



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α' ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

MSc: “Environment and Health. Capacity Building for Decision Making”

Διευθυντής και Επιστημονικός Υπεύθυνος ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Τίτλος ΜΔΕ: «Η σχέση των φυτοφαρμάκων με τη διατροφή και οι επιδράσεις τους
στην υγεία του ανθρώπου»

“The relationship of pesticides to nutrition and their effects on human
health”

Όνομα: Βασιλική Πασαλίδη

Αρ. μητρώου: 20150234

Επάγγελμα/ή Ιδιότητα: Επιστήμονας Τροφίμων & Διατροφής

Επιβλέπων καθηγητής ΜΔΕ: Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α' ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

MSc: “Environment and Health. Capacity Building for Decision Making”

Διευθυντής και Επιστημονικός Υπεύθυνος ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Τίτλος ΜΔΕ: «Η σχέση των φυτοφαρμάκων με τη διατροφή και οι επιδράσεις τους
στην υγεία του ανθρώπου»

“The relationship of pesticides to nutrition and their effects on human
health”

Όνομα: Βασιλική Πασαλίδη

Αρ. μητρώου: 20150234

Επάγγελμα/ή Ιδιότητα: Επιστήμονας Τροφίμων & Διατροφής

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων καθηγητής ΜΔΕ: Νικόλαος Καβαντζάς, Καθηγητής Παθολογικής Ανατομικής, Διευθυντής και Επιστημονικός Υπεύθυνος ΠΜΣ: «Περιβάλλον και Υγεία: Διαχείριση Περιβαλλοντικών Θεμάτων με Επιπτώσεις στην Υγεία», Ιατρικής Σχολής Ε.Κ.Π.Α

Πρόεδρος καθηγητής ΜΔΕ: Ανδρέας Λάζαρης, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Μέλος ομότιμη καθηγήτρια ΜΔΕ: Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Ομότιμη Καθηγήτρια Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της προσπάθειας αυτής, αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Νικόλαο Καβαντζά, Καθηγητή Παθολογικής Ανατομικής, Διευθυντή και Επιστημονικό Υπεύθυνο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Περιβάλλον και Υγεία: Διαχείριση Περιβαλλοντικών Θεμάτων με Επιπτώσεις στην Υγεία», της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και επιβλέπων της παρούσας διπλωματικής εργασίας για την υπομονή και υποστήριξη καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε. Η καθοδήγηση και οι συμβουλές του ήταν πολύτιμες για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Στη συνέχεια, θερμότερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω σε όλο το διδακτικό προσωπικό του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών: «Περιβάλλον και Υγεία» Διαχείριση Περιβαλλοντικών Θεμάτων με Επιπτώσεις στην Υγεία», της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, το οποίο προσπαθεί για το καλύτερο δυνατό, θέτοντας πάντοτε υψηλούς στόχους. Οι διδάσκοντες δεν παύουν να είναι συνεπείς και τυπικοί στη διεκπεραίωση των καθηκόντων τους και παράλληλα προσιτοί και πρόθυμοι στην επίλυση οποιασδήποτε απορίας μας επί των ακαδημαϊκών θεμάτων.

Σε αυτό το σημείο και κλείνοντας, θα ήθελα να αναφέρω ότι τις μεγαλύτερες ευχαριστίες τις οφείλω στην οικογένειά μου, για την στήριξή τους, οικονομική και ηθική, τόσο κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου, όσο και κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας, η οποία με την πίστη που έδειξε στις ικανότητές μου, αποτέλεσε πολύτιμο αρωγό σε όλους τους στόχους και το μέγιστο στήριγμά σε κάθε τομέα της ζωής μου. Την παρούσα εργασία την αφιερώνω στους γονείς μου και στο αγόρι μου Δημήτρη.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1. Η σχέση των φυτοφαρμάκων με τη διατροφή	8
1.1. Εισαγωγή.....	8
1.2. Φυτοφάρμακα.....	8
1.3. Κατηγοριοποίηση Φυτοφαρμάκων	13
1.4. Συνέπειες έκθεσης σε φυτοφάρμακα	15
1.5. Χημικοί ρυπαντές τροφίμων	17
2. Επιδράσεις των φυτοφαρμάκων στην υγεία του ανθρώπου	20
2.1. Νευροσυμπεριφορικές και νευροαναπτυξιακές επιπτώσεις.....	20
2.2. Επιδράσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα	21
2.3. Συμπτώματα κατάθλιψης από δηλητηριώδη και μη δηλητηριώδη φυτοφάρμακα.....	23
2.4. Αναπνευστικά Προβλήματα.....	24
2.5. Υπογονιμότητα.....	28
2.6. Καρκίνος	29
2.7. Νόσος του Πάρκινσον.....	33
3. Επιπτώσεις Φυτοφαρμάκων στην Παιδική Ηλικία.....	34
3.1. Παιδική Λευχαιμία.....	34
3.2. Νευροσυμπεριφορικά ελλείμματα και αυξημένη αρτηριακή πίεση	36
4. Επίδραση φυτοφαρμάκων σε όργανα και συστήματα	37
4.1. Υδροφόρος ορίζοντας - Κατάληξη χημικών ουσιών στο έδαφος	37
4.2. Ενδοκρινική Διατάραξη λόγω Φυτοφαρμάκων	41
4.3. Επιδράσεις φυτοφαρμάκων στο πεπτικό σύστημα	46
4.4. Ρύθμιση της Ευρωπαϊκή Ένωσης για τους ενδοκρινικούς διαταράκτες.....	47

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επικίνδυνη και αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες και στα αποθηκευμένα προϊόντα τροφίμων για τον έλεγχο των εντόμων και των επιβλαβών οργανισμών, έχει αποτελέσει σοβαρό πρόβλημα για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Παράλληλα η θρεπτική αξία των τροφίμων καταστρέφεται λόγω την προσθήκης τοξινών που υπάρχουν στα φυτοφάρμακα. Έτσι, η επίδραση των φυτοφαρμάκων στην υγεία του ανθρώπου, διαμέσου της διατροφής και της αναπνοής, επηρεάζει το αναπνευστικό σύστημα δημιουργώντας αναπνευστικά προβλήματα, το πεπτικό, το αναπαραγωγικό, ενδοκρινικό σύστημα και επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Παράλληλα, οδηγεί σε νευροσυμπεριφορικά ελλείμματα και αυξημένη αρτηριακή πίεση σε παιδιά σχολικής ηλικίας, επηρεάζει τις εγκύους, δημιουργεί νευροσυμπεριφορικές και νευροαναπτυξιακές επιπτώσεις και ενδέχεται να δημιουργήσει νόσους όπως είναι ο καρκίνος του μαστού και του προστάτη, η νόσος του Parkinson και η παιδική λευχαιμία. Οι επιπτώσεις συνεπώς στην υγεία, θα πρέπει να θεωρηθούν σημαντικά ζητήματα από την άποψη της δημόσιας υγείας και θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά μέτρα για την άμεση αντιμετώπιση τους.

ABSTRACT

The dangerous and irrational use of pesticides in crops and stored food products to control insects and pests has been a serious problem for the environment and public health. At the same time, the nutritional value of food is suppressed by adding toxins to pesticides. Thus, the effect of pesticides on human health, through diet and breathing, affects the respiratory system creating breathing problems, digestive, reproductive, endocrine system and effects on the central nervous system. At the same time, it leads to neuro-cerebral deficits and increased blood pressure in school-aged children, affects pregnant women, generates neuro-cerebrovascular and neurodevelopmental effects and is likely to cause diseases such as breast and prostate cancer, Parkinson's disease and childhood leukemia. The implications for health should therefore be considered as important public health issues and serious measures should be taken to deal with them immediately.

1. Η σχέση των φυτοφαρμάκων με τη διατροφή

1.1. Εισαγωγή

Η βιωσιμότητα του ανθρώπου εξαρτάται από την ικανότητα του περιβάλλοντος να τον συντηρεί. Επειδή, άνθρωπος και περιβάλλον είναι ένα αδιαχώριστο σύστημα και άρρηκτα συνυφασμένο, η ευημερία του ενός αποτελεί και ευημερία του άλλου. Για το λόγο αυτό και η αντιμετώπιση της φύσης ως κομμάτι της κληρονομιάς του ανθρώπου και όχι ως πόρος μόνο που μπορεί να αναλωθεί όσο επιθυμείται, είναι η οπτική της βιώσιμης ανάπτυξης. Καλύτερο περιβάλλον σημαίνει λιγότεροι κίνδυνοι για την ανθρωπότητα τώρα και μελλοντικά.

Οι συνέπειες της επέμβασης του ανθρώπου στη γη ήταν πολύ λιγότερες τα προηγούμενα χρόνια, σήμερα όμως τις ζούμε καθημερινά και όλο σε μεγαλύτερο βαθμό. Μεγάλο ωστόσο, είναι το μερίδιο σε αυτές τις συνέπειες της χρήσης των φυτοφαρμάκων στη σύγχρονη γεωργία. Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται, το νερό μολύνεται, το έδαφος καταστρέφεται, η χλωρίδα και η πανίδα εξαφανίζονται. Αλλά και η ίδια μας η υγεία κινδυνεύει. Τα τρόφιμα που παράγει τώρα η γη δεν είναι τόσο υγιεινά, αφού οι βλαβερές ουσίες που περιέχουν τα φυτοφάρμακα εισχωρούν σε αυτά και σταδιακά βλάπτουν τον οργανισμό του ανθρώπου.

1.2. Φυτοφάρμακα

Ο όρος φυτοφάρμακα αναφέρεται σε χημικές ουσίες ή μίγματα ουσιών που έχουν την ιδιότητα να επιδρούν σε συγκεκριμένα βιολογικά υποστρώματα (φυτικά ή ζωικά) μεταβάλλοντας τη βιολογική τους συμπεριφορά και παράγονται για να καταπολεμήσουν οργανισμούς που εμείς θεωρούμε οικονομικά ζημιογόνους ή απειλητικούς για την ύπαρξή μας. που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γεωργικών τροφίμων. Ο σκοπός τους είναι να προστατέψουν τα καλλιεργούμενα φυτά από ασθένειες προκαλούμενες από φυτά και έντομα, παράσιτα ή ζιζάνια, ή από επιβλαβείς μικροοργανισμούς. Η μόλυνση των φυτικών τροφίμων μπορεί να γίνει κατά την

κατεργασία της συγκομιδής με φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, είτε με την πρόσληψη από την προηγούμενη καλλιέργεια των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων από το έδαφος, είτε από την ατμόσφαιρα και τον χώρο αποθήκευσης. Ενώ η μόλυνση των ζωικών προϊόντων μπορεί να συμβεί με κατανάλωση από τα ζώα τροφής που περιέχει καθαριστικά μέσα στάβλων και σιταποθηκών διαμέσου της τροφικής αλυσίδας (Belitz et al., 2006).

Φυτοφάρμακα λέγονται μια σειρά από φάρμακα, χημικές ουσίες που φτιάχνονται για την αποτελεσματική καταπολέμηση των εχθρών των φυτών. Είναι δυνατά δηλητήρια, προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, που δρουν και σκοτώνουν ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς που βλάπτουν τις καλλιέργειες. Αναπτύχθηκαν τα τελευταία εξήντα περίπου χρόνια. Το 1942 ο Ελβετός Muller ανακαλύπτει το DDT, ενώ το 1946 τα εργαστήρια της εταιρίας φαρμάκων BAYER κατασκευάζουν το παραθείο. Τα πρώτα χρόνια της ανακάλυψής τους, η συμβολή τους στην προστασία της αγροτικής παραγωγής, γέννησε πολλές ελπίδες για τη λύση του προβλήματος τροφής που αντιμετώπιζε η ανθρωπότητα με την αύξηση του πληθυσμού.

Ταυτόχρονα η προσφορά τους ήταν μεγάλη και στην προστασία της δημόσιας υγείας με την καταπολέμηση ενοχλητικών εντόμων, που έφεραν διάφορες ασθένειες στον άνθρωπο και ανοίγονται νέοι ορίζοντες στη βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής. Έτσι τα φυτοφάρμακα αντιμετωπίζονται απ' όλους μόνο από τη θετική τους πλευρά και οι βιομηχανίες φαρμάκων συναγωνίζονται μεταξύ τους για την παραγωγή νέων φυτοφαρμάκων με μεγαλύτερη δράση.

Μόνο τα τελευταία χρόνια διατυπώνονται οι πρώτες ανησυχίες για τη δράση τους αφού σε ορισμένους τόπους εξαφανίζονται ομάδες φυτών και ζώων, ενώ επιστήμονες ανακαλύπτουν και δημοσιεύουν αποτελέσματα ερευνών με τις οποίες διαπιστώνονται βλάβες στην υγεία του ανθρώπου. Έτσι μερικά από τα πρώτα φυτοφάρμακα αποσύρονται από την κυκλοφορία στις σύγχρονες χώρες, εξακολουθούν όμως να κυκλοφορούν σε άλλες.

Οι ανησυχίες όμως των επιστημόνων αλλά και πολλών άλλων πλέον μεγαλώνουν, διαπιστώνοντας καθημερινά τις αρνητικές τους επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, χωρίς να παραβλέπουν βέβαια τη χρησιμότητά τους στη σύγχρονη γεωργία, η οποία χωρίς τη δράση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων δε θα είχε αυτή τη μεγάλη ανάπτυξη.

Τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως στις αγροτικές καλλιέργειες, επιβαρύνοντας σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον. Αποτελούν σημαντικούς περιβαλλοντικούς ρυπαντές, στους οποίους εκτίθεται καθημερινά ο άνθρωπος με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό. Ο οργανισμός του ανθρώπου εκτίθεται στα φυτοφάρμακα είτε μέσω της επαγγελματικής του ενασχόλησης ως καλλιεργητής, κατά τη διάρκεια ψεκασμών, είτε ως καταναλωτής, μέσω των υπολειμμάτων που παραμένουν σε τρόφιμα, καπνό, αέρα, έδαφος, νερό, φυτά και ζώα.

Τα πρώτα χρόνια της ανακάλυψής τους, η συμβολή τους στην προστασία της αγροτικής παραγωγής, γέννησε πολλές ελπίδες για τη λύση του προβλήματος της τροφής που αντιμετώπιζε η ανθρωπότητα με την αύξηση του πληθυσμού. Τα φυτοφάρμακα παρουσίασαν τις τελευταίες δεκαετίες μια αλματώδη ανάπτυξη στη χρήση και στις εφαρμογές τους, στους διάφορους τομείς της γεωργικής παραγωγής. Ιδιαίτερα τα παρασιτοκτόνα (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα και ακαρεοκτόνα), βοήθησαν σημαντικά στην εξάλειψη αρκετών βλαβερών εντόμων και ζιζανίων και βελτίωσαν κατά πολλές φορές την απόδοση της καλλιεργούμενης γης (Αλμπάνης, 1990).

Ως «κατάλοιπα φυτοφαρμάκων» στα τρόφιμα ορίζονται σύμφωνα με τον Καν. 396/2005 τα κατάλοιπα, συμπεριλαμβανομένων των δραστικών ουσιών, των μεταβολιτών ή/και των προϊόντων αποδόμησης ή αντίδρασης δραστικών ουσιών που χρησιμοποιούνται ή έχουν χρησιμοποιηθεί σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Μια ταξινόμηση που μπορεί να γίνει στις φυτοπροστατευτικές ουσίες είναι σε εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και ακαρεοκτόνα. Οι κυριότερες κατηγορίες των εντομοκτόνων είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα οργανοφωσφορικά και

τα καρβαμιδικά. Ιδιαίτερο προσοχή δίνεται στους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες λόγω του ότι είναι πολύ σταθεροί άρα διατηρούνται στο περιβάλλον και είναι λιπόφιλοι άρα αποθηκεύονται στους λιπαρούς ιστούς του ανθρώπινου οργανισμού.

Η μόλυνση των τροφίμων με χλωριωμένες ενώσεις μειώνεται τα τελευταία χρόνια λόγω της στροφής προς την χρήση καρβαμιδικών και πυρεθροειδών και άλλων ουσιών, λιγότερο επιβλαβείς (Belitz et al., 2006). Τα μυκητοκτόνα είναι παράγοντες αναστολής των μυκήτων ή των σπόρων τους. Μπορούν να είναι επαφής, δηλαδή παραμένουν στην εξωτερική επιφάνεια του φυτού ή διασυστηματικά προχωρώντας έτσι σε όλους τους ιστούς του φυτού. Τα κατάλοιπα των μυκητοκτόνων έχουν βρεθεί σε τρόφιμα κυρίως λόγω επεξεργασίας μετά από τη συγκομιδή (Rouabhi., 2010). Συνήθως χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες καλαμποκιού , άλλων δημητριακών και τεύτλων. Προβλήματα υπολειμματικότητας είναι σχεδόν ανύπαρκτα. Όμως μια σημαντική παρενέργεια των ουσιών αυτών είναι η επίδραση τους στα αρθρόποδα και την φυσική μικροχλωρίδα του εδάφους (Belitz et al., 2006).

Σήμερα τα φυτοφάρμακα δεν μπορούν να θεωρηθούν πανάκεια, όπως τα πρώτα χρόνια της εφαρμογής τους, κάτι που οδήγησε στη συχνά αλόγιστη χρήση τους. Τα πρώτα κρούσματα δηλητηριάσεων ζώων, πτηνών ή ψαριών, αλλά και ανθρώπων, ήταν αρκετά για να ανησυχίσουν την κοινή γνώμη και να αναγκάσουν τους ειδικούς να επανεξετάσουν τον τρόπο εφαρμογής τους. Οι ιδιότητες που τα καθιέρωσαν είναι αυτές που τώρα δημιουργούν προβλήματα όπως, τοξικότητα, δυνατότητα να παραμένουν αναλλοίωτα στο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα, εύκολη και γρήγορη απορρόφησή από το δέρμα, συσσώρευση και παραμονή τους στο λιπώδη ιστό και πολλά άλλα. Παράλληλα, το φαινόμενο της ανάπτυξης ανθεκτικότητας πολλών παρασίτων σε ένα ή περισσότερα φυτοφάρμακα, που ανάγκασε τους χρήστες να αυξάνουν ολοένα και περισσότερο τις δόσεις και τη συχνότητα εφαρμογών, αχρήστευσε τελικά πολλές από τις «θαυματουργές» χημικές ενώσεις (Γεωργική Τεχνολογία, 1995).

Πρωταρχικός σκοπός της προσπάθειας που καταβάλλεται παγκοσμίως για την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων, είναι η προάσπιση και προαγωγή της υγείας

του καταναλωτή. Η βιομεταφορά και η συσσώρευση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων ή μεταβολιτών τους, μέσα από την τροφική αλυσίδα, οδηγεί σε ρύπανση της γήινης βιόσφαιρας ή στη συσσώρευσή τους στους ανώτερους οργανισμούς. Δύσκολα ανευρίσκονταν, μέχρι πριν λίγα χρόνια, τρόφιμα χωρίς ανιχνεύσιμα υπολείμματα φυτοφαρμάκων, τονίζουν οι επιστήμονες, ενώ υπολείμματά τους έχουν ανιχνευθεί στους πόλους, στον αέρα των αστικών κέντρων και στο μητρικό γάλα, σε συγκεντρώσεις πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Η ευρεία χρήση των καρβαμιδικών και οργανοφωσφορικών φυτοφαρμάκων σε λαχανικά και φρούτα και σε συνδυασμό με την υψηλή τοξικότητα μερικών από αυτά, δημιουργεί την ανάγκη ανάπτυξης αποτελεσματικών πολυυπολειμματικών μεθόδων ανάλυσης και ελέγχου των συγκεκριμένων φαρμάκων σε διάφορες καλλιέργειες.

Σε αρκετές περιπτώσεις υπολείμματα φαρμάκων παραμένουν στους καρπούς ή στα διάφορα μέρη του φυτού. Ο προσδιορισμός των υπολειμμάτων αυτών σε φρούτα και λαχανικά θεωρείται αναγκαίος γιατί σπανίως γνωρίζουμε ποια φυτοφάρμακα εφαρμόζονται κάθε φορά στις καλλιέργειες. Επιπλέον, ο προσδιορισμός υπολειμμάτων σε τρόφιμα που προορίζονται για άμεση κατανάλωση, όπως φρούτα και λαχανικά πρέπει να είναι σύντομος, έτσι ώστε να διαπιστώνεται εγκαίρως η ύπαρξη ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων πέρα των επιτρεπτών ορίων ή φαρμάκων που έχουν απαγορευθεί γενικά στο εμπόριο ή για την συγκεκριμένη καλλιέργεια (Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, 1995).

Τα τελευταία χρόνια οι θεσμικοί κανόνες έχουν γίνει πιο αυστηροί στην παραγωγή φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Επιπλέον έχουν τεθεί συγκεκριμένοι τρόποι χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων οι οποίοι περιγράφονται στις διαδικασίες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, ΟΓΠ (Good Agricultural Practice, GAP) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Βάσει αυτής, οι καλλιεργητές είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν συγκεκριμένες πρακτικές καλλιεργειών οι οποίες περιλαμβάνουν και την ορθή χρήση των προϊόντων φυτοπροστασίας. Εφαρμόζοντας αυτούς τους κανόνες τα γεωργικά προϊόντα αναμένεται να έχουν ανιχνεύσιμες ποσότητες φυτοπροστατευτικών προϊόντων (κατάλοιπα) μέχρι ένα μέγιστο όριο, το Ανώτατο Όριο Καταλοίπων, ΑΟΚ

(Maximum Residue Limit, MRL) το οποίο καθορίζεται σε Εθνικό και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο και το οποίο αποτελεί το ανώτατο νόμιμο όριο συγκέντρωσης καταλοίπων φυτοφαρμάκων των τροφίμων ή των ζωοτροφών.

Για να διασφαλιστεί η παραγωγή ασφαλών τροφίμων, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εφαρμογή ενός νομοθετικού πλαισίου το οποίο να καλύπτει όλη την αλυσίδα παραγωγής. Ωστόσο, διάφορες κατεργασίες ή επεξεργασίες που υφίστανται τα τρόφιμα (πρωτογενής/ δευτερογενής παραγωγή - μεταποίηση), οδηγούν στον σχηματισμό ουσιών οι οποίες μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα και την υγιεινή των τροφίμων. Οι ουσίες αυτές χαρακτηρίζονται ως ανεπιθύμητες και πολλές είναι επικίνδυνες ή τοξικές. Μια γενική κατάταξη των ουσιών αυτών είναι οι βιολογικές και οι χημικές ουσίες. Η παρουσία βιολογικών παραγόντων στα τρόφιμα μπορεί να είναι αποτέλεσμα της παραγωγής τοξικών ουσιών από φυτά ή ζώα, ή πιο συχνά από συνθήκες που δημιουργούνται από επικίνδυνους μικροοργανισμούς ή τις τοξίνες τους. Έτσι, οι μικροοργανισμοί αποτελούν το συνηθέστερο τύπο βιολογικού κινδύνου, με αποτέλεσμα να απειλείται συστηματικά η υγεία του ανθρώπου, μέσω της μεταφοράς χημικών παραγόντων όπως είναι τα γεωργικά χημικά, οι φυσικές παραγόμενες τοξίνες, οι περιβαλλοντικοί μολυσματικοί παράγοντες και τα χημικά πρόσθετα στα τρόφιμα.

1.3. Κατηγοριοποίηση Φυτοφαρμάκων

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται ευρέως, ομαδοποιούνται κυρίως σε ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, βακτηριοκτόνα, και τρωκτικοκτόνα. Με βάση τις χημικές τους ιδιότητες, μπορούν να ταξινομηθούν σε οργανοχλωρίνες (OC), οργανοφωσφορικά (OP), καρβαμικά, διθειοκαρβαμικά, πυρεθροειδή, φαινοξυλ, τριαζίνη, αμιδίου, και ενώσεις κουμαδίνης. Άλλες ουσίες όπως οι υποκαπνιστές θείου, τα παράγωγα ουρίας και ακόμη και τα βοτανικά και βιολογικά προϊόντα, έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως παρασιτοκτόνα στο ανθρώπινο ιστορικό.

Τα φυτοφάρμακα μπορούν επίσης να ταξινομηθούν βάσει του μηχανισμού δράσης τους. Για παράδειγμα, οι OC, τα OP και τα πυρεθροειδή εντομοκτόνα είναι φυτοφάρμακα σχεδιασμένα με νευροτοξική δράση. Επίσης, τα ζιζανιοκτόνα φαινοξυλίου είναι ανάλογα φυτικών ορμονών. Ορισμένα φυτοφάρμακα διαταράσσουν τον φυσιολογικό μεταβολισμό και τις φυσιολογικές διεργασίες, όπως τα ζιζανιοκτόνα τριαζίνης και ουρίας. Τα οξέα οιδήματα που προκαλούνται στους ανθρώπους από τα φυτοφάρμακα, οφείλονται στη νευροτοξικότητα των φυτοφαρμάκων. Συνεπώς, σε υψηλές δόσεις έκθεσης, οι OC, τα OP και τα πυρεθροειδή μπορούν να επηρεάσουν τόσο το κεντρικό νευρικό σύστημα (CNS), όσο και το περιφερικό νευρικό σύστημα (PNS) στα θηλαστικά.

Τα φυτοφάρμακα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- i. Ζιζανιοκτόνα : Αυτά καταστρέφουν τα αγριόχορτα που αναπτύσσονται στις καλλιέργειες και «πνίγουν» τα καλλιεργημένα φυτά.
- ii. Εντομοκτόνα : Αυτά καταστρέφουν τα έντομα που κατατρώνε τα διάφορα μέρη των φυτών, χωρίς να βλάπτουν τα ίδια.
- iii. Παρασιτοκτόνα ή Μυκητοκτόνα : Αυτά καταστρέφουν τα ζωικά ή φυτικά παράσιτα που ζουν στα φυτά και τρέφονται εις βάρος τους.

Η χρήση των φυτοφαρμάκων στη σύγχρονη γεωργία με τις σημερινές συνθήκες και με ορισμένες προϋποθέσεις είναι αναγκαία για την αγροτική παραγωγή. Τα φυτοφάρμακα όταν χρησιμοποιούνται στη σωστή αναλογία και με την καθοδήγηση ειδικών γεωπόνων, συμβάλλουν στην αύξηση της αγροτικής παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας των αγροτικών προϊόντων, αφού καταστρέφουν τους βλαβερούς οργανισμούς που εμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών ή τους μικροοργανισμούς που μολύνουν τα προϊόντα και καταστρέφουν πολλές φορές ολόκληρη την παραγωγή. Η χρήση τους εξοικονομεί χρόνο, αφού χωρίς αυτά οι γεωργοί θα έπρεπε να δουλεύουν στις καλλιέργειές τους πολύ περισσότερο, και μάλιστα με αρκετά μικρότερη απόδοση.

Επίσης για να καταπολεμηθούν οι διάφορες ασθένειες χωρίς τα φυτοφάρμακα θα απαιτούνταν περισσότερη και πιο κοπιαστική δουλειά από όλα τα μέλη της

οικογένειας κάθε αγρότη. Ακόμα τα φυτοφάρμακα σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να καθυστερήσουν ή να κάνουν πιο γρήγορη την αγροτική παραγωγή, ανάλογα με τις επιθυμίες του παραγωγού, έτσι ώστε να μπορεί να προλάβει τις καιρικές συνθήκες.

1.4. Συνέπειες έκθεσης σε φυτοφάρμακα

Η έκθεση των ατόμων σε φυτοφάρμακα στα πλαίσια της εργασίας, λαμβάνει χώρα κατά την παραγωγή, τη μεταφορά, την προετοιμασία και την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων στο χώρο της εργασίας. Η ένταση εφαρμογής, η συχνότητα, η διάρκεια, η μέθοδος και η συμπεριφορά ασφάλειας, αποτελούν παράγοντες που εμπλέκονται με τις επαγγελματικές εκθέσεις των φυτοφαρμάκων. Σε επαγγελματικούς χώρους, τα άτομα που εργάζονται και έχουν άμεση επαφή με τα φυτοφάρμακα,, αποτελούν ομάδες υψηλού κίνδυνου έκθεσης. Επιπλέον, τα μέλη της οικογενείας των επαγγελματικά εκτεθειμένων ατόμων, ενδέχεται να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία. Συγκριτικά με την περιβαλλοντική έκθεση, όπου τα επίπεδα τείνουν να είναι αρκετά χαμηλά, η επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα ανέρχεται σε σχετικά υψηλές δόσεις.

Η αναπνευστική εισπνοή και η διαδερμική απορρόφηση αποτελούν τις πρωτογενείς οδούς έκθεσης των φυτοφαρμάκων σε επαγγελματικούς χώρους. Οι αναπνευστικές εκθέσεις συνήθως εμφανίζονται όταν χρησιμοποιούνται εξαιρετικά πτητικά προϊόντα φυτοφαρμάκων, ειδικότερα σε άτομα τα οποία δεν εργάζονται με προστατευτικό αναπνευστικό εξοπλισμό (π.χ μάσκα με φίλτρο) ή σε περιβάλλον εργασίας με ανεπαρκή αερισμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα γεωργικά επαγγέλματα, όπου συνήθως περίπου το 10% της συνολικής έκθεσης σε φυτοφάρμακα λαμβάνει χώρα μέσω της αναπνευστικής οδού και το υπόλοιπο μέσω της διαδερμικής απορρόφησης ή της πέψης. Για τα μη πτητικά φυτοφάρμακα, η αναπνευστική εισπνοή συμβαίνει όταν αυτά ψεκάζονται με εισπνεόμενη μορφή. Επίσης, η απορρόφηση από το δέρμα γίνεται μέσω άμεσης επαφής του δέρματος με φυτοφάρμακα ή από τα ρούχα και τα εργαλεία τα οποία είναι μολυσμένα με υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Μια

μελέτη της ελληνικής καπνοκαλλιέργειας, πρότεινε ότι η δερματική έκθεση σε φυτοφάρμακα, αποτελεί την κυριότερη οδό έκθεσης κατά την επαγγελματική χρήση.

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες των παρασιτοκτόνων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι καιρικές συνθήκες, η προσωπική υγιεινή (π.χ. πλύσιμο στο χέρι) και η χρήση εξοπλισμού ατομικής προστασίας, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την έκθεση σε φυτοφάρμακα. Για παράδειγμα, τα εντομοκτόνα οργανοφωσφορικού και καρβαμικού μπορούν να απορροφηθούν αποτελεσματικά από το δέρμα, λόγω της υψηλής διαλυτότητας των λιπιδίων τους. Ορισμένα εντομοκτόνα οργανοχλωρίου, όπως το DDT (διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιο), το λινδάνιο και η αλδρίνη, είναι πιο λιποδιαλυτά από άλλα και έτσι απορροφώνται αποτελεσματικότερα από το δέρμα. Σε αντίθεση, τα πυρεθροειδή εντομοκτόνα απορροφώνται ελάχιστα μέσω ανέπαφου δέρματος, αλλά μπορούν να απορροφηθούν αποτελεσματικά με την εισπνοή και την κατάποση λόγω της χαμηλής διαλυτότητας των λιπιδίων τους. Παράλληλα, τα χλωροφαινοξυλικά ζιζανιοκτόνα είναι συχνά σε μορφή αλάτων και έχουν λιπίδια χαμηλής πηκτικότητας και διαλυτότητας, καθιστώντας τις φαινοξυλικές ενώσεις καλά απορροφούμενες από τον γαστρεντερικό σωλήνα μετά την κατάποση, αλλά λιγότερο απορροφούμενες από τους πνεύμονες και λιγότερο από το δέρμα. Η έκθεση του αναπνευστικού, συμβαίνει επίσης διαμέσου της εισπνοής των αεραγωγών από μολυσμένα αερολύματα φυτοφαρμάκων ή σωματιδιακά υλικά (PM).

Λόγω των διακυμάνσεων στο μέγεθος και τη διάρκεια έκθεσης, στις οδούς απορρόφησης (δέρμα, αναπνευστική οδό, στο γαστρεντερικό σωλήνα) και στη φυσιολογική μεταβλητότητα μεταξύ των εκτιθέμενων ατόμων, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ποσοτικά η αποτελεσματική δόση ενός φυτοφαρμάκου που έχει λάβει ένα άτομο είτε μετρώντας τις ώρες εργασίας ή παρακολουθώντας το επίπεδο μόλυνσης του χώρου εργασίας. Ο βιολογικός έλεγχος των επιπέδων των φυτοφαρμάκων σε βιοστοιχείες ή η χρήση βιολογικών δεικτών θεωρήθηκε ως μια εναλλακτική προσέγγιση για την εκτίμηση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα. Αυτού του είδους έλεγχοι, μπορούν να παρέχουν μια αντικειμενική μέτρηση του φυσιολογικού φορτίου ενός φυτοφαρμάκου στο ανθρώπινο σώμα.

1.5. Χημικοί ρυπαντές τροφίμων

Η χρήση χημικών ουσιών αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του σύγχρονου τρόπου παραγωγής και επεξεργασίας των τροφίμων. Στην πραγματικότητα, παρά το γεγονός ότι η χρήση τους βελτίωσε τη παραγωγικότητα, αρκετές από αυτές έχουν ενοχοποιηθεί για δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και την ισορροπία του οικοσυστήματος, (Muro et al., 2010). Σύμφωνα με τον Κανονισμό του Συμβουλίου (ΕΟΚ) αριθ. 315/93, ως «πρόσμειξη» ενός τροφίμου νοείται οποιαδήποτε ουσία δεν προστίθεται σκοπίμως στο τρόφιμο αλλά εμπεριέχεται σε αυτό ως αποτέλεσμα της παραγωγής, της παρασκευής, της μεταποίησης, της προετοιμασίας, της επεξεργασίας, της πρώτης και της δεύτερης συσκευασίας, της μεταφοράς ή αποθήκευσης του εν λόγω τροφίμου ή ως αποτέλεσμα της μόλυνσης από το περιβάλλον.

Σε ότι αφορά τους χημικούς ρυπαντές των τροφίμων, η κατηγοριοποίηση αυτών μπορεί ενδεικτικά να γίνει ως εξής: κατάλοιπα κτηνιατρικών φαρμάκων, ορμόνες και κατάλοιπα φυτοφαρμάκων, νιτρικά, βακτηριακές τοξίνες, μυκοτοξίνες, φυτοτοξίνες, βαρέα μέταλλα, διοξίνες, απολυμαντικά, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs), ρυπαντές προερχόμενοι από την επεξεργασία των τροφίμων (π.χ ακρυλαμίδιο) και χημικές ουσίες που μεταναστεύουν από τα υλικά συσκευασίας (Saegerman et al., 2006).

Αναλυτικότερα οι χημικοί ρυπαντές των τροφίμων αφορούν τα εξής: βαρέα μέταλλα. Τα μέταλλα είναι μία μεγάλη κατηγορία χημικών στοιχείων που εμφανίζονται φυσικά στο φλοιό της γης, ενώ βαρέα μέταλλα είναι ο γενικός όρος για τα μεταλλικά στοιχεία που έχουν ατομικό βάρος πάνω από 40.04. Η εισαγωγή τους στο περιβάλλον γίνεται μέσω φυσικών και ανθρωπογενών μέσων και περιλαμβάνουν την αποσάθρωση του φλοιού της γης, τα ορυχεία, τα αποχετευτικά λύματα, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τη χρήση φυτοφαρμάκων και άλλα. Παρά το γεγονός ότι ορισμένα άτομα εκτίθενται σε βαρέα μέταλλα κυρίως στον χώρο της εργασίας τους, για τους περισσότερους ανθρώπους η κύρια οδός έκθεσης είναι η διατροφή. Η αλυσίδα

μόλυνσης ακολουθεί σχεδόν πάντα την ίδια κυκλική σειρά, η οποία αφορά τη βιομηχανία-ατμόσφαιρα-έδαφος-νερό-τρόφιμα-άνθρωπο (Morais et al., 2012).

Στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων ανήκουν χημικά στοιχεία όπως το Cd (κάδμιο), Cr (χρώμιο), Cu (χαλκός), Hg (υδράργυρος), Ni (νικέλιο), Pd (μόλυβδος), Zn (ψευδάργυρος) και As (αρσενικό). Ο υδράργυρος εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα μέσω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, όπως η κατασκευή ή καύση του άνθρακα για καύσιμα και από φυσικές πηγές όπως τα ηφαίστεια. Είναι ένα πτητικό μέταλλο το οποίο μέσω της βροχής εναποτίθεται στο έδαφος και στα επιφανειακά νερά, όπου μέσω των βακτηρίων μετατρέπεται σε μεθυλιδράργυρο (λιπόφιλη ένωση). Μέσω της μορφής αυτής προσροφάτε από τα μικροσκοπικά υδρόβια φυτά και ζώα.

Τα ψάρια τρέφονται με αυτούς τους οργανισμούς και ολοένα μεγαλύτερα ψάρια τρέφονται με μικρότερα, με αποτέλεσμα ο υδράργυρος να συγκεντρώνεται σε όλο και μεγαλύτερες ποσότητες στην τροφική αλυσίδα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «βιοσυσώρευση». Ο μόλυβδος ως ένα από τα πιο τοξικά στοιχεία, ο οποίος έχει φτάσει από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες σε ακραίες τιμές στο περιβάλλον. Όπως και πολλές άλλες ουσίες έτσι και ο μόλυβδος είναι παντού παρόν και μπορεί να εμφανιστεί ως μεταλλικό στοιχείο, ανόργανο ιόν και άλας. Η τροφή είναι μια από τις κύριες πηγές έκθεσης μολύβδου, ενώ οι άλλες είναι ο αέρας (καυσαέρια) και το νερό. Φυτικά τρόφιμα μπορεί να έχουν μολυνθεί με μόλυβδο, μέσω της πρόσληψης του από το έδαφος και τον περιβάλλοντα αέρα, ενώ τα ζώα μπορεί να έχουν τραφεί με φυτά ή νερό επιμολυσμένα με μόλυβδο. Στον άνθρωπο η πρόσληψη μολύβδου μπορεί να προέλθει από την κατανάλωση φυτικών και ζωικών προϊόντων (Morais et al., 2012).

Μεγάλες ποσότητες αρσενικού χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές φαρμάκων και γυαλιού, κατά την παρασκευή χρωμάτων γύρω από χυτήρια μετάλλων και σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα. Σε περιοχές όπου το αρσενικό είναι φυσικά παρόν σε υψηλά επίπεδα, τα τρόφιμα (π.χ ρύζι) που παράγονται μέσω της άρδευσης με νερό επιμολυσμένο με αρσενικό συμβάλουν σημαντικά στην πρόσληψη αυτού του βαρέου μετάλλου μέσω του ανθρώπινου οργανισμού. Ενώ σε περιοχές όπου

το αρσενικό δεν είναι φυσικά παρόν σε υψηλές τιμές, τρόφιμα όπως τα ψάρια, τα οστρακοειδή, το κρέας, τα πουλερικά, τα γαλακτοκομικά και δημητριακά συνεισφέρουν κυρίως στην έκθεση των ατόμων σε αρσενικό (WHO, 2010).

Το κάδμιο εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από τα ορυχεία, τα χυτήρια μετάλλων και τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ενώσεις καδμίου για τα κράματα, τις μπαταρίες, τις χρωστικές ουσίες και τα πλαστικά. Σε γενικές γραμμές για μη-καπνιστές και μη-επαγγελματικά εκτιθέμενους εργαζόμενους, τα προϊόντα διατροφής κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος στην επιβάρυνση του οργανισμού σε κάδμιο. Τα ιόντα καδμίου απορροφούνται εύκολα από φυτά και μέσω των ριζών τους προχωρούν προς τα βρώσιμα φύλλα, τους καρπούς και τους σπόρους. Επίσης το κάδμιο συσσωρεύεται στο γάλα των ζώων και τους λιπαρούς ιστούς. Ως εκ τούτου οι άνθρωποι εκτίθενται σε κάδμιο καταναλώνοντας τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης, αλλά και πολύ πιθανόν μέσω της κατανάλωσης θαλασσινών (π.χ μαλάκια) (Morais et al., 2012).

Οι μυκοτοξίνες είναι χαμηλού μοριακού βάρους ενώσεις που συντίθενται κατά την διάρκεια του δευτερογενούς μεταβολισμού των νηματοειδών μυκήτων, κάτω από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η έκθεση σε μυκοτοξίνες μπορεί να συμβεί μέσω της κατάποσης, της εισπνοής και της δερματικής επαφής. Όμως οι περισσότερες μυκοτοξινώσεις καταγράφονται από την κατανάλωση μολυσμένων τροφών. Η έκθεση αυτή μπορεί να είναι άμεση μέσω των δημητριακών ή έμμεση μέσω των ζωικών προϊόντων. Οι περισσότερες μυκοτοξίνες παρουσιάζουν σταθερότητα κατά την θερμική επεξεργασία (80-121°C) των τροφίμων και ως εκ τούτου λίγο ή καθόλου καταστρέφονται κατά το μαγείρεμα των τροφών. Περίπου 400 και άνω γνωστά είδη μυκοτοξινών υπάρχουν, αλλά επιστημονική προσοχή έχει δοθεί κυρίως στις αφλατοξίνες, ωχρατοξίνες, φουμοσίνες, ζεαραλενόνη και πατουλίνη (Bosco & Mollea, 2012).

2. Επιδράσεις των φυτοφαρμάκων στην υγεία του ανθρώπου

2.1 Νευροσυμπεριφορικές και νευροαναπτυξιακές επιπτώσεις

Μελέτες νευροτοξικολογίας που πραγματοποιήθηκαν, επισήμαναν ορισμένες από τις τρέχουσες προκλήσεις και τις προόδους στην κατανόηση των επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου από την έκθεση σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Συγκεκριμένα, μελέτες αναπτυξιακής νευροτοξικότητας αποδεικνύουν ότι η προγεννητική έκθεση σε παρασιτοκτόνα, έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο διαταραχών της ανάπτυξης, καθυστερήσεων στη γνωστική ανάπτυξη και ελλείψεων προσοχής των νεογνών. Μεταγεννητικά, τα παιδιά διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από την τοξικότητα των οργανοφωσφορικών από ότι οι ενήλικες, καθώς ο εγκέφαλος τους αναπτύσσεται ταχέως και η δόση των φυτοφαρμάκων ανά σωματικό βάρος είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα να έχουν μειωμένη ικανότητα αποτοξίνωσης των ξενοβιοτικών ουσιών.

Παράλληλα στα παιδιά, η έκθεση σε οργανοφωσφορικά έχει συσχετιστεί με προβλήματα συμπεριφοράς, φτωχότερη βραχυπρόθεσμη μνήμη και κινητικές δεξιότητες, αλλά και μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης. Λαμβάνοντας υπόψη τις πανταχού παρούσες εκθέσεις του περιβάλλοντος σε οργανοφωσφορικά, είναι εμφανής η ανάγκη για περαιτέρω τοξικολογικά και επιδημιολογικά δεδομένα που να χαρακτηρίζουν τη φύση του κινδύνου για τα παιδιά.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως, οι τραυματισμοί στο χώρο εργασίας και η έκθεση σε φυτοφάρμακα αποτελούν κίνδυνο για την υγεία και ιδιαίτερα των παιδιών, αφού η παιδική εργασία παραμένει χαρακτηριστικό των γεωργικών τομέων πολλών χωρών. Τα υψηλά επίπεδα έκθεσης μπορεί να οδηγήσουν σε δηλητηρίαση και σε νευροψυχιατρικά συμπτώματα. Η δηλητηρίαση με φυτοφάρμακα (οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα) ενδείκνυται να μεταβάλλει τα συστήματα των νευροδιαβιβαστών στον εγκέφαλο των ενηλίκων και να οδηγήσει σε αυξημένο άγχος και κατάθλιψη. Επιπλέον, η αυτοκτονία αποτελεί ένα

σοβαρό πρόβλημα δημόσιας υγείας στις αναπτυσσόμενες χώρες, τα αίτια της οποίας εντοπίζονται στη χρήση των φυτοφαρμάκων.

2.2 Επιδράσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα

Η ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος συμβαίνει τόσο στη μήτρα όσο και μετά τη γέννηση και απαιτεί ένα κατάλληλο περιβάλλον που εξαρτάται από μια πολύπλοκη σχέση μεταξύ διαφορετικών παραγόντων. Οι διαταραχές της ανάπτυξης μπορεί να έχουν γενετικούς και εξωτερικούς παράγοντες που δρουν κατά τη διάρκεια μιας από τις φάσεις της ανάπτυξης (Connors et al., 2008). Πολλές ομάδες παρασιτοκτόνων δρουν μέσω ενός νευροτοξικού μηχανισμού.

Έχουν διεξαχθεί αρκετές επιδημιολογικές μελέτες για τον εντοπισμό πιθανών επιπτώσεων στη νευρολογική ανάπτυξη μετά από περιγεννητική έκθεση σε φυτοφάρμακα (Bjorling-Poulsen et al. 2008, Jurewicz and Hanke 2008, Weselak et al., 2007). Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι πολλές από τις μελέτες είχαν περιορισμένα ή ανεπαρκή στοιχεία για να υποστηριχθεί η αιτιότητα μεταξύ νευροαναπτυξιακής και περιγεννητικής έκθεσης σε φυτοφάρμακα.

Παράλληλα διεξήχθησαν μελέτες που αξιολόγησαν πιο ευαίσθητα τελικά σημεία, με στόχο τον προσδιορισμό και την κατανόηση των πιθανών νευροτοξικών επιδράσεων των χημικών ουσιών των φυτοφαρμάκων (Slotkin et al., 2008a-2008b, Timofeeva et al., 2008, Torres-Sanchez et al., 2009). Στις περισσότερες από αυτές τις μελέτες, έχουν χρησιμοποιηθεί οργανοφωσφορικά και οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν «χαμηλές», πράγμα που σημαίνει ότι δεν προκαλούν εμφανή κλινικά συμπτώματα. Για το λόγο αυτό, τα αποτελέσματα σε «χαμηλές δόσεις», χαρακτηρίζονται δύσκολης ερμηνείας για την εκτίμηση του κινδύνου στον άνθρωπο.

Θα πρέπει επίσης να υπογραμμιστεί ότι, παρόλο που είναι ευρέως αποδεκτό ότι σε πολλές περιπτώσεις οι νεότεροι οργανισμοί είναι πιο επιρρεπείς σε νευροτοξικές

επιδράσεις σχετικά υψηλών μοναδικών χημικών δόσεων, αυτό μπορεί να μην ισχύει για επαναλαμβανόμενες, χαμηλότερες δόσεις (Vidair, 2004). Συνεπώς, εξακολουθεί να συζητείται κατά πόσο σε δόσεις συγκρίσιμες με εκείνες των ανθρώπων που εκτίθενται ως συνέπεια της παρουσίας μολυσματικών ιχνοστοιχείων στα τρόφιμα και στο περιβάλλον διαβίωσης, τα νεαρά άτομα είναι στην πραγματικότητα πιο ευαίσθητα από τους ενήλικες.

Συμπερασματικά, τα επιδημιολογικά και πειραματικά δεδομένα δεν υποστηρίζουν ούτε την πιθανή νευροαναπτυξιακή δράση των φυτοφαρμάκων σε δόσεις κάτω από το NOAEL, ούτε δείχνουν σημαντικά υψηλότερη ευαισθησία των νεαρών ατόμων σε επαναλαμβανόμενα χαμηλά επίπεδα δόσεων. Επομένως, θα πρέπει να επικεντρωθούν στις συνέπειες των οξείων υψηλών εκθέσεων, κατανοώντας και αξιολογώντας τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Για τους λόγους αυτούς, είναι πρωτίστης σημασίας οι παρεμβάσεις της δημόσιας υγείας να εστιάζονται στην πρόληψη των εκθέσεων σε φυτοφάρμακα.

Τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως στις αναπτυσσόμενες χώρες για τον έλεγχο ποικιλίας παρασίτων. Αν και τα εντομοκτόνα είναι σχεδιασμένα να είναι τοξικά, πολλά από τα οποία είναι τοξικά για το νευρικό σύστημα των εντόμων και άλλων ειδών, οι μακροπρόθεσμοι κίνδυνοι από τις προγεννητικές εκθέσεις στον άνθρωπο είναι ασαφείς (Bjorling-Poulsen et al., 2008).

Έχει ήδη προβληθεί ανησυχία σχετικά με τη γεωργική χρήση των φυτοφαρμάκων και τις πιθανές επιδράσεις τους στη νευροαναπτυξιακή ανάπτυξη των παιδιών (Guillette et al., 1998). Δύο μελέτες παιδιών ηλικίας 6-8 ετών αξιολόγησαν τις νευροσυμπεριφορικές λειτουργίες σε σχέση με το επαγγελματικό ιστορικό της μητέρας (Grandjean et al., 2006, Harari et al., 2010). Τα αποτελέσματα της έκθεσης, έδειξαν αναπτυξιακή καθυστέρηση σε παιδιά ηλικίας 1,5-2 ετών (Grandjean et al., 2006, Harari et al., 2010), καθώς επίσης και μία μέση αύξηση της τάξης των 3,6 mm Hg της συστολικής αρτηριακής πίεσης, ως πρόσθετη ένδειξη αναπτυξιακής νευροτοξικότητας.

Επίσης, επιδημιολογικές ενδείξεις της νευροαναπτυξιακής τοξικότητας της έκθεσης σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ολοένα και αυξάνονται (Bjorling-Poulsen et al., 2008, Grandjean and Landrigan 2006, Gray and Lawler 2011). Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει καθυστερημένη ψυχική ανάπτυξη, μειωμένες κινητικές λειτουργίες (Handal et al., 2008), μειωμένη βραχυπρόθεσμη μνήμη και προσοχή και γνωστικά ελλείμματα των νεογνών (Bouchard et al., 2011, Rauh et al., 2011).

Τα παιδιά θεωρείται ότι διατρέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο από την τοξικότητα των οργανοφωσφορικών ουσιών, επειδή ο αναπτυσσόμενος εγκέφαλος τους είναι πιο ευαίσθητος σε νευροτοξικές ουσίες και η δόση των φυτοφαρμάκων ανά σωματικό βάρος είναι πιθανό να είναι μεγαλύτερη στα παιδιά. Παιδιά ηλικίας 6-11 ετών έχουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις μεταβολιτών του διακυκλοφωσφορικού (DAP) - δείκτης έκθεσης σε παρασιτοκτόνα σε σύγκριση με άλλες ηλικιακές ομάδες του πληθυσμού (Barr et al., 2004). Ακόμα, τα παιδιά έχουν μειωμένη την έκφραση των αποτοξινωτικών ενζύμων (Holland et al., 2006).

Η προγεννητική έκθεση σε παρασιτοκτόνα συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο διάχυτων αναπτυξιακών διαταραχών, καθυστερήσεων στην γνωστική ανάπτυξη και ελλείψεων προσοχής (Rauh et al., 2006, Eskenazi et al., 2007, Bouchard et al., 2011, Marks et al., 2010, Engel et al., 2011, Rauh et al., 2011). Αντίθετα η μεταγεννητική έκθεση έχει συσχετιστεί με προβλήματα συμπεριφοράς, φτωχότερη βραχυπρόθεσμη μνήμη, κινητικές δεξιότητες, και μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης στα παιδιά (Grandjean et al., 2006, Ruckhart et al., 2004, Rohlman et al., 2005).

2.3 Συμπτώματα κατάθλιψης από δηλητηριώδη και μη δηλητηριώδη φυτοφάρμακα

Ένας παράγοντας κινδύνου για την κατάθλιψη είναι η δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα (Stallones & Beseler, 2002, Beseler & Stallones, 2008). Μελέτη που

πραγματοποιήθηκε, διερεύνησε την υπόθεση ότι συγκεκριμένα καταθλιπτικά συμπτώματα εμφανίζονται πιο συχνά σε άτομα που δηλητηριάστηκαν από φυτοφάρμακα, από ότι σε άτομα που δεν δηλητηριάστηκαν. Συγκεκριμένα αποδείχτηκε ότι η έκθεση σε οργανοφωσφορικά παρασιτοκτόνα-εντομοκτόνα επηρεάζει τα μη-χολινεργικά συστήματα του κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος, οδηγώντας σε οξεία δηλητηρίαση και συμβάλλοντας στην κατάθλιψη. Μακροχρόνια επακόλουθα στο νευρικό σύστημα από έκθεση χαμηλής δόσης είναι λιγότερο σαφής.

Είναι γνωστό ότι η αυτοκτονία αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου συχνά σχετίζεται με τη χρήση των φυτοφαρμάκων. Η Νότια Αφρική παραμένει η μεγαλύτερη αγορά για τα φυτοφάρμακα, όπου οι χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται ευρέως για τον έλεγχο των παρασίτων στη γεωργία.

2.4 Αναπνευστικά Προβλήματα

Τα φυτοφάρμακα, συμπεριλαμβανομένων των ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων, βακτηριοκτόνων και τρωκτικοκτόνων, χρησιμοποιούνται ευρέως για την πρόληψη και τον έλεγχο των παρασίτων. Παγκοσμίως, περίπου πέντε δισεκατομμύρια λίρες καταναλώνονται ετησίως από τη χρήση των φυτοφαρμάκων. Πολλές επαγγελματικές εργασίες, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, της αλιείας, της δασοκομίας και της βιομηχανίας τροφίμων, τα φυτοφάρμακα έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μεγάλες ποσότητες. Επαγγελματικές εκθέσεις σε φυτοφάρμακα εντοπίζονται επίσης, κατά την παραγωγή, μεταφορά, προετοιμασία και εφαρμογή των φυτοφαρμάκων στο χώρο εργασίας.

Ωστόσο, οι τοξικές ιδιότητες των φυτοφαρμάκων αποτελούν δυνητικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Αναπνευστικά συμπτώματα, όπως ο βήχας, ο συριγμός και η φλεγμονή των αεραγωγών, συνήθως παρατηρούνται σε ανθρώπους που εκτίθενται σε φυτοφάρμακα. Επιδημιολογικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, διερευνούν τη

σχέση μεταξύ της επαγγελματικής έκθεσης σε παρασιτοκτόνα και τις χρόνιες αναπνευστικές ασθένειες, όπως το άσθμα, η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) και ο καρκίνος του πνεύμονα.

Λόγω της εγγενούς βιολογικής αντιδραστικότητας, τα φυτοφάρμακα είναι δυνητικά επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Συνολικά, περίπου 300.000 θάνατοι ετησίως οφείλονται σε οξεία δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα, ενώ τα οργανοφωσφορικά, τα οργανοχλωρίδια και το φωσφορούχο αργίλιο αναφέρονται συχνότερα ως η αίτια αυτών. Πολλές μελέτες αποδεικνύουν ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει ασθένειες, όπως είναι το άσθμα, η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια και ο καρκίνος του πνεύμονα.

Τα αναπνευστικά συμπτώματα που έχουν αναφερθεί σε σχέση με την έκθεση σε φυτοφάρμακα περιλαμβάνουν συριγμό, ερεθισμό των αεραγωγών, ξηρό βήχα, πονόλαιμο, δύσπνοια και σφίξιμο στο στήθος. Μια συγχρονική μελέτη των εργαζομένων σε ένα εργοστάσιο εμφιάλωσης έδειξε ότι σε σύγκριση με τους ελέγχους, οι εργαζόμενοι στον τομέα της επεξεργασίας των φυτοφαρμάκων είχαν σημαντικά υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης αναπνευστικών συμπτωμάτων (όπως χρόνια βήχα, ρινική καταρροή και ρινική ξηρότητα στις γυναίκες και ερεθισμό του λαιμού στους άνδρες). Επιπλέον, τα οξεία αναπνευστικά συμπτώματα, ήταν σημαντικά αυξημένα στην αλλαγή βάρδιας της εργασίας μεταξύ των εργαζομένων λόγω των φυτοφαρμάκων.

Επίσης, ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει την εμφάνιση αναπνευστικών συμπτωμάτων μεταξύ των εργαζομένων στη γεωργία που εκτίθενται σε φυτοφάρμακα. Μια μελέτη των αγροτών ανέφερε ότι μετά από προσαρμογή με βάση την ηλικία και το κάπνισμα, οι αγρότες εμφάνισαν αναπνευστικά προβλήματα (φλέγμα, συριγμό, γρίπη) που συσχετιζόνταν σημαντικά με τη χρήση των φυτοφαρμάκων. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να έχουν επηρεαστεί από την ταυτόχρονη έκθεση σε άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως είναι η αμμωνία και τα ζωικά αντιγόνα. Μια μελέτη του Οικογενειακού Προγράμματος παρακολούθησης της υγείας και της επικινδυνότητας έδειξε ότι η προσωπική εμπλοκή με φυτοφάρμακα συσχετίστηκε με υψηλό επιπολασμό του χρόνιου βήχα.

Εκτός από τα συγκεκριμένα αποτελέσματα που υποδηλώνουν το συνολικό αναπνευστικό αποτέλεσμα μη καθορισμένων φυτοφαρμάκων, έχουν πραγματοποιηθεί εξειδικευμένες μελέτες που επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους τύπους φυτοφαρμάκων. Συγκεκριμένα, οι νευρολογικές επιδράσεις που προκαλούνται από παρασιτοκτόνα αναστολής της χολινεστεράσης, όπως τα OP και τα καρβαμικά, έχουν αναγνωριστεί ότι επηρεάζουν τους πνεύμονες και τους αεραγωγούς, οδηγώντας σε αναπνευστικά συμπτώματα, εξασθενημένη πνευμονική λειτουργία και αναπνευστικές ασθένειες.

Οι εκθέσεις σε άλλους τύπους φυτοφαρμάκων, όπως εντομοκτόνα πυρεθροειδών και ορισμένα ζιζανιοκτόνα μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε αναπνευστικά προβλήματα. Η νευροτοξικότητα των φυτοφαρμάκων μέσω επαγγελματικών εκθέσεων, προκαλεί αναπνευστικά συμπτώματα, όπως ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, αναπνευστική δυσφορία (δύσπνοια), βήχα και πνευμονικό τραυματισμό (οίδημα). Αυτά τα αναπνευστικά συμπτώματα συχνά συνοδεύονται και από άλλα συμπτώματα, όπως ζάλη, εμετό, κόπωση, κεφαλαλγία, κοιλιακό άλγος, σπασμούς, παραισθήσεις και δυσλειτουργία άλλων οργάνων.

Συνοπτικά, ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει εντοπίσει τις συσχετίσεις μεταξύ των αναπνευστικών συμπτωμάτων και της έκθεσης σε φυτοφάρμακα, αλλά μέχρι στιγμής τα ευρήματα δεν είναι εξειδικευμένα όσον αφορά τόσο τους παράγοντες που προκαλούν τον κίνδυνο, όσο και τα συμπτώματα που δημιουργήθηκαν. Αυτό καθιστά την ερμηνεία των δεδομένων πολύπλοκη. Παρά ταύτα, φαίνεται να υπάρχουν στοιχεία τα οποία υποδηλώνουν ότι ορισμένα φυτοφάρμακα προκαλούν οξεία και χρόνια αναπνευστικά συμπτώματα και επιβαρύνουν την υγεία του εκτεθειμένου πληθυσμού.

Εγκεκριμένες μελέτες αναφέρουν ότι η χρήση των φυτοφαρμάκων σε επαγγελματικά περιβάλλοντα συνδέεται με εξασθενημένη πνευμονική λειτουργία. Η μειωμένη πνευμονική λειτουργία συσχετίζεται επίσης με αναστολή της χολινεστεράσης που προκαλείται από οργανοφωσφορικά ή καρβαμικά εντομοκτόνα. Εκτός από την αρνητική επίδραση στους δυναμικούς πνευμονικούς όγκους, οι επαγγελματικές εκθέσεις σε φυτοφάρμακα, μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε εξασθένιση της ανταλλαγής αερίων στους πνεύμονες. Τόσο αποφρακτικές, όσο και

περιοριστικές ανωμαλίες έχουν αναφερθεί σε επαγγελματικές εκθέσεις φυτοφαρμάκων.

Κατά την τελευταία δεκαετία, το άσθμα αναγνωρίστηκε ως η συχνότερη ασθένεια των πνευμόνων σε επαγγελματικά εκτεθειμένους ανθρώπους σε φυτοφάρμακα. Για παράδειγμα, στη Γαλλία, μια περίπτωση επίμονου άσθματος συνδέθηκε με οξεία εισπνοή του οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου dichlorvos για 8 ώρες σε κλειστή κουζίνα. Δύο περιπτώσεις επαγγελματικού άσθματος αναφέρθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο μετά από έκθεση σε μυκητοκτόνα fluazinam και chlorothalonil. Στο Βέλγιο, μια περίπτωση επαγγελματικού άσθματος συνδέθηκε με τη χρόνια έκθεση σε τετραμεθρίνη, ένα πυρεθροειδές εντομοκτόνο. Επιπλέον, μια σειρά περιπτώσεων από άτομα με σύνδρομο δυσλειτουργίας των αεραγωγών (RADS) (τύπος άσθματος) που προκαλείται από ερεθισμό που σχετίζεται με την εργασία, θεωρήθηκε ότι σχετίζεται με εκθέσεις σε ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα.

Μια συγχρονική μελέτη που διεξήχθη μεταξύ των εργαζομένων της Βραζιλίας στη γεωργία, έδειξε ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα συσχετίστηκε με υψηλότερη εμφάνιση άσθματος. Επίσης, η επίδραση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα για το άσθμα ήταν ισχυρότερη στις γυναίκες παρά στους άνδρες. Η Μελέτη Αγροτικής Υγείας (AHS) στις Η.Π.Α. αναφέρει ότι το άσθμα εκδήλωσης ενηλίκων συνδέεται με έκθεση σε φυτοφάρμακα, συμπεριλαμβανομένων των εντομοκτόνων οργανοφωσφορικών, των εντομοκτόνων καρβαμιδικού και των ζιζανιοκτόνων alachlor, atrazine και paraquat. Σε αυτές τις μελέτες παρατηρήθηκαν επίσης δόσοεξαρτώμενες σχέσεις μεταξύ του συμπτώματος του άσθματος και της εφαρμογής των εντομοκτόνων οργανοφωσφορικού. Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη των Γάλλων αγροτών, οι πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα συσχετίζεται περισσότερο με το αλλεργικό άσθμα από το μη αλλεργικό άσθμα. Δεδομένου ότι υπάρχει μικρή αντιγονικότητα των χημικών παρασιτοκτόνων, το αλλεργικό/ατοπικό άσθμα που προκαλείται από παρασιτοκτόνα μπορεί να οφείλεται στην έμμεση επίδραση των φυτοφαρμάκων στο ανοσοποιητικό σύστημα.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα, ειδικά σε επαγγελματικά περιβάλλοντα, συνδέεται με τη χρόνια βρογχίτιδα και τη χρόνια

αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχουν συνδέσει τη χρόνια βρογχίτιδα με τα OP και τα καρβαμικά φυτοφάρμακα. Μια πρόσφατη συγχρονική μελέτη της AGRiculture & CANcer (AGRICAN), έδειξε ότι ο κίνδυνος χρόνιας βρογχίτιδας μεταξύ των αγροτών συσχετίστηκε σημαντικά με δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα για τους εκτεθειμένους χωρίς υγειονομική περίθαλψη. Αυτό το γεγονός υποδηλώνει ότι τα επεισόδια οξείας δηλητηρίασης με υψηλές δόσεις συμβάλλουν πιθανότερα στη ΧΑΠ από ότι οι μακροχρόνιες εκθέσεις .

Εκτός από το άσθμα, τη ΧΑΠ και τον καρκίνο του πνεύμονα, υπάρχουν επίσης και άλλες ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος οι οποίες έχουν συνδεθεί με τις επαγγελματικές εκθέσεις σε φυτοφάρμακα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί η μελέτη των Newman et al., η οποία διαπίστωσε ότι η επαγγελματική έκθεση σε εντομοκτόνα έχει συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο σαρκοείδωσης. Ακόμα, οι Slager et al., ανακάλυψαν ότι τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D, η γλυφοσάτη και το πετρελαϊκό έλαιο, το εντομοκτόνο diazinon και το μυκητοκτόνο benomyl, σχετίζονται θετικά με τη ρινίτιδα.

Επιπλέον, σε ορισμένες μελέτες η δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα έχει συνδεθεί με αναπνευστικά προβλήματα, όπως είναι ο βήχας, η αλλεργία, ο συριγμός και το τοξικό σύνδρομο οργανικής σκόνης (ODTS). Αν και η αναπνευστική λοίμωξη έχει συνδεθεί με έκθεση σε οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα στις παιδικές ηλικίες, παρόλα αυτά υπάρχει έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων τα οποία να δείχνουν μια τέτοια σχέση μεταξύ έκθεσης σε φυτοφάρμακα και μόλυνσης του αναπνευστικού συστήματος σε επαγγελματικά περιβάλλοντα.

2.5 Υπογονιμότητα

Υπογονιμότητα ονομάζεται η αδυναμία σύλληψης μετά από 12 μήνες σεξουαλικών επαφών χωρίς προφύλαξη ή χρήση αντισυλληπτικών μέσων. Η υπογονιμότητα διακρίνεται σε πρωτοπαθή και δευτεροπαθή. Στην πρωτοπαθή δεν έχει επιτευχθεί σύλληψη στο παρελθόν, ενώ στη δευτεροπαθή έχει επιτευχθεί. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να συγχέεται με την «στεριρότητα», η οποία αποτελεί την απόλυτη βιολογική αδυναμία τεκνοποίησης. Το πρόβλημα της υπογονιμότητας εμφανίζεται συχνά και

είναι διαχρονικό. Διεθνώς το 15% των ζευγαριών της σήμερα ημέρας αντιμετωπίζουν δυσκολία στη σύλληψη γενικώς, ή στη σύλληψη του επιθυμητού αριθμού παιδιών, σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ.).

Τα αίτια της υπογονιμότητας διακρίνονται σε αυτά που αφορούν τη γυναικεία και σε αυτά που αφορούν την ανδρική υπογονιμότητα ή ο συνδυασμός και των δύο. Οι πιο συχνοί παράγοντες που οδηγούν σε γυναικεία υπογονιμότητα είναι: διαταραχές της ωοθυλακιορρηξίας, σαλπινγικός παράγοντας (απόφραξη σαλπίγγων), ενδομητρίωση, παθήσεις της μήτρας, παθήσεις του τραχήλου και εχθρική συμπεριφορά τραχηλικής βλέννης, παρουσία αντισωμάτων και η ηλικία γυναίκας. Ενώ, οι πιο συχνοί παράγοντες που οδηγούν σε ανδρική υπογονιμότητα είναι: ολιγοσπερμία, ασθενοσπερμία, τερατοσπερμία, αζωοσπερμία, αντισπερμικά αντισώματα και διάφοροι συνδυασμοί αυτών. Παρόλα αυτά, υπάρχει πάντοτε και η ανεξήγητη υπογονιμότητα, η υπογονιμότητα δηλαδή σε ένα ζευγάρι όταν όλοι οι παραπάνω παράγοντες έχουν ελεγχθεί και είναι φυσιολογικοί. (Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly).

Ένα από τα αίτια που μπορούν να προκαλέσουν ανδρική υπογονιμότητα είναι η παρουσία των φυτοφαρμάκων και ιδιαιτέρως των ζιζανιοκτόνων, τα οποία αποτελούν έναν πολύ σοβαρό περιβαλλοντικό παράγοντα που έχει άμεσες και έμμεσες επιδράσεις στο ανδρικό αναπαραγωγικό σύστημα.

2.6 Επιδράσεις κατά την διάρκεια της κύησης

Η έκθεση σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκινικών όγκων στον παιδικό εγκέφαλο. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι πολλά φυτοφάρμακα ενδέχεται να περιέχουν ενώσεις, οι οποίες διασχίζουν τον πλακούντα και προκαλούν καρκίνο. Οι ερευνητές από το Γαλλικό Ινστιτούτο Υγείας και Ιατρικής Έρευνας έκαναν επισκόπηση δύο προηγούμενων μελετών αναλύοντας στοιχεία για 3.539 παιδιά κάτω των 15 ετών. Από αυτά, 437 είχαν αναπτύξει καρκίνο του εγκεφάλου. Οι ειδικοί διαπίστωσαν ότι τα φυτοφάρμακα στη διάρκεια της

εγκυμοσύνης αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκινικών όγκων στον παιδικό εγκέφαλο κατά 1,4 φορές. Ειδικά τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε μη βιολογικές καλλιέργειες, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα. Αναφέρουν επίσης, ότι τα παρασιτοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν όγκο στον παιδικό εγκέφαλο εάν περιέχουν ενώσεις που προκαλούν καρκίνο, οι οποίες διασχίζουν τον πλακούντα. Τα ευρήματα δημοσιεύθηκαν στο επιστημονικό έντυπο *International Journal of Cancer* (Garner et al., 2015).

Επιδημιολογικές ενδείξεις της νευροαναπτυξιακής τοξικότητας της έκθεσης σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ολοένα και αυξάνονται (Bjorling-Poulsen et al., 2008, Grandjean and Landrigan 2006). Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει καθυστερημένη ψυχική ανάπτυξη, μειωμένες κινητικές λειτουργίες, μειωμένη βραχυπρόθεσμη μνήμη και προσοχή και γνωστικά ελλείμματα των νεογνών (Bouchard et al., 2011).

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η οικιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και πριν από τη γέννηση και κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων ενός παιδιού, μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο της παιδικής λευχαιμίας. Πράγματι, η έκθεση σε φυτοφάρμακα είναι ένας από τους πιο συχνά μελετημένους παράγοντες, υψηλού χημικού κινδύνου της παιδικής λευχαιμίας. Η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης των φυτοφάρμακων (ειδικότερα των εντομοκτόνων) και της παιδικής λευχαιμίας, υποστηρίζεται από πολλές μελέτες.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν υποδηλώνουν ότι η αναπτυξιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει καθυστερημένη πνευματική ανάπτυξη ανιχνεύσιμη σε ηλικία 6-24 μηνών (Eskenaazi et al., 2007). Η συγκεκριμένη μελέτη των παιδιών, έδειξε ελλείμματα στον οπτικοακουστικό τομέα και αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση όπου συσχετίζεται με την προγεννητική έκθεση και τον αυξημένο χρόνο αντίδρασης σε αυξημένα επίπεδα τρέχουσας έκθεσης (Grandjean et al., 2006).

2.7 Καρκίνος

Η επαγγελματική έκθεση σε φυτοφάρμακα έχει συνδεθεί με τον καρκίνο του πνεύμονα, ειδικά σε αγροτικές περιοχές. Σε μία μελέτη των εργαζομένων για την καταπολέμηση των παρασίτων, έδειξε ότι η μεγαλύτερη διάρκεια έκθεσης σε εντομοκτόνα οργανοφωσφορικού και καρβαμικού και σε ζιζανιοκτόνα, συσχετίστηκε με υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας του καρκίνου του πνεύμονα. Σε μια ένθετη μελέτη ελέγχου που προέκυψε από τη Μελέτη Γεωργίας Υγείας (AHS) από τους Alavanja et al., αποδείχθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές σχέσεις δόσης-απόκρισης μεταξύ της έκθεσης των φυτοφαρμάκων και του κινδύνου του καρκίνου του πνεύμονα. Ωστόσο, υπήρξαν επίσης και αρκετές μελέτες οι οποίες έδειξαν μη σημαντικές επιπτώσεις μεταξύ της χρήσης επαγγελματικών φυτοφαρμάκων και του καρκίνου του πνεύμονα. Παρά το γεγονός ότι μια σειρά από μελέτες ελέγχονται ως προς την ηλικία και την κατάσταση κατά την εκτίμηση της συσχέτισης μεταξύ της έκθεσης σε φυτοφάρμακα και τον καρκίνο του πνεύμονα, μερικοί σημαντικοί παράγοντες κινδύνου για καρκίνο του πνεύμονα, όπως η εσωτερική/εξωτερική ατμοσφαιρικοί ρύποι, ο τρόπος ζωής, οι ψυχοκοινωνικοί παράγοντες και η γενετική προδιάθεση, δεν έχουν ληφθεί συστηματικά υπόψη.

Τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα (OC), μία κατηγορία υδρογονανθράκων που χαρακτηρίζονται από την κυκλική τους δομή, τον αριθμό και τη θέση των ατόμων του χλωρίου και τη χαμηλή πτητικότητα, χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στη γεωργία για τον έλεγχο των παρασίτων. Λόγω της φύσης της επιμονής τους στο περιβάλλον, της βιοσυσσωρευσης στην τροφική αλυσίδα και των πιθανών επιπτώσεων στην υγεία, η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ περιόρισε και απαγόρευσε τη χρήση των περισσότερων φυτοφαρμάκων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970-1980. Αν και τα φυτοφάρμακα OC χρησιμοποιούνται σπάνια στις Ηνωμένες Πολιτείες σήμερα, μετρήσιμες ποσότητες φυτοφαρμάκων OC ή των μεταβολιτών τους, ανιχνεύονται ακόμα σε ανθρώπινους ιστούς. Επιπλέον, τα παρασιτοκτόνα OC εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως για τον έλεγχο των κουνουπιών και της ελονοσίας (Turuson et al., 2002). Για το λόγο αυτό, οι επιπτώσεις

τους στην ανθρώπινη υγεία μετά από έκθεση, εξακολουθούν να αποτελούν σημαντική παγκόσμια ανησυχία.

Στοιχεία από πειραματικές αναλύσεις που έχουν προκύψει, υποδεικνύουν ότι ένας αριθμός παρασιτοκτόνων OC επιδεικνύει ασθενείς οιστρογονικές ή αντιοιστρογονικές επιδράσεις. Αυτές οι χημικές ουσίες παρεμβαίνουν στη λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος μιμούμενοι μια ορμόνη, παρεμποδίζοντας έτσι τις επιδράσεις των φυσιολογικών ενδογενών ορμονών ή τροποποιώντας τη σύνθεση, το μεταβολισμό και τη μεταφορά των ορμονών (Soto et al., 1995). Θεωρείται ότι αυτές οι ενώσεις μπορούν να δράσουν ως προαγωγοί όγκου διαμέσου ορμονικών επιδράσεων (Hansen & Matsumura., 2001). Παράλληλα, μερικές επιδημιολογικές μελέτες έχουν συνδέσει τα OC φυτοφάρμακα με διάφορες μορφές καρκίνου, συμπεριλαμβανομένων του καρκίνου του μαστού (Calle et al., 2002), του καρκίνου του προστάτη (Mills & Yang., 2003), του καρκίνου του ενδομητρίου (Weiderpass et al., 2000) και του καρκίνου των όρχεων (Biggs et al., 2008).

Η πρωτογενής πηγή έκθεσης σε φυτοφάρμακα OC στο γενικό πληθυσμό, είναι διαμέσου της κατανάλωσης γάλακτος, ψαριών και κρέατος (Torpari et al., 1996). Πρόσθετες οδοί έκθεσης περιλαμβάνουν τη σκόνη, τον αέρα και το έδαφος. Η μέτρηση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα OC είναι μια σύνθετη και δύσκολη διαδικασία λόγω των πολλαπλών οδών έκθεσης. Ο βιολογικός έλεγχος της έκθεσης είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα OC. Συγκεκριμένα, η μέτρηση των παρασιτοκτόνων OC, των μεταβολιτών τους ή προϊόντων αντίδρασης σε βιολογικά μέσα όπως το αίμα ή τα ούρα είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τον προσδιορισμό της έκτασης της χρόνιας έκθεσης σε αυτές τις χημικές ουσίες (Barr., 2008).

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα παρασιτοκτόνα OC μπορούν να διαμορφώνουν στεροειδείς σεξουαλικές ορμόνες όπως οιστρογόνα ή τεστοστερόνη (Sonnenschein & Soto 1998). Έτσι, είναι πιθανό αυτές οι χημικές ουσίες να μπορούν να αποθηκευτούν στο ανθρώπινο σωματικό λίπος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, επειδή αυτές οι χημικές ουσίες αποθηκεύονται στο λίπος, η

απώλεια λιπώδους ιστού μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων στο αίμα και στα όργανα (Hue et al., 2006). Αρκετές μελέτες πρότειναν ότι η απώλεια βάρους μπορεί να σχετίζεται με αύξηση των συγκεντρώσεων ορού OC λόγω της βιοσυγκέντρωσής τους (Chevrier et al., 2000, Imbeault et al., 2002).

2.8 Νόσος του Πάρκινσον

Τα φυτοφάρμακα έχουν εμπλακεί ως ένας από τους πιο πιθανούς μείζονες περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου για τη νόσο του Πάρκινσον (PD). Η πιθανή σύνδεση της νόσου με τα φυτοφάρμακα έχει ιδιαίτερη σημασία, λόγω των γνωστών νευροτοξικών ιδιοτήτων πολλών εντομοκτόνων. Παρόλα αυτά, η εκτίμηση της έκθεσης σε παρασιτοκτόνα είναι δύσκολη, δεδομένου ότι το σχετικό παράθυρο έκθεσης έχει πιθανόν λάβει χώρα πριν από την έναρξη της νόσου. Τόσο η ηλικία όσο και ο ΔΜΣ συσχετίζονται μόνο με τα παρασιτοκτόνα.

Παρασιτοκτόνα οργανοχλωρίου έχουν εμπλακεί στην ανάπτυξη του PD, αν και δεν υπάρχουν ανθρώπινες μελέτες με βιοδείκτες έκθεσης. Με βάση τις χημικές ιδιότητες, την τοξικοκινητική και τα μοντέλα χρήσης, μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι κυκλοδιένιες, συγκαταλέγονται μεταξύ των πιθανότερων υποψηφίων που συνεισφέρουν στην ανάπτυξη του PD. Η διεδρίνη, έχει ίσως την καλύτερη τεκμηριωμένη τοξικότητα στα ντοπαμινεργικά κύτταρα. Αν και οι νευρώνες της ντοπαμίνης είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στη νευροτοξικότητα της διεδρίνης, η έκθεση σε αυτή δεν οδηγεί σε απώλεια ντοπαμινεργικών κυττάρων ή κινητικά ελλείμματα που είναι χαρακτηριστικά του PD.

3. Επιπτώσεις Φυτοφαρμάκων στην Παιδική Ηλικία

3.1 Παιδική Λευχαιμία

Ο καρκίνος είναι η δεύτερη πιο συχνή αιτία θανάτου σε παιδιά ηλικίας 0-14 ετών μετά τα ατυχήματα. Η λευχαιμία είναι ο συνηθέστερος καρκίνος στα παιδιά και αντιπροσωπεύει περίπου το ένα τρίτο των παιδιατρικών καρκίνων. Περίπου γύρω στα 3.800 παιδιά διαγιγνώσκονται ετησίως με οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία (ALL) ή οξεία μυελοβλαστική λευχαιμία (AML) στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Σύμφωνα με τα σύγχρονα πρωτόκολλα θεραπείας της λευχαιμίας, το ποσοστό ανέρχεται σε 80 έως 90% των παιδιών με λευχαιμία. Παρόλο που εξακολουθούν να ανακαλύπτονται νέοι γενετικοί παράγοντες κινδύνου, μέχρι στιγμής μόνο ένα μικρό ποσοστό των περιπτώσεων παιδικής λευχαιμίας μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση γενετικής (συμπεριλαμβανομένων γενετικών συνδρόμων όπως του Down).

Δεδομένου ότι οι γενετικοί παράγοντες δεν μεταβάλλονται, είναι πιθανό περιβαλλοντικοί παράγοντες να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αιτιολογία των παιδικών λευχαιμιών. Αυτά τα γεγονότα υπογραμμίζουν τη σημασία ανάπτυξης μιας προσέγγισης στην πρόληψη της παιδικής λευχαιμίας, επικεντρωμένη στη μείωση της έκθεσης σε παράγοντες περιβαλλοντικού κινδύνου.

Συγκεκριμένα, το βενζόλιο, ως γνωστό λευχαιγόνο, μεταβολίζεται σε ενδιάμεσες δραστικές ενώσεις. Αυτό έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με άλλες εκθέσεις που προκαλούν ανησυχία στην παιδιατρική περιβαλλοντική υγεία, όπως είναι ο μόλυβδος. Υπάρχουν συσσωρευμένα στοιχεία και έρευνες που αποδεικνύουν τις συσχετίσεις μεταξύ περιβαλλοντικών, μολυσματικών και διαιτητικών εκθέσεων και του κινδύνου ανάπτυξης λευχαιμίας κατά την παιδική ηλικία.

Η παιδική λευχαιμία μπορεί να ξεκινήσει κατά τη διάρκεια της προγεννητικής περιόδου, αλλά οι περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι εφικτό να διαγνωστούν μέχρις ότου το παιδί να είναι μεταξύ δύο έως τεσσάρων ετών. Αυτό αφήνει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ των πρώτων παραθύρων ευαισθησίας σε λευκαίμογόνους

παράγοντες και της χρονικής περιόδου κατά την οποία οι ερευνητές μπορούν να αρχίσουν να μετρούν την έκθεση του παιδιού σε αυτούς τους παράγοντες.

Ωστόσο, οι ερευνητές χρησιμοποιούν ποικίλες στρατηγικές για την εκτίμηση της έκθεσης των παιδιών σε δυνητικά καρκινογόνους παράγοντες. Χρησιμοποιώντας αυτές τις στρατηγικές για την αξιολόγηση της έκθεσης των παιδιών σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι επιδημιολόγοι έχουν εντοπίσει αρκετούς περιβαλλοντικούς παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με την παιδική λευχαιμία, συμπεριλαμβανομένων των φυτοφαρμάκων, του γονικού καπνίσματος, των χρωστικών, των διαλυτών πετρελαίου, των εκπομπών κυκλοφορίας, των ανθεκτικών οργανικών ρύπων και της ακτινοβολίας.

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η οικιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και πριν από τη γέννηση και κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων ενός παιδιού, μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο της παιδικής λευχαιμίας. Πράγματι, η έκθεση σε φυτοφάρμακα είναι ένας από τους πιο συχνά μελετημένους παράγοντες, υψηλού χημικού κινδύνου της παιδικής λευχαιμίας. Η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης των φυτοφαρμάκων (ειδικότερα των εντομοκτόνων) και της παιδικής λευχαιμίας, υποστηρίζεται από πολλές μελέτες.

Με δεδομένη την παρατηρούμενη συσχέτιση μεταξύ της οικιακής χρήσης των φυτοφαρμάκων κατά τη διάρκεια της πρώιμης παιδικής ηλικίας και του κινδύνου λευχαιμίας, μία επέκταση αυτής της γραμμής έρευνας ήταν να εξεταστεί η επίδραση της γονικής επαγγελματικής έκθεσης σε φυτοφάρμακα με τον κίνδυνο της παιδικής λευχαιμίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ενήλικες που εκτίθενται σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, μπορούν να τα μεταφέρουν πίσω στα σπίτια τους ένδυση, υπόδηση, δέρμα). Επιπλέον, η πατρική έκθεση σε φυτοφάρμακα πριν από τη σύλληψη μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα γεννητικά κύτταρα, ενώ η μητρική έκθεση σε φυτοφάρμακα κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης θα μπορούσε επίσης να εκθέσει το έμβρυο σε αυτές τις χημικές ουσίες.

3.2 Νευροσυμπεριφορικά ελλείμματα και αυξημένη αρτηριακή πίεση

Κατά τη διάρκεια της προγεννητικής ανάπτυξης, ο εγκέφαλος είναι ιδιαίτερα ευάλωτος στην νευροτοξικότητα (Andersen et al., 2000, Grandjean et Landrigan., 2006). Η ακετυλοχολίνη είναι μια κύρια ουσία συναπτικής μετάδοσης που χρησιμεύει ως νευροτροφικό σήμα κατά την ανάπτυξη του εγκεφάλου (Slotkin., 2004). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μελέτες που πραγματοποιούνται σε περιοχές όπου χρησιμοποιούνται ευρέως τα οργανοφωσφορικά (Bjørling-Poulsen et al., 2008).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν υποδηλώνουν ότι η αναπτυξιακή έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει καθυστερημένη πνευματική ανάπτυξη ανιχνεύσιμη σε ηλικία 6-24 μηνών (Eskenazi et al., 2007, Rauh et al., 2006, Whyatt et al., 2004, Young et al., 2005). Η συγκεκριμένη μελέτη των παιδιών, έδειξε ελλείμματα στον οπτικοακουστικό τομέα και αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση όπου συσχετίζεται με την προγεννητική έκθεση και τον αυξημένο χρόνο αντίδρασης σε αυξημένα επίπεδα τρέχουσας έκθεσης (Grandjean et al., 2006).

Μια κοινή ανάλυση των δεδομένων επιβεβαίωσε ότι τα αποτελέσματα αυτά συνδέονταν με τη μητρική εργασία κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, όχι με την εργασία του πατέρα και όχι με την τρέχουσα έκθεση σε φυτοφάρμακα. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την άποψη ότι σε αυτή την μελέτη των παιδιών οι προγεννητικές εκθέσεις σε φυτοφάρμακα είναι πιο επιβλαβείς από τις τρέχουσες εκθέσεις, επιβεβαιώνοντας τα προηγούμενα αποτελέσματα άλλων περιβαλλοντικών μελετών της νευροαναπτυξιακής τοξικότητας και της θεωρίας του παραθύρου ευπάθειας του κεντρικού νευρικού συστήματος κατά τη διάρκεια της ζωής της μητέρας (Grandjean et Landrigan., 2006). Οι πατρικές εκθέσεις κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης έδειξαν πολύ ασθενέστερους συνδυασμούς από τις μητρικές εκθέσεις κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης (Wigle et al., 2009).

Επιπλέον, μια μελέτη σχετικά με τις μακροπρόθεσμες νευροψυχολογικές δυσλειτουργίες των παιδιών σχολικής ηλικίας που εκτίθενται σε οργανοφωσφορικά φυτοφάρμακα κατά τη βρεφική ηλικία (Ruckart et al. 2004) ανέφεραν μειωμένη

λεκτική μάθηση στα εκτεθειμένα παιδιά. Δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε φυτοφάρμακα και άλλων νευροφυσιολογικών αποτελεσμάτων, όπως η οπτική και ακουστική δυναμική του εγκεφαλικού στελέχους και η μέτρηση της ακοής και της καρδιάς.

4. Επίδραση φυτοφαρμάκων σε όργανα και συστήματα

4.1 Υδροφόρος ορίζοντας - Κατάληξη χημικών ουσιών στο έδαφος.

Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού με σκοπό να καλύψει τις βιοτικές του ανάγκες για πόσιμο νερό, εξαρτάται από τα υπόγεια ή τα επιφανειακά αποθέματα νερού. Αυτά εκτίθενται σε ρύπανση από διάφορες πηγές. Τέτοιες είναι τα βιομηχανικά και οικιακά απόβλητα, οι διαρροές υπόγειων δεξαμενών καυσίμων και άλλων χημικών ουσιών, οι γεωργικοί ρύπους από λιπάσματα ή φυτοφάρμακα.

Είναι λανθασμένη η πεποίθηση που επικρατεί πως το υπόγειο νερό βρίσκεται συγκεντρωμένο σε μεγάλα υπόγεια ποτάμια και λίμνες. Στην πραγματικότητα είναι πως το νερό βρίσκεται εγκλωβισμένο σε μικρά κενά καθώς και στους πόρους των αμμωδών εδαφών. Ακόμα σε πετρωμάτα και άλλων διαπερατών υλικών στο εδάφος. Έτσι ορίζεται υδροφόρος ορίζοντας το ανώτερο επίπεδο των υπόγειων αυτών υδατοσυλλογών ονομάζεται και η στάθμη του κυμαίνεται κατά τη διάρκεια του έτους. Η αντίληψη ότι η κίνηση του νερού διαμέσου του εδάφους αλλά και των πετρωμάτων μέχρι να συναντήσει τον υδροφόρο ορίζοντα και να τον εμπλουτίσει, θεωρούνταν αρκετή για να το καθαρίσει αλλά και να το φιλτράρει, επικρατούσε για πολλά χρόνια. Σήμερα πολλές χημικές ουσίες και φυτοφάρμακα εντοπίζονται τόσο στον υδροφόρο ορίζοντα όσο και στα υπόγεια αποθέματα νερού. Σαφώς και δεν είναι όλα τα υπόγεια ύδατα ρυπασμένα με φυτοφάρμακα. Ο βαθμός ρύπανσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Τέτοιο είναι το βάθος στο οποίο εντοπίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας, η σύσταση του εδάφους πάνω από αυτόν και το είδος των πετρωμάτων.

Τα επιφανειακά ύδατα είναι το νερό που βρίσκεται αποθηκευμένο σε υδατοσυλλογές όπως φυσικές ή τεχνητές λίμνες, κανάλια και υγρότοπους. Ακόμα ρέει στην επιφάνεια του εδάφους σε ρυάκια και ποτάμια. Το επιφανειακό νερό συνδέεται άμεσα τόσο με το της ατμόσφαιρας όσο και με το υπόγειο νερό. Έτσι διαπερνώντας το έδαφος καθώς και εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα, αλλά και μέσω της εξάτμισης, τροφοδοτεί την ατμόσφαιρα με υγρασία. Έτσι τα χαρακτηριστικά του καθώς αλλά και οι πιθανοί ρύποι από φυτοφάρμακα και άλλες χημικές ουσίες έχουν την δυνατότητα να μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα να διαμορφώνουν την ποιότητα των απομακρυσμένων αποθεμάτων νερού.

Για παράδειγμα το 2012, σύμφωνα με τα αποτελέσματα μελέτης που διενήργησε το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών), από τις βασικές αιτίες μόλυνσης των υπογείων υδάτων, στα δημοτικά διαμερίσματα του Αρμενίου και της Μέλισσας καθώς αλλά και της ευρύτερης περιοχής της Λάρισας, ήταν η κακή χρήση των φυτοφαρμάκων καθώς και η ανεξέλεγκτη διαχείριση υλικών συσκευασίας από τους αγρότες.

Στην περιοχή ανιχνεύτηκαν υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων. Έτσι είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχει σοβαρό πρόβλημα υδροδότησης των τοπικών κοινοτήτων για αρκετούς μήνες. Οι μελέτες υπέδειξαν λύσεις όπως η διάνοιξη νέων υδρευτικών γεωτρήσεων σε άλλη περιοχή η οποία ήταν μη πεδινή, έτσι παρουσίαζε χαμηλότερες τιμές νιτρικών ιόντων, του ολικού και εξασθενούς χρωμίου και του αρσενικού. Έτσι οι αυξημένες συγκεντρώσεις χρωμίου και αρσενικού καθώς και η παρουσία ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης προϊόντων φυτοφαρμάκων, είχαν ως αποτέλεσμα να προταθεί η υλοποίηση ολοκληρωμένης μίας μελέτης με δειγματοληψίες αλλά και χημικές αναλύσεις για το σύνολο των κύριων ιόντων. Καθώς και πληθώρας ιχνοστοιχείων και φυτοφαρμάκων, που είχαν σαν στόχο την αξιολόγηση και επικαιροποίηση της υφιστάμενης κατάστασης σχετικά με την ποιότητα του νερού. Και συγκεκριμένα του πόσιμου νερού, σε όλη την Θεσσαλία.

Ακόμα ένα παράδειγμα είναι τα φυτοφάρμακα που μόλυναν τον υδροφόρο ορίζοντα και τον κάμπο της Σκύδρας. Αυτό έλαβε χώρα το 2014. Οι άδειες

συσκευασίες φυτοφαρμάκων έπνιγαν τα σημεία υδροληψίας που ήταν διάσπαρτα σε γεωργικές εκτάσεις. Η ανεξέλεγκτη απόρριψή τους κοντά στα σημεία υδροληψίας, παρουσιαζόταν σαν καθημερινό φαινόμενο. Σε αρκετές περιπτώσεις γινόταν και καύση των συσκευασιών. Παρατηρείται ακόμα μεγαλύτερο το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, όταν το σημείο υδροληψίας είναι κοντά σε επιφανειακά νερά.

Τροφική αλυσίδα

Οι ζωντανοί οργανισμοί φέρουν σημαντικό ρόλο κατά την πορεία ενός φυτοφαρμάκου στο περιβάλλον. Στις περιπτώσεις ζωντανών οργανισμών που έχουν την τάση να συσσωρεύουν στο σώμα τους το φυτοφάρμακο είναι ιδιαίτερος σοβαρό. Τέτοια είναι τα φυτοφάρμακα με μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και οι οργανισμοί που ζουν στο νερό.

Αφού το φυτοφάρμακο συσσωρεύεται στο σώμα του οργανισμού αυτού έχει ως αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις του να αυξάνονται με το χρόνο. Έτσι στην περίπτωση που αυτός ο οργανισμός καταναλωθεί από έναν άλλο, ο οποίος είναι ανώτερος στην τροφική αλυσίδα οργανισμός, όπου και αυτός έχει την ικανότητα να συσσωρεύει αυτές τις ουσίες, είναι λογικό ότι οι συγκεντρώσεις των βλαβερών ουσιών του φυτοφαρμάκου θα είναι πολλαπλάσιες για τελικό καταναλωτή, σχετικά με αυτές όπου αρχικά ήταν διαλυμένες σε νερό.

Το φαινόμενο της βιοσυσσωρεύσης

Τα επίπεδα των φυτοφαρμάκων στο σώμα των ψαριών είναι δεκάδες φορές πολλαπλάσια από τις αρχικές τιμές των φυτοφαρμάκων στο νερό που αυτά ζουν. Η διεργασία αυτή ονομάζεται βιοσυσσωρεύση και είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας αυξάνεται με γεωμετρικό ρυθμό στην τροφική αλυσίδα, με τελικό αποτέλεσμα την πρόκληση βλάβης στον οργανισμό που βρίσκεται

στην κορυφή ή υψηλά στην αλυσίδα αυτή. Κλασικό παράδειγμα αυτής της ζημίας είναι η περίπτωση της δραματικής μείωσης ενός πληθυσμού ψαροφάγου πτηνού, λόγω προβλήματος στην αναπαραγωγή του και συγκεκριμένα στην αντοχή του κελύφους των αυγών που γεννούσαν τα θηλυκά, εξαιτίας της βιοσυσσώρευσης των εντομοκτόνων στον οργανισμό τους, που προέρχονταν από την κατανάλωση μολυσμένων ψαριών, χωρίς όμως τα ψάρια να εμφανίζουν κάποιο πρόβλημα στην υγεία τους ή στο βιολογικό τους κύκλο.

Τελικός αποδέκτης ο άνθρωπος

Φυσικά, αυτή η βιοσυσσώρευση που παρατηρείται στα είδη που καταλαμβάνουν τις υψηλές θέσεις στην τροφική αλυσίδα, όπως είναι τα αρπακτικά, τα ψάρια, τα κτηνοτροφικά ζώα και τα άγρια θηράματα, συμβαίνει και σε μας τους ανθρώπους οι οποίοι ανήκουμε στους τελικούς καταναλωτές ζωικών προϊόντων και συσσωρεύουμε στο σώμα μας διάφορες χημικές ουσίες που προσλαμβάνουμε με την τροφή μας.

Είναι φανερό ότι μόνο η σωστή και όχι η ανεξέλεγκτη χρήση των φυτοφαρμάκων μπορεί να προστατέψει τόσο το περιβάλλον όσο και την υγεία μας, με δεδομένο ότι η πορεία, η αντοχή και η παραμονή των διάφορων φυτοπροστατευτικών χημικών προϊόντων στο περιβάλλον και στην τροφική αλυσίδα δεν είναι ακόμη απολύτως γνωστή και διερευνημένη. Ας μην ξεχνάμε ότι ίχνη του απαγορευμένου εντομοκτόνου DDT, του οποίου η χρήση έχει απαγορευτεί εδώ και αρκετές δεκαετίες, συνεχίζουν να εντοπίζονται και σήμερα τόσο στους ιστούς πολλών αγρίων ζώων όσο και στο μητρικό γάλα των μητέρων που θηλάζουν.

Σύνεση και υπευθυνότητα

Η σύνεση, η σοβαρότητα και η υπευθυνότητα απέναντι σε κινδύνους οι οποίοι, όταν αναφερόμαστε σε φυτοπροστατευτικές ουσίες, δυστυχώς δεν είναι άμεσα ορατοί, από τα άτομα που δραστηριοποιούνται στη φύση, είτε αυτοί είναι επαγγελματίες,

παραγωγοί, είτε άτομα που απλώς δραστηριοποιούνται «ερασιτεχνικά» στην ύπαιθρο, είναι πράγματι ο μόνος τρόπος για να τεθεί φρένο στην υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος και να εξασφαλιστεί μια καλύτερη ποιότητα ζωής, τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα.

4.2 Ενδοκρινική Διατάραξη λόγω Φυτοφαρμάκων

Πολλές χημικές ουσίες προκαλούν ενδοκρινική διατάραξη. Αυτές οι ουσίες τροποποιούν τη λειτουργία ενός ορμονικού συστήματος. Επιπροσθέτως προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Με την αύξηση της επίγνωσης και της πληροφόρησης σχετικά με τους διαταράκτες του ενδοκρινικού συστήματος, η Επιτροπή ανταποκρίθηκε δημιουργώντας το 1999, μία «στρατηγική για τους ενδοκρινικούς διαταράκτες».

Σε κομμάτι της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρεται στα χημικά προϊόντα ως εξής:

Με σκοπό την διασφάλιση αλλά και την διατήρηση σε υψηλό επίπεδο, της προστασίας του καταναλωτικού κοινού καθώς και του περιβάλλοντος, πολλές φορές εξετάζονται ειδικά οι ενδοκρινικοί διαταράκτες. Αυτό υλοποιείται σύμφωνα με την νομοθεσία περί φυτοπροστατευτικών προϊόντων, περί βιοκτόνων και περί ποιότητας του νερού (κανονισμός REACH) . Ακόμα εξετάζονται με μεθοδολογία γενικής εκτίμησης της επικινδυνότητας.

Αρκετές από τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνταν σε προϊόντα όπως φυτοπροστατευτικά ή βιοκτόνα , έχουν ήδη απαγορευτεί. Αυτό οφείλεται στις δυσμενείς επιδράσεις τους. Αυτό αποδεικνύει ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύεται για την προστασία των πολιτών από πιθανούς κινδύνους που παρουσιάζονται από μη ασφαλείς χημικές ουσίες.

Οι ενδοκρινικοί διαταράκτες φαίνεται να είναι χημικά προϊόντα που επιδρούν στο ορμονικό σύστημα όχι μόνο των ανθρώπων αλλά και των ζώων. Τρία είναι τα σωρευτικά χαρακτηριστικά που μπορούν να προκαλέσουν:

1. επενέργεια στην ορμονική λειτουργία
2. δυσμενή επίδραση
3. αιτιώδη συνάφεια μεταξύ των δύο.

Σε σύγκριση με άλλα χημικά προϊόντα, το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι, πέρα από το αποτέλεσμα εξετάζουμε και τον τρόπο δράσης τους. Στην πραγματικότητα η ενδοκρινική διατάραξη, είναι έναν πρόσφατος τρόπος εξέτασης σχετικά με την τοξικότητα των χημικών προϊόντων. Ο οποίος βοηθά να κατανοήσουμε με ποιόν τρόπο επέρχονται κάποιες δυσμενείς επιδράσεις. Τα «τελικά σημεία» είναι η συνηθέστερη προσέγγιση για τον προσδιορισμό της τοξικότητας των χημικών ουσιών. Δηλαδή αν υπάρχει και πόσο δυσμενής επίδραση. Το τελευταίο πρόσθετο στοιχείο είναι η έννοια του τρόπου δράσης κατά τον οποίο ορισμένη χημική ουσία προκαλεί αντίκτυπο.

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΕ) το 2002, για τους ενδοκρινικούς διαταράκτες έδωσε τον εξής ορισμό: Ως ενδοκρινικός διαταράκτης νοείται κάποια ουσία ή μείγμα που αλλοιώνει κάποια λειτουργία ή λειτουργίες του ενδοκρινικού συστήματος. Κατά συνέπεια προκαλεί δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία σε έναν ανέπαφο οργανισμό ή τους απογόνους του, ή σε (υπο)πληθυσμούς ατόμων.

Άμεσες δράσεις μέσω υποδοχέων:

Αυξημένη ευαισθησία παρουσιάζουν οι αναπτυσσόμενοι οργανισμοί κατά την δράση χημικών ουσιών που διαταράσσουν το ενδοκρινικό σύστημα τους. Αυτό συμβαίνει διότι οι διαφοροποιούμενοι ιστοί, σε πιθανές αλλαγές στα επίπεδα των ορμονών είναι πιο ευπαθείς. Παράγοντες που φαίνεται ότι επηρεάζουν το ενδοκρινικό σύστημα αποτελούν τα φυτοφάρμακα. Έχουν την δυνατότητα να δεσμεύσουν

υποδοχείς ορμονών φύλου. Έτσι μπορούν να τους ενεργοποιήσουν και να οδηγήσουν σε αντιδράσεις όπως αυτές των ενδογενών οιστρογόνων και ανδρογόνων. Ακόμα έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με υποδοχείς ορμονών χωρίς την ενεργοποίησή και να τους εμποδίζοντας έτσι την σύνδεση των ενδογενών ορμονών. Με αποτέλεσμα να παραμένουν ανενεργές.

Έμμεσες (αντι)οιστρογονικές και (αντι)ανδρογονικές αντιδράσεις.

Σε αυτές παρατηρούνται αλλαγές στη συγκέντρωση των ορμονικών υποδοχέων στα όργανα, Διαταράσσουν την βιοσύνθεση ορμονών στους αδένες του ενδοκρινικού συστήματος καθώς επίσης φέρουν σημαντική επίδραση στο βιομετασχηματισμό στο ήπαρ. Επιπρόσθετος, υπάρχει ενδεχόμενο να επηρεασθεί στο πλάσμα του αίματος, η σύνδεση των ορμονών με πρωτεΐνες αλλά και η δραστηριότητα της υπόφυσης και του υποθαλάμου.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα των αποτελεσμάτων από τις έρευνες που πραγματοποιούνται είναι ότι έχουν γίνει κατά κύριο λόγο σε πειραματόζωα ή σε κυτταροκαλλιέργειες. Με αποτέλεσμα οι μελέτες αυτές να δίνουν τις πρώτες ενδείξεις των πιθανών επιδράσεων των φυτοφαρμάκων στην αναπαραγωγή. Πάρα αυτά είναι δύσκολο να επεκταθούν τα αποτελέσματα αυτά στην ανθρώπινη φύση.

Επιδημιολογικές μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να φέρει συμπτώματα όπως διαταραχές του κύκλου, αυτόματη αποβολή, μειωμένη γονιμότητα, θνησιγενή έμβρυα αλλά και αναπτυξιακές ανωμαλίες. Σχετικά με την αναπαραγωγή, ευρήματα έχουν δείξει ότι έκθεση των γυναικών σε φυτοφάρμακα λόγω επαγγελματικών υποχρεώσεων μπορεί να προκαλέσει ενδομήτριο καθυστέρηση ανάπτυξης αλλά και πιθανόν να αυξήσει τον κίνδυνο γέννησης παιδιών με συγγενείς ανωμαλίες. Π.χ ανωμαλίες των άκρων, νευρικού αλλά και μυοσκελετικού συστήματος, υποσπαδία, καρδιαγγειακές ανωμαλίες, κρυσορχία, , λυκόστομα και άλλες ειδικές και πολλαπλές ανωμαλίες.

Αναφορικά με τα παιδιά τα οποία διαθέτουν αναπτυσσόμενους οργανισμούς, φέρουν αυξημένη ευαισθησία στη δράση χημικών ουσιών τα οποία διαταράσσουν το ενδοκρινικό σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι οι διαφοροποιούμενοι ιστοί είναι πιο ευπαθείς στις αλλαγές των επιπέδων των ορμονών. Τα φυτοφάρμακα αποτελούν παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ενδοκρινικό σύστημα. Μπορούν να δεσμεύσουν τους υποδοχείς ορμονών φύλου. Έτσι έχουν την δυνατότητα να τους ενεργοποιήσουν και να οδηγήσουν σε αντιδράσεις που παρατηρούνται σε αυτές των ενδογενών ανδρογόνων και οιστρογόνων.

Μπορούν ακόμα να συνδεθούν με τους υποδοχείς ορμονών αλλά να μην τους ενεργοποιήσουν. Με αποτέλεσμα να εμποδίζουν έτσι τη σύνδεση των ενδογενών ορμονών, έτσι αυτές παραμένουν ανενεργές. Πέρα από τέτοιες άμεσες δράσεις μέσω υποδοχέων είναι δυνατές έμμεσες (αντι)οιστρογονικές και (αντι)ανδρογονικές αντιδράσεις. Αυτές περιλαμβάνουν αλλαγές στη συγκέντρωση των ορμονικών υποδοχέων στα όργανα - στόχους, παρέμβαση στη βιοσύνθεση ορμονών στους ενδοκρινείς αδένες, ή επίδραση στο βιομετασχηματισμό στο ήπαρ. Επιπλέον, μπορεί να επηρεαστεί η σύνδεση των ορμονών με πρωτεΐνες στο πλάσμα του αίματος, καθώς επίσης και η δραστηριότητα της υπόφυσης και του υποθαλάμου.

Ένα μειονέκτημα των αποτελεσμάτων των ερευνών είναι ότι έχουν γίνει κυρίως σε πειραματόζωα ή σε κυτταροκαλλιέργειες. Αυτές οι μελέτες συχνά δίνουν τις πρώτες ενδείξεις των εν δυνάμει επιδράσεων των φυτοφαρμάκων στην αναπαραγωγή, αλλά είναι δύσκολο να επεκτείνει κανένας τα αποτελέσματα αυτά στον άνθρωπο. Επιδημιολογικές μελέτες οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να συνδέεται με διαταραχές του κύκλου, μειωμένη γονιμότητα, αυτόματη αποβολή, θνησιγενή έμβρυα και αναπτυξιακές ανωμαλίες.

Ως προς την αναπαραγωγή, ευρήματα έχουν δείξει ότι επαγγελματική έκθεση γυναικών σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει ενδομήτριο καθυστέρηση ανάπτυξης και μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο να γεννηθούν παιδιά με συγγενείς ανωμαλίες, όπως ανωμαλίες άκρων, νευρικού και μυοσκελετικού συστήματος,

υποσπαδία, κρυπορχία, καρδιαγγειακές ανωμαλίες, λυκόστομα και άλλες πολλαπλές και ειδικές ανωμαλίες.

Τα φυτοφάρμακα έμμεσα έχουν την δυνατότητα να συμβάλουν σε κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου. Αυτό συμβαίνει δρώντας ως προωθητές, ως ενεργοποιητές, είτε μέσω παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν διάφορους μηχανισμούς άμυνας με την πρόκληση σχηματισμού καρκινογόνων μεταβολιτών. Π.χ φυτοφάρμακα όπως τα endosulfan, DDT, ατραζίνη αλλάζουν την αναλογία των κακών/καλών μεταβολιτών της οιστραδιόλης. Όπως την 16α υδροξυεστρόνη (ογκογόνος) προς την 2 υδροξυεστρόνη.

Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι μπορεί να συχρητιστεί η έκθεση σε φυτοφάρμακα με τους συμπαγείς όγκους. Παραδείγματος χάρη όγκοι εγκεφάλου, παγκρέατος, νεφρών, νευροβλάστωμα αλλά και σάρκωμα. Μεγάλη συχνότητα καρκίνου στα νεφρά συνδέθηκε με γονική έκθεση κατά την απασχόληση με την γεωργία. Σημειώθηκε ακόμα αυξημένη συχνότητα όγκων του εγκεφάλου κατά την έκθεση σε φυτοφάρμακα στο σπίτι, σε απασχόληση με γεωργικές εργασίες καθώς επίσης σε επαγγελματική έκθεση.

Αρκετές μελέτες σε παιδιά εμπλέκουν φυτοφάρμακα ως αιτία αιματολογικών καρκίνων όπως παιδικό λέμφωμα non-Hodgkin ή λευχαιμία. 23 στις 27 μελέτες παρουσίασαν συσχρητηση της έκθεσης σε φυτοφάρμακα και του λεμφώματος non-Hodgkin, από τις οποίες το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν στατιστικά σημαντικές. Μια από τις μελέτες έδειξε ότι η μητρική έκθεση σε φυτοφάρμακα φέρει αυξημένη συχνότητα παιδικής λευχαιμίας.

Ακόμα αυξημένη συχνότητα λευχαιμίας παρουσίασε η χρήση ζιζανιοκτόνων με κυρία τα 2,4 D κατά την εγκυμοσύνη και μετά τη γέννηση. Μέχρι στιγμής περισσότερες από 400 χημικές ουσίες, χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στη συμβατική γεωργία σαν βιοκτόνα με σκοπό την αντιμετώπιση εντόμων αλλά και ζιζανίων. Σύμφωνα με το FDA δηλαδή τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ το 1/2 των προϊόντων που ελέγχονται στα καταστήματα τροφίμων,

περιλαμβάνουν μετρήσιμα επίπεδα φυτοφαρμάκων. Δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί σε εργαστήρια σε 8 παιδικές τροφές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι διαπιστώθηκε παρουσία υπολειμμάτων 18 φυτοφαρμάκων εκ των οποίων τα τρία ήταν καρκινογόνα.

4.3 Επιδράσεις φυτοφαρμάκων στο πεπτικό σύστημα

Τα παρασιτοκτόνα οργανοχλωρίνης, τα οποία χρησιμοποιούνται στη γεωργία σε πολλά μέρη του κόσμου, έχουν εμπλακεί για παθογένεση και δημιουργία πολλών δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία των ανθρώπων. Αν και ο κίνδυνος για παράγοντες πρόκλησης καρκίνου του παχέος εντέρου σε ηλικιωμένα άτομα μελετήθηκε εκτενώς, δεν υπήρξαν ωστόσο, αποδεδειγμένες μελέτες σε παιδιά ή σε νέους ενήλικες. Στις λίγες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε νεότερα άτομα, ερευνητές επικεντρώθηκαν κυρίως στον γενετικό παράγοντα, όπου η έκθεση μπορεί να σχετίζεται με τον καρκίνο του παχέος εντέρου στους νέους οι ασθενείς. Επομένως, διεξήγαμε μια πιλοτική μελέτη για να περιγράψουμε επίπεδα οργανοχλωριούχου ορού εντός ενός δείγματος πληθυσμού Αιγυπτίων που ήταν καρκίνος του παχέος εντέρου τους ασθενείς και τον γενικό πληθυσμό.

Τα υψηλά επίπεδα οργανοχλωριούχου ορού μπορεί να οφείλονται στα υψηλά επίπεδα οργανοχλωρίου σε ορισμένα τρόφιμα (π.χ. γάλα, γαλακτοκομικά προϊόντα, ψάρια). Η έλλειψη απαραίτητου μηχανισμού, η ακατάλληλη εφαρμογή φυτοφαρμάκων και οι ελλιπείς μέθοδοι προστασίας από ενδεχόμενους κινδύνους με τη χρήση χημικών ουσιών στη γεωργία, αυξάνουν τις πιθανότητες έκθεσης του ανθρώπου σε φυτοφάρμακα. Το λασπώδες έδαφος και το υγρό περιβάλλον της Αιγύπτου ευνοούν την υψηλή απορρόφηση των οργανοχλωρίων και τη διαρκή διαθεσιμότητα τέτοιων ενώσεων στην περιοχή.

Παράλληλα, η παχυσαρκία είναι πολύ διαδεδομένη στους Αιγυπτίους. Το γεγονός αυτό οφείλεται στα οργανοχλωρίδια παρασιτοκτόνων, τα οποία μέσω της διατροφής διαπερνούν το πεπτικό σύστημα και αποθηκεύονται σε λιπαρές ουσίες. Για

το λόγο αυτό, τα επίπεδα ιστών και λίπους τα οποία συσχετίζονται σημαντικά με τα επίπεδα ορού, μπορούν να εξηγήσουν τα υψηλά επίπεδα οργανοχλωριδίων του ορού στην Αίγυπτο. Η απώλεια βάρους μπορεί να οδηγήσει στην κινητοποίηση των οργανοχλωριδίων από τους λιπώδεις ιστούς στον ορό και να καλύψει τη σχέση μεταξύ οργανοχλωριδίων και παχυσαρκίας μεταξύ των ασθενών.

Αποτελέσματα από την έρευνα αποδεικνύουν επίσης ότι ο τόπος διαμονής είναι πιθανό να διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο. Στον πληθυσμό της αιγυπτιακής μελέτης, τα επίπεδα οργανοχλωρίου του ορού ήταν υψηλότερα μεταξύ των αγροτικών πληθυσμών σε σχέση με τις αστικές κατοικίες. Οι αγροτικές κατοικίες και τα γεωργικά επαγγέλματα μπορεί να είναι υποκατάστατα για τα επίπεδα οργανοχλωριούχου του ορού. Επομένως, μπορεί να συσχετιστούν ιδιαίτερα με την έκθεση σε DDE και τον πιθανό σχετικό κίνδυνο για καρκίνο του παχέος εντέρου και δυσλειτουργία των συμπαγών οργάνων, όπως πάγκρεας και ήπαρ, διαμέσου του κυκλοφορικού συστήματος.

Πολλοί παράγοντες θα μπορούσαν να εξηγήσουν τα υψηλά επίπεδα που υπάρχουν στους αστικούς αιγυπτιακούς κατοίκους, συμπεριλαμβανομένης της κατάποσης μολυσμένων από οργανοχλωρίδια τρόφιμα, επαφή με βιοσυσσωρευμένο DDT ή ενώσεις σε μολυσμένες υδάτινες οδούς. Βρήκαμε τέσσερις τύπους οργανοχλωριόντων-DDE, DDT, P-HCH και HCB-στα περισσότερα δείγματα στη συγκεκριμένη μελέτη. Άλλα οργανοχλωρίδια (π.χ., αλδρίνη, διελδρίνη), που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες μελέτες βρέθηκαν στο αιγυπτιακό γάλα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα ψάρια.

4.4 Ρύθμιση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους ενδοκρινικούς διαταράκτες

Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ρυθμίζει τους ενδοκρινικούς διαταράκτες, στα φυτοπροστατευτικά και τα βιοκτόνα προϊόντα ως εξής :

Παράλληλα την αύξηση της επίγνωσης των ζητημάτων τα οποία συνδέονται με τους ενδοκρινικούς διαταράκτες φαίνεται να αυξήθηκε και το ενδιαφέρον του κοινού αλλά και το πολιτικό ενδιαφέρον. Το 1999 έγινε η ανταπόκριση της Επιτροπής. Αυτό το γεγονός υλοποιήθηκε μέσα από μία Στρατηγική για τους Ενδοκρινικούς Διαταράκτες. Η στρατηγική αυτή πραγματοποιήθηκε με σειρά δράσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με βραχυπρόθεσμη έρευνα και συνεργασία σε διεθνή επίπεδο. Μεσοπρόθεσμα με μεθόδους δοκιμών και μακροπρόθεσμα λειτουργώντας με ρυθμιστικά μέτρα προς λήψη.

Στόχος ήταν να θεσπιστούν νομικώς δεσμευτικά επιστημονικά κριτήρια που να προσδιορίζουν την έννοια του ενδοκρινικού διαταράκτη. Η Επιτροπή, την διάρκεια των 15 τελευταίων ετών, πραγματοποίησε στενή συνεργασία με τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι κατάφερε και συγκέντρωσε παρατηρήσεις από τις ρυθμιστικές αρχές. Οι οποίες είναι ανεξάρτητες επιστημονικές επιτροπές που λειτούργησαν υποστηρικτικά και συμβουλευτικά για την Επιτροπή, τον εσωτερικό επιστημονικό οργανισμό αυτής δηλαδή το Κοινό Κέντρο Ερευνών. Ακόμα λειτούργησαν με τον ίδιο τρόπο για τους φορείς πολυμερούς και διμερούς επιστημονικής αλλά και ρυθμιστικής συνεργασίας με τρίτες χώρες, καθώς επίσης κατά την διάρκεια των εκτεταμένων επαφών με τους ενδιαφερόμενους φορείς.

Μέσα από τις συζητήσεις εμφανίστηκε η πολυπλοκότητα του ζητήματος. Η οποία καταδεικνύεται και από το γεγονός ότι, μέχρι και σήμερα καμία από τις χώρες δεν έχει θεσπίσει νομικώς δεσμευτικά επιστημονικά κριτήρια. Τα οποία να μπορούν να προσδιορίσουν το τι νοείται με τον όρο ενδοκρινικός διαταράκτης. Για αυτόν τον λόγο, η Επιτροπή έκρινε αναγκαίο να διεξάγει ενδελεχή προετοιμασία των μέτρων. Έτσι κατάφερε και επανεπιβεβαίωσε την απερίφραστη δέσμευσή που έχει απέναντι στους νομοθέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ώστε καταφέρει να ολοκληρώσει το τρέχον έργο αλλά και να μπορέσει να παρουσιάσει τα κριτήρια πριν από το καλοκαίρι του 2016.

Το θετικό είναι ότι περιλαμβάνονται ήδη ρυθμίσεις για τους ενδοκρινικούς διαταράκτες στη νομοθεσία της ΕΕ. Οι ενδοκρινικοί διαταράκτες ήδη εξετάζονται από

τις ρυθμιστικές αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τις ανεξάρτητες επιστημονικές επιτροπές αλλά και την Επιτροπή και τα κράτη μέλη. Οι σχετικές εργασίες πραγματοποιούνται από τομεακά νομοθετήματα σε τομείς όπως είναι η υγεία του ανθρώπου διαφοροποιώντας τους όταν φαίνεται να είναι εργαζομένου και όταν είναι καταναλωτής. Και τομείς όπως η υγεία των ζώων και το περιβάλλον. Παρεμφερή παραδείγματα αποτελούν η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την υγεία και την ασφάλεια κατά στην εργασία. Σχετικά με τους χημικούς παράγοντες στον χώρο αλλά και κατά την διάρκεια της εργασίας, η νομοθεσία περιλαμβάνει όλους τους χημικούς παράγοντες. Βέβαια συμπεριλαμβανοντας εκείνους των ενδοκρινικών διαταρακτών. Η νομοθεσία ακόμα για την ασφάλεια των τροφίμων και των ζωοτροφών υπόκειται σε συνολική εκτίμηση επικινδυνότητας. Στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι τοξικολογικοί κίνδυνοι που απορρέουν από ενδοκρινικούς διαταράκτες. Για τα καταναλωτικά προϊόντα, η νομοθεσία που συμπεριλαμβάνει τα καλλυντικά και τα παιχνίδια, του κανονισμού REACH, καθώς και το περιβάλλον. Η νομοθεσία στους ειδικούς τομείς των βιοκτόνων και των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, έχει ήδη καθορίσει τις ρυθμιστικές συνέπειες των ενδοκρινικών διαταρακτών, ενώ έως σήμερα εφαρμόζονται και προσωρινά κριτήρια.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε παγκόσμιο επίπεδο διαθέτει ένα από τα αυστηρότερα συστήματα. Το οποίο αξιολογεί τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα των φυτοφαρμάκων. Όπως των ζιζανιοκτόνων και των βιοκτόνων παραδείγματος χάρι των απολυμαντικών για τα χέρια. Εκατοντάδες ουσίες έχουν υποβληθεί και υποβάλλονται ακόμα και σήμερα σε αξιολόγηση η οποία πραγματοποιείται με σε αυστηρή επιστημονική διαδικασία. Εξάλλου, η έγκριση μιας ουσίας από την Ευρωπαϊκή Ένωση χορηγείται για περιορισμένο χρονικό διάστημα (έως 15 έτη). Έτσι πρέπει να ανανεώνεται σε τακτικά διαστήματα.

Στην πράξη, η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζει ότι όλα τα χημικά προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται σε φυτοπροστατευτικά προϊόντα και βιοκτόνα, πρέπει να έχουν εγκριθεί σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης πριν αυτά διατεθούν στην αγορά. Το σύστημα αυτό καλείται Προηγούμενη Έγκριση. Σημαίνει ότι όλα τα χημικά προϊόντα επιτρέπεται να διατεθούν στην αγορά καθώς επίσης και για χρήση,

εφόσον έχει αποδειχθεί η ασφάλεια της χρήσης τους. Η οποία έχει προκύψει από ενδελεχή επιστημονική αξιολόγησης.

Επιπροσθέτως, κάποιες ιδιαίτερες επικίνδυνες ουσίες οι οποίες δεν εμπίπτουν σε ειδική παρέκκλιση. Τέτοιες είναι οι ουσίες που μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο, αυτές που να έχουν επιπτώσεις στην αναπαραγωγή και οι ενδοκρινικοί διαταράκτες, δεν υποβάλλονται καθόλου στην αξιολόγηση της επικινδυνότητας. Δηλαδή η έγκρισή τους απορρίπτεται εξ αρχής. Τέλικά, στην περίπτωση που νέες επιστημονικές και τεχνικές πληροφορίες θα προκύψουν, κάθε έγκριση ανά πάσα στιγμή, υπάρχει ενδεχόμενο να επανεξεταστεί και να ανακληθεί. Ειδικά να τεθεί υπό πιο περιοριστικούς όρους κατά την χρήση. Έτσι, λόγω του συστήματος της Προηγούμενης Έγκρισης, καθώς και των αυξημένων απαιτήσεων για δεδομένα αλλά και της ακολουθούμενης προσέγγισης της λήψης αποφάσεων βασιζόμενες στους κινδύνους, η νομοθεσία για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα βιοκτόνα πιστεύεται ότι είναι μία από τις αρτιότερες σε παγκοσμία εμβέλεια.

Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και τα βιοκτόνα προβλέπει ότι: δραστικές ουσίες οι οποίες απαρτίζουν ενδοκρινικούς διαταράκτες δεν εγκρίνονται. Με εξέρηση *την περίπτωση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων* υπάρχει αμελητέα έκθεση και *στην περίπτωση των βιοκτόνων* όπου υπάρχει αμελητέα επικινδυνότητα. Αρχικά το ζήτημα αν ορισμένη δραστική ουσία αποτελεί ενδοκρινικό διαταράκτη αξιολογείται κάθε φορά, όπου υποβάλλεται σε διαδικασία έγκρισης η συγκεκριμένη ουσία. Αλλά και σε διαδικασία ανανέωσης.

Πολλά είναι τα έτη όπου είναι αντικείμενο αξιολόγησης ορισμένες από τις δυσμενείς επιδράσεις που προκαλούν οι ενδοκρινικοί διαταράκτες. Οι επιπτώσεις στην αναπαραγωγή αποτελούν αντικείμενο αξιολόγησης. Αυτό σημαίνει ότι πολλές ουσίες για τις οποίες υπάρχουν στοιχεία, που παρουσιάζουν ότι αποτελούν ενδοκρινικούς διαταράκτες, έχουν ήδη απαγορευθεί. Τα νέα κριτήρια θα παρέχουν τη δυνατότητα πιο ακριβής και πιο σύγχρονης αξιολόγησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Assadian, N. W., Di Giovanni, G. D., Enciso, J., Iglesias, J., & Lindemann, W. (2005). The transport of waterborne solutes and bacteriophage in soil subirrigated with a wastewater blend. *Agriculture, ecosystems & environment*, 111(1-4), 279-291.

Barbosa-Morais, N. L., Irimia, M., Pan, Q., Xiong, H. Y., Gueroussov, S., Lee, L. J., ... & Kim, T. (2012). The evolutionary landscape of alternative splicing in vertebrate species. *Science*, 338(6114), 1587-1593.

BELITZ, K., HAMLIN, S., & JOHNSON, T. (2006). Occurrence and Distribution of Volatile Organic Compounds and Pesticides in Ground Water in Relation to Hydrogeologic Characteristics and Land Use in the Santa Ana Basin, Southern California.

Bjørling-Poulsen, M., Andersen, H. R., & Grandjean, P. (2008). Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environmental Health*, 7 (1), 50.

Bjørling-Poulsen, M., Andersen, H. R., & Grandjean, P. (2008). Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environmental Health*, 7(1), 50.

Bosco, F., & Mollea, C. (2012). Mycotoxins in food. In *Food Industrial Processes- Methods and Equipment*. InTech.

Bouchard, M. F., Chevrier, J., Harley, K. G., Kogut, K., Vedar, M., Calderon, N., ... & Eskenazi, B. (2011). Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children. *Environmental health perspectives*, 119(8), 1189.

Boxall, A. B., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P. D., ... & Levy, L. S. (2009). Impacts of climate change on indirect human exposure to

pathogens and chemicals from agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 117(4), 508.

Eskenazi, B., Marks, A. R., Bradman, A., Harley, K., Barr, D. B., Johnson, C., ... & Jewell, N. P. (2007). Organophosphate pesticide exposure and neurodevelopment in young Mexican-American children. *Environmental health perspectives*, 115(5), 792.

Gilliom, R. J., Barbash, J. E., Crawford, C. G., Hamilton, P. A., Martin, J. D., Nakagaki, N., ... & Wolock, D. M. (2006). Pesticides in the nation's streams and ground water, 1992-2001 (No. 1291). US Geological Survey.

Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet*, 368(9553), 2167-2178.

Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet*, 368(9553), 2167-2178.

Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *The Lancet*, 368(9553), 2167-2178.

Guillette, E. A., Meza, M. M., Aquilar, M. G., Soto, A. D., & Garcia, I. E. (1998). An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environmental health perspectives*, 106(6), 347.

Howard, P. (2017). *Handbook of environmental fate and exposure data: for organic chemicals, volume III pesticides*. Routledge.

Imbeault, P., Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Joanisse, D. R. (2002). Weight loss-induced rise in plasma pollutant is associated with reduced skeletal muscle oxidative capacity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 282(3), E574-E579.

Johnston, A. S. A., Hodson, M. E., Thorbek, P., Alvarez, T., & Sibly, R. M. (2014). An energy budget agent-based model of earthworm populations and its application to study the effects of pesticides. *Ecological modelling*, 280, 5-17.

Kimura, K., Yokoyama, K., Sato, H., NORDIN, R. B., Naing, L., Kimura, S., ... & Araki, S. (2005). Effects of Pesticides on the Peripheral and Central Nervous System in Tobacco Farmers in Malaysia. *Industrial health*, 43(2), 285-294.

Payán-Rentería, R., Garibay-Chavez, G., Rangel-Ascencio, R., Preciado-Martínez, V., Muñoz-Islas, L., Beltrán-Miranda, C., ... & De Celis, R. (2012). Effect of chronic pesticide exposure in farm workers of a Mexico community. *Archives of environmental & occupational health*, 67(1), 22-30.

Pimentel, D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, development and sustainability*, 7(2), 229-252.

Saegerman, C., Berkvens, D., & Mellor, P. S. (2008). Bluetongue epidemiology in the European Union. *Emerging infectious diseases*, 14(4), 539.

Salameh, P. R., Baldi, I., Brochard, P., Raheison, C., Saleh, B. A., & Salamon, R. (2003). Respiratory symptoms in children and exposure to pesticides. *European Respiratory Journal*, 22(3), 507-512.

Slager, R. E., Simpson, S. L., LeVan, T. D., Poole, J. A., Sandler, D. P., & Hoppin, J. A. (2010). Rhinitis associated with pesticide use among private pesticide applicators in the agricultural health study. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 73(20), 1382-1393.

Sonnenschein, C., & Soto, A. M. (1998). An updated review of environmental estrogen and androgen mimics and antagonists¹. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 65(1-6), 143-150.

Soto, A. M., Sonnenschein, C., Chung, K. L., Fernandez, M. F., Olea, N., & Serrano, F. O. (1995). The E-SCREEN assay as a tool to identify estrogens: an update on estrogenic environmental pollutants. *Environmental health perspectives*, 103(Suppl 7), 113.

Stallones, L., & Beseler, C. (2002). Pesticide poisoning and depressive symptoms among farm residents. *Annals of epidemiology*, 12(6), 389-394.

Toppari, J., Larsen, J. C., Christiansen, P., Giwercman, A., Grandjean, P., Guillette Jr, L. J., ... & Leffers, H. (1996). Male reproductive health and environmental xenoestrogens. *Environmental health perspectives*, 104(Suppl 4), 741.

Turusov, V., Rakitsky, V., & Tomatis, L. (2002). Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. *Environmental health perspectives*, 110(2), 125.

Vicente, A., Arques, J. F., Villalbi, J. R., Centrich, F., Serrahima, E., Llebaria, X., & Casas, C. (2004). Pesticides in the diet: adding pieces to the puzzle. *Gaceta sanitaria*, 18(6), 425-430.

Ware, G. W. (2000). *The pesticide book* (No. Ed. 5). Thomson Publications.

Weiderpass, E., Persson, I., Adami, H. O., Magnusson, C., Lindgren, A., & Baron, J. A. (2000). Body size in different periods of life, diabetes mellitus, hypertension, and risk of postmenopausal endometrial cancer (Sweden). *Cancer Causes & Control*, 11(2), 185-192.

Wilson, C., & Tisdell, C. (2001). Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological economics*, 39(3), 449-462.