίσκονται κοντά σε χώρους που χρησιμοποιούν φυτοφάρμακα. Η περίπτωση αυτή δεν είναι στατιστικά πολύ συχνή, πάρα ταύτα δεν είναι και απίθανο να συμβεί γι αυτό και η ορθή χρήση των φυτοπροστατευτικών αποτελεί για ακόμη μία φορά καταλυτικό παράγοντα για μείωση των πιθανοτήτων μόλυνσης από αυτά.

Τελευταίος αλλά επίσης πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η παραεπαγγελματική έκθεση μέσω της διαβίωσης με άτομα που μπορούν να το μεταφέρουν στο σπίτι στα μέλη της οικογενείας τους, αγγίζοντας διάφορα προϊόντα τροφίμων που αργότερα θα καταναλωθούν από την ίδια την οικογένεια. Για παράδειγμα, σπάνια αλλαγή ρούχων ή μη καλή πλύση των χεριών και επιτόπια κατανάλωση τροφίμων είναι μία οδός που μπορεί να οδηγήσει σε πιθανή έκθεση σε

φυτοφάρμακα. (Taskinen, Lindbohm & Sallmén, 2011 - Reeves, William R., et al, 2019)

4.2.2 Επιμόλυνση τροφίμων μέσω του εδάφους, των υδάτινων συστημάτων και του αέρα

Ανεξάρτητα από το είδος του γεωργικού φαρμάκου και από τον τρόπο χρήσης του, από τη στιγμή της εφαρμογής του αρχίζει να δέχεται τις επιδράσεις μιας ή περισσότερων διεργασιών. Μέσω αυτών των διεργασιών τα φυτοφάρμακα μπορούν να διασπαστούν ή να αποσυντεθούν. Η χρήση των φυτοφαρμάκων δεν επιφέρει επιπτώσεις αποκλειστικά στην ανθρώπινη υγεία καθώς μπορεί να μεταφερθεί και στο περιβάλλον. Έτσι λοιπόν, το περιβάλλον είναι ένας ακόμα παράγοντας που πλήττεται τόσο σε βιοτικό (πανίδα) όσο και αβιοτικό επίπεδο (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα).

Ένα φυτοφάρμακο αποδομείται στο περιβάλλον με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- ❖ βιολογική αποσύνθεση : το φυτοφάρμακο διασπάται, αποσυνθέεται ή αδρανοποιείται από ζώντες μικροοργανισμούς. Οι σπουδαιότερες βιοχημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι απαλκυλίωση, απαλογόνωση, οξειδοαναγωγή, υδρόλυση κ.α. ανάλογα με το φυτοφάρμακο.
- ❖ χημική αποσύνθεση: πρόκειται για χημική διάσπαση του φυτοφαρμάκου με αναερόβιες ή αερόβιες αντιδράσεις χωρίς τη συμμετοχή μικροοργανισμών, με σημαντικότερη την υδρόλυση.
- ❖ φωτοαποσύνθεση: έμμεση ή άμεση χημική διάσπαση που οφείλεται στη δράση του φωτός, ιδιαίτερα της υπεριώδους ακτινοβολίας. Ευαίσθητα στην φωτοαποσύνθεση είναι μερικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα .

Για όλες τις παραπάνω αιτίες δίνονται οδηγίες χρήσης που περιλαμβάνουν χρόνους για συγκομιδή (PHI) ή επεξεργασία. Ο λόγος που έχουν καθοριστεί τα PHIs είναι για να εξασφαλισθεί ότι τα προϊόντα που καταναλώνονται δεν περιέχουν επικίνδυνα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων. Για παράδειγμα, ορισμένοι καρποί μπορούν να συλλεχθούν την ίδια ημέρα από την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων, ενώ άλλοι καρποί δεν πρέπει να συλλέγονται αυθημερόν και

να περνάνε αρκετές μέρες. (Zhang, An-An, et al, 2022 - Meftaul, Islam Md, et al, 2020)

Έδαφος

Οι διεργασίες που μεταφέρουν τα φυτοφάρμακα στο περιβάλλον είναι:

- Προσρόφηση στα εδαφικά κολλοειδή. Είναι η προσέλκυση και συγκράτηση των μορίων ή ιόντων ενός γεωργικού φαρμάκου από την επιφάνεια του εδάφους ή άλλων συστατικών του.
- Έκπλυση στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Επηρεάζεται από παράγοντες εδαφικούς (φυσική, χημική κατάσταση, χημικές ιδιότητες κ.α) και μη εδαφικούς(κλιματολογικές συνθήκες, τρόπος εφαρμογής κ.α.).
- Πτητικότητα, δηλαδή η διαφυγή με την μορφή ατμών στην ατμόσφαιρα των μορίων ενός υγρού ή στερεού φυτοφαρμάκου, κατά την εφαρμογή ή αργότερα από την επιφάνεια του εδάφους, των φυτών ή του νερού. Επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως θερμοκρασία, υγρασία, προσρόφηση, pH εδάφους.
- Πρόσληψη ή/και έκκριση από τους οργανισμούς. Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο ένα φυτοφάρμακο μπορεί να απομακρυνθεί από το σημείο εφαρμογής του στο αγροοικοσύστημα είναι η πρόσληψη του από τα καλλιεργούμενα φυτά, τα ζιζάνια ή διάφορους ζωικούς οργανισμούς.
- Επιφανειακή μετακίνηση με διάβρωση, με το νερό ή τον άνεμο. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή μετακίνηση ενός φυτοφαρμάκου είναι η υδατοδιαλυτότητα, η μορφή του σκευάσματος, η διάρκεια ζωής, η προσρόφηση, η αποδόμηση, η κλίση του εδάφους, οι καιρικές συνθήκες, η πρόσληψη από τα φυτά. (Πέτρος Λόλας, 1998 - Reeves, William R., et al, 2019 - Zhang, An-An, et al, 2022 - Meftaul, Islam Md, et al, 2020)

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ένα μολυσμένο έδαφος με υπολείμματα φυτοφαρμάκων θα φέρει ως αποτέλεσμα μολυσμένες καλλιέργειες τροφίμων μέσω της πρόσληψης των φυτών ή μέσω των σωματιδίων του εδάφους που προσκολλώνται στην επιφάνεια του φυτού ως συνέπεια της διάβρωσης του ανέμου, του πιτσιλίσματος της βροχής, της μηχανικής διαταραχής (ειδικά κατά τη συγκομιδή) . Ακόμη, πρόσληψη φυτοφαρμάκων μπορεί να επιτευχθεί και μέσω των ριζών των φυτών

Υδάτινο περιβάλλον

Το υδάτινο περιβάλλον μπορεί να μολυνθεί είτε επιφανειακά όπως λιμνοθάλασσες, θάλασσες, λίμνες, ποτάμια, κόλποι κλπ, είτε υπογείως από τα υπόγεια ύδατα.

Η διαφορά τους είναι στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους. Στα επιφανειακά ύδατα εξαρτάται το επίπεδο μόλυνσης τους, αν θα είναι λίγο ή πολύ, πέρα από το είδος του φυτοφαρμάκου, από τη δυνατότητα ανανέωσης τους και την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που περιέχεται σε αυτά. Αντίθετα, τα υπόγεια ύδατα, εμφανίζουν μεγαλύτερη ευπάθεια στη συσσώρευση διαφόρων φυτοφαρμάκων και των καταλοίπων αυτών, καθώς δεν διαθέτουν μεγάλη ικανότητα αυτοκαθαρισμού. Αυτό συνεπάγεται ότι η διαδικασία για τον καθαρισμό τους από τα φυτοφάρμακα και τα κατάλοιπά τους για να είναι ικανοποιητική ως προς το αποτέλεσμα θα χρειαστεί χρόνο και μεγάλο κόστος.

Έτσι λοιπόν, θεωρείται σημαντικό να παραμένουν καθαρά τα επιφανειακά ύδατα για τον προφανή λόγο που είναι η ευζωία των υδάτινων ζώων, τα οποία και καταναλώνουμε ως τροφές. Εξίσου όμως σημαντική είναι η καθαρότητα των υπόγειων υδάτων καθώς αποτελούν ένα σημαντικό απόθεμα νερού που προορίζεται για πόσιμο νερό, το οποίο καταναλώνεται από τους ανθρώπους και συνεισφέρει θετικά στη βιοποικιλότητα και τη διατήρηση της καλής λειτουργίας των οικοσυστημάτων. (Schleiffer & Speiser, 2022 - Ahuja, 2009 - Prajapati, Saurabh, et al, 2022 - Srivastava, Anju, et al, 2021 - Reeves, William R., et al, 2019 - Zhang, An-An, et al, 2022)

Αέρας

Ο αέρας και κατ'επέκταση το οξυγόνο αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία ευζωίας του ανθρώπου. Μολονότι τα φυτοφάρμακα εφαρμόζονται με ψεκασμό στις καλλιέργειες, τα σταγονίδια αυτά, μικρά και μεγάλα, αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για ανάλογο χρονικό διάστημα.

Ένας άλλος σημαντικός συμπαράγοντας που σχετίζεται με το εύρος το οποίο επηρεάζει ο ψεκασμός των φυτοφαρμάκων είναι οι καιρικές συνθήκες. Έντονα καιρικά φαινόμενα κατά τα οποία η ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλή οξύνει το πρόβλημα, μεταφέροντας τα μόρια των σταγονιδίων και σε άλλες γειτονικές περιοχές. Επιπλέον, παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία αυξάνουν τη διασπορά λόγω της εξάτμισης ανάλογα και αντιστρόφως ανάλογα αντίστοιχα. (Jaga, Kushik, and Chandrabhan Dharmani, 2003 - Reeves, William R., et al, 2019 - Zhang, An-An, et al, 2022)

4.2.3 Βιοσυσσώρευση

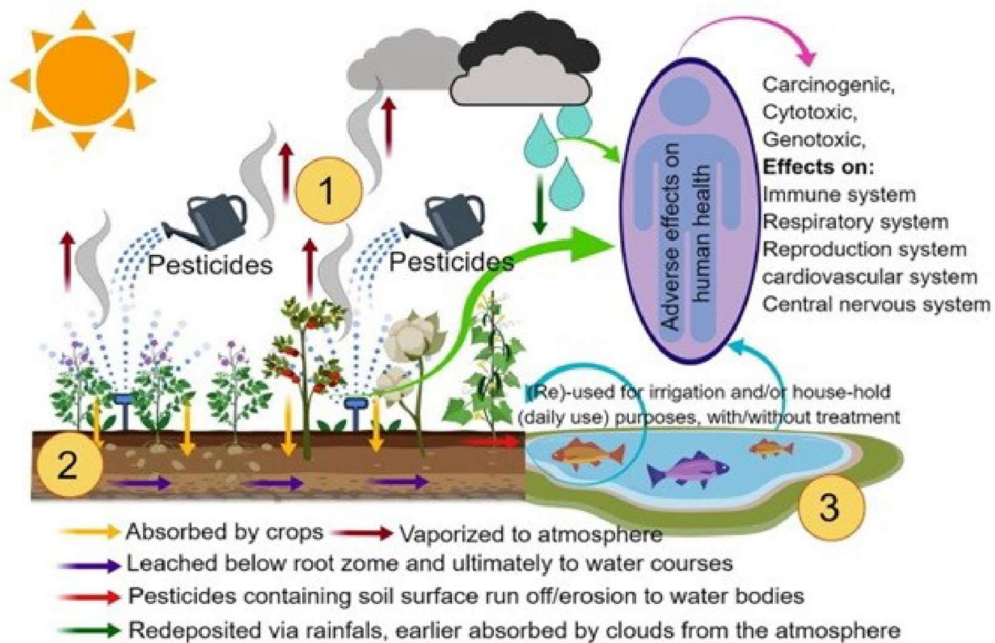
Με τον όρο βιοσυσσώρευση εννοούμε το φαινόμενο κατά το οποίο αυξάνεται στους ιστούς των οργανισμών η συγκέντρωση μη μεταβολιζόμενων χημικών ουσιών, κατά την πρόοδο της τροφικής αλυσίδας προς την κορυφή. Πάνω από ένα κρίσιμο όριο συγκέντρωσης, αυτές οι ουσίες γίνονται τοξικές. Το φαινόμενο έχει πολύ μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο, καθώς αυτός βρίσκεται συνήθως στο τελευταίο καταναλωτικό επίπεδο.

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση των ζώων, τα φυτοφάρμακα και κυρίως τα οργανοχλωριωμένα, ποικίλουν ως προς το επίπεδο βιοσυσσώρευσης τους εξαιτίας κάποιων παραγόντων. Για παράδειγμα, το ποσοστό που είναι μολυσμένες οι καταναλώσιμες τροφές των ζώων, ή αν είναι εξ ολοκλήρου μολυσμένες. Την ικανότητα των ζώων να απορροφούν ή να μεταβολίζουν και να εκκρίνουν το έκαστο φυτοφάρμακο στο περιβάλλον, δεδομένου ότι στο ζωικό βασίλειο ορισμένα ζώα χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη απορροφητικότητα συγκριτικά με κάποια άλλα. Έτσι λοιπόν, από όλα τα παραπάνω συνεπάγεται ότι ο άνθρωπος καταναλώνοντας τα συγκεκριμένα ζώα, προσλαμβάνει και μεγαλύτερη συγκέντρωση φυτοφαρμάκων.

Προϊόντα τα οποία παράγονται από διάφορα ζώα όπως το γάλα. Ο τρόπος μόλυνσης του είναι αλυσιδωτός. Το ζώο θα βοσκήσει σε μολυσμένα βοσκοτόπια ή

θα τραφεί με μολυσμένες ζωοτροφές, λόγω της βιοσυσσώρευσης, οι εισερχόμενες στον οργανισμό του ζώου μολυσμένες με φυτοφάρμακα τροφές θα εκκριθούν στο γάλα, το οποίο θα καταναλώσει ο άνθρωπος και θα περάσει στον οργανισμό του σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από ότι ήταν αρχικά στις ζωοτροφές.

Το μολυσμένο νερό δρα επίσης συναθροιστικά τόσο από την άμεση κατανάλωση του, όσο και έμμεσα από τη μολυσμένη με φυτοφάρμακα ατμόσφαιρα που προσβάλλει τα ζώα, τα οποία καταναλώνει ο άνθρωπος (Εικόνα 2). (Βικιπαιδεία, 2023 - Zhang, An-An, et al, 2022)



Εικόνα 2: Σχεδιαγραμματική απεικόνιση της εισόδου των διαφόρων φυτοφαρμάκων στους «κύκλους» των στοιχείων της φύσης, με την εξής σειρά: μόλυνση εδάφους, μόλυνση νερού, μόλυνση αέρα. Πηγή: Muhammad Bilal et al, 2019, Persistence of pesticides-based contaminants in the environment and their effective degradation using laccase-assisted biocatalytic systems, Science of The Total Environment Volume 695, 10 December 2019).

Κεφάλαιο 5: Μέθοδοι ανίχνευσης των φυτοφαρμάκων

Η ευρεία χρήση φυτοφαρμάκων σε συνδυασμό με την αύξηση των απαιτήσεων για αυστηρότερους ελέγχους και τη μείωση των ανώτατων επιτρεπόμενων ορίων συντέλεσε στην όξυνση των προβλημάτων που έρχεται αντιμέτωπος ένας ερευνητής κατά τη διάρκεια μιας ανάλυσης. Με τον ορισμό «ανίχνευση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων» νοείται η εξασφάλιση της ασφάλειας του καταναλωτή μέσα από διάφορες διαδικασίες με σκοπό την ανίχνευση και τον προσδιορισμό των φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε φυτικά υποστρώματα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

5.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Οι μέθοδοι ανίχνευσης και προσδιορισμού υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών ουσιών διακρίνονται σε δύο κατηγορίες.

- Πολυδύναμες
- Εξειδικευμένες

Οι πολυδύναμες ή πολυ-υπολειμματικές έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν πολυάριθμες δραστικές ουσίες ταυτόχρονα (έως και 200 διαφορετικά φυτοφάρμακα). Οι μέθοδοι αυτοί αναπτύχθηκαν έτσι ώστε να διευκολύνουν τον έλεγχο ρουτίνας (monitoring) των γεωργικών προϊόντων. Η χρησιμότητα τους βασίζεται κυρίως στον προκαταρκτικό έλεγχο (screening) των γεωργικών προϊόντων, ωστόσο μόνες τους οι πολυδύναμες μέθοδοι δεν αρκούν για την επισήμανση και τον προσδιορισμό του συνολικού ρυπαντικού φορτίου ενός δείγματος.

Απεναντίας, οι εξειδικευμένες ή μονο-υπολειμματικές μέθοδοι είναι αυτές που μπορούν και προσδιορίζουν ένα μόνο φυτοφάρμακο ή και ορισμένες μόνο συγγενείς ουσίες. Για το λόγο αυτό υπάρχει και ταύτιση μεταξύ των αριθμών των εξειδικευμένων μεθόδων και των φαρμάκων που προσδιορίζουν.

5.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Οι πιο συνηθισμένες αναλυτικές τεχνικές προσδιορισμού των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων είναι οι ενόργανες και πιο συγκεκριμένα οι χρωματογραφικές τεχνικές. Χρωματογραφία ή χρωματογραφική ανάλυση είναι η τεχνική κατά την οποία διαχωρίζονται τα συστατικά ενός μίγματος βάση της ταχύτητας μετακίνησης του εκάστοτε συστατικού, τα οποία εν τέλη κατανέμονται σε μία στατική φάση (stationary) και μία κινητή φάση (mobile). Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες χρωματογραφιών, η αέρια και η υγρή. Η πρώτη χαρακτηρίζεται έτσι από το γεγονός ότι η κινητή της φάση είναι αέρια και αντίστοιχα η δεύτερη λόγω του ότι η κινητή της φάση είναι υγρή.

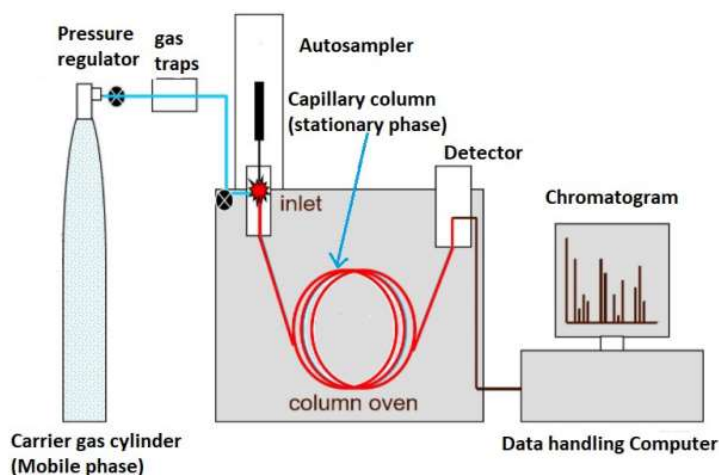
Ιστορικά, η χρωματογραφία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τον Tswett το 1906 για τον διαχωρισμό εγχρώμων ουσιών, στη συνέχεια αναπτύχθηκε και για το διαχωρισμό άχρωμων ουσιών. Σήμερα αποτελεί ένα από τα κυριότερα εργαλεία τόσο για μεθόδους διαχωρισμού όσο και για την ταυτοποίηση των συστατικών διαφόρων μιγμάτων.

5.2.1 Υγρή και αέρια χρωματογραφία

Ανάλογα με το είδος της κινητής φάσης η χρωματογραφία διακρίνεται σε αέρια και υγρή.

A. Αέρια χρωματογραφία (gas chromatography)

Αέριος χρωματογράφος



Εικόνα 3: Αέριος χρωματογράφος. Πηγή: Ν. Καλογερόπουλος, 2020

Κατατάσσεται στις χρωματογραφίες στήλης και στην κινητή της φάσης χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια όπως άζωτο, ήλιο, ενώ στη στατική της φάση μπορεί να είναι είτε στερεό όπου έχουμε την αέρια-στερεή (GS) χρωματογραφία είτε υγρό και προκύπτει η αέρια-υγρή (GL) χρωματογραφία (Εικόνα 3).

Β. Υγρή χρωματογραφία

Είναι μια μέθοδος χρωματογραφίας στήλης και η κινητή της φάση είναι υγρή όπου χρησιμοποιούνται αδρανείς διαλύτες όπως οργανικοί, νερό, ρυθμιστικά διαλύματα. Η στατική της φάση μπορεί να είναι είτε στερεή (υγρή-στερεή χρωματογραφία LS) είτε υγρή (υγρή-υγρή χρωματογραφία LL).

5.2.2 Διάκριση των χρωματογραφικών μεθόδων

Η διάκριση των χρωματογραφικών μεθόδων γίνεται σε είδη και κατηγορίες βάση της αρχής της μεθόδου ή με την τεχνική με την οποία γίνεται ο διαχωρισμός.

Ανάλογα με την αρχή διακρίνονται σε:

- 1) Χρωματογραφία προσρόφησης (adsorption)
- 2) Χρωματογραφία κατανομής (partition)

- 3) Χρωματογραφία ιοντο-ανταλλαγής (ion-exchange)
- 4) Χρωματογραφία μοριακής διήθησης (molecular filtration)
- 5) Χρωματογραφία χημικής συγγένειας (chemical affinity)
- 6) Χρωματογραφία δεσμευμένης φάσης (bonded phase)

Ανάλογα με την τεχνική της μεθόδου διακρίνονται σε:

- I) Χρωματογραφία στήλης (column chromatography)
- II) Χρωματογραφία χάρτου (paper chromatography)
- III) Χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (thin layer chromatography)

Συμβάλλοντας στην ανάπτυξη προγραμμάτων για τον προσδιορισμό υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, υπάρχουν σύγχρονες αναλυτικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται ευρέως για τον προσδιορισμό αυτών, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν οι χρωματογραφικές καθώς έχουν υψηλή απόδοση διαχωρισμού και οι φασματομετρικές τεχνικές που παρέχουν τη δυνατότητα λήψης δομικών πληροφοριών της ένωσης. Η σύζευξη μεταξύ των δύο τεχνικών επιτρέπει να αποκτηθούν τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν και οι δύο: η χρωματογραφία ως μέθοδος διαχωρισμού και η φασματομετρία μάζας ως εργαλείο αναγνώρισης. Διαφορετικές μήτρες μπορούν να αναλυθούν με χρωματογραφία και φασματομετρία μάζας, όπως φαίνεται στον κάτωθι πίνακα (Πίνακας 21).

Πίνακας 21: Αναλυτικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ
GC-SQ/MS	Πεπόνι	35 πολυτάξια φυτοφάρμακα
UHPLC-MS/MS	Μπανάνα	128 πολυκλάση φυτοφάρμακο
LC-MS/MS	Πορτοκάλι	115 πολυκλάση φυτοφάρμακο
LC-MS/MS	Ντομάτα	109 πολυκλάση φυτοφάρμακο
GC-QqQ-MS	Μέλι	160 πολυτάξια φυτοφάρμακα

5.3 ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

- ❖ Δειγματοληψία
- ❖ Επεξεργασία και αποθήκευση
- ❖ Προετοιμασία αναλυτικού δείγματος
- ❖ Επιλογή αναλυτικής μεθόδου
- ❖ Εφαρμογή αναλυτικής μεθόδου
- ❖ Διασφάλιση ποιότητας των αναλυτικών μετρήσεων

5.3.1 Δειγματοληψία

Ως δειγματοληψία ορίζεται η διαδικασία που διενεργείται για τη λήψη και σύσταση ενός δείγματος. Στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η λήψη ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος από την εκάστοτε παρτίδα που προορίζεται για ανάλυση. Με τον όρο παρτίδα νοείται η παραδοτέα ποσότητα τροφίμου, η οποία έχει ομοιόμορφα χαρακτηριστικά (πχ. Προέλευση, συσκευασία, παραγωγός, ποικιλία, κ.ά). Το προς ανάλυση δείγμα πρέπει να λαμβάνεται τυχαία μέσα από ένα πληθυσμό μονάδων, έτσι ώστε η επιλογή του να γίνεται αμερόληπτα και να δίνεται η ευκαιρία σε όλα τα δείγματα να επιλαχούν. Το εργαλείο με το οποίο γίνεται η λήψη του δείγματος μπορεί να είναι μια σέσουλα, μια κουτάλα, ένα τρυπητήρι, ένα μαχαίρι ή κάποια αιχμηρή ράβδος. Ο δειγματολήπτης πρέπει να είναι κάποιο άτομο εξουσιοδοτημένο από τις αρμόδιες αρχές και εκπαιδευμένο στις διαδικασίες αυτές. (Ridgway, Lalljie & Smith, 2007)

5.3.2 Επεξεργασία και αποθήκευση

Το εργαστηριακό δείγμα πρέπει να τοποθετείται μέσα σε περιέκτες που να μην αλληλεπιδρούν με αυτό και να το προστατεύουν από μολύνσεις και φθορές. Ο περιέκτης θα πρέπει να σφραγίζεται αεροστεγώς, να λαμβάνει την κατάλληλη σήμανση με τα στοιχεία του δείγματος και να του επισυνάπτεται το πρωτόκολλο δειγματοληψίας. Έπειτα από την παραλαβή του δείγματος από το εργαστήριο θα πρέπει να αποθηκεύεται σε καταψύκτες θερμοκρασίας από -18°C έως -22°C , καθώς αμβλύνεται στις θερμοκρασίες αυτές η ταχύτητα υποβάθμισης των φυτοπροστατευτικών ουσιών. (Ridgway, Lalljie & Smith, 2007)

5.3.3 Προετοιμασία αναλυτικού δείγματος

Κατά το στάδιο αυτό θα πρέπει η αναλυτική ποσότητα να μην αποτελείται από λίγες μονάδες ή τεμάχια, διότι χρειαζόμαστε αντιπροσωπευτικό δείγμα ώστε να αποφευχθεί η ανάλυση επαρκών επαναληπτικών ποσοτήτων.

Στη συνέχεια, το εργαστηριακό δείγμα λειοτριβείται και αναμιγνύεται καλώς ώστε να ληφθεί από αυτό μια μικρή ποσότητα προς ανάλυση και μία ανάλογου βάρους ποσότητα που θα κρατηθεί ως αντίδειγμα στον καταψύκτη.

Έπειτα πραγματοποιείται εκχύλιση του δείγματος, δηλαδή η διαδικασία με την οποία τα φυτοπροστατευτικά θα διαχωριστούν από τους φυτικούς ιστούς με τα κατάλληλα εκχυλιστικά διαλύματα, τα οποία με τη σειρά τους θα απομακρυνθούν με εξάτμιση. Η επιλογή ενός διαλύτη εκχύλισης γίνεται βάσει των κάτωθι κριτηρίων

- Να μην αντιδρά με τα γεωργικά φάρμακα
- Με βάση την πολικότητα του
- Τη διαλυτότητα των γεωργικών φαρμάκων μέσα σε αυτόν
- Την τοξικότητα
- Την πτητικότητα
- Την καθαρότητα
- Το κόστος

Ακολουθεί ο καθαρισμός του εκχυλίσματος. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται διαχωρισμός των γεωργικών φαρμάκων από τα υπόλοιπα συνεκχυλίσματα που συνυπήρχαν στο προηγούμενο στάδιο. Οι τεχνικές εκχύλισης μπορεί να είναι

- υγρού-υγρού
- στερεού/υγρού
- Με μικροκύματα
- Επιταχυνόμενη εκχύλιση με διαλύτη
- Υπερκρίσιμου σημείου

- ο Στερεάς φάσης

Εν συνεχεία, ακολουθεί η συμπύκνωση, σκοπός της μεθόδου αυτής είναι η μείωση του όγκου, ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση του υπολείμματος. Αυτό επιτυγχάνεται σε περιστροφικό εξατμιστήρα υπό κενό. (Ridgway, Lalljie & Smith, 2007)

5.3.4 Επιλογή αναλυτικής μεθόδου

Η επιλογή της αναλυτικής μεθόδου γίνεται βάσει κάποιων παραγόντων που επηρεάζουν την αξιοπιστία της. Αυτοί είναι οι

- ✓ Ορθότητα (accuracy)
- ✓ Ακρίβεια (precision)
- ✓ Όριο ανίχνευσης (LOD)
- ✓ Όριο προσδιορισμού (LOQ)
- ✓ Ευαισθησία (sensitivity)
- ✓ Εκλεκτικότητα (selectivity)
- ✓ Ειδικότητα (specificity)
- ✓ Ανθεκτικότητα (robustness)

5.3.5 Εφαρμογή αναλυτικής μεθόδου

Όπως προαναφέρθηκε οι μέθοδοι προσδιορισμού των υπολειμμάτων διακρίνονται σε πολυδύναμες ή πολύ-υπολειμματικές και εξειδικευμένες ή μονο-υπολειμματικές. (Ridgway, Lalljie & Smith, 2007)

5.3.6 Διασφάλιση ποιότητας των αναλυτικών μετρήσεων

Κατά τη διαδικασία των μετρήσεων μπορούν να συμβούν ποικίλα λάθη όπως απροσεξία από τον αναλυτή, τα χρησιμοποιούμενα όργανα, η λανθασμένη βαθμονόμηση των οργάνων αυτών, οι συνθήκες του περιβάλλοντος, και χρόνος μεταξύ των μετρήσεων. Για το λόγο αυτό για την αξιοπιστία των δεδομένων θα πρέπει να υπάρχουν αυστηρές προδιαγραφές. Ένας τρόπος είναι η τήρηση των

ορθών εργαστηριακών πρακτικών (Good Laboratory Practices, GLP) και η εφαρμογή εθνικών προτύπων όπως το ISO/ IEC 17025

Κεφάλαιο 6: Σχετική νομοθεσία – αποδεκτά όρια

Στα περισσότερα τρόφιμα ανιχνεύονται υπολείμματα φυτοφαρμάκων, τα οποία πολλές φορές συντελούν στην ανάπτυξη διαφόρων παθήσεων και σοβαρών νόσων στην ανθρώπινη υγεία. Όλοι οι άνθρωποι δεδομένου της συνεχόμενης κατανάλωσης τροφίμων έχουν αυξήσει και την ανάγκη τους για κατανάλωση υγιών και ασφαλών τροφίμων.

Έτσι λοιπόν, με γνώμονα όλες αυτές τις ανησυχίες και τις επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρουν σε υγειονομικό, πολιτικό και οικονομικό επίπεδο, τα κράτη-μέλη ή οι διεθνής οργανισμοί έχουν προβεί στη θέσπιση οδηγιών και κανονισμών για τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων με σκοπό την προστασία των καταναλωτών. Τέτοιο κανονισμοί είναι:

A. Η δόση χωρίς παρατηρήσιμη αρνητική επίπτωση (No Observed Adverse Effect Level – NOAEL)

Το επίπεδο μη παρατήρησης δυσμενών επιπτώσεων (NOAEL) είναι η μεγαλύτερη συγκέντρωση ή ποσότητα μιας ουσίας κατά την οποία δεν εκδηλώνονται ανιχνεύσιμες δυσμενείς επιπτώσεις στον εκτεθειμένο πληθυσμό. Η αξιολόγηση του πραγματοποιείται έπειτα από εφαρμογές σε πειραματόζωα όπως ποντίκια καθώς οι αντιδράσεις τους είναι παρόμοιες με αυτές του ανθρώπινου οργανισμού και οι ενδείξεις των διάφορων παρενεργειών παρουσιάζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το επίπεδο NOAEL μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διαδικασία δημιουργίας σχέσης δόσης-απόκρισης, ένα θεμελιώδες βήμα στις περισσότερες μεθοδολογίες αξιολόγησης κινδύνου.

B. Αποδεκτή ημερήσια δόση (A.D.I.)

Η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη (ADI) ορίζεται ως η μέγιστη ποσότητα μιας χημικής ουσίας που μπορεί να προσλαμβάνεται καθημερινά κατά τη διάρκεια της ζωής χωρίς αξιολογικό κίνδυνο για την υγεία και βασίζεται στην υψηλότερη πρόσληψη που δεν προκαλεί παρατηρήσιμες δυσμενείς επιπτώσεις.

C. Ανώτατα όρια υπολειμμάτων (MRLs)

Ένα μέγιστο όριο υπολειμμάτων (MRL) είναι το υψηλότερο επίπεδο υπολειμμάτων φυτοφαρμάκου που είναι νόμιμα ανεκτό στα τρόφιμα ή τις ζωοτροφές

όταν τα φυτοφάρμακα εφαρμόζονται σωστά σύμφωνα με την Ορθή Γεωργική Πρακτική. Κάθε χώρα έχει θεσπίσει τα δικά της ανώτατα αποδεκτά όρια στα υπολείμματα φυτοφαρμάκων, για το λόγο αυτό η επιτροπή υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων (Codex Committee on Pesticide Residue – CCPR) και το σώμα ειδικών επιστημόνων (Joint meeting for pesticide residues – JMPR) καθόρισε παγκόσμια αποδεκτά MRLs, για τα οποία όμως πολλές χώρες είναι επιφυλακτικές. Η Ελλάδα υιοθετεί μέχρι τώρα τα όρια που έχουν καθιερωθεί από την ΕΕ, όπου για κάθε τάξη γεωργικού προϊόντος υπάρχει και η εκάστοτε οδηγία.

Επιλεγμένα φρούτα και λαχανικά→ την οδηγία 76/895/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 23ης Νοεμβρίου 1976, περί του καθορισμού της μέγιστης περιεκτικότητας για τα κατάλοιπα των φυτοφαρμάκων επί και εντός των οπωροκηπευτικών, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 2000/57/ ΕΚ της Επιτροπής, και ιδίως το άρθρο 6.

Σιτηρά→ την οδηγία 86/362/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 24ης Ιουλίου 1986, που αφορά τον καθορισμό των ανωτάτων περιεκτικότητων για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα σιτηρά, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 2002/42/ΕΚ της Επιτροπής, και ιδίως το άρθρο 8

Προϊόντα ζωικής προέλευσης→ την οδηγία 86/363/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 24ης Ιουλίου 1986, που αφορά τον καθορισμό των ανωτάτων περιεκτικότητων για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων πάνω και μέσα στα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 2002/42/ΕΚ, και ιδίως το άρθρο 8

Όλα τα φρούτα και λαχανικά→ την οδηγία 90/642/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 27ης Νοεμβρίου 1990, που αφορά τον καθορισμό των ανωτάτων περιεκτικότητων για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων επάνω ή μέσα σε ορισμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών, όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 2002/ 42/ΕΚ, και ιδίως το άρθρο 6.

Ακολουθεί κατάλογος με προϊόντα φυτικής και ζωικής προέλευσης ή μέρη αυτών τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως νωπά, μεταποιημένα ή/και σύνθετα τρόφιμα ή ζωοτροφές και πάνω ή μέσα στα οποία ενδέχεται να υπάρχουν κατάλοιπα φυτοφαρμάκων (Πίνακας 22).

Πίνακας 22: Τμήματα των προϊόντων για τα οποία ισχύουν τα ΑΟΚ

Ομάδες για τις οποίες ισχύουν τα ανώτατα όρια καταλοίπων	Παραδείγματα μεμονωμένων προϊόντων εντός των ομάδων για τα οποία ισχύουν τα ΑΟΚ	Τμήματα των προϊόντων για τα οποία ισχύουν τα ΑΟΚ
ΚΑΡΠΟΙ, ΝΩΠΟΙ Ή ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΟΙ ΑΚΡΟΔΡΥΑ		
Εσπεριδοειδή	Γκρέιπ-φρουτ Πορτοκάλια Λεμόνια Πράσινα λεμόνια Μανταρίνια	Ολόκληρο το προϊόν
Είδη καρυδιών (με ή χωρίς κέλυφος)	Αμύγδαλα Καρύδια Βραζιλίας Κάσιους Κάστανα Καρύδες Φουντούκια Μακαντάμια Καρύδια πεκάν Κουκουνάρια Φυστίκια Κοινά καρύδια	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση του κελύφους (εκτός από τα κάστανα)
Μηλοειδή	Μήλα Αχλάδια Κυδώνια Μούσμουλα	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών
Πυρηνόκαρπα	Βερίκοκα Κεράσια Ροδάκινα Δαμάσκηνα	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών
Μούρα και μικροί καρποί	Επιτραπέζια και οινοποιήσιμα σταφύλια Φράουλες Καρποί βάλτου Άλλα μικρά φρούτα και	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στεφανών και των στελεχών, εκτός από τα φραγκοστάφυλα: καρποί με στέλεχος

	απύρρηνοι καρποί Φραγκοστά- φυλα	
Διάφοροι καρποί	Χουρμάδες Σύκα Κουμκουάτ Λωτός Ακτινίδια Λίτσι Αβοκάντο Μπανάνες Ρόδι Ανανάδες	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών ή της στεφάνης (ανανάδες)
ΛΑΧΑΝΙΚΑ, ΝΩΠΑ Ή ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΑ		
Ριζωματώδη και κονδυλώδη λαχανικά	Πατάτες Γλυκοπατάτες Καρότα Ραπάνια Παστινάκη Γογγύλια	Ολόκληρο το προϊόν μετά την αφαίρεση των κορυφών (εάν υπάρχουν) και του προσκολλώμενου χώματος με ξέπλυμα ή βούρτσισμα
Βολβώδη λαχανικά	Σκόρδα Κρεμμύδια Ασκαλώνια Φρέσκα κρεμμύδια	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση του εύκολα αποκολλούμενου φλοιού και του χώματος (όταν είναι ξηρό) ή των ριζών και του χώματος (όταν είναι νωπό)
Καρποφόρα λαχανικά	Ντομάτες Πιπεριές Μελιτζάνες Μπάμιες Αγγούρια Κολοκυθάκια Αγγουράκια Γλυκό καλαμπόκι	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών (στην περίπτωση του γλυκού καλαμποκιού χωρίς τον φλοιό του)
Κράμβες	Μπρόκολα Κουνουπίδια Λαχανάκια Βρυξελλών Λάχανο Κινέζικα λάχανα Μη κεφαλωτές κράμβες	Ολόκληρο το προϊόν με τα την αφαίρεση των κορυφών και του χώματος που προσκολλάται (αν υπάρχει) καθώς και την αφαίρεση των μαραμένων φύλλων (το χώμα αφαιρείται ξεπλένοντας με καθαρό νερό ή βουρτσίζοντας ελαφρά το ξερό προϊόν)






Φυλλώδη λαχανικά και αρωματικά φυτά	Μαρούλια Κάρδαμο Σινάπι Σπανάκι Γλυστρίδα Αμπελόφυλλα Ραδίκι Αρωματικά φυτά	Ολόκληρο το προϊόν μετά την αφαίρεση των ριζών, των σάπιων εξωτερικών φύλλων και του χύματος (εάν υπάρχουν)
Ψυχανθή (νωπά)	Φασόλια (με ή χωρίς λοβό) Μπιζέλια (με ή χωρίς λοβό) Φακές	Ολόκληρο το προϊόν
Λαχανικά με στέλεχος (νωπά)	Σπαράγγια Άγριες αγκινάρες Σέλινο Μάραθο Αγγινάρες Πράσα Ραβέντι Φύτρα μπαμπού Καρδιές φοινίκων	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των σάπιων ιστών, του χύματος και των ριζών. Αγγινάρες : Ολόκληρη η κεφαλή, συμπεριλαμβανομένης της βάσης. Ραβέντι: Στελέχη ύστερα από την αφαίρεση των ριζών και των φύλλων
Μανιτάρια	Καλλιεργημένα Άγρια	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση του χύματος ή του καλλιεργητικού υποστρώματος
Φύκια		Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των σάπιων φύλλων
ΟΣΠΡΙΑ, ΞΗΡΑ		
Όσπρια	Φασόλια Φακές Μπιζέλια Λούπινα	Ολόκληρο το προϊόν
ΕΛΑΙΟΥΧΟΙ ΣΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΚΑΡΠΟΙ		
Ελαιούχοι σπόροι	Λιναρόσπορος Αραχίδες Σπόροι σουσαμιού Σπόροι παπαρούνας Σόγια Κανναβόσπορος	Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση του κελύφους, του πυρήνα και του φλοιού όταν είναι δυνατόν

Ελαιούχοι καρποί	Ελιές για παραγωγή ελαίου Πυρήνες και καρποί ελαιούχων φοινίκων Καπόκ	Ολόκληροι οι καρποί ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών (εάν υπάρχουν) και του χύματος (εάν υπάρχει)
ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ		
Δημητριακά	Κριθάρι Μαύρο σιτάρι Καλαμπόκι Κεχρί Βρώμη Ρύζι Σίκαλη Σόργο Σίτο	Ολόκληρο το προϊόν
ΤΣΑΪ, ΚΑΦΕΣ, ΑΦΕΨΗΜΑΤΑ ΒΟΤΑΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΚΑΟ		
Τσάι		Ολόκληρο το προϊόν
Κόκκοι καφέ		Μόνον οι κόκκοι
Αφεψήματα βοτάνων	Άνθη χαμομηλιού Άνθη ιβίσκου Ροδοπέταλα Άνθη γιασεμιού Τίλιο Φύλλα φράουλας Ματέ Ρίζα βαλεριάνας	Ολόκληρα τα άνθη και τα φύλλα ύστερα από την αφαίρεση των μίσχων, των ριζών και των σάπιων φύλλων και μετά την αφαίρεση των κορυφών και του προσκολλώμενου χύματος με ξέπλυμα ή βούρτσισμα
Κακάο		Κόκκοι ύστερα από την αφαίρεση των κελυφών
Χαρούπια		Ολόκληρο το προϊόν ύστερα από την αφαίρεση των στελεχών ή της στεφάνης
ΛΥΚΙΣΚΟΙ		
Λυκίσκοι		Ολόκληρο το προϊόν
ΜΠΑΧΑΡΙΚΑ		
Σπόροι	Γλυκάνισο Μαυροκούκκι Σπόροι σέλινου Άνηθος Μοσχοκάρυδο	Ολόκληρο το προϊόν

Καρποί και μικροί απύρηντοι καρποί	Μπαχάρι Κύμινο Πιπέρι Σετσουάν Καρποί βανίλιας	Ολόκληρο το προϊόν
Φλοιός	Κανέλλα	Ολόκληρο το προϊόν
Ρίζες ή ριζώματα	Γλυκόριζα Πιπερόριζα Κουρκουμάς Αγριοραπάνια	Ολόκληρο το προϊόν
Οφθαλμοί ανθέων	Γαρύφαλλα Κάπαρη	Ολόκληρο το προϊόν
Στίγμα ανθέων	Κρόκος ζαφορά	Ολόκληρο το προϊόν
Επίσπερμο	Περιβλήμστα μοσχοκάρυ- δων	Ολόκληρο το προϊόν
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΑΧΑΡΗΣ		
ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΑΧΑΡΗΣ	Ζαχαρότευτλα Ζαχαροκάλαμα Ρίζες κичωρίου	Ολόκληρο το προϊόν μετά την αφαίρεση των κορυφών και του προσκολλώμενου χύματος με ξέπλυμα ή βούρτσισμα και των σάπιων ιστών, του χύματος και των ριζών
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ-ΧΕΡΣΑΙΑ ΖΩΑ		
Κρέας, παρασκευάσματα κρεάτων, εντόσθια, αίμα, ζωικά λίπη νωπά, σε απλή ψύξη ή κατεψυγμένα, σε άλμη, αποξηραμένα ή καπνιστά ή μεταποιημένα ως κρεατάλευρο· άλλα μεταποιημένα προϊόντα όπως λουκάνικα και διατροφικά παρασκευάσματα που βασίζονται σε αυτά	Χοίροι Βοειδή Πρόβατα Αίγες Άλογα Πουλερικά Εκτρεφόμενα ζώα	Ολόκληρο το προϊόν ή μόνον το κλάσμα λίπους
Γάλα και κρέμα γάλακτος, μη συμπυκνωμένα, χωρίς προσθήκη ζάχαρης ή άλλης γλυκαντικής ουσίας, βούτυρο και άλλες λιπαρές ουσίες που προέρχονται από το γάλα, τυρί και πηγμένο γάλα για τυρί	Βοειδή Πρόβατα Αίγες Άλογα	Ολόκληρο το προϊόν ή μόνον το κλάσμα λίπους

<p>Αυγά πτηνών, νωπά, διατηρημένα ή βρασμένα· αυγά με το τσόφλι και κρόκοι αυγών, νωπά, αποξηραμένα βρασμένα στον ατμό ή σε νερό, μορφοποιημένα, κατεψυγμένα ή αλλιώς διατηρημένα, με ή χωρίς προσθήκη ζάχαρης ή άλλης γλυκαντικής ουσίας</p>	<p>Κοτόπουλα Πάπιες Χήνες Ορτύκια</p>	<p>Ολόκληρο το προϊόν ή μόνον το κλάσμα λίπους</p>
---	---	--

Άλλες σχετικές νομοθεσίες είναι οι κάτωθι:

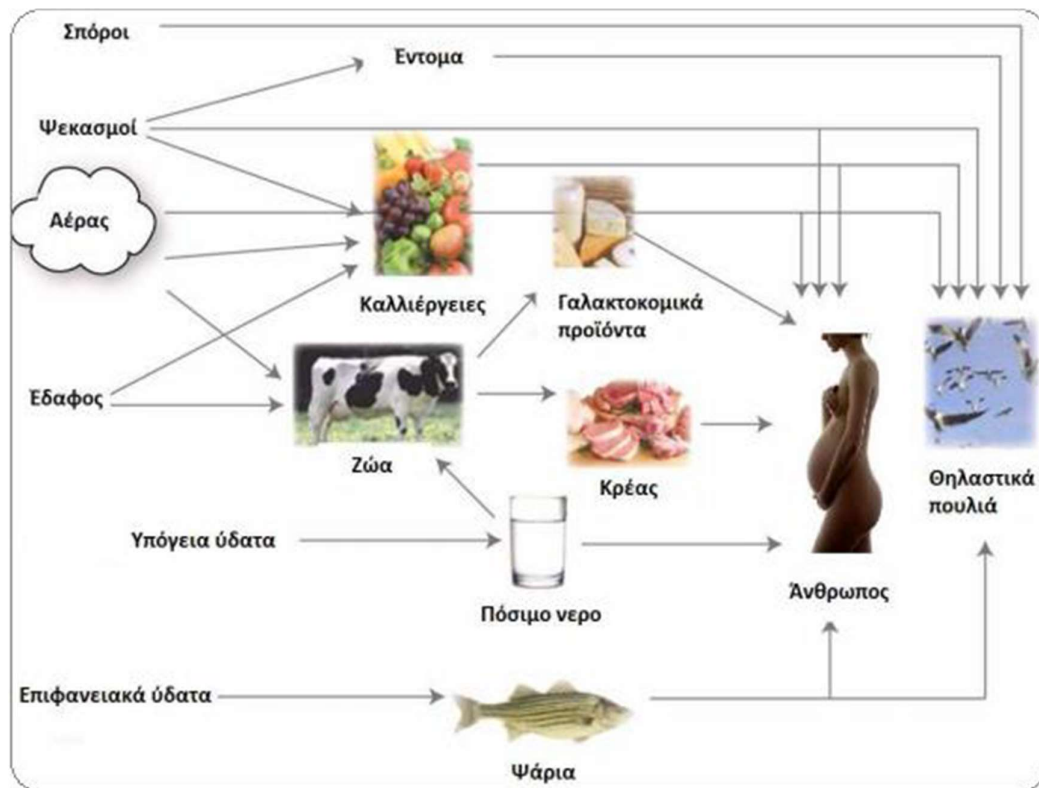
-  Κανονισμός 396/2005/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Φεβρουαρίου 2005 για τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα και τις ζωτροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης και για την τροποποίηση της οδηγίας 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου
-  Κανονισμός (ΕΚ) 299/2008 για τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 396/2005 για τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων μέσα ή πάνω στα τρόφιμα και τις ζωτροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης, όσον αφορά τις εκτελεστικές αρμοδιότητες που ανατίθενται στην Επιτροπή
-  Οδηγία 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με τη διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων
-  Οδηγία 79/117/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί απαγορεύσεως της θέσεως σε κυκλοφορία και της χρησιμοποίησεως φυτοφαρμακευτικών προϊόντων που περιέχουν ορισμένες δραστικές ουσίες
-  Οδηγία 2002/63/ΕΚ της Επιτροπής, για την καθιέρωση κοινοτικών μεθόδων δειγματοληψίας για τον επίσημο έλεγχο των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω σε προϊόντα φυτικής και ζωικής προέλευσης και την κατάργηση της οδηγίας 79/700/ΕΟΚ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Επίπεδα κινδύνου στην υγεία του ανθρώπινου οργανισμού

Κάθε χημική ουσία μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα σε έναν οργανισμό. Με το όρο τοξικότητα εννοούμε την ενδογενή ικανότητα μιας ουσίας να προκαλέσει βλάβη της υγείας ή ακόμη και θάνατο όταν έρθει σε επαφή με έναν οργανισμό. Οι περισσότερες χημικές ουσίες δεν προκαλούν τον ίδιο βαθμό τοξικότητας σε όλα τα όργανα. Τα φυτοφάρμακα μπορούν να εμφανίσουν οξεία αλλά και χρόνια τοξικότητα. Στην οξεία τοξικότητα τα συμπτώματα εμφανίζονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα μετά την επαφή με μια ποσότητα του φαρμάκου. Η σοβαρότητα των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την εγγενή τοξικότητα της ουσίας και από την μέθοδο εφαρμογής. Έτσι μικρές ποσότητες μιας ουσίας είναι περισσότερο τοξικές από μεγαλύτερες ποσότητες άλλης ουσίας και μια ουσία μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο τοξική ανάλογα με τον τρόπο εισόδου στον οργανισμό. Η τιμή LD50 η οποία είναι η ποσότητα της ουσίας η οποία θανατώνει το μισό πληθυσμό μιας τυχαίας επιλεγμένης ομάδας ενός είδους ζώου όταν εφαρμόζεται με συγκεκριμένο τρόπο υπό καθορισμένες πειραματικές συνθήκες, είναι αυτή που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της οξείας τοξικότητας. Εκφράζεται σε mg/Kg βάρους σώματος του πειραματόζωου. Λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα, δηλαδή, όσο μικρότερη είναι η τιμή LD50 μιας ουσίας τόσο περισσότερο τοξική είναι. Απεναντίας, η χρόνια τοξικότητα εκδηλώνεται όταν ένας οργανισμός εκτίθεται επανειλημμένα σε πολύ μικρές, μη θανατηφόρες δόσεις μιας ουσίας, αλλά ικανής να βλάψει. Και στις δύο περιπτώσεις τοξικότητας, οξείας και χρόνιας, οι συνέπειες που προκαλούνται στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύ σοβαρές όπως λευχαιμία, καρκίνος, νευρολογικές διαταραχές, ορμονικές διαταραχές, κ.ά. (Yadav & Devi, 2017)

Η ανθρώπινη υγεία επηρεάζεται άμεσα από το βαθμό έκθεσης ενός ατόμου σε φυτοφάρμακα, τα οποία επιφέρουν αρνητικές συνέπειες. Αυτό μπορεί να συμβαίνει διότι γίνεται μη ορθολογική (π.χ. συγκομιδή νωρίτερα από την ημερομηνία που αναφέρεται) και υπερβολική χρήση τους (παραπάνω δοσολογία από αυτή που πρέπει) βάση των οδηγιών που ορίζονται. Πιο συγκεκριμένα, οι παραγωγοί στην προσπάθειά τους να παράγουν αρίστης ποιότητας προϊόντα με την καλύτερη τιμή και το μεγαλύτερο κέρδος, χρησιμοποιούν τόσο για λίπανση των φυτών όσο και για

την καταπολέμηση διαφόρων επιβλαβών ξενιστών, ανεξέλεγκτες ποσότητες φυτοφαρμάκων. Ως εκ τούτου η αλόγιστη αυτή χρήση τους μπορεί να παρέχει θετικά αποτελέσματα στην παραγωγή, επιφέρει όμως και αρνητικά αποτελέσματα τόσο στην υγεία των χρηστών τους με άμεση προσβολή όσο και στους καταναλωτές μέσω της τροφικής αλυσίδας με έμμεση προσβολή. (Boedeker, Wolfgang, et al, 2020)



Εικόνα 4: Διάγραμμα των οδών έκθεσης στα φυτοφάρμακα. Πηγή:

https://www.researchgate.net/figure/Routes-of-exposure-to-pesticides-13_fig3_342978501

Η περίπτωση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, της έμμεσης προσβολής πραγματοποιείται μέσω της κατανάλωσης διαφόρων προϊόντων που περιέχουν υπολείμματα τα οποία μέσω της τροφικής αλυσίδας καταλήγουν στον άνθρωπο (Εικόνα 4). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), ετησίως δηλητηριάζονται περίπου 1-1,5 εκατομμύρια άνθρωποι εκ των οποίων οι 20.000 οδηγούνται σε θάνατο. (WHO, 2022)

Τέτοια παραδείγματα αποτελούν η ρύπανση του νερού άρδευσης, το οποίο οδηγεί σε μόλυνση των υδάτων και κατ' επέκταση της υδρόβιας ζωής καταλήγοντας στον άνθρωπο που θα καταναλώσει μέρος αυτής, ή ακόμη και μόλυνση των πηγών

από τις οποίες αντλείται το πόσιμο νερό. Στην Ελλάδα η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού με υπολείμματα φυτοφαρμάκων ορίζεται σε ποσοστό 0,1 μg/lit ανά δραστικό στοιχείο και 0,5 μg/lit για το σύνολο αυτών.

Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί η κατανάλωση τροφών που περιέχουν υπολείμματα οργανοχλωριωμένων κυρίως φυτοφαρμάκων. Δεδομένου ότι οι συμπεριφοριολογικές αντιδράσεις των πειραματόζων ποντικών συνάδουν με αυτές των ανθρώπων, δημιουργείται έντονος προβληματισμός γύρω από το γεγονός ότι οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα όπως το aldrin, το dieldrin, το chlordane και το heptachlor, τα οποία συγκεντρώνονται στον λιπώδη ιστό ζώων και ανθρώπων, προκαλούν καρκίνο του μαστού στα ποντίκια. Ουσίες όπως το DDT και οι μεταβολίτες του έχουν προκαλέσει σε αρκετές περιπτώσεις καρκίνο στο συκώτι, στους πνεύμονες, και σε άλλα όργανα. Σε δόσεις 2 ppm στη διατροφή ποντικών και αρουραίων εμφανίστηκαν λεμφώματα και αδενώματα στους πνεύμονες και λευχαιμία. Ακόμη, υπάρχουν περιπτώσεις μεταλλαξιογόνων ιδιοτήτων και οιστρογονικών επιδράσεων. Οργανοχλωριωμένοι όπως το α-BHC έχει αποδειχθεί καρκινογόνο σε δόσεις στη διατροφή μέχρι 10 ppm τουλάχιστον, προκαλώντας σημαντική αύξηση στα καρκινώματα στο συκώτι ποντικών και στο συκώτι και στο θυροειδή αρουραίων καθώς επίσης και λεμφωσαρκώματα. Επίσης το BHC φαίνεται να ευθύνεται για την ανάπτυξη συμπτωμάτων πορφυρίασης σε ανθρώπους. Σε έρευνες που έχουν γίνει το BHC και το Lindane έχουν ενοχοποιηθεί για περιπτώσεις αναιμίας και λευχαιμίας σε ανθρώπους (Westin, 1993 - Epstein, 1994 - Burton and Bennett 1987)

7.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΞΕΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Τα οργανοφωσφορικά φυτοφάρμακα είναι κατά κύριο λόγο τοξικά. Η δράση τους είναι στο νευρικό σύστημα όπου αδρανοποιούν το ένζυμο της χολινεστεράσης. Η συμπτωματολογία τους σε περιπτώσεις δηλητηρίασης είναι ναυτίες, διάρροιες, ζάλη, ίλιγγοι, σιελόρροια, κεφαλαλγίες, πρόβλημα στην όραση (θόλωμα) τάσεις αδυναμίας, τραύλισμα, διανοητική σύγχυση, δυσκολία στην αναπνοή, σπασμοί, ακράτεια, κώμα και θάνατος. Σαν αντίδοτο προτείνεται η θειική ατροπίνη.

Τα καρβαμιδικά φυτοφάρμακα που είναι επίσης τοξικά, χαρακτηρίζονται από ταχύτερη δράση συγκριτικά με τα οργανοφωσφορικά. Ωστόσο, ο τρόπος δράσης τους είναι πανομοιότυπος στο νευρικό σύστημα. Σαν συμπτώματα εμφανίζονται σε πρώτο στάδιο κεφαλαλγία, αδυναμία, ναυτία, συνεχίζει με θόλωμα της όρασης, σιελόρροια, διάρροια, εμετό. Σαν αντίδοτο δίνεται και σε αυτή την περίπτωση η θειική ατροπίνη και όχι 2-PAM.

Στα διθειοκαρβαμιδικά φυτοφάρμακα, τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλή τοξικότητα, τα συμπτώματα είναι ερεθισμός των βλεννογόνων του ανωτέρου αναπνευστικού συστήματος, δηλαδή βρογχίτιδα, φαρυγγίτιδα, ρινίτιδα, επίσης, επιπεφυκίτιδα, διάρροια, δερματίτιδα.

Τα χαλκούχα φυτοφάρμακα συγκαταλέγονται και επίσης στα χαμηλής τοξικότητας τα οποία σε περιπτώσεις κατάποσης θα προκαλέσουν διάρροιες, κοιλιακό άλγος, κεφαλαλγία, εφίδρωση.

Μυκητοκτόνα φυτοφάρμακα όπως τα φθαλιμιδικά, βενζιμιδαζόλες, καρβοξιμίδια και ζιζανιοκτόνα παρουσιάζουν επίσης χαμηλή τοξικότητα.

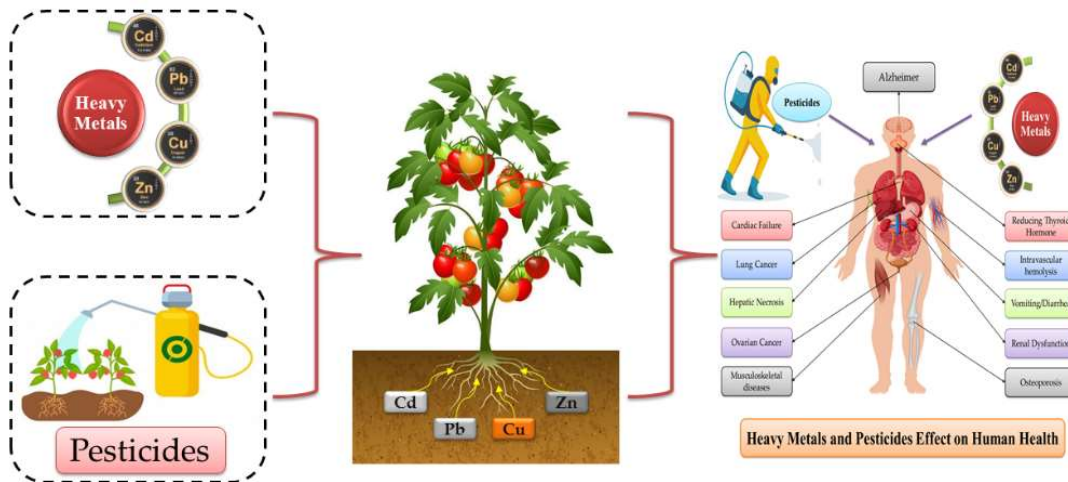
Ο χρόνος διάρκειας εμφάνισης όλων αυτών των συμπτωμάτων είναι λίγα λεπτά έως λίγες ώρες μετά την έκθεση στο φυτοφάρμακο και μάλιστα κάποια θεωρούνται και δοσοεξαρτώμενα. Το γεγονός αυτό, σημαίνει ότι η ένταση των συμπτωμάτων μπορεί να συσχετιστεί με την ποσότητα του φαρμάκου που εισήλθε απότομα στον οργανισμό. Τα αποτελέσματα της οξείας τοξικότητας εκτός από άμεσα είναι και αναστρέψιμα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Ένας άλλος συνυπολογίσιμος παράγοντας για την αξιολόγηση της τοξικότητας θεωρείται η βαρύτητα και ο βαθμός έντασης των συμπτωμάτων που εμφανίζει ένας ανθρώπινος οργανισμός. Έτσι λοιπόν, μία δηλητηρίαση μπορεί να θεωρηθεί ήπια (mild), μέτρια (moderate) ή σοβαρή (serious) όπως φαίνεται στον κάτωθι πίνακα (Πίνακας 23). (Yadav & Devi, 2017 - Alengebawy, Ahmed, et al, 2021 - Damalas & Koutroubas, 2016 – Ahuja, 2009 – Taskinen, Lindbohm & Sallmén, 2011 - Reeves, William R., et al, 2019 - Zhang, An-An, et al, 2022 - Hood, Robert B., et al, 2022 - Saba, A., & Messina, F, 2003)

Πίνακας 23: Επίπεδα δηλητηρίασης σε ήπια (mild), μέτρια (moderate) ή σοβαρή (serious)

Ήπια δηλητηρίαση	Μέτρια Δηλητηρίαση	Οξεία Δηλητηρίαση
	Όλα τα συμπτώματα της ήπιας συν τα παρακάτω	Όλα τα συμπτώματα της ήπιας συν τα παρακάτω
Ενόχληση σε μύτη, λαιμό, μάτια ή δέρμα	Εμετός	Δυσκολία αναπνοής
Πονοκέφαλος	Βήχας	Φλέγματα και βλέννες
Ζαλάδα	Υπερβολική σιελόρροια	Χημικά εγκαύματα στο δέρμα
	Αίσθημα συστολής στο λαιμό και στο στήθος	Μείωση των αντανακλαστικών
Απώλεια όρεξης	Κοιλιακές κράμπες	Ανεξέλεγκτες μυϊκές συσπάσεις
Δίψα	όλωμα της όρασης	Αναισθησία
Διάρροια	Αυξημένοι παλμοί	Θάνατος
Εφίδρωση	Υπερβολική εφίδρωση	
Ναυτία	Βαθιά αδυναμία	
Ανησυχία	Τρέμουλο	
Νευρική κατάσταση	Μυϊκός ασυντονισμός	
Εναλλαγή διάθεσης	Ψυχική σύγχυση	
Αυπνία		

Στην χρόνια τοξικότητα μπορούν να προκληθούν σοβαρά προβλήματα και βλάβες στον οργανισμό. Θεωρείται φοβερά επικίνδυνη λόγω του ότι τα αποτελέσματα της είναι μη αναστρέψιμα. Παρακάτω δίνεται μία εικόνα (Εικόνα 5) που αναπαριστά τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να προσβληθεί ο ανθρώπινος οργανισμός από την χρήση φυτοφαρμάκων, καθώς κι ένας πίνακας (Πίνακας 24) με τις περιοχές που μπορεί να προσβάλει καθώς και τα προβλήματα που δημιουργεί. (Yadav & Devi, 2017 - Alengebawy, Ahmed, et al, 2021 - Damalas & Koutroubas, 2016 - Ahuja, 2009 - Taskinen, Lindbohm & Sallmén, 2011 - Reeves, William R., et al, 2019 - Zhang, An-An, et al, 2022 - Hood, Robert B., et al, 2022)



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής από την πρωταρχική χρήση των φυτοφαρμάκων έως τον τελικό δέκτη τον ανθρώπινο οργανισμό. Πηγή: *Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications*

Πίνακας 24: Προβλήματα χρόνια τοξικότητας στον ανθρώπινο οργανισμό

Περιοχή	Νόσος/ Ασθένειες
Σύστημα των ενδοκρινών αδένων	Διαβήτης
Αναπαραγωγικό σύστημα	Διαταραχές του καταμήνιου κύκλου στις γυναίκες, μειωμένη γονιμότητα, αποβολές εγκυμοσύνης, πρόωροι τοκετοί, θνησιγένεια
Νευρικό σύστημα	Parkinson, Alzheimer, διαταραχές μνήμης, κατάθλιψη, πλάγια μυατροφική σκλήρυνση, νευροεκφυλιστικές παθήσεις
Ανοσοποιητικό σύστημα	Αυτοάνοσα όπως λεμφώματα, συστηματικός ερυθηματώδης λύκος, ρευματοειδής αρθρίτιδα

Αναπνευστικό σύστημα	Άσθμα, καρκίνος των πνευμόνων, αποφρακτική πνευμονοπάθεια, σαρκοείδωση, αλλεργική ρινίτιδα
Λειτουργία του ήπατος, των νεφρών, της καρδιάς	Καρκίνο του ήπατος, νεφρική νόσο
Ιστοί και όργανα του σώματος	Καρκινογενέσεις

7.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΙΩΝΟΥΝ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΡΟΦΙΜΟΥ

Το ποσοστό των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες αποθήκευσης, διαχείρισης και επεξεργασίας αυτών από τη στιγμή της συγκομιδής τους έως τον τελικό καταναλωτή, τον άνθρωπο. Για τους λόγους αυτούς έχει παρατηρηθεί ότι τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων διαφέρουν μεταξύ επεξεργασμένων τροφίμων και ακατέργαστων. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (European Food Safety Authority, EFSA) το 2018 ανέφερε ότι σε μελέτη που διεξήχθη το 2016, τα μη επεξεργασμένα τρόφιμα είχαν περισσότερα ανιχνεύσιμα υπολείμματα φυτοφαρμάκων με ποσοστό 47,9% συγκριτικά με τα επεξεργασμένα που είχαν 33,4%. Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι και οι υπερβάσεις των ΑΟΚ ήταν υψηλότερες με ποσοστά 3,9% και 2,8% αντίστοιχα.

7.2.1 Πλύσιμο

Κατά το πλύσιμο συνήθως τέσσερις είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης των φυτοφαρμάκων

- η τοποθεσία του φυτοφαρμάκου,
- ο χρόνος παραμονής τους,
- η υδατοδιαλυτότητα τους και
- η θερμοκρασία πλύσης.

Πιο αναλυτικά, τα υπολείμματα που εντοπίζονται στην επιφάνεια του προϊόντος είναι πιο εύκολο να απομακρυνθούν με μια απλή πλύση συγκριτικά με αυτά που βρίσκονται στους ιστούς. Η διάρκεια που παραμένει το φυτοφάρμακο επάνω στο προϊόν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο καθώς έρευνες δείχνουν ότι δρα αντιστρόφως ανάλογα σε αποτελεσματικότητα όσον αφορά την αφαίρεσή τους. Όσο περισσότερο παραμένει το φυτοφάρμακο επάνω στο προϊόν, τόσο πιο δύσκολα θα απομακρυνθεί με μια απλή πλύση, καθώς έχει την τάση να εισχωρεί σε βαθύτερα στρώματα. Επίσης η υδατοδιαλυτότητα τους επηρεάζει τον βαθμό δυσκολίας αφαίρεσής τους, αφού τα πολικά, υδατοδιαλυτά φυτοφάρμακα αφαιρούνται ευκολότερα. Τέλος η πλύση τους με ζεστό νερό και το ζεμάτισμα τείνουν να έχουν καλύτερα αποτελέσματα από την πλύση με κρύο ή χλιαρό νερό, όπως επίσης και η χρήση απορρυπαντικού επιδρά θετικά. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.2 Χυμοποίηση

Διαφορά στα υπολείμματα εντοπίζεται στην περίπτωση που στο φρούτο έχει αποσπαστεί ο πυρήνας και έχει αποφλοιωθεί συγκριτικά με την περίπτωση που έχει χυμοποιηθεί αυτούσιο. Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζονται λιγότερα υπολείμματα σε σχέση με τη δεύτερη περίπτωση. Στις βιομηχανίες είναι πιο σύνηθες η χυμοποίηση ολόκληρου του φρούτου. Επομένως η χρήση της φλούδας επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το τελικό ποσοστό υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων που θα ανιχνευθεί στο τρόφιμο. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.3 Αποφλοιώση

Δεδομένου ότι η κίνηση των φυτοφαρμάκων συνήθως περιορίζεται στις εξωτερικές επιφάνειες, με την αποφλοιώση επιτυγχάνεται επιτυχής πλήρης απομάκρυνση των φυτοφαρμάκων. Τέτοια φρούτα μπορεί να είναι μπανάνες, αβοκάντο, ανανάς κλπ. Σημαντικά αυξημένα επίπεδα φυτοφαρμάκων συναντώνται σε ζωοτροφές ή αιθέρια έλαια, αφού για την παραγωγή τους αξιοποιούνται τα δέρματα από εμπορικές εργασίες αποφλοιώσης. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.4 Θερμική επεξεργασία

Στο στάδιο αυτό είναι ποικίλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα των επιπέδων των υπολειμμάτων. Δηλαδή, ο χρόνος, η θερμοκρασία, ο βαθμός απώλειας υγρασίας και αν πρόκειται για κλειστό ή ανοιχτό σύστημα είναι οι σημαντικότεροι. Αυτό συμβαίνει διότι, μείωση της συγκέντρωσης του φυτοφαρμάκου πραγματοποιείται κατά την εξάτμιση ή τη θερμική αποικοδόμηση των υπολειμμάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Rahimi et al., οι οποίοι διαπίστωσαν ότι τα σταφύλια κατά την ξήρανση τους στον ήλιο και στον φούρνο είχαν μεγαλύτερη και μικρότερη αντίστοιχα αποικοδόμηση φυτοφαρμάκων. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στην φωτοαποδόμηση, την υδρόλυση και την ηλιακή ακτινοβολία. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.5 Κονσερβοποίηση

Η κονσερβοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ένα συνδυαστικό στάδιο καθώς περιλαμβάνει διάφορες επεξεργασίες όπως πλύσιμο, αποφλοιώση, ζεμάτισμα, χυμοποίηση. Η ποσότητα των φυτοφαρμάκων στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα, κυρίως φρούτα και λαχανικά, ποικίλει ανάλογα με το είδος. Κάποιες καλλιέργειες ψεκάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με άλλες από τους αγρότες. Υπάρχουν επίσης τρόφιμα που λόγω των μικρών σχισμών τους είναι πιο εύκολο να διεισδύσουν εκεί τα φυτοφάρμακα (π.χ. φράουλες) και πιο δύσκολο να απομακρυνθούν με ένα απλό πλύσιμο. Γι' αυτό το λόγο υπάρχουν διαδικασίες εντατικότερης και εντονότερης πλύσης (π.χ. σε συνδυασμό με ανάδευση) με σκοπό την απομάκρυνση όσο το δυνατόν περισσότερων φυτοφαρμάκων προτού κονσερβοποιηθούν. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.6 Τεμαχισμός-Τρίψιμο

Με τον τεμαχισμό, το ανακάτεμα και τις σχετικές λειτουργίες, αυξάνονται τα επίπεδα των αποικοδομητικών διεργασιών λόγω της απελευθέρωσης των οξέων και των ενζύμων. Για παράδειγμα, η ψιλή κοπή δειγμάτων καλλιέργειών οδηγεί σε ταχεία αποικοδόμηση των υπολειμμάτων μυκητοκτόνων EBDC. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.7 Άλεση και επεξεργασία κόκκων

Τα περισσότερα υπολείμματα βρίσκονται στα εξωτερικά τμήματα του κόκκου. Οι κόκκοι συνήθως περιέχουν υπολείμματα από προστατευτικά φυτοφάρμακα, παρόλα αυτά το αλεύρι δεν εμφανίζει σημαντικά υψηλά επίπεδα. Μέσα από τη διαδικασία της άλεσης απομακρύνονται εκτός από ακαθαρσίες και περιττά για το τελικό προϊόν ουσίες, και ορισμένα υπολείμματα προστασίας. Εν συνεχεία, στην απομάκρυνση των υπολειμμάτων συντελούν και άλλες διαδικασίες όπως αυτή του καθαρισμού και του μαγειρέματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παρασκευή του ψωμιού, κατά την οποία σημειώνονται δύο βασικά βήματα, η ζύμωση της μαγιάς και η έκθεση του υποστρώματος σε υψηλή θερμοκρασία για το τελικό ψήσιμο. Και οι δύο παράγοντες συμβάλλουν στην αποικοδόμηση των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.8 Έλαια και ελαιόκαρποι

Στους ελαιούχους σπόρους η ανίχνευση υπολειμμάτων είναι σπάνια έως μηδαμινή. Απεναντίας, σε μετά συλλεκτικές δραστηριότητες, όπως αντιπαρασιτικούς χειρισμούς κατά την αποθήκευση, συναντάται υψηλότερη ανιχνευσιμότητα υπολειμμάτων στα έλαια. Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι πιθανή η κατακράτηση λιπόφιλων φυτοφαρμάκων σε έλαιο ή λίπος, επομένως κατά τη συμπίεση ή εκχύλιση με διαλύτη των καρπών για παραγωγή ελαίου είναι πιθανή και η συμπύκνωση λιπόφιλων υπολειμμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι το διμεθοϊκό αναπτύχθηκε με μοναδικό σκοπό να μην παραμένουν υπολείμματα στο ελαιόλαδο. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

7.2.9 Αλκοολούχα ποτά

Για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών όπως η μπύρα χρησιμοποιείται το κριθάρι ή ο λυκίσκος, όπου και τα δύο περιέχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Ωστόσο, στο τελικό προϊόν δεν ανιχνεύονται υπολείμματα και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη βυνοποίηση διενεργούνται επεξεργασίες όπως υψηλή αραίωση με νερό και φιλτράρισμα. Για παράδειγμα, στη βυνοποίηση κριθαριού έχουμε 80% απώλεια υπολειμμάτων. Άλλες περιπτώσεις αλκοολούχων ποτών όπως αυτή του

κρασιού, συναντώνται υπολείμματα στα σταφύλια μετά την συγκομιδή τους τα οποία μεταφέρονται στο μούστο, όπου και παραμένουν. Κάποιες δραστικές ουσίες, όπως τα Dimethoate και Pyrimethanil, μεταφέρονται σε υψηλά ποσοστά από τα σταφύλια στο κρασί. Γενικότερα, τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα σε αμπέλια είναι τα οργανοφωσφορικά. (Holland et al, 1994 - Keikotlhaile, Spanoghe & Steurbaut, 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συμπεράσματα και συζήτηση

Μέσω της ανασκόπησης αυτής διαπιστώθηκε ότι τα φυτοφάρμακα είναι χημικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται με σκοπό την προστασία των καλλιεργειών από έντομα, ζιζάνια και διάφορες άλλες μολύνσεις. Η χρήση τους γίνεται συνήθως σε φρούτα, λαχανικά, σιτάρι, ρύζι, ελιές, κλπ. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται όξυνση στη χρήση των φυτοφαρμάκων λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της ανάγκης των ανθρώπων για τροφή. Απόρροια της ανάπτυξης αυτής είναι η αύξηση της παραγωγής τροφίμων και αυτό συνδέεται στενά με την αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.

Ωστόσο, η αλόγιστη χρήση τους οδηγεί σε ανίχνευση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε προϊόντα φυτικής και ζωικής προέλευσης και στο νερό. Ορισμένα φυτοφάρμακα, ενώ παραμένουν στο περιβάλλον (έδαφος, αέρα) ή φτάνουν στο υδάτινο περιβάλλον, παρουσιάζουν κινδύνους για τα ζωικά είδη λόγω της τοξικότητάς τους και της πιθανότητας βιοσυσσώρευσης κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας.

Η οξεία τοξικότητα ενός φυτοφαρμάκου αναφέρεται στην ικανότητα της χημικής ουσίας να προκαλεί τραυματισμό σε ένα άτομο ή ζώο από μία μόνο έκθεση, γενικά μικρής διάρκειας. Οι βλαβερές συνέπειες που προκύπτουν από μεμονωμένη έκθεση από οποιαδήποτε οδό εισόδου ονομάζονται «οξείες επιδράσεις». Από τις τέσσερις πιθανές οδούς έκθεσης, ενδιαφέρον παροθσιάζει αυτή του στόματος κατά την κατάποση του τροφίμου.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση της συχνότητας εμφάνισης των φυτοφαρμάκων σε διάφορες κατηγορίες τροφίμων όπως τα φρουτολαχανικά, τα σιτηρά και τα ζωικά, τα οποία εμφανίζουν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω της ευρείας κατανάλωσης τους. Στην παρούσα διπλωματική πραγματοποιήθηκε μελέτη για το χρονικό διάστημα 2018-2019-2020 και τα αποτελέσματα από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (European Food Safety Authority – EFSA) έδειξαν ότι τα φρούτα και τα λαχανικά είναι η κατηγορία τροφίμων με τις περισσότερες κοινοποιήσεις για ανίχνευση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων. Επίσης μελετήθηκαν κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, οι γκάμες των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιήθηκαν. Μέσα λοιπόν από τη μεγάλη αυτή γκάμα των φυτοφαρμάκων, εκείνα που έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερο

είναι τα μυκητοκτόνα και τα βακτηριοκτόνα, ακολουθούν στη δεύτερη θέση τα ζιζανιοκτόνα με πολύ μικρή ποσοστιαία απόκλιση. Επίσης, η μελέτη αυτή αφορούσε κοινοποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο σύστημα ταχείας προειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF) κατά το χρονικό διάστημα 2020-2021-2022 με τις εξής παραμέτρους: το είδος της κοινοποίησης, τον τρόπο με τον οποίο έγινε γνωστή η πληροφορία, το εν λόγω προϊόν και τις χώρες που κοινοποίησαν τον μεγαλύτερο όγκο σημάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η πλειοψηφία των κοινοποιήσεων για υπολείμματα φυτοφαρμάκων που έγιναν στο σύστημα RASFF προέρχονταν από απορρίψεις προϊόντων που γίνονται στα σύνορα, με τη Βουλγαρία να είναι η πιο συχνά κοινοποιημένη χώρα. Όσον αφορά την Ελλάδα κατέχει πολύ μικρό ποσοστό κοινοποιήσεων στο σύστημα RASFF συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες. Τόσο οι αυτοέλεγχοι από τις επιχειρήσεις όσο και οι συνοριακοί έλεγχοι συνέβαλαν στην κοινοποίηση των περιστατικών ασφάλειας τροφίμων στο σύστημα RASFF, με τους πρώτους να υπερέχουν με ποσοστό 60% έναντι των δεύτερων, οι οποίοι ακολούθησαν με ποσοστό 41%. Ο προσδιορισμός των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πολύπλοκη διαδικασία και αρκετά εξειδικευμένη. Για την ανίχνευση της συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας.

Είναι λοιπόν προφανές ότι οι δηλητηριάσεις από την κατανάλωση τροφίμων και ποτών μπορούν να περιοριστούν εάν οι κίνδυνοι από τα φυτοφάρμακα, οι οποίοι ευθύνονται για την ασφάλεια των τροφίμων, αναγνωριστούν και ανιχνευθούν εγκαίρως. Το σύστημα ταχείας προειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF) έχει αποδεχτεί ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς μέσω αυτού υπάρχει έγκαιρη ανταλλαγή καίριων πληροφοριών για θέματα ασφάλειας των τροφίμων, οι οποίες πληροφορίες έχουν αποσταλλεί από τις ελεγκτικές αρχές των κρατών μελών της Ε.Ε.

Παρατηρείται ότι από τη μία πλευρά οι αγρότες προτιμούν την χρήση σύνθετων φυτοφαρμάκων για να προστατεύσουν τις καλλιέργειες τους από επιθέσεις και ζημιές των παρασίτων. Η συνεχόμενη χρήση των συνθετικών φυτοφαρμάκων έχει συμβάλλει τα τελευταία χρόνια στην ραγδαία αύξηση των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στην Ευρώπη, τα οποία έχουν εξαπλωθεί στο περιβάλλον μολύνοντας το, προσβάλλοντας οργανισμούς μη στόχους και υποβαθμίζοντας κατά αυτό τον τρόπο τα τρόφιμα και το νερό. Όλες αυτές οι

δυσμενείς επιπτώσεις σε συνδυασμό με τα τελευταία χρόνια που έχει αυξηθεί η τάση των ανθρώπων για κατανάλωση γευστικών, ποιοτικών και συνάμα ασφαλών τροφών, κατέστησαν αναγκαία την ανακάλυψη εναλλακτικών μέσων διαχείρισης των παρασίτων. Έτσι, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην έρευνα και ανάπτυξη βοτανικών φυτοφαρμάκων. Τα βιοπαρασιποκτόνα αποτελούν μία από τις πιο σημαντικές εναλλακτικές λύσεις έναντι των συμβατικών χημικών φυτοφαρμάκων. Τα συστατικά των φυτοφαρμάκων αυτών είναι φυσικά παράγωγα φυτών που δρουν ως απωθητικά, ελκυστικά, αντιτροφικά και αναστολείς ανάπτυξης. Τα «πράσινα» φυτοφάρμακα είναι λιγότερο ανθεκτικά στο περιβάλλον(πιο φιλικά) συγκριτικά με τα συμβατικά φυτοφάρμακα, έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να επηρεάζουν μόνο ένα παράσιτο (ειδικό στόχο) και είναι και βιοδιασπώμενα καθιστώντας τα λιγότερα τοξικά για τον ανθρώπινο οργανισμό. Με τη βιολογική γεωργία το έδαφος είναι απαλλαγμένο από σύνθετες χημικές ουσίες και ως εκ τούτου απολαμβάνουμε τροφές πιο υγιεινές. Μελέτες έχουν δείξει ότι παιδιά που τρέφονται με βιολογικές καλλιέργειες εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα μεταβολιτών φυτοφαρμάκων στα ούρα τους συγκριτικά με αυτά που καταναλώνουν συμβατικές καλλιέργειες.

Τα είδη των βοτανικών φυτοφαρμάκων ποικίλουν. Μερικά από αυτά είναι τα αιθέρια έλαια, τα οποία εξάγονται από αρωματικά φυτά και δρουν ως αντιτροφικά, απωθητικά και αποτρεπτικά της ωοτοκίας που χρησιμεύουν ως προνυμφοκτόνο, ωοκτόνο και εντομοκτόνο, εμφανίζοντας έτσι ενώσεις που παρεμβαίνουν σε όλες τις φάσεις της μεταμόρφωσης των εντόμων. Για παράδειγμα, το αιθέριο έλαιο που εξάγεται από τα φύλλα του κουρκουμά και εφαρμόζεται ως επαφή ή υποκαπνιστικό είναι αποτελεσματικό έναντι τριών κύριων σκαθαρικών αποθηκευμένων προϊόντων, του *R. dominica*, *Sitophilus oryzae* και *Tribolium castaneum*. Ένα ακόμη είδος αποτελούν τα αλκαλοειδή. Οι Acheuk και Doumandji-Mitiche διαπίστωσαν ότι το εκχύλισμα αλκαλοειδών της *Pergularia tomentosa* προκάλεσε αντιτροφικά και προνυμφοκτόνα αποτελέσματα. Επίσης, τα φλαβονοειδή και τα ισοφλαβονοειδή προστατεύουν το φυτό από τα παράσιτα των εντόμων επηρεάζοντας τη συμπεριφορά και την ανάπτυξή τους. Επιπλέον, οι κυανογόνοι γλυκοζίτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικό υποκαπνιστικό κατά των εντόμων που προσβάλλουν τα αποθηκευόμενα προϊόντα. Τέλος, οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων που απομονώθηκαν από το *Solanum lycocarpum* διαθέτουν προνυμφοκτόνο δράση έναντι του φορέα *C. Quinquefasciatus*. Οι Mullens, Reifenrath και Butler έδειξαν ότι τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (ιδιαίτερα τα C8, C9 και C10) χρησιμοποιούνται ως

απωθητικά ή αντιτροφικά κατά των οικιακών μυγών, των μυγών του κέρατου και των σταβλικών μυγών.

Παρά τον σκληρό ανταγωνισμό μεταξύ βοτανικών φυτοφαρμάκων και συνθετικών, τα πρώτα δεν είναι ευρέως διαδεδομένα στην αγορά. Ένας από τους λόγους αυτούς είναι η δαπανηρότητα τους σε σύγκριση με τα χημικά. Η περιορισμένη προσφορά βοτανικών πρώτων υλών και ζητήματα σχετικά με ρυθμιστικές εγκρίσεις, δηλαδή δαπανηρές τοξικολογικές αξιολογήσεις των βοτανικών φυτοφαρμάκων, αποτελούν λόγους αποφυγής χρήσης τους καθώς δεν δύνανται να τα υποστηρίξουν οικονομικά οι αναπτυσσόμενες χώρες. Επίσης, λόγω κόστους δεν μπορούν να παραχθούν μεγάλες ποσότητες και αυτό συντελεί αρνητικά στην ανικανότητα να καλύψει τις επισιτιστικές ανάγκες της ανθρωπότητας. Δεδομένων των παραπάνω, γεννιέται ένας διχασμός μεταξύ του ποιο αποτελεί πιο σημαντικό κριτήριο κατά την αγορά ενός τρόφιμου, η «αξία» του ποιοτικά, κατ' επέκταση και πιο υγιεινά, ή το κόστος κατά την παραγωγή και κατ' επέκταση και η τιμή του αγαθού.

Βιβλιογραφία-Αναφορές

Βικιπαιδεία. Φυτοφάρμακα

World Health Organization, WHO (2022). Pesticides residues in food

Ware (1991). Fundamentals of pesticides: a self-instruction guide

Donley N. (2016). Center for biological Diversity

Sandoval-Insausti H., Chiu Y., Wang Y., Hart J., Bhupathiraju S., Mínguez-Alarcón L., Ding M., Willett W., Laden F., Chavarro J. (2022, Ιανουάριος). Intake of fruits and vegetables according to pesticide residue status in relation to all-cause and disease-specific mortality: Results from three prospective cohort studies

Betts J., Espinoza J., Dans A., Jordan C., Mayer J., Urquhart G. (2020, Δεκέμβριος). Fishing with Pesticides Affects River Fisheries and Community Health in the Indio Maíz Biological Reserve, Nicaragua

González-Curbelo M., Herrera A., Ravelo-Pérez L., Borges j. (2012, Σεπτέμβριος). Sample-preparation methods for pesticide-residue analysis in cereals and derivatives

European Food Safety Authority (EFSA) (2020). National summary reports on pesticide residue analysis performed in 2018

European Food Safety Authority (EFSA) (2021). National summary reports on pesticide residue analysis performed in 2019

European Food Safety Authority (EFSA) (2022). National summary reports on pesticide residue analysis performed in 2020

ΕΣΥΦ - Ελληνικός Σύνδεσμος φυτοπροστασίας

Ανδρικόπουλος Ν. (2010). Ανάλυση Τροφίμων

European Food Safety Authority (EFSA) (2022). NOAEL

Wikipedia. NOAEL

Dennis M., Wilson A. (2003). Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)

Codex Alimentarius (2022). MRLs

Eur-Lex- European Union 32002L0063

Eur-Lex- European Union 02005R0396

Boedeker W., Watts M., Clausing P., Marquez E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review

Burns J, Cartmill B, Powers S, Lee K (1997). Update of the morbidity experience of employees potentially exposed to chlorpyrifos.

- Jaga K., Dharmani C. (2003). Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides
- Burton M., Bennett B. (1987). Exposure of man to environmental hexachlorobenzene (HCB) – An exposure commitment assessment
- Epstein S. (1994). Environmental and occupational pollutants are avoidable causes of breast cancer
- Westin B. (1993). Carcinogens in Israeli milk: a study in regulatory failure
- Hassal K. (1990). The biochemistry and uses of pesticides
- Ishwar Y., Devi N. et al (2017). Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment, Environmental Science and Engineering
- Alengebawy A., Abdelkhalek S., Qureshi S., Wang M. (2021). Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications
- Wikipedia. Diazinon
- Λόλας Π.(1998). Ζιζανιολογία
- Βικιπαιδεία. Βιοσυσσωρευση
- Mallatou H., Pappas C., Kondyli E., Albanis T. (1996). Pesticide residue in milk and cheeses from Greece
- Damalas C., Koutroubas S. (2016). Farmers' Exposure to Pesticides: Toxicity Types and Ways of Prevention
- Holland P., Hamilton D., Ohlin B., Skidmore M. (1994). Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products
- Lorenz E. (2009). Potential Health Effects of Pesticides
- Ahuja S. (2021). Handbook of Water Purity and Quality
- Shaikh J. (2005). Encyclopedia of Toxicology (Second Edition)
- Taskinen H., Lindbohm M., Sallmén M. (2011). Reproductive and Developmental Toxicology
- Prajapati S., Challis J., Jardine T., Brinkmann M. (2022). Levels of pesticides and trace metals in water, sediment, and fish of a large, agriculturally-dominated river
- Carvalho F. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety
- Drabova L., Rivera G., Suchanova M., Schusterova D., Pulkrabova J., Tomaniova M., Kocourek V., Chevallier O., Elliott C., Hajslova J. (2019). Food fraud in oregano: Pesticide residues as adulteration markers
- Schleiffer M., Speiser B. (2022). Environmental Pollution. Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain

- Grewal A., Singla A., Kamboj P., Dua J. (2017). Pesticide Residues in Food Grains, Vegetables and Fruits: A Hazard to Human Health
- Tudi M., Ruan H., Wang L., Lyu J., Sadler R., Connell D., Chu C., Phung D. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment
- Boedeker W., Watts M., Clausing P., Marquez E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review
- University of Washington (2013). The center for ecogenetics and environmental health
- Srivastava A., Dutta A., Ahuja S., Sharma R. (2021). Green chemistry: key to reducing waste and improving water quality
- Taskimen H., Lindbohm M., Sallmen M. (2011). Occupational exposure to chemicals and reproductive health
- Lorenz E. (2009). Pesticide Safety Fact Sheets: Potential Health Effects of Pesticides
- Ridgway K., Lalljie S., Smith R. (2007). Sample preparation techniques for the determination of trace residues and contaminants in foods
- Crop Life Europe (2022). Pesticide use and food safety
- Reeves W., McGuire M., Stokes M., Vicini J. (2019). Assessing the Safety of Pesticides in Food: How Current Regulations Protect Human Health
- Philippe V., Neveen A., Marwa A., Basel A., (2021). Occurrence of pesticide residues in fruits and vegetables for the Eastern Mediterranean Region and potential impact on public health
- Zhang A., Sutar P., Bian Q., Fang X., Ni J., Xiao H. (2022). Pesticide residue elimination for fruits and vegetables: the mechanisms, applications, and future trends of thermal and non-thermal technologies
- Hood R., Liang D., Chiu Y., Insausti H., Chavarro J., Jones D., Hauser R., Gaskins A. (2022). Pesticide residue intake from fruits and vegetables and alterations in the serum metabolome of women undergoing infertility treatment
- Saba A., Messina F. (2023). Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides
- Gomes H., Menezes J., Costa J., Coutinho H., Teixeira R., Nascimento R. (2020). A socio-environmental perspective on pesticide use and food production
- Mert A., Qi A., Bygrave A., Stotz H. (2022). Trends of pesticide residues in foods imported to the United Kingdom from 2000 to 2020
- Keikotlhaile B., Spanoghe P., Steurbaut W. (2010). Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach

- Meftaul I., Venkateswarlu K., Dharmarajan R., Annamalai P., Megharaj M. (2020). Pesticides in the urban environment: A potential threat that knocks at the door
- Li Z., Nie J., Yan Z., Cheng Y., Lan F., Huang Y., Chen Q., Zhao X., Li A. (2018). A monitoring survey and dietary risk assessment for pesticide residues on peaches in China
- Kumar S. (2012). Biopesticides: A Need for Food and Environmental Safety
- Stankovic S., Kostic M., Kostic I., Krnjajic K. (2020). Practical Approaches to Pest Control: The Use of Natural Compounds. In Pests-Classification, Management and Practical Approaches
- Fischer D., Imholt C., Pelz H., Wink M., Prokop A., Jacob, J. (2013). The repelling effect of plant secondary metabolites on water voles
- Kumar S., Singh A. (2015) Biopesticides: Present Status and the Future Prospects
- Pavela R. (2014). Limitation of plant biopesticides. In Advances in Plant Biopesticides
- Nkechi F., Ejike O., Ihuoma J., Maria-Goretti C., Francis U., Godwin N., Njokuocha R. (2018). Effects of aqueous and oil leaf extracts of *Pterocarpus santalinoides* on the maize weevil, *Sitophilus zeamais* pest of stored maize grains
- Shabana Y., Abdalla E., Shahin A., El-Sawy M., Draz I., Youssif A. (2017). Efficacy of plant extracts in controlling wheat leaf rust disease caused by *Puccinia triticina*
- Fountain E., Wratten S. (2013). Conservation biological control and biopesticides in agricultural
- Mahmood I., Imadi S., Shazadi K., Gul A., Hakeem K. (2016). Effects of pesticides on environment. In Plant, Soil and Microbes
- Hikal W., Baeshen R., Said-AIAhl H. (2017). Botanical insecticide as simple extractives for pest control
- Raja N. (2014). Botanicals: Sources for eco-friendly biopesticides
- Nikkhah M., Hashemi M., Mohammad B., Habibi N., Farhoosh R. (2017). Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit
- Misra H. (2014). Role of botanicals, biopesticides and bioagents in integrated pest management
- Erenso T., Berhe D. (2016). Effect of neem leaf and seed powders against adult maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) mortality
- Jawalkar N., Zambare S., Zanke S. (2016). Insecticidal property of *Datura stramonium* L. seed extracts against *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) in stored wheat grains
- Arnason J., Sims S., Scott I. (2012). Natural products from plants as insecticides

- Mkenda P., Stevenson P., Ndakidemi P., Farman D., Belmain S. (2015). Contact and fumigant toxicity of five pesticidal plants against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in stored cowpea (*Vigna unguiculata*)
- Stevenson P., Isman M., Belmain S. (2017). Pesticidal plants in Africa: A global vision of new biological control products from local uses
- Feyisa B., Lencho A., Selvaraj T., Getaneh G. (2015). Evaluation of some botanicals and *Trichoderma harzianum* for the management of tomato root-knot nematode
- Waziri H. (2015). Plants as antiviral agents
- Ahmad S., Ansari M., Moraiet M. (2013). Demographic changes in *Helicoverpa armigera* after exposure to neemazal (1%EC azadirachtin)
- Neeraj G., Kumar A., Ram S., Kumar V. (2017). Evaluation of nematicidal activity of ethanolic extracts of medicinal plants to *Meloidogyne incognita* (kofoid and white) chitwood under lab conditions
- Liu X., Li L., Sun T., Fu S., Xou M., Zhong G. (2017). Inhibition of *Echinochloa crusgalli* using bioactive components from the stems and leaves of *Camellia oleifera*
- Costa H., Patrícia M., Jose A., Debora D. (2016). Antifungal activity of plant extracts with potential to control plant pathogens in pineapple
- Pavela R., Benelli G. (2016). Ethnobotanical knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors
- Isman M., Paluch G. (2011). Needles in the haystack: Exploring chemical diversity of botanical insecticides
- Dayan F., Tellez A., Duke S. (1992). Managing weeds with natural products
- Sarma R., Adhikari K., Mahanta S., Khanikor B. (2019). Combinations of plant essential oil based terpene compounds as larvicidal and adulticidal agent against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)
- Tripathi A., Prajapati V., Verma N., Bahl J., Bansal R., Khanuja S., Kumar S. (2002). Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa*
- Pavela R. (2011). Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults
- Kekuda P., Akarsh S., Nawaz S., Ranjitha M., Darshini S., Vidya P. (2016). In Vitro Antifungal Activity of Some Plants against *Bipolaris sarokiniana* (Sacc.) Shoem
- Black R. (2013). A Guide to the Development of Regulatory Frameworks for Microbial Biopesticides in Sub-Saharan Africa
- Pavela R. (2014). Limitation of plant biopesticides. In *Advances in Plant Biopesticides*

Πηγές Εικόνων

Εικόνα 1: Crop Life Europe (2022). Pesticide use and food safety

Εικόνα 2: Bilal M. et al, 2019, Persistence of pesticides-based contaminants in the environment and their effective degradation using laccase-assisted biocatalytic systems, Science of The Total Environment Volume 695, 10 December 2019, 133896).

Εικόνα 3: Καλογερόπουλος Ν., 2020

Εικόνα 4: https://www.researchgate.net/figure/Routes-of-exposure-to-pesticides-13_fig3_342978501

Εικόνα 5: Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implica

