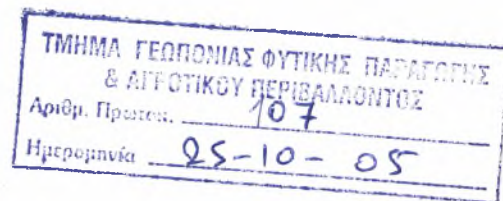


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



Παπαντώνης Σταμάτης

**Υπολειμματικότητα τεσσάρων ζιζανιοκτόνων και ασφαλείς
χρόνοι επανασποράς πέντε καλλιεργειών**

Πτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ως μερική υποχρέωση για τη λήψη του πτυχίου του Γεωπόνου.

ΒΟΛΟΣ 2005

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Παπαντώνης Σταμάτης

**Υπολειμματικότητα δυο ζιζανιοκτόνων και ασφαλείς χρόνοι
επανασποράς πέντε καλλιεργειών**

Εξεταστική Επιτροπή

Λόλας Π.

Επιβλέπων Καθηγητής

Γέμτος Θ.

Καθηγητής
Μέλος

Τσιρόπουλος Ν.

Επικ. Καθηγητής
Μέλος

ΒΟΛΟΣ 2005



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4899/1
Ημερ. Εισ.: 11/09/2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2005
ΠΑΠ

Στους γονείς μου

Γιώργο και Μαρία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	5
2.1 isoxaflutole (Merlin).....	5
2.2 imazethapyr (Overtop).....	9
3. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ.....	14
4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	18
4.1 Γενικά.....	18
4.2 isoxaflutole (Merlin).....	23
4.3 imazethapyr (Overtop).....	26
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	30
5.1 Πείραμα αγρού.....	30
5.1.1. Σχεδιασμός και εγκατάσταση του πειράματος.....	30
5.2. Βιοδοκιμές αγρού.....	32
5.2.1. Βιοδοκιμή στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	32
5.2.2. Βιοδοκιμή στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	34
5.2.3. Βιοδοκιμή στις 75, 105, 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	34
5.3. Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία.....	35
5.3.1. Βιοδοκιμή στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	35
5.3.2. Βιοδοκιμή στις 45, 75, 105, 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	36
5.4. Ευαισθησία του σιταριού στα υπολείμματα των 2 ζιζανιοκτόνων στον αγρό.....	36
5.5. Στατιστική ανάλυση.....	37
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	38
6.1. Πείραμα αγρού.....	38
6.1.1. Βιοδοκιμή στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	38
6.1.1.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	38
6.1.1.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	38

6.1.2. Βιοδοκιμή στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	40
6.1.2.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	40
6.1.2.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	41
6.1.3. Βιοδοκιμή στις 75 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	44
6.1.3.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	44
6.1.3.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	44
6.1.4. Βιοδοκιμή στις 105 και 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	46
6.1.4.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	46
6.2. Βιοδοκιμή σε φυτοδοχεία.....	48
6.2.1. Βιοδοκιμή στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	48
6.2.1.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	48
6.2.1.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	48
6.2.2. Βιοδοκιμή στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	49
6.2.2.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	49
6.2.2.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	49
6.2.3. Βιοδοκιμή στις 75 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	52
6.2.3.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	52
6.2.3.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	53
6.2.4. Βιοδοκιμή στις 105 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	56
6.2.4.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	56
6.2.4.2. Αύξηση των καλλιεργειών.....	56
6.2.5. Βιοδοκιμή στις 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.....	59
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	60
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη χρονική περίοδο Μαΐου – Οκτωμβρίου 2004 μελετήθηκε στον αγρό και στο εργαστήριο η ευαισθησία 5 καλλιεργειών (βαμβάκι, καλαμπόκι, τεύτλα, βρώμη και φακή) στα υπολείμματα 2 ζιζανιοκτόνων, του isoxaflutole και του imazethapyr. Τα σχετικά πειράματα έγιναν στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας. Επίσης στο Αγρόκτημα μελετήθηκε η επίδραση των υπολειμμάτων των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων στο σιτάρι όταν αυτό σπάρθηκε 180 ημέρες μετά την εφαρμογή τους.

Από τις βιοδοκιμές στον αγρό διαπιστώθηκε ότι τα υπολείμματα του isoxaflutole επηρέασαν την αύξηση της βρώμης στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή, όπως και της φακής στις 75 ημέρες μετά την εφαρμογή. Το βαμβάκι και το καλαμπόκι δεν επηρεάστηκαν, ενώ τα τεύτλα εμφάνισαν βλάβη ακόμη και 135 ημέρες μετά την εφαρμογή. Το imazethapyr δεν επηρέασε τη βρώμη, τη φακή και το βαμβάκι όμως το καλαμπόκι επηρεάστηκε από τα υπολείμματά του στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή του, χωρίς όμως να εμφανίσει συμπτώματα φυτοτοξικότητας, όπως και τα τεύτλα στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή του με εμφάνιση συμπτωμάτων λεύκανσης.

Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών στο εργαστήριο για τα 2 ζιζανιοκτόνα. Στη βιοδοκιμή του σιταριού στον αγρό, διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των φυτών και των αδελφιών όπως και το βάρος των φυτών δεν επηρεάστηκε απ' τα ζιζανιοκτόνα 180 ημέρες μετά την εφαρμογή τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την παρούσα εργασία αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά πρώτα τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ.Πέτρο Λόλα , ο οποίος από τη στιγμή που μου ανέθεσε το θέμα της Πτυχιακής με καθοδηγούσε αδιάκοπα με τις πολύτιμες του υποδείξεις , συμβουλές και διορθώσεις για να φέρω εις πέρας την εργασία αυτή .

Επίσης ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Γεωργικής Μηχανολογίας κ. Θεοφάνη Γέμτο και τον Επίκουρο Καθηγητή Χημείας κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο, για την επιστημονική υποστήριξη και τις χρήσιμες διορθώσεις τους ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής .

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους και να τους εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου. Ευχαριστίες επίσης εκφράζω στο συνάδελφό μου Μουζακίτη Χρήστο για την άριστη συνεργασία, τον κ. Σουίπα Σπύρο , ΕΤΕΠ , Γεωπόνο του Αγροκτήματος Βελεστίνου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας , για την τεχνική του υποστήριξη κατά τη διάρκεια του πειράματος , όπως επίσης και τη Γεωπόνο Λούτα Σταυρούλα για την ηθική της συμπαράσταση .

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ζιζάνια, οι ασθένειες και τα έντομα είναι οι τρεις σπουδαιότεροι βιολογικοί παράγοντες που μπορεί να ζημιώσουν σοβαρά τις καλλιέργειες. Σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες, τα ζιζάνια εμφανίζονται στα αγροοικοσυστήματα κάθε χρόνο και αν δεν ελεγχθούν μειώνουν τις αποδόσεις, ενώ παράλληλα επηρεάζουν αρνητικά και την ποιότητα των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων. Τα ζιζάνια και οι σοβαρές τους ζημιές είναι γνωστά στον άνθρωπο από την εποχή της βίβλου.

Καμιά καλλιέργεια δε μπορεί να αναπτυχθεί κανονικά και να αποδώσει ικανοποιητικά εκεί όπου υπάρχουν και μεγαλώνουν πολλά ζιζάνια. Υπολογίζεται ότι η ζημιά που προκαλούν με την εμφάνισή τους κάθε χρόνο τα ζιζάνια, είναι μεγαλύτερη από τη ζημιά που προκαλούν όλα τα έντομα και οι ασθένειες μαζί. Συνεπώς, ο αποτελεσματικός έλεγχος των ζιζανίων καθίσταται ως η πιο απαραίτητη φροντίδα σε όλες τις καλλιέργειες. Φυτείες που δέχτηκαν όλες τις καλλιεργητικές φροντίδες όπως λίπανση, άρδευση, προστασία από έντομα και ασθένειες εκτός από τον έλεγχο των ζιζανίων για ορισμένες χρονικές περιόδους μετά το φύτευμα έδωσαν μειωμένες αποδόσεις από 40 εως 80%. Παρόμοιες μελέτες από το Κ.Ι.Ε. στην Ελλάδα έδειξαν, ότι η ζημιά στην απόδοση και στην ποιότητα καπνού μπορεί να φθάσει μέχρι και 100%.

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων σήμερα ο γεωργός μπορεί να βασιστεί και να χρησιμοποιήσει διάφορες αρχές και μεθόδους όπως πρόληψη, καλλιέργεια του εδάφους, ηλιοαπολύμανση, αμειψισπορά και χημική ζιζανιοκτονία. Ο πιο αποτελεσματικός και οικονομικός τρόπος αντιμετώπισης των ζιζανίων και κατ' επέκταση περιορισμού των ζημιών

τους στις καλλιέργειες είναι ο έλεγχός τους με ζιζανιοκτόνα. Η χρησιμοποίηση όμως των ζιζανιοκτόνων και γενικότερα των αγροχημικών χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και αρκετά εξειδικευμένες γνώσεις για την πρόληψη ή και την αποφυγή σοβαρών επιπτώσεων στα φυτά, στους ζωικούς οργανισμούς και στο αβιοτικό περιβάλλον γενικότερα. Τα τελευταία χρόνια λόγω της υπερβολικής και κακής χρήσης των ζιζανιοκτόνων, τα ανωτέρω έχουν ενταχθεί στους κυριότερους παράγοντες ρύπανσης και υποβάθμισης του περιβάλλοντος καθώς ορισμένα απ' αυτά είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Ζιζανιοκτόνα με μεγάλη υπολειμματική δράση παραμένουν ή μετακινούνται μέσα στο περιβάλλον και τα υπολείμματά τους εντοπίζονται στα εδάφη, στα νερά, στα φυτά και πολλές φορές στα γεωργικά προϊόντα.

Ως υπολειμματικότητα χαρακτηρίζεται η χρονική περίοδος που ένα ζιζανιοκτόνο παραμένει στο έδαφος αμετάτρεπτο και βιολογικά ενεργό. Η παρουσία μιας ποσότητας ενός ζιζανιοκτόνου στο έδαφος για περισσότερο από το χρόνο που χρειάζεται για τον έλεγχο των ζιζανίων συνιστά τα υπολείμματα του, που είναι ανεπιθύμητα από γεωργική και περιβαλλοντική άποψη.

Υπολειμματική φυτοτοξικότητα είναι η ζημιά ή η καταστροφή από τα υπολείμματα ενός ζιζανιοκτόνου στο έδαφος σε καλλιέργεια που ακολουθεί στο ίδιο χωράφι την ίδια ή την επόμενη χρονιά και σε ορισμένες περιπτώσεις τις επόμενες χρονιές. Η διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος διαφέρει για τα διάφορα ζιζανιοκτόνα, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες και σε πολλές περιπτώσεις ενδέχεται να έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος και θέτουν περιορισμούς στην αμειψισπορά

των καλλιεργειών είναι οι εδαφικοί, κλιματικοί και οι ιδιότητες του ζιζανιοκτόνου.

Οι εδαφικοί παράγοντες διακρίνονται σε φυσικούς (μηχανική σύσταση, οργανική ουσία), σε χημικούς (pH) και βιολογικούς (μικροοργανισμοί). Εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο και οργανική ουσία συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα ζιζανιοκτόνου. Επίσης, σε υψηλά (pH) αρκετά ζιζανιοκτόνα (τριαζίνες, σουλφονυλουρίες) έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Σε εδάφη ζεστά, μέσου pH, αεριζόμενα, οι μικροοργανισμοί διασπούν ταχύτερα τα ζιζανιοκτόνα.

Οι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων είναι κυρίως η υγρασία, η θερμοκρασία και η ηλιοφάνεια. Ενδεικτικά μείωση της θερμοκρασίας κατά 10° C διπλασιάζει-τριπλασιάζει το χρόνο ημιζωής του ζιζανιοκτόνου στο έδαφος, ενώ η μείωση της υγρασίας κατά 50% διπλασιάζει το χρόνο ημιζωής του ζιζανιοκτόνου. Η ηλιοφάνεια περιορίζει τη διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων που υφίστανται φωτοδιάσπαση, ενώ μειώνει και την αποτελεσματικότητά τους.

Οι ιδιότητες του ζιζανιοκτόνου που σχετίζονται με την υπολειμματικότητα αυτού είναι η υδατοδιαλυτότητα, η έκπλυση, η προσρόφηση, η αποσύνθεση, η πτητικότητα, ο τρόπος εφαρμογής, η δόση, η χημική σύσταση και η μορφή του σκευάσματος. Ειδικότερα η προσρόφηση των ζιζανιοκτόνων στα εδαφικά κolloειδή και η υδατοδιαλυτότητά τους επηρεάζουν την ποσότητα του ζιζανιοκτόνου στο εδαφικό διάλυμα και έτσι καθορίζουν τη βιολογική δράση αλλά και τη διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων. Η υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος είναι ίσως ο πιο περιοριστικός παράγοντας στην αμειψισπορά των καλλιεργειών. Αρκετά ζιζανιοκτόνα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και παραμένουν στο έδαφος αρκετό χρόνο με αποτέλεσμα

να βλάπτουν σοβαρά ευαίσθητες καλλιέργειες με τα υπολείμματά τους την ίδια ή την επόμενη χρονιά στο ίδιο χωράφι. Συνεπώς έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία να γνωρίζουμε σε ποιες περιπτώσεις εμποδίζεται η κανονική ανάπτυξη των καλλιεργειών από τη χρήση ζιζανιοκτόνων και τότε είναι ασφαλής η επανασπορά ή η επαναφύτευση.

Θεωρείται αναγκαίο λοιπόν να μελετάται εκτενώς η υπολειμματική δράση των ζιζανιοκτόνων σε σχέση με την αμειψισπορά. Έτσι θα γνωρίζουμε για ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών τη φυτοτοξική ή παρεμποδιστική της ανάπτυξης δράση των ζιζανιοκτόνων με μεγάλη υπολειμματική διάρκεια για τις καλλιέργειες που ακολουθούν. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα στη βιβλιογραφία των μορίων chlorsulfuron, triasulfuron και atrazine που χρησιμοποιούνται στο σιτάρι τα δύο πρώτα και στο καλαμπόκι το τρίτο αντίστοιχα, όπου μετά την εφαρμογή τους δεν επιτρέπεται η καλλιέργεια καπνού, ηλιάνθου ή ζαχαροτεύτλων στο ίδιο χωράφι την επόμενη χρονιά.

Η Ζιζανιολογία εξετάζει λεπτομερώς το παραπάνω θέμα λόγω της ιδιαίτερης σημασίας στη γεωργική πράξη. Η υπολειμματική φυτοτοξικότητα ορισμένων ζιζανιοκτόνων εδάφους επέβαλε την ανάγκη μελέτης της διάρκειας ζωής 2 ζιζανιοκτόνων, του isoxaflutole και του imazethapyr καθώς και τους ασφαλείς χρόνους επανασποράς για 5 καλλιέργειες του βαμβακιού, του καλαμποκιού, της βρώμης, της φακής και των ζαχαροτεύτλων.

2.ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1.isoxaflutole (Merlin)

Το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole ανήκει στην οικογένεια Ισοξαζόλες. Παρουσιάζει διασυστηματική δράση και εφαρμόζεται προφυτρωτικά (PRE) ή νωρίς μεταφυτρωτικά (POST) στο καλαμπόκι. Είναι εκλεκτικό, και σε χαμηλές δόσεις (7-10g/στρ) ελέγχει πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Λίγο πιο αυξημένες δόσεις (10-13 g/στρ) χρησιμοποιούνται σε βαριά εδάφη για καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων. Ευαίσθητα πλατύφυλλα ζιζάνια είναι το *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum*, *Amaranthus spp.*, *Datura stramonium*, *Chenopodium album* και αγρωστώδη τα *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-gali*, *Setaria spp.* και *Cynodon dactylon* (από σπόρο). Στην Ελλάδα κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Merlin 75 WG και πήρε πρώτη έγκριση το 1998, είναι δηλαδή σχετικά καινούργιο ζιζανιοκτόνο. Συνιστάται να αποφεύγεται η χρήση του στα ελαφρά-αμμώδη εδάφη, όπως επίσης δεν ενδείκνυται να εφαρμόζεται όταν ο σπόρος του καλαμποκιού βρίσκεται στο στάδιο του φυτρώματος, ενώ απαγορεύεται να χρησιμοποιείται σε αγρούς με καλαμπόκι σποροπαραγωγής (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002).

Όσον αναφορά τις φυσικοχημικές ιδιότητες του ζιζανιοκτόνου, η μοριακή του δομή είναι $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$ και η χημική του φαίνεται στο Σχήμα 1. Το μοριακό του βάρος είναι 359,3 και η πίεση ατμών του είναι 1×10^{-6} Pa σε θερμοκρασία 25° C. Επίσης είναι σταθερό και μη ιονιζόμενο οπότε καθίσταται δυνατό να συνδυάζεται με αρκετά ζιζανιοκτόνα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διεύρυνση του φάσματος δράσης. Χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή υδατοδιαλυτότητα (6,0 mg/L) και είναι ελάχιστα πτητικό. Συνεπώς είναι δυνατή η επιφανειακή εφαρμογή μετά τη σπορά χωρίς ενσωμάτωση με καλλιεργητή. Καλό είναι

να γίνεται πότισμα με 5mm νερό μετά την εφαρμογή αν δε βρέξει σε διάστημα 5 ημερών.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το isoxaflutole είναι μετακινούμενο και στα φυτά μετακινείται στο φλοιώμα και στο ξύλωμα. Δρά παρεμποδίζοντας το ένζυμο υδροξυφαινυλπυρουβική διοξυγενάση (p-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase , HPPD). Το συγκεκριμένο ένζυμο παίζει σπουδαιότατο ρόλο στη βιοσύνθεση πλαστοκουινόνης και με την παρεμπόδιση της δράσης του προκαλείται λεύκανση των φυτών. Γι'αυτό και τα ζιζανιοκτόνα αυτά χαρακτηρίζονται ως λευκαντικά. Έμμεσα προκαλείται παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης καροτενοειδών εξαιτίας της συμμετοχής της πλαστοκουινόνης σαν συνένζυμο στον αποκορεσμό του φυτοενίου.

Το καλαμπόκι μεταβολίζει ταχύτατα το isoxaflutole μέσω υδρολυτικών αντιδράσεων και έτσι είναι δυνατή η επανασπορά του μετά την εφαρμογή. Τα ζιζάνια μειονεκτούν στο ότι μεταβολίζουν με πολύ αργότερο ρυθμό το ζιζανιοκτόνο και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μετά την επαφή τους μ'αυτό να αποτυγχάνουν να φυτρώσουν μετά τη βλάστηση τους. Τα ευαίσθητα φυτρωμένα ζιζάνια εφόσον προσλάβουν ορισμένη ποσότητα αυτού λόγω της αδυναμίας τους να το μεταβολίσουν αποχρωματίζονται και νεκρώνονται. Επειδή το isoxaflutole δεσμεύεται σε ορισμένες θέσεις, κάποια ζιζάνια έχουν αλλάξει αυτές τις θέσεις και απέκτησαν ανθεκτικότητα (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002)

Εφόσον πρόκειται για ζιζανιοκτόνο εδάφους εκτός από την μελέτη της ανθεκτικότητας των ζιζανίων αξίζει να αναφερθούμε με την παρούσα εργασία και στους περιορισμούς που θέτει στην αμειψισπορά των καλλιεργειών. Στο ίδιο χωράφι αμέσως μετά την εφαρμογή του μπορεί να σπαρεί καλαμπόκι αφού προηγηθεί καλό όργωμα. Για ασφαλή επανασπορά σιταριού, κριθαριού, βρώμης και πατάτας πρέπει να

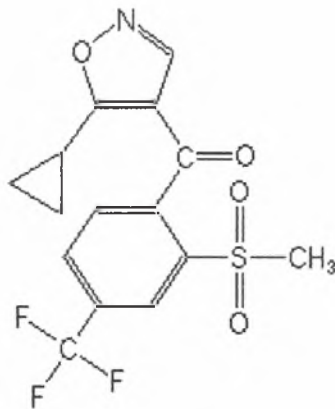
περάσουν 6 μήνες από την εφαρμογή του , για τη μηδική 10 μήνες ενώ για το μπιζέλι την τομάτα και τον καπνό πρέπει να περάσουν τουλάχιστον 18 μήνες. (Zollinger, 2003 a, Weed Control Guide).

Το Merlin παρόλου που δεν έχει μελετηθεί αρκετά, παρουσιάζει ήπια περιβαλλοντική συμπεριφορά. Η χημική υδρόλυση και η μικροβιακή αποσύνθεση είναι οι δύο σημαντικές διεργασίες αποδόμησης που καθορίζουν την τύχη του ζιζανιοκτόνου στο περιβάλλον. Η υπολειμματικότητα του κυμαίνεται από 30 – 100 ημέρες μετά την εφαρμογή που σημαίνει ότι μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στις καλλιέργειες της ίδιας χρονιάς ,όχι όμως την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

Ως αναφορά το μεταβολισμό του , το isoxaflutole μεταβολίζεται σε δύο απλούστερους μεταβολίτες. Η ημιζωή του ζιζανιοκτόνου είναι 28 ημέρες και αρχικά μετατρέπεται σε έναν ενεργό μεταβολίτη στο έδαφος το δικετονιτρίλιο . Στη συνέχεια το δικετονιτρίλιο μετατρέπεται (μεταβολίζεται) σε ένα βενζοϊκό οξύ παράγωγο που είναι μη ενεργό. Όσο πιο υγρό είναι ένα έδαφος τόσο ταχύτερη είναι η αποσύνθεσή του σε σχέση μ'ένα ξηρό. Για παράδειγμα στους 25° C , ο χρόνος ημιζωής του isoxaflutole είναι 9,6 και 2,4 ημέρες σε ξηρό έδαφος , με υγρασία – 150 kPa , και –100 kPa αντίστοιχα. Ο μεταβολισμός του ζιζανιοκτόνου αρχικά σε δικετονιτρίλιο οφείλεται στη διεργασία της χημικής υδρόλυσης περισσότερο παρά στη διεργασία βιολογικής αποσύνθεσης. Επειδή όμως μετά την παραγωγή του βενζοϊκού οξύ παράγωγου παράγονται 2 άγνωστες χημικές ενώσεις σε μικρή ποσότητα , υποστηρίζεται ότι το ζιζανιοκτόνο υφίσταται και βιολογική αποσύνθεση. Όπως αναφέρθηκε, μετά την εφαρμογή ακολουθεί πότισμα 5mm περίπου αν δεν πέσει φυσική βροχή σε διάστημα 5 ημερών και αυτό έχει ως σκοπό την καλύτερη ενσωμάτωση του στο έδαφος για αύξηση της αποτελεσματικότητας. Το ασυνήθιστο πλεονέκτημα του isoxaflutole

είναι ότι μετά από βροχόπτωση επαναδραστηριοποιείται και ελέγχει τα νεαρά ζιζάνια που είχαν ξεφύγει από τον αρχικό έλεγχο.

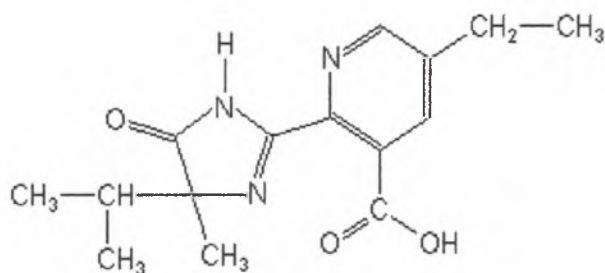
Στο έδαφος η προσρόφησή του isoxaflutole έχει βρεθεί ότι είναι 8-10 φορές μεγαλύτερη απ' ότι του δικετονιτριλίου. Ασφαλώς σοβαρό ρόλο παίζει και η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία που όσο υψηλότερη είναι τόσο μεγαλύτερη είναι η προσρόφηση του ζιζανιοκτόνου. Μελέτες στο εργαστήριο έχουν δείξει ότι το isoxaflutole και οι μεταβολίτες του μπορούν να μετακινηθούν σχετικά εύκολα στο έδαφος . Αυτό συνεπάγεται ότι κάτω από συνθήκες βροχόπτωσης το ζιζανιοκτόνο και τα παράγωγά του μπορούν να καταλήξουν στα υπόγεια νερά, όταν μάλιστα πρόκειται για εδάφη ελαφρά με χαμηλή οργανική ουσία. Δεν αποτελεί όμως το isoxaflutole σημαντικό περιβαλλοντικό ρύπο εφόσον αποσυντίθεται γρήγορα στο νερό. (Taylor-Lovell et al., 2000).



Σχ.1. Χημική δομή του isoxaflutole

2.2 imazethapyr (Overtop)

Το ζιζανιοκτόνο imazethapyr ανήκει στην οικογένεια Ιμιδαζαζολινόνες και η μοριακή του δομή είναι $C_{15}H_{19}N_3O_3$ για το οξύ και $C_{15}H_{22}N_4O_3$ για το αμμωνιακό άλας. Η χημική του δομή φαίνεται στο Σχ. 2.



Σχ.2. Χημική δομή του imazethapyr

Χρησιμοποιείται προσπαρτικά με ενσωμάτωση (PPI), προφυτρωτικά (PRE) ή μεταφυτρωτικά (POST) για καταπολέμηση αγρωστωδών ή πλατύφυλλων ζιζανίων στη σόγια σε δόση 70 g ai/ha, σε ανθεκτικό υβρίδιο καλαμποκιού, όπως και στις καλλιέργειες αραχίδας, μηδικής, μπιζελιών, αρακά και φασολιών. Στα εδάδιμα ψυχανθή (αρακάς, φασόλι) χρησιμοποιείται προσπαρτικά (PPI) προφυτρωτικά (PRE) ή μεταφυτρωτικά (POST) σε δόση 35-50 g ai/ha. Στην Ελλάδα εφαρμόζεται στη μηδική μεταφυτρωτικά (POST) σε δόση 70-100 g ai/ha, όταν η καλλιέργεια βρίσκεται σε νεαρό στάδιο, των 2-4 πραγματικών φύλλων, ή σε ήδη εγκατεστημένη καλλιέργεια, 7-10 ημέρες μετά την πρώτη κοπή. Σε καλλιέργεια που βρίσκεται στο δεύτερο χρόνο παραγωγής και μετά η εφαρμογή συνίσταται να γίνεται στην περίοδο του ληθάργου από το Δεκέμβριο ως τον Φεβρουάριο.

Στην Ελλάδα εγκρίθηκε πρώτη φορά το 1999. Κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Overtop στη χώρα μας και Pivot στις ΗΠΑ. Η δόση που συνίσταται στη μηδική είναι 100mL/στρ. ενώ για τα πιο δυσεξόντωτα ζιζάνια όπως ο βέλιουρας η συνιστώμενη δόση είναι 200 mL/στρ. Για αύξηση της αποτελεσματικότητας ενδείκνυται να προστίθεται στο ψεκαστικό διάλυμα και 400 g. θεικό αμμώνιο στο στρέμμα. Είναι κατά κανόνα διασυστηματικό και δεν προκαλεί φυτοτοξικότητα στις συνιστώμενες χρήσεις και δόσεις.

Ευαίσθητα ετήσια πλατύφυλλα ζιζάνια στο imazethapyr είναι τα *Amaranthus spp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Xanthium spinosum*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum* και αγρωστώδη μονοετή ή πολυετή όπως *Digitaria sanguinalis*, *Setaria spp.*, *Sorghum halepense*, *Echinochloa crus-gali* (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition, 2002).

Όσον αναφορά τις φυσικοχημικές του ιδιότητες, το μοριακό βάρος του οξέως είναι 289,33 και του αμμωνιακού άλατος 306,36. Η πυκνότητά του είναι 1,10-1,12 mg /mL στους 21° C. Η πίεση ατμών του είναι μικρότερη από 0,013 mPa στους 60° C. Η υδατοδιαλυτότητά του στο νερό είναι 1,40 mg/kg σε 25° C και σε pH = 7 (Iowa State University Extension, 2002).

Το imazethapyr απορροφάται σχετικά γρήγορα, εισέρχεται στα φυτά από το φλοιώμα και το ριζικό σύστημα (πιο αργά) και στη συνέχεια μετακινείται διαμέσου του συμπλάστη και του αποπλάστη. Μέσα σε λίγες ώρες από την εφαρμογή αναστέλλεται η ανάπτυξη των φυτών, αλλά φυτοτοξικότητα εμφανίζεται 2-3 εβδομάδες μετά. Τα χλωρωτικά συμπτώματα ξεκινούν από το ακραίο μερίστωμα και σιγά-σιγά επέρχεται ολική νέκρωση του φυτού. Χαρακτηριστικά συμπτώματα φυτοτοξικότητας της οικογένειας Ιμιδαζολινόνες γενικότερα είναι η παρεμπόδιση της ανάπτυξης της ρίζας, ο νανισμός και η μεσονευρία χλώρωση (Zollinger, 2003b). Η δράση του από εδάφους εκδηλώνεται

λίγες ημέρες μετά το φύτευμα των ζιζανίων με αναστολή της αύξησης τους, ενώ ο θάνατος τους επέρχεται πολύ αργότερα.

Τα ζιζανιοκτόνα της οικογένειας Ιμιδαζολινόνες αναστέλλουν τη βιοσύνθεση αμινοξέων. Πιο εξειδικευμένα η δράση τους οφείλεται στην ικανότητά τους να παρεμποδίζουν τη δράση του ενζύμου οξεικογαλακτική συνθετάση (acetolactate synthase, ALS) που είναι απαραίτητο για τη βιοσύνθεση των διακλαδιζόμενων αμινοξέων βαλίνης, λευκίνης και ισολευκίνης που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία νέων κυττάρων. Το ένζυμο αυτό είναι γνωστό και ως acetohydroxyacid synthase (AHAS). Τα ανθεκτικά φυτά δεν εμφανίζουν συμπτώματα τοξικότητας επειδή έχουν την ικανότητα να μεταβολίζουν τα ζιζανιοκτόνα ταχύτατα σε μη τοξικές ουσίες ή να απορροφούν μικρότερες ποσότητες τους. Επίσης οι Ιμιδαζολινόνες παρουσιάζουν μεγάλη εκλεκτικότητα και χρησιμοποιούνται σε χαμηλές δόσεις προ- και μεταφυτρωτικά σε διάφορες καλλιέργειες, εφόσον εκτός από το φύλλωμα απορροφούνται και απ' τις ρίζες.

Μελέτες του μεταβολισμού του imazethapyr έδειξαν ότι η αποσύνθεση του περιλαμβάνει υδροξυλίωση και γλυκοσιδικές ενώσεις της ομάδας -ethyl στον πυριδινικό δακτύλιο. Η αντοχή των καλλιεργειών στο ζιζανιοκτόνο οφείλεται στο γρήγορο μεταβολισμό του, που αρχικά γίνεται οξειδωτική υδροξυλίωση στον 1^ο άνθρακα του 5-ethyl στον πυριδινικό δακτύλιο και ακολουθεί σύνθεση γλυκόζης. Τα ευαίσθητα ζιζάνια μεταβολίζουν το ζιζανιοκτόνο με πιο αργούς ρυθμούς ή και καθόλου. Μερικά δε ζιζάνια έχουν αλλάξει τις θέσεις δέσμευσης του ζιζανιοκτόνου, καθιστώντας έτσι τα ζιζανιοκτόνα με δράση στα ένζυμα ALS/AHAS (σουλφονουλουρίες, ιμιδαζολινόνες, πυριμιδινύλθειοβενζοειδή) αναποτελεσματικά. Η εκλεκτικότητά του δηλαδή οφείλεται στο διαφορετικό μεταβολισμό και στη διαφορετική θέση δράσης. (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002).

Όπως αναφέρθηκε το imazethapyr χρησιμοποιείται μόνο σε ανθεκτικό υβρίδιο καλαμποκιού, μια μόνο φορά ανά καλλιεργητική περίοδο και δε συνδυάζεται με σουλφονουλουρίες. Η ευαισθησία στο imazethapyr για ορισμένες καλλιέργειες είναι ελαιοκράμβη > σόργο > ηλίανθος > βρώμη > καλαμπόκι > μηδική > σόγια. Μετά την εφαρμογή του ο ασφαλής χρόνος επανασποράς ποικίλει μεταξύ καλλιεργειών. Αναφέρεται ότι η σόγια μπορεί να καλλιεργηθεί αμέσως μετά την εφαρμογή, ο καπνός, το καλαμπόκι και η μηδική εφόσον περάσουν 9 μήνες, το σόργο, η βρώμη, το ρύζι, το βαμβάκι και το κριθάρι μετά από 18 μήνες, ενώ η τομάτα, η πιπεριά και το μπιζέλι μπορούν να καλλιεργηθούν εφόσον περάσουν από την εφαρμογή 40 μήνες. Συγκεκριμένα το βαμβάκι όταν ακολουθεί τη μηδική ή την αραχίδα στην αμειψισπορά μπορεί να υποστεί σοβαρή βλάβη από το imazethapyr (Zollinger,2003b).

Το imazethapyr δε δεσμεύεται ισχυρά στο έδαφος, ενώ προσροφάται περισσότερο όταν η οργανική ουσία αυξάνει. Έχει χρόνο ημιζωής 60-90 ημέρες. Στα όξινα εδάφη η δέσμευση γίνεται πιο ισχυρή αλλά η προσρόφηση πρακτικά δεν αλλάζει. Το imazethapyr και γενικότερα οι Ιμιδαζολινόνες διασπώνται στο έδαφος από μικροοργανισμούς, έχουν υψηλή οξύτητα, δε αποσυντίθενται με υδρόλυση, δεν είναι πτητικές, δε φωτοδιασπώνται και παρουσιάζουν μέτρια ως υψηλή υδατοδιαλυτότητα. Ο ρυθμός αποσύνθεσης μειώνεται αρκετά σε ξηρές συνθήκες, ενώ μηδενίζεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Σημαντικό ρόλο παίζει και η θερμοκρασία και πιο συγκεκριμένα όταν μειώνεται αυτή τότε μειώνεται και η αποσύνθεση. Αυτό συμβαίνει γιατί σε ξηρές συνθήκες το ζιζανιοκτόνο δεσμεύεται στα εδαφικά κolloειδή, ενώ αντίθετα σε συνθήκες υψηλής υγρασίας το ζιζανιοκτόνο διασπάται και είναι διαθέσιμο στα φυτά. Αυτός είναι και ο λόγος που καθιστά επικίνδυνο το imazethapyr όταν εφαρμόζεται σε

συνθήκες υψηλής εδαφικής υγρασίας. Αυτό μπορεί να συμβεί μετά τις βροχές του χειμώνα, όπου τα μόρια του ζιζανιοκτόνου βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα διαθέσιμα στα φυτά και στους μικροοργανισμούς. Οι Ιμιδαζολινόνες παραμένουν στο έδαφος τουλάχιστον για 12 μήνες με αποτέλεσμα να ζημιώνουν τις επόμενες καλλιέργειες για αρκετό χρόνο μετά. Αυτό όμως συνεπάγεται και καλό έλεγχο ζιζανίων. Επειδή στο έδαφος συμπεριφέρονται σαν ασθενή οξέα η δράση τους αυξάνει καθώς αυξάνει το pH. Έχει βρεθεί ότι η πτώση του pH κατά 0,2 μονάδες μπορεί να διπλασιάσει την προσρόφηση (Zollinger 2003a, Weed Control Guide).

3. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ

Η εντατικοποίηση της γεωργίας αύξησε θεαματικά τις αποδόσεις των καλλιεργειών και συνέβαλε σημαντικά στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων, σε ποσότητες ικανές για την κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών. Τα επιτεύγματα της γεωπονικής επιστήμης όπως η γενετική βελτίωση των φυτών, η θρέψη, η φυτοπροστασία, η εκμηχάνιση των καλλιεργειών κατέστησαν δυνατή την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων σε μεγάλες ποσότητες με σχετικά εύκολο τρόπο.

Τα παραπάνω όμως επιτεύγματα δε θα ήταν ικανά να αυξήσουν την παραγωγή χωρίς αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων. Χωράφια που δέχτηκαν όλες τις παραπάνω καλλιεργητικές πρακτικές (θρέψη, φυτοπροστασία) χωρίς όμως να γίνει αποτελεσματικός έλεγχος ζιζανίων εμφάνισαν αισθητά μειωμένες αποδόσεις έως και 100%. Γίνεται εύκολα αντιληπτό λοιπόν πόσο σημαντικά συμβάλλει στη διαμόρφωση του ύψους και της ποιότητας της παραγωγής ο αποτελεσματικός έλεγχος και η αντιμετώπιση των ζιζανίων γενικότερα. Επίσης είναι σημαντική παράμετρος στη διαμόρφωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων.

Από τις μεθόδους αντιμετώπισης των ζιζανίων η χημική ζιζανιοκτονία είναι η πιο οικονομική και αρκετές φορές η πιο αποτελεσματική. Η υπερβολική και μη ορθολογική χρήση όμως των ζιζανιοκτόνων δημιούργησε σωρεία προβλημάτων, όπως ρύπανση των γεωργικών εδαφών, επιφανειακών και υπογείων νερών, ατμοσφαιρική ρύπανση και βέβαια διατάραξη της βιοποικιλότητας. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα (συνήθως εδάφους) αποτελεσματικά ενάντια σε κάποια ζιζάνια συσσωρεύονται μέσα στο έδαφος από χρόνια χρήση ή

παραμένουν ενεργά πέρα απ' τον ωφέλιμο χρόνο τους και είναι ανεπιθύμητα από γεωργική και περιβαλλοντική άποψη.

Το χρονικό λοιπόν διάστημα που ένα ζιζανιοκτόνο παραμένει στο έδαφος αμετάβλητο και βιολογικά ενεργό ονομάζεται διάρκεια ζωής ή υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου. Η διάρκεια ζωής των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος διαφέρει για τα διάφορα ζιζανιοκτόνα, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες και σε πολλές περιπτώσεις ενδέχεται να έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα. Είναι επομένως σημαντικό η επιστήμη να παρασκευάζει ζιζανιοκτόνα αποτελεσματικά, όχι φυτοτοξικά για την καλλιέργεια που χρησιμοποιούνται και το σημαντικότερο να μη θέτουν περιορισμούς στην αμειψισπορά. Θεωρητικά ένα καλό ζιζανιοκτόνο εδάφους έχει όλες ή τις περισσότερες παρακάτω ιδιότητες α) ελέγχει εκλεκτικά μόνο τα ζιζάνια για τα οποία γίνεται η εφαρμογή του, β) δεν βλάπτει την καλλιέργεια (ή άλλους οργανισμούς), γ) παραμένει στο έδαφος ορισμένο χρόνο (διάρκεια ζωής) και δ) μόνο στη ζώνη εφαρμογής του (δε μετακινείται) ε) δεν έχει δυσμενείς αλληλεπιδράσεις με άλλα γεωργικά φάρμακα και στ) αποσυντίθεται (καταστρέφεται) εύκολα και γρήγορα (δεν αφήνει υπολείμματα) μετά την εκπλήρωση του σκοπού του (δε ρυπαίνει το περιβάλλον).

Σχετικές μελέτες με διάφορες καλλιέργειες έχουν δείξει ότι επιθυμητές αποδόσεις επιτυγχάνονται εάν τα ζιζάνια ελέγχονται με οποιοδήποτε τρόπο για 4-8 ή και 10 εβδομάδες ανάλογα με την κρίσιμη περίοδο της εκάστοτε καλλιέργειας. Παραμονή των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος πέρα από την κρίσιμη περίοδο δημιουργεί αρκετά προβλήματα, διότι ενδέχεται να βλάψουν ή και να καταστρέψουν μια άλλη καλλιέργεια στο ίδιο χωράφι, την ίδια ή την επόμενη χρόνια (ή και χρονιές). Ένα άλλο πρόβλημα από την παραμονή των μετακινούμενων ζιζανιοκτόνων στο έδαφος για πολύ χρόνο είναι η πρόσληψη και

συγκέντρωση του (του ίδιου του ζιζανιοκτόνου ή προϊόντων μεταβολισμού) , ενδεχόμενα και σε ανεπίτρεπτα επίπεδα, στα γεωργικά προϊόντα που παράγονται στο ίδιο έδαφος και καταναλώνονται αργότερα.

Τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα εδάφους επηρεάζουν το είδος των μικροοργανισμών, τη σχετική αναλογία των πληθυσμών τους και τις βιολογικές διεργασίες που συμμετέχουν (μετατροπή του αζώτου, ταχύτητα αποσύνθεσης υπολειμμάτων) κάτι που περιβαλλοντικά και γεωργικά είναι ανεπιθύμητο εφόσον επηρεάζει αρνητικά τη γονιμότητα των εδαφών. Επίσης μεγάλη υπολειμματική δράση ενός μετακινούμενου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος σημαίνει μεγαλύτερο κίνδυνο έκπλυσης στα υπόγεια νερά.

Η υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων δημιουργεί όλα τα παραπάνω προβλήματα όμως το σημαντικότερο είναι ότι θέτει περιορισμούς στην αμειψισπορά των καλλιεργειών. Εντονότερο είναι το πρόβλημα όταν αποτύχει μια καλλιέργεια, όπου την ίδια καλλιεργητική περίοδο τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου δεν επιτρέπουν την εγκατάσταση άλλων καλλιεργειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στην Ελλάδα είναι η τευτλοκαλλιέργεια νωρίς την άνοιξη, όπου σε περίπτωση αποτυχίας της κανονικής καλλιέργειας λόγω αντίξοων κυρίως συνθηκών είναι επικίνδυνο έως απαγορευτικό να καλλιεργηθεί 1-2 μήνες αργότερα καπνός, βαμβάκι, καλαμπόκι και άλλες καλλιέργειες.

Η μονοκαλλιέργεια επίσης ευθύνεται για την υπολειμματικότητα ορισμένων ζιζανιοκτόνων. Η τακτική της παραγωγής για 5 ή και περισσότερα χρόνια της ίδιας καλλιέργειας στο ίδιο χωράφι και η επανειλημμένη εφαρμογή του ίδιου ζιζανιοκτόνου μπορεί να δρά αθροιστικά στα υπολείμματά του, αλλά ενδέχεται να επηρεάζει αρνητικά και τις αποδόσεις της κανονικής καλλιέργειας. Γνωστό παράδειγμα είναι η χρήση του chlorsulfuron στα σιταροχώραφα , όπου δημιουργεί τα ανωτέρω προβλήματα. Επίσης πειράματα με chlorsulfuron και

triasulfuron έδειξαν σημαντική μείωση στην απόδοση του καπνού Βιρτζίνια στο ίδιο χωράφι την επόμενη χρονιά (Lolas, 1995).

Είναι φανερό λοιπόν πόσο σημαντικό είναι να γνωρίζουμε σε ποιες περιπτώσεις περιορίζεται ή εμποδίζεται η αμειψισπορά εξαιτίας της υπολειμματικής φυτοτοξικότητας ζιζανιοκτόνων στο έδαφος.

4.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

4.1 Γενικά

Από τις ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων εδάφους περισσότερο μας ενδιαφέρει η υπολειμματικότητα αυτών, αφού είναι ενδεχόμενο να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στις επόμενες καλλιέργειες. Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες μελέτες από πολλούς ερευνητές.

Ο Kurtz (1996) παρατήρησε ότι η πυκνότητα των φυτών του *Hibiscus cannabinus* μειώθηκε από το imazethapyr και το norflurazon στη δόση 0,09 kg/ha και 1,70 kg/ha, αντίστοιχα. Το norflurazon προκάλεσε φυτοτοξικότητα αλλά δεν επηρέασε την απόδοση σε βιομάζα. Το imazethapyr δεν επηρέασε το ύψος και δεν προκάλεσε μείωση της απόδοσης. Οι Hayes et al (1999) διαπίστωσαν ότι το norflurazon προκάλεσε φυτοτοξικότητα στα φυτά του *Liriope muscari* όταν εφαρμόστηκε στη δόση 3,4 kg ai/ha.

Οι Maeghe et al. (2002) εξέτασαν την υπολειμματικότητα 3 ζιζανιοκτόνων καλαμποκιού που εμποδίζουν το ένζυμο HPPD σε πειράματα αγρού σε 4 διαφορετικούς εδαφικούς τύπους (αμμώδες, πηλοαμμώδες, βαρύ αμμοπηλώδες και αργιλώδες). Τα ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν ήταν το isoxaflutole, το mesotrione και το sulcotrione. Εδαφικά δείγματα πάρθηκαν το χειμώνα και την άνοιξη και διεξήχθησαν πειράματα σε ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκήπιο). Φυτά – δείκτες χρησιμοποιήθηκαν τα τεύτλα και το τριφύλλι. Παρατήρησαν ότι υπήρχε επίδραση του χρόνου διεξαγωγής του πειράματος εξαιτίας των διαφορετικών περιβαλλοντικών συνθηκών ειδικά της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας τις πρώτες εβδομάδες

μετά την εφαρμογή. Ο κάθε εδαφικός τύπος παρουσίασε διαφορετική υπολειμματικότητα. Τη μικρότερη υπολειμματικότητα έδειξε το αργιλώδες έδαφος και μετά το βαρύ αμμοπηλώδες, ενώ τη μεγαλύτερη υπολειμματικότητα έδειξε το αμμώδες. Στο αργιλώδες έδαφος η υπολειμματικότητα του isoxaflutole ήταν μεγαλύτερη απ' ότι του mesotrione και του sulcotrione. Αντίθετα η υπολειμματικότητα του isoxaflutole ήταν μικρότερη στο αμμώδες έδαφος απ' ότι του mesotrione και του sulcotrione.

Η υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου clorpyralid (Lontrel) και οι επιδράσεις του στις επόμενες καλλιέργειες μελετήθηκαν από τους Thorsness και Messersmith (1992). Το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε δόση 70-560 g ai/ha και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σπορά ένα χρόνο μετά την εφαρμογή. Το λινάρι και η πατάτα δεν επηρεάστηκαν, όμως η σόγια και ο ηλίανθος εμφάνισαν αρκετά μειωμένη απόδοση όταν το clorpyralid εφαρμόστηκε στη δόση των 560 g ai/ha. Στη δόση των 280 g ai/ha η απόδοση της σόγιας δεν επηρεάστηκε όμως επηρεάστηκε το ύψος του φυτού. Το clorpyralid στη δόση των 280 ai/ha, όταν εφαρμόστηκε σε ιλυοαργιλώδες και αργιλοπηλώδες έδαφος δεν παρουσίασε φυτοτοξικότητα μετά τους 11 μήνες.

Οι Kotoula-Syka et al. (1993) εκτέλεσαν ένα πείραμα που αφορούσε τη μελέτη των ζιζανιοκτόνων chlorsulfuron, triasulfuron, metsulfuron και tribenuron σε διάφορες καλλιέργειες. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά σε δόσεις 0, 10, 20 και 40 g ai/ha στο σιτάρι σε 3 εδάφη. Ο ηλίανθος όταν σπάρθηκε 4 μήνες μετά την εφαρμογή του tribenuron δεν έδειξε κάποια φυτοτοξικότητα, ενώ έδειξε με τα άλλα 3 ζιζανιοκτόνα. Η φακή και τα ζαχαρότευτλα εμφάνισαν φυτοτοξικότητα. Οκτώ μήνες όμως μετά την εφαρμογή όταν σπάρθηκαν η φακή, ο ηλίανθος και τα τεύτλα δεν εμφάνισαν

φυτοτοξικότητα σε αργιλοπηλώδες έδαφος, όμως επηρεάστηκαν σημαντικά από το chlorsulfuron και triasulfuron στο αμμοπηλώδες έδαφος. Η φακή και τα τεύτλα επηρεάστηκαν από το chlorsulfuron σε ιλυοαργιλοπηλώδες έδαφος.

Οι Romera et al. (1993) , εξέτασαν τις ανιλίδες acetochlor, alachlor και propachlor όπως και τα ζιζανιοκτόνα linuron, prometryn terbutryn στον ηλιάνθο στο εργαστήριο. Η καλλιέργεια άντεξε και στα 3 πρώτα ζιζανιοκτόνα σε προφυτρωτική εφαρμογή σε δόση 1,5-5 kg ai/ha. Άντεξε και σε δόση 0,5-1 kg/ha στο linuron, prometryn και terbutryn αλλά παρατηρήθηκε μείωση στην ανάπτυξη και χλώρωση.

Οι Novosel et al. (1995) μελέτησαν τα τεύτλα στα 2 χρόνια μετά την εφαρμογή nicosulfuron (Accent) σε δόση 70 και 140 g/ha και του primisulfuron (Tell) σε δόση 40 και 80 g/ha στο καλαμπόκι. Το nicosulfuron δεν επηρέασε την απόδοση των τεύτλων 2 χρόνια μετά την εφαρμογή, ενώ η απόδοση μειώθηκε 1 χρόνο μετά την εφαρμογή του primisulfuron σε δόσεις 40 και 80g/ha.

Επίσης το chlorsulfuron μελετήθηκε και απ' τους Brewster Appledy (1983). Το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε δόση 140 g ai/ha και δεν προκάλεσε μείωση στην απόδοση του σιταριού αλλά στη δόση 35 g/ha εμφανίστηκε φυτοτοξικότητα στο φασόλι, στο καλαμπόκι, τη σίκαλη, τη μηδική, τα τεύτλα και την ελαιοκράμβη. Στη δόση 35 g/ha μειώθηκε το βάρος του φυλλώματος των τεύτλων όταν η σπορά τους έγινε 26 μήνες αργότερα. Στη μηδική παρατηρήθηκε σε βιοδοκιμή θερμοκηπίου μείωση του χλωρού βάρους όταν η ποσότητα του ζιζανιοκτόνου ήταν 0,025 mg/kg.

Οι Webster και Shaw (1996) μελέτησαν τη βλάβη που προκαλεί το ζιζανιοκτόνο pyriithiobac στο βαμβάκι, στο σιτάρι, τη σόγια και το σόργο. Εφαρμόστηκε προσπαρτικά με ενσωμάτωση (PPI) , προφυτρωτικά (PRE) και μεταφυτρωτικά (POST). Η απόδοση

του βαμβακιού δεν μειώθηκε, όμως είχε εμφανίσει κάποια βλάβη. Η PRE εφαρμογή στο βαμβάκι επηρέασε αρνητικά την απόδοση του σιταριού το φθινόπωρο. Όταν έγινε εφαρμογή PPI σε δόση 140 g/ha στο βαμβάκι το προηγούμενο έτος, μείωσε την απόδοση της σόγιας αλλά σε άλλες δόσεις και χρόνους δεν την επηρέασε. Το σόργο εμφάνισε βλάβη τον επόμενο χρόνο όπου είχε γίνει εφαρμογή PPI στο βαμβάκι σε όλες τις δόσεις. Στη δόση των 280 g/ha με εφαρμογή PPI, το σόργο καθυστέρησε να ωριμάσει, όμως δεν επηρεάστηκε η απόδοσή του.

Ο Eleftherohorinos (1987) μελέτησε την συμπεριφορά του chlorsulfuron στον αγρό. Η υπολειμματικότητα, η μετακίνηση και η φυτοτοξικότητα αυξήθηκαν με την αυξανόμενη δόση, αλλά η υπολειμματικότητα ήταν μικρότερη στις υγρές συνθήκες απ' ότι στις ξηρές. Η δόση 1 g ai/ha με ενσωμάτωση του ζιζανιοκτόνου κάτω από υγρές συνθήκες και ξηρές συνθήκες προκάλεσε νανισμό στο καλαμπόκι και μείωσε την απόδοση του κατά 53%. Η δόση των 5 και 10 g ai/ha προκάλεσε θάνατο στο καλαμπόκι. Σε πιο υγρά εδάφη η ενσωμάτωση του chlorsulfuron σε δόσεις 1,25 , 2,5 και 5 g ai/ha προκάλεσε νανισμό στο καλαμπόκι και μείωση της απόδοσης κατά 16, 57 και 92% αντίστοιχα. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο παρέμεινε περισσότερο όταν εφαρμόστηκε προφυτρωτικά απ' ότι μεταφυτρωτικά. Η βιοδοκιμή 8 μήνες μετά την εφαρμογή με καλαμπόκι και ηλίανθο έδειξε ότι η υπολειμματικότητα δεν προκαλεί ζημιά ακόμη και στην προφυτρωτική εφαρμογή. Οι Walker και Welch (1989) διαπίστωσαν ότι τα υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους από μια αρχική δόση 32 g ai/ha του chlorsulfuron και triasulfuron, ήταν ικανά να επηρεάσουν την ανάπτυξη του μαρουλιού και των τεύτλων όταν η σπορά τους έγινε 1 χρόνο μετά την εφαρμογή.

Οι Jackson et al (1978), πραγματοποίησαν πείραμα στον αγρό για 3 έτη σε έδαφος όπου έγινε εφαρμογή fluometuron σε καλλιέργεια βαμβακιού στις δόσεις 1,7 kg/ha και 3,4 kg/ha. Το σόργο και η σόγια σπάρθηκαν 3, 6 και 9 εβδομάδες μετά. Μικρή βλάβη παρατηρήθηκε στο πηλώδες έδαφος αλλά σημαντική βλάβη στο ιλυοπηλώδες έδαφος. Η διαφορά αυτή αποδόθηκε από τους ερευνητές στη βροχή, στην οργανική ουσία και στην άμμο. Στο ιλυοπηλώδες έδαφος, το σόργο αναπτύχθηκε επιτυχώς 3 εβδομάδες μετά στη δόση 1,7 kg/ha και 9 εβδομάδες μετά στη δόση 3,4 kg/ha. Η σόγια παρουσίασε βλάβη όταν η σπορά έγινε στη δόση 1,7 kg/ha στις 6 και 9 εβδομάδες μετά.

4.2 isoxaflutole (Merlin)

Η υπολειμματικότητα ενός ζιζανιοκτόνου είναι μια ιδιότητα που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, γιατί αυτή είναι ενδεχόμενο να επηρεάσει τις επόμενες καλλιέργειες. Το isoxaflutole είναι σχετικά καινούργιο ζιζανιοκτόνο, οπότε οι σχετικές μελέτες που έχουν γίνει και αφορούν την υπολειμματικότητά του είναι λίγες, ενώ στη χώρα μας δεν έχει γίνει καμιά σχετική έρευνα.

Ο Κατσίβας (1993-1997) πραγματοποίησε εκτεταμένα πειράματα αγρού, τα οποία έδειξαν ότι το isoxaflutole ελέγχει ικανοποιητικά τόσο τα αγρωστώδη όσο και τα πλατύφυλλα ζιζάνια στο καλαμπόκι. Οι τοξικολογικές, οικοτοξικολογικές και περιβαλλοντικές μελέτες του παραπάνω ζιζανιοκτόνου, δείχνουν εμφανίζει ήπια συμπεριφορά. Παρουσιάζει μεγάλη υπολειμματική δράση, όμως αποσυντίθεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και δεν δημιουργεί προβλήματα στην αμειψισπορά των καλλιεργειών.

Οι Sprague et al. (1999) μελέτησαν το isoxaflutole μόνο του ή σε μίγματα με άλλα ζιζανιοκτόνα για να ελέγξουν τη συνδυαστικότητά του. Εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά σε 2 θέσεις με συμβατική κατεργασία και προσπαρτικά και προφυτρωτικά με ακαλλιέργεια στο καλαμπόκι. Σε έδαφος με χαμηλή οργανική ουσία και άργιλο, το 1996 και 1997, έδειξε βλάβη στο καλαμπόκι σε μια από τις 2 θέσεις όπου έγινε συμβατική κατεργασία και στη θέση όπου έγινε ακαλλιέργεια του εδάφους. Οι Young et al. (1999) δεν παρατήρησαν βλάβη από το isoxaflutole στο καλαμπόκι.

Οι Steckel et al. (2000-2001), πραγματοποίησαν πείραμα για να εκτιμηθεί η επίδραση του εδαφικού τύπου στην ευαισθησία 2 υβριδίων καλαμποκιού στο isoxaflutole μαζί με flufenacet. Το υβρίδιο Garst 8366

ήταν πιο ευαίσθητο στην παραπάνω επέμβαση σε σχέση με το Garst 8600. Η φυτοτοξικότητα στο καλαμπόκι παρατηρήθηκε μόνο στις 2 από τις 3 θέσεις. Η προσθήκη atrazine στο isoxaflutole μαζί με flufenacet έδειξε τάση προς την αυξανόμενη βλάβη και μείωσε την απόδοση μόνο στο υβρίδιο Garst 8366. Η μείωση της απόδοσης ήταν 9-49% στις 2 θέσεις. Η απόδοση μειώθηκε στη θέση της χαμηλής οργανικής ουσίας (2,1%). Η βλάβη του καλαμποκιού και η μείωση της απόδοσης παρατηρήθηκε σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και υψηλό pH.

Οι Sullivan et al. (2001) εφάρμοσαν το isoxaflutole προφυτρωτικά (PRE) σε δόση 105 και 210 g ai/ha. Στη δόση των 210 g ai/ha όλα τα υβρίδια ήταν ευαίσθητα και εμφάνισαν φυτοτοξικότητα, ενώ επηρεάστηκε το ύψος φυτού και η απόδοση. Σε πείραμα του 1999 πέντε υβρίδια εμφάνισαν φυτοτοξικότητα όταν σημειώθηκε βροχόπτωση 10 ημέρες μετά την εφαρμογή. Οι Williams et al. (2002) παρατήρησαν ότι η βιοδιαθεσιμότητα του isoxaflutole αυξάνονταν με την αύξηση της οργανικής ουσίας και του επιπέδου των θρεπτικών στοιχείων του έδαφους.

Οι Rapparini et al. (2002) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων alachlor, dimethenamid, flufenacet, isoxaflutole, mesotrione, metribuzin, oxyfluorfen, pendimethalin, S-metolachlor, sulcotrione και terbuthylazine στο καλαμπόκι, ενώ μελέτησαν παράλληλα και την επίδραση της υπολειμματικής διάρκειάς τους σε επόμενες καλλιέργειες. Οι καλλιέργειες που μελετήθηκαν ήταν ο ηλιάνθος, η σόγια, το σόργο και η τομάτα. Το σόργο ήταν αρκετά ευαίσθητο στα υπολείμματα του flufenacet όταν εφαρμόστηκε μόνο του αλλά και σε συνδυασμό με isoxaflutole. Επίσης δεν υπέστη βλάβη στις χαμηλότερες δόσεις των ζιζανιοκτόνων alachlor, dimethenamid, mesotrione, metribuzin, oxyfluorfen, pendimethalin και S-

metolachlor. Ο ηλίανθος και η σόγια εμφάνισαν τη μικρότερη ευαισθησία σ' όλα τα ζιζανιοκτόνα, ενώ η τομάτα εμφάνισε ευαισθησία στο isoxaflutole, metribuzin, sulcotrione και terbuthylazine. Οι Brown και Masinnas (2002) αναφέρουν ότι το isoxaflutole όταν εφαρμόστηκε σε αμμώδη εδάφη προκάλεσε ισχυρή φυτοτοξικότητα στο είδος Cucurbita spp. 6 μήνες μετά την εφαρμογή.

4.3 imazethapyr (Overtop)

Το imazethapyr μελετήθηκε αρκετά από πολλούς ερευνητές για την υπολειμματική του διάρκεια στο έδαφος καθώς και για την επίδρασή του σε επόμενες καλλιέργειες.

Οι Loux et al. (1989) μετά από έρευνες διαπίστωσαν ότι η ρίζα του καλαμποκιού παρουσίαζε μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανάπτυξη απ' ότι ο βλαστός στο imazaquin και στο imazethapyr. Το clomazone παρεμπόδισε την ανάπτυξη του βλαστού αλλά και της ρίζας. Ακόμη και 5 μήνες μετά την εφαρμογή του clomazone και του imazaquin σε αργιλοπηλώδες έδαφος παρατηρήθηκε φυτοτοξικότητα. Οι Hanson και Thill (1997-1998) πραγματοποίησαν πειράματα σε συνθήκες αγρού για να μελετήσουν την ανάπτυξη του μπιζελιού, του σιταριού και της φακής στα ζιζανιοκτόνα imazethapyr και pendimethalin. Στο μπιζέλι και τη φακή δεν παρατηρήθηκε μείωση της βιομάζας και της απόδοσης σε σπόρο. Στο σιτάρι η βιομάζα μειώθηκε από 35 ως 51% και η απόδοση σε σπόρο μειώθηκε από 11 ως 17% όταν έγινε εφαρμογή pendimethalin σε δόση 2240 g/ha.

Οι Curran et al. (1991) μελέτησαν την επίδραση των ζιζανιοκτόνων chlorimuron, clomazone, imazaquin και imazethapyr στο καλαμπόκι, ένα χρόνο μετά την εφαρμογή τους στη σόγια. Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν επιφανειακά στο έδαφος στη μισή ως τριπλάσια δόση απ' τη συνιστώμενη. Την ίδια χρονιά το έδαφος καλλιεργήθηκε με σόγια, ενώ την επόμενη χρονιά εκεί σπάρθηκε καλαμπόκι. Η σόγια άντεξε στα ζιζανιοκτόνα, όμως οι υψηλές δόσεις των ζιζανιοκτόνων chlorimuron, clomazone και imazaquin έβλαψαν το καλαμπόκι. Το imazethapyr δεν επηρέασε την ανάπτυξή του, αλλά το

clomazone εμφάνισε χλώρωση. Στο στάδιο του σπορόφυτου παρατηρήθηκε μείωση του ξηρού βάρους στις υψηλές δόσεις του chlorimuron και του imazaquin κατά 32 και 24% αντίστοιχα. Ενώ ήταν εμφανής η φυτοτοξικότητα στο καλαμπόκι στις υψηλές δόσεις του chlorimuron, του clomazone και του imazaquin μέχρι το στάδιο του 3^{ου} φύλλου, εντούτοις κανένα ζιζανιοκτόνο δε μείωσε την απόδοση του καλαμποκιού σε σπόρο.

Οι Johnson et al. (1989-1991) ερεύνησαν την ανάπτυξη και την απόδοση του ρυζιού σε σχέση με τα υπολείμματα ζιζανιοκτόνων σε δύο τύπους εδαφών (2 ιλοπηλώδη και 2 αργιλώδη). Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά (PPI) με ενσωμάτωση και την επόμενη χρονιά σπάρθηκε ρύζι. Το ρύζι δε παρουσίασε βλάβη στα ζιζανιοκτόνα alachlor, atrazine, clomazone, imazaquin, imazethapyr, metolachlor και trifluralin. Το norflurazon έβλαψε το ρύζι στα ιλοπηλώδη και στα αργιλώδη εδάφη, το fluometuron προκάλεσε βλάβη στο αργιλώδες έδαφος όπως και το chlorimuron. Το ρύζι παρουσίασε βλάβη στο chlorimuron όταν σπάρθηκε σόγια τον Αύγουστο αλλά όχι όταν σπάρθηκε τον Ιούνιο. Τα ζιζανιοκτόνα chlorimuron fluometuron και norflurazon προκάλεσαν βλάβη στο ρύζι μειώνοντας την ξηρά ουσία του μέχρι τις 8 εβδομάδες από την εφαρμογή τους.

Οι Walsh et al. (1989) πραγματοποίησαν πείραμα 3 ετών σε 2 θέσεις και μελέτησαν την υπολειμματική διάρκεια 3 ζιζανιοκτόνων σόγιας του chlorimuron, του clomazone και του imazaquin. Το chlorimuron σε δόση διπλάσια της συνιστώμενης προκάλεσε μείωση στην απόδοση του σόργου τον πρώτο χρόνο όμως όχι τα επόμενα 2 χρόνια. Το clomazone σε δόση διπλάσια της συνιστώμενης μείωσε την απόδοση του σιταριού όμως δεν επηρέασε την απόδοση του καλαμποκιού. Το imazaquin στη διπλάσια της συνιστώμενης δόσης προκάλεσε 30% βλάβη στο βαμβάκι τον 1^ο χρόνο του πειράματος, ενώ

μειώθηκε στο 22% το δεύτερο χρόνο και δεν προκάλεσε καμιά βλάβη τον τρίτο χρόνο. Και τα 3 χρόνια δεν παρατηρήθηκε μείωση στην απόδοση του βαμβακιού.

Ο Wilson (1994) αναφέρει ότι το imazethapyr όταν εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά ζημίωσε τα ψυχανθή *Medicago sativa* και *Trifolium pratense* 15 ημέρες μετά την εφαρμογή. Επίσης ο Greenland (1994) μελέτησε την υπολειμματικότητα του imazethapyr. Ένα χρόνο μετά την εφαρμογή του καθυστέρησε την ωριμότητα της τομάτας όμως δε μείωσε την απόδοσή της. Το λάχανο και το κρεμμύδι ζημιώθηκαν από το ζιζανιοκτόνο, ενώ δεν παρατηρήθηκε βλάβη στο καρότο και την πατάτα.

Ο Onofri (1996) πραγματοποίησε πειράματα στον αγρό για 3 χρόνια σε ιλυοαργιλώδες έδαφος για να μελετήσει τη υπολειμματική δράση του imazethapyr και του rimsulfuron. Ο ηλίανθος και το ρεπάνι ήταν πιο ευαίσθητα στο rimsulfuron ενώ τα τεύτλα, η ελαιοκράμβη και το σόργο εμφάνισαν μεγαλύτερη ευαισθησία στο imazethapyr. Παρατηρήθηκε ότι ο χρόνος για μείωση στο μισό της ποσότητας του imazethapyr στην επιφάνεια του εδάφους ήταν 18-21 ημέρες, ενώ για το rimsulfuron ήταν 5-6 ημέρες. Οι ασφαλής χρόνος επανασποράς για το imazethapyr στη δόση 35 g ai/ha ήταν 3-4 εβδομάδες για τα λιγότερο ευαίσθητα είδη (καλαμπόκι, ηλίανθος), ενώ για τα πιο ευαίσθητα είδη (τεύτλα και ρεπάνι) αυτός ο χρόνος ανέρχεται σε 5-6 μήνες. Για το rimsulfuron, ο ασφαλής χρόνος επανασποράς για τις λιγότερο ευαίσθητες καλλιέργειες βρέθηκε ότι είναι 2-3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή, ενώ για τις περισσότερο ευαίσθητες καλλιέργειες αυτός ο χρόνος ανέρχεται σε 6 περίπου εβδομάδες.

Ο Reinhardt και Wyk (2001) διαπίστωσαν ότι η μεγάλη υπολειμματική διάρκεια ζωής imazethapyr είναι υπεύθυνη για τη φυτοτοξικότητα που εμφανίζει το καλαμπόκι μετά από καλλιέργεια σόγιας. Σημαντικό ρόλο στην υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου

παίζει και η έκπλυσή του στα βαθύτερα στρώματα της εδαφικής κατατομής. Στα ελαφριά εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε άργιλο και οργανική ουσία η έκπλυση είναι πιο έντονη.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Πείραμα αγρού

5.1.1. Σχεδιασμός και εγκατάσταση του πειράματος

Για τη μελέτη των 2 ζιζανιοκτόνων imazethapyr και isoxaflutole και την ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την υπολειμματική τους διάρκεια και κατ' επέκταση τις επιδράσεις τους σε επόμενες καλλιέργειες, κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί πείραμα αγρού. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο Μαγνησίας την περίοδο Απρίλιος 2004-Φεβρουάριος-2005.

Στις 28 Απριλίου 2004 έγινε χάραξη του πειράματος στον αγρό, ενώ είχε προηγηθεί σχεδιασμός του πειράματος στο χαρτί. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν οι πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με 3 επαναλήψεις. Ο πειραματικός αγρός είχε διαστάσεις 34 X 17,5 m. Χωρίστηκε σε 3 λωρίδες με διαστάσεις 34 X 4,5 m η κάθε λωρίδα και η κάθε λωρίδα σε 3 επαναλήψεις από 1,5 m η καθεμιά. Ανάμεσα σ' αυτές υπήρχαν 2 διάδρομοι με διαστάσεις 34 X 2 m. Στην πρώτη λωρίδα του πειραματικού αγρού εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole (Merlin), στη δεύτερη το imazethapyr (Overtop) και στην τρίτη δεν εφαρμόστηκε κανένα ζιζανιοκτόνο. Εκεί τοποθετήθηκε ο μάρτυρας. Και τα 2 ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν επιφανειακά (PRE).

Στις 4 Μαΐου 2004 από κάθε λωρίδα (επέμβαση) πριν τον ψεκάσμό των ζιζανιοκτόνων ελήφθησαν τυχαία 3 δείγματα εδάφους που

χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρας για σύγκριση του με τα 2 ζιζανιοκτόνα. Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα στις 2 πρώτες επεμβάσεις, ενώ στο μάρτυρα εφαρμόστηκε μόνο νερό.



Εικόνα 1. Εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον αγρό και οι 3 επαναλήψεις (χωρίζονται από τα σχοινιά).

Όπως ήδη αναφέρθηκε, από κάθε επανάληψη ελήφθησαν τυχαία δείγματα εδάφους από διάφορα σημεία. Συνολικά μετά τον ψεκάσμό ελήφθησαν 6 δείγματα εδάφους για τα 2 ζιζανιοκτόνα και 3 δείγματα για το μάρτυρα. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε στις 45, στις 75, στις 105 και στις 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων και το έδαφος των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε για τις βιοδοκιμές στα φυτοδοχεία στο εργαστήριο (βλέπε παρακάτω 5.3). Στον πίνακα 1 φαίνονται οι συνιστώμενες δόσεις (ετικέτας) και οι δόσεις των 2 ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στην επιφάνεια της κάθε επέμβασης (153 m^2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Συνιστώμενες δόσεις και δόσεις ανά επέμβαση των 2 ζιζανιοκτόνων.

Ζιζανιοκτόνα	Χρόνος εφαρμογής	Δόση εφαρμογής mL ή g /στρ	Δόση εφαρμογής mLή g/153m²	Συνιστώμενη δ.ο. / στρ.	Συνιστώμενη δ.ο. / 153m²
Isoxaflutole(Merlin)	PRE	12-14g/στρ.	2,2 g	10-11,5 g	1,65 g
Imazethapyr(Overtop)	PRE	200mL/στρ.	30,8 mL	7,7 mL	1,080mL
Μάρτυρας	-----	-----	-----	-----	-----

5.2. Βιοδοκιμές αγρού

5.2.1. Βιοδοκιμή 0 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων



Εικόνα 2. Ο πειραματικός αγρός μετά την 1^η σπορά των 5 καλλιεργειών.

Μια μέρα μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στις 5 Μαΐου 2004 έγινε η πρώτη σπορά των 5 καλλιεργειών, βαμβάκι, καλαμπόκι,

ζαχαρότευτλα, βρώμη και φακή στις 2 επεμβάσεις και το μάρτυρα. Οι 5 καλλιέργειες σπάρθηκαν σε 2 γραμμές η καθεμιά σε μήκος 6,5 m. Η απόσταση από γραμμή σε γραμμή ήταν 0,60 m και οι γραμμές των φυτών εγκαταστάθηκαν τυχαία ανά δύο. Το βαμβάκι, το καλαμπόκι και τα ζαχαρότευτλα σπάρθηκαν γραμμικά και οι αποστάσεις μεταξύ των σπόρων πάνω στη γραμμή ήταν 12, 17 και 10 cm αντίστοιχα, ενώ τοποθετήθηκαν 2 σπόροι σε κάθε θέση για τυχόν απώλειες κατά το φύτευμα. Η βρώμη και η φακή σπάρθηκαν με τη μέθοδο της διάχυτης σποράς πάνω στη γραμμή.

Λόγω ευνοϊκών εδαφοκλιματικών συνθηκών και καλής ποιότητας σπόρων, οι σπόροι φύτευσαν μέσα σε λίγες ημέρες. Στις 25 Μαΐου 2004, δηλαδή 20 ημέρες μετά τη σπορά, πάρθηκαν οι πρώτες παρατηρήσεις στον αγρό και απ' τις 5 καλλιέργειες για να διαπιστωθούν τυχόν συμπτώματα φυτοτοξικότητας. Τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν δεν απέδωσαν ικανοποιητικό έλεγχο σε ορισμένα ζιζάνια. Για παράδειγμα το isoxaflutole έλεγξε ικανοποιητικά τη λουβουδιά και το βλήτο, όχι όμως και την περικοκλάδα. Επίσης το imazethapyr έλεγξε ικανοποιητικά το βλήτο και τον τάτουλα, όχι όμως και την αγριομελιτζάνα.

Στις 29 Μαΐου 2004, δηλαδή 24 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, πάρθηκαν παρατηρήσεις για τη διαπίστωση φυτοτοξικότητας στις καλλιέργειες και στη συνέχεια ακολούθησε κοπή φυτών στο λαιμό. Αυτά τα φυτά με χάρτινους φακέλους μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για να μετρηθεί το χλωρό τους βάρος. Εφόσον ζυγίστηκαν, τοποθετήθηκαν για ξήρανση στον κλίβανο για 48 ώρες σε θερμοκρασία 75-80° C και στη συνέχεια μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος.

5.2.2. Βιοδοκιμή 45 ημέρες ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

Η δεύτερη βιοδοκιμή έγινε 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, λόγω παρατεταμένης βροχόπτωσης η οποία δεν επέτρεπε την κατεργασία του εδάφους. Στις 21 Ιουνίου 2004 πάρθηκαν ξανά δείγματα εδάφους απ' την κάθε επέμβαση της κάθε επανάληψης. Ακολούθησε φρεζάρισμα και σπορά όπως περιγράφηκε παραπάνω και οι 5 καλλιέργειες σπάρθηκαν τυχαία στις ίδιες αποστάσεις. Στις 13 ημέρες μετά τη σπορά έγινε μακροσκοπική παρατήρηση των καλλιεργειών για να διαπιστωθούν τυχόν συμπτώματα φυτοτοξικότητας. Στις 30 ημέρες μετά τη σπορά έγινε ξανά μακροσκοπική παρατήρηση των καλλιεργειών για συμπτώματα φυτοτοξικότητας και στη συνέχεια ακολούθησε κοπή. Τα κομμένα φυτά μέσα σε χάρτινους φακέλους μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για να μετρηθεί το χλωρό και το ξηρό τους βάρος όπως περιγράφηκε και στη πρώτη βιοδοκιμή στις 0 ΗΜΕ.

5.2.3. Βιοδοκιμή στις 75, 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

Στις 21 Ιουλίου, 20 Αυγούστου και 21 Σεπτεμβρίου 2004, δηλαδή στις 75, 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων επαναλήφθηκε η ίδια διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Με την πάροδο 30 ημερών πραγματοποιούνταν τακτικές μακροσκοπικές παρατηρήσεις των καλλιεργειών για τη διαπίστωση τυχόν συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας, όπως και σπορά των καλλιεργειών της νέας βιοδοκιμής, κοπή των φυτών και μέτρηση του χλωρού και ξηρού βάρους τους.

5.3. Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία

5.3.1. Βιοδοκιμή στις 0 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

Αντίστοιχη βιοδοκιμή με του αγρού έγινε και στο εργαστήριο, με το έδαφος των δειγμάτων στις 0, 45, 75, 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων. Οι συνθήκες στο εργαστήριο είναι περισσότερο ελεγχόμενες από άποψη θερμοκρασίας, υγρασίας εδάφους και φωτισμού. Στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκαν φυτοδοχεία με χωρητικότητα 500 g εδάφους. Για κάθε καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκαν 9 φυτοδοχεία εφόσον έγιναν 3 επαναλήψεις για καθένα απ' τα 2 ζιζανιοκτόνα και το μάρτυρα. Στις 5 Μαΐου 2004, είχε γίνει δειγματοληψία εδάφους στον αγρό σε βάθος 0-10 cm. Το έδαφος αρχικά καθαρίστηκε από ξένες ύλες (πέτρες, υπολείμματα καλλιεργειών), ψιλοχωματίστηκε και τοποθετήθηκε σε 60 φυτοδοχεία, από τα οποία 15 (5 καλλιέργειες X 3 επαναλήψεις) ήταν για το isoxaflutole, 15 για το imazethapyr, 15 για το μάρτυρα πριν τον ψεκασμό και 15 για το μάρτυρα μετά τον ψεκασμό.

Ακολούθησε στη συνέχεια η σπορά των 5 καλλιεργειών, του βαμβακιού, του καλαμποκιού, των τεύτλων, της βρώμης και της φακής. Σε κάθε φυτοδοχείο σπάρθηκαν 8 σπόροι για το βαμβάκι και το καλαμπόκι, 10 σπόροι για τα τεύτλα και 12 σπόροι για τη βρώμη και τη φακή. Με συχνό πότισμα οι σπόροι φύτρωσαν σε μια εβδομάδα και ακολούθησε αραίωμα για να μείνουν 6 φυτά σε κάθε φυτοδοχείο για το βαμβάκι, το καλαμπόκι και τα τεύτλα και 8 φυτά ανά φυτοδοχείο για τη βρώμη και τη φακή. Κάθε εβδομάδα σε κάθε φυτοδοχείο εφαρμόζονταν με πότισμα 20 mL πλήρες θρεπτικό διάλυμα για την κάλυψη των αναγκών της θρέψης. Παράλληλα γίνονταν και συχνές παρατηρήσεις στα

φυτά για να διαπιστωθούν τυχόν συμπτώματα φυτοτοξικότητας. Στις 30 ημέρες μετά τη σπορά τα φυτά κόπηκαν στο λαιμό και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος. Έπειτα τοποθετήθηκαν για ξήρανση στον κλίβανο σε θερμοκρασία 75-80° C για 48 ώρες και μετρήθηκε και το ξηρό τους βάρος. Η ίδια διαδικασία που ακολουθήθηκε και στις βιοδοκιμές αγρού.

5.3.2. Βιοδοκιμή στις 45, 75, 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

Στις 21 Ιουνίου, 21 Ιουλίου, 20 Αυγούστου και 21 Σεπτεμβρίου 2004, δηλαδή στις 45, 75, 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων αντίστοιχα, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία στα φυτοδοχεία όπως και στις 0 ημέρες.

5.4. Ευαισθησία του σιταριού στα υπολείμματα των 2 ζιζανιοκτόνων στον αγρό

Στις 180 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον ίδιο πειραματικό αγρό που σπάρθηκαν οι 5 καλλιέργειες, πραγματοποιήθηκε σπορά σιταριού προκειμένου να αξιολογηθεί η ευαισθησία του στα 2 ζιζανιοκτόνα isoxaflutole και imazethapyr. Στις 30 ημέρες μετά τη σπορά του σιταριού πάρθηκαν παρατηρήσεις από τον αγρό από 4 σημεία σε κάθε επανάληψη σε όλες τις επεμβάσεις και αυτό για να μετρηθεί η πυκνότητα των φυτών ανά m².

Στις 60 ημέρες μετά τη σπορά πάρθηκαν ξανά παρατηρήσεις για την πυκνότητα των φυτών του σιταριού ανά m² και ακολούθησε κοπή των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους. Παράλληλα μετρήθηκε και ο αριθμός των αδελφιών των φυτών σιταριού, ενώ τα φυτά μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για τη μέτρηση του χλωρού και ξηρού τους βάρους.

Στις 120 ημέρες μετά τη σπορά έγινε επανάληψη της ίδιας διαδικασίας, δηλαδή πραγματοποιήθηκε μακροσκοπική παρατήρηση για τυχόν συμπτώματα φυτοτοξικότητας και προσδιορισμός του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών.

5.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι τιμές του χλωρού και ξηρού βάρους ανά φυτό των 5 καλλιεργειών εκφράστηκαν επί τοις % των αντίστοιχων βαρών του μάρτυρα. Έγινε στατιστική ανάλυση προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και του μάρτυρα. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα GENSTAT. Εφόσον εξήχθησαν οι μέσοι όροι, εφαρμόστηκε το κριτήριο του Duncan προκειμένου να διαπιστωθεί ποιοι μέσοι όροι των επεμβάσεων διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τους μέσους όρους του μάρτυρα.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Πείραμα αγρού

6.1.1. Βιοδοκιμή στις 0 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.1.1.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Με τις συχνές μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στα φυτά των 5 καλλιεργειών διαπιστώθηκαν ορισμένα συμπτώματα φυτοτοξικότητας. Το isoxaflutole προκάλεσε έντονη λεύκανση στη βρώμη και χλώρωση στη φακή, ενώ το imazethapyr δεν προκάλεσε φυτοτοξικότητα με ορατά συμπτώματα σε καμιά καλλιέργεια. Λόγω αντίξωων καιρικών συνθηκών τα τεύτλα δεν φύτρωσαν ικανοποιητικά και τα νεαρά φυτά δεν αναπτύχθηκαν.

6.1.1.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Με τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων βρέθηκε ότι το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών των 5 καλλιεργειών εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα. Στο καλαμπόκι η μείωση του χλωρού βάρους ήταν 17% για το imazethapyr, ενώ κάτι αντίστοιχο δεν παρατηρήθηκε για το isoxaflutole όπως ήταν αναμενόμενο και φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O
Isoxaflutole	A	1065,2
Μάρτυρας	A	1047,8
imazethapyr	B	871,2
C.V. = 27,6%		

Η βρώμη επηρεάζεται απ' τα δύο ζιζανιοκτόνα όμως αυτό δε φαίνεται εδώ λόγω λάθους κατά τη βιοδοκιμή. Στο βαμβάκι βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος όπως παρατηρούμε στους πίνακες 3 και 4. Το ξηρό βάρος μειώθηκε κατά 37% για το imazethapyr.

Πίνακας 3. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	765,9
Isoxaflutole	A	711,4
Imazethapyr	A	695,6
C.V. = 7%		

Πίνακας 4. Ξηρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Isoxaflutole	C	263,3
Μάρτυρας	A	83,7
imazethapyr	B	53,6
C.V. = 26%		

Αντίθετα στη φακή το χλωρό και ξηρό βάρος επηρεάστηκαν από τα υπολείμματα του isoxaflutole κατά 51% και κατά 33% αντίστοιχα όπως φαίνεται στους πίνακες 5 και 6. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και για

τις 45, 75, 105 και 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Επίσης το imazethapyr μείωσε το ξηρό βάρος της φακής κατά 45%.

Πίνακας 5. Χλωρό βάρος της φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Imazethapyr	A	56,8
Μάρτυρας	A	59,9
isoxaflutole	B	29,4

C.V. = 25%

Πίνακας 6. Ξηρό βάρος της φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	17,2
Imazethapyr	B	9,5
isoxaflutole	A	11,7

C.V. = 25%

6.1.2. Βιοδοκιμή στις 45 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.1.2.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στον αγρό, διαπιστώθηκε ότι το isoxaflutole προκάλεσε χλώρωση στη φακή παρόλου που είχαν περάσει 45 ημέρες από την εφαρμογή του. Το imazethapyr δεν προκάλεσε κανένα ορατό σύμπτωμα φυτοτοξικότητας.

6.1.2.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Και σ' αυτή τη βιοδοκιμή το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών των 5 καλλιεργειών έμφανισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τα αντίστοιχα βάρη του μάρτυρα. Συγκεκριμένα το χλωρό βάρος του καλαμποκιού για το imazethapyr μειώθηκε κατά 49% , ενώ το ξηρό κατά 24% όπως παρατηρούμε στους πίνακες 7 και 8.

Πίνακας 7. Χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	2508,8
Isoxaflutole	B	2109,7
imazethapyr	C	1277,3

C.V. = 11%

Πίνακας 8. Ξηρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	163,9
Isoxaflutole	A	137,4
imazethapyr	B	121,3

C.V. = 6%

Στη βρώμη παρατηρήθηκε μείωση του χλωρού και ξηρού της βάρους από το imazethapyr κατά 24 και 25 % αντίστοιχα, όπως παρατηρούμε στους πίνακες 9 και 10.

Πίνακας 9. Χλωρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου imazethapyr.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	20,7
Imazethapyr	B	15,8
Isoxaflutole	A	19,1

C.V. = 9,3%

Πίνακας 10. Ξηρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου imazethapyr.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	2,6
Imazethapyr	B	1,9
isoxaflutole	A	2,5

C.V. = 7,5%

Στα τεύτλα το χλωρό και το ξηρό βάρος επηρεάστηκε σημαντικά από το isoxaflutole και το imazethapyr. Για το imazethapyr παρατηρήθηκε μείωση στο χλωρό και ξηρό βάρος της τάξης του 80 και 77%, αντίστοιχα. Το isoxaflutole δεν επέτρεψε τους σπόρους των τεύτλων να φυτρώσουν. (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Ξηρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	170,4
imazethapyr	C	35,5
isoxaflutole	C	0,0

C.V. = 8%

Στο βαμβάκι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος παρά μόνο στο χλωρό από το ζιζανιοκτόνο imazethapyr που επηρέασε το βάρος του κατά 29% και αυτό φαίνεται στους πίνακες 12 και 13.

Πίνακας 12. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	1373,8
isoxaflutole	A	1080,6
imazethapyr	B	970,5

C.V. = 8%

Πίνακας 13. Ξηρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	93,4
imazethapyr	A	87,4
isoxaflutole	A	71,5

C.V. = 10%

Το χλωρό βάρος της φακής επηρεάστηκε απ' τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole και μειώθηκε κατά 46%, ενώ το ξηρό της βάρος μειώθηκε κατά 31% όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες 14 και 15.

Πίνακας 14. Χλωρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση	M.O.
Imazethapyr A	118,9
Μάρτυρας A	142,7
isoxaflutole B	77,0

C.V. = 17%

Πίνακας 15. Ξηρό βάρος φακής σε /φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση	M.O.
imazethapyr A	15,0
Μάρτυρας A	13,5
isoxaflutole A	9,5

C.V. = 23%

6.1.3. Βιοδοκιμή στις 75 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.1.3.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Στις 75 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων διαπιστώθηκε ότι το imazethapyr δεν προκάλεσε φυτοτοξικά συμπτώματα σε αντίθεση με το isoxaflutole που συνέχιζε να προκαλεί χλώρωση στα φυτά της φακής.

6.1.3.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Από τη στατιστική ανάλυση των τιμών του χλωρού και ξηρού βάρους ανά φυτό για τις 5 καλλιεργείες, προκύπτει ότι δεν υπήρχαν

στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα. (Πίνακες 16,17,18,19,20,21).

Πίνακας 16. Χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	790,3
Μάρτυρας	A	710,4
isoxaflutole	A	690,8

C.V. = 3%

Πίνακας 17. Ξηρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	110,5
Μάρτυρας	A	100,9
isoxaflutole	A	90,6

C.V. = 10%

Πίνακας 18. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g /φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	139,6
isoxaflutole	A	98,0
Μάρτυρας	A	84,5

C.V. = 37%

Πίνακας 19. Ξηρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	20,2
imazethapyr	A	18,9
Μάρτυρας	A	18,8

C.V. = 32%

Πίνακας 20. Χλωρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	44,7
Μάρτυρας	A	33,6
isoxaflutole	A	32,6

C.V. = 26%

Πίνακας 21. Ξηρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	12,5
Μάρτυρας	A	11,7
imazethapyr	A	11,0

C.V. = 16%

6.1.4. Βιοδοκιμή στις 105 και 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.1.4.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Στις 105 και 135 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον αγρό, διαπιστώθηκε ότι τα υπολείμματα του isoxaflutole και του imazethapyr δεν προκάλεσαν φυτοτοξικά συμπτώματα.

6.1.4.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι τα 2 ζιζανιοκτόνα δεν επηρέασαν το χλωρό και ξηρό βάρος των 4 καλλιεργειών, του βαμβακιού, του καλαμποκιού, της βρώμης και της φακής, ενώ 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων επηρεάστηκε αρνητικά το χλωρό και ξηρό βάρος των τεύτλων όπως παρατηρείται στους πίνακες 22 και 23. Συγκεκριμένα το χλωρό βάρος των τεύτλων για το isoxaflutole μειώθηκε κατά 43% και για το imazethapyr 67%. Το ξηρό βάρος τους επίσης μειώθηκε κατά 37% και 41 % για τα δύο ζιζανιοκτόνα, αντίστοιχα.

Πίνακας 22. Χλωρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	311,6
isoxaflutole	B	183,3
imazethapyr	C	103,3

C.V. = 6,4%

Πίνακας 23. Ξηρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	27,0
isoxaflutole	B	14,0
imazethapyr	B	13,0

C.V. = 6%

6.2. Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία

6.2.1. Βιοδοκιμή στις 0 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.2.1.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Τακτικές μακροσκοπικές παρατηρήσεις των φυτών των 5 καλλιεργειών στη βιοδοκιμή του εργαστηρίου, έδειξαν ότι το isoxaflutole προκάλεσε λεύκανση στα φυτά της βρώμης και των τεύτλων και χλώρωση στα φυτά της φακής ενώ το βαμβάκι και το καλαμπόκι δεν εμφάνισαν ορατά φυτοτοξικά συμπτώματα. Το imazethapyr δεν προκάλεσε φυτοτοξικά συμπτώματα στα φυτά καμιάς απ' τις 5 καλλιέργειες, τουλάχιστον ορατά.

6.2.1.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Εφόσον στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων παρατηρήθηκαν φυτοτοξικά συμπτώματα και αναστολή της κανονικής αύξησης των καλλιεργειών προκαλούμενη από τα 2 ζιζανιοκτόνα, είναι βέβαιο ότι στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή αυτή η αναστολή της αύξησης θα ήταν εμφανέστερη. Λόγω όμως κακών χειρισμών του πειραματικού υλικού, δεν φύτεψαν οι σπόροι και αφού δεν έγινε συλλογή πειραματικών δεδομένων, δεν πραγματοποιήθηκε και στατιστική ανάλυση που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την διεξαγωγή σωστών και ασφαλών συμπερασμάτων.

6.2.2. Βιοδοκιμή στις 45 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.2.2.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις των φυτών των 5 καλλιεργειών, στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, παρατηρήθηκε λεύκανση στα φυτά των τεύτλων και χλώρωση στα φυτά της φακής από το isoxaflutole. Το imazethapyr δεν προκάλεσε ορατά φυτοτοξικά συμπτώματα. Επίσης τα φυτά του βαμβακιού και του καλαμποκιού δεν παρουσίασαν καμιά φυτοτοξικότητα από τα 2 ζιζανιοκτόνα.

6.2.2.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Το καλαμπόκι και το βαμβάκι δεν επηρεάστηκαν από τα 2 ζιζανιοκτόνα και συνεπώς τα βάρη τους δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε αντίθεση με τα τεύτλα, τη βρώμη και τη φακή. Πιο συγκεκριμένα, τα υπολείμματα του isoxaflutole μείωσαν το χλωρό και ξηρό βάρος των τεύτλων κατά 86 και 84 % αντίστοιχα, ενώ τα υπολείμματα του imazethapyr μείωσαν το χλωρό και ξηρό βάρος τους κατά 52 και 62 %, αντίστοιχα (πίνακες 28 και 29). Η βρώμη εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές και φάνηκε να επηρεάζεται από τα υπολείμματα του isoxaflutole και του imazethapyr (πίνακες 26 και 27). Ειδικότερα το isoxaflutole μείωσε το χλωρό της βάρους κατά 45% και το ξηρό της βάρους κατά 16% (πίνακας 26). Το imazethapyr επίσης μείωσε τα βάρη της βρώμης κατά 72 και 66% για το χλωρό και το ξηρό, αντίστοιχα (πίνακες 26 και 27). Τα υπολείμματα των 2 ζιζανιοκτόνων επηρέασαν το χλωρό και το ξηρό βάρος της φακής. Πιο συγκεκριμένα το isoxaflutole μείωσε το χλωρό βάρος της φακής κατά 66% και το ξηρό

κατά 21%. Το imazethapyr μείωσε το χλωρό βάρος της φακής κατά 38% (πίνακες 31 και 32).

Πίνακας 24. χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	1736,2
isoxaflutole	A	1685,5
imazethapyr	A	1533,6

C.V. = 20%

Πίνακας 25. Ξηρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	258,5
isoxaflutole	A	257,7
Μαρτυρας	A	244,4

C.V. = 16%

Πίνακας 26. Χλωρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	90,0
isoxaflutole	B	50,7
imazethapyr	B	25,0

C.V. = 24%

Πίνακας 27. Ξηρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	15,4
isoxaflutole	A	13,7
imazethapyr	B	6,0

C.V. = 25%

Πίνακας 28. Χλωρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	811,5
isoxaflutole	B	117,1
imazethapyr	B	394,4

C.V. = 30%

Πίνακας 29. Ξηρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	103,6
imazethapyr	B	39,1
isoxaflutole	B	16,3

C.V. = 27%

Πίνακας 30. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	166,8
Μαρτυρας	A	162,6
isoxaflutole	A	139,2

C.V. = 6%

Πίνακας 31. Χλωρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	B	66,1
Μαρτυρας	A	106,3
isoxaflutole	B	35,6

C.V. = 20%

Πίνακας 32. Ξηρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	A	10,1
Μαρτυρας	A	10,2
isoxaflutole	B	8,7

C.V. = 22%

6.2.3. Βιοδοκιμή στις 75 HME των ζιζανιοκτόνων

6.2.3.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν αυτό το χρονικό διάστημα στα φυτά των 5 καλλιεργειών, διαπιστώθηκε ότι το βαμβάκι, το καλαμπόκι και η βρώμη δεν εμφάνισαν ορατή βλάβη από τα υπολείμματα των 2 ζιζανιοκτόνων. Το isoxaflutole προκάλεσε λεύκανση στα τεύτλα και χλώρωση στη φακή.

6.2.3.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Το χλωρό και ξηρό βάρος του βαμβακιού, του καλαμποκιού και της φακής δεν επηρεάστηκε από τα υπολείμματα κανενός ζιζανιοκτόνου, όπως παρατηρείται στους πίνακες 33,34,39,40,41,42.

Στη βρώμη και τα τεύτλα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές του χλωρού και του ξηρού βάρους. Στη βρώμη παρατηρήθηκε μείωση του χλωρού βάρους από το imazethapyr κατά 23% και του ξηρού κατά 26% (πίνακες 35 και 36). Στα τεύτλα από το ίδιο ζιζανιοκτόνο παρατηρήθηκε σημαντική μείωση και του χλωρού και του ξηρού βάρους τους σε σχέση με το μάρτυρα σε ποσοστά 74 και 76%, αντίστοιχα (πίνακες 37,38). Από το isoxaflutole παρατηρήθηκε μείωση στα βάρη των τεύτλων κατά 55 και 71% για το χλωρό και ξηρό βάρος αντίστοιχα (πίνακες 37,38).

Πίνακας 33. Χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	1598,8
Μαρτυρας	A	1578,8
imazethapyr	A	1497,8

C.V. = 11%

Πίνακας 34. Ξηρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	113,1
Μαρτυρας	A	110,9
imazethapyr	A B	79,0

C.V. = 9,5%

Πίνακας 35. Χλωρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	182,3
Μαρτυρας	A	154,7
imazethapyr	B	119,9

C.V. = 13,5%

Πίνακας 36. Ξηρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	17,6
Μαρτυρας	A	17,0
imazethapyr	A	12,6

C.V. = 25%

Πίνακας 37. Χλωρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	191,0
isoxaflutole	B	85,1
imazethapyr	C	50,0

C.V. = 9%

Πίνακας 38. Ξηρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μάρτυρας	A	31,6
isoxaflutole	B C	9,2
imazethapyr	B C	7,5

C.V. = 25%

Πίνακας 39. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	1245,8
Μαρτυρας	A	943,1
imazethapyr	A	920,0

C.V. = 10%

Πίνακας 40. Ξηρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	121,7
isoxaflutole	A	109,3
imazethapyr	B	69,2

C.V. = 13%

Πίνακας 41. Χλωρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	A	144,6
Μαρτυρας	A	138,1
imazethapyr	A	122,3

C.V. = 8,5%

Πίνακας 42. Ξηρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	20,3
isoxaflutole	A	18,9
imazethapyr	A	16,2

C.V. = 6%

6.2.4. Βιοδοκιμή στις 105 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

6.2.4.1. Παρατήρηση συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας

Στις 105 ημέρες μετά την εφαρμογή, διαπιστώθηκε ότι το βαμβάκι, το καλαμπόκι, η βρώμη και η φακή δεν έδειξαν κανένα ορατό σύμπτωμα φυτοτοξικότητας προκαλούμενο απ' τα 2 ζιζανιοκτόνα. Μόνο το isoxaflutole προκάλεσε φυτοτοξικότητα στα τεύτλα με τη μορφή λεύκανσης.

6.2.4.2. Αύξηση των καλλιεργειών

Τα υπολείμματα του imazethapyr 105 ημέρες μετά την εφαρμογή του επηρέασαν στατιστικώς σημαντικά το χλωρό και ξηρό βάρος της βρώμης κατά 18 και 31% και των τεύτλων κατά 45 και 70% αντίστοιχα (πίνακες 45,46,47,48), ενώ δεν επηρέασε καμιά απ' τις άλλες 3 καλλιεργείες. Το isoxaflutole την ίδια χρονική περίοδο βρέθηκε να επηρεάζει αρνητικά το χλωρό και το ξηρό βάρος των τεύτλων κατά 70 και 75%, αντίστοιχα επί των βαρών του μάρτυρα (πίνακες 48 και 49). Επίσης επηρέασε αρνητικά το χλωρό βάρος της βρώμης και το ξηρό βάρος της φακής (πίνακες 51 και 52) σε ποσοστά 33 και 39% αντίστοιχα επί των βαρών του μάρτυρα.

Πίνακας 43. Χλωρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	1347,1
isoxaflutole	A	1309,1
imazethapyr	A	1208,1

C.V. = 6,5%.

Πίνακας 44. Ξηρό βάρος καλαμποκιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	76,1
imazethapyr	A	75,7
isoxaflutole	A	70,8

C.V. = 9%

Πίνακας 45. Χλωρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	184,1
imazethapyr	B	153,1
isoxaflutole	B	130,7

C.V. = 6%

Πίνακας 46. Ξηρό βάρος βρώμης σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	92,8
isoxaflutole	B	77,8
imazethapyr	B	64,5

C.V. = 7%

Πίνακας 47. Χλωρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
imazethapyr	B	106,7
Μαρτυρας	A	226,8
isoxaflutole	B	52

C.V. = 21%

Πίνακας 48. Ξηρό βάρος τεύτλων σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	B	23,3
Μαρτυρας	A	88,2
imazethapyr	B	7,4

C.V. = 5%

Πίνακας 49. Χλωρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
isoxaflutole	B	566,2
Μαρτυρας	A	509,6
imazethapyr	B	603,1

C.V. = 5%

Πίνακας 50. Ξηρό βάρος βαμβακιού σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	117,0
isoxaflutole	A	101,8
imazethapyr	A	98,3

C.V. = 16%

Πίνακας 51. Χλωρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	76,1
imazethapyr	A	68,5
isoxaflutole	B	47,1

C.V. = 13%

Πίνακας 52. Ξηρό βάρος φακής σε g/φυτό του μάρτυρα και των 2 υπό μελέτη ζιζανιοκτόνων.

επέμβαση		M.O.
Μαρτυρας	A	18,3
imazethapyr	A	16,2
isoxaflutole	B	12,0

C.V. = 4,5%

6.2.5. Βιοδοκιμή στις 135 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων

Από τις 5 καλλιέργειες μόνο τα τεύτλα εμφάνισαν φυτοτοξικότητα με τη μορφή λεύκανσης στο isoxaflutole, ενώ το βαμβάκι, το καλαμπόκι, η βρώμη και η φακή δεν εμφάνισαν φυτοτοξικά συμπτώματα από κανένα ζιζανιοκτόνο. Τα τεύτλα έδειξαν μείωση του χλωρού και ξηρού τους βάρους από το isoxaflutole κατά 75 και 60% αντίστοιχα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αρκετά απ' τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται αφήνουν στο έδαφος επικίνδυνα υπολείμματα και σε υψηλές συγκεντρώσεις ορισμένες φορές, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα στην αμειψισπορά των καλλιεργειών. Έχει διαπιστωθεί από πληθώρα μελετών ότι η υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν στο προγραμματισμό της αμειψισποράς γιατί μπορεί να ζημιώσει σοβαρά τις επόμενες καλλιέργειες. Τα 2 ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία (isoxaflutole, imazethapyr), κυκλοφόρησαν πρόσφατα στην Ελλάδα και είναι ελάχιστες ως ανύπαρκτες οι μελέτες ιδιαίτερα στη χώρα μας που αφορούν την υπολειμματικότητά τους και την επίδρασή τους στις καλλιέργειες την ίδια ή την επόμενη χρονιά.

Το βαμβάκι ήταν η πιο ανθεκτική καλλιέργεια και στα 2 ζιζανιοκτόνα αφού δεν έδειξε σοβαρή βλάβη όταν σπάρθηκε ακόμη και στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή και των 2 ζιζανιοκτόνων. Όμως οι Johnson et al. (1993) διαπίστωσαν σε σχετική μελέτη ότι το imazethapyr προκάλεσε βλάβη στο βαμβάκι 1 χρόνο μετά την εφαρμογή του στη συνιστώμενη δόση.

Η φακή επηρεάστηκε από τα υπολείμματα του isoxaflutole μέχρι τις 75 ημέρες μετά την εφαρμογή του και αυτό φάνηκε από τη μείωση του χλωρού και ξηρού της βάρους, ενώ ταυτόχρονα παρουσίασε και ορατά φυτοτοξικά συμπτώματα. Το imazethapyr δεν επηρέασε καθόλου τη φακή (χλωρό και ξηρό βάρος), ενώ όπως αναφέρουν οι Hanson και Thill (1998) το imazethapyr σε πειράματα αγρού με φακή δε μείωσε ούτε την απόδοση σε σπόρο.

Η βρώμη επηρεάστηκε από τα υπολείμματα του isoxaflutole στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή του, όμως στις επόμενες βιοδοκιμές η αύξηση των φυτών της βρώμης ήταν κανονική. Το imazethapyr δεν επηρέασε τη βρώμη ούτε το σιτάρι που σπάρθηκε 180 ημέρες μετά την εφαρμογή του. Οι Hanson και Thill (1998) σε σχετική μελέτη διαπίστωσαν ότι το imazethapyr μείωσε την απόδοση σε βιομάζα του σιταριού κατά 24%.

Τα τεύτλα όπως αποδείχτηκε από τα πειράματα στον αγρό και στο εργαστήριο ήταν η πιο ευαίσθητη καλλιέργεια στα υπολείμματα και των 2 ζιζανιοκτόνων. Συγκεκριμένα το isoxaflutole επηρέασε την αύξηση των τεύτλων μέχρι και τις 135 ημέρες μετά την εφαρμογή του. Επίσης το imazethapyr επηρέασε την αύξηση των τεύτλων μέχρι τις 0 και 45 ημέρες. Ο Onofri (1996) διαπίστωσε ότι τα τεύτλα μπορούν να σπαρθούν 6 μήνες μετά την εφαρμογή του imazethapyr, ενώ οι Moyer και Esau (1996) διαπίστωσαν μείωση στην απόδοση των τεύτλων ακόμη και 3 χρόνια μετά την εφαρμογή του imazethapyr.

Το καλαμπόκι υπέστη βλάβη από το imazethapyr στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή του. Οι Loux et al. (1989) διαπίστωσαν με το imazethapyr ότι η ανάπτυξη της ρίζας του καλαμποκιού ήταν πιο βραδεία απ' ότι η ανάπτυξη του βλαστού. Οι Curran et al. (1991) δεν παρατήρησαν βλάβη στο καλαμπόκι απ' το imazethapyr, όμως οι Johnson et al. (1993) διαπίστωσαν βλάβη στο καλαμπόκι από 0 ημέρες μέχρι και 1 χρόνο μετά την εφαρμογή του στη δόση των 70 και 140 g ai/ha. Εξαρτάται προφανώς και από τη μηχανική σύσταση του εδάφους, εφόσον οι Loux et al. βρήκαν ότι το imazethapyr επηρεάζει το καλαμπόκι σε ιλυοπηλώδες έδαφος 5 μήνες μετά την εφαρμογή του.

Συνοπτικά, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις ποσοτικές και ποιοτικές παρατηρήσεις των φυτών στα πειράματα του αγρού και του εργαστηρίου είναι τα εξής:

1. για το isoxaflutole στον αγρό, το βαμβάκι και το καλαμπόκι διαπιστώθηκε ότι μπορούν να σπαρθούν στις 45 ημέρες μετά την εφαρμογή. Για τη βρώμη πρέπει να περάσουν 45 ημέρες και για τη φακή 75 για να μην υπάρξει πρόβλημα. Τα τεύτλα είναι αρκετά ευαίσθητη καλλιέργεια αφού εμφάνισε πρόβλημα 135 ημέρες μετά την εφαρμογή (συμπτώματα λεύκανσης).
2. για το imazethapyr στον αγρό, το βαμβάκι, η βρώμη και η φακή μπορούν να σπαρθούν μετά τις 0 ημέρες από την εφαρμογή, παρόλου που διαπιστώθηκε μικρή μείωση του βάρους. Το καλαμπόκι φάνηκε ότι μπορεί να σπαρθεί 45 ημέρες μετά την εφαρμογή του, όπως και τα τεύτλα.
3. για το isoxaflutole τα αποτελέσματα και κατ' επέκταση τα συμπεράσματα του εργαστηρίου είναι παρόμοια με του αγρού.
4. για το imazethapyr στο εργαστήριο, διαπιστώθηκε ότι το βαμβάκι, η βρώμη και η φακή μπορούν να σπαρθούν ακόμη και στις 0 ημέρες μετά την εφαρμογή του, για το καλαμπόκι πρέπει να μεσολαβήσει χρονικό διάστημα 45 ημερών και για τα τεύτλα πρέπει να περάσουν 75 ημέρες μετά την εφαρμογή του.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική :

1. Ελευθεροχωρινός Γ. Ηλίας 1996. Ζιζανιολογία. Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα. σελ 325.
2. Λόλας Χ. Πέτρος 2003. Ζιζανιολογία, ζιζάνια-ζιζανιοκτόνα, τύχη και συμπεριφορά στο περιβάλλον. Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ 588.
3. Λόλας Π. Χ. 1995. Ορθολογική αντιμετώπιση ζιζανίων και χρήση ζιζανιοκτόνων στον καπνό. Πρώτο επιστημονικό συνέδριο καπνού, 191-202. Αγρίνιο 1994.
4. Κατσίβας Αλέξης. Πρακτικά 11^{ου} ζιζανιολογικού συνεδρίου. Isoxaflutole: Νέο ζιζανιοκτόνο αραβοσίτου. Βόλος 1999.

Ξενόγλωσση:

5. Ball A. Daniel et al. 2003. Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. *Weed Technology* 17 : 161-165.
6. Barnes J. Clyde et al. 1989. Effects of imazaquin residues on cotton. *Weed Science* 37 : 820-823.
7. Beltran E. et al. 2002. Influence of the physical and chemical properties of soil on the retention process of isoxaflutole and its two main derivatives. *Weed Research* 42 : 385-393.
8. Brewster D. Bill, 1983. Response of wheat (*Triticum aestivum*) and rotation crops to chlorsulfuron. *Weed Science* 31 : 861-866.
9. Burnside O.C., Schultz M.E. 1978. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum and soybeans during the year of application. *Weed Science* 26 : 108-115.

10. Curran S. William et al. 1991. Corn (*Zea mays*) injury following use of clomazone, chlorimuron, imazaquin and imazethapyr. *Weed Technology* 5 : 539-544.
11. Dusky A. Joan, 1996. Evaluation of imazethapyr for weed control in leafy vegetable crops. *Weed Technology* 10 : 253-257.
12. Eleftherohorinos I. G., Kotoula-Syka Eleni. 1989. Field persistence of chlorsulfuron in relation to rotational crops. *Weed Research* 29 : 127-134.
13. Eleftherohorinos I. G. 1987. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron as effected by activated charcoal. *Weed Research* 27: 443-452.
14. Greenland G. Richard 2003. Injury to vegetable crops from herbicides applied in previous years. *Weed Technology* 17 : 73-78.
15. Griffin L. James, Robinson F. John 1989. Metolachlor and alachlor persistence in rice (*Oryza sativa*) following soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 3 : 82-85.
16. Hanson Bradley D., Thill Donald C. 2001. Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil, pea and subsequent winter wheat crop. *Weed Technology* 15 : 190-194.
17. Jackson A. W. et al. 1978. Tolerance of soybean and grain sorghum to fluometuron residue. *Weed Science* 26 : 454-458.
18. Johnson David H., Jordan David L., Johnson William G., Talbert Ronald E., Frans Robert E. 1993. Nicosulfuron, primisulfuron, imazethapyr and DPX-PE350 injury to succeeding crops. *Weed Technology* 7 : 641-644.
19. Johnson David H., Talbert Ronald E. 1993. Imazaquin, chlorimuron and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Technology* 7 : 573-577.
20. Johnson David H., Talbert Ronald E. 1996. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to imazaquin and imazethapyr soil residues. *Weed Science* 44 : 156-161.

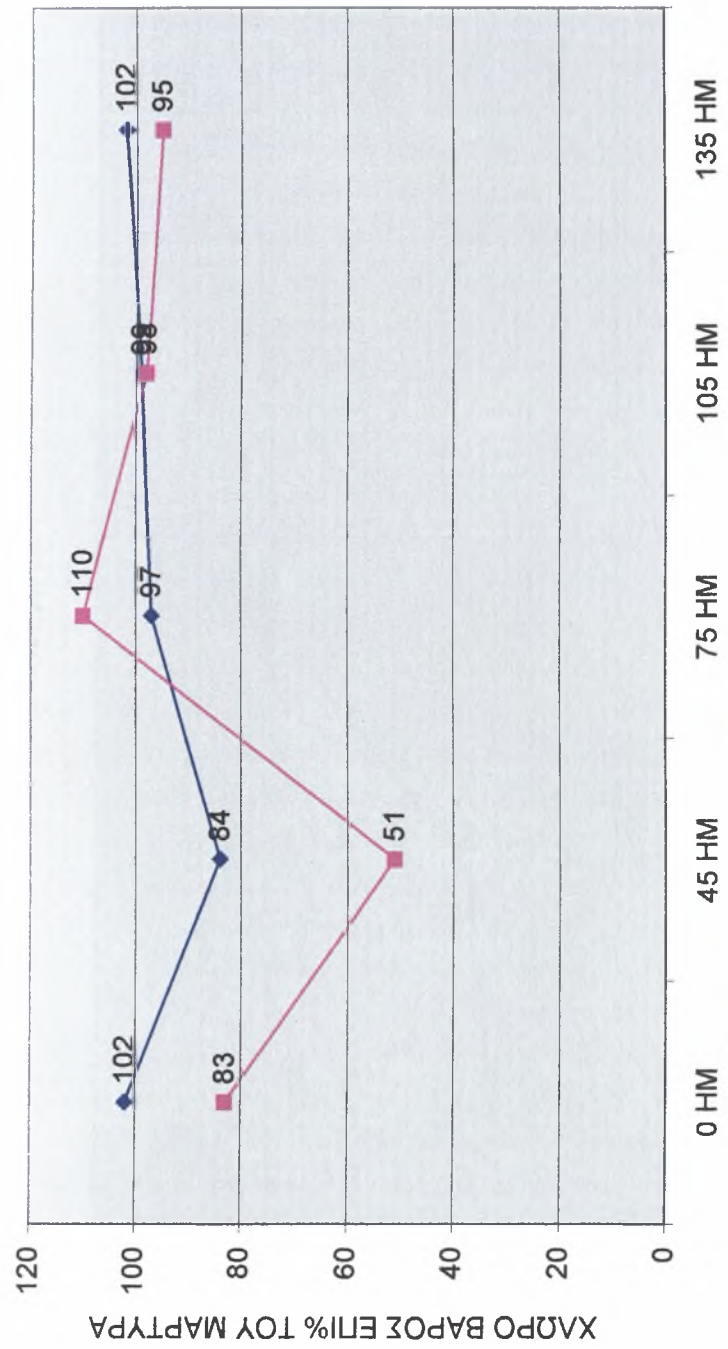
21. Johnson David H. et al. 1995. Effects of rotational crop herbicides on rice (*Oryza sativa*). *Weed Science* 43 :648-654.
22. Kotoula-Syka Eleni et al. 1993. Persistence of preemergence applications of chlorsulfuron, metsulfuron, triasulfuron and tribenuron in 3 soils in Greece. *Weed Science* 41 : 246-250.
23. Kotoula-Syka Eleni et al. 1993. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron, metsulfuron-methyl, triasulfuron and tribenuron-methyl in 3 soils. *Weed Research* 33 : 355-366.
24. Loux Mark M. et al. 1989. Availability and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in soil. *Weed Science* 37 : 259-267.
25. Iowa State University Extension, 2002. Physicochemicals properties of imazethapyr. *Herbicide Manual for Agricultural Professionals Online*.
26. Moyer James R. et al. 1990. Chlorsulfuron persistence and response of 9 rotational crops in alkaline soils. *Weed Technology* 4 : 543-548.
27. Moyer James R., Esau Rudy. 1996. Imidazolinone herbicide effects on following rotational crops in Southern Alberta. *Weed Technology* 10 : 100-106.
28. Moyer Jim R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. *Weed Technology* 9 : 373-379.
29. Novosel Karen et al. 1995. Sugarbeet (*Beta vulgaris*) response to and sorption characteristics of nicosulfuron and primisulfuron. *Weed Technology* 9 : 484-489.
30. O' Sullivan John et al. 2002. Sweet corn cultivar sensitivity to mesotrione. *Weed Technology* 16 : 421-425.
31. O' Sullivan P.A. et al. 1985. Tolerance of spring wheat to trifluralin in deep-incorporated in the autumn or spring. *Weed Research* 25 : 275-280.

32. Onofri A. 1996. Biological activity, field persistence and safe recropping intervals for imazethapyr and rimsulfuron on a silty-clay soil. *Weed Research* 36 : 73-83.
33. Renner Karen A. et al. 1988. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). *Weed Science* 36 : 78-83.
34. Renner Kaner A. Powell Gary E. 1991. Response of sugarbeet (*Beta vulgaris*) to herbicide residues in soil. *Weed Technology* 5 : 622-627.
35. Romera E. et al. 1993. Effects of chloroacetamides and photosynthesis-inhibiting herbicide on growth and photosynthesis in sunflower and *Amaranthus hybridus*. *Weed Research* 33 : 369-374.
36. Sprague Christy L. et al. 1999. Weed control and corn tolerance from soil applied RPA201772. *Weed Technology* 13 : 713-725.
37. Steckel Lawrence E. et al. 2003. Soil factor effects on tolerance of two corn hybrids to isoxaflutole plus flufenacet. *Weed Technology* 17 : 599-604.
38. Taylor-Lovell et al. 2000. The absorption and removal of isoxaflutole in soils.
39. Thorsness Kevin B., Messersmith Calvin G. 1992. Clopyralid influences rotational crops. *Weed Technology* 5 : 159-164.
40. Van Wyk Leon J., Reinhardt Carl F. 2001. A bioassay technique detects imazethapyr leaching and liming-dependent activity. *Weed Technology* 15 : 1-6.
41. Walker A., Welch Sarah J. 1989. The relative movement and persistence in soil of chlorsulfuron, metsulfuron-methyl and triasulfuron. *Weed Research* 29 : 375-383.
42. Webster Eric P., Shaw David R. 1996. Carryover potential of pyriithiobac to rotational crops on a Mississippi Black Belt Region clay soil. *Weed Technology* 10 : 140-144.
43. Wilson Robert G. 1994. Effect of imazethapyr on legumes and the effect of legumes on weeds. *Weed Technology* 8 : 536-540.

44. Wilson Robert et al. 1992. Dry edible bean (*Phaseolus vulgaris*) response to imazethapyr. *Weed Technology* 5 : 22-26.
45. WSSA Herbicide Handbook-8th Edition, 2002. Metabolism of isoxaflutole and resistance of weeds, 8 207-212.
46. Young Bryan G. et al. 1999. Preemergence weed control in conventional – till corn with RPA201772. *Weed Technology* 13 : 471-477.
47. Zollinger K.R. 2003a. The tolerance of crops to residues of isoxaflutole six and ten months after the application in soil. *Herbicide Manual for Agricultural Professional Online, North Dakota Weed Control Guide*.
48. Zollinger K.R. 2003b. The characteristic symptoms of Imidazolinones on the crops and weeds.
49. Zollinger K.R. 2003c. Effects to residues of Imidazolinones on the crops one year after the application in soil. *North Dakota Weed Control Guide*.

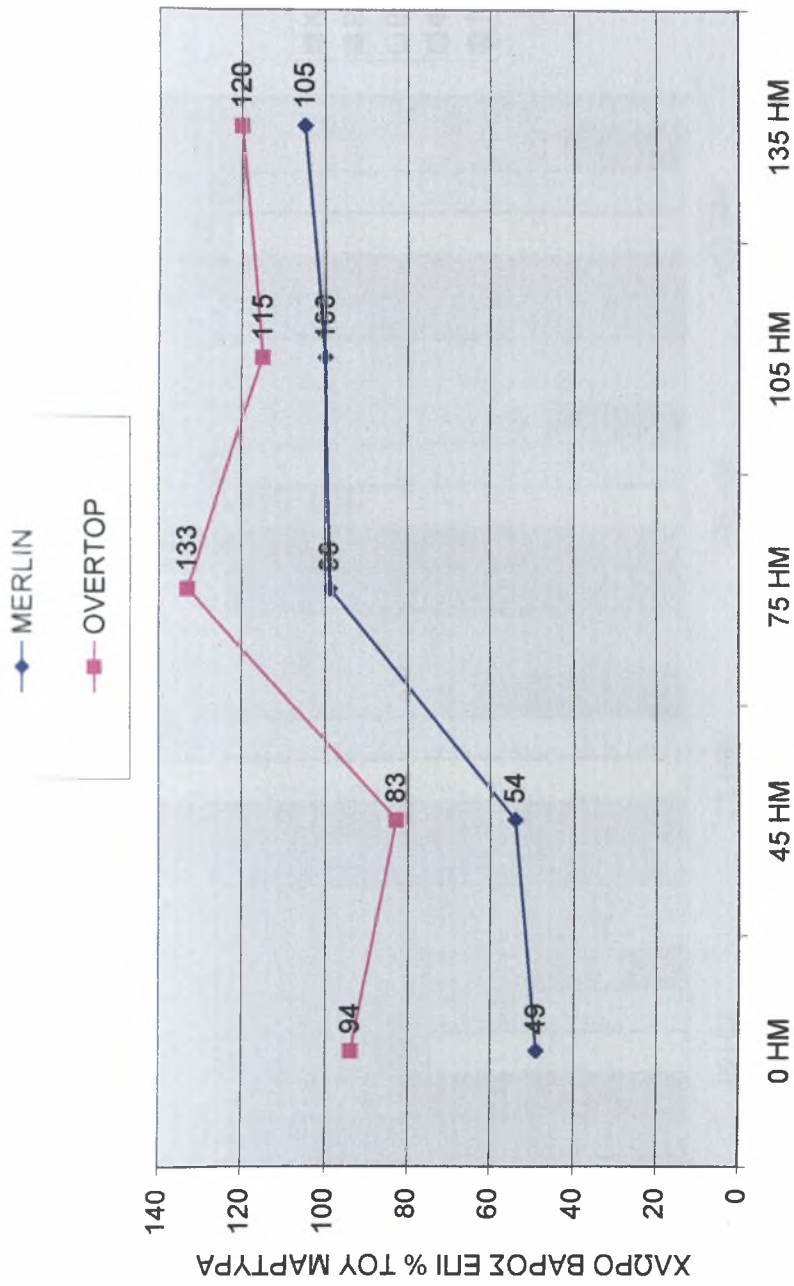
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

—◆— MERLIN —■— OVERTOP



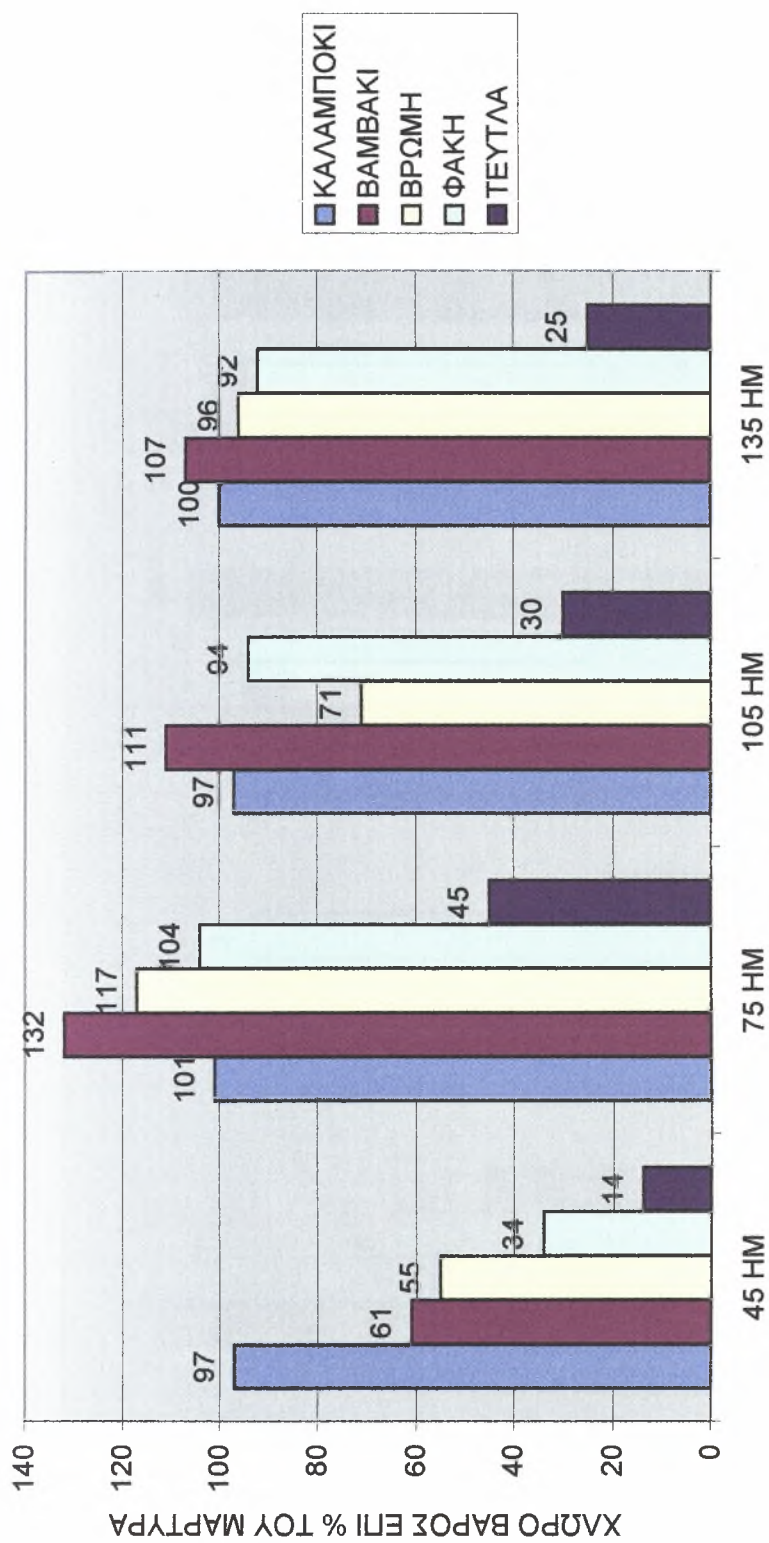
ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΧ. 1. Χλωρό βάρος ανα φυτό καλαμποκιού εκφρασμένο επί τοις εκατό του μάρτυρα για τα 2 ζιζανιοκτόνα στις 5 βιοδοκιμές αγρού.



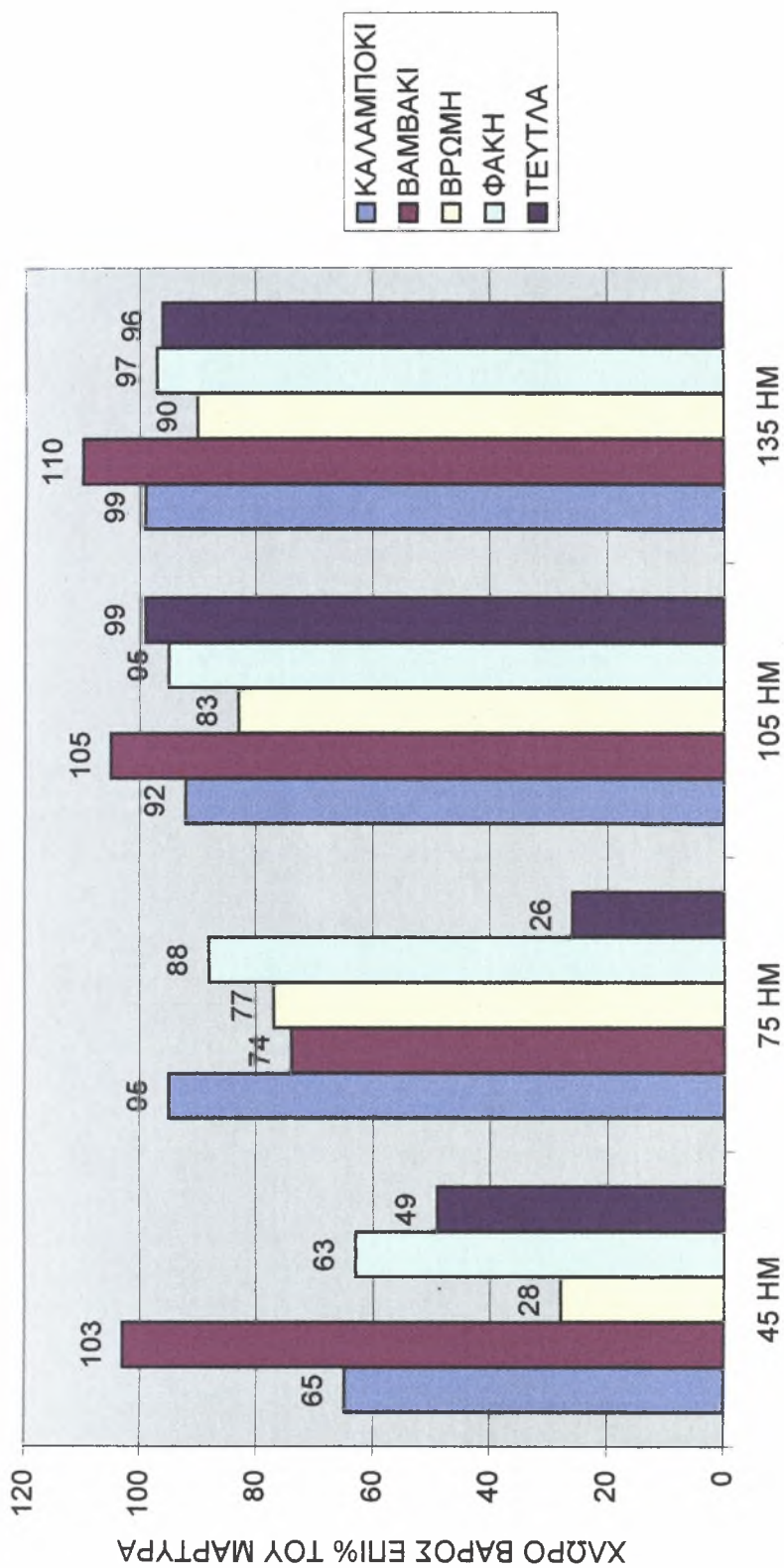
ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΧ.2. Χλωρό βάρος ανά φυτό φακής εκφρασμένο επί τοις εκατό του μάρτυρα για τα 2 ζιζανιοκτόνα στις 5 βιοδοκιμές αγρού.



ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΧ.3. Χλωρά βάρη ανά φυτό των 5 καλλιεργειών εφαρμοσμένα σε ποσοστά επί τοις εκατό του μάρτυρα για το isoxaflutole(Merlin) στις 5 βιοδοκιμές με φυτοδοχεία στο εργαστήριο.



ΣΧ.4. Χλωρά βάρη ανά φυτό των 5 καλλιεργειών εκφρασμένα επί τοις εκατό του μάρτυρα για το imazethapyr (Overtop) στις 5 βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία στο εργαστήριο.
 ΗΜΕΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074940

ΕΙΣΑΓΩΓΗ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ

