

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟ.ΘΕ.Κ.Α.

ΤΟΜΕΑΣ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.



**ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΑ
ΕΔΑΦΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΟΥ

ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Δημόπουλο Βασίλειο, για την ανάθεση του θέματος και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά την διεξαγωγή και συγγραφή της εργασίας αυτής.

Στην Οικογένεια μου

ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Καλαμάτα, 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.

1. Εισαγωγή.
2. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος.
 - 2.1 Μικροβιακή αποσύνθεση/διάσπαση.
 - 2.2 Χημική αποσύνθεση.
 - 2.3 Εδαφική προσρόφηση.
 - 2.4 Πτητικότητα-Μεταβλητότητα.
 - 2.5 Φωτοδιάσπαση.
 - 2.6 Εκπλυση εδάφους.
 - 2.7 Επιφανειακή απορροή.
3. Τρόποι αντιμετώπισης – πρόληψης των προβλημάτων που προκύπτουν από τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων.
 - 3.1 Σωστή χρήση των ζιζανιοκτόνων.
 - 3.2 Όργανο.
 - 3.3 Άλλα καλλιεργητικά μέτρα.
 - 3.4 Εξετάσεις υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου.
4. Υπολείμματα ζιζανιοκτόνων και πώς να εξετάσετε για υπολείμματα στα εδάφη.
 - 4.1 Εδαφικοί παράγοντες.
 - 4.2 Κλιματολογικές συνθήκες.
 - 4.3 Ιδιότητες ζιζανιοκτόνων.
 - 4.4 Μέτρα πρόληψης.
 - 4.5 Εξετάσεις για υπολείμματα ζιζανιοκτόνων.
 - 4.6 Συλλογή χώματος και προετοιμασία.
 - 4.7 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμματικότητας εδαφών.
 - 4.8 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμμάτων στο χωράφι.
 - 4.9 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμμάτων σε συνθήκες εσωτερικού χώρου.
5. Εξέταση για συγκεκριμένες ομάδες ζιζανιοκτόνων.
 - 5.1 Υπολείμματα ΤΡΙΑΖΙΝΗΣ.
 - 5.2 Υπολείμματα ΔΙΝΙΤΡΟΑΝΙΛΙΝΩΝ.
 - 5.3 Υπολείμματα Imazaquin, Imazethapyr και Chlorimuron.
 - 5.4 Υπολείμματα Command.
 - 5.5 Άλλα Υπολείμματα.

- 5.6 Εργαστηριακή ανάλυση.
- 5.7 Αντιμετώπιση της ύπαρξης υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου.
- 5.8 Μέθοδοι απομάκρυνσης επικίνδυνων υπολειμμάτων από την ριζόσφαιρα της φυτικής παραγωγής.
- 6. Διάκριση των ζιζανιοκτόνων με βάση την υπολειμματικότητα τους στο έδαφος.
 - 6.1 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα >12 μηνών.
 - 6.2 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα 3 έως 12 μήνες.
 - 6.3 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα 1 μήνα.
- 7. Συμπεράσματα πτυχιακής έρευνας – διατριβής.
- 8. Βιβλιογραφία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.

Η επιστήμη της γεωπονίας είναι πολύ σημαντική και ενδιαφέρουσα για όλους πολίτες ανεξαρτήτου εκπαίδευσης και μορφώσεως, διότι πολλοί τομείς της συγκεκριμένης επιστήμης, αφορούν το μέλλον της γεωργικής παραγωγής και την βιωσιμότητα της γής. Διότι η ανεξέλεκτη χρήση ορισμένων σκευασμάτων (εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων σκευασμάτων), έχει αποδειχτεί πειραματικά ότι προκαλούν σοβαρές επιμολύνσεις στα εδάφη, ως αποτέλεσμα την “υποβάθμιση” αυτών παραγωγικά.

Στην συγκεκριμένη έρευνα ασχολήθηκα με την βοήθεια του καθηγητή κ. Δημόπουλου Βασιλείου, με τις επιδράσεις που έχει η ανεξέλεγκτη χρήση ζιζανιοκτόνων σκευασμάτων αφήνοντας υπολείμματα στα εδάφη, ανάλογα με την υπολειμματική δράση που έχουν στο έδαφος π.χ. > 12 μηνών (ουρακίλες, Bromacil κ.τ.λ.), 3-12 μήνες (ισοξαζολιδιόνες, νιτρίλια κ.τ.λ.) και 1-3 μήνες (acetochlor, alachlor κ.τ.λ.). Όπως παρατηρούμε από την κατηγορία των σκευασμάτων, όσο μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής έχουν στο έδαφος, τόσο υποβαθμίζεται η ποιότητα-παραγωγικότητα του εδάφους.

Το βασικότερο όλων είναι ποιοι παράγοντες , επηρεάζουν την παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος. Οι παράγοντες που επιδρούν στην παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος είναι αρχικά η μικροβιακή αποσύνθεση (είναι μία από τις βασικότερες μεθόδους, όπου μέσω αυτής, τα ζιζανιοκτόνα αποσυντίθενται/διασπώνται στο έδαφος, μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο έδαφος μεταβολίζουν οργανικά ζιζανιοκτόνα είτε αερόβια δηλαδή με την παρουσία οξυγόνου ή αναερόβια χωρίς την παρουσία οξυγόνου). Άλλος παράγοντας είναι η χημική αποσύνθεση(η αποσύνθεση των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος με καθαρά χημικές διαδικασίες είναι από τα συνήθη φαινόμενα, η απομάκρυνση τους μπορεί να συμβεί ως αποτέλεσμα οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων και αντιδράσεων υδρόλυσης). Επίσης πολύ σημαντική είναι και η εδαφική προσρόφηση (είναι η προσέλκυση και η συγκράτηση των ιόντων ή μορίων μίας ουσίας από την επιφάνεια ενός στερεού σώματος). Ενώ με την πτητικότητα – μεταβλητότητα (εννοούμε την εξάτμιση που συμβαίνει σε ένα ζιζανιοκτόνο σε συνθήκες

αγρού, τα ζιζανιοκτόνα ποικίλουν ευρέως σε πτητικότητα και απώλεια στην ατμόσφαιρα ως αέρια). Καθώς και η Φωτοδιάσπαση (είναι η υποβάθμιση ή αλλιώς αποδόμηση των ζιζανιοκτόνων μέσω του ηλιακού φωτός). Ενώ, έκπλυση του εδάφους (ονομάζεται η κίνηση των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος με τη βοήθεια του νερού. Η έκπλυση μπορεί να συμβεί σε όλα τα σημεία πάνω - κάτω κ.τ.λ.). Τέλος η επιφανειακή απορροή (μόρια ενός ζιζανιοκτόνου μπορούν να μεταφερθούν εξαιτίας της επιφανειακής απορροής του νερού).

Εν συνεχεία, έγινε προσπάθεια ανάλυσης των παραγόντων αντιμετώπισης-πρόληψης των προβλημάτων που προκύπτουν από την μεγάλη ποσότητα υπολειμμάτων των ζιζανιοκτόνων. Αρχικά θα πρέπει να γίνετε έλεγχος ως προς την χρήση των ζιζανιοκτόνων, όπου το κλειδί μιας επιτυχημένης χρήσης τους, είναι πάντοτε να μελετώνται από τους χρήστες οι ετικέτες των σκευασμάτων και πάντοτε η χρήση τους πρέπει να γίνετε ορθολογιστικά διότι η μεγάλη ποσότητα ενός ζιζανιοκτόνου δεν σημαίνει μεγαλύτερη απόδοση στην καταπολέμηση των ζιζανίων και αν δεν γίνετε σωστά και μεθοδικά η χρήση τους, θα έχει επιπτώσεις στο έδαφος και μετέπειτα και στην καλλιέργειά μας. Ένας άλλος πολύ σημαντικός παράγοντας είναι βέβαια και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν όπως μικρές βροχοπτώσεις, το συμπιεσμένο ή πλημμυρισμένο έδαφος, που μπορούν να αυξήσουν τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου. Κυρίως σε χρονιές με μικρές βροχοπτώσεις ,όπου η ποσότητα των υπολειμμάτων είναι σχετικά περισσότερο υψηλή από άλλες φορές, το βαθύ όργωμα ενδείκνυται στη μείωση των υπολειμμάτων , σπάζοντας τα συμπυκνωμένα κολλοειδή του εδάφους. Άλλα καλλιεργητικά μέτρα τα οποία συνιστώνται για την αντιμετώπιση της περαιτέρω παραμονής των ζιζανιοκτόνων στα εδάφη, είναι αρχικά η εξέταση του εδάφους και η χρήση του ανάλογου λιπάσματος, διότι ένα αρχικό λίπασμα που προάγει την γρήγορη ανάπτυξη των φυτών μειώνει την ζημιά από το ζιζανιοκτόνο. Επίσης η καλή φροντίδα των φυτών στο σπορείο για την εξασφάλιση καλής επαφής σπόρου/χώματος και φύτευση στο ιδανικό βάθος, ενώ πάντοτε πρέπει να αποφεύγεται το βαθύ φύτεμα, που εκθέτει τα φυτά στα ζιζανιοκτόνα. Το φύτεμα και η σπορά θα πρέπει να γίνετε κατά την ιδανική ημερομηνία σποράς, για παράδειγμα η σπορά του φυτού καλαμποκιού σε έδαφος με

θερμοκρασίες >13 βαθμούς κελσίου έχει ταχύτερη βλάστηση, από ό,τι σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και έτσι μια γρήγορη ανάπτυξη σώζει την καλλιέργεια μας, από μία δυσμενή δράση από τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων. Πάντοτε, εάν γίνεται, οι καλλιεργητές να χρησιμοποιούν υβρίδια ή ποικιλίες που έχουν αντοχή στο υπολειμματικό ζιζανιοκτόνο, προσαρμοσμένο στις συνθήκες της εκάστοτε περιοχής.

Φυσικά, αυτό το οποίο πρέπει να γίνεται σε περίπτωση έστω και μίας μικρής πιθανότητας ύπαρξης υπολειμμάτων από ζιζανιοκτόνα στο έδαφος, είναι η διαδικασία της εξέτασης για την μη τυχόν ύπαρξη υπολειμμάτων στα εδαφικά μόρια. Στην μέθοδο αυτή, πάντοτε υπολογίζουμε τον χρόνο χρήσης του εκάστοτε σκευάσματος, τον τύπο και το pH του εδάφους καθώς και το διάστημα που έχει περάσει από την χρήση του. Η χημική ανάλυση και η μέτρηση υπολειμμάτων, θα πρέπει να διενεργείται σε δείγματα εδάφους που έχουν ληφθεί όσο το δυνατόν πιο κοντά στον χρόνο σποράς ή φύτευσης της καλλιέργειας. Η δειγματοληψία γίνεται με την συλλογή δέκα δειγμάτων και λαμβάνονται από τυχαία σημεία του χωραφιού σε βάθος 7-15 cm. Πάντοτε να αποφεύγεται η λήψη δειγμάτων σε σημεία του χωραφιού κοντά στην άκρη του χωραφιού ή σε σημεία που έχει γίνει επαναψεκασμός διότι αυτό το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό, έτσι διεξάγεται η μέθοδος της χημικής ανάλυσης του χωραφιού. Όμως όσον αφορά την μέτρηση υπολειμμάτων, περιλαμβάνει αυτή η μέθοδος, την λήψη δείγματος από σημείο του χωραφιού που πιθανότατα είναι υπολειμματικό. Στο σημείο εκείνο που έχει αποδειχτεί ότι το έδαφος είναι περισσότερο χρονικά υπολειμματικό, γίνεται η φύτευση ενός ευαίσθητου φυτού και παρακολουθείται η αναπτυξή του καθώς και η ποσότητα σκευάσματος θα δείξει κατά μία πιθανότητα σε υψηλό ποσοστό, τι ποσότητα του σκευάσματος θα απορροφήσει η καλλιέργεια.

Αυτό όμως που καθορίζει την ποσότητα των υπολειμμάτων στα εδάφη, είναι οι μέθοδοι εξέτασης των εδαφών. Αρχικά, πολύ σημαντικό ρόλο έχουν οι εδαφικοί παράγοντες οι οποίοι χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: φυσικοί, χημικοί και μικροβιακοί παράγοντες. Ένας φυσικός παράγοντας είναι ή σύσταση του εδάφους που μετράει τη σχετική ποσότητα άμμου, ιλύος και αργίλου και την περιεκτικότητα του

εδάφους σε οργανική ύλη. Οι χημικές ιδιότητες του εδάφους περιλαμβάνουν το pH, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) και θρεπτική σύσταση. Ο μικροβιακός προσανατολισμός του εδαφικού περιβάλλοντος περιλαμβάνει το είδος και την αφθονία των μικροοργανισμών του εδάφους. Η σύσταση του εδάφους επηρεάζει την φυτοτοξικότητα του ζιζανιοκτόνου, την συγκέντρωση των υπολειμμάτων μέσω προσρόφησης, την έκπλυση και την απώλεια μέσω εξάτμισης. Σε γενικές γραμμές, εδάφη πηλώδη απορροφούν μεγαλύτερες ποσότητες ζιζανιοκτόνων υπολειμμάτων, λόγω της αυξημένης προσρόφησης από τα κολλοειδή του εδάφους. Όπως οι τριαζίνες οι οποίες επηρεάζονται από το pH του εδάφους, όσο μεγαλύτερο pH τόσο μεγαλύτερη είναι η παραμονή τους στο συγκεκριμένο έδαφος.

Οι κλιματολογικές συνθήκες επίσης παίζουν ρόλο στην αποδόμηση των ζιζανιοκτόνων όπως η υγρασία, ή θερμοκρασία και το φώς του ηλίου. Κυρίως, όμως οι δροσερές και στεγνές συνθήκες επιβραδύνουν την αποδόμηση, δημιουργώντας ευνοικότερες συνθήκες παραμονής των υπολειμμάτων στα εδάφη. Όταν όμως οι συνθήκες του χειμώνα και της άνοιξης είναι υγρές και ελαφριές, τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος έχουν λιγότερες πιθανότητες παραμονής, περαιτέρω από την πραγματική τους διάρκεια παραμονής στα εδαφικά μόρια. Το φώς του ηλίου είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας στην αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου στα εδαφικά μόρια, όταν γίνει επιφανειακή χρήση, εάν παραμείνουν για παρατεταμένο διάστημα χωρίς βροχόπτωση. Επομένως η αποδόμηση επιταχύνεται τις ηλιόλουστες ημέρες. Η επιδεκτικότητα στο φώς και η απώλεια μέσω εξάτμισης, είναι λόγοι σημαντικοί για την λιγότερο παραμονή τους, στα εδάφη.

Όμως και οι ιδιότητες ενός ζιζανιοκτόνου επηρεάζουν την χρονική του παραμονή στα εδάφη. Σημαντικοί παράγοντες είναι η διαλυτότητα στο νερό, η εδαφική προσρόφηση, η πίεση εξάτμισης και η επιδεκτικότητα στη χημική ή μικροβιακή αλλαγή ή αποδόμηση. Η δυνατότητα της διαλυτότητας του στο νερό, βοηθά να προσδιοριστεί η δυνατότητα έκπλυσής του. Η έκπλυση συμβαίνει όταν ένα ζιζανιοκτόνο διαλύεται στο νερό και μετακινείται μέσω της κατατομής του εδάφους.

Τα ζιζανιοκτόνα που εκπλύονται εύκολα μπορεί να μεταφερθούν μακριά ή στις ζώνες της ρίζας επιδεκτικών φυτών.

Η σωστή εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, εξασφαλίζουν λιγότερη χρονικά παραμονή των ζιζανιοκτονικών υπολειμμάτων στα εδάφη, αρχικά με την εφαρμογή της σωστής αναλογίας οποιουδήποτε ζιζανιοκτόνου για την προστασία του εδάφους τόσο από το πρόβλημα των ζιζανίων όσο και των υπολειμμάτων. Έτσι θα πρέπει να εφαρμόζετε χαμηλότερο ποσοστό χημικού σύμφωνα με το οποίο θα λάβουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για τη επίτευξη του επιθυμητού μας στόχου, είναι απαραίτητο να διεξάγεται η διαδικασία του ακριβή στρεμματικού προσδιορισμού, έγκυρη χημική μέτρηση, σωστή ρύθμιση ψεκαστήρα και πάντοτε να γίνετε ή χρήση στολής και εννοείται ότι πάντοτε πρέπει να μελετώνται οι οδηγίες χρήσης του εκάστοτε σκευάσματος.

Οι εξετάσεις για τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων όταν υπάρχει υποψία ζιζανιοκτονικών υπολειμμάτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η χημική εξέταση εδάφους ή μέτρηση υπολειμμάτων για να προσδιοριστεί εάν υπάρχουν επιβλαβή επίπεδα ζιζανιοκτόνων. Η χημική ανάλυση μπορεί σχετικά οικονομικώς ακριβή, έτσι μια μέτρηση υπολειμμάτων που θα διεξαχθεί είτε στο χωράφι είτε σε ζεστή εσωτερική τοποθεσία (όπως θερμοκήπιο) ίσως αποδειχτεί πιο εφικτή. Οι αναλύσεις αυτές βοηθούν στην πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων για υπολείμματα ώστε ο καλλιεργητής να πάρει καλύτερες αποφάσεις για εναλλασσόμενη καλλιέργεια, επιλογή ζιζανιοκτόνου, ημερομηνία φύτευσης και άλλες πρακτικές.

Άλλες μέθοδοι απομάκρυνσης μίας ορισμένης ποσότητας υπολειμμάτων από την ριζόσφαιρα των φυτών, διεξάγεται με τρεις μεθόδους : βαθύ όργωμα, άρδευση, προσροφητικά μέσα και με τον ενεργό άνθρακα. Το βαθύ όργωμα είναι η διαδικασία μεταφοράς των υπολειμμάτων του ζιζανιοκτόνου από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους στα βαθύτερα ώστε να αποφευχθεί ή επαφή με τον σπόρο. Η άρδευση, είναι μια μέθοδος που εκτός από την παροχή ποσότητας νερού που είναι απαραίτητη για τα φυτά, χρησιμοποιείται και για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων στα βαθύτερα στρώματα. Τα προσροφητικά μέσα, μειώνουν την πιθανότητα εκδήλωσης

συμπτωμάτων τοξικότητας σε ευαίσθητες καλλιέργειες, επειδή έχουν την πιθανότητα να προσροφούν και κατ'επέκταση να μειώνουν αρκετή ποσότητα από τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων στο εδαφικό διάλυμα. Ο ενεργός άνθρακας, είναι ένα από τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό αυτό. Έχει την μεγαλύτερη προσροφητική ικανότητα, γι'αυτό όπως αναφέρθηκε και ανάλογα με το ζιζανιοκτόνο, αρκούν 5-50 kg/στρ. για την αδρανοποίηση των συνιστώμενων δόσεων. Εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του αγρού ή στις γραμμές όπου σπέρνεται ή μεταφυτεύεται ή καλλιέργεια. Η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται από το εάν γίνετε σε εδάφη με υποψία υπολειμμάτων και από την χρήση του εάν γίνετε στο σωστό βάθος για απομάκρυνση των υπολειμμάτων.

Εξετάσεις οι οποίες διεξήχθησαν σε συγκεκριμένες ομάδες ζιζανιοκτόνων, μας έδειξαν κάποια σημαντικά συμπεράσματα για τον τρόπο που πρέπει να γίνετε η χρήση τους. Αρχικά η μελέτη των υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων που ανήκουν στις τριαζίνες, μας έδειξαν ότι τα συμπτώματα τραυματισμού από την χρήση της συγκεκριμένης ομάδας ζιζανιοκτόνων είναι εμφανή μέσα σε διάστημα 10-14 ημερών μετά την εμφάνιση του φύτρου των νέων φυταρίων. Ο τραυματισμός από τριαζίνη χαρακτηρίζεται από χλώρωση(κιτρίνισμα) και στη συνέχεια τη νέκρωση (καφέδιασμα) του ιστού των φύλλων. Καθώς τα συμπτώματα αρχίζουν από την άκρη του φύλλου και επεκτείνονται προς τη βάση είναι απαραίτητη η σύγκριση με τα φυτά στο χώμα "ελέγχου" "check soil". Ο τραυματισμός σε περίπτωση που εμφανιστεί στη βρώμη , τότε ίσως υπάρχουν αρκετά υπολείμματα για να τραυματίσουν ένα επιδεκτικό φυτό. Γι'αυτό προτείνεται η φύτευση ενός πιο ανθεκτικού φυτού σε αυτές τις περιπτώσεις. Σε γενικές γραμμές ή σειρά ανθεκτικότητας από τα πιο ευαίσθητα ως τα λιγότερο ευαίσθητα φυτά στα ζιζανιοκτόνα τριαζίνης είναι ως εξής: Σίκαλη> Αλφαλφα(ήμεροτριφύλλι)>Βρώμη>Σιτάρι>Σόγια>Σόργος>Καλαμπόκι.

Άλλη μια ομάδα που μελετήθηκε είναι η Δινιτροανιλίνες, στην ο προσδιορισμός των υπολειμμάτων της γίνετε εργαστηριακά παίρνοντας δείγμα εδάφους από το πιθανώς επιμολυσμένο έδαφος σε μικρά δοχεία και τοποθετούμε 3-5 σπόρους και να ποτίζετε με βάση τις

ανάγκες του φυτού, μετά από 10-14 ημέρες βγάζοντας τα ριζίδια των σπορίων, παρατηρείται αναστολή ανάπτυξης ρίζας, χτυπημένες ρίζες, αναστολή ανάπτυξης της ριζικής τρίχας. Η σειρά επιδεκτικότητας από τα πιο επιδεκτικά φυτά έως τα λιγότερο επιδεκτικά στα ζιζανιοκτόνα των δινιτροανιλινών είναι : Ετήσια Σίκαλη> Βρώμη > Σόργος> Καλαμπόκι > Σιτάρι > Άλφαλφα>Σόγια.

Τα υπολείμματα από τα ζιζανιοκτόνα Imazaquin, Imazethapyr και Chlorimuron, επηρεάζουν την ανάπτυξη της ρίζας του φύτερου. Τα συμπτώματα τραυματισμού των φυτών περιλαμβάνουν αναστολή ανάπτυξης της ρίζας, υποανάπτυκτα φυτά, εσωτερική χλώρωση και ράβδωση των φύλλων. Άρα προτείνεται η μέτρηση της υπολειμματικότητας του σόργου ή ρίζας καλαμποκιού σύμφωνα με τις διαδικασίες που αναφέρονται για τα υπολείμματα των δινιτροανιλινών. Το καλαμπόκι είναι πιο ευαίσθητο στο imazaquin, και ο σόργος πιο ευαίσθητος στα imazethapyr και chlorimuron. Εκτός από τη παρατήρηση της ρίζας παρατηρείται καθυστερημένη ανάπτυξη του φύτερου και νευρική χλώρωση ή κιτρίνισμα. Τα φυτά της μέτρησης για υπολείμματα θα πρέπει να αναπτύσσονται για 10-14 ημέρες. Η σειρά ευαισθησίας της καλλιέργειας από τα πιο ευαίσθητα έως τα λιγότερο ευαίσθητα είναι:

Imazaquin:

Μηδική> Καλαμπόκι > Ηλίανθος> Σόργος > Βρώμη > Σιτάρι> Σόγια.

Imazethapyr:

Σόργος > Ηλίανθος > Βρώμη > Σιτάρι > Καλαμπόκι > Μηδική > Σόγια.

Chlorimuron:

Μηδική > Ηλίανθος > Σόργος > Καλαμπόκι > Βρώμη > Σιτάρι > Σόγια.

Υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων Command (Clomazone). Αναστέλλει την παραγωγή φωτοσυνθετικών χρωστικών ουσιών σε επιδεκτικά φυτά που τα κάνει να έχουν έλλειψη στο πράσινο χρώμα (αυτό σημαίνει ότι είναι λευκά). Μικρότερα επίπεδα του Command μπορεί να δείξουν

χλώρωση η ελαφρώς ξεπλυμένο χρώμα του φυτού. Η βρώμη και το σιτάρι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνευθούν υπολείμματα του Command μέσω της ίδιας διαδικασίας που περιγράφεται για την ανίχνευση υπολειμμάτων τριαζίνης. Τα φυτά που θα μελετηθούν πρέπει να αναπτύσσονται για 10 ημέρες έως 2 εβδομάδες. Τα επιρρεπή φυτά που εκτίθεται στα υπολείμματα του Command σε σύγκριση με το καλαμπόκι. Η σειρά ευαισθησίας από τα πιο ευαίσθητα έως τα λιγότερο ευαίσθητα στα υπολείμματα του Command είναι ως εξής:

Βρώμη > Σιτάρι > Άλφαλφα > Ηλιοτρόπιο > Σόργος > Καλαμπόκι > Σόγια.

Άλλες αναλύσεις που μπορούν να γίνουν είναι εργαστηριακές αναλύσεις στις οποίες γίνονται ακριβείς μετρήσεις των ζιζανιοκτόνων, όπου η ποσότητα εκφράζεται ως μέρη του ζιζανιοκτόνου ανά εκατομμύρια μέρη χώματος (ppm). Όσον αφορά την διόρθωση του εδάφους πάντα πρέπει να γίνετε επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών στο εκάστοτε ζιζανιοκτόνο. Το όργωμα μπορεί να βοηθήσει στην αραιώση του ζιζανιοκτόνου από το χωράφι. Το χωράφι που μας ενδιαφέρει, πάντοτε να φυτεύεται τελευταίο, η καθυστέρηση του φυτέματος θα επιτρέψει περισσότερο χρόνο για να γίνει η διασπορά του ζιζανιοκτόνου. Επίσης πάντα σε περίπτωση υποψίας υπολειμμάτων να γίνεται έλεγχος pH εδάφους. Σε περίπτωση υποψίας υπολειμμάτων imazethapyr ή imazaquin, ελέγξτε το για χαμηλό pH του εδάφους (<5,5). Το ασβέστιο θα ωφελήσει την ανάπτυξη της καλλιέργειας και θα μειώσει την μεταφορά των υπολειμμάτων.

Τέλος, αυτό που πρέπει να προσέχουν όλοι όσοι ασχολούνται με την φυτική παραγωγή, πάντοτε να έχουν στο νού τους την αρχαία Ελληνική ρήση << παν μέτρον άριστον>>. Διότι πρέπει οποιοδήποτε ζιζανιοκτόνο σκεύασμα και να χρησιμοποιήσουμε να το χρησιμοποιήσουμε σωστά και πρέπει να σκεφτόμαστε και τις αρνητικές συνέπειες, που θα έχει τόσο στην παραγωγή μας, όπου αν είναι ευαίσθητη στο συγκεκριμένο σκεύασμα θα την "καταστρέψει," αλλά και να σκεφτόμαστε και να σεβόμαστε και το περιβάλλον διότι πολλές φορές η απερίσκεπτη χρήση κάποιων χημικών σκευασμάτων, στο μέλλον θα έχουν συνέπειες στο περιβάλλον και κατά συνέπεια και σε όλους μας.

**Υπολείμματα Ζιζανιοκτόνων
Αποσύνθεση/Διάσπαση, και
Μεσοδιαστήματα Εναλλασσόμενης Καλλιέργειας**

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται τακτικά σε καλλιέργειες για την εποχικής διάρκειας καταστολή ζιζανίων, αφήνουν κάποιες ποσότητες υπολειμμάτων στα εδάφη, ορισμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα ενώ άλλα για μικρότερο χρονικό διάστημα . Παρόλα αυτά, η ζιζανιοκτονία είναι ευεργετική μόνο για τον χρόνο κατά τον οποίο χρειάζεται, περαιτέρω διενέργεια ζιζανιοκτονίας είναι πιθανόν να προκαλέσει τραύματα στις καλλιέργειες μας. Η χρονική διάρκεια κατά την οποία παραμένει ενεργό ένα ζιζανιοκτόνο ονομάζεται περίοδος υπολειμματικής δράσης των ζιζανιοκτόνων. Υπολείμματα ζιζανιοκτόνου "Herbicide carryover" είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της παρουσίας ζιζανιοκτόνου στο έδαφος αφού έχει προηγουμένως γίνει εφαρμογή του.

Η λανθασμένη χρήση, οι αποτυχημένες σοδειές, οι καθυστερημένες εφαρμογές και οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες ίσως οδηγήσουν στην περαιτέρω χρονικά παραμονή των υπολειμμάτων από τα ζιζανιοκτόνα, τα οποία συνήθως αποσυντίθενται σχετικά γρήγορα Η ασφαλής και αποτελεσματική χρήση ενός ζιζανιοκτόνου που εφαρμόζεται στο έδαφος προϋποθέτει καλή γνώση α) των διεργασιών που ελέγχουν τη χρονική διάρκεια που αυτό θα παραμείνει στο έδαφος σε ενεργό μορφή. β) των παραγόντων που επηρεάζουν τη ζιζανιοκτόνο δράση και την εκλεκτικότητά του γ) των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα και την απορρόφηση τους από τα φυτά δ) της πιθανής επιβλαβούς επίδρασης τους, στην εδαφική μικροχλωρίδα και πανίδα.

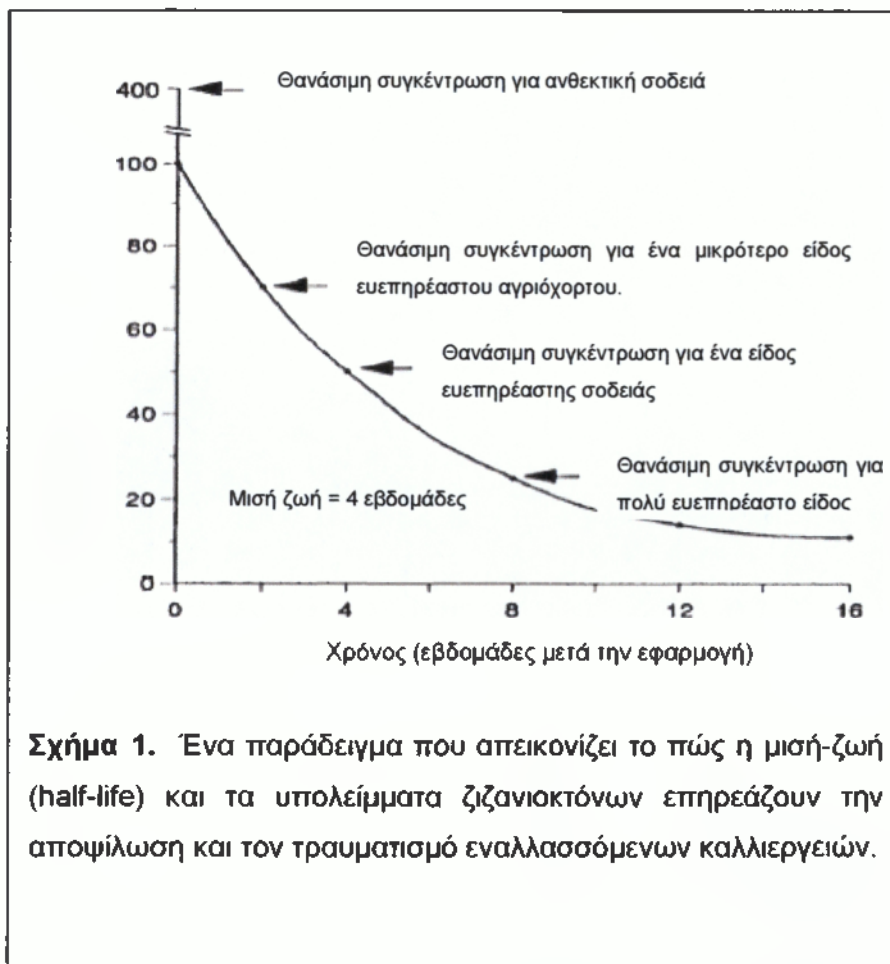
Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής διατριβής θα γίνει προσπάθεια έτσι ώστε να προσεγγιστεί περισσότερο το θέμα της υπολλειμμάτων από την χρήση των ζιζανιοκτόνων και των επιπτώσεών του στις καλλιέργειες και κατά συνέπεια στη γεωργική πρακτική. Συγκεκριμένα θα γίνει αναφορά στα εδαφικά υπολείμματα καθώς και τα διαστήματα επανακαλλιέργειας χωραφιών. Όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα για καλλιέργειες χωραφιών, παράγοντες που επηρεάζουν την χρονικά την παραμονή των υπολειμμάτων των ζιζανιοκτόνων, μηχανισμούς

αποσύνθεσης των ζιζανιοκτόνων και εφαρμογές διαχείρισης που ίσως επιταχύνουν την διάσπαση των ζιζανιοκτόνων στα εδάφη.

Εδαφική υπολείμματα και οδηγίες επανακαλλιέργειας. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ο μέσος όρος χρονικά της παραμονής των ζιζανιοκτόνων στα εδάφη, περιορισμοί επανακαλλιέργειας και περιορισμοί οργώματος για μερικά ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα. Τα υπολείμματα στα εδάφη, αναφέρονται σε κανονικές συνθήκες και επηρεάζονται από παράγοντες όπως ο καιρός, το pH του εδάφους, και το είδος της καλλιέργειας.

2 Παράγοντες που επηρεάζουν την παραμονή των Ζιζανιοκτόνων στο έδαφος.

Η παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος ή τα υπολείμματα που αφήνουν στα εδάφη, είναι η διάρκεια του χρόνου κατά τον οποίο ένα ζιζανιοκτόνο παραμένει ενεργό στο έδαφος. Η υπολειμματική δράση ενός ζιζανιοκτόνου στο έδαφος συχνά αναφέρεται ως "half-life – ημίση ζωή", που είναι η ποσότητα του χρόνου που χρειάζεται για να αποσυντεθεί το 50% του εφαρμοσμένου χημικού και να μετατραπεί σε ανενεργή μορφή ζιζανιοκτόνου. Η αναφερόμενη ημίση ζωή ενός ζιζανιοκτόνου προσδιορίζεται υπό σταθερές συνθήκες στο εργαστήριο. Η ημίση-ζωή ενός ζιζανιοκτόνου στο χωράφι θα διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και του εδάφους. Για παράδειγμα ένα ζιζανιοκτόνο με ημίση-



Σχήμα 1. Ένα παράδειγμα που απεικονίζει το πώς η μισή-ζωή (half-life) και τα υπολείμματα ζιζανιοκτόνων επηρεάζουν την αποψίλωση και τον τραυματισμό εναλλασσόμενων καλλιεργειών.

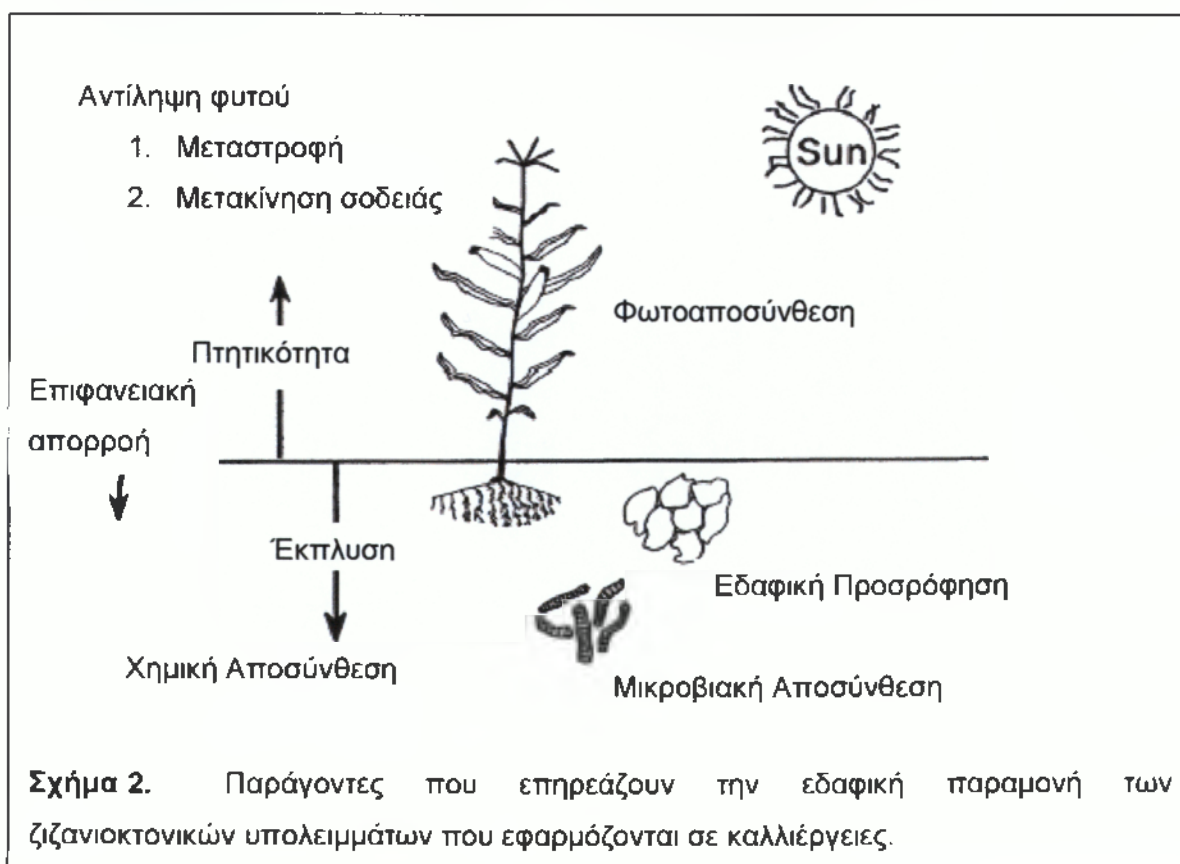
ζωή 4 εβδομάδων θα είναι κατά 50% αποσυνθεμένο και το υπόλοιπο 50% θα παραμένει στο έδαφος 4 εβδομάδες μετά την χρήση (Σχήμα 1). Μετά από 8 εβδομάδες το 75% του ζιζανιοκτόνου θα έχει υποβιβαστεί και το 25% θα

παραμένει και έπειτα από 12 εβδομάδες μόνο το 12,5% του ζιζανιοκτόνου θα παραμένει. Ο χρόνος που χρειάζεται για να υποβιβαστεί το μισό του εφαρμοσμένου ζιζανιοκτόνου – ημίση-ζωή (half-life) είναι ανεξάρτητος από την αναλογία του ζιζανιοκτόνου που εφαρμόστηκε. Δείτε το KSU Extension publication C-707, "Factors Affecting Pesticide Behaviour and Breakdown"

“Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά και διάλυση των παρασιτοκτόνων”.

Η συγκέντρωση του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος και η ευαισθησία των επόμενων καλλιεργειών προσδιορίζει αν θα συμβεί τραυματισμός εναλλασσόμενης καλλιέργειας. Οι περισσότερες καλλιέργειες που αναφέρονται στην ετικέτα του ζιζανιοκτόνου ανέχονται δύο με τέσσερις φορές το ανώτατο επίπεδο χρήσης που αναγράφεται στην ετικέτα. Στο παράδειγμα (Σχήμα 1) το ποσοστό χρήσης δεν είναι αρκετά υψηλό ώστε να τραυματίσει την ανεχόμενη καλλιέργεια, αλλά θα σκότωνε και τα λιγότερο επιδεκτικά καθώς και τα πολύ επιδεκτικά είδη ζιζανίων που θα ήταν παρόν καθώς και την επιδεκτική εναλλασσόμενη καλλιέργεια. Έως τις 4 εβδομάδες μετά την χρήση, η συγκέντρωση ζιζανιοκτόνου θα ήταν αρκετά χαμηλή ώστε να μην αφαιρούνται τα λιγότερο επιδεκτικά είδη ζιζανίων, αλλά αρκετά υψηλή ώστε να τραυματίσει την επιδεκτική εναλλασσόμενη καλλιέργεια. Μέχρι τις 6 έως 8 εβδομάδες μετά την χρήση (Σχήμα 1), η συγκέντρωση του ζιζανιοκτόνου θα πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή ώστε να αποφευχθεί ο τραυματισμός της επιδεκτικής εναλλασσόμενης καλλιέργειας.

Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση και παραμονή ζιζανιοκτόνων στο



έδαφος (Σχήμα 2) περιλαμβάνουν:

1. Μικροβιακή Αποσύνθεση/Διάσπαση
2. Χημική Αποσύνθεση/Διάσπαση
3. Εδαφική Προσρόφηση
4. Εξάτμιση
5. Φωτοδιάσπαση
6. Φυτική Πρόσληψη και Μεταβολισμός
7. Έκπλυση
8. Επιφανειακή Απορροή

2.1 Μικροβιακή Αποσύνθεση/Διάσπαση

Η Μικροβιακή αποσύνθεση είναι μια από τις πιο σημαντικές μεθόδους μέσω των οποίων τα ζιζανιοκτόνα αποσυντίθενται/διασπώνται στο έδαφος. Μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο έδαφος μεταβολίζουν οργανικά ζιζανιοκτόνα είτε αεροβιακά (με οξυγόνο) ή αναεροβιακά (χωρίς οξυγόνο). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τα μόρια του ζιζανιοκτόνου και τα αξιοποιούν ως πηγή ενέργειας και θρεπτική ουσία για ανάπτυξη και αναπαραγωγή. Τα μικρόβια μπορούν επίσης να αποσυνθέσουν τα ζιζανιοκτόνα με μια διαδικασία που λέγεται cometabolism (συμμεταβολισμός), η οποία συμβαίνει όταν το οργανικό ζιζανιοκτόνο δεν χρησιμοποιείται από τον μικροοργανισμό για ανάπτυξη αλλά μεταβολίζεται μαζί με άλλη ουσία που

χρησιμοποιείται για

ανάπτυξη. Μερικά

ζιζανιοκτόνα

αποσυντίθενται

εύκολα από

μικροοργανισμούς

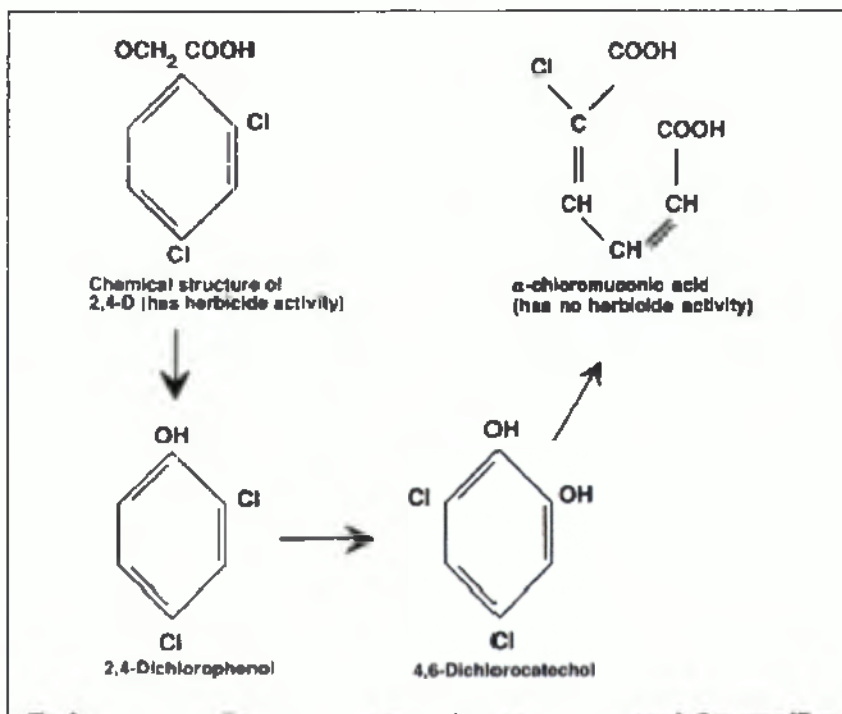
ενώ άλλα όχι. Το

Σχήμα 3 δείχνει τη

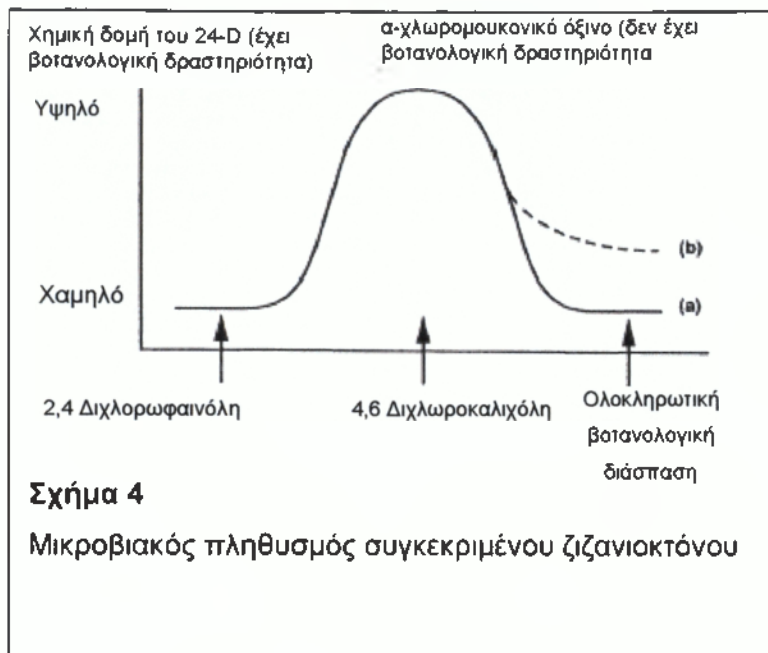
πορεία

υποβιβασμού

(αποδόμησης) του



2-4D από βακτηρίδια του εδάφους.



Μικροοργανισμοί στο έδαφος περιλαμβάνουν άλγη, μύκητες, ακτινομύκητες και βακτηρίδια. Τα πληθυσμιακά επίπεδα και η δραστηριότητα των μικροοργανισμών αυτών εξαρτώνται από τη ποσότητα τροφής, τη θερμοκρασία, την υγρασία εδάφους, το

οξυγόνο, το pH εδάφους και την πυκνότητα των οργανικών στοιχείων. Όταν εφαρμόζεται ζιζανιοκτόνο στο έδαφος υπάρχει η πιθανότητα να αρχίσει η αποικοδομησή του από μικροοργανισμούς. Ο πληθυσμός του συγκεκριμένου μικροοργανισμού που χρησιμοποιεί το ζιζανιοκτόνο αυτό για πηγή ενέργειας (θα είναι ενδεχόμενο να διασπαστεί. (Σχήμα 4)). Αφού διασπαστεί το ζιζανιοκτόνο, είναι πιθανό ο μικροβιακός πληθυσμός να επιστρέψει στο αρχικό επίπεδο ή και να σταθεροποιηθεί σε επίπεδο ανώτερο του αρχικού. Ο αυξημένος πληθυσμός μπορεί να προκαλέσει ταχύτερη αποσύνθεση του ζιζανιοκτόνου πάνω σε επακόλουθες εφαρμογές ζιζανιοκτόνου. Η ιδανική θερμοκρασία για μικροβιακή δραστηριότητα είναι 27-32°C. Καθώς μειώνεται η θερμοκρασία του εδάφους μειώνεται και η μικροβιακή δραστηριότητα με κατώτερη δραστηριότητα κάτω από περίπου 4,5°C. Οπότε η μέγιστη μικροβιακή αποσύνθεση ζιζανιοκτόνων συμβαίνει το καλοκαίρι όταν τα εδάφη είναι ζεστά. Το επίπεδο μικροβιακής αποσύνθεσης/διάσπασης μειώνεται το φθινόπωρο καθώς δροσίζουν τα εδάφη και ουσιαστικά διακόπτεται καθώς η θερμοκρασία του εδάφους πέφτει κάτω από τους 4,4°C. Η υγρασία του εδάφους είναι επίσης απαραίτητη για τη μικροβιακή δραστηριότητα στο έδαφος. Όταν η υγρασία του εδάφους είναι περιορισμένη κατά την εποχή ανάπτυξης ο ρυθμός μικροβιακής αποσύνθεσης ενός

ζιζανιοκτόνου μειώνεται και το ζιζανιοκτόνο έχει περισσότερες πιθανότητες να παραμείνει και να τραυματίσει τις επόμενες εναλλασσόμενες καλλιέργειες. Η πλειοψηφία της μικροβιακής αποσύνθεσης ζιζανιοκτόνων μπορεί να γίνει από αερόβιους οργανισμούς, οι οποίοι είναι πολύ επιδεκτικοί στην παροχή οξυγόνου. Τα πλημμυρισμένα και συμπυκνωμένα εδάφη με φτωχό αερισμό θα μειώσουν τη μικροβιακή δραστηριότητα και την αποσύνθεση του ζιζανιοκτόνου. Το pH του εδάφους επίσης επηρεάζει τους μικροοργανισμούς. Βακτήρια του εδάφους και πρωτόγονοι μύκητες που ονομάζονται ακτινομύκητες συνήθως προτιμούν και είναι πολύ δραστήριοι σε εδάφη με pH άνω του 5,5. Άλλοι μύκητες είναι λιγότερο επιδεκτικοί στο pH του εδάφους και επικρατούν σε pH 5,5 και κάτω. Η περιεκτικότητα οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι σημαντική στο μικροβιακό πληθυσμό και τη δραστηριότητα του εδάφους. Η οργανική ύλη είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας και θρεπτικής ουσίας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Οι υψηλότεροι μικροβιακοί πληθυσμοί και η μεγαλύτερη μικροβιακή αποσύνθεση ζιζανιοκτόνου θα γίνεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (περίπου 40 πόντους) όπου η περιεκτικότητα οργανικής ουσίας είναι υψηλότερη. Μικρές αυξήσεις της οργανικής ουσίας του εδάφους μπορεί να αυξήσουν τη μικροβιακή δραστηριότητα και το ρυθμό αποσύνθεσης του ζιζανιοκτόνου. Το ζεστό, υγρό, καλά αεριζόμενο έδαφος με pH μεταξύ 5,5 και 7,0 είναι γενικά το πιο ευνοϊκό για ταχεία μικροβιακή αποσύνθεση ζιζανιοκτόνων. Οποιαδήποτε ενδεχόμενη αντίθετη συνθήκη, όπως χαμηλή θερμοκρασία ή στεγνά εδάφη, θα μειώσει το ρυθμό αποσύνθεσης ζιζανιοκτόνων από μικροοργανισμούς και θα επιμηκύνει την παραμονή των υπολειμμάτων στο έδαφος –ημίσεια-ζωή (half-life) του ζιζανιοκτόνου.

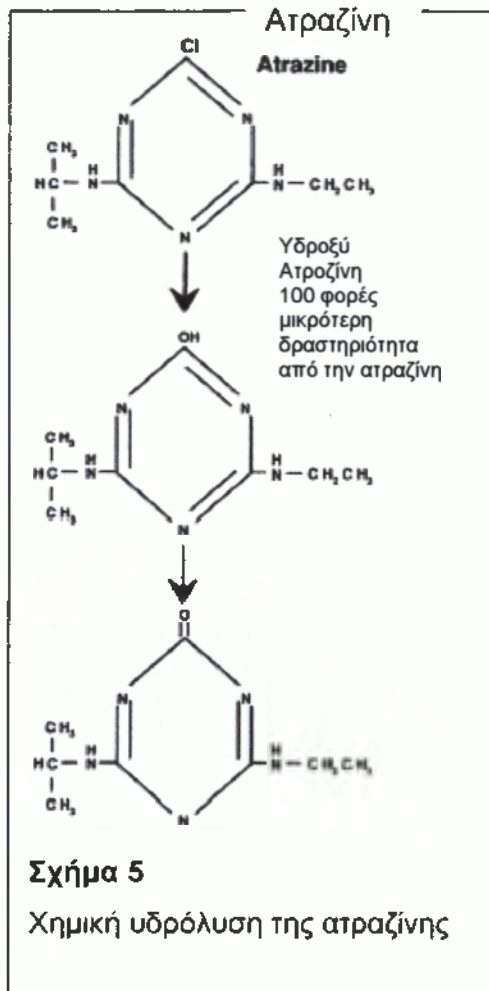
2.2 Χημική αποσύνθεση

Η αποσύνθεση ζιζανιοκτόνων στο έδαφος με καθαρά χημικές (μη-βιολογικές) διαδικασίες είναι σύνηθες φαινόμενο. Η απομάκρυνση από το έδαφος μπορεί να συμβεί ως αποτέλεσμα οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων και αντιδράσεων υδρόλυσης.

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής περιλαμβάνουν τη μεταφορά ηλεκτρονίων (αρνητικά φορτισμένα μόρια) από το ένα υπόστρωμα στο άλλο. Υπάρχει μία ποικιλία συστατικών μέσα στο πλέγμα της οργανικής ύλης, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν ηλεκτρόνια από ή να δωρίζουν ηλεκτρόνια στα μόρια των ζιζανιοκτόνων. Οι αντιδράσεις δεν είναι ιδιαίτερα κατανοητές αλλά είναι

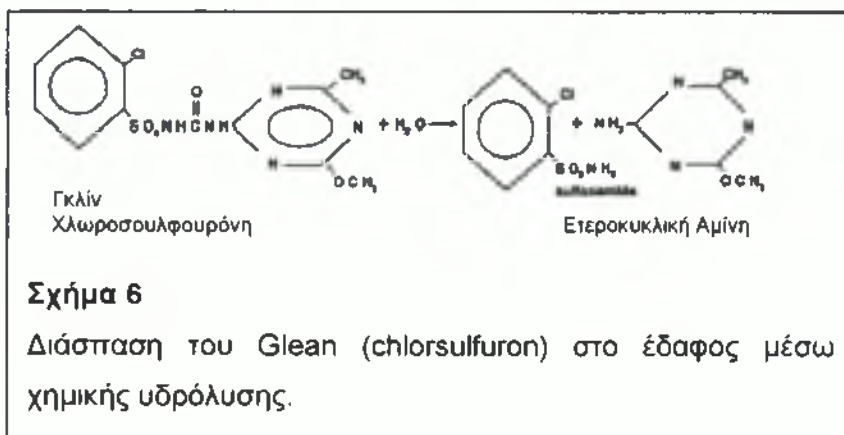
εμφανές ότι συμβαίνουν στο έδαφος, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση της ζιζανιοκτόνας δράσης.

Η υδρόλυση είναι μία διαδικασία κατά την οποία τα μόρια των ζιζανιοκτόνων αντιδρούν στο νερό. Συνήθως, οι χημικές ενώσεις του μορίου του ζιζανιοκτόνου σπάνε και ένα ή περισσότερα άτομα ή ομάδες ατόμων στα μόρια των ζιζανιοκτόνων αντικαθίστανται από υδροξυλικά ιόντα (OH-) από νερό. Αυτή η αλλαγή της μοριακής δομής ίσως αδρανοποιήσει το ζιζανιοκτόνο (Σχήμα 5). Ακόμη και το πολύ στεγνό έδαφος ενός χωραφιού έχει αρκετή υγρασία ώστε να συμβεί λίγη υδρόλυση. Η διάσπαση μέσω υδρόλυσης εξαρτάται από το pH. Καθώς αυξάνεται το pH του εδάφους, μειώνεται το ποσοστό χημικής υδρόλυσης στο έδαφος πχ οι σουλφονουρίες των οποίων η κύρια



οδός απομάκρυνσης από το έδαφος είναι η υδρόλυση, αποσυντίθεται ταχύτερα σε έδαφος με χαμηλό pH και βραδύτερα σε έδαφος με υψηλό pH. Για αυτό το

λόγο υπάρχει μεγαλύτερο ενδεχόμενο παραμονής των ζιζανιοκτόνων Classic ή Glean σε



εδάφη με υψηλότερο pH από ότι σε εδάφη με χαμηλό pH. Επιπρόσθετα, η χημική υδρόλυση των ζιζανιοκτόνων αυτών είναι ταχύτερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι υψηλή από ότι το χειμώνα όπου τα εδάφη έχουν χαμηλή θερμοκρασία.

2.3 Εδαφική Προσρόφηση

Προσρόφηση είναι η προσέλκυση και συγκράτηση των ιόντων ή μορίων μίας ουσίας από την επιφάνεια ενός στερεού σώματος. Ειδικότερα για τα ζιζανιοκτόνα, η διεργασία αυτή αφορά την προσέλκυση και συγκράτηση των ιόντων ή μορίων τους από τις επιφάνειες των ανόργανων και οργανικών κολλοειδών του εδάφους. Η προσρόφηση θεωρείται από πολλούς ως η σπουδαιότερη διεργασία φυσικής απομάκρυνσης των ζιζανιοκτόνων από το έδαφος, αφού επηρεάζει τη συγκεντρωσή τους στο εδαφικό διάλυμα (δράση – εκλεκτικότητα) και κατά επέκταση τη μετακίνησή τους (έκπλυση) στο έδαφος, την εξάτμιση – εξάχνωση τους, καθώς επίσης και τη διάσπαση – αποσυνθεσή τους. Η προσρόφηση θεωρείται μια από τις ταχύτερες διεργασίες απομάκρυνσης των ζιζανιοκτόνων από το εδαφικό διάλυμα. Συγκεκριμένα, ο χρόνος που απαιτείται για το μέγιστο της προσρόφησης τους κυμαίνεται από λίγα λεπτά της ώρας μέχρι τρεις ημέρες.

Τα προσροφημένα ιόντα ή μόρια των περισσότερων ζιζανιοκτόνων ουσιαστικά είναι ανενεργά και γίνονται ενεργά μόνο όταν αποδεσμευτούν από τα κολλοειδή και βρεθούν ελεύθερα στο εδαφικό διάλυμα. Ο ρυθμός όμως της αποδέσμευσης και της μετακίνησής τους στο εδαφικό διάλυμα είναι βραδύτερος σε σύγκριση με το ρυθμό της προσρόφησης τους, και επιβραδύνεται ακόμα περισσότερο σε ξηρά εδάφη και σε εδάφη με κακή δομή. Το φαινόμενο αυτό, “της αποδέσμευσης ή απομάκρυνσης των προσροφημένων ιόντων ή μορίων του ζιζανιοκτόνου από τα κολλοειδή του εδάφους και της μετακίνησής τους στο εδαφικό διάλυμα”, ονομάζεται εκρόφηση (desorption).

2.4 Πτητικότητα - Μεταβλητότητα

Με τον όρο πτητικότητα των ζιζανιοκτόνων εννοούμε την εξάτμιση που συμβαίνει σε ένα ζιζάνιο σε συνθήκες αγρού. Τα ζιζανιοκτόνα ποικίλλουν ευρέως σε πτητικότητα και απώλεια στην ατμόσφαιρα ως αέρια. Η πτητικότητα των ζιζανιοκτόνων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία. Οι απώλειες από πτητικότητα είναι μικρές όταν το ζιζανιοκτόνο έχει αναμειχθεί στο έδαφος είτε με μηχανική ενσωμάτωση ή με βροχή. Η απώλεια λόγω της πτητικότητας είναι μεγαλύτερες όταν τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται σε υγρή επιφάνεια εδάφους και περιορίζονται όταν το έδαφος είναι στεγνό..

2.5 Φωτοδιάσπαση

Φωτοδιάσπαση είναι η υποβάθμιση ή αλλιώς αποδόμηση των ζιζανιοκτόνων μέσω ηλιακού φωτός. Κατά τη διαδικασία της φωτοδιάσπασης, τα μόρια του ζιζανιοκτόνου απορροφούν ενέργεια από το φως του ήλιου, δημιουργώντας χημικές αντιδράσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την απενεργοποίηση του ζιζανιοκτόνου. Για παράδειγμα, τα ζιζανιοκτόνα των δινιτροανιλίνων υποβαθμίζονται με ευκολία από το φως του ήλιου αν παραμείνουν στην επιφάνεια του εδάφους. Η ενσωμάτωση με το έδαφος μπορεί να μειώνει ή εξαλείφει τη φωτοδιάσπαση.

2.6 Έκπλυση Εδάφους

Έκπλυση ονομάζεται η κίνηση των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος με τη βοήθεια του νερού. Η έκπλυση μπορεί να συμβεί προς όλες τις κατευθύνσεις (άνω, κάτω, πλαγίως) ανάλογα με την κίνηση του νερού αλλά αναφέρεται συνήθως στη κινητικότητα του ζιζανιοκτόνου προς τα κάτω καθώς το νερό διεισδύει προς τα κάτω, μέσα από το έδαφος, μετά από βροχή ή άρδευση. Η κίνηση ενός ζιζανιοκτόνου μέσω έκπλυσης είναι σημαντική για την αποτελεσματικότητα της ζιζανιοκτονίας, τη μεταφορά του ζιζανιοκτόνου και τη πιθανότητα περιβαλλοντικών προβλημάτων. Όταν ένα ζιζανιοκτόνο εκπλύεται προς βαθύτερα στρώματα εδάφους, η συγκέντρωση ζιζανιοκτόνου κοντά στην επιφάνεια του εδάφους μειώνεται, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα τραυματισμού

μιας καλλιέργειας από υπολείμματα. Η έκπλυση είναι μεγαλύτερη σε χονδρόκοκκης δομής εδάφη (αμμώδη εδάφη κλπ.) από ότι σε ψιλότερης δομής εδάφη (πηλώδες εδάφη κλπ.), και περιορίζεται από την έλλειψη βροχής και από τη συμπύκνωση των στρωμάτων του εδάφους.

Η τάση του ζιζανιοκτόνου για έκπλυση προσδιορίζεται από την υδατοδιαλυτότητά του και τη τάση του για εδαφική προσρόφηση. Οι δινιτροανιλίνες, για παράδειγμα, έχουν πολύ χαμηλή υδατοδιαλυτότητα και μέτρια εδαφική προσρόφηση και επομένως έχουν μικρή δυνατότητα έκπλυσης.

Τα ζιζανιοκτόνα που έχουν μεγάλη προσρόφηση στα σωματίδια του εδάφους, όπως τα glyphosate και paraquat, δεν μπορούν να υποστούν έκπλυση εκτός εάν τα σωματίδια του εδάφους μετακινηθούν από το νερό. Το pH του εδάφους μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στο πόσο ισχυρά θα προσροφηθεί ένα ζιζανιοκτόνο στα σωματίδια του εδάφους.

2.7 Επιφανειακή Απορροή

Μόρια ενός ζιζανιοκτόνου μπορούν να μεταφερθούν εξαιτίας της επιφανειακής απορροής του νερού. Είναι δυνατόν να προσροφηθούν σε σωματίδια του εδάφους που κινούνται, να διαλυθούν σε νερό που απορρέει από την επιφάνεια, ή να μεταφερθούν από το νερό που απορρέει από την επιφάνεια του εδάφους. Οι πρωταρχικοί μηχανισμοί της διασποράς των ζιζανιοκτόνων μέσα και επάνω στο έδαφος παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

3 Τρόποι αντιμετώπισης- πρόληψης των προβλημάτων που προκύπτουν από τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων.

Σωστή χρήση των ζιζανιοκτόνων

Η σωστή διαχείριση είναι το κλειδί για τη μείωση των προβλημάτων από την υπολειμματική δράση των ζιζανιοκτόνων. Η ετικέτα του προϊόντος θα πρέπει να διαβαστεί και να κατανοηθεί πριν τη χρήση οποιουδήποτε ζιζανιοκτόνου. Η ετικέτα θα περιέχει συνήθως πληροφορίες για την διάρκεια παραμονής στο

έδαφος και περιορισμούς εναλλασσόμενης καλλιέργειας. Πρέπει να έχουν αποφασιστεί τα μελλοντικά σχέδια καλλιέργειας πριν την χρήση οποιουδήποτε υπολειμματικού ζιζανιοκτόνου. Εάν σχεδιάζεται η χρήση ζιζανιοκτόνου με μεγάλη διάρκεια παραμονής στο έδαφος και η επόμενη καλλιέργεια είναι ευαίσθητη στο ζιζανιοκτόνο αυτό, ίσως είναι απαραίτητο να αγοραστεί διαφορετικό ζιζανιοκτόνο ή να φυτευτεί ένα λιγότερο ευαίσθητο φυτό στην επόμενη καλλιέργεια. Η σωστή χρήση ζιζανιοκτόνου είναι απαραίτητη. Υπερβολικές ποσότητες, αλληλοεπικάλυψη ή πρόχειρες τεχνικές χρήσης συντελούν στη μεταφορά του ζιζανιοκτόνου. Η ρύθμιση του ψεκαστήρα και οι σωστές τεχνικές χρήσης είναι απαραίτητες για την αποφυγή τραυματισμού της καλλιέργειας και υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου.

3.2 Όργωμα

Δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η μικρή βροχόπτωση, συμπιεσμένο ή πλημμυρισμένο έδαφος, μπορούν να αυξήσουν τα υπολείμματα ζιζανιοκτόνου. Σε χρονιές με μικρότερη βροχόπτωση από τη συνηθισμένη, θα πρέπει να αναμένονται αυξημένα υπολείμματα ζιζανιοκτόνου. Το βαθύ όργωμα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των υπολειμμάτων μέσω της αραίωσης της πυκνότητας του ζιζανιοκτόνου σε μεγαλύτερο όγκο εδάφους και σπάζοντας τη συμπύκνωση των στρωμάτων του εδάφους. Ωστόσο, το όργωμα δεν μπορεί να δώσει λύση σε περιπτώσεις ζιζανιοκτόνων στα οποία οι εναλλασσόμενες καλλιέργειες είναι πάρα πολύ ευαίσθητες.

Συμπυκνωμένα στρώματα, τα οποία μπορεί να υπάρχουν ακόμα και κατά τη διάρκεια ετών κανονικής βροχόπτωσης, μπορούν να περιορίσουν την ανάπτυξη του φυτού εμποδίζοντας την εισχώρηση της ρίζας στη ζώνη του ζιζανιοκτόνου.

3.3 Άλλα καλλιεργητικά μέτρα

Οι διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές θα πρέπει να έχουν ως στόχο την ανάπτυξη φυτών χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμού από πιθανά υπολείμματα. Τεχνικές που μπορούν να ευνοήσουν την ταχεία ανάπτυξη των φυτών είναι:

1. Εξέταση εδάφους και ανάλογη χρήση λιπάσματος. Ένα αρχικό λίπασμα μπορεί να αυξήσει το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών και να μειώσει τη ζημιά από το ζιζανιοκτόνο.
2. Καλή φροντίδα των φυτών στο σπορείο για την εξασφάλιση καλής επαφής σπόρου/χώματος και φύτευση στο ιδανικό βάθος. Η βαθιά φύτευση του σπόρου εκθέτει το αναδυόμενο φυτό στα υπολείμματα ζιζανιοκτόνου για μεγαλύτερη διάρκεια.
3. Φύτεμα/ σπορά κατά την ιδανική ημερομηνία σποράς. Για παράδειγμα η σπορά καλαμποκιού αφού οι θερμοκρασίες του χώματος έχουν ξεπεράσει τους 13°C θα έχει ως αποτέλεσμα τη ταχύτερη βλάστηση και ανάπτυξη φύτρου από ότι αν η σπορά γίνει σε μικρότερες θερμοκρασίες. Οι καθυστερημένες ημερομηνίες φύτευσης επιτρέπουν περισσότερο χρόνο για την απώλεια ζιζανιοκτόνων που έχουν εφαρμοστεί νωρίτερα.
4. Εάν είναι δυνατόν πρέπει να χρησιμοποιούνται υβρίδια ή ποικιλίες που έχουν αντοχή στο υπολειμματικό ζιζανιοκτόνο, προσαρμοσμένα στη κάθε περιοχή.

3.4 Εξετάσεις Υπολειμμάτων Ζιζανιοκτόνου

Η πιθανότητα ύπαρξης υπολειμμάτων ενός ζιζανιοκτόνου στο έδαφος μπορεί να προβλεφθεί κατά κάποιο τρόπο λαμβάνοντας υπόψη τη λύση του ζιζανιοκτόνου, τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε και το χρόνο χρήσης, τον τύπο και το pH του εδάφους και το διάστημα που έχει περάσει μετά την χρήση. Η χημική ανάλυση και η μέτρηση υπολειμμάτων είναι διαθέσιμες τεχνικές προσδιορισμού υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων. Οι χημικές αναλύσεις και οι μετρήσεις υπολειμμάτων θα πρέπει να γίνονται σε δείγματα εδάφους που έχουν ληφθεί όσο το δυνατόν πιο κοντά στο χρόνο σποράς η φύτευσης της καλλιέργειας. Η ανάλυση ξεκινά με την δειγματοληψία του εδάφους. Δέκα ή περισσότερα δείγματα εδάφους πρέπει να ληφθούν από τυχαία σημεία ολόκληρου του

χωραφιού σε βάθος 7-15 εκατοστά. Πρέπει να αποφεύγεται η λήψη δειγμάτων από σημεία που βρίσκονται κοντά στην άκρη του χωραφιού ή από σημεία από όπου μπορεί να έχει γίνει επαναψεκασμός ή να μην έχει πέσει ζιζανιοκτόνο. Μία δεύτερη ομάδα δειγμάτων από τις σειρές γυρίσματος και άλλα μέρη υψηλού κινδύνου του χωραφιού μπορεί να δώσουν πρόσθετες πληροφορίες στο ενδεχόμενο ύπαρξης υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου. Τα δείγματα θα πρέπει να αναμειχθούν καλά και να αναλυθούν γρήγορα ειδάλλως θα πρέπει να αποθηκευτούν σε κρύο χώρο έως ότου γίνει η ανάλυση.

Τα αποτελέσματα αναφέρονται συνήθως σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) και είναι συνήθως δύσκολη η ερμηνεία τους. Εάν βρέθηκαν 0,2 ppm ατραζίνης στα δείγματα τα οποία λήφθηκαν από τα άνω 15 εκατοστά του εδάφους, το επίπεδο της ατραζίνης θα είναι περίπου ίσο με 181,5 γραμμάρια ατραζίνης ανά στρέμμα. Εάν το δείγμα εδάφους λήφθηκε από βάθος 7-10 εκατοστών, το ppm είναι περίπου ίσο με κιλά ανά στρέμμα εάν θεωρήσουμε ως δεδομένο ότι δεν υπάρχει ζιζανιοκτόνο κάτω από αυτό το βάθος. Το πρόβλημα με τη χημική ανάλυση είναι ότι η ίδια συγκέντρωση ζιζανιοκτόνου μπορεί να είναι επιβλαβής για ένα έδαφος ενώ είναι ασφαλής για άλλα. Παράγοντες όπως το υψηλό pH, η μηχανική σύσταση του εδάφους η οργανική ουσία ίσως επιτρέψουν σε ένα ζιζανιοκτόνο που βρίσκεται σε συγκεκριμένο επίπεδο συγκέντρωσης υπολειμμάτων μπορεί να τραυματίσει την εναλλασσόμενη καλλιέργεια σε ένα χωράφι και όχι σε ένα άλλο. Η χημική ανάλυση μπορεί να παρέχει πληροφορίες για το επίπεδο ζιζανιοκτόνου στο έδαφος αλλά δεν ενημερώνει αν το επίπεδο αυτό θα βλάψει τη καλλιέργεια.

Η μέτρηση υπολειμμάτων περιλαμβάνει τη λήψη δείγματος εδάφους από σημείο όπου πιθανά έχουν μεταφερθεί υπολείμματα ζιζανιοκτόνου, τη φύτευση ευαίσθητου είδους φυτού σε αυτό και τη παρακολούθησή της ανάπτυξής του. Εάν έχει ληφθεί αντιπροσωπευτικό δείγμα εδάφους, η εξέταση αυτή θα μετρήσει το ζιζανιοκτόνο που υπάρχει διαθέσιμο στα φυτά και θα έχει συσχέτιση με αυτό που θα συμβεί στο χωράφι. Ωστόσο η εγκυρότητα της ανάλυσης μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να είναι αμφισβητήσιμη καθώς οι συνθήκες ανάπτυξης στη μέτρηση υπολειμμάτων είναι συνήθως διαφορετικές από αυτές που αναμένονται από το χωράφι.

4. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΩΣ ΝΑ ΕΞΕΤΑΣΕΤΕ ΓΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΣΤΑ ΕΔΑΦΗ

Οι διάφορες ομάδες ζιζανιοκτόνων διαφέρουν ως προς τον χρόνο παραμονής τους στο έδαφος. Όλες οι οικογένειες των ζιζανιοκτόνων αφήνουν υπολείμματα στα εδάφη άλλες για περισσότερο χρονικό διάστημα και άλλες για μικρότερο χρονικό διάστημα στα εδάφη, όπως είναι οι τριαζίνες, ουρίες, σουλφονουλουρίες, δινιτροανιλίνες, οι φορείς χρωστικής ουσίας, ιμιδαζολιόνες και τα ορμονικά ζιζανιοκτόνα. Ο πίνακας 1 αναφέρει μερικά κοινά ζιζανιοκτόνα των ομάδων αυτών. Ο Πίνακας 2 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) αναφέρει μερικά από τα σημαντικότερα ζιζανιοκτόνα σήμερα.

Πίνακας 1. Ονομασίες μερικών από τα σημαντικότερα ζιζανιοκτόνα

S-triazines	Phenylureas	Sulfonylureas
atrazine (A Atrex, Atrazine)	diuron (Karmex, Direx)	chlorimuron (Classic)
hexazinone (Velpar)		chlrsulfuron (Telar)
prometon (Pramitol)	Uracils	nicosulfuron (Accent)
simazine (Princep)	Bromacils (Hyvar-X)	primisulfuron (Beacon)
	Terbacil (Sinbar)	prosulfuron (Peak)
Dinitroanilines		sulfometuron (Oust)
benefin (Balan)	Imidazolinones	
oryzalin (Surflan)	imazapyr (Arsenal)	Plant-growth regulators
pendimethalin	imazaquin (Scepter)	Ρυθμιστές Ανάπτυξης
(Pendimax, Prowl)	imazethapyr (Pursuit)	φυτών
prodiamine (Barricade)		clopyralid (Stinger)
trifuralin (Treflan, Trilin)		picloram (Tordon)
		triclopyr (Garlon)
Άλλα		
bensulide (Betasan, Prefar)		
clomazone (Command)		
tebuthiuron (Spike)		

4.1 Εδαφικοί Παράγοντες

Οι παράγοντες του εδάφους που επηρεάζουν την περαιτέρω παραμονή των ζιζανιοκτόνων χρονικά στα εδάφη χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: φυσικοί, χημικοί και μικροβιακοί. Η σύσταση του εδάφους είναι ένας φυσικός παράγοντας που μετράει τη σχετική ποσότητα άμμου, ιλύος και αργίλου (τη σύσταση του εδάφους) και τη περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ύλη. Οι χημικές ιδιότητες του εδάφους περιλαμβάνουν το pH, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) (cation-exchange capacity) και θρεπτική κατάσταση. Ο μικροβιακός προσανατολισμός του εδαφικού περιβάλλοντος περιλαμβάνει το είδος και την αφθονία των μικροοργανισμών του εδάφους. Η σύσταση του εδάφους επηρεάζει τη φυτοτοξικότητα του ζιζανιοκτόνου, την υπολειμματική του διάρκεια εδαφικά, την έκπλυση και την απώλεια μέσω εξάτμισης. Σε γενικές γραμμές τα εδάφη πλούσια με υψηλή περιεκτικότητα πηλού, οργανική ύλη ή και τα δύο έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου λόγω της αυξημένης προσρόφησης στα κολλοειδή του εδάφους, με ανάλογη μείωση και απώλεια μέσω της εξάτμισης. Το "δέσιμο" αυτό έχει ως αποτέλεσμα στη μειωμένη αρχική πρόσληψη από το φυτό και στη δραστηριότητα του ζιζανιοκτόνου. Άρα, μεγαλύτερη ποσότητα ζιζανιοκτόνου συγκρατείται για να ελευθερωθεί αργότερα, με πιθανότητα να τραυματίσει μελλοντικές καλλιέργειες που είναι επιδεκτικές στο ζιζανιοκτόνο.

Μερικά ζιζανιοκτόνα, πρωταρχικά οι τριαζίνες, επηρεάζονται ιδιαίτερα από το pH του εδάφους, που παίζει σημαντικό ρόλο στη διόρθωση του εδάφους. Μικρότερα ποσοστά των ζιζανιοκτόνων αυτών, προσροφούνται ή μένουν στα κολλοειδή σε υψηλότερο pH του εδάφους, ώστε παραμένουν στο διάλυμα του εδάφους. Τα ζιζανιοκτόνα που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα είναι διαθέσιμα για πρόσληψη από το φυτό. Η χημική διάσπαση και η μικροβιακή διάσπαση, δύο σημαντικές διαδικασίες αποδόμησης ζιζανιοκτόνων, είναι συχνά πιο αργές σε εδάφη με υψηλότερο pH. Έτσι, ενώ συμβαίνει μειωμένη προσρόφηση των ζιζανιοκτόνων τριαζίνης σε χώματα με υψηλότερο pH, υπάρχει και λιγότερη δραστηριότητα διάσπασης. Άρα, τα ζιζανιοκτόνα αυτά είναι διαθέσιμα για

πρόσληψη από το φυτό για μεγαλύτερη χρονική περίοδο σε εδάφη με υψηλότερο pH. Συγκεκριμένα μέλη της ομάδας των σουλφονουριδίων μπορούν επίσης να έχουν μεγαλύτερη χρονικά παραμονή υπολειμμάτων σε εδάφη με υψηλότερο pH καθώς τα ποσοστά χημικής διάσπασης είναι μειωμένα. Το χαμηλό pH επηρεάζει το χρόνο παραμονής των ιμιδαζολινονών. Το pH του εδάφους έχει μικρή επίδραση στην παραμονή υπολειμμάτων στο έδαφος άλλων ζιζανιοκτόνων.

Η έρευνα έχει δείξει ότι διάφορα θρεπτικά στοιχεία και κατιόντα στο έδαφος επηρεάζουν τη δραστηριότητα του ζιζανιοκτόνου και την αποδόμησή του. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, εμπλέκεται άμεσα με τη προσρόφηση ζιζανιοκτόνου. Μερικά ζιζανιοκτόνα είναι πιο διαθέσιμα όταν υπάρχει παρουσία συγκεκριμένων κατιόντων, ενώ άλλα μπορεί να είναι δεσμευμένα και επομένως όχι διαθέσιμα. Σύμφωνα με τα στοιχεία υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στην επίδραση που μπορεί να έχουν τα κατιόντα και οι θρεπτικές ουσίες στη δραστηριότητα των ζιζανιοκτόνων και τη διάσπαση τους και αυτό εξαρτάται από τη σύνθεση του εδάφους, το είδος της θρεπτικής ουσίας και της πυκνότητάς της και τη χημεία του ζιζανιοκτόνου.

Οι μικροοργανισμοί του εδάφους ίσως είναι μερικώς υπεύθυνοι για τη διάσπαση πολλών ζιζανιοκτόνων. Τα είδη των μικροοργανισμών και η ανάλογη ποσότητά τους προσδιορίζουν πόσο γρήγορα θα γίνει η αποσύνθεση. Τα μικρόβια του εδάφους χρειάζονται συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες για βέλτιστη ανάπτυξη και χρησιμοποίηση οποιουδήποτε φυτοφάρμακου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μικροβιακή δραστηριότητα είναι η θερμοκρασία, το pH, το οξυγόνο και η προμήθεια θρεπτικών συστατικών. Το θερμό, καλά αεριζόμενο, εύφορο έδαφος με μέσο pH είναι συνήθως το ιδανικότερο για μικροοργανισμούς και επομένως για διάσπαση του ζιζανιοκτόνου.

4.2 Κλιματολογικές Συνθήκες

Οι κλιματολογικές μεταβολές που εμπλέκονται στην αποδόμηση των ζιζανιοκτόνων είναι η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως του ήλιου. Τα

ποσοστά της αποδόμησης των ζιζανιοκτόνων αυξάνονται γενικά με την αυξημένη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους λόγω του ότι τα ποσοστά της χημικής και η μικροβιακής αποσύνθεσης αυξάνονται με υψηλότερη θερμοκρασία και υγρασία. Οι δροσερές και στεγνές συνθήκες επιβραδύνουν την αποδόμηση, δημιουργώντας έτσι υπολειμματική δυνατότητα. Όταν οι συνθήκες του χειμώνα και της άνοιξης είναι υγρές και ελαφριές, η χρονική παραμονή του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος είναι λιγότερη.

Το φως του ήλιου είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας στην αποδόμηση του ζιζανιοκτόνου. Η φωτοαποσύνθεση ή φωτοδιάσπαση, έχει αναφερθεί για πολλά ζιζανιοκτόνα. Οι δινιτροανιλίνες (trifluralin & pendimethalin) είναι επιδεκτικές στη αποδόμηση από το φως μετά από επιφανειακή χρήση και ιδιαίτερα εάν παραμείνουν για παρατεταμένο διάστημα χωρίς άρδευση ή βροχόπτωση. Επομένως η αποδόμηση επιταχύνεται τις πολύ ηλιόλουστες ημέρες.

4.3 Ιδιότητες Ζιζανιοκτόνων

Οι χημικές ιδιότητες ενός ζιζανιοκτόνου επηρεάζουν την ιδιοτητά του να παραμένει στο έδαφος και να δρά αφήνωντας για μεγάλο διάστημα υπολείμματα. Σημαντικοί παράγοντες είναι η διαλυτότητα στο νερό, η εδαφική προσρόφηση, η πτητικότητα και η επιδεκτικότητα στη χημική ή μικροβιακή αλλαγή ή αποδόμηση. Η διαλυτότητα ενός ζιζανιοκτόνου στο νερό βοηθά να προσδιοριστεί η δυνατότητα έκπλυσής του. Η έκπλυση συμβαίνει όταν ένα ζιζανιοκτόνο διαλύεται στο νερό και μετακινείται διαμέσου της κατατομής του στο έδαφος. Τα ζιζανιοκτόνα που εκπλύνονται εύκολα μπορεί να μεταφερθούν μακριά ή στις ζώνες της ρίζας επιδεκτικών φυτών. Η έκπλυση ενός ζιζανιοκτόνου δε προσδιορίζεται μόνο από τη διαλυτότητα του στο νερό αλλά και από τη δυνατότητα τους να προσροφάται στα σωματίδια του εδάφους. Η έκπλυση ενός ζιζανιοκτόνου επηρεάζεται επίσης από τη δομή του εδάφους και από το νερό που υπάρχει διαθέσιμο στο έδαφος. Τα ζιζανιοκτόνα που έχουν χαμηλή διαλυτότητα στο νερό έχουν δυνατή προσρόφηση στα κολλοειδή του εδάφους

και έχουν λιγότερες πιθανότητες έκπλυσης και περισσότερες πιθανότητες να παραμείνουν στο έδαφος ως υπολειμματικά.

Η πίεση εξάτμισης ενός ζιζανιοκτόνου προσδιορίζει την απώλεια μέσω εξάτμισης, δηλαδή μέσω της διαδικασίας μετατροπής από υγρό ή στερεό σε αέριο. Η πτητικότητα αυξάνει με τη θερμοκρασία. Εξατμιζόμενα ζιζανιοκτόνα όπως τα θειοκαρβαμιδικά (EPTC, butylate) πρέπει να αναμειχθούν άμεσα για την αποφυγή αέριας απώλειας. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά εμφανίζουν μικρότερη χρονική παραμονή στα εδάφη από τα ζιζανιοκτόνα με χαμηλή πίεση εξάτμισης. Τα ζιζανιοκτόνα μπορούν να αποσυντεθούν γρήγορα από μικροοργανισμούς που βρίσκονται στο έδαφος εάν υπάρχουν τα σωστά είδη και ποσότητες μικροοργανισμών στο έδαφος και όταν οι συνθήκες του εδάφους είναι ιδανικές για την ανάπτυξή τους. Ωστόσο, τα ζιζανιοκτόνα διαφέρουν αρκετά ως προς την επιδεκτικότητά τους και τη μικροβιακή αποσύνθεση. Για παράδειγμα, η μικροβιακή αποδόμηση του 2,4-D συμβαίνει πολύ γρήγορα στο έδαφος, όπου η μικροβιακή αποδόμηση της ατραζίνης είναι πολύ αργή.

Η χημική αποσύνθεση δεν εξαρτάται μόνο από τη χημεία του ζιζανιοκτόνου (πόσο επιδεκτικό είναι στη χημική διάσπαση) αλλά και από εδαφικούς και κλιματολογικούς παράγοντες. Η χημική διάσπαση ενός ζιζανιοκτόνου περιλαμβάνει αντιδράσεις όπως η υδρόλυση, οξειδωση και αναγωγή. Η ύπαρξη τέτοιων αντιδράσεων και οι ρυθμοί με τους οποίους λαμβάνουν χώρα διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τις κλιματολογικές συνθήκες. Οι αντιδράσεις αυτές, μαζί με τη μικροβιακή αποδόμηση, είναι σημαντικές διαδικασίες για την αποσύνθεση των ζιζανιοκτόνων.

4.4 Μέτρα πρόληψης

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να αποφευχθούν τα προβλήματα που δημιουργούνται από υπολειμματικά ζιζανιοκτόνα. Αρχικά, πρέπει να εφαρμόζεται η σωστή αναλογία οποιουδήποτε ζιζανιοκτόνου για το συγκεκριμένο είδος εδάφους και πρόβλημα ζιζανίων. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να εφαρμόζεται το χαμηλότερο ποσοστό του χημικού σύμφωνα με το οποίο θα λαμβάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται σωστή ρύθμιση ψεκαστήρα και ακριβής προσδιορισμός της δόσης του ζιζανιοκτόνου.

Πίνακας 2. Χρονική παραμονή ορισμένων κοινών ζιζανιοκτόνων στα εδάφη με την μορφή υπολειμμάτων

1 μήνα	1 έως 3 μήνες	3 έως 12 μήνες	Άνω των 12 μηνών
glufosinate (Liberty)	acetachlor	atrazine (AAtrex)	bromacil (Hyvar)
glyphosate (Roundup, Touch-down, many)	(Harness, Surpass, Degree, TopNotch)	benefin (Balan)	chlorsulfuron (Telar)
MCP	alachlor (Lasso, Micro-Tech)	bensulide (Betasan, Prefar)	imazapyr (Arsenal)
2,4-D	ametryn (Evik)	bromoxynil (Buctril, many)	picloram (Tordon)
	bentazon (Sutan+)	chlorimuron (Classic)	prometon (Pramitol)
	DCPA (Dacthal)	clomazone (Command)	sulfometuron (Oust)
	dimethenamid (Outlook)	diuron (Karmex, Direx)	tebuthiuron (Spike)
	EPTC (Eptam, Eradicane)	ethalfluralin (Cucurbit, Sonalan)	
	flumetsulam (Phython)	fomesafen (Flexstar, Reflex)	
	foramsulfuron (Option)	haxazinone (Velpar)	
	halosulfuron (Permit)	imazaquin (Scepter)	
	lactofen (Cobra, Phoenix)	imazethapyr (Pursuit)	
	linuron (Lorox)	isoxaflutole (Balance Pro)	
	mesotrione (Callisto)	oryzalin (Surflan)	
	metolachlor (Dual II Magnum)	pendimethalin (Pendimax, Prowl)	
	metribuzin (Sencor)	primisulfuron (Beacon)	
	naptalam (Alanap)	prodiamine (Barricade)	
	propachlor (Ramrod)	pronamid (Kerb)	
	siduron (Tupersan)	prosulfuron (Peak, in Spirit)	
		simazine (Princep)	
		sulfentrazone	

(Authority, in Gauntlet,
Canopy XL,
Command Xtra)
terbacil (Sinbar)
trifluralin (Treflan,
many)

Η μέθοδος και ο χρόνος χρήσης είναι σημαντικοί παράγοντες για την αποφυγή υπολειμμάτων (carryover). Η ενσωμάτωση αραιώνει τα ζιζανιοκτόνα, ωστόσο τα ζιζανιοκτόνα που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν μεγάλη παραμονή στα εδάφη με την μορφή υπολειμμάτων και ακόμη περισσότερο εάν ενσωματωθούν από ότι θα παραμείνουν εάν εφαρμοστούν στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς ενσωμάτωση. Με την ενσωμάτωση το ζιζανιοκτόνο γίνεται λιγότερο επιδεκτικό στην απώλεια μέσω εξάτμισης και μέσω φωτοαποσύνθεσης. Ακόμη, το ενσωματωμένο ζιζανιοκτόνο εκτίθεται άμεσα στα σωματίδια του εδάφους και μπορεί να δεσμευθεί προσωρινά μέσω της προσρόφησης και να ελευθερωθεί αργότερα.

Οι ραβδωτές εφαρμογές (χρήση κατά κύματα) ζιζανιοκτόνων μπορούν να μειώσουν τα υπολείμματα γιατί εφαρμόζεται λιγότερο ζιζανιοκτόνο από ότι με τη μέθοδο επιπάσεως (broadcast application).

Το όργωμα επηρεάζει έμμεσα τη διάσπαση μέσω αυξημένης μικροβιακής και χημικής διάσπασης. Το ελαφρύ όργωμα ή η απουσία οργώματος, που αφήνουν υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους, έχουν επίσης τη τάση να αφήνουν μεγαλύτερη συγκέντρωση ζιζανιοκτόνου στην ζώνη της επιφάνειας. Η χρήση ζιζανιοκτόνων με μεγαλύτερη παραμονή σε αυτή τη συμπυκνωμένη ζώνη μπορεί να επηρεάσει τα ευαίσθητα φυτά. Υψηλότερες ποσότητες ζιζανιοκτόνων χρησιμοποιούνται συνήθως σε συστήματα μειωμένου οργώματος για να αυξηθεί η αποψίλωση και να υπάρξει μεγαλύτερη προσαρμογή για υπολείμματα στις καλλιέργειες. Στην περίπτωση που υπάρχει ήδη πρόβλημα παραμονής ζιζανιοκτόνων στα εδάφη, ένα όργωμα ίσως βοηθήσει στην αραιώση του χημικού.

Συνδυασμοί ζιζανιοκτόνων ίσως μειώσουν το ρίσκο προβλημάτων μεγάλης παραμονής των ζιζανιοκτόνων στα εδάφη. Η μίξη δύο ή περισσότερων

ζιζανιοκτόνων σε δοχείο ίσως μειώσει τα ποσοστά χρήσης των προϊόντων που μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα και την ίδια στιγμή να διευρύνει το φάσμα αποψίλωσης. Τα ζιζανιοκτόνα μπορεί να αλληλεπιδράσουν το ένα με το άλλο ή με άλλα φυτοφάρμακα και μπορεί να αυξήσουν το τραυματισμό της καλλιέργειας όταν εφαρμόζονται την ίδια ή συνεχόμενες χρονιές. Για παράδειγμα η καλλιέργεια σόγιας μπορεί να ανεχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο υπολειμμάτων ατραζίνης. Ωστόσο, εάν ένας άλλος φωτοσυνθετικός αναστολέας, όπως η metribuzin, εφαρμόζεται σε σόγια μετά από καλαμπόκι που έχει δεχτεί ατραζίνη, ο τραυματισμός είναι πιο πιθανός.

Η επιλογή φυτών με αντοχή στην συγκεκριμένη ομάδα ζιζανιοκτόνου που χρησιμοποιούμε, βοηθάει στη μείωση υπολειμμάτων. Για παράδειγμα, μερικές ποικιλίες σόγιας είναι πιο επιδεκτικές στα ζιζανιοκτόνα τριαζίνης από ότι άλλες ποικιλίες και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται εάν υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού από τριαζίνη. Επίσης, ισχύει σαν γενικός κανόνας ότι οι μικρόσπορες καλλιέργειες και ποικιλίες έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού από ομάδες ζιζανιοκτόνων που μένουν για μεγάλο διάστημα σε εδάφη, σε σύγκριση με είδη με μεγαλύτερους σπόρους.

Η πιθανότητα για προβλήματα υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων μπορεί να μειωθεί κάνοντας χρήση κατάλληλης ποσότητας, την σωστή χρονική επιλογή και κατάλληλη μέθοδο χρήσης. Η χρήση βαθύ οργώματος σε συνδυασμό με την χρήση ζιζανιοκτόνων που δεν θα βλάπτουν την παραγωγή μας είναι μέθοδοι που μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη μείωση του κινδύνου τραυματισμού της καλλιέργειας μας.

4.5 Εξετάσεις για Υπολείμματα Ζιζανιοκτόνων

Στην περίπτωση που υπάρχει υποψία υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε χημική εξέταση εδάφους ή εδαφική ανάλυση για να προσδιοριστεί εάν υπάρχουν επιβλαβή επίπεδα ζιζανιοκτόνων. Η χημική

ανάλυση μπορεί να είναι ακριβή, έτσι η εδαφική ανάλυση αποτελεί περισσότερο εφικτή λύση. Οι αναλύσεις αυτές βοηθούν στη πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων με υπολείμματα ώστε ο καλλιεργητής να πάρει καλύτερες αποφάσεις για εναλλασσόμενη καλλιέργεια, επιλογή ζιζανιοκτόνου, ημερομηνία σποράς/φύτευσης και άλλες πρακτικές.

4.6 Συλλογή Χώματος και Προετοιμασία

Η σωστή διαλογή δειγμάτων εδάφους είναι το πρώτο βήμα για την εργαστηριακή ανάλυση ή τη μέτρηση υπολειμμάτων. Οι διαδικασίες της λήψης εδάφους για εργαστηριακή ανάλυση ή μέτρηση υπολειμμάτων είναι ίδιες.

Συλλέγονται αντιπροσωπευτικά δείγματα εδάφους από τις αρχές έως τα μέσα της άνοιξης.

Γίνεται λήψη δειγμάτων από διάφορα μέρη του χωραφιού. Για την μέτρηση υπολειμμάτων ή εργαστηριακή ανάλυση συνήθως συλλέγονται 15 έως 20 δείγματα εδάφους και συγχωνεύονται ως προς ένα ανάμεικτο δείγμα. Το δείγμα αυτό πρέπει να αντιπροσωπεύει 15-20 στρέμματα το πολύ. Θα πρέπει να γίνει δειγματοληψία από αρκετά σημεία ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση μη λήψης από σημεία όπου υποψιάζεστε υψηλά επίπεδα υπολειμμάτων όπως σημεία αλλαγής φοράς του ψεκασμού ή το τέλος των σειρών. Πρέπει να αποφεύγεται η ανάμιξη αυτών των δειγμάτων με άλλα.

Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται από την επιφάνεια μέχρι βάθους 15 εκατοστών, και έπειτα να γίνεται διαχωρισμός των δειγμάτων στην ομάδα βάθους των 0-7,5cm και την ομάδα 7,5-15cm για μεγαλύτερη ακρίβεια.

Για κάθε ανάλυση εδάφους για την μέτρηση του επιπέδου των υπολειμμάτων εδάφους χρειάζονται 3,5kg χώματος και για κάθε εργαστηριακή ανάλυση 1kg χώμα.

Μία δειγματοληψία πρέπει να γίνεται από κάποιο σημείο όπου δεν έγινε χρήση ζιζανιοκτόνων για τη χρησιμοποίηση αυτού του εδάφους ως <<μάρτυρα>>.

Τα δείγματα πρέπει να οδηγούνται στο εργαστήριο όσο πιο σύντομα γίνεται. Εάν δε γίνεται να αναλυθούν άμεσα τα δείγματα, αυτά πρέπει να αποθηκεύονται σε ψυγείο ή κατάψυξη. Εάν τα δείγματα αποθηκευτούν σε θερμό περιβάλλον, τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων μπορεί να μειωθούν.

4.7 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμματικότητας εδαφών

Η μέτρηση υπολειμμάτων μπορεί να βοηθήσει στη πρόβλεψη τραυματισμού της καλλιέργειας. Πρόκειται περί απλή μεθόδου που δεν μετράει τη ποσότητα ζιζανιοκτονικών υπολειμμάτων στο χώμα αλλά μπορεί να υποδείξει εάν υπάρχουν ή όχι αρκετά υπολείμματα ώστε να τραυματιστεί η ευαίσθητη σ' αυτό καλλιέργεια.

4.8 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμμάτων στο χωράφι

Η μέτρηση υπολειμμάτων στο χωράφι γίνεται φυτεύοντας μία ή περισσότερες λωρίδες ενός είδους που είναι επιδεκτικό στο ζιζανιοκτόνο που υποψιαζόμαστε ότι υπάρχει στο χωράφι. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει το φθινόπωρο ή την άνοιξη, αλλά είναι πιο ακριβής όταν γίνεται σε χρόνο που είναι πιο κοντά στο χρόνο που θα φυτευτεί η καλλιέργεια. Πριν την κανονική εγκατάσταση της επιθυμητής καλλιέργειας, γίνεται σπορά ή φύτευση μερικών γραμμών/φυτών της καλλιέργειας αυτής, σε διάφορα τμήματα του χωραφιού και εάν είναι δυνατόν πρέπει να συμπεριλαμβάνεται μια περιοχή που υποψιαζόμαστε ότι έχει τα περισσότερα υπολείμματα και μια άλλη που μπορεί να υπηρετήσει ως "μάρτυρας".

4.9 Μέτρηση-υπολογισμός υπολειμμάτων σε συνθήκες εσωτερικού χώρου

Οι διαδικασίες για να διεξαχθεί μια μέτρηση υπολειμμάτων σε συνθήκες εσωτερικού χώρου εξαρτάται από το ποιο ζιζανιοκτόνο σας ενδιαφέρει. Ωστόσο η διαδικασία δειγματοληψίας είναι ίδια.

1. Για τη μέτρηση υπολειμμάτων σε συνθήκες εσωτερικού χώρου, γίνεται με λήψη δειγμάτων και αφήνονται να στεγνώσουν με τον αέρα. Αν το έδαφος περιέχει υψηλή ποσότητα πηλού, η προσθήκη χονδροκόκκης άμμου (σε ποσοστό 50% του όγκου) βελτιώνει τη φυσική του κατάσταση.
2. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε είδος δοχείου που μπορεί να πληρωθεί με έδαφος από κάθε δείγμα. Πρόσθετα δοχεία αυξάνουν την εγκυρότητα της εξέτασης. Τα δείγματα που έχουν παρθεί από βάθος 0-7,5cm τοποθετούνται στο ίδιο σέτ δοχείων και σε άλλο σέτ αυτά που έχετε ληφθεί από 7,5-15 cm βάθος.

5 Εξέταση για Συγκεκριμένες Ομάδες Ζιζανιοκτόνων

Υπολείμματα Τριαζίνης

Για υποψία υπολειμμάτων από ζιζανιοκτόνα τριαζίνης όπως το atrazine και simazine, συνιστάται η μέτρηση του επιπέδου συγκέντρωσης των υπολειμμάτων από τα ζιζανιοκτόνα με την εφαρμογή της βρώμης που έχει και καλύτερα

αποτελέσματα. Τοποθετούνται 15 περίπου σπόροι βρώμης σε κάθε δοχείο που περιλαμβάνει το δείγμα του εδάφους και σκεπάζονται με περίπου 2,5 cm χώμα. Τα δοχεία τοποθετούνται σε θερμό χώρο (21-24 βαθμούς) όπου θα δέχονται άφθονο φως. Το φως του ηλίου είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του φυτού καθώς και για την ενθάρρυνση ανάπτυξης συμπτωμάτων τραυματισμού από τριαζίνη (αναστολέας φωτοσύνθεσης). Το δοχείο πρέπει να ποτίζεται σύμφωνα με τις ανάγκες του φυτού.

Τα συμπτώματα τραυματισμού θα πρέπει να είναι εμφανή μέσα σε 10 – 14 ημέρες μετά την εμφάνιση του φύτρου. Ο τραυματισμός από τριαζίνη χαρακτηρίζεται από τη χλώρωση (κιτρίνισμα) και στη συνέχεια τη νέκρωση (καφέδισμα) του ιστού των φύλλων. Καθώς τα συμπτώματα αρχίζουν από την άκρη του φύλλου και επεκτείνονται προς τη βάση είναι απαραίτητη η σύγκριση με τα φυτά <<μάρτυρες>>. Στην περίπτωση ανάπτυξης συμπτωμάτων στη βρώμη, υποδηλώνεται κίνδυνος για την προς εγκατάσταση καλλιέργεια. Σε γενικές γραμμές, η σειρά από τα πιο ευαίσθητα ως τα λιγότερο ευαίσθητα φυτά στα ζιζανιοκτόνα τριαζίνης είναι ως εξής:

Σίκαλη > Αλφαλφα (ήμερο τριφύλλι) > Βρώμη > Σιτάρι > Σόγια > Σόργο > Καλαμπόκι

5.1 Υπολείμματα δινιτροανιλινών

Αν υπάρχει υποψία ζιζανιοκτονικών υπολειμμάτων από δινιτροανιλίνες, όπως το trifluralin και το pendimethalin, χρησιμοποιείται διαφορετική τεχνική ανάλυσης, η οποία βασίζεται βέβαια στην ίδια μεθοδολογία με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούνται ως φυτά δείκτες αραβόσιτος ή σόργος.

Τυλίγοντας μερικούς σπόρους σόργου ή καλαμπόκιού σε υγρό χαρτί κουζίνας και αποθηκεύονται σε θερμοκρασία δωματίου για 2-3 ημέρες. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στους σπόρους να απορροφήσουν νερό και να βλαστήσουν. Μόλις έχει αρχίσει η βλάστηση, 3-5 σπόροι τοποθετούνται στα δοχεία με τα δείγματα εδάφους. Σκεπάζονται με 2,5cm έδαφος και αφήνονται για 10-14 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα.

Μετά τις 10-14 ημέρες, τα φυτά ελέγχονται για συμπτώματα. Τα ζιζανιοκτόνα των δινιτροανιλινών αναστέλλουν την ανάπτυξη της ρίζας. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν υποαναπτυγμένα φυτά, κακώς αναπτυγμένες ρίζες, αναστολή της ανάπτυξης των ριζικών τριχιδίων, καρούλιασμα φύλλων. Αν τα φυτά στο υποπτευόμενο έδαφος αναπτύξουν κάποιο από αυτά τα συμπτώματα σε σύγκριση με τα φυτά ελέγχου, ίσως υπάρχουν υπολείμματα δινιτροανιλινών σε αρκετά υψηλές δόσεις ώστε να τραυματίσουν επιδεκτικές καλλιέργειες. Η σειρά επιδεκτικότητας από τα πιο επιδεκτικά έως τα λιγότερα επιδεκτικά στα ζιζανιοκτόνα των δινιτροανιλινών είναι ως εξής:

Ετήσια Σίκαλη > Βρώμη > Σόργος > Καλαμπόκι > Σιτάρι > Αλφαλφα > Σόγια

5.2 Υπολείμματα Imazaquin, Imazethapyr και Chlorimuron

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά επηρεάζουν την ανάπτυξη της ρίζας και του φύτρου. Τα συμπτώματα τραυματισμού των φυτών περιλαμβάνουν αναστολή ανάπτυξης της ρίζας, υποανάπτυκτα φυτά, εσωτερική χλώρωση και ράβδωση των φύλλων. Άρα προτείνεται η μέτρηση του επιπέδου των υπολειμμάτων με την χρήση του σόργου ή ρίζας καλαμποκιού σύμφωνα με τις διαδικασίες που αναφέρονται για υπολείμματα δινιτροανιλινών. Το καλαμπόκι είναι πιο ευαίσθητο στο imazaquin, και το σόργο είναι πιο ευαίσθητο στα imazethapyr και chlorimuron. Η σειρά ευαισθησίας της καλλιέργειας από τα πιο ευαίσθητα έως τα λιγότερο ευαίσθητα είναι:

Imazaquin:

Μηδική > Καλαμπόκι > Ηλίανθος > Σόργος > Βρώμη > Σιτάρι > Σόγια

Imazethapyr:

Σόργος > Ηλίανθος > Βρώμη > Σιτάρι > Καλαμπόκι > Μηδική > Σόγια

Chlorimuron:

Μηδική > Ηλίανθος > Σόργος > Καλαμπόκι > Βρώμη > Σιτάρι > Σόγια

Η παρουσίαση και εμπορική διακίνηση των υβριδίων καλαμποκιού Clearfield (CL) τα οποία έχουν αντοχή στα ζιζανιοκτόνα των ιμιδαζολιनों παρέχει στους παραγωγούς τη βιώσιμη επιλογή παραγωγής καλαμποκιού σε χωράφια που υπάρχει υποψία υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων με βάση την imidazolinone σε μεγέθη αρκετά υψηλά για να τραυματίσουν τα συνηθισμένα υβρίδια. Αν οι βιοαναλύσεις δείξουν υπολείμματα ζιζανιοκτόνου imidazolinone σε μεγέθη αρκετά υψηλά ώστε να τραυματίσουν τη καλλιέργεια μπορείτε να επιλέξετε να φυτέψετε το υβρίδιο CL εάν η επιλογή εναλλασσόμενης καλλιέργειας είναι καλαμπόκι.

5.3 Υπολείμματα Command (Clomazone)

Το Clomazone, που είναι το ενεργό συστατικό του Command και συστατικό του Command Xtra, αναστέλλει τη παραγωγή φωτοσυνθετικών χρωστικών ουσιών σε επιδεκτικό φυτά που τα κάνει να έχουν έλλειψη στο πράσινο χρώμα (αυτό σημαίνει ότι είναι λευκά). Μικρότερα επίπεδα του Command μπορεί να δείξουν χλώρωση ή ελαφρώς ξεπλυμένο χρώμα του φυτού. Η βρώμη και το σιτάρι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνευθούν υπολείμματα του Command μέσω της ίδιας διαδικασίας που περιγράφεται για την ανίχνευση υπολειμμάτων τριαζίνης. Τα φυτά που θα εξεταζούν για τυχόν ύπαρξη υπολειμμάτων, πρέπει να αναπτύσσονται για 10 ημέρες έως 2 εβδομάδες. Τα επιρρεπή φυτά που εκτίθενται στα υπολείμματα του Command θα είναι λευκά ενώ τα φυτά με αντοχή θα είναι πράσινα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η βρώμη και το σιτάρι είναι συνήθως πιο επιρρεπή στο τραυματισμό από Command σε σύγκριση με το καλαμπόκι. Η σειρά ευαισθησίας από τα πιο ευαίσθητα έως τα λιγότερο ευαίσθητα στα υπολείμματα του Command είναι ως εξής:

Βρώμη > Σιτάρι > Άλφαλφα > Ηλιοτρόπιο > Σόργος > Καλαμπόκι > Σόγια

5.4 Άλλα Υπολείμματα

Οι μετρήσεις υπολειμμάτων, μπορεί να γίνουν και για άλλα ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές. Εάν είναι γνωστός ο μηχανισμός και ο τρόπος δράσης του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος. Για

παράδειγμα εάν το ζιζανιοκτόνο είναι μεριστωματικός αναστολέας της ρίζας τότε ο υπολογισμός των υπολειμμάτων της ρίζας είναι η κατάλληλη εξέταση. Εάν το ζιζανιοκτόνο αναστέλλει τη φωτοσύνθεση, τότε τα συμπτώματα τραυματισμού πρωτοεμφανίζονται στα φύλλα. Το σιτάρι και η βρώμη είναι πολύ καλοί δείκτες για πολλά ζιζανιοκτόνα αλλά πολλές φορές μπορεί να είναι πολύ περισσότερο ευαίσθητοι από την ίδια την επιθυμητή καλλιέργεια. Η ίδια η καλλιέργεια είναι πολλές φορές πολύ χρήσιμο να χρησιμοποιείται ως φυτό δείκτης στην μέτρηση υπολειμμάτων.

5.5 Εργαστηριακή Ανάλυση

Η εργαστηριακή ανάλυση περιλαμβάνει τον εντοπισμό ζιζανιοκτόνων από το έδαφος με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού για να εντοπιστούν ακόμη και πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Η ποσότητα εκφράζεται ως μέρη του ζιζανιοκτόνου ανά εκατομμύρια μέρη χώματος (ppm). Η κατανομή και συγκέντρωση του χημικού εξαρτάται από το ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε, το είδος του εδάφους τις καλλιεργητικές τεχνικές, την ποσότητα βροχόπτωσης ή και άρδευσης από τότε που εφαρμόστηκε/ψεκάστηκε. Στα περισσότερα εδάφη μέσης δομής, το ζιζανιοκτόνο παραμένει κυρίως στα άνω 7,5 cm της επιφάνειας εκτός κι αν υπήρξε έντονη βροχόπτωση, όργωμα, ή το ζιζανιοκτόνο αναμείχθηκε σε βάθος. Εάν το έδαφος έχει υψηλή περιεκτικότητα άμμου (αμμώδη δομή) τότε η έκπλυση του ζιζανιοκτόνου ίσως είναι μεγαλύτερη. Η μετακίνηση του ζιζανιοκτόνου από τη ζώνη της επιφάνειας μέσω οργώματος ή βροχόπτωσης μειώνει τη πιθανότητα τραυματισμού της καλλιέργειας. Ο κίνδυνος τραυματισμού είναι μεγαλύτερος όταν τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου είναι συγκεντρωμένα στα άνω 7,5 εκατοστά της επιφάνειας αντί να είναι μοιρασμένα στα άνω 15 εκατοστών. Για το λόγο αυτό είναι καλύτερο η δειγματοληψία να γίνεται χωριστά για 0-7,5 εκατοστά και 7,5-15 εκατοστά.

5.6 Αντιμετώπιση της ύπαρξης υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου

Εάν η εξέταση του εργαστηρίου ή της μέτρησης των υπολειμμάτων δείχνει πιθανό πρόβλημα υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου τότε μπορούν να γίνουν τα εξής.

1. Επιλογή ανθεκτικής καλλιέργειας.
2. Βαθύ όργωμα εδάφους.
3. Απομάκρυνση υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου με άρδευση.

Οι μετρήσεις υπολειμμάτων και οι εργαστηριακές εξετάσεις δεν είναι 100% έγκυρες στη πρόβλεψη προβλημάτων με υπολείμματα ζιζανιοκτόνων. Η αντίδραση της καλλιέργειας στα υπολείμματα ζιζανιοκτόνου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι και το είδος της καλλιέργειας, η ποικιλία, το είδος του εδάφους, οι συνθήκες περιβάλλοντος μετά τη σπορά. Άρα η πρόβλεψη του τραυματισμού μιας καλλιέργειας είναι δύσκολη. Ωστόσο, η χρήση μιας χημικής εξέτασης ή μέτρηση υπολειμμάτων μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή κατάλληλης καλλιέργειας ή ποικιλίας.

Πίνακας 3. Γενικές οδηγίες για την ερμηνεία εργαστηριακής εξέτασης

Επίπεδο Ασφαλείας*				
Ζιζανιοκτόνο	Μέρη ανά δισεκατομμύριο	Μέρη ανά εκατομμύριο	Καλλιέργεια	
Τριαζίνη	150-250	0,150-0,250	Σόγια	
	40-100	0,04-0,100	Αλφαλφα	
	60-150	0,06-0,150	Βρώμη	
	75-180	0,075-0,180	Στάρι	
Dinitroaniline	100-200	0,100-0,200	Καλαμπόκι	
	200-300	0,200-0,300	Στάρι	
Clomazone	50-200	0,050-0,200	Καλαμπόκι	
	15-100	0,015-0,100	Στάρι, Αλφαλφα	
Imazaquin	2-10	0,002-0,010	Καλαμπόκι	
	10-30	0,010-0,030	Στάρι	
Imazethapyr	10-30	0,010-0,030	Καλαμπόκι	
	4-15	0,004-0,015	Σόργος	
Chlorimuron	1-2	0,001-0,002	Καλαμπόκι	
	2-5	0,002-0,005	Στάρι	

* Λόγω διαφορών στη διαθεσιμότητα ζιζανιοκτόνων από το έδαφος "ασφαλείς" τιμές υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων διαφέρουν σύμφωνα με το είδος του εδάφους. Οι χαμηλές τιμές είναι για αμμώδη εδάφη με χαμηλά επίπεδα οργανικής ουσίας ενώ οι υψηλότερες τιμές είναι εδάφη με πιο ψιλή δομή χώματος και υψηλότερα επίπεδα οργανικής ουσίας. 1ppm (μέρος ανά εκατομμύριο) = 1.000 ppb (μέρος ανά δισεκατομμύριο).

5.7 Μέθοδοι Απομάκρυνσης επικίνδυνων υπολειμμάτων από την ριζόσφαιρα της φυτικής παραγωγής.

Βαθύ όργωμα. Είναι μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση υπολειμμάτων κάποιου ζιζανιοκτόνου από την επιφάνεια του εδάφους στα βαθύτερα στρώματα, εκεί όπου η πιθανότητα επαφής τους με το σπόρο ή τα νεαρά φυτά της καλλιέργειας είναι μικρή. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τις καλλιέργειες που έχουν την μεγαλύτερη μάζα του ριζικού συστήματος κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς επίσης και για ζιζανιοκτόνα εδάφους που απορροφούνται πιο εύκολα από άλλα όργανα (κατά το φυτρωμά των σπόρων) παρά από τις ρίζες των καλλιεργούμενων φυτών. Η μέθοδος όμως αυτή είναι ακατάλληλη για βαθύριζες καλλιέργειες, στις οποίες απλώς καθυστερεί την εμφάνιση των συμπτωμάτων τοξικότητας. Το βαθύ όργωμα μπορεί να μην αφήνει υπολείμματα ζιζανιοκτόνων στην επιφάνεια του εδάφους, αλλά επιμηκύνει το χρόνο παραμονής τους σ' αυτό, αφού, με τη μεταφορά τους στα βαθύτερα στρώματα, ο ρυθμός διάσπασης-αποσύνθεσης τους επιβραδύνεται(Roeth κ.α., 1968).

Άρδευση. Η καλλιεργητική αυτή επέμβαση, εκτός από την παροχή του απαραίτητου για την καλλιέργεια νερού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων κάποιου ζιζανιοκτόνου από τη ριζόσφαιρα της καλλιέργειας προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική όταν το ζιζανιοκτόνο εκπλύνεται εύκολα και όταν υπάρχει η απαραίτητη ποσότητα νερού για την έκπλυση του. Βέβαια, άκομα και όταν εφαρμόζεται με επιτυχία, η υπολειμματική διάρκεια του ζιζανιοκτόνου αυξάνεται (λόγω της μεταφοράς του στα βαθύτερα στρώματα) όπως και η πιθανότητα ρύπανσης των υπογείων νερών.

Προσροφητικά μέσα. Τα υλικά αυτά μειώνουν την πιθανότητα εκδήλωσης τοξικότητας σε ευαίσθητες καλλιέργειες, επειδή έχουν την

ικανότητα να προσροφούν και κατ' επέκταση να περιορίζουν τη διαθέσιμη ποσότητα του ζιζανιοκτόνου στο εδαφικό διάλυμα.

Ο ενεργός άνθρακας είναι ένα από τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Έχει τη μεγαλύτερη προσροφητική ικανότητα, γ' αυτό όπως αναφέρθηκε και ανάλογα με το ζιζανιοκτόνο, αρκούν 5-50 kg/στρ. για την αδρανοποίηση των συνιστώμενων δόσεων. Εφαρμόζεται συνήθως σε όλη την επιφάνεια του αγρού ή στις γραμμές όπου σπέρνεται ή μεταφυτεύεται η καλλιέργεια. Η επιτυχία και των δύο μεθόδων εφαρμογής προϋποθέτει ενσωμάτωση του στο έδαφος και στο βάθος εκείνο για το οποίο υπάρχουν υποψίες για υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου. Ο ενεργός άνθρακας εφαρμόζεται μερικές φορές με επένδυση των σπόρων ή με εμβάπτιση των ριζών της καλλιέργειας, αλλά με μικρότερη επιτυχία από ό,τι η ενσωμάτωση του στο έδαφος. Η χρησιμοποίησή του, αν και είναι αποτελεσματική στην αντιμετώπιση υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνου στο έδαφος, δεν έχει ακόμα γενικευθεί, επειδή

- α) επιβαρύνει τις καλλιέργειες με υψηλό κόστος

- β) επιβραδύνει το ρυθμό διάσπασης-αποσύνθεσης του προσροφημένου ζιζανιοκτόνου, με αποτέλεσμα την αύξηση της υπολειμματικής του διάρκειας

- γ) αυξάνει την πιθανότητα για μειωμένη αποτελεσματικότητα του επόμενου ζιζανιοκτόνου εδάφους, εξαιτίας της προσρόφησης του σε ελεύθερες προσροφητικές θέσεις.

Η οργανική ουσία, φυτικής ή ζωϊκής προέλευσης, είναι το δεύτερο υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δέσμευση των τοξικών υπολειμμάτων κάποιου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος. Η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από την ποσότητα και την προελευσή της, καθώς επίσης και από τις ιδιότητες του ζιζανιοκτόνου.

6. Διάκριση των ζιζανιοκτόνων με βάση την υπολειμματικότητα τους στο έδαφος.

6.1 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα >12 μηνών.

Ουρακίλες (uracils)

Είναι εκλεκτικά, προφυτρωτικά, διασυστηματικά (με ακροπεταλική κίνηση) ζιζανιοκτόνα εδάφους, κατάλληλα για την αντιμετώπιση ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων. Δρούν σαν παρεμποδιστές του φωτοσυστήματος II της φωτοσύνθεσης και η τοξική τους δράση εκδηλώνεται με χλώρωση των φύλλων, αναστολή της ανάπτυξης και τελικά την ξήρανση ολόκληρου του φυτού. Χαρακτηρίζονται από μεγάλη υπολειμματική δράση που μπορεί να φτάσει και τους 24 μήνες και αποικοδομούνται κυρίως από διάφορους μικροοργανισμούς του εδάφους (βιοαποδόμηση).

Δραστικές ουσίες σε χρήση: Iecanil.

Άλλες δραστικές ουσίες: bromacil, isocil, terbacil.

Bromacil (Hyvar).

Χρησιμοποιείται για καταπολέμηση ζιζανίων σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών και σε μη γεωργικές εκτάσεις. Η εφαρμογή του στα εσπεριδοειδή συνιστάται να γίνεται κατά το τέλος του χειμώνα και σε δένδρα ηλικίας τουλάχιστο 4 ετών.

Tebuthiuron (spike)

Είναι μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο, το οποίο χρησιμοποιείται για καταπολέμηση ζιζανίων σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Εφαρμόζεται στο έδαφος λίγο πριν από την έναρξη των βροχοπτώσεων. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον μεγάλου φάσματος ποωδών ζιζανίων, καθώς επίσης και εναντίον θαμνωδών και δενδρωδών ζιζανίων. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ.

Imazapyr (Arsenal).

ζιζανιοκτόνα Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση αγρωστωδών, πλατύφυλλων,θαμνωδών και δενδρωδών ζιζανίων σε μη γεωργικές εκτάσεις.Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με τα atrazine ή diuron για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Ο χρόνος παραμονής του στο έδαφος κυμαίνεται από 6 μέχρι 24 μήνες.

Σουλφονουλουρίες (Sulfonylureas).

Chlorsulfuron(Telar).

Χρησιμοποιείται για καταπολέμηση πλατύφυλλων και ορισμένων αγρωστωδών (φάλαρη,ήρα) ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται προφυτρωτικά (για αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των αγρωστωδών ζιζανίων) ή μεταφυτρωτικά και όταν η καλλιέργεια βρίσκεται στο στάδιο των 3 φύλλων και μέχρι το τέλος του αδελφώματος.Τα ζιζάνια κατά τη μεταφυτρωτική εφαρμογή θα πρέπει να είναι μικρά και οι συνθήκες αναπτυξής τους ευνοϊκές.Η εφαρμογή του Chlorsulfuron συνδυάζεται με τα ζιζανιοκτόνα clodinafor propargyl, diclofopmethyl,fenoxaropethyl,flamprop-m-isopropyl,imazamethabenz methyl που χρησιμοποιούνται για καταπολέμηση αγρωστωδών ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά.Ο χρόνος παραμονής του στο έδαφος μερικές φορές είναι μεγαλύτερος από 24 μήνες, γι'αυτό κατά τις επόμενες δύο καλλιεργητικές περιόδους η σπορά ή φύτευση άλλων καλλιεργειών, εκτός από χειμερινά σιτηρά, θα πρέπει να αποφεύγεται.

Sulfometuron (oust).

Είναι ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος.Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων (αγρωστωδών και πλατύφυλλων) σε μη γεωργικές εκτάσεις.Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα

ζιζανιοκτόνα bromacil, diuron, glyphosate ή hexazinone για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Πυριδινοκαρβοξυλικά οξέα (pyridine carboxylic acids).

Picloram (tordon).

Χρησιμοποιείται για καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων σε μη γεωργικές εκτάσεις. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον του δυσεξόντωτου ζιζανίου σολανού, καθώς επίσης και εναντίον θαμνωδών και δενδρωδών ζιζανίων. Εφαρμόζεται στο φύλλωμα των ζιζανίων ή στο έδαφος. Απορροφάται από τα φύλλα και τις ρίζες των ζιζανίων και μετακινείται εύκολα διά μέσου του συμπλάστη και του αποπλάστη. Προκαλεί αναστολή της σύνθεσης νουκλειικών οξέων και πρωτεϊνών. Τα συμπτώματα της δράσης του είναι παρόμοια με εκείνα των φαινοξυαλκανοϊκών ζιζανιοκτόνων. Η υπολειμματική του διάρκεια στο έδαφος κυμαίνεται από 12 μέχρι 24 μήνες, ενώ ο βαθμός έκπλυσης του είναι 4. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Μεθοξυτριαζίνες (Methoxytriazines).

Prometon(Pramitol).

Είναι μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος. Συνιστάται η χρήση του προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

6.2 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα 3 έως 12 μήνες.

Ισοξαζολιδινόνες (isoxazolidinones).

Clomazone (command).

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση για καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια σόγιας. Το clomazone μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα ζιζανιοκτόνα alachlor ή ethafluralin για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Η προσρόφηση του από τα κολλοειδή των περισσότερων εδαφών είναι ικανοποιητική, με αποτέλεσμα η πιθανότητα έκπλυσης του στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους να είναι μικρή (βαθμός έκπλυσης 2). Ο χρόνος παραμονής του στο έδαφος κυμαίνεται από 3 μέχρι 12 μήνες. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στην χώρα μας.

Νιτρίλια.

Bromoxynil (buctril).

Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στις καλλιέργειες αραβοσίτου, σιταριού, κριθαριού ή βρώμης. Επίσης, σε μίγμα με ioxynil, MCPA ή mecoprop χρησιμοποιείται για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται από την αρχή μέχρι το τέλος του αδελφώματος των σιτηρών και πριν τα ζιζάνια ξεπεράσουν τα 4 φύλλα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στις καλλιέργειες λιναριού, σόργου, σε χλοοτάπητες και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Η βόσκηση ανθεκτικών ψεκασμένων φυτών θα πρέπει να αποφεύγεται για 30 ημέρες από την εφαρμογή του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε γενετικώς τροποποιημένες ανθεκτικές ποικιλίες βαμβακιού.

Παράγωγα ουρίας.

Diuron (karmex, direx)

Χρησιμοποιείται αμέσως μετά την σπορά των καλλιεργειών βαμβακιού, κτηνοτροφικών ψυχανθών και οσπρίων. Στο σπαράγγι συνιστάται η εφαρμογή αμέσως μετά τη φύτευση ή το σχηματισμό των σαμαριών και πριν αρχίσουν να εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους οι νέοι

βλαστοί, ενώ στη μηδική κατά την διάρκεια του χειμώνα. Η εφαρμογή του σε καλλιέργειες αχλαδιάς, μηλιάς, ελιάς, εσπεριδοειδών, καρυδιάς και ροδακινιάς γίνεται το χειμώνα και μόνο σε δένδρα ηλικίας τουλάχιστον 5 ετών. Επίσης, όταν εφαρμόζεται σε μεγάλες δόσεις (μόνο σε ακαλλιέργητες εκτάσεις), είναι αποτελεσματικό εναντίον μεγάλου φάσματος ζιζανίων και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στο αμπέλι η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται κατά το χειμώνα και συνήθως σε μίγμα με άλλα ζιζανιοκτόνα. Γενικά, η χρήση του ζιζανιοκτόνου αυτού θα πρέπει να αποφεύγεται σε αμμώδη ή ελαφρά εδάφη, επειδή υπάρχει κίνδυνος φυτοτοξικότητας.

Τριαζινόνες (Triazinones).

Hexazinone (velpar).

Είναι η συμμετρική τριαζίνη που φέρει καρβονυλική ρίζα (C=O) στις θέσεις 2 και 4 του τριαζινικού δακτυλίου. Η χρήση του hexazinone συνιστάται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων σε καλλιέργεια μηδικής και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Η εφαρμογή του στη μηδική γίνεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Αναστολείς του ενζύμου PPG-O.

Fomesafen (Reflex, Tornado).

Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια της σόγιας. Επίσης, όπως αναφέρουν ο Colby και οι συνεργάτες του (1989), είναι αποτελεσματικό και εναντίον ορισμένων αγρωστωδών ζιζανίων και ειδών της οικογένειας Cyperaceae. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στην χώρα μας.

Ισοξαζόλες (Isoxazoles).

Isoxaflutole (Merlin).

Συνιστάται προφυτρωτικά ή νωρίς μεταφυτρωτικά για αντιμετώπιση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στον αραβόσιτο. Το isoxaflutole απορροφάται από την ρίζα ή τα φύλλα και εκδηλώνει διασυστηματική δράση. Αποτέλεσμα του μηχανισμού δράσης του (αναστολέας του ενζύμου διοξυγενάση του 4-υδροξυφαινυλοπυρουβικού οξέος) είναι η εμφάνιση των προαναφερθέντων τοξικών συμπτωμάτων στα ευαίσθητα ζιζάνια μετά το φυτρωμά τους. Η εκλεκτική του δράση οφείλεται στην ικανότητα μεταβολισμού του από τα φυτά του αραβοσίτου. Απομακρύνεται από το έδαφος μέσω χημικής υδρόλυσης και μικροβιακής αποσύνθεσης. Η υπολειμματική του διάρκεια στο έδαφος κυμαίνεται από 2 μέχρι 4 μήνες. Σε περίπτωση αποτυχίας της καλλιέργειας, στην οποία εφαρμόστηκε, μπορεί να ξανασπαρεί αραβόσιτος ή πατάτα, αφού προηγηθεί ένα καλό όργωμα. Το isoxaflutole και οι μεταβολίτες του παρουσιάζουν μειωμένη ικανότητα συγκράτησης από τα κολλοειδή του εδάφους, γι' αυτό και η πιθανότητα έκπλυσης του είναι αυξημένη.

Ιμιδαζολινόνες (Imidazolinones).

Imazaquin (sceptor).

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση πλατύφυλλων και ορισμένων αγρωστωδών ζιζανίων στην καλλιέργεια σόγιας. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα ζιζανιοκτόνα alachlor, metolachlor, pendimethalin, trifluralin για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Ο χρόνος παραμονής του στο έδαφος συχνά είναι μεγαλύτερος από 12 μήνες, γι' αυτό η σπορά θα πρέπει να αποφεύγεται την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Πειράματα που έγιναν για το σκοπό αυτό έδειξαν ότι οι καλλιέργειες σιταριού, κριθαριού, αραβοσίτου, σόργου και καπνού μπορούν να εγκατασταθούν 11 μήνες μετά την εφαρμογή του. Αντίθετα, η εγκατάσταση της καλλιέργειας των ζαχαροτεύτλων (είναι η πιο ευαίσθητη) μπορεί να γίνει 26 μήνες μετά την εφαρμογή του, ενώ οι άλλες καλλιέργειες δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα φυτοτοξικότητας αν σπαρούν ή φυτευθούν 18 μήνες μετά

την εφαρμογή του. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στην χώρα μας.

Imazethapyr (overtop).

Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για ταυτόχρονη καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια της μηδικής. Η εφαρμογή του μπορεί να γίνει τόσο σε νέα όσο και σε είδη εγκατεστημένη καλλιέργεια μηδικής (λίγο μετά την κοπή). Σε άλλες χώρες συνιστάται η εφαρμογή του προσπαρτικά με ενσωμάτωση, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες σόγιας, αραχίδας, μπιζελιών, αρακά και φασολιών. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα ζιζανιοκτόνα alachlor, linuron, metolachlor, metribuzin, pendimethalin, trifluralin, για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων σε ορισμένες από τις καλλιέργειες που προαναφέρθηκαν. Ο χρόνος παραμονής του στο έδαφος είναι συχνά μεγαλύτερος από 12 μήνες, με αποτέλεσμα ευαίσθητες καλλιέργειες να είναι αδύνατον να εγκατασταθούν χωρίς προβλήματα τοξικότητας την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Ο Hart και οι συνεργάτες του (1991) αναφέρουν ότι η εγκατάσταση των καλλιεργειών βρώμης, σόργου, βαμβακιού και ρυζιού μπορεί να γίνει 19 μήνες μετά την εφαρμογή του imazethapyr, αλλά για την ασφαλή εγκατάσταση της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων και της πατάτας είναι απαραίτητο να περάσουν 26 μήνες.

Δινιτροανιλίνες (Dinitroanilines).

Oryzalin (surflan).

Συνιστάται η εφαρμογή του να γίνεται προφυτρωτικά και χωρίς ενσωμάτωση σε καλλιέργειες μηδικής, σόγιας, μπιζελιού, πατάτας, βαμβακιού, καθώς επίσης και σε δενδρώδεις καλλιέργειες και καλλωπιστικά φυτά. Βροχόπτωση ή άρδευση μετά την εφαρμογή του είναι απαραίτητα προκειμένου να μεταφερθεί στη ζώνη του εδάφους

όπου φυτρώνουν τα περισσότερα ζιζάνια. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Pendimethalin (stomp).

Στη χώρα μας χρησιμοποιείται συνήθως προσπαρτικά με ενσωμάτωση στις καλλιέργειες αρακά, αραχίδας, καρότου, ηλίανθου, σόγιας, ρεβιθιού, βαμβακιού και φασολιών. Επίσης, συνιστάται η εφαρμογή του πριν από τη μεταφύτευση καπνού, κουνουπιδιού, λαχάνου, μαρουλιού, ραδικιού, μελιτζάνας, τομάτας και πιπεριάς. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται αμέσως μετά την σπορά των καλλιεργειών χειμερινών σιτηρών, πατάτας, κουκιών, πράσου, κρεμμυδιού (από κοκκάρι) και σκόρδου. Σε μίγμα με atrazine ή metolachlor + terbuthylazine χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή πολύ νωρίς μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων σε καλλιέργειες αραβοσίτου. Σε μίγμα με linuron χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή πολύ νωρίς μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες πατάτας. Στην προφυτρωτική εφαρμογή χρειάζεται βροχόπτωση ή άρδευση εντός ολίγων ημερών από τον ψεκασμό του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως αντιφυλλιζιακό (παρεμπόδιση ανάπτυξης μασχαλιαίων οφθαλμών) στην καλλιέργεια του καπνού με δράση όμως επαφής.

Trifluralin (Treflan).

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση σε καλλιέργειες βαμβακιού, ηλίανθου, καρότου και μπάμιας. Επίσης, χρησιμοποιείται πριν από τη μεταφύτευση με ενσωμάτωση στις καλλιέργειες λαχάνου, κουνουπιδιού, κρεμμυδιού, πιπεριάς και τομάτας.

Ethalfuralin (solanan).

Στην Ελλάδα συνιστάται η εφαρμογή του πριν από την σπορά των καλλιεργειών βαμβακιού, αραχίδας και φασολιών. Χρειάζεται όμως ενσωμάτωση αμέσως μετά τον ψεκασμό. Σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες,

το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση σε καλλιέργειες σόγιας, μπιζελιού, φακής και ηλίανθου. Επίσης, σε μίγμα με atrazine χρησιμοποιείται προφυτρωτικά (αμέσως μετά την σπορά) και σε καλλιέργεια αραβοσίτου.

Χλωροτριαζίνες (chlortriazines).

Atrazine (Aatrex).

εφαρμοστούν με κατευθυνόμενο ψεκασμό για καταπολέμηση ζιζανίων σε θαμνώδεις. Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση πλατύφυλλων κυρίως ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβοσίτου. Η μεταφυτρωτική του εφαρμογή συνιστάται να γίνεται όταν τα ζιζάνια είναι πολύ μικρά και οι συνθήκες αναπτυξής τους ευνοϊκές. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα ζιζανιοκτόνα alachlor, bentazon, cyanazine, dimethenamid, flufenacet, metolachlor, S-metolachlor, pendimethalin ή pyridate για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Επίσης, μίγματα του ζιζανιοκτόνου αυτού με aminotriazole, simazine ή paraquat μπορούν να χρησιμοποιηθεί και δενδρώδεις καλλιέργειες. Τέλος, μπορεί να σε μεγαλύτερες από τις συνιστώμενες για τις καλλιέργειες δόσεις σε μη γεωργικές εκτάσεις, με σκοπό την καταπολέμηση ζιζανίων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Simazine (Gesatop,Princep).

Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά για καταπολέμηση ζιζανίων σε καλλιέργειες αμπελιού, αμυγδαλιάς, αχλαδιάς, μηλιάς, βερικοκιάς, δαμασκηνιάς, βυσσινιάς, κερασιάς, ελιάς, εσπεριδοειδών, καρυδιάς, ροδακινιάς, συκιάς, φυσιτικιάς και στην τριανταφυλλιά. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται το χειμώνα και σε φυτά ηλικίας τουλάχιστον 4 ετών. Μπορεί να εφαρμοστεί με κατευθυνόμενο ψεκασμό το φθινόπωρο σε καλλιέργεια αγκινάρας, ενώ σε καλλιέργεια σπαραγγιού εφαρμόζεται με καθολικό ψεκασμό την άνοιξη αμέσως μετά το παράχωμα (φυτά ηλικίας τουλάχιστον 2 ετών). Επίσης, σε

ακαλλιέργητες εκτάσεις εφαρμόζεται σε υψηλές δόσεις και έχει άριστη αποτελεσματικότητα εναντίον ορισμένων πολυετών ζιζανίων. Στις θαμνώδεις και δενδρώδεις καλλιέργειες μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με ένα από τα ζιζανιοκτόνα aminotriazole, glyphosate, glufosinate ammonium, sulfosate, paraquat, atrazine, diuron για την καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Τέλος, σε μίγμα με τα ζιζανιοκτόνα prometryn + diuron χρησιμοποιείται προφυτρωτικά στο βαμβάκι.

Σουλφονουλουρίες (Sulfonylureas).

Primisulfuron (beacon, Τελ).

Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται για καταπολέμηση του βέλιουρα (*Sorghum halepense*) και ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται όταν η καλλιέργεια βρίσκεται στο στάδιο των 3-8 φύλλων, ενώ ο βέλιουρας και τα πλατύφυλλα ζιζάνια έχουν ύψος 2- 40 cm και 5-10 cm, αντίστοιχα. Πολύ συχνά, για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του βέλιουρα , γίνονται δύο διαδοχικές εφαρμογές (σπαστή εφαρμογή της συνιστώμενης δόσης). Η πρώτη γίνεται όταν ο αραβόσιτος βρίσκεται στο στάδιο των 3- 6 φύλλων και η δεύτερη 2-3 εβδομάδες αργότερα. Η ταυτόχρονη εφαρμογή του με dicamba (ζιζανιοκτόνο πλατύφυλλων ζιζανίων) θα πρέπει να αποφεύγεται επειδή μειώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του εναντίον του βέλιουρα . Το primisulfuron δε συνδυάζεται με οργανοφωσφορικά ή πυρεθροειδή εντομοκτόνα φυλλώματος, γι'αυτό η εφαρμογή τους συνιστάται να γίνεται 10 ημέρες πριν ή μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Επίσης, απαγορεύεται η εφαρμογή του σε καλλιέργειες αραβοσίτου στις οποίες προηγήθηκε εφαρμογή του διασυστηματικού εντομοκτόνου εδάφους terbufos, επειδή μειώνεται η εκλεκτικότητα για τους ίδιους λόγους που προαναφέρθηκαν στο picosulfuron. Η υπολειμματική του διάρκεια στο έδαφος συχνά φτάνει τους 10 μήνες γι'αυτό η εγκατάσταση ευαίσθητων καλλιεργειών, όπως για παράδειγμα του σιταριού και των ζαχαροτεύτλων, είναι δυνατή 3 και 10 μήνες από την εφαρμογή του

αντίστοιχα. Αντίθετα οι καλλιέργειες μηδικής, βαμβακιού, σόγιας, φασολιών και ηλιάνθου, μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς προβλήματα φυτοτοξικότητας 8 μήνες μετά την εφαρμογή του.

Ουρακίλες (Uracils).

Terbacil (Sinbar).

Χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών, μέντας, μηλιάς και ροδακινιάς. Η εφαρμογή στα δενδρώδη είδη συνιστάται να γίνεται προς το τέλος του χειμώνα. Τα δενδρώδη είδη θα πρέπει να έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 3 ετών. Χρειάζεται άρδευση εάν δε βρέξει εντός 7 – 10 ημερών από την εφαρμογή του. Η εφαρμογή του στη μέντα γίνεται προσπαρτικά, 30 – 50 ημέρες μετά την φύτευση (το ποσοστό φυτρώματος της μέντας < 1,5%) ή μεταφυτρωτικά.

6.3 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα 1 έως 3 μήνες.

Αναστολείς κυτταροδιαίρεσης.

Χλωροακεταμίδια (Chloroacetamides).

Acetochlor (surpass, Degree, Harness, Trophy).

Εφαρμόζεται προσπαρτικά με ενσωμάτωση ή προφυτρωτικά για καταπολέμηση ετήσιων ζιζανίων στις καλλιέργειες αραβοσίτου, σόγιας, αραχίδας, βαμβακιού, πατάτας και ηλιάνθου. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με atrazine ή terbuthylazine στην καλλιέργεια του αραβοσίτου για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων.

Alachlor (Lasso, Microtech).

Χρησιμοποιείται αμέσως μετά την σπορά των καλλιεργειών αραβοσίτου, αρακά, μπιζελιών, αραχίδας, βαμβακιού, ρεβιθιών ή πριν από την μεταφύτευση των καλλιεργειών κουνουπιδιού, λαχάνου, πιπεριάς, καπνού (Μπέρλεϊ) και της τομάτας. Σύμφωνα με την διεθνή

βιβλιογραφία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια σόγιας και σε δενδρώδη καλλωπιστικά είδη (Klingman και Ashton,1982). Η χρήση του θα πρέπει να αποφεύγεται όταν τα εδάφη είναι ελαφρά και αμμώδη επειδή εκπλύνεται εύκολα και υπάρχει κίνδυνος τοξικότητας στις καλλιέργειες (Γιαννοπολίτης κ.α., 1985). Το alachlor μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με atrazine στην καλλιέργεια του αραβοσίτου ή ταυτόχρονα με fluometuron ή prometryn στην καλλιέργεια του βαμβακιού για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Τα μίγματα alachlor + terbutylazine μπορεί να εφαρμοστούν προσπαρτικά με ενσωμάτωση, αμέσως μετά την σπορά του αραβοσίτου ή μεταφυτρωτικά. Αντίθετα, τα μίγματα alachlor + prometryn ή alachlor + fluometuron εφαρμόζονται εντός 5 ημερών από την σπορά του βαμβακιού.

Dimethenamid (frontier, outlook).

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με atrazine ή metosulam για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Στο έδαφος απορροφάται λιγότερο από τα κολλοειδή του εδάφους από ό,τι τα υπόλοιπα χλωροακεταμίδια , ενώ παρουσιάζει παρόμοια με αυτά υπολειμματική διάρκεια (Vasilakogίου κ.α.,2001).

Metolachlor (dual, magnum).

Το ζιζανιοκτόνο αυτό περιέχει στην ίδια περίπου αναλογία τα δύο εναντιομερή (S- και L-) του metolachlor. Αξίζει να αναφερθεί ότι το S-εναντιομερές είναι κατά πολύ δραστικότερο από το L- εναντιομερές. Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται προφυτρωτικά στις καλλιέργειες αραβοσίτου, ζαχαροτεύλων, ηλίανθου, σόγιας, καρπουζιού, φασολιών και προμεταφυτευτικά στην καλλιέργεια του καπνού. Η χρήση του δε συνιστάται σε αμμώδη εδάφη ή σε εδάφη με οργανική ουσία μικρότερη από 1%, επειδή υπάρχει κίνδυνος έκπλυσης του και κατ'έπекταση

τοξικότητάς του στις καλλιέργειες. Συνιστάται η ταυτόχρονη εφαρμογή του με atrazine, terbuthylazine, prometryn ή metobromuron για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων. Τα μίγματα metolachlor+ atrazine ή metolachlor+ terbuthylazine μπορούν να εφαρμοστούν προσπαρτικά με ενσωμάτωση αμέσως μετά τη σπορά του αραβόσιτου ή μεταφυτρωτικά. Αντίθετα, το μίγμα metolachlor+ metobromuron συνιστάται να εφαρμόζεται αμέσως μετά τη σπορά των καλλιεργειών αραβοσίτου, ηλίανθου, πατάτας, ρεβιθιού, σόγιας, φασολιών ενώ το μίγμα metolachlor + prometryn εφαρμόζεται προσπαρτικά με ενσωμάτωση ή αμέσως μετά τη σπορά του βαμβακιού. Τέλος, το μίγμα metolachlor + metobromuron μπορεί να εφαρμοστεί και πρίν τη μεταφύτευση της καλλιέργειας του καπνού.

Propachlor (Ramrod).

Χρησιμοποιείται στη χώρα μας προφυτρωτικά στις καλλιέργειες κουνουπιδιού, λαχάνου, κρεμμυδιού, πράσου, αρακά και φασολιών. Σύμφωνα με διεθνή βιβλιογραφικά δεδομένα, το propachlor μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στις καλλιέργειες βαμβακιού, σόργου και σόγιας (Klingman και Ashton, 1982).

Μεθυλθειοτριαζίνες (Methylthio-triazines).

Ametryn (Gesapax, Evik).

Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά για καταπολέμηση ζιζανίων στις καλλιέργειες αραβοσίτου και εσπεριδοειδών. Μίγμα του ζιζανιοκτόνου αυτού με prometryn συνιστάται για προφυτρωτική εφαρμογή σε καλλιέργεια βαμβακιού. Χρειάζεται άρδευση 10- 20 mm νερού εάν εντός μιας εβδομάδας από την εφαρμογή του δε βρέξει. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στην χώρα μας.

Θειοκαρβαμικά (Thiocarbamates).

Bentazon (sutan).

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση για καταπολέμηση ετήσιων ζιζανίων στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Όλα τα σκευάσματα του ζιζανιοκτόνου αυτού περιέχουν την προστατευτική ουσία dichloromid (R- 25788) που μειώνει την τοξικότητα του στα φυτά του αραβοσίτου. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με το ζιζανιοκτόνο atrazine για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων.

EPTC (Eptam, Capsolane, Eradicane).

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως Eptam προσπαρτικά με ενσωμάτωση σε καλλιέργειες ηλιάνθου, μηδικής, πατάτας και φασολιών . Επίσης, συνιστάται η χρήση του με ενσωμάτωση αμέσως μετά την εφαρμογή του σε καλλιέργειες αμπέλου, αμυγδαλιάς, ελιάς και εσπεριδοειδών. Σε μίγμα με την προστατευτική ουσία dichloromid (R-25788) και με το όνομα Eradicane ή Capsolane χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση στην καλλιέργεια του αραβοσίτου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον της κύπερης (cyperus spp.) και μερικών πολυετών αγρωστωδών ζιζανίων. Η αποτελεσματικότητά του εναντίον αυτών των ζιζανίων αυξάνεται όταν πριν από την εφαρμογή του γίνει φρεζάρισμα για τον τεμαχισμό των υπογείων αναπαραγωγικών οργάνων τους. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με atrazine για καταπολέμηση ευρύτερου φάσματος ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβοσίτου.

Αναστολείς μεταφοράς αυξίνης.

Naptalam (Alanap).

Χρησιμοποιείται στη χώρα μας αμέσως μετά τη σπορά ή πριν τη μεταφύτευση των κολοκυνθοειδών. Μπορεί να εφαρμοστεί σε καλλιέργεια σπαραγγιού και φυτώρια δενδρωδών ειδών (καλλωπιστικών). Η χρήση του naptalam θα πρέπει να αποφεύγεται όταν ο καιρός είναι κρύος και υγρός. Επίσης, δεν πρέπει να

χρησιμοποιείται στα αμμώδη εδάφη όπου υπάρχει κίνδυνος έκπλυσης του, πράγμα που μειώνει τη δράση του εναντίον των ζιζανίων και αυξάνει την πιθανότητα τοξικότητας στα καλλιεργούμενα φυτά. Το parafam, εκτός από την αναστολή που προκαλεί στο φύτευμα των σπόρων ή στην αύξηση των ριζών και βλαστών των νεαρών φυτών, επηρεάζει αρνητικώς και το γεωτροπισμό τους.

Παράγωγα Ουρίας (Ureas).

Siduron (Tupersan).

Συνιστάται η χρήση του προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά σε νέους χλοοτάπητες, αντίστοιχα. Βροχόπτωση ή άρδευση τουλάχιστον 15mm είναι απαραίτητα για την ενεργοποίησή του. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

Τριαζινόνες (Triazinones).

Metribuzin (Sencor).

Το ζιζανιοκτόνο αυτό καθώς και το metamitron ανήκουν στις ασύμμετρες τριαζίνες που φέρουν καρβονυλική ρίζα (C=O) στη θέση 5 του τριαζινικού δακτυλίου. Είναι ζιζανιοκτόνο εδάφους και φυλλώματος. Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά στην καλλιέργεια της πατάτας, ενώ στην καλλιέργεια της τομάτας η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται αμέσως μετά τη σπορά ή όταν αποκτήσουν 2-4 φύλλα. Σε μεταφυτευόμενη τομάτα εφαρμόζεται 20 ημέρες από τη μεταφύτευση. Η εφαρμογή του θα πρέπει να αποφεύγεται σε αμμώδη ή οργανικά εδάφη. Συνιστάται η χρήση του προφυτρωτικά και σε καλλιέργειες σόγιας, σπαραγγιού και μηδικής (κατά τη διάρκεια του χειμώνα). Στην καλλιέργεια του καρότου η εφαρμογή του γίνεται όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο των 4 φύλλων.

Διφαινυλικοί αιθέρες (Diphenylethers).

Lactofen (Cobra).

Χρησιμοποιείται κυρίως μεταφυτρωτικά για καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων στις καλλιέργειες σόγιας και αραχίδας. Η δράση του από εδάφους είναι επίσης ικανοποιητική αλλά μόνον εναντίον ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων. Το ζιζανιοκτόνο αυτό δεν κυκλοφορεί στη χώρα μας.

6.4 Ζιζανιοκτόνα με εδαφική υπολειμματικότητα 1 μήνα.

Αναστολείς του ενζύμου EPSPS.

Glyphosate (Round up).

Είναι διασυστηματικό, μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος. Είναι αποτελεσματικό εναντίον μεγάλου φάσματος ετήσιων και πολυετών ζιζανίων. Το glyphosate χρησιμοποιείται με καθολική εφαρμογή για καταπολέμηση ζιζανίων σε ακαλλιέργητες εκτάσεις, αρδευτικά κανάλια, διώρυγες, στραγγιστικές τάφρους, αγρούς μετά τη συγκομιδή των καλλιεργειών ή πριν την κατεργασία του εδάφους για σπορά. Επίσης, χρησιμοποιείται με αυστηρά κατευθυνόμενο ψεκασμό για την καταπολέμηση των ζιζανίων σε γραμμικές καλλιέργειες φυτών μεγάλης καλλιέργειας, στο αμπέλι, στην τριανταφυλλιά και σε δενδρώδεις καλλιέργειες (αμυγδαλιά, αχλαδιά, μηλιά, βερικοκιά, δαμασκηλιά, βυσσινιά, κερασιά, ελιά, εσπεριδοειδή, καρυδιά, ροδακινιά, συκιά). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καταπολέμηση πολυετών ζιζανίων μέσα σε καλλιέργειες σιταριού και κριθαριού. Η εφαρμογή του όμως πρέπει να γίνει πριν από τη συγκομιδή των καλλιεργειών αυτών και ειδικότερα όταν η υγρασία των σπόρων τους είναι μικρότερη από 30%. Ο σπόρος που συγκομίζεται μετά από την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου δε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για σπορά (μειωμένη φυτρωτική ικανότητα). Το glyphosate μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καθολικό ψεκασμό για καταπολέμηση της οροβάγχης στην καλλιέργεια του καπνού (Lolas, 1986, 1994). Η εφαρμογή του συνιστάται να γίνεται 40 και 60 ημέρες από τη μεταφύτευση του καπνού, ενώ οι δόσεις εφαρμογής του είναι

παρά πολύ μικρές. Το glyphosate απορροφάται εύκολα από τα φύλλα των φυτών, στα οποία εφαρμόζεται, και μετακινείται εξίσου εύκολα διά μέσου του συμπλάστη και πιθανόν διά μέσου του αποπλάστη. Όταν εφαρμόζεται στο έδαφος δεν έχει σχεδόν καμία δράση. Οι Ashton και Crafts (1981) αναφέρουν ότι η εφαρμογή του glyphosate στο έδαφος ελάχιστα ή καθόλου επηρεάζει το φύτερωμα μεγάλου αριθμού ζιζανίων ή καλλιεργούμενων φυτών, έτσι που να καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το ζιζανιοκτόνο αυτό στο έδαφος ουσιαστικά είναι μη φυτοτοξικό.

Το πιο κοινό σύμπτωμα της τοξικότητας του είναι η χλώρωση των φύλλων που ακολουθείται από την νεκρωσή τους. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται πολύ αργά, συνήθως 1-3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Γι' αυτό στα ψεκασμένα ζιζάνια δεν πρέπει να γίνεται καμία επέμβαση τουλάχιστο για 3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή του. Πολύ συχνά, κατά την αναβλάστηση των πολυετών ζιζανίων, παρατηρούνται φύλλα με παραμορφώσεις ή με λευκές κηλίδες, καθώς επίσης και ανάπτυξη πολλαπλών βλαστών με μικρά φύλλα από ένα κόμβο (γόνατο).

Η αποτελεσματικότητα του glyphosate αυξάνεται συνήθως με προσθήκη διαφόρων διαβρεκτικών, προσκολλητικών, εξαπλωτικών ουσιών ή $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ κατά τον ψεκασμό, καθώς επίσης και με αύξηση της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας.

Η διάσπαση του μέσα στα φυτά γίνεται με πάρα πολύ βραδύ ρυθμό (μη εκλεκτικό), και γι' αυτό εφαρμόζεται με αυστηρά κατευθυνόμενο ψεκασμό. Η απομάκρυνση του από τα περισσότερα εδάφη είναι πάρα πολύ γρήγορη και οφείλεται κυρίως σε μικροβιακή αποσύνθεση.

Αναστολείς του ενζύμου GS.

Glyfosinate (Liberty).

Είναι επαφής, μη εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο φυλλώματος. Καταπολεμά αποτελεσματικά ευρύ φάσμα ετήσιων και πολυετών ζιζανίων. Χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά με αυστηρά κατευθυνόμενο ψεκασμό στην καλλιέργεια της αμπέλου και σε δενδρώδεις καλλιέργειες. Επίσης,

συνιστάται η καθολική εφαρμογή του σε μη γεωργικές εκτάσεις, σε αγρούς μετά τη συγκομιδή των καλλιεργειών ή πριν από την προετοιμασία τους για σπορά. Μπορεί να εφαρμοστεί ταυτόχρονα με το ζιζανιοκτόνο simazine για αύξηση της αποτελεσματικότητας του (μεγαλύτερη διάρκεια δράσης). Αντίθετα, η ταυτόχρονη εφαρμογή του με τα ζιζανιοκτόνα diuron ή atrazine θα πρέπει να αποφεύγεται επειδή μειώνει την ταχύτητα εκδήλωσης της δράσης του. Το gluphosate, αν και απορροφάται εύκολα από τα φύλλα των φυτών, μετακινείται μέσω του συμπλάστη. Όταν εφαρμόζεται στο έδαφος δεν εκδηλώνει δράση εναντίον των ζιζανίων (Ashton και Monaco, 1991). Υπενθυμίζεται εδώ για άλλη μια φορά ότι το gluphosinate είναι από τα λίγα ζιζανιοκτόνα των οποίων η σύνθεση βασίστηκε στη χημεία φυσικών τοξινών.

Phenoxy.

2,4 D.

Ένα ζιζανιοκτόνο πλατύφυλλων στη phenoxy ομάδα που χρησιμοποιείται στην τύρφη και μέσω κανένας-μέχρι την παραγωγή συγκομιδών τομέων. Τώρα κυρίως χρησιμοποιούμενο σε ένα μίγμα με άλλα ζιζανιοκτόνα που επιτρέπουν στα χαμηλότερα ποσοστά ζιζανιοκτόνων για να χρησιμοποιηθούν, είναι το ευρύτετα χρησιμοποιούμενο ζιζανιοκτόνο στον κόσμο, τρίτον το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο στις Ηνωμένες πολιτείες. Είναι ένα παράδειγμα συνθετικού αυχίν (ορμόνη φυτών).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ-ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας, τα οποία διεξήχθησαν με την βοήθεια του καθηγητή κ. Δημόπουλου Βασιλείου, είναι ότι όλα τα ζιζανιοκτόνα παρουσιάζουν μια χρονική παραμονή στους εδαφικούς ορίζοντες. Υπάρχουν ζιζανιοκτόνα που έχουν υπολειμματική δράση από 1 μήνα έως και 24 μήνες, τώρα το αν η παραμονή τους στα εδάφη αυξηθεί χρονικά λόγω δικών μας λανθασμένων χειρισμών εξαρτάται από εμάς και μόνο από εμάς, που κάνουμε χρήση του εκάστοτε ζιζανιοκτόνου σκευάσματος.

Βέβαια, πολλές φορές όταν η χρήση τους γίνεται ορθολογιστικά, δηλαδή χρησιμοποιώντας την σωστή αναλογία του εκάστοτε σκευάσματος μειώνουμε την παραμονή τους στα εδάφη, επίσης πρέπει να παίρνουμε πάντοτε μέτρα αποφυγής περαιτέρω συγκράτησης των υπολειμμάτων στα εδάφη τόσο με την σωστή κατεργασία του εδάφους(βαθύ όργωμα), σπάζοντας έτσι τους σβώλους που δημιουργούνται στα εδάφη και αρκετές φορές είναι υπεύθυνα για την περαιτέρω παραμονή τους στους εδαφικούς ορίζοντες όσο και με την χρήση φυτών που παρουσιάζουν αντοχή στο εκάστοτε ζιζανιοκτόνο, αποφεύγοντας έτσι τόσο την περαιτέρω υπολειμματική δράση όσο και την καταστροφή της παραγωγής μας από το συγκεκριμένο σκεύασμα που μπορεί να έχει κάποια σημαντική ευαισθησία, με αποτέλεσμα τον αφανισμό τεράστιου μέρους της παραγωγής μας.

Εν συνεχεία, παρατηρήθηκε ότι η καλύτερη μέθοδος για να μπορέσουμε να προλάβουμε μια ενδεχόμενη καταστροφή στην παραγωγή μας, την οποία έχουμε στόχο να εγκαταστήσουμε σε ένα συγκεκριμένο μέρος του χωραφιού μας, είναι ο έλεγχος εδάφους, παίρνοντας δείγματα εδάφους από τυχαία σημεία του χωραφιού ώστε να δούμε τα επίπεδα των υπολειμμάτων του εκάστοτε ζιζανιοκτόνου και κατά πόσο θα βλάψει μια ενδεχόμενη εγκατάσταση της φυτικής μας παραγωγής. Επίσης μπορούμε με τον έλεγχο του εδάφους να δούμε τι είδος φυτού μπορεί να φυτευθεί στο συγκεκριμένο χωράφι αν και πολλές φορές, όταν τα εδάφη μας είναι αρκετά επιμολυσμένα με

μεγάλη σωρεία ζιζανιοκτόνων σκευασμάτων συνιστάται να γίνεται αγρανάπαυση του εδάφους για κάποιους μήνες ώστε να μπορέσουμε να δώσουμε χρόνο στο χωράφι μας να καθαρίσει από το επιβλαβές σκεύασμα.

Παρατηρώντας, την συμπεριφορά των φυτών στο έκαστοτε ζιζανιοκτόνο, τα συμπεράσματα είναι πως όταν καλλιεργούμε ένας είδος φυτού για πολλές καλλιεργητικές περιόδους, αυξάνεται η πιθανότητα περαιτέρω χρονικά ή παραμονή των ζιζανιοκτόνων στα εδάφη. Επομένως, πρέπει να επιλέγουμε διαφορετικά είδη φυτών για καλλιέργεια μελετώντας βέβαια αν το συγκεκριμένο σκεύασμα βλάπτει ή όχι την παραγωγή μας.

Τελειώνοντας, πρέπει να επισημανθεί ό,τι πρέπει οι χρήστες να αποφεύγουν ζιζανιοκτόνα με τεράστια υπολειμματική δράση χρονικά, είτε χρησιμοποιώντας άλλες μεθόδους π.χ. ηλιοαπολύμανση,βοτάνισμα, μηχανική κατεργασία εδάφους ή με την αποφυγή καλλιέργειας για ένα μεγάλο χρονικά διάστημα ώστε να αποφύγουμε δυσάρεστα αποτελέσματα στην παραγωγή μας, όπως οι σοβαροί τραυματισμοί ή και πολλές φορές την θανάτωση της φυτικής μας παραγωγής.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aaron G. Hager & Dawn Nordby. Herbicide persistence and how to test for residues in soil. 2004 Illinois Agricultural Pest Management Handbook. University of Illinois

Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. 1995. *Ζιζανιολογία*. Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1996.

Hager A., Sprague c., & M. McGlamery. *Factors Affecting Herbicide Persistence*. 2004 Illinois Agricultural Pest Management Handbook. Department of Crop Science. University of Illinois

Παπακώστα Δ. 1996. Ειδική γεωργία Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά φυτά). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Θεσσαλονίκη 1996.

Στεφανής Δ. 1996. Διδακτικές σημειώσεις Ζιζανιολογίας

Zimdahl, R. L. 1993. *Fundamentals of weed science*. Academic Press, San Diego, California.

Δημόπουλος Β. 2009. Σημειώσεις φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.