

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 112
Ημερομηνία 3-3-2006

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

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



Μουζακίτης Χρήστος

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
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 4908/1
Ημερ. Εισ.: 13-09-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2005
ΜΟΥ

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

**Υπολειμματικότητα δυο ζιζανιοκτόνων και ασφαλείς χρόνοι
επανασποράς**

Μουζακίτης Χρήστος

Εξεταστική Επιτροπή

Πέτρος Λόλας
Καθηγητής Π.Θ.
Επιβλέπων

Θεοφάνης Γέμτος
Καθηγητής Π.Θ.
Μέλος

Νικόλαος Τσιρόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ.
Μέλος

ΒΟΛΟΣ, 2005

ΣΤΟΥΣ ΓΟΝΕΙΣ ΜΟΥ
Γιώργο και Μαρία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η επίδραση των υπολειμμάτων δυο ζιζανιοκτόνων, του mesotrione (Callisto) και του norflurazon (Zorial) στην αύξηση 5 καλλιεργειών (καλαμπόκι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, βρώμη και φακή) στον αγρό, κατά το χρονικό διάστημα Απρίλιος - Οκτώβριος 2004, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Η υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων μελετήθηκε με βιοδοκιμές των 5 καλλιεργειών στο εργαστήριο σε φυτοδοχεία σε εδαφικά δείγματα που πάρθηκαν ανά 30 ημέρες. Στα εδαφοδείγματα μετρήθηκαν επίσης και τα υπολείμματα του norflurazon κατά το χρονικό διάστημα Απρίλιος-Οκτώβριος 2004 με αέρια χρωματογραφία και ανιχνευτή αζώτου-φωσφόρου (NPD). Επίσης στον πειραματικό αγρό εξετάστηκε και η ευαισθησία του σιταριού στα δυο ζιζανιοκτόνα κατά την περίοδο Νοέμβριος 2004 – Μάρτιος 2005, 210 ημέρες μετά την εφαρμογή (HME) των ζιζανιοκτόνων.

Από τις βιοδοκιμές στον αγρό βρέθηκε, ότι το mesotrione επηρέασε την αύξηση και ανάπτυξη των τεύτλων ακόμα και στις 105 HME. Το καλαμπόκι, η φακή και η βρώμη φαίνεται να μπορούν να σπαρθούν ακόμα και στις 10 HME. Η βρώμη επίσης φαίνεται να παρουσιάζει σημαντική μείωση στις 45, 75 και 105 HME αν και στις 10 ημέρες δεν εμφάνισε κανένα πρόβλημα. Το βαμβάκι από τις 45 HME και μετά μπορεί να σπαρθεί κανονικά. Όσο για το norflurazon βρέθηκε ότι στις 45 HME το καλαμπόκι, η βρώμη και τα τεύτλα εμφάνισαν σημαντική μείωση. Χαρακτηριστική είναι η μείωση που παρουσιάστηκε στην καλλιέργεια της φακής στις 105 HME, αν και μέχρι και τις 75 ημέρες δεν είχε εμφανιστεί καμία μείωση. Το καλαμπόκι, το βαμβάκι και η βρώμη δεν επηρεάστηκαν από το norflurazon.

Στις βιοδοκιμές που έγιναν σε φυτοδοχεία στο εργαστήριο, παρατηρήθηκε ότι το norflurazon είχε τη μεγαλύτερη φυτοτοξική επίδραση καθώς επηρέασε την αύξηση και ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων μέχρι και 105 HME. Το βαμβάκι φαίνεται να μπορεί να σπαρθεί από τις 75 HME και μετά καθώς επίσης και η φακή στις 75 HME. Τα τεύτλα φαίνεται να μην μπορούν να σπαρθούν ακόμα και στις 105 HME. Η απόδοση του καλαμποκιού φαίνεται να επηρεάζεται μόνο στις 105 HME.

Συμπεραίνεται, λοιπόν ότι το πιο επίμονο ζιζανιοκτόνο από άποψη υπολειματικότητας είναι το norflurazon και η πιο ευαίσθητη καλλιέργεια είναι τα ζαχαρότευτλα.

Από τις μετρήσεις υπολειμμάτων του norflurazon στα εδαφοδείγματα του αγρού φαίνεται ότι τα υπολείμματα του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου παρουσίασαν σημαντική μείωση με την πάροδο του χρόνου. Πιο ειδικά, στις 45 ΗΜΕ παρατηρήθηκε μείωση περίπου 80% της αρχικής δόσης, ενώ στις 75,105 και 140 ΗΜΕ βρέθηκαν υπολείμματα norflurazon που αντιστοιχούν στο 30%, 8,4% και 8,7% της αρχικής συγκέντρωσης, αντίστοιχα..

Όσον αφορά τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών του σιταριού στον αγρό φάνηκε ότι και τα 2 ζιζανιοκτόνα δεν επηρεάζουν τον αριθμό των φυτών και των αριθμό των αδελφιών, όμως το norflurazon βρέθηκε να επηρεάζει το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών έως και τις 60 ημέρες από τη σπορά, αντίστοιχα.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται σε όλους όσους με οποιαδήποτε τρόπο βοήθησαν και κατέστησαν δυνατή την εργασία αυτή.

Ειδικές ευχαριστίες οφείλονται στον Κοσμήτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και Καθηγητή Ζιζανιολογίας κ. κ. Πέτρο Χ. Λόλα , επιβλέποντα στην πτυχιακή μου διατριβή, για την υπόδειξη του θέματος, την καθοδήγηση και τις χρήσιμες συμβουλές για την πραγματοποίηση της εργασίας καθώς και την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το μέλος της επιτροπής κ. κ. Θεοφάνη Γέμτο Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύ καλή συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά του στην συγγραφή της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το μέλος της επιτροπής Επίκουρο Καθηγητή κ. κ. Νικόλαο Τσιρόπουλου Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις εύστοχες υποδείξεις του,

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τον κ. Σουίπα Σπυρίδωνα για την πολύ ενδιαφέρουσα συνεργασία που είχα μαζί του καθ'όλη τη διάρκεια της προπτυχιακής διατριβής μου.

Θερμές ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον συμφοιτητή μου Παπαντώνη Σταμάτη για το ζήλο και τις ακόπιαστες προσπάθειες που κατέβαλε καθ'όλο το χρονικό διάστημα της προπτυχιακής μου διατριβής.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Γεωπόνο Κουτσούλη Γεωργία καθώς η επιστημονικής της έρευνα που προηγήθηκε κατά το χρονικό διάστημα 2003-2004 αποτέλεσε έναυσμα για την δική μου πτυχιακή διατριβή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους, την ηθική, υλική και πνευματική υποστήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της πενταετούς φοίτησής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	9
2.1 mesotrione.....	9
2.2 norflurazon.....	12
3. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ.....	15
4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	18
4.1 mesotrione.....	18
4.2 norflurazon.....	19
4.3 Άλλα ζιζανιοκτόνα.....	21
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	30
5.1 Πείραμα Αγρού.....	30
5.2 Βιοδοκιμές Αγρού.....	32
5.3 Βιοδοκιμές σε Φυτοδοχεία.....	34
5.4 Μέτρηση των υπολειμμάτων του norflurazon στο έδαφος	35
5.5 Ευαισθησία του σιταριού στα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων στον αγρό.....	36
5.6 Στατιστική Ανάλυση.....	36
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	38
6.1.1. Βιοδοκιμές 10 ΗΜΕ	38
6.2.2 Βιοδοκιμές 45 ΗΜΕ.....	40
6.2.3. Βιοδοκιμές 75 ΗΜΕ.....	42
6.2.4. Βιοδοκιμές 105 ΗΜΕ	44
6.3 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία 10 ΗΜΕ	46
6.3.2 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία 45 ΗΜΕ.....	46
6.3.3 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία 75 ΗΜΕ	48
6.3.4 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία 105 ΗΜΕ	50
6.4 Ευαισθησία του σιταριού στα υπολείμματα δυο ζιζανιοκτόνων.....	53
6.5 Υπολειμματικότητα norflurazon στο έδαφος	57
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	59
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ζιζάνια, είναι ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα στη γεωργία σήμερα. Σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες, τα ζιζάνια εμφανίζονται στα αγροοικοσυστήματα κάθε χρόνο και εάν δεν ελεγχθούν, τότε όχι μόνο μειώνουν τις αποδόσεις, αλλά επηρεάζουν και την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων. Τα ζιζάνια και οι σοβαρές του ζημιές είναι γνωστά στον άνθρωπο από πολύ παλιά, ακόμα και από την εποχή της Βίβλου.

Είναι καλά γνωστό σε όλους όσους ασχολούνται με την γεωργία, ότι κάθε χρόνο 10 έως 50 διαφορετικά είδη ζιζανίων εμφανίζονται και μπορεί να προξενήσουν, εάν δεν ελεγχθούν καλά, μεγάλες ζημιές στις αποδόσεις, στις κύριες καλλιέργειες της χώρας. Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί συνολικά περισσότερα από 150 είδη ζιζανίων.

Γενικά, τα ζιζάνια παρεμβαίνουν και επηρεάζουν τις διάφορες καλλιέργειες κύρια με ανταγωνισμό για διάφορα θρεπτικά στοιχεία, CO₂, νερό, φώς και χώρο. Είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι ένα σημαντικό ποσοστό από τις αλματώδεις αυξήσεις των αποδόσεων στην γεωργία τα τελευταία χρόνια οφείλεται στις βελτιωμένες καλλιεργητικές φροντίδες, μια από τις οποίες είναι και ο έλεγχος των ζιζανίων.

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, σήμερα ο γεωργός μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες μεθόδους όπως πρόληψη, όργωμα-σκάλισμα, αμειψισπορά, ηλιοθέρμανση και χημικά ζιζανιοκτόνα. Ο πιο αποτελεσματικός και οικονομικός τρόπος περιορισμού των ζημιών είναι ο έλεγχος τους με ζιζανιοκτόνα.

Όμως η χρησιμοποίηση των ζιζανιοκτόνων χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και αρκετά εξειδικευμένες γνώσεις για την πρόληψη ή την αποφυγή σοβαρών επιπτώσεων στα φυτά, στους ζωικούς οργανισμούς και στο αβιοτικό περιβάλλον (έδαφος-αέρας-νερό). Ένα σημαντικό πρόβλημα των ζιζανιοκτόνων είναι η παραμονή τους το έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους, με αποτέλεσμα να ζημιώνουν άλλες καλλιέργειες (υπολειμματική δράση).

Το χρονικό διάστημα που ένα ζιζανιοκτόνο παραμένει στο έδαφος αμετάτρεπτο και βιολογικά ενεργό ονομάζεται διάρκεια ζωής ή υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου. Η παρουσία μιας ποσότητας ενός ζιζανιοκτόνου στο έδαφος για περισσότερο από τον χρόνο που χρειάζεται για τον έλεγχο των ζιζανίων συνιστά τα υπολείμματα του, που είναι ανεπιθύμητα από γεωργική και περιβαλλοντική άποψη.

Υπολειμματική φυτοτοξικότητα είναι η ζημία ή και καταστροφή που προκαλείται 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.

Η υπολειμματική δράση των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος είναι ίσως ο σπουδαιότερος περιοριστικός παράγοντας στη χρήση των ζιζανιοκτόνων. Αρκετά ζιζανιοκτόνα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και παραμένουν στο έδαφος αρκετό χρόνο με αποτέλεσμα ευαίσθητες καλλιέργειες στα υπολείμματά τους να βλάπτονται σοβαρά ή να είναι αδύνατο να καλλιεργηθούν στο ίδιο χωράφι μερικούς μήνες αργότερα ή την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Είναι φανερό λοιπόν ότι έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία να γνωρίζουμε σε ποιες περιπτώσεις, περιορίζεται ή εμποδίζεται η κανονική ανάπτυξη καλλιεργειών από τη χρήση ζιζανιοκτόνων καθώς και να γνωρίζουμε πότε είναι ασφαλές για την επανασπορά ή επαναφύτευση καλλιεργειών στο χωράφι μετά τη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.

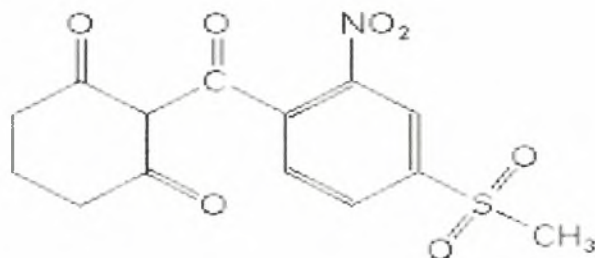
Σε άλλες χώρες το θέμα υπολειμματική δράση ζιζανιοκτόνων εδάφους και αμειψισπορά έχει μελετηθεί και μελετάται ικανοποιητικά. Έτσι είναι γνωστό ποια ζιζανιοκτόνα, στις εκεί εδαφοκλιματικές συνθήκες, έχουν υπολειμματικότητα μεγάλης διάρκειας, φυτοτοξική και εμποδιστική για παραγωγική χρήση των χωραφιών στην αμειψισπορά ορισμένων καλλιεργειών. Πολλά είναι τα γνωστά και χαρακτηριστικά παραδείγματα στη βιβλιογραφία. Στην Ελλάδα το θέμα δεν έχει αντιμετωπισθεί καθόλου για αρκετές καλλιέργειες.

Η μεγάλη σημασία στη γεωργική πράξη της υπολειμματικής φυτοτοξικότητας ορισμένων ζιζανιοκτόνων εδάφους επέβαλε την ανάγκη μελέτης της υπολειμματικής δράσης δυο ζιζανιοκτόνων, του mesotrione και του pofluzazon για 5 καλλιέργειες, του καλαμποκιού, του βαμβακιού, των τεύτλων, της βρώμης και της φακής.

2. ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1. mesotrione (Callisto)

Το ζιζανιοκτόνο mesotrione ανήκει στην οικογένεια Τρικετόνες και η χημική του δομή φαίνεται στο Σχ.1.



Σχήμα 1. Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου mesotrione

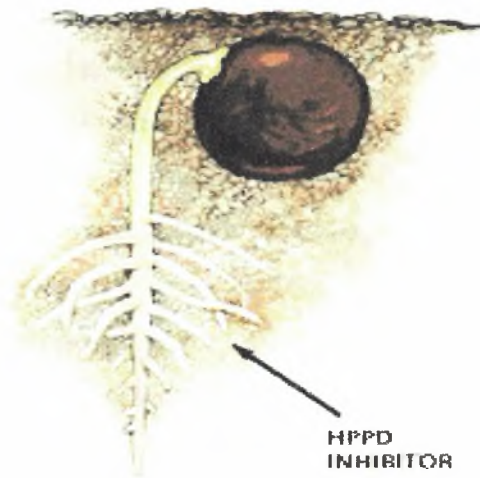
Χρήση:

Χρησιμοποιείται προφυτρωτικά (PRE) σε δόση 10-22,5 g/στρ. και μεταφυτρωτικά (POST) σε δόση 7-15 g/στρ. Ελέγχει πλατύφυλλα ζιζάνια όπως: *Xanthium*, *Abutilon*, *Chenopodium*, *Polvgonum* και *Ambrosia* και μερικά αγρωστώδη ζιζάνια. Χρησιμοποιείται στο καλαμπόκι. Κυκλοφορεί στην Ελλάδα από το 2000 με το εμπορικό όνομα Callisto. Άλλα εμπορικά ονόματα σε άλλες χώρες είναι Kompletτ μίγμα mesotrione και rimsulfuron και Maisterpack, μίγμα mesotrione και bromoxynil (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002)

Η δραστική ουσία του mesotrione είναι χημικό ανάλογο της ουσίας που υπάρχει στο φυτό *Callistemon cimitnuss*. Είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο και συνδυάζεται και με άλλα ζιζανιοκτόνα τον καλαμποκιού για τη διεύρυνση του φάσματος δράσης του. Η μοριακή του μορφή είναι C₁₄H₁₃NO₇S και το μοριακό του βάρος είναι 339,3. Η πυκνότητα του είναι 1,46 g/mL στους 20° C ενώ η πίεση ατμών του είναι 5,69 X 10⁻³ mPa. Είναι σταθερό στην υδρόλυση (pH 4-9). Η υδατοδιαλυτότητα του mesotrione στο νερό (g/L, 20° C) είναι 2,2 (pH 4.8), 15 (pH 6.9), 22 (pH 9), (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002)

Μηχανισμός δράσης:

Το mesotrione απορροφάται διαμέσου τον βλαστού κυρίως αλλά μπορεί να απορροφηθεί και διαμέσου της ρίζας, όταν η εφαρμογή του γίνεται στο έδαφος.



Εικόνα 1 Τρόπος εισόδου του mesotrione

Απορροφάται διαμέσου του σπόρου και του εμφανιζόμενου βλαστού και ρίζας όταν γίνεται προφυτρωτική εφαρμογή του στο έδαφος. Μεταφέρεται στο ξύλωμα και στο φλοιώμα και κατανέμεται στο φυτό. Ο μηχανισμός δράσης του έγκειται στον εμποδισμό του ενζύμου υδροξυφαινυλπυρουβική διοξυγενάση (p-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase, HPPD) απαραίτητο στη βιοσύνθεση των καροτενοειδών (Εικόνα 1). Το καλαμπόκι μεταβολίζει γρήγορα το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο σε ανενεργούς μεταβολίτες και έτσι μπορεί να γίνει επανασπορά του οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Στο μεταβολισμό αυτό, μεσολαβούν τα ένζυμα του κυτοχρώματος P450. Οι χαμηλότερες δόσεις στην πρόσληψη από το φύλλωμα στο καλαμπόκι σε σχέση με τα ζιζάνια μπορούν να συνεισφέρουν στην εκλεκτικότητα του (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition, 2002)

Τα ψυχανθή και τα λαχανικά είναι ευαίσθητες καλλιέργειες στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο. Το ζιζανιοκτόνο αυτό θεωρείται ότι είναι μειωμένου κίνδυνου για το περιβάλλον. Γενικά, τα υπολείμματα του δεν δημιουργούν προβλήματα σε επόμενες καλλιέργειες. Παρόλα αυτά, εμφανίζει συμπτώματα φυτοτοξικότητας τα οποία για τα ευαίσθητα φυτά είναι η λεύκανση η οποία ακολουθείται από νέκρωση μέσα σε 3-5 ημέρες. (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition, 2002).

Το mesotrione υφίσταται φωτοαποσύνθεση. Η ημιζωή του με φωτόλυση σε υδατικούς όγκους είναι 84 ημέρες ενώ στο έδαφος είναι 15 έως 21 ημέρες. Αποσυντίθεται στο έδαφος από τους μικροοργανισμούς. Η μέση ημιζωή του στο έδαφος στον αγρό είναι σχεδόν 9

ημέρες.. Μετακίνηση μπορεί να συμβεί σε εδάφη με υψηλό pH εξαιτίας της χαμηλής απορρόφησης. Πρακτικά αυτές οι συνθήκες οδηγούν σε μεγαλύτερη μικροβιακή διαθεσιμότητα και πιο γρήγορη αποσύνθεση. Καμία μετακίνηση δεν έχει παρατηρηθεί κάτω από συνθήκες αγρού. Η γρήγορη αποσύνθεση και η χαμηλή δόση χρήσης σημαίνει ότι υπάρχει μικρή πιθανότητα απώλειας του στο νερό εδάφους και η απορροή είναι μικρή. Τα υπολείμματα του mesotrione αυξάνουν καθώς η οργανική ουσία αυξάνεται και το pH μειώνεται (Zollinger K. R., 2003)

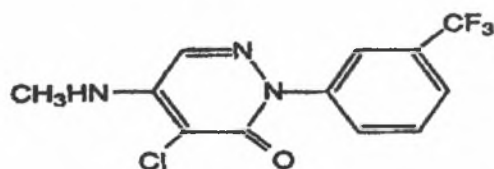
Μεταφυτρωτική εφαρμογή οργανοφωσφορικών ή καρβαμιδικών εντομοκτόνων σε διάστημα επτά ημερών από την εφαρμογή του mesotrione, στο καλαμπόκι μπορεί να προκαλέσει μεγάλη βλάβη. Η εφαρμογή του mesotrione σε καλαμπόκι που έχει γίνει εφαρμογή chlorpyrifos (Lorsban) δε συνίσταται. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ασφαλείς χρόνοι επανασποράς ορισμένων καλλιεργειών μετά την εφαρμογή του mesotrione. (Iowa State University Extention,2002)

Πίνακας1. Ασφαλείς χρόνοι επανασποράς μερικών καλλιεργειών μετά την εφαρμογή του mesotrione

<i>Καλλιέργεια</i>	<i>Μήνες μετά την εφαρμογή του mesotrione</i>
Καλαμπόκι	0
Βρώμη	4
Κριθάρι	4
Σιτάρι	4
Σίκαλη	4
Μηδική	18
Αγγούρι	18
Μπιζέλι	18
Πιπεριά	18
Φασόλι	18
Τομάτα	18
Λινάρι	18
Ψυχανθή	18

2.2 norflurazon (Zorial)

Το norflurazon ανήκει στην οικογένεια των Πυριδαζινόνων και η χημική του δομή φαίνεται στο Σχήμα 2. Χρησιμοποιείται στο βαμβάκι σε δόση 200g/στρ. προφυτρωτικά (PRE) και με ενσωμάτωση προσπαρτικά (PPI).



Σχήμα 2. Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου norflurazon

Χρήση:

Χρησιμοποιείται για να ελέγχει πολλά αγρωστώδη όπως *Setaria spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli* και πλατύφυλλα όπως *Portulaca oleracea*, *Abutilon theophrasti* *Amaranthus spp.*, *Solanum nigrum* και την κύπερη. Σε χωράφια που έχουν τέτοια ζιζάνια, την εφαρμογή του norflurazon πρέπει να ακολουθεί εφαρμογή prometryne και fluometuron (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002)

Το norflurazon πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές τον 1970 και χρησιμοποιήθηκε λίγα χρόνια τόσο στις Η.Π.Α. όσο στη χώρα μας. Από το 2002 και μετά άρχισε να χρησιμοποιείται στο βαμβάκι κυρίως για τον έλεγχο της κύπερης (*Cyperus rotundus*). Η υδατοδιαλυτότητα του στο νερό είναι 28mg. Εμπορικά ονόματα με τα οποία κυκλοφορεί το norflurazon είναι Evital, Solicam (Η.Π.Α.) ενώ στην Ελλάδα κυκλοφορεί με το εμπορικό όνομα Zorial. Χρησιμοποιείται και στη μηδική, (πίνακας 1), στη σόγια, στην αραχίδα, σε καλλωπιστικά φυτά και σε δενδρώδεις καλλιέργειες (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002).

Μηχανισμός δράσης:

Οι πυριδαζιόνες είναι εμποδιστές της φωτοσύνθεσης και ανήκουν στην ομάδα 5, στους εμποδιστές της φωτοσύνθεσης στο PSII. Παρεμποδίζουν την μεταφορά των ηλεκτρονίων και τη μεταφορά της φωτεινής ενέργειας. Το norflurazon όμως ανήκει στους εμποδιστές των χρωστικών (καροτενοειδών). Παρεμβαίνει στη παραγωγή και στη προστασία των φωτοσυνθετικών χρωστικών. Η παραγωγή της χλωροφύλλης εμποδίζεται και το φύλλωμα των φυτών γίνεται λευκό.

Τα ζιζανιοκτόνα αυτά μετακινούνται στο ξύλωμα και έτσι είναι πιο αποτελεσματικά σαν προφυτρωτικά. Το norflurazon εμποδίζει τη βιοσύνθεση των καροτενοειδών με το να εμποδίζει το ένζυμο αφυδρογονάση της φυτοΐνης (PDS-Phytoene desaturase) με αποτέλεσμα το μη σχηματισμό των καροτενοειδών και τη φωτοοξείδωση της χλωροφύλλης. Στα υγιή φυτά η ενέργεια των ριζών οξυγόνου καταστέλλεται από τα καροτενοειδή και άλλα προστατευτικά μόρια. Τα καροτενοειδή δεν σχηματίζονται σε φυτά όπου έχει εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο με αποτέλεσμα το θάνατο των ζιζανίων κατά το φύτερωμα τους (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002).

Η μεσονεύρια λεύκανση των φύλλων και του βλαστού γίνεται προφανής καθώς τα σπορόφυτα εμφανίζονται από το έδαφος. Η ανάπτυξη μπορεί να συνεχιστεί για μερικές ημέρες, αλλά τα σπορόφυτα στερούνται πράσινο φωτοσυνθετικό ιστό και γρήγορα γίνονται νεκρωτικά. Απορροφάται από τις ρίζες με διάχυση και μεταφέρεται στο ξύλωμα. Ο μεταβολίτης του ζιζανιοκτόνου στη μηδική είναι το desmethyl norflurazon. Όταν γίνεται επανασπορά ή επαναφύτευση μηδικής δεν επηρεάζεται από τις συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων του norflurazon σε πηλώδες έδαφος που περιέχει 44% άμμο. Σε πηλώδες έδαφος που περιέχει 65% άμμο παρατηρείται βλάβη στη μηδική εάν σπαρθεί το φθινόπωρο. Σε περιοχές με άρδευση ή βροχή, η πιθανότητα για βλάβη είναι μεγάλη (Knowles *et al.* 1997). Η ετικέτα του norflurazon στο εξωτερικό αναφέρει ότι για 16 μήνες μετά την εφαρμογή μπορεί να σπαρθεί βαμβάκι, σόγια., σπαράγγι και αραχίδα.

Απορροφάται από την άργιλο και την οργανική ουσία και η δόση εφαρμογής καθορίζεται από τη περιεκτικότητα των εδάφους σε οργανική ουσία και άργιλο. Η προσρόφηση τον αυξάνεται και η μετακίνηση του μειώνεται όταν η οργανική ουσία και η άργιλος αυξάνουν. Η φωτοαποικοδόμηση συνεισφέρει σημαντικά στην απώλεια του στον αγρό όταν το ζιζανιοκτόνο παραμένει στην επιφάνεια ενώ η πτητικότητα του είναι χαμηλή. Η ημιζωή του είναι 130 ημέρες όταν η αποσύνθεση στο έδαφος γίνει σε αερόβιες συνθήκες, με το CO₂ και το desmethyl norflurazon να είναι ο κύριος μεταβολίτης του. Η ημιζωή του είναι 6-8 μήνες σε αερόβιες υδατικές συνθήκες με το desmethyl norflurazon ως το κύριο μεταβολίτη και το CO₂ ως το μικρότερο σε σημασία μεταβολίτη (WSSA Herbicide Handbook-8th Edition,2002).

Υπολειμματικότητα:

Η υπολειμματικότητα τον είναι μέτρια ως μεγάλη με μια ημιζωή των 45-180 ημερών όταν εφαρμόζεται στις συνιστώμενες δόσεις στο έδαφος. Έχει παρατηρηθεί ότι η ημιζωή τον norflurazon στην επιφάνεια τον εδάφους κυμαίνεται από 22 ως 50 ημέρες. Η προσρόφηση του σε ιλυοπηλώδες έδαφος είναι μεγαλύτερη στο βάθος 0-8 cm από ότι σε πηλοαμμώδες έδαφος .

Η αποσύνθεση του είναι πιο αργή σε βάθος 60-90 cm από ότι στην επιφάνεια, του εδάφους και καθυστερεί σε ξηρές συνθήκες. Παρουσιάζει περιορισμούς στην αμειψισπορά. Είναι μικροβιακά διασπώμενο και δεν εκπλύνεται. Έτσι, οι απώλειες από απορροή με το νερό είναι ασήμαντες (Wills *et al.* 1976).

3. ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ

Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται στο έδαφος με σκοπό να μπορέσουν να ελεγχουν τα ζιζάνια για ορισμένο χρονικό διάστημα, χωρίς όμως να δημιουργήσουν προβλήματα φυτοτοξικότητας στην επόμενη καλλιέργεια. Το χρονικό διάστημα που ένα ζιζανιοκτόνο παραμένει στο έδαφος αναλίωτο και βιολογικά ενεργό, ονομάζεται υπολειμματικότητα ή διάρκεια ζωής ενός ζιζανιοκτόνου. (Hager *et al.* 1992)

Προϊόντα με μεγάλο χρόνο ημιζωής έχουν αρκετά μεγάλες πιθανότητες να εμφανίσουν υπολειμματικότητα και φαινόμενα φυτοτοξικότητας σε επόμενες καλλιέργειες. Προϊόντα που περιέχουν ατραζίνη (AATREX, ATRAZINE), σιμαζίνη (PRINCEP), chlorimuron ethyl (CANOPY), imazapuvin (SCEPTER), imazamethapyr (PURSUIT), και clomazone (COMMAND) είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων ζιζανιοκτόνων. Είναι γνωστό ότι ορισμένα ζιζανιοκτόνα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και παραμένουν στο έδαφος για αρκετό χρονικό διάστημα (Πίνακας 2.) με αποτέλεσμα ευαίσθητες καλλιέργειες στα υπολείμματα τους, να βλάπτονται αρκετά ή να είναι αδύνατον να καλλιεργηθούν στο ίδιο χωράφι μερικούς μήνες αργότερα ή ακόμα και την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (Martin *et al.* 1982).

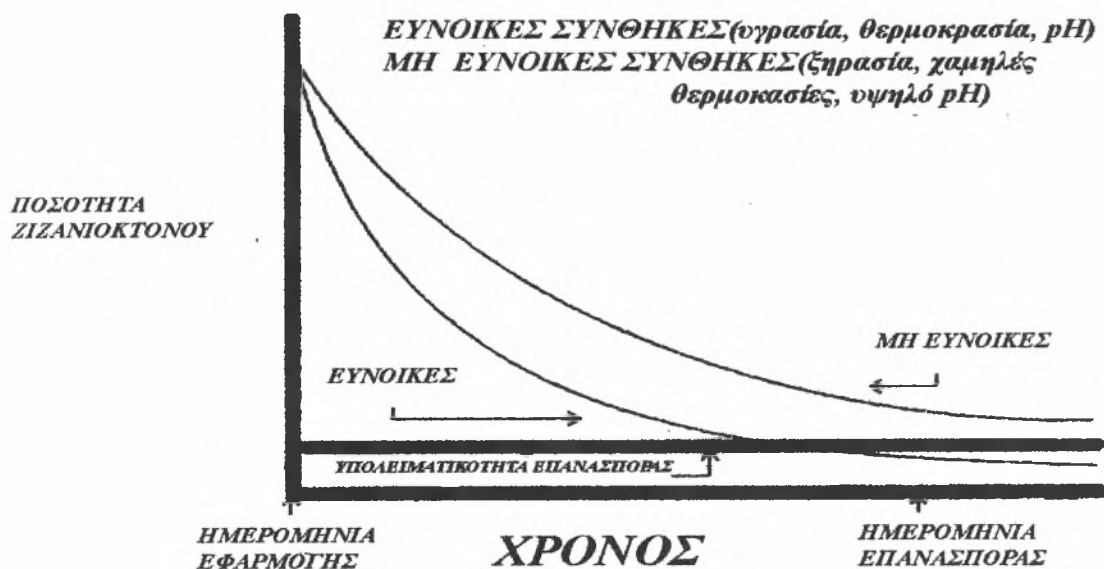
Πίνακας 2. Διάρκεια ζωής γνωστών ζιζανιοκτόνων (σε παρένθεση το κοινό τους όνομα)

1 ΜΗΝΑΣ	1-3 ΜΗΝΕΣ	3-12 ΜΗΝΕΣ	>12 ΜΗΝΕΣ
2,4-D glyphosate (Roundup Ultra) MCPA	acetochlor (Harness, Surpass) acifluorfen (Blazer, Status) alachlor (Lasso, Micro-Tech) ametryn (Evik) bentazon (Basagran) butylate (Sutan+) cyanazine (Bladex, CyPro) DCPA (Dacthal) dimethenamid (Frontier) EPTC (Eptam, Eradicane) flumetsulam (Python) halosulfuron (Permit) lactofen (Cobra) linuron (Lorox) metolachlor (Dual II Magnum) metribuzin (Sencor) naptalam (Alanap) propachlor (Ramrod) siduron (Tupersan)	atrazine (AAtrex) benefin (Balan) bensulide (Betasan, Prefar) bromoxynil (Buctril) chlorimuron (Classic, Skirmish) diuro (Karmex) ethalfluralin (Cucurbit, Sonalan) fomesafen (Flexstar, Reflex) clomazone (Command) hexazinone (Velpar) imazaquin (Scepter) imazethapyr (Pursuit) oryzalin (Surflan) pendimethalin (Pendimax, Prowl) primisulfuron (Beacon) prodiamine (Barricade) pronamid (Kerb) prosulfuron (Peak, in Exceed and Spirit) simazine (Princep) sulfentrazone (Authority) terbacil (Sinbar) trifluralin (Treflan, Tri-4)	bromacil (Hyvar) chlorsulfuron (Telar) imazapyr (Arsenal) picloram (Tordon) prometon (Pramitol) sulfometuron (Oust) tebuthiuron (Spike)

*Οδηγός Αντιμετώπισης Ζιζανίων (EZE), 1993 California Growers Weed Mang. Guide, 1989, Pest Control Handbook, WSSA Handbook, 2002

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εμφάνιση φυτοτοξικότητας. Παρατεταμένοι περίοδοι χαμηλής υγρασίας, χαμηλές θερμοκρασίες και ακραίες τιμές εδαφικού pH είναι ορισμένες από τις αιτίες που μπορούν να αυξήσουν την υπολειμματικότητα ορισμένων ζιζανιοκτόνων. Η επίδραση που θα έχει ο κάθε παράγοντας στην τυχόν εμφάνιση ή όχι της υπολειμματικότητας ζιζανιοκτόνου, εξαρτάται κυρίως από το είδος του ζιζανιοκτόνου. Για παράδειγμα, υψηλές τιμές pH έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της υπολειμματικότητας της ατραζίνης ή του chlorimuron ethyl (Martin *et al.* 1970).

Το Σχήμα 3. δείχνει πώς το περιβάλλον επηρεάζει την έκπλυση του ζιζανιοκτόνου. Υπό κανονικές συνθήκες η έκπλυση μπορεί να γίνει με αρκετά γρήγορους ρυθμούς, και έτσι να μειωθούν τα επίπεδα της δραστικής ουσίας στο έδαφος, σε επίπεδα τέτοια που να είναι ασφαλής για την καλλιέργεια. Οι δυσμενείς παράγοντες, δε, τείνουν να μειώσουν τον ρυθμό έκπλυσης με αποτελέσματα δυσμενή για τις επόμενες καλλιέργειες (Martin *et al.* 1970).



Σχήμα 3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην έκπλυση των ζιζανιοκτόνων.

Υπάρχουν διάφοροι αποτελεσματικοί τρόποι αποφυγής του προβλήματος της υπολειματικότητας των ζιζανιοκτόνων. Κατ' αρχάς, εφαρμογή της κατάλληλης δόσης του ζιζανιοκτόνου κρίνεται αναγκαία. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να γίνει εφαρμογή όσο το δυνατό μικρότερης δόσης δραστικής ουσίας με σκοπό το όσο το δυνατό αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των ζιζανίων. Για να ολοκληρωθεί ο στόχος αυτός, πρέπει να γίνει ακριβής προσδιορισμός της επιφάνειας, αλλά και κατάλληλη ρύθμιση των ψεκαστήρων. Ο χρόνος εφαρμογής και η ενσωμάτωση, πολλές φορές είναι περιοριστικοί παράγοντες για την εμφάνιση ή όχι της φυτοτοξικότητας. Είναι υποχρέωση καθένας που χρησιμοποιεί ένα ζιζανιοκτόνο, να διαβάζει προσεκτικά, πριν από κάθε χρήση, τις οδηγίες στην ετικέτα και να τις ακολουθεί πιστά (Martin *et al.* 1970).

4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

4.1 mesotrione (Callisto)

Μια από τις πιο σημαντικές ιδιότητες των ζιζανιοκτόνων που ενδιαφέρουν τόσο τους καλλιεργητές, όσο και τους ερευνητές είναι η υπολειμματικότητα τους. Πολλοί είναι οι ερευνητές που ασχολήθηκαν με θέματα σχετικά με την υπολλειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου mesotrione.

Το 1999, 2000 και 2001, οι Armel *et al.* (2003) εφάρμοσαν το mesotrione σε δόση 105 και 210 g/ha μόνο του και σε μίγμα με το imazethapyr στη δόση 70 g/ha και με το μίγμα του imazethapyr (47 g/ha) και imazapyr (16 g/ha) μεταφωτρωτικά. Η βλάβη της καλλιέργειας του καλαμποκιού δεν ήταν μεγαλύτερη από 11% σε όλες τις επεμβάσεις που προκάλεσαν φαινόμενα νανισμού.

Οι Johnson *et al.* (2002) βρήκαν ότι η λεύκανση που προκαλείται στο καλαμπόκι από το mesotrione ήταν 0-15% στις 7 ημέρες μετά τη εφαρμογή του. Μετά από 28 ημέρες η λεύκανση εξαφανίστηκε χωρίς να επηρεασεί καθόλου την απόδοση του. Προφωτρωτικές και μεταφωτρωτικές εφαρμογές του mesotrione μόνο του ή σε μίγματα με acetochlor και atrazine μελετήθηκαν από τους Armel *et al.* (2003). Η μείωση που παρουσιάστηκε στην απόδοση του καλαμποκιού ήταν μικρότερη από 4% σε όλες τις επεμβάσεις το 1999 και 2001, αλλά το 2000 ήταν 8-20%..

Οι Steckel *et al.* (2002) εξέτασαν την υπολειμματικότητα 3 ζιζανιοκτόνων παρεμποδιστές του HPPD σε πειράματα αγρού σε 4 διαφορετικούς εδαφικούς τύπους (αμμώδες, πηλοαμμώδες, βαρύ αμμοπηλώδες και αργιλώδες). Τα ζιζανιοκτόνα ήταν το mesotrione, το sulcotrione και το isoxaflutole. Εδαφικά δείγματα πάρθηκαν την άνοιξη και το χειμώνα και έγιναν βιοδοκιμές στο θερμοκήπιο. Ως φυτά - δείκτες χρησιμοποιήθηκαν τα τεύτλα και το τριφύλλι. Παρατηρήθηκε ότι υπάρχει επίδραση του χρόνου διεξαγωγής του πειράματος εξαιτίας των διαφορετικών περιβαλλοντικών συνθηκών. Ο διαφορετικός εδαφικός τύπος έχει ως αποτέλεσμα την διαφορετική υπολειμματικότητα. Την μικρότερη βιολογική υπολειμματικότητα έδειξε το αργιλώδες και μετά ακολούθησε το βαρύ πηλοαμμώδες έδαφος. Την μεγαλύτερη υπολειμματικότητα έδειξε το αμμώδες και το πηλοαμμώδες έδαφος. Το isoxaflutole παρουσίασε μικρότερα φαινόμενα υπολειμματικότητας από το mesotrione

και το sulcotrione. Αλλά, στο αργιλώδες έδαφος η υπολειμματικότητα του isoxaflutole ήταν μεγαλύτερη από τα άλλα δυο ζιζανιοκτόνα.

Οι Sullivan *et al.* (2002) εξέτασαν τη συμπεριφορά 9 ποικιλιών γλυκού καλαμποκιού στο mesotrione που εφαρμόστηκε προφυτρωτικά (PRE) σε δόση 140 και 280 g/ha και μεταφυτρωτικά (POST) σε δόση 100 και 200 g/ha. Διαπιστώθηκε ότι όλες οι ποικιλίες του γλυκού καλαμποκιού ήταν ανθεκτικές στο ζιζανιοκτόνο. Δεν παρουσιάστηκε μείωση στο ύψος του φυτού ή στην απόδοση. Μόνο κατά την μεταφυτρωτική εφαρμογή (POST) του mesotrione σε δόση 200 g/ha παρατηρήθηκε φυτοτοξικότητα στη ποικιλία Calico Belle και De Monte 2038, όμως φαινόμενα φυτοτοξικότητας παρουσίασαν και άλλες ποικιλίες. Η ποικιλία De Monte 2038 παρουσίασε μείωση ύψους και απόδοσης, ενώ άλλες ποικιλίες δεν έδειξαν κάτι τέτοιο.

4.2 norflurazon (Zorial)

Ο Krauz (1996) παρατήρησε ότι η πυκνότητα των φυτών του *Hibiscus cannabinus* μειώθηκε από τα imazethapyr και το norflurazon στη δόση 0,09 kg/ha και 1,70 kg/ha, αντίστοιχα. Το norflurazon προκάλεσε φυτοτοξικότητα αλλά το ύψος δεν επηρεάστηκε. Το imazethapyr δεν επηρέασε το ύψος και δεν προκάλεσε μείωση απόδοσης. Το norflurazon προκάλεσε φυτοτοξικότητα στο φύλλωμα και στα φυτά του *Liriope muscari* όπως διαπιστώθηκε από τους Hayes *et al.* (1999) σε δόση 3,4 kg/ha.

Οι Chulo και Merkle (1984), διαπίστωσαν ότι το norflurazon προκάλεσε μείωση στην ολική περιεκτικότητα της χλωροφύλλης και την αναλογία της χλωροφύλλης α/β σε 9 είδη φυτών. Το σόργο και το σιτάρι ήταν τα πιο ευαίσθητα και το βαμβάκι το πιο ανθεκτικό. Η επίδρασή των υπολειμμάτων του στα φυτά επηρεάστηκε από την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο και οργανική ουσία. Όσο αυξήθηκε η οργανική ουσία και η άργιλος τόσο αυξήθηκε και η πιθανότητα εμφάνισης υπολειμματικής φυτοτοξικότητας. Το norflurazon δεν επηρέασε την απόδοση του σπόρου του βαμβακιού όπως διαπίστωσαν οι Wilcut *et al.* (1997) σε πείραμα που έκαναν για την διαχείριση των ζιζανίων στο βαμβάκι ενώ οι Askew *et al.* (1999), παρατήρησαν τοξικότητα στην αραχίδα από το norflurazon και το flumioxazin χωρίς όμως να μειωθεί η απόδοση. Όταν έγινε

εφαρμογή flumioxazin μαζί με metolachlor προφυτρωτικά, η απόδοση ήταν 3,750 kg/ha ενώ όταν το norflurazon εφαρμόστηκε μαζί με metolachlor προφυτρωτικά ή μόνο το metolachlor εφαρμόστηκε προφυτρωτικά ήταν 1,320 kg/ha

Οι Keeling *et al.* (1989) εκτίμησαν ότι το norflurazon προκάλεσε βλάβη μικρής σημασίας στο σιτάρι, το σόργο και το καλαμπόκι όταν εφαρμόστηκε σε δόση 1,1 kg/ha και σημαντική βλάβη όταν η δόση ήταν 2,2 kg/ha. Το 1982 και 1983, οι Schroeder *et. all* (1987) μελέτησαν το norflurazon και διαπίστωσαν ότι αρχικά υπάρχει μια γρήγορη αποσύνθεση του norflurazon και μετά ακολουθεί μια μικρή απώλεια του. Η υδρόλυση του ήταν μικρότερη το 1983 από ότι το 1982. Οι κρύες και οι ξηρές συνθήκες το 1983 με την υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία προκάλεσαν την αργή απώλεια του ζιζανιοκτόνου και έτσι τα υπολείμματα του ένα χρόνο μετά την εφαρμογή ήταν περισσότερα το 1983 από ότι το 1982. Την άνοιξη τον 1984, παρατηρήθηκε βλάβη στο σόργο σε περιοχές που είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο τα 2 προηγούμενα έτη. Η έκπλυση δε φαίνεται να έπαιξε σημαντικό ρόλο. Ακόμα, οι δυο παραπάνω ερευνητές, εξέτασαν το norflurazon και το fluridone στο θερμοκήπιο. Η φυτοτοξικότητα στο σόργο για διάφορους εδαφικούς τύπους ήταν : αμμοαργιλοπηλώδες > χονδρόκοκκο αμμοπηλώδες > αμμοπηλώδες = χαλικώδες αργιλοπηλώδες > αργιλοπηλώδες. Το fluridone προκάλεσε μεγαλύτερη βλάβη. Το norflurazon παρέμεινε στο έδαφος 297 ημέρες μετά την εφαρμογή.

Οι Barnes *et al.* το 1987 μελέτησε το imazaquin και το norflurazon στην ανάπτυξη και την απόδοση του καλαμποκιού, του βαμβακιού, του σόργου, του ρυζιού και του σιταριού. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε 5 εδάφη. Φαινόμενα φυτοτοξικότητας μετρήθηκαν 4 εβδομάδες μετά την εφαρμογή και η απόδοση μετρήθηκε στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Υπήρχε βλάβη στο καλαμπόκι και στο σόργο και η απόδοση μειώθηκε όταν το norflurazon ήταν 0,450 mg/kg εδάφους ή περισσότερο. Η απόδοση του ρυζιού μειώθηκε όταν η ποσότητα του norflurazon ήταν 0,750 mg/kg εδάφους. Το ύψος και η απόδοση του καλαμποκιού, του βαμβακιού και του σιταριού μειώθηκε όταν το imazaquin ήταν 13 ng/g, 45 ng/g στο έδαφος, αντίστοιχα για τις παραπάνω καλλιέργειες. Όταν η ποσότητα του norflurazon ήταν 0,450 mg/kg, 0,710 mg/kg υπήρξε βλάβη στο καλαμπόκι και στο σόργο αντίστοιχα. Στο καλαμπόκι η βλάβη ήταν 0-30% σε ποσότητα 0,250-0,750 mg/kg και η απόδοση του μειώθηκε όταν το norflurazon ήταν 0,450 mg/kg ή περισσότερο

4.3 Άλλα ζιζανιοκτόνα

Οι Kelley και Peeper (2003) πραγματοποίησαν πείραμα αγρού για το ζιζανιοκτόνο MON 37500 σε δόσεις 35, 70 και 140 g αι/ha που εφαρμόστηκε στο σιτάρι για να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά του σε καλλιέργειες αμειψισποράς 1629 μήνες μετά την επέμβαση. Η απόδοση του σιταριού δε μειώθηκε από το ζιζανιοκτόνο στη θέση 1 αλλά στη θέση 2 μειώθηκε 6, 11 και 24% από τις αντίστοιχες δόσεις. Η μείωση αυτή κατά τους ερευνητές οφειλόταν στην αργοπορημένη σπορά, στο μικρό στάδιο ανάπτυξης του σιταριού και στον υγρό - κρύο καιρό το μήνα μετά την εφαρμογή. Το καλαμπόκι και η σόγια στους 16 μήνες μετά δε ζημιώθηκαν από το ζιζανιοκτόνο. Στην θέση 1, το σόργο 17 μήνες μετά ζημιώθηκε στη δόση 70 και 140 g αι/ha (pH=8,4) και η απόδοση μειώθηκε κατά 58% στη δόση 140 g αι/ha. Στη θέση 2, το σόργο 17 μήνες μετά δε ζημιώθηκε (pH=5) και δε ζημιώθηκε ούτε στους 29 μήνες μετά. Ο ηλίανθος στους 17 μήνες μετά στη θέση 1 ζημιώθηκε στη δόση 140 g αι/ha και η απόδοση μειώθηκε κατά 17%. Στη θέση 2 δεν επηρεάστηκε. Ο ηλίανθος στους 29 μήνες μετά δε επηρεάστηκε

Το sulfometuron σε δόση 17 g αι/ha, όπως διαπιστώθηκε από τους Miller *et al.* (1998) εμπόδισε τη βλάστηση του σακχαροκάλαμου και την ανάπτυξη του. Μείωσε την απόδοση κατά 13%. Το metribuzin δε προκάλεσε αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σακχαροκάλαμου. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά εφαρμόστηκαν στο αυλάκι σποράς. Όταν η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε στην επιφάνεια του εδάφους δεν υπήρξε βλάβη. Οι Matocha *et al.* (2003), εφάρμοσαν το imazapic στην αραχίδα σε δόσεις, 0,70, 140 και 210 g αί/ha. Τον επόμενο χρόνο σπάρθηκαν βαμβάκι, σόργο και καλαμπόκι. Μετρήθηκε το βάρος και το ύψος ανά φυτό. Το 1999, δεν υπήρξε βλάβη στις καλλιέργειες σε καμία δόση του ζιζανιοκτόνου. Δεδομένα για το βαμβάκι και το σόργο το 2000, έδειξαν μείωση του ύψους για τη δόση 210 g/ha στο βαμβάκι και για τη δόση 140 και 210 g/ha στο σόργο. Τα δεδομένα έδειξαν ότι δεν υπήρχε επίδραση στην αμειψισπορά από τη δόση 70 g/ha του imazapic όταν εφαρμόστηκε στην αραχίδα το προηγούμενο έτος.

Η απόδοση σπόρου μειώθηκε 73,1 και 97,9% από τη μεταφυτρωτική εφαρμογή των δόσεων 3,75 και 7,5 g/ha, αντίστοιχα. Στην προφυτρωτική εφαρμογή 3,75 και 7,5 g/ha, η απόδοση του σπόρου μειώθηκε κατά 7,5 και

17,6%, αντίστοιχα. Το βαμβάκι εμφάνισε βλάβη 9% ή λιγότερο από τη μεταφυτρωτική ή προφυτρωτική εφαρμογή των δόσεων 3,75 και 7,5 g/ha και ως 25% με τη μεταφυτρωτική εφαρμογή 15 g/ha. Η αραχίδα που σπάρθηκε σε αμειψοπορά δε ζημιώθηκε και οι αποδόσεις δεν επηρεάστηκαν από το ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά το προηγούμενο έτος.

Σε έρευνα που έγινε με το quinclorac από τους Moyer et al (1999) παρατηρήθηκε ότι τα δημητριακά ήταν ανθεκτικά και μπορούσαν να σπαρθούν μέσα σε 16 ημέρες από την εφαρμογή. Η απόδοση της πατάτας μειώθηκε στον ένα χρόνο μετά. Παρατηρήθηκε βλάβη σε ψυχανθή και σε ελαιοκράμβη όταν έγινε σπορά αμέσως μετά αλλά όμως δε μείωσε το ξηρό βάρος στα 2 από τα πιο ευαίσθητα ψυχανθή, το *Vicia faba* και τη μηδική στον ένα χρόνο μετά.

Οι Webster et al. (1996) εφάρμοσαν πείραμα εκτίμησης της βλάβης από το pyriithiobac στο βαμβάκι, στο σόργο, στη σόγια και στο σιτάρι. Έγινε εφαρμογή PPI, PRE και POST. Η βλάβη που παρουσιάστηκε στο βαμβάκι ήταν 7% ή λιγότερο. Η απόδοση δεν μειώθηκε. Η εφαρμογή PRE στο βαμβάκι μείωσε την απόδοση στο σιτάρι όταν η σπορά έγινε το φθινόπωρο. Όταν έγινε εφαρμογή PPI σε δόση 140 g/ha στο βαμβάκι το προηγούμενο έτος, μειώθηκε η απόδοση της σόγιας αλλά σε άλλες δόσεις και χρόνους δεν την επηρέασε. Όταν έγινε εφαρμογή PPI στο βαμβάκι σε όλες τις δόσεις υπήρχε βλάβη στο σόργο τον επόμενο χρόνο. Όταν η δόση ήταν 280 g/ha με εφαρμογή PPI, παρουσιάστηκε καθυστέρηση στην ωριμότητα του σόργου αλλά δεν υπήρχε μείωση της απόδοσης.

Ο Moyer (1995) εφάρμοσε 5 ζιζανιοκτόνα σε έδαφος με pH = 8 και 2% οργανική ουσία στον αγρό και σε θάλαμο ανάπτυξης. Το triasulfuron σε δόση 22 g/ha μείωσε την ανάπτυξη της μηδικής, της ελαιοκράμβης, του καλαμποκιού, της φακής, του μπιζελιού, της πατάτας και του τεύτλου το έτος μετά την εφαρμογή αλλά δεν προκάλεσε βλάβη μετά από 2 χρόνια. Το triasulfuron σε δόση 6 και 11 g/ha και το metsulfuron σε δόση 6 g/ha δεν προκάλεσε βλάβη στο κριθάρι, στη ελαιοκράμβη, στο καλαμπόκι, στο φασόλι, στο λινάρι, στο μπιζέλι, στη πατάτα ή στο σιτάρι το χρόνο μετά την εφαρμογή. Η μηδική, η φακή και το τεύτλο παρουσίασαν βλάβη από τις δόσεις εκτός της μηδικής σε δόση 6 g/ha του triasulfuron και τον τεύτλου σε δόση 6g/ha του metsulfuton. Το triasulfuron σε δόση 22 g/ha προκάλεσε βλάβη στη ελαιοκράμβη, στο καλαμπόκι, στο μπιζέλι και στη πατάτα. Μείωση στη βιομάζα της μηδικής παρουσιάστηκε, στη φακή, στη ελαιοκράμβη και στο καλαμπόκι. Στο 2^ο χρόνο μετά την εφαρμογή δεν υπήρχε βλάβη ούτε μείωση απόδοσης.

Οι Novosel *et al.* (1995) μελέτησαν το τεύτλο στον 1^ο και 2^ο χρόνο μετά την εφαρμογή των nicosulfuron σε δόση 70 και 140g/ha και τον primisulfuron σε δόση 40 και 80 g/ha στο καλαμπόκι. Το nicosulfuron δεν έβλαψε το τεύτλο 1 ή 2 χρόνια μετά την εφαρμογή. Η απόδοση του τεύτλου μειώθηκε 1 χρόνο μετά την εφαρμογή από τις δόσεις 40 και 80 g/ha του primisulfuron. Η βλάβη ήταν ορατή και στα 2 έτη σε δόση 80g/ha του primisulfuron αλλά δεν υπήρχε μείωση στην απόδοση. Στο θερμοκήπιο, σε 6 εδάφη παρατηρήθηκε η μείωση της ανάπτυξης του τεύτλου κατά 50%. Το primisulfuron μείωσε την ανάπτυξη περισσότερο στα 4 από τα 6 εδάφη.

Οι Coffman *et al.* (1993) για 2 έτη μελέτησαν την αντίδραση του σιταριού, του φασολιού, του καλαμποκιού, της κολοκυθιάς, της μπάμιας, της πατάτας και της μπανάνας στα εξής ζιζανιοκτόνα : hexazinone, imazapyr, tebuthiuron και triclopyr. Όταν το tebuthiuron εφαρμόστηκε σε δόση 2,2 g/ha, τα φυτά δεν άντεξαν σε σπορά που έγινε 436 ημέρες μετά την εφαρμογή. Η πατάτα μόνο εμφάνισε αντοχή στο hexazinone στις 436 ημέρες μετά την εφαρμογή. Όλα τα είδη φυτών εκτός από την μπανάνα άντεξαν στα imazapyr και triclopyr το 2^ο έτος.

Οι Johnson και ο Talbert, το 1987-1989 εξέτασαν την υπολειμματικότητα του imazaquin (0,14 kg ai/ha), του chlorimuron + metribuzin (0,06+0,36 kg ai/ha) και του fomesafen (0,28 kg/ ha) στο φασόλι, στο καρπούζι, στο αγγούρι και στον ηλιάνθο. Το imazaquin και το chlorimuron + metribuzin προκάλεσαν βλάβη στον ηλιάνθο, στο καρπούζι, στο αγγούρι όταν η σπορά έγινε 16 εβδομάδες μετά την εφαρμογή στον έναν χρόνο από τα δυο έτη. Το fomesafen προκάλεσε βλάβη σε όλες τις καλλιέργειες αρχικά αλλά όχι στο φασόλι, στον ηλιάνθο, στο καρπούζι και στο αγγούρι στις 16 εβδομάδες μετά την εφαρμογή.

Οι Westerman *et al.* (1993) παρατήρησαν ότι το βαμβάκι και το σιτάρι ήταν τα πιο ευαίσθητα είδη στα ζιζανιοκτόνα triclopyr, imazapyr, dicamba, glyphosate, tebuthiuron. Το tebuthiuron και το imazapyr προκάλεσαν μεγάλη μείωση στη βιομάζα των φυτών. Οι Moyer *et al.* (1993) μελέτησαν το atrazine και διαπίστωσαν ότι ένα χρόνο μετά από άρδευση, το atrazine σε δόση 1,2 kg/ha προκάλεσε βλάβη στη βρώμη αλλά όχι και στα δυο έτη. Σε ξηρό έδαφος, το σιτάρι και το κριθάρι έπαθαν βλάβη μέχρι 2 χρόνια μετά την εφαρμογή του atrazine σε δόση 1,5 kg/ha. Σε ξηρασία το atrazine προκαλεί βλάβη στα δημητριακά τουλάχιστον για 3 χρόνια σε δόση 1,2 -1,5 kg/ha.

Οι Moyer *et al.* (1992) παρατήρησαν ότι το dicamba και το 2,4-D στις 0 ή 15 ημέρες πριν την ανοιξιάτικη σπορά προκάλεσαν βλάβη στη ελαιοκράμβη, στο μπιζέλι, στη φακή και στη μηδική. Τα ψυχανθή ζημιώθηκαν από την ανοιξιάτικη εφαρμογή των dicamba. Υπήρχε μικρή μείωση στο ξηρό βάρος του σιταριού και του κριθαριού από το 2,4-D την άνοιξη πριν τη σπορά. Όλα τα είδη, εκτός από τη φακή, άντεξαν το φθινόπωρο όταν έγινε εφαρμογή του 2,4-D.

Οι επιδράσεις του ζιζανιοκτόνου clorpyralid σε επόμενες καλλιέργειες μελετήθηκαν από τους Thorsness και Messersmith (1992). Το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε δόση 70-560 ae/ha και στη συνέχεια έγινε σπορά ένα χρόνο μετά την εφαρμογή. Το λινάρι, η πατάτα και το κάρδαμο δεν επηρεάστηκαν. Το ύψος της σόγιας, η αντοχή της και η απόδοση μειώθηκαν στη δόση 560 g/ha. Η απόδοση του ηλίανθου επίσης μειώθηκε στη δόση 560 g/ha. Η πατάτα, ο ηλίανθος και η φακή σε άλλες περιοχές δεν εμφάνισαν βλάβη. Η απόδοση της σόγιας δεν επηρεάστηκε σε δόση 280 g/ha αλλά, επηρεάστηκε το ύψος του φυτού. Γενικά, η μελέτη αυτή έδειξε ότι όταν έγινε εφαρμογή clorpyralid σε δόση 280 g/ha ή λιγότερο σε ίλυοαργιλώδες, αργιλοπηλώδες το ζιζανιοκτόνο δεν παρουσίασε αρνητική επίδραση 11 μήνες ή περισσότερο μετά την εφαρμογή.

Το chlorsulfuron εξετάστηκε από τους Moyer *et al.* το 1980-1984 στο σιτάρι όταν εφαρμόστηκε σε δόση 0, 10, 20 και 40 g ai/ha. Η σπορά πραγματοποιήθηκε ως 7 έτη μετά την εφαρμογή. Τα έτη στα οποία η απόδοση δεν επηρεάστηκε ήταν : κριθάρι 2, ελαιοκράμβη 3, φασόλι και μπιζέλι 4, λινάρι και πατάτα 5, μηδική και τεύτλα 6 και η φακή τουλάχιστον 7 έτη. Η επίδραση των alachlor και του metolachlor στο ρύζι μελετήθηκε από τους Griffin και Robinson (1989). Παρατηρήθηκε επίδραση στο ρύζι στους 5 μήνες μετά την εφαρμογή όπου η ποσότητα των ζιζανιοκτόνων ήταν αντίστοιχα 0,04 και 0,05 mg. Το ρύζι δεν επηρεάστηκε 9 μήνες μετά την εφαρμογή από τα υπολείμματα των δυο ζιζανιοκτόνων σε ποσότητα 0,06 mg/K.

Οι Kotoula *et al.* (1993) πραγματοποίησαν ένα πείραμα προκειμένου να μελετηθούν τα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron, metsulfuron, triasulfuron και tribenuron σε 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. Με τα άλλα ζιζανιοκτόνα εμφάνισε φυτοτοξικά συμπτώματα. Η φακή και τα τεύτλα εμφάνισαν βλάβη. Όταν οι 3 καλλιέργειες σπάρθηκαν 8 μήνες μετά την

εφαρμογή δεν επηρεάστηκαν σε αμμοαργιλοπηλώδες έδαφος αλλά εμφάνισαν βλάβη από το chlorsulfuron, tríasulfuron και metsulfuron σε αμμοπηλώδες έδαφος. Μόνο η φακή και τα τεύτλα εμφάνισαν βλάβη από το chlorsulfuron σε υλοαργιλοπηλώδες έδαφος.

Το λινάρι, η ελαιοκράμβη, το μπιζέλι, ο ηλίανθος, το καλαμπόκι, η φακή και η σίκαλη εξετάστηκαν στα υπολείμματα του CGA - 131036 κατ του chlorsulfuron όταν εφαρμόστηκαν σε δόση 22 g ai/ha σε 2 εδαφικούς τύπους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τους Friesen και Wall (1991). Σε αμμοπηλώδες έδαφος, το χρονικό διάστημα που ο ηλίανθος δεν εμφάνισε φυτοτοξικότητα από το CGA - 131036 ήταν 4 χρόνια, η ελαιοκράμβη και η σίκαλη 3 χρόνια, το λινάρι 2 χρόνια, το μπιζέλι και το καλαμπόκι 1 χρόνο. Σε αργιλοπηλώδες έδαφος, η φακή, η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος 3 χρόνια, το λινάρι και το μπιζέλι 1 χρόνο. Το chlorsulfuron παρέμεινε περισσότερο από το CGA - 131036 στο αμμοπηλώδες έδαφος αλλά όχι στο αργιλοπηλώδες.

Οι Barnes *et al.* το 1987 και το 1988 μελέτησαν την αντίδραση του βαμβακιού στο imazaquin. Η απόδοση τον βαμβακιού μειώθηκε 7-42% το 1987 καθώς η δόση του ζιζανιοκτόνου αυξήθηκε από 0,007 σε 0,024 μg/g.

Οι Rogers *et al.* συμμετείχαν σε 2 προγράμματα για τα ζιζανιοκτόνα fluometuron, MSMA, trítifluralin και linuron στη περίοδο 1976-1982. Το σιτάρι παρουσίασε βλάβη σε 3 εδάφη με τη σειρά υλοαργιλώδες > υλοπηλώδες > υλοπηλώδες. Μετά από το βαμβάκι, το σόργο και το καλαμπόκι υπέφεραν λιγότερο. Το ρύζι, η σόγια και το αγγούρι παρουσίασαν πιο μεγάλη ζημιά. Στο Θερμοκήπιο, προέκυψαν τα ίδια αποτελέσματα. Το fluometuron ήταν το πιο ζημιογόνο.

Οι Peterson *et al.* (1985) εξέτασαν το καλαμπόκι, το λινάρι, το σόργο, τη σόγια και τον ηλίανθο στα υπολείμματα ζιζανιοκτόνων 12 και 24 μήνες μετά από εφαρμογή δόσης 17, 34 και 68 g ai/ha του chlorsulfuron σε 2 περιοχές. Όλα τα φυτά παρουσίασαν βλάβη στη δόση 17 g/ha, 12 μήνες μετά την εφαρμογή όπως διαπιστώθηκε από τη μέτρηση των ξηρού βάρους και από ορατές εκτιμήσεις. Το καλαμπόκι και το σόργο ήταν τα πιο ευαίσθητα ενώ το λινάρι ήταν το λιγότερο ευαίσθητο. Οι διαφορές στη βλάβη των καλλιεργειών αποδόθηκαν από τους ερευνητές στο διαφορετικό pH.

Για το chlorsulfuron, μελέτη έγινε και από τους Brewster και Appledy (1983). Το ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε δόση 140g/ha και δεν προκάλεσε μείωση στην απόδοση τον σιταριού αλλά στη δόση 35 g/ha παρουσιάστηκε βλάβη στο φασόλι, στη

μηδική, στο καλαμπόκι, στη σίκαλη, στα τεύτλα και στην ελαιοκράμβη. Στη δόση 35 g/ha μειώθηκε το βάρος των φυλλώματος των τεύτλων όταν η σπορά τους έγινε 26 μήνες αργότερα. Παρατηρήθηκε μείωση στη μηδική, στο μήκος τον μίσχου και στο χλωρού βάρους στο θερμοκήπιο όταν η ποσότητα ήταν χαμηλή, 0,025 mg/Kg.

Οι Kotoula - Syka *et al.* (1993) , πραγματοποίησαν βιοδοκιμές της ανάπτυξης της ρίζας του καλαμποκιού, της φακής και των τεύτλων για τυχόν φυτοτοξικότητα από τα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron, tribenuron-methyl, triasulfuron και metsulfuron methyl. Τα ζιζανιοκτόνα chlorsulfuron και metsulfuron-methyl έδειξαν την υψηλότερη τοξικότητα και το tribenuron-methyl την χαμηλότερη. Το ζιζανιοκτόνο triasulfuron έδειξε μια, μέτρια τοξικότητα στα είδη φυτών. Τα τεύτλα ήταν τα πιο ευαίσθητα σε όλα, τα ζιζανιοκτόνα ενώ το καλαμπόκι και ο ηλίανθος τα λιγότερο ευαίσθητα είδη. Η φακή έδειξε μια μέτρια ευαισθησία. Ο ηλίανθος , η φακή και τα τεύτλα σπάρθηκαν στους 8 μήνες μετά την εφαρμογή σε αμμοπηλώδες έδαφος και δεν επηρεάστηκαν από το tribenuron-methyl αλλά εμφάνισαν βλάβη από τα άλλα ζιζανιοκτόνα. Οι 3 καλλιέργειες και ο ηλίανθος όταν σπάρθηκαν την ίδια στιγμή σε αμμοαργιλοπηλώδες έδαφος και σε ιλυοαργιλοπηλώδες έδαφος αντίστοιχα, δεν επηρεάστηκαν ενώ η φακή και τα τεύτλα εμφάνισαν βλάβη από το chlorsulfuron σε ιλυοαργιλοπηλώδες έδαφος μόνο

Ο Hamilton (1979) μελέτησε τα ζιζανιοκτόνα diuron, prometryn και trifluralin προφυτρωτικά στο κάρδαμο για. 6 χρόνια σε 2 θέσεις. Το diuron και το prometryn μείωσαν την ανθεκτικότητα των φυτών στα 2 από τα 6 έτη στο αμμώδες έδαφος. Η ανάπτυξη του σόργου στο θερμοκήπιο σε έδαφος όπου είχε γίνει εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου 10 μήνες πριν, μειώθηκε κατά 1,7 kg/ha στο trifluralin στα 3 από τα 6 χρόνια σε ιλυοαργιλοπηλώδες έδαφος και στις 2 δόσεις του στο ένα από τα 6 έτη στο αμμώδες έδαφος. Η ανάπτυξη τον κριθαριού δε μειώθηκε.

Το parpropanilide σε δόσεις 2,24 και 4,48 kg/ha μελετήθηκε για 2 έτη σε 2 θέσεις στον αγρό από τους Romanowski και Borowy (1979). Το σιτάρι εμφάνισε σοβαρή βλάβη όταν η σπορά έγινε το φθινόπωρο σε σχέση με την ανοιξιάτικη εφαρμογή του. Η βιοδοκιμή της ρίζας του σιταριού έδειξε ότι η υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου ήταν περισσότερη από 180 ημέρες. Η απόδοση του γλυκού καλαμποκιού δε μειώθηκε σημαντικά όταν αναπτύχθηκε 1 χρόνο μετά την αρχική εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου.

Οι Jackson *et al.* (1978), πραγματοποίησαν πείραμα στον αγρό για 3 έτη σε έδαφος όπου έγινε εφαρμογή τον ζιζανιοκτόνου fluometuron στο βαμβάκι. Το

ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκε σε δόσεις 1,7 kg/ha και 3,4 kg/ha. Το σόργο και η σόγια σπάρθηκαν στις 3, 6 και 9 εβδομάδες μετά. Η αντοχή στα υπολείμματα ποικίλει στις διάφορες θέσεις ανάλογα με τον εδαφικό τύπο. Μικρή βλάβη παρατηρήθηκε στο πηλώδες έδαφος αλλά σημαντική βλάβη υπήρξε 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 1,7kg/ha, 6 εβδομάδες μετά στη δόση 1,71/h και 9 εβδομάδες στη δόση 3,4 kg/ha. Η σόγια επίσης παρουσίασε βλάβη όταν η σπορά έγινε στη δόση 1,7 kg/ha στις 6 εβδομάδες και στις 9 εβδομάδες μετά.

Το fluometuron και το tetrafluron εξετάστηκαν στη σόγια, και στο σόργο από τους Reasons *et al.* (1975-76) Η σπορά έγινε στις 3, 6 και 9 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Το tetrafluron ήταν το πιο φυτοτοξικό στο σόργο και στη σόγια. Το σόργο ήταν λιγότερο ευαίσθητο από τη σόγια. Όταν έγινε η σπορά του σόργου στις 3 εβδομάδες μετά το fluometuron (1,7 kg/ha) και το tetrafluron (1,7 kg/ha), δε παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην απόδοση. Για τη σόγια, όταν η σπορά έγινε 3 εβδομάδες μετά, σε έδαφος με ακαλλιέργεια, δεν υπήρξε σημαντική μείωση στην απόδοση. Το isopropalin, nitralin και trifluralin μελετήθηκαν στον αγρό σε 2 εδάφη από τους ερευνητές Romanowski και Libik (1978). Στο σόργο παρατηρήθηκε 20% ή λιγότερο, εμποδισμός της ρίζας στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου το 1972. Το nitralin και το trifluralin ήταν πιο επίμονα το 1974 από ότι το 1972 όπως παρατηρήθηκε, τόσο στην ρίζα όσο και στην ανάπτυξη της σίκαλης κατά την βιοδοκίμηση. Η απόδοση τον γλυκού καλαμποκιού δε μειώθηκε σημαντικά 1 χρόνο μετά την εφαρμογή. Οι Burnside και Schultz (1978) χρησιμοποίησαν καλαμπόκι, σόγια και σόργο σε εφαρμογή ζιζανιοκτόνων που έγινε το 1974 και 1976 την άνοιξη. Πάρθηκαν εδαφικά δείγματα τον Αύγουστο και έγινε βιοδοκίμηση στο θερμοκήπιο. Χρησιμοποιήθηκε το σιτάρι και η σόγια για τα ζιζανιοκτόνα καλαμποκιού. Για τα ζιζανιοκτόνα της σόγιας, χρησιμοποιήθηκαν το σόργο και το σιτάρι. Οι τριαζίνες προκάλεσαν μεγαλύτερη βλάβη στο σιτάρι και στη σόγια από ότι τα άλλα ζιζανιοκτόνα. Το atrazine ήταν το ζιζανιοκτόνο που παρουσίασε την μεγαλύτερη υπολειμματικότητα. Τα άλλα ζιζανιοκτόνα εκτός τις τριαζίνες έδειξαν μικρή βλάβη.

Ο Elefthorinos (1987) εξέτασε το ζιζανιοκτόνο chlorsulfuron στο αγρό. Η υπολειμματικότητα, η μετακίνηση και η φυτοτοξικότητα αυξήθηκε με την αυξανόμενη δόση αλλά η υπολειμματικότητα ήταν μικρότερη στις υγρές σε σχέση με τις ξηρές συνθήκες. Η δόση 1 g αί/ha με ενσωμάτωση του ζιζανιοκτόνου κάτω από

υγρές και ξηρές συνθήκες προκάλεσε νανισμό στο καλαμπόκι και προκάλεσε μείωση στην απόδοση κατά 53%. Η δόση 5 και 10 g αί/ha προκάλεσε θάνατο στο καλαμπόκι. Σε πιο υγρά εδάφη η ενσωμάτωση του ζιζανιοκτόνου σε δόσεις 1,25 , 2,5 και 5 g αί/ha προκάλεσε νανισμό στο καλαμπόκι και μείωσε την απόδοση κατά 16, 57 και 92%, αντίστοιχα. Ο παραπάνω ερευνητής μαζί με την Kotoula - Syka (1989), διαπίστωσαν ότι το chlorsulfuron παρέμεινε πιο πολύ από ότι το ζιζανιοκτόνο DPX-L5300 και τα 2 ζιζανιοκτόνα παρέμειναν περισσότερο όταν εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά από ότι μεταφυτρωτικά.

Η βιοδοκιμή δεν έδειξε να υπάρχει κάποια υπολειμματικότητα του ζιζανιοκτόνου μετά από τους 8 μήνες μετά την εφαρμογή. Όταν η σπορά του καλαμποκιού και του ηλιάνθου έγιναν μετά από 8 μήνες από την προφυτρωτική εφαρμογή δεν παρατηρήθηκε βλάβη. Ακόμα τα είδη αυτά, δεν επηρεάστηκαν όταν η σπορά έγινε 4 μήνες μετά από την μεταφυτρωτική εφαρμογή σε καμία δόση του DPX-L5300 ή σε 5 ή 10 g αί/ha του chlorsulfuron αλλά το χλωρό βάρος μειώθηκε όταν εφαρμόστηκε 20 ή 40 g αί/ha του chlorsulfuron. Οι Walker και Welch (1989) διαπίστωσαν ότι τα υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους από μια αρχική δόση 32 g/ha των chlorsulfuron, metsulfuron-methyl και triasulfuron, ήταν ικανά να επηρεάσουν την ανάπτυξη του μαρουλιού και των τεύτλων όταν η σπορά τους έγινε 1 χρόνο μετά την εφαρμογή.

Οι Jordan και Harvey (1978), μελέτησαν 8 ζιζανιοκτόνα που ήταν ακετονιτρίλια στο μπιζέλι στον αγρό και στο θερμοκήπιο. Τοalachlor ήταν φυτοτοξικό στο μπιζέλι σε άμμο πλυμένη με διοξείδιο του πυριτίου στο θερμοκήπιο όταν η δόση ήταν 2 και 8mg/L. Στον αγρό, για 2 έτη και με πειράματα στο θερμοκήπιο διαπιστώθηκε ότι η φυτοτοξικότητα στο μπιζέλι από τις δόσεις 2,2 και 4,5kg/ha επηρεάστηκε από τη βροχόπτωση. Η βλάβη στο μπιζέλι στον αγρό, αποφεύχθηκε με τη καθυστέρηση της εφαρμογής τουalachlor σε δόσεις 2,2kg/ha μέχρι το μπιζέλι να εμφανιστεί. Στο θερμοκήπιο υπήρξε το ίδιο αποτέλεσμα σε δόσεις 2,2 και 4,5 kg/ha

Οι Schroeder *et al.* (1986), εφάρμοσαν το flumetsulam μαζί με το clopyralid προφυτρωτικά στο καλαμπόκι σε δόσεις 0,50+135, 100+270 g αί/ha, το 1993 και 1994. Αγγούρι, τομάτα, λάχανο, πατάτα, πιπεριά, μπιζέλι και γλυκό καλαμπόκι σπάρθηκαν 1 και 2 χρόνια μετά την εφαρμογή. Το λάχανο ήταν ευαίσθητο και παρουσίασε φυτοτοξικότητα και μείωση απόδοσης και στα 2 έτη. Η πιπεριά παρουσίασε μείωση απόδοσης μόνο το 1995. Όλες οι άλλες καλλιέργειες δε παρουσίασαν βλάβη ή μείωση απόδοσης. Το flumetsulam μαζί με το

clorpyralid προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά μελετήθηκαν και σε 6 ποικιλίες του γλυκού καλαμποκιού το 1995. Έγινε ξανά σπορά και 1 χρόνο μετά. Υπήρξε βλάβη στις 3 από τις 6 ποικιλίες το 1995 και ένα χρόνο μετά δεν υπήρξε βλάβη ή μείωση απόδοσης σε καμία ποικιλία.

Στον αγρό, μελετήθηκαν τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων MKH 6561 και MON 37500 για την επίδρασή τους στο σόργο και στον ηλίανθο σε περίπτωση αποτυχίας σποράς του σιταριού. Οι ερευνητές που διεξήγαγαν αυτή τη μελέτη ήταν οι Geier και Stahlman (2001). Το MON 37500 σε δόση 30 g ai/ha μείωσε τη πυκνότητα του ηλίανθου κατά 39%. Το MKH 6561 σε δόση 30 ή 45 g ai/ha δε μείωσε τη πυκνότητα του ηλίανθου, την ανάπτυξη ή τη βιομάζα τον ενώ το MON 37500 μείωσε τη βιομάζα. Κανένα δεν επηρέασε τη πυκνότητα τον σόργου το 1998 ενώ το MON 37500 τη μείωσε κατά 80% το 1999. Η ανάπτυξη του σόργου, η βιομάζα και η απόδοση περιορίστηκαν πιο σοβαρά από το MON 37500 το 1999 από ότι το 1998. Το MKH 6561 είχε μικρή έως καθόλου επίδραση στο σόργο. Βλάβη στη σόγια παρατηρήθηκε στις 30 ημέρες μετά την εφαρμογή του thifensulfuron στη δόση 2,2 g/ha η οποία ήταν 0-22%, από τους Hart και Roskamp (1998). Όταν η δόση τον ήταν 8,8 g/ha τότε η βλάβη στη σόγια ήταν 12-44%. Η απόδοση του σπόρου μειώθηκε όταν η δόση ήταν 4,4 και 8,8 g/ha. Η προσθήκη του bentazan στο ζιζανιοκτόνο μείωσε τη βλάβη και τα φαινόμενα του νανισμού.

Οι Romera *et al.* (1993), εξέτασαν τα χλωροακεταμίδια. acetochlor, alachlor και propachlor και τα ζιζανιοκτόνα linuron, prometryn και terbutryn στον ηλίανθο 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 ai/ha στο linuron, prometryn και terbutryn αλλά παρατηρήθηκε μείωση στην ανάπτυξη και χλώρωση. Οι Ockyim κατ Bayer (1996) παρατήρησαν ότι το bensulfuron εμπόδισε την ανάπτυξη της ρίζας του ρυζιού. Η ανάπτυξη της ρίζας ήταν πιο ευαίσθητη από την ανάπτυξη του βλαστού. Σε δόση $2,5 \times 10^{-9}$ M του bensulfuron, το ύψος φυτού, ο αριθμός φύλλων και ο αριθμός ριζών δεν επηρεάστηκαν, ενώ η ανάπτυξη της ρίζας μειώθηκε. Τα σπορόφυτα 3 ή 4 ημέρες μετά την εμφάνιση, έδειξαν μείωση στο ολικό μήκος της ρίζας.

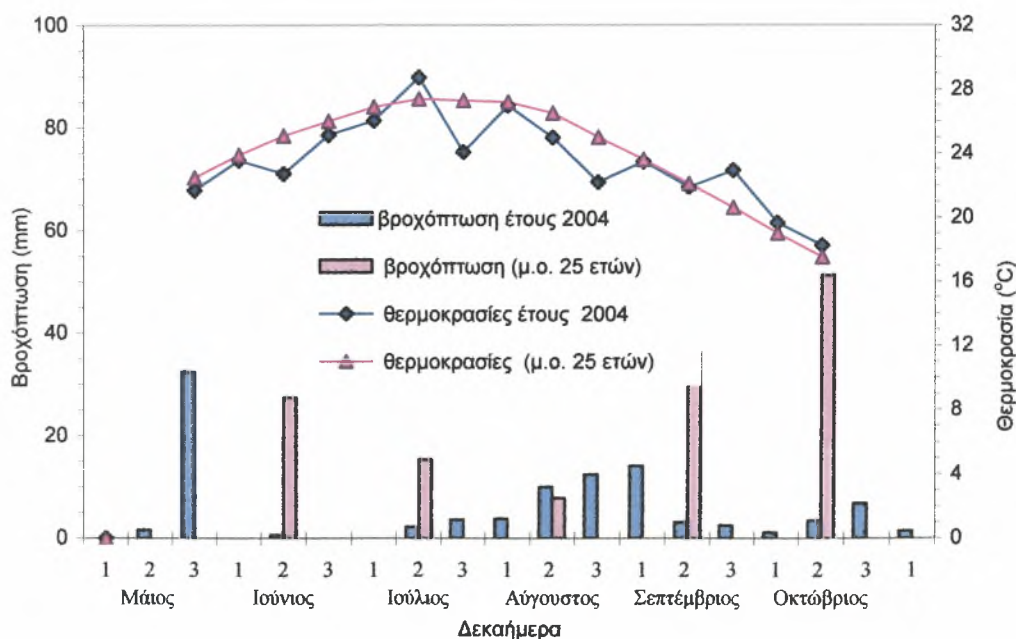
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Πείραμα αγρού

Εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό

Στις 28 Απριλίου 2004 στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο του πειράματος για την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004. Το Αγρόκτημα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ}23'$ και γεωγραφικό μήκος $22^{\circ}45'$. Το έδαφος ανήκει στην υποομάδα *Tyric Xerochrept*, με μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδες, $pH=7,9-8$, οργανική ουσία 1.44%, P_2O_5 15-17 mg/kg (κατά Olsen) και ολικό $CaCO_3$ 2,8-5,3% (Μήτσιος, 2000).

Τα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση) καταγράφηκαν σε ωριαία βάση σε πλήρως αυτοματοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό που υπήρχε σε απόσταση 50 μέτρων από τον πειραματικό αγρό. Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των 5 καλλιεργειών το 2004, και συγκρίνονται με τους αντίστοιχους μέσους όρους 25 ετών για την υπό μελέτη περιοχή.



Σχήμα 4. Μέση ημερήσια θερμοκρασία ($^{\circ}C$, μ.ο. δεκαήμερου) και βροχόπτωση (mm ανά δεκαήμερο) στο Βελεστίνο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του έτους 2004 και τελευταίας 25ετίας.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 4 το θέρος του 2004 δεν ήταν αρκετά υγρό με υποδιπλάσια περίπου βροχόπτωση (περίπου 250mm από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο) από ένα μέσο θέρος. Ιδιαίτερα βροχεροί ήταν οι μήνες Μάιος, το 3^ο δεκαήμερο του Αυγούστου με βροχόπτωση 34 και 12,4 mm, αντίστοιχα.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε, ήταν οι πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με 3 επαναλήψεις. Οι διαστάσεις τον αγρού όπου έγινε το πείραμα ήταν 31x34 m. Ο αγρός χωρίστηκε σε 3 λωρίδες διαστάσεων 34x4,5 m. Ανάμεσα στις λωρίδες υπήρχε διάδρομος με διαστάσεις 34x2 m. Στην πρώτη λωρίδα εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο mesotrione (Callisto), στη δεύτερη εφαρμόστηκε το norflurazon (Zorial) και στην τρίτη τοποθετήθηκε ο μάρτυρας. Η κάθε λωρίδα χωρίστηκε σε 3 επαναλήψεις που η καθεμιά είχε διαστάσεις 34x1,5m.

Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε με ψεκαστικό μηχάνημα (Εικόνα 2) με μπέκ τύπου σκούπας και πίεση 2 atm. στις 5 Μαΐου 2004, διαλύοντας την κατάλληλη δόση (Πίνακας 3) σε νερό και μετά συμπληρώνοντας το ψεκαστικό μηχάνημα με νερό ως τα 20 L.



Εικόνα 2 Εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον πειραματικό αγρό (φαίνονται οι 3 επαναλήψεις με τα σχοινιά).

Σε κάθε λωρίδα του αγρού μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου πάρθηκαν τυχαία 3 εδαφικά δείγματα βάθους 10cm, ένα από κάθε επανάληψη, αλλά σε 5-6 τυχαίες θέσεις. Τα 9 συνολικά εδαφικά δείγματα μετά το ψεκάσμο τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τις βιοδοκιμές που έγιναν στο εργαστήριο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβανόταν ανά 30 ημέρες, για τις ανάγκες του πειράματος.

Πίνακας 3. Δόση εφαρμογής του κάθε ζιζανιοκτόνου.

α/α	Ζιζανιοκτόνο σκεύασμα	Χρόνος εφαρμογής	Συνιστώμενη δόση σκευάσματος /στρ	Σκεύασμα /140m ²	δ.ο./στρ	δ.ο./140m ²
1	Callisto 10CS (mesotrione)	PRE	10mL/στρ	1,4 mL	1	0,14 mL
2	Zorial 80WG (norflurazon)	PRE	200g/στρ	28 g	160	22,4 g
3	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	---	---	---	---	

5.2. Βιοδοκιμές Αγρού

Στις 5 Μαΐου 2004 δηλαδή μια μέρα μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, σε κάθε λωρίδα για κάθε ζιζανιοκτόνο και για τον μάρτυρα σημειώθηκαν τα πρώτα 10m. Σε αυτά τα 10m έγινε η σπορά των 5 καλλιεργειών, καλαμπόκι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, βρώμη και φακή, δυο γραμμές ανά καλλιέργεια Η απόσταση από γραμμή σε γραμμή ήταν 0,5m. Έτσι, σε κάθε επανάληψη σπάρθηκαν 10 γραμμές (5 καλλιέργειες X 2 γραμμές) με τις παραπάνω καλλιέργειες τυχαίοποιημένες. Σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 2 σπόροι για να εξασφαλίσουμε την ασφάλεια της σποράς. Η βρώμη και η φακή σπάρθηκαν πεταχτά πάνω στην γραμμή.

Στις 25 Μαΐου 2004, δηλαδή μετά από 20 ημέρες, έγινε παρατήρηση των φυτών των 5 καλλιεργειών στον αγρό, για να διαπιστωθούν τυχόν συμπτώματα φυτοτοξικότητας.

Μετά από ένα μήνα την αρχική σπορά, έγινε κοπή 10 φυτών, τυχαία για μεν το καλαμπόκι, το βαμβάκι, το ζαχαρότευτλο στο σημείο επαφής του

λαιμού με την επιφάνεια του εδάφους, για δε την βρώμη και την φακή σε 10cm σε 2 τυχαίες θέσεις στην γραμμή και στη συνέχεια μετρήθηκε το χλωρό τους βάρους σε ζυγό ακριβείας και κατόπιν τα δείγματα τοποθετήθηκαν για 48h σε ξηραντήριο στους 80°C ακολούθησε μέτρηση και του ξηρού. Μετά την κοπή των φυτών στον αγρό, ακολουθεί φρεζάρισμα για τα επόμενα 10m, και στη συνέχεια ακολουθεί σπορά όπως περιγράφηκε προηγούμενος για τις 5 καλλιέργειες

Η διαδικασία όπως περιγράφεται παραπάνω, επαναλήφθηκε στις 21-Ιουνίου, 21-Ιουλίου, 20-Αυγούστου, και 27-Σεπτεμβρίου 2004, δηλαδή στις 0,30,60 και 90 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Σε κάθε περίπτωση, ανά τακτά χρονικά διαστήματα μετά την σπορά πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις των φυτών στον αγρό για συμπτώματα φυτοτοξικότητας.

5.3 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία

Για τις βιοδοκιμές του εργαστηρίου, χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά γλαστράκια χωρητικότητας 500g. Χρησιμοποιήθηκαν 15 γλαστράκια για κάθε καλλιέργεια λόγω του ότι έγιναν 3 επαναλήψεις σε καθένα από τα 2 ζιζανιοκτόνα και το μάρτυρα. Στις 5 Μαΐου 2004, τα εδαφικά δείγματα βάθους 0-10 cm που πάρθηκαν από τον αγρό αφού αρχικά καθαρίστηκαν και ψιλοχωματίστηκαν, τοποθετήθηκαν στα γλαστράκια. Συνολικά, χρησιμοποιήθηκαν 45 γλαστράκια. Από αυτά, τα 15 ήταν για το mesotrione, 15 γλαστράκια για το nortlurazon, 15 γλαστράκια για το μάρτυρα μετά το ψεκασμό.

Μετά, έγινε η σπορά των 5 καλλιεργειών σε βάθος γύρω στα 3cm του καλαμποκιού, του βαμβακιού, των τεύλων, της βρώμης και της φακής. Για το καλαμπόκι και για, το βαμβάκι σπάρθηκαν 7 σπόροι ανά γλαστράκι, για τα τεύλα, τη βρώμη και για τη φακή 10 σπόροι ανά γλαστράκι. Στις 5-7 ημέρες μετά το φύτεμα των φυτών ακολουθούσε αραίωση σε 5 φυτά ανά γλαστράκι για το καλαμπόκι και το βαμβάκι ενώ για τα τεύλα, τη βρώμη και τη φακή σε 8 φυτά ανά γλαστράκι. Αμέσως μετά έγινε εφαρμογή με πλήρες θρεπτικό διάλειμμα το οποίο δέχτηκαν τα φυτά για 3 εβδομάδες. Το διάλυμα αυτό αποτελούσαν από **Stock A:** KNO_3 0.3ml, **Stock B:** $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2ml, **Stock C:** $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1ml, **Stock D:** 0,5ml MgSO_4 , **Stock E:** ιχνοστοιχεία 0,5ml, **Σίδηρος** 0,5ml και προσθέταμε

νερό μέχρι τα 500ml διαλύματος.

Τις επόμενες ημέρες όταν υπήρχε ανάγκη των φυτών σε νερό, τα γλαστράκια, ποτίζονταν. Τα φυτά διατηρήθηκαν για 30 ημέρες. Στο διάστημα αυτό έγιναν ποιοτικές παρατηρήσεις για να διαπιστωθούν τυχόν φυτοτοξικά συμπτώματα στα φυτά των 5 καλλιεργειών

Μετά από 30 ημέρες, έγινε η κοπή των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους και η μέτρηση του χλωρού βάρους. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο για 48h στους 80°C και ακολούθησε μέτρηση του ξηρού βάρους.

Η διαδικασία όπως περιγράφεται παραπάνω, επαναλήφθηκε στις 21-Ιουνίου, 21-Ιουλίου, 20-Αυγούστου και 27-Σεπτεμβρίου 2004, δηλαδή στις 30,60,90 και 120 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων,

5.4 Μέτρηση των υπολειμμάτων του norflurazon στο έδαφος.

Μετά από κάθε εγκατάσταση των βιοδοκιμών στο εργαστήριο, περίπου 500g από το έδαφος της κάθε επανάληψης για όλες τις δειγματοληψίες που έγιναν σε 10, 45, 75, 105 και 140 ημέρες από την εφαρμογή του norflurazon στο χωράφι διατηρήθηκε στην κατάψυξη για την μέτρηση των υπολειμμάτων του στο έδαφος. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας τον Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Τα υπολείμματα του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου προσδιορίστηκαν με αέρια χρωματογραφία με ανιχνευτή αζώτου φωσφόρου (GC- NPD) μετά από εκχύλιση με μεθανόλη. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την προετοιμασία και την εκχύλιση των δειγμάτων : Τα εδαφικά δείγματα αρχικά αεροξηράθηκαν σε δροσερό και σκιερό μέρος, περάστηκαν από κόσκινο διαμέτρου 2mm και λειοτρίφτηκαν. Ζυγίστηκαν 10g αεροξηραθέντος εδάφους από κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη των 250mL Προστέθηκε 20 mL μεθανόλη και ακολούθησε ανακίνηση για 60 min. Ακολούθησε φυγοκέντρηση για 5 min και στη συνέχεια πάρθηκε το υπερκείμενο υγρό το οποίο τοποθετήθηκε σε ειδικά φιαλίδια 1 mL για την ανάλυση στην αέρια χρωματογραφία.

Η καθαρή δραστική ουσία χρησιμοποιήθηκε για να παρασκευαστεί το μητρικό πρότυπο διάλυμα του norflurazon συγκέντρωσης 1000 mg/L σε ακετόνη.

Από αυτό, στη συνέχεια με αραιώση, παρασκευάστηκε διάλυμα 100 mg/L σε μεθανόλη. Από το διάλυμα 100 mg/L με την κατάλληλη αραιώση παρασκευάστηκε το διάλυμα 10 mg/L σε μεθανόλη. Από το διάλυμα 10 mg/L, παρασκευάστηκαν με τις κατάλληλες αραιώσεις σε μεθανόλη τα πρότυπα διαλύματα 1, 0,7 και 0,5 mg/L. Από το διάλυμα 1 mg/L παρασκευάστηκαν τα διαλύματα 0,35, 0,2, 0,1 και 0,05 mg/L.

Τα πρότυπα διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της καμπύλης αναφοράς για την ποσοτικοποίηση τον χρωματογραφικού σήματος (μέθοδος εξωτερικού προτύπου), των προς ανάλυση δειγμάτων.

Η επιβεβαίωσης της αξιοπιστίας της αναλυτικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για το προσδιορισμό των υπολειμμάτων του norflurazon στο έδαφος έγινε με πειράματα ανάκτησης τεχνητά φορτισμένων εδαφοδειγμάτων μάρτυρα.

5.5 Ευαισθησία του σιταριού στην υπολειμματικότητα των ζιζανιοκτόνων στον αγρό.

Στον αγρό που έγινε το πείραμα με τις 5 καλλιέργειες, καλαμπόκι, βαμβάκι, τεύτλα, βρώμη, και φακή, 120 μέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε σπορά σιταριού, για να αξιολογηθεί η ευαισθησία του στα ζιζανιοκτόνα μελέτης. Στις 30 μέρες μετά την σπορά πραγματοποιήθηκε παρατήρηση στον αγρό. Σε κάθε επανάληψη σε 5 διαφορετικά σημεία, μετρήθηκε η πυκνότητα των φυτών (αριθμός/μ²). Μετά από 60 ημέρες από την σπορά, σε κάθε επανάληψη σε 5 σημεία πραγματοποιήθηκε κοπή φυτών σιταριού και ταυτόχρονα έγινε μέτρηση των αδελφών των φυτών του σιταριού. Στην συνέχεια, τα φυτά του σιταριού μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας και μετρήθηκε το χλωρό και ξηρό βάρος τους, αφού προηγουμένως είχαν τοποθετηθεί σε ξηραντήριο στους 80°C για 48h. Η διαδικασία επαναλήφθηκε και στις 120 ημέρες από την σπορά με ακριβώς την ίδια μεθοδολογία.

5.6 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα του χλωρού και ξηρού βάρους που πάρθηκαν από τον αγρό και το θερμοκήπιο για τις 5 καλλιέργειες, του καλαμποκιού, του βαμβακιού, των τεύτλων, της βρώμης και της φακής, αναλύθηκαν στατιστικά προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις και τον μαρτυρά. Η ανάλυση αυτή έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα GENSTAT, με το κριτήριο DUNCAN, για κάθε χρονικό διάστημα σποράς και για κάθε καλλιέργεια χωριστά.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Πείραμα αγρού – βιοδοκιμές

6.1.1 Βιοδοκιμή στις 10 ΗΜΕ

6.1.1.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στα φυτά της βιοδοκιμής στον αγρό, διαπιστώθηκε ότι το mesotrione προκάλεσε λεύκανση των φυτών στα τεύτλα και στη φακή. Το καλαμπόκι, το βαμβάκι και η βρώμη είχαν φυσιολογική μορφή όπως και ο μάρτυρας. Το norflurazon προκάλεσε λεύκανση στο καλαμπόκι, στα τεύτλα, στη βρώμη και στη φακή. Το βαμβάκι δεν επηρεάστηκε από το norflurazon, όπως αναμενόταν.

6.1.1.2 Αύξηση καλλιεργειών

Το χλωρό βάρος του καλαμποκιού δε μειώθηκε στατιστικά σημαντικά, όπου έγινε εφαρμογή του mesotrione και του norflurazon, καθώς το βάρος της καλλιέργειας κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με τον μάρτυρα. Όσον αφορά το ξηρό βάρος μειώθηκε στατιστικά σημαντικά μόνο όπου έγινε εφαρμογή του norflurazon και ειδικότερα κατά 28,3% ενώ για το mesotrione δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικώς σημαντική μείωση. Στα τεύτλα η εφαρμογή του mesotrione και του norflurazon μείωσε στο 100% το χλωρό και ξηρό βάρος της καλλιέργειας σε σχέση με το μάρτυρα (τα φυτά κήκαν). Στο βαμβάκι το χλωρό βάρος μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά από την εφαρμογή του mesotrione και του norflurazone. Ειδικότερα παρατηρήθηκε για το mesotrione μείωση του χλωρού βάρους κατά 13,2% σε σχέση με το μάρτυρα ενώ για το norflurazone το χλωρό βάρος μειώθηκε κατά 22,2%. Το ξηρό βάρος του βαμβακιού μειώθηκε κατά 46,8% και 41,09% για το mesotrione και το norflurazon αντίστοιχα. Για την καλλιέργεια της φακής το mesotrione δε μείωσε καθόλου το χλωρό βάρος, ενώ το norflurazon το μείωσε κατά 40% σε σχέση με το μάρτυρα. Το ξηρό βάρος ανά φυτό δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές για κανένα από τα

δυο ζιζανιοκτόνα εφαρμογής. Τέλος, η καλλιέργεια της βρώμης δεν φύτρωσε καθόλου, τα φυτά κάηκαν (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 10 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	1730,3 A	61 A
mesotrione	1074,9 A	91 A
Μάρτυρας	1047,6 A	85,2 A
C.V.%	43	34

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	0 B	0 B
mesotrione	0 B	0 B
Μάρτυρας	108,8A	9,26A
C.V.%	37	12.5

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	595,7 A B	49,3 A
mesotrione	664,4 A B	44,5A
Μάρτυρας	765,9 A	83,7 A
C.V.%	8	42

Φακή

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	35,9 B	12,3 A
mesotrione	60,2 B	18,8 A
Μάρτυρας	59,9 B	17,2 A
C.V.%	29	28

6.2.2. Βιοδοκιμή στις 45 ΗΜΕ

6.2.2. 1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Στις 45 ΗΜΕ των ζιζανιοκτόνων, παρατηρήθηκε ότι υπήρχε λεύκανση των φυτών στο καλαμπόκι, τη βρώμη, τα τεύτλα και τη φακή από το norflurazone. Το βαμβάκι δεν παρουσίασε καμία βλάβη από τα ζιζανιοκτόνα.

6.2.2. 2. Αύξηση καλλιεργειών

Το χλωρό και ξηρό βάρος του καλαμποκιού μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά μόνο για το norflurazone και η μείωση που παρατηρήθηκε είναι της τάξης του 71,4% και 46,2% σε σχέση με το μάρτυρα, αντίστοιχα. Στη βρώμη το χλωρό βάρος μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά μόνο για το norflurazone και η μείωση ήταν της τάξης του 37,2% ενώ το ξηρό βάρος μειώθηκε κατά 50,15%. Για το mesotrione δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικώς σημαντική μείωση, είτε για το χλωρό είτε για το ξηρό βάρος. Στα τεύτλα το χλωρό βάρος μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά κατά 46,2% σε σχέση με το μαρτυρά για το mesotrione ενώ το norflurazone μείωσε κατά 100% το χλωρό βάρος. Το ξηρό βάρος των τεύτλων δε μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά για το mesotrione ενώ για το norflurazone μειώθηκε κατά 100%. Για το βαμβάκι στατιστικώς σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο για το norflurazone και η μείωση ήταν της τάξης του 42,1%. Το ξηρό βάρος ανά φυτό βαμβακιού δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές για κανένα ζιζανιοκτόνο. Για τη φακή το χλωρό και ξηρό βάρος δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές για κανένα από τα δυο ζιζανιοκτόνα (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<i>Χλωρό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>
norflurazone	716,6 C	88,1 B
mesotrione	2386,4 A	169,9 A
Μάρτυρας	2508,8 A	163,9A
C.V.%	10	8

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	130,4 B	12,8B
mesotrione	223,8 A	21,2A
Μάρτυρας	207,7 A	25,6A
C.V.%	11	10

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	0 C	0 B
mesotrione	91,6 B	25,1 A
Μάρτυρας	170,4 A	15,7A B
C.V.%	16	10

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	795,2 B	63,5 A
mesotrione	1223,1 A	91,6 A
Μάρτυρας	1373,8A	93,4 A
C.V.%	38	41

Φακή

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	113,6 A B	8,7 A
mesotrione	97,8 A B	17,7 A
Μάρτυρας	112,7 A B	13,5 A
C.V.%	18	23

6.2.3. Βιοδοκιμή στις 75 ΗΜΕ

6.2.3. 1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στο χρονικό αυτό διάστημα, παρατηρήθηκε ότι το καλαμπόκι, η φακή, η βρώμη και τα τεύτλα εμφάνισαν βλάβη με τη μορφή της λεύκανσης από το norflurazon ενώ το βαμβάκι δεν έδειξε καμία βλάβη.

6.2.3. 2. Αύξηση καλλιεργειών

Η ανάλυση των δεδομένων του χλωρού και ξηρού βάρους έδειξε ότι το καλαμπόκι επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το ζιζανιοκτόνο mesotrione και είχε το μικρότερο χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό. Η μείωση στο βάρος ανά φυτό ήταν κατά 50.6% και 67%, αντίστοιχα. Στη βρώμη το χλωρό βάρος μειώθηκε στατιστικά σημαντικά μόνο για το mesotrione και η μείωση που παρατηρήθηκε ήταν της τάξης του 24.9% ενώ το ξηρό βάρος δε μειώθηκε στατιστικά σημαντικά για κανένα από τα δυο ζιζανιοκτόνα. Στα τεύτλα το χλωρό βάρος μειώθηκε για το mesotrione κατά 33.9% ενώ το ξηρό βάρος δε μειώθηκε στατιστικά σημαντικά για κανένα από τα δυο ζιζανιοκτόνα. Το χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό του βαμβακιού και της φακής δεν επηρεάστηκε από κανένα ζιζανιοκτόνο (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 75 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<i>Χλωρό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>
norflurazon	73735,3 A	10910,2 A
mesotrione	35216,5 A	3606,3 A
Μάρτυρας	71369,3 B	10946,2 B
C.V.%	13	16

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	808,0 A B	173,2 A B
mesotrione	414,4 A B	97,1 B
Μάρτυρας	552 B	101,6 B
C.V.%	25	27

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	9755,3 A B	2411,3 A
mesotrione	8396,6 B	960,1 A B
Μάρτυρας	12715,6A B	1008,7A B
C.V.%	36	36

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	9000,0 A	1607,9 A
mesotrione	5602,6 A	1413,1 A
Μάρτυρας	8447,6 A	1881,6 A
C.V.%	28	18

Φακή

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	478 A	151,0 A
mesotrione	404,3 A	137,8 A
Μάρτυρας	331,6 A	127,7A
C.V.%	22	18

6.2.4. Βιοδοκιμή στις 105 ΗΜΕ

6.2.4. 1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Το καλαμπόκι, η βρώμη και τα τεύτλα εμφάνισαν λεύκανση στο norflurazon και στις 105 ημέρες από την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων ενώ στα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα είχε φυσιολογική μορφή. Το βαμβάκι και η φακή δεν εμφάνισαν φυτοτοξικότητα σε κανένα ζιζανιοκτόνο.

6.2.4. 2. Αύξηση καλλιεργειών

Το βάρος του καλαμποκιού παρουσίασε μια μείωση στο norflurazon κατά 30,2% στο χλωρό και 16,2% στο ξηρό. Στη βρώμη παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική μείωση για το χλωρό και ξηρό βάρος για τα δυο εξεταζόμενα ζιζανιοκτόνα. Ειδικότερα το χλωρό βάρος μειώθηκε για το mesotrione κατά 65,8% και για το norflurazone κατά 49,2%. Τα υπολείμματα του mesotrione μείωσαν το ξηρό βάρος κατά 55,7% ενώ για το norflurazone σημειώθηκε μείωση της τάξης του 46,7% σε σχέση με το μαρτυρά. Τα τεύτλα παρουσίασαν και αυτά στατιστικώς σημαντική μείωση για το χλωρό και ξηρό βάρος και για τα δυο ζιζανιοκτόνα. Ειδικότερα το χλωρό βάρος μειώθηκε για το mesotrione κατά 50,1% ενώ για το norflurazone μειώθηκε κατά 24,2% σε σχέση με το μαρτυρά. Το ξηρό βάρος μειώθηκε από τα υπολείμματα του mesotrione κατά 35,6% ενώ για το norflurazone κατά 13,9%. Για το βαμβάκι το χλωρό βάρος μειώθηκε στατιστικώς σημαντικά μόνο για το mesotrione με μείωση της τάξης του 38,3%. Το ξηρό βάρος κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με το μαρτυρά. Για την καλλιέργεια της φακής παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική μείωση για το χλωρό και ξηρό βάρος και από τα δυο ζιζανιοκτόνα. Ειδικότερα για το χλωρό το mesotrione μείωσε το βάρος κατά 63% ενώ για το norflurazone κατά 18,1%. Το ξηρό βάρος σημείωσε μείωση της τάξης του 41,2% και 7,5% για το mesotrione και το norflurazone, αντίστοιχα (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 105 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	21574,6 A B	272 A B
mesotrione	2150,0B	262 B
Μάρτυρας	3082,6 A B	312,6 A B
C.V.%	18	14

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	828,6 B	114,6A B
mesotrione	557,3 B	95,3 B
Μάρτυρας	1631,3 A	215,3 A
C.V.%	21	20

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	2364 A	195,3 A B
mesotrione	1555,3 C D	146 B C
Μάρτυρας	3118,6A	227 A
C.V.%	34	7

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	735,6 A	120 A
mesotrione	422,6 B	86 A
Μάρτυρας	685,3 A	100 A
C.V.%	8	13

Φακή

Επέμβαση	Χλωρό βάρος	Ξηρό βάρος
norflurazon	450 A B	98,6 A B
mesotrione	203,3 C	62,6 A
Μάρτυρας	550 A	106,6 A
C.V.%	11	12

6.3 Βιοδοκιμές σε φυτοδοχεία

6.3.1. Βιοδοκιμή στις 10 ΗΜΕ

Εξαιτίας λανθασμένων και ελλείπων χειρισμών που έγιναν κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης βιοδοκιμής, οι καλλιεργείες του καλαμποκιού, του βαμβακιού, της φακής, της βρώμης και των τεύτλων δεν κατάφεραν να φυτρώσουν με αποτέλεσμα την έλλειψη στοιχείων για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση.

6.3.2. Βιοδοκιμή στις 45 ΗΜΕ

6.3.2.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Κατά την δεύτερη βιοδοκιμή του εργαστηρίου, παρατηρήθηκε ότι υπήρχε λεύκανση των φυτών στο καλαμπόκι, στη βρώμη, στη φακή και στα τεύτλα από το norflurazon,. Αξίζει να σημειωθεί ότι το βαμβάκι δεν παρουσίασε καμία βλάβη από τα ζιζανιοκτόνα μελέτης

6.3.2.2. Αύξηση καλλιεργειών

Η ανάλυση των δεδομένων του χλωρού και ξηρού βάρους έδειξε ότι κανένα από τα ζιζανιοκτόνα εφαρμογής δεν επηρέασαν το χλωρό βάρος του βαμβακιού . Αντίθετα το ξηρό βάρος παρουσίασε μείωση της τάξης του 19% στο mesotrione και 48% στο norflurazon. Στο καλαμπόκι και στη βρώμη παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και μείωση στο χλωρό και ξηρό βάρος από το ζιζανιοκτόνο

norflurazon. Στο καλαμπόκι τα υπολείμματα του norflurazon δεν μείωσαν το χλωρό και το ξηρό βάρος. Στη βρώμη το ίδιο ζιζανιοκτόνο μείωσε το χλωρό κατά 56% και το ξηρό βάρος κατά 51%. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στα τεύτλα. Το norflurazon μείωσε το χλωρό βάρος κατά 7,9%, ενώ δεν εμφάνισε μείωση στο ξηρό. Όσον αφορά τα τεύτλα, μείωση παρουσιάστηκε στο norflurazon κατά 17% και στο mesotrione κατά 49%. Η φακή εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές και συγκεκριμένα παρουσίασε μείωση στο norflurazon 47% και στο mesotrione 51% αντίστοιχα. (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 45 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	15027,7 A	2329,9 A
mesotrione	15504,2 A	2473,7 A
Μάρτυρας	17363,2 A	2445,4 A
C.V.%	22	17

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	515,9A	58,7 A
mesotrione	387,1 B	125,1 B
Μάρτυρας	903,1 A B	157,5 B
C.V.%	36	62

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	6742,8 A	984,4 A
mesotrione	4881,6 A B	765,6 A
Μάρτυρας	8118,5 A B	1031,6 A
C.V.%	39	30

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	2894 A	275,6 A
mesotrione	1950,2 A	438,3 A B
Μάρτυρας	1623,6 A	528,5 B C
C.V.%	11	65

Φακή

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	462,7 A	213,1 A
mesotrione	495,1 B	168,6 A
Μάρτυρας	1064,3 B	109,2 A
C.V.%	18	23

6.3.3. Βιοδοκιμή στις 75 ΗΜΕ

6.3.3.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στο χρονικό αυτό διάστημα της 3^{ης} βιοδοκιμής παρατηρήθηκε ότι το καλαμπόκι, τα τεύτλα, η φακή και η βρώμη εμφάνισαν βλάβη με τη μορφή της λεύκανσης από το φαινόμενο της φυτοτοξικότητας του norflurazon ενώ το βαμβάκι δεν παρουσίασε καμία βλάβη από κανένα από τα 2 ζιζανιοκτόνα εφαρμογής

6.3.3.2. Αύξηση καλλιεργειών

Η ανάλυση των δεδομένων του χλωρού και ξηρού βάρους έδειξε ότι το καλαμπόκι επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από το ζιζανιοκτόνο norflurazon σε ποσοστό 46% στο χλωρό και 60% στο ξηρό βάρος αντίστοιχα.

Στα τεύτλα και στη βρώμη επίσης, μετρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Στα τεύτλα, αξίζει να σημειωθεί ότι το norflurazon έκαψε ολοκληρωτικά τα φυτά ενώ το mesotrione εμφάνισε μείωση της τάξης του 29%. Στα υπολείμματα του norflurazon παρουσιάστηκε μείωση στη βρώμη κατά 13,6% στο χλωρό βάρος, ενώ στα υπολείμματα του mesotrione κατά 49%. Στη φακή δεν παρουσιάστηκε καμία

στατιστικώς σημαντική διάφορα τόσο για το χλωρό όσο και για το ξηρό βάρος. Το χλωρό βάρος ανά φυτό του βαμβακιού δεν επηρεάστηκε από κανένα ζιζανιοκτόνο, ενώ το ξηρό βάρος παρουσίασε μείωση στο norflurazon 40% και στο mesotrione κατά 49% (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 75 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	827,9 B	43,6 B
mesotrione	1650,6 A	105 A
Μάρτυρας	1578,8 A	110,9 A
C.V.%	13	13

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	133,3 A B	48,3 A
mesotrione	80,7 B	12,2 A
Μάρτυρας	154,7 A B	17 A
C.V.%	24	26

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	0 C	0 C
mesotrione	136 A B	9,8 B
Μάρτυρας	191 A	9,2 B C
C.V.%	16	42

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	936,5 A	73,3 B
mesotrione	1130,5 A	78,5 B
Μάρτυρας	943,2 A	121,7 A
C.V.%	10	8.

Φακή

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	135, A	17,9 A
mesotrione	149,3 A	17,4 A
Μάρτυρας	138,1 A	20,3 A
C.V.%	9	7

6.3.4. Βιοδοκιμή στις 105 ΗΜΕ

6.3.4.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Στις 105 ημέρες μετά την εφαρμογή , διαπιστώθηκε ότι το καλαμπόκι συνέχιζε να παρουσιάζει φαινόμενα λεύκανσης στα φυτά από τα υπολείμματα του norflurazon (Εικόνα 3) ενώ το βαμβάκι όπως αναμενόταν δεν έδειξε καμία βλάβη από τα ζιζανιοκτόνα εφαρμογής. Τα τεύτλα και η βρώμη έδειξαν φυτοτοξικότητα με τη μορφή της λεύκανσης στο norflurazon, ενώ η φακή δεν παρουσίασε τέτοιου είδους φαινόμενα σε αυτό το χρονικό διάστημα.



Εικόνα 3 Εμφάνιση φυτοτοξικότητας norflurazon σε καλλιέργεια καλαμποκιού

6.3.3.2. Αύξηση καλλιεργειών

Το norflurazon επηρέασε το βάρος ανά φυτό του καλαμποκιού, της βρώμης, και της φακής όχι όμως του βαμβακιού και των τεύτλων.

Το norflurazon επηρέασε το χλωρό βάρος του καλαμποκιού κατά 41% και το ξέρω κατά 38,4% αντίστοιχα.. Το mesotrione, δε, μείωσε το ξερό βάρος του καλαμποκιού κατά 4,7%. Τα υπολείμματα του norflurazon προκάλεσαν μείωση στο χλωρό βάρος της βρώμης κατά 18%, ενώ το mesotrione ήταν υπεύθυνο για μείωση στο χλωρό και ξηρό βάρος της τάξεως 30% και 37% αντίστοιχα. Μείωση στην καλλιέργεια της φακής εμφάνισαν τόσο το mesotrione όσο και το norflurazon 82% και 22% αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί για την καλλιέργεια των τεύτλων ότι κήκαν από την υπολειμματική δράση του mesotrione (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Χλωρό και ξηρό βάρος ανά φυτό των πέντε καλλιεργειών όταν σπάρθηκαν 105 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.

Καλαμπόκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	793,1 A	46,8 A
mesotrione	1194,1 B	72,5 A B
Μάρτυρας	1347,1 B	76,1 B
C.V.%	8	11

Βρώμη

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	150,8 A B	0 C
mesotrione	128,6 B	58,4 B
Μάρτυρας	184,1 A	92,8 A
C.V.%	7	13

Τεύτλα

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	0 C	756,1 A
mesotrione	8,2 A	821,2 A
Μάρτυρας	6,8 A	882,9 A
C.V.%	30	5

Βαμβάκι

<i>Επέμβαση</i>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	54,6 A B	93,8 A
mesotrione	59 A B	821,2 A
Μάρτυρας	59,6 A B	117 A
C.V.%	6	8

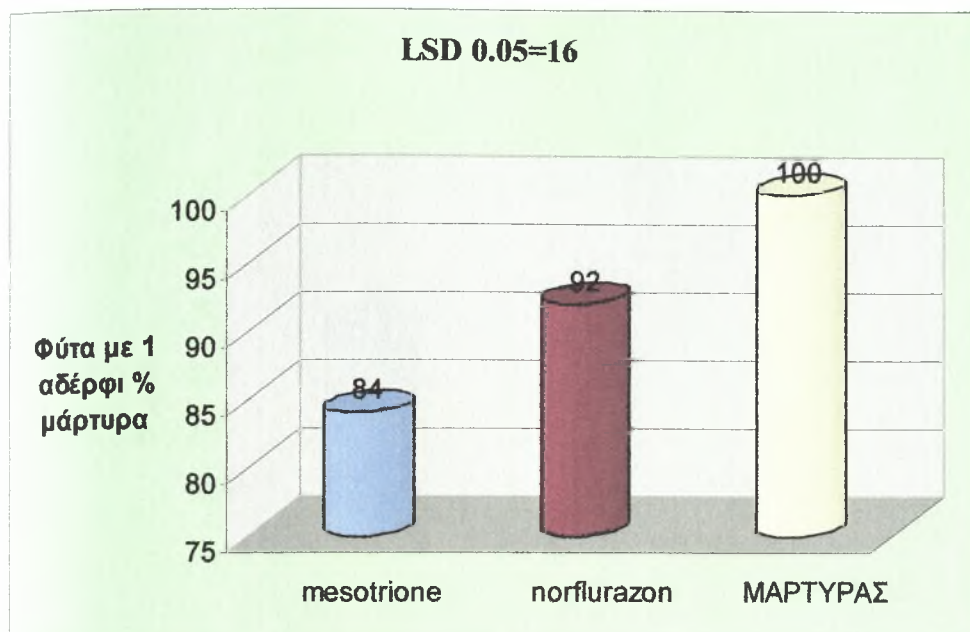
Φακή

<u>Επέμβαση</u>	<u>Χλωρό βάρος</u>	<u>Ξηρό βάρος</u>
norflurazon	21,3 A	13,4 C
mesotrione	14,6 A	59 B
Μάρτυρας	18,3 A	76,1 A
C.V.%	14	7

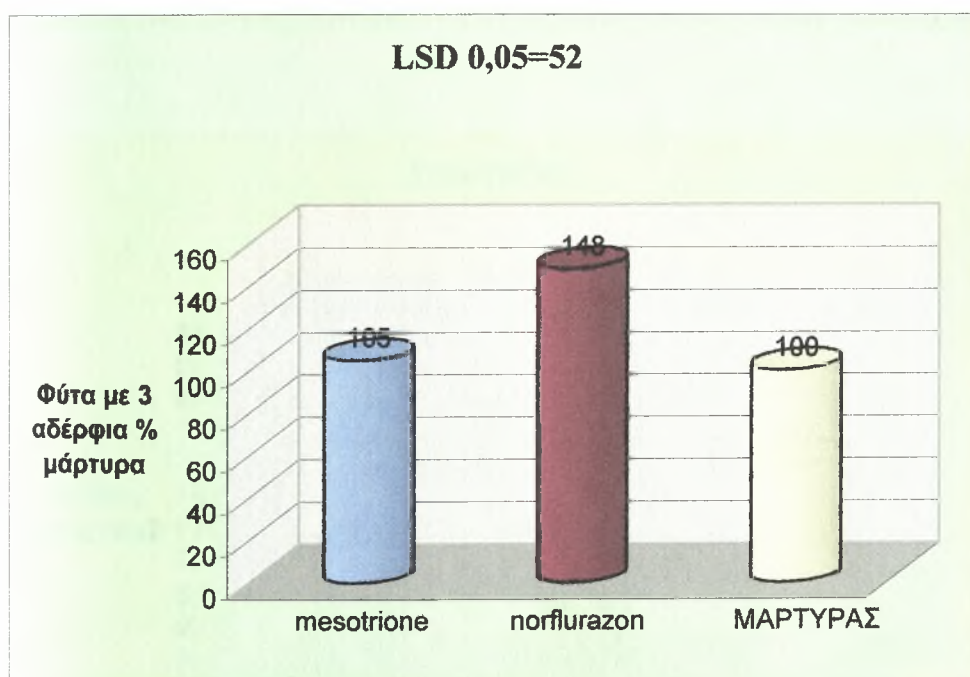
6.4 Ευαισθησία σιταριού στα υπολείμματα 2 ζιζανιοκτόνων.

Από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που έγιναν στο σιτάρι στις 30 και 60 ημέρες από την σπορά του, παρατηρήθηκαν φαινόμενα φυτοτοξικότητας με την μορφή λεύκανσης. Αυτή η λεύκανση εμφανίστηκε στα σημεία όπου είχε γίνει εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου norflurazon. Στα υπόλοιπα πειραματικά τεμάχια το σιτάρι δεν εμφάνισε καμία διάφορα με τα φυτά του μαρτυρά. Τα δεδομένα αναλύθηκαν στατιστικά και έδειξαν ότι ο αριθμός των αδερφιών του σιταριού στην πρώτη μέτρηση, δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τα υπολείμματα των ζιζανιοκτόνων, κάτι το οποίο φαίνεται και στο Σχήμα 5.

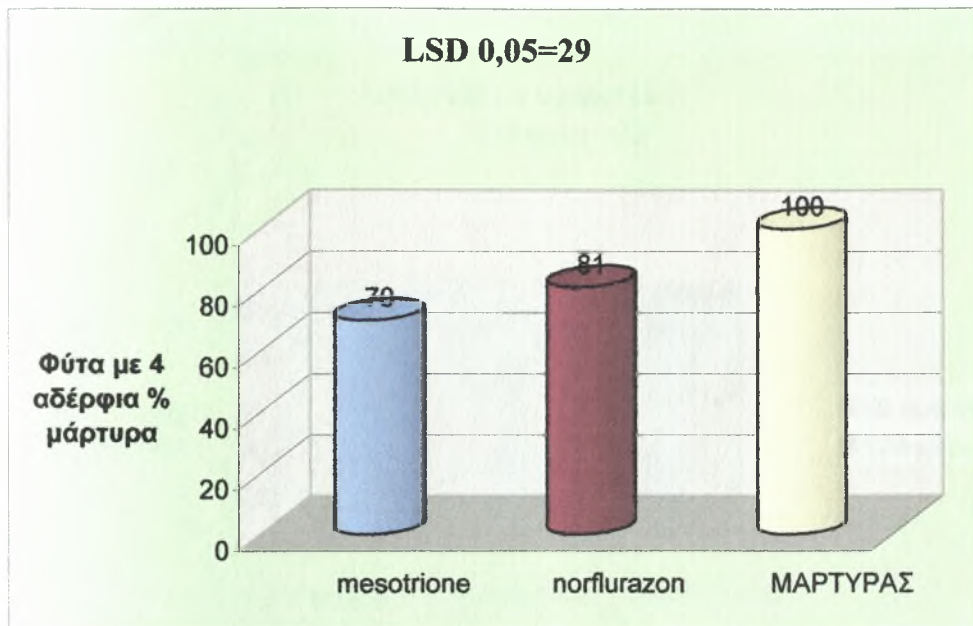
Στην επόμενη μέτρηση που έγινε στις 120ημερες από την σπορά το ποσοστό των φυτών που είχαν τόσο 3 αδέρφια όσο και 4 δεν επηρεάστηκε καθόλου από τα ζιζανιοκτόνα μελέτης σε σχέση με τον μαρτυρά, (Σχήματα 6 και 7)



Σχήμα 5. Φύτα σιταριού με 1 αδέρφι επί τοις % του μάρτυρα, στις 60 ημέρες μετά την σπορά

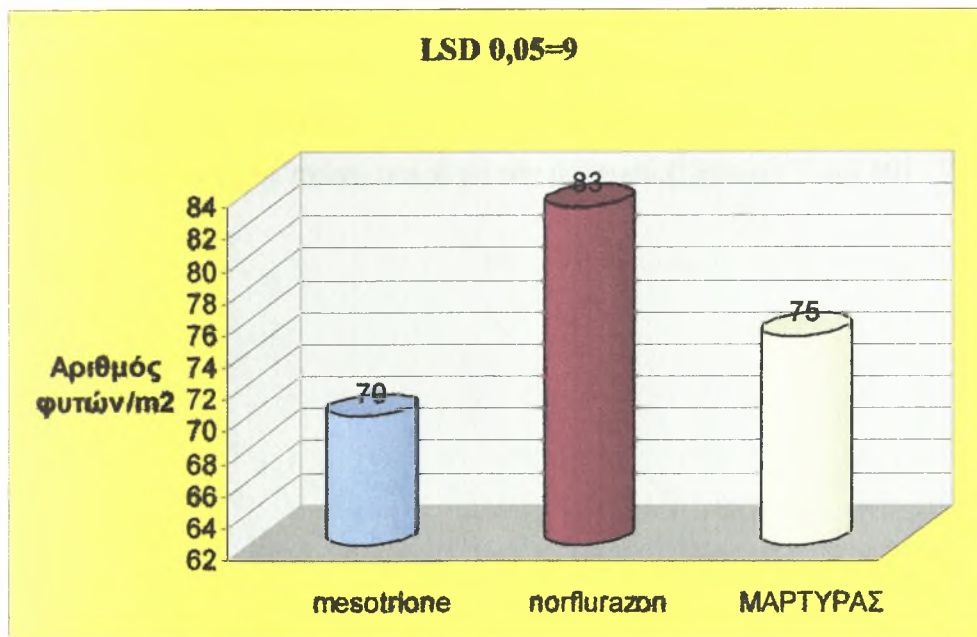


Σχήμα 6. Φύτα σιταριού με 3 αδέρφια επί τοις % του μάρτυρα, στις 120 ημέρες μετά την σπορά

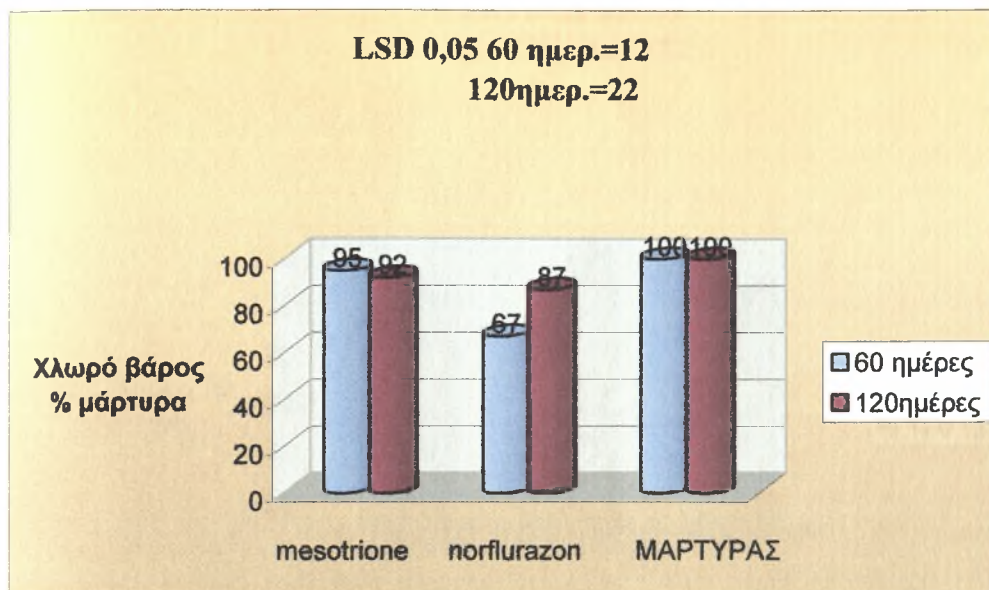


Σχήμα 7. Φυτά σιταριού με 4 αδέρφια επί τοις % του μάρτυρα, στις 150 ημέρες μετά την εφαρμογή

Σχετικά με τον αριθμό των φυτών του σιταριού, παρατηρήθηκε ότι δεν επηρεάστηκε σημαντικά από κανένα ζιζανιοκτόνο, σε σχέση πάντα με τον μαρτυρά.(σχήμα 8)

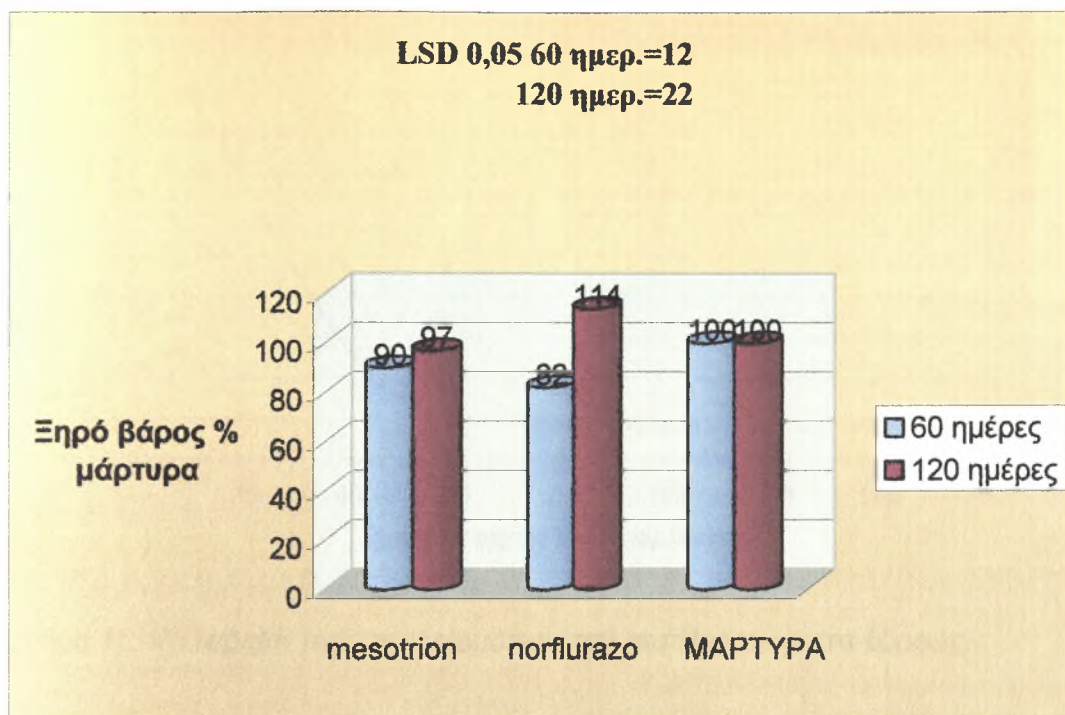


Σχήμα 8. Αριθμός φυτών σιταριού ανά μ² στα ζιζανιοκτόνα μελέτης και του μάρτυρα



Σχήμα 9. Ξηρό βάρος σιταριού εκφρασμένο επί τοις % του ξηρού βάρους του μάρτυρα

Για το χλωρό και το ξηρό βάρος μπορούμε να συμπεραίνουμε από την στατιστική ανάλυση, ότι τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου norflurazon, είχαν ως αποτέλεσμα την στατιστικώς σημαντική μείωση των, σε σχέση πάντα με τον μαρτυρά. Ωστόσο, στις 120 ημέρες από την σπορά του σιταριού, δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, κάτι το οποίο εξηγείται από την ανάκαμψη που παρουσίασαν τα φυτά στα σημεία εφαρμογής, σε σχέση πάντα με τον μαρτυρά. (Σχήματα 9 και 10)



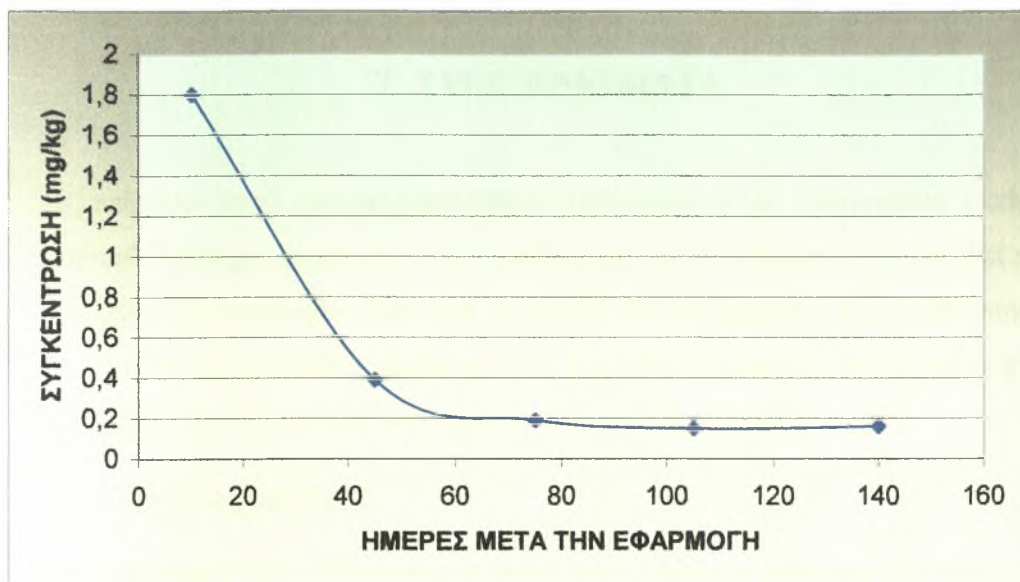
Σχήμα 10. Χλωρό βάρος σιταριού εκφρασμένο επί τοις % του χλωρού βάρους του μάρτυρα

6.5 Υπολειμματικότητα norflurazon στο έδαφος.

Από την ανάλυση των εδαφικών δειγμάτων για τον προσδιορισμό των υπολειμμάτων προκύπτουν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίνακα 11 και στο Σχήμα 11

Πίνακας 11. Συγκέντρωση σε mg/kg του ζιζανιοκτόνου norflurazon στο έδαφος.

Ημέρες από την εφαρμογή	mg/kg
10	1,8
45	0,39
75	0,19
105	0,15
140	0,16



Σχήμα 11. Μεταβολή των υπολειμμάτων του norflurazon στο έδαφος.

Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε ήταν $y=1.2362e^{-0.018/x}$, δηλαδή είναι της μορφής: $C=C_0 e^{-kt}$, όπου C_0 είναι η αρχική συγκέντρωση, $t_{1/2}=38.28$ και $k=\ln^2/k$, k είναι ο ρυθμός μείωσης και $R=0.6023$.

Εύκολα από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τα υπολείμματα του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου παρουσίασαν σημαντική μείωση με την πάροδο του χρόνου. Πιο ειδικά, μπορούμε να πούμε ότι στις 45 ημέρες από την εφαρμογή παρουσίασε μείωση της τάξης του 80% από την αρχική δόση, στις 75 παρέμεινε το 30%, στις 105 το 8,4% και τέλος στις 140 το 8,7% της αρχικής συγκέντρωσης

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πείραμα αυτό πραγματοποιήθηκε προκειμένου να διαπιστωθεί εκείνο το χρονικό διάστημα το οποίο είναι ασφαλές για μια καλλιέργεια να σπαρθεί και εν συνεχεία να αναπτυχθεί κανονικά μετά από την εφαρμογή 2 ζιζανιοκτόνων στον αγρό. Από τις ποσοτικές παρατηρήσεις στις βιοδοκιμές των πέντε καλλιεργειών στον αγρό και στο εργαστήριο προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα :

A) Βιοδοκιμές αγρού :

- **mesotrione** : Το καλαμπόκι, η φακή και η βρώμη φαίνεται ότι μπορούν να σπαρθούν ακόμα και στις 10 ημέρες από την εφαρμογή του. Τα τεύτλα φαίνεται ότι δεν μπορούν να σπαρθούν ακόμα και 105 μέρες μετά την εφαρμογή. Η βρώμη επίσης φαίνεται να παρουσιάζει σημαντική μείωση στις 45, 75 και 105 ημέρες αν και στις 10 ημέρες δεν εμφάνισε κανένα πρόβλημα. Το βαμβάκι από τις 45 ημέρες και μετά μπορεί να σπαρθεί κανονικά.
- **norflurazon** : Στις 45 ημέρες από την εφαρμογή του το καλαμπόκι, η βρώμη και τα τεύτλα εμφάνισαν σημαντική μείωση. Χαρακτηριστική είναι η μείωση που παρουσιάστηκε στην καλλιέργεια της φακής στις 105 ημέρες μετά την εφαρμογή, αν και μέχρι και τις 75 ημέρες δεν είχε εμφανιστεί καμία μείωση.

B) Βιοδοκιμές σε φυτοδογεία:

- **mesotrione** : Το βαμβάκι φαίνεται να μπορεί να σπαρθεί από τις 75 ημέρες και μετά καθώς επίσης και η φακή στις 75 ημέρες. Αντίθετα, τα τεύτλα φαίνεται να μην μπορούν να σπαρθούν ακόμα και στις 105 μέρες μετά. Η απόδοση του καλαμποκιού φαίνεται να επηρεάζεται μόνο στις 105 μέρες.
- **norflurazon** : Το καλαμπόκι μπορεί να σπαρθεί από τις 75 ημέρες από την εφαρμογή του. Τα τεύτλα και η βρώμη φαίνεται ότι μπορούν να σπαρθούν τις 105. Η φακή μπορεί να σπαρθεί στις 75 ημέρες. Συμπεραίνεται, λοιπόν ότι το πιο επίμονο ζιζανιοκτόνο από άποψη υπολειματικότητας είναι το norflurazon και η πιο ευαίσθητη καλλιέργεια είναι τα ζαχαρότευτλα.

Γ) Υπολείμματα norflurazon :

- Τα υπολείμματα του norflurazon μειώθηκαν με τη πάροδο του χρόνου. Ειδικότερα, μπορούμε να πούμε ότι στις 45 Η.Μ.Ε παρουσιάστηκε μείωση της τάξης του 80% από την αρχική δόση, στις 75 Η.Μ.Ε. μείωση στο 30%, στις 105 Η.Μ.Ε μείωση 8,4% και τέλος στις 140 Η.Μ.Ε μείωση 8,7% της αρχικής συγκέντρωσης

Δ) Ευαισθησία του σιταριού στα 2 ζιζανιοκτόνα:

- **mesotrione:** Το σιτάρι φαίνεται ότι μπορεί να σπαρθεί στις 210 ημέρες χωρίς να ζημιωθεί από τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου.
- **norflurazon :** Το σιτάρι εάν σπαρθεί στις 210 ημέρες από την εφαρμογή του δεν είναι ασφαλές από τα υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

1. Armel R. Gregory 2003. Mesotrione, acetochlor and atrazine for weed management in corn. *Weed Technology* 17: 284-290.
2. Askew D. Shawn 1999. Weed management in peanut with flumioxazin preemergence. *Weed Technology* 13:594-598.
3. Barnes J. Clyde 1989. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Sci* 37: 820-824.
4. Barnes J. Clyde, Lavy L. Terry 1991. Injury and yield response of selected crops to imazaquin and norflurazon residues. *Weed Technology* 5 :598-606
5. Brewster D. Bill , Appleby P. Arnold 1983. Response of wheat (*Triticum aestivum*) and rotation crops to chlorsulfuron. *Weed Sci* 31: 861-865.
6. Burnside O.C., Schultz M.E. 1978. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum and soybeans during the year of application. *Weed Sci* 26: 108-115.
7. Chulo Chi , Merkle G. Morris 1984. Factors affecting the phytotoxicity of norflurazon. *Weed Sci* 32: 279-283.
8. Coffman C. Benjamin 1993. Crop response to hexazinone, imazapyr, tebuthiuron and triclopyr. *Weed Technology* 7: 140-145.
9. Eleftherohorinos LG., Kotoula - Syka Eleni. 1989. Field persistence of chlorsulfuron and DPX-L5300 in relation to rotational crops. *Weed Research* 29: 127-134.
10. Eleftherohorinos I. G. 1987. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron as affected by activated charcoal. *Weed Research* 27: 443-452.
11. Fellows M. Gary 1990. Effect of AC222,293 soil residues on rotational crops. *Weed Technology* 4: 48-51.
12. Friesen H. George , Wall A. David 1991. Residual *effects* of CGA- 131036 and chlorsulfuron on spring-sown rotational crops. *Weed Sci* 39: 280-283.
13. Hamilton K. C. 1979. Persistence of annual applications of herbicides in winter
14. Iowa State University Extension,2002, Herbicide Manual for Agricultural Professionals Online-Part 2,Section 2,Corn Weed Control 34:124-158
15. Jackson A.W. 1978. Tolerance of soybean and grain sorghum to fluometuron

- residue. *Weed Sci* 26: 454-458.
16. Johnson Bradley C. 2002. Effect of postemergence application rate and timing of mesotrione on corn response and weed control. *Weed Technology* 16:414-420.
 17. Johnson David H., Talbert Ronald E. 1993. Imazaquin, chlorimuron and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Technology* 7 : 573-577.
 18. Jordan David L., Johnson David H., Johnson William G., Ken Dig J. Andrew, Frans Robert E., Talbert Ronald E. 1993. Carryover of DPX-PE350 to grain sorghum (*Sorghum bicolor*) and soybean (*Glycine max*) on two Arkansas soils. *Weed Technology* 7:645-649.
 19. Jordan G. L., Harvey R. G. 1978. Response of processing peas and annual weeds to acetanilide herbicides. *Weed Sci* 26: 313-317.
 20. Keeling J. Wayne 1989. Rotational crop response to repeated applications of norflurazon. *Weed Technology* 3: 122-125.
 21. Kelley Jason P., Peeper Thomas E. 2003. Wheat and rotational crop response to MON 37500. *Weed Technology* 17: 55-59.
 22. Kotoula - Syka Eleni 1993. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron, metsulfuron-methyl, triasulfuron and tribenuron-methyl in 3 soils. *Weed Research* 33: 355-367.
 23. Krauz Ronald F., Kapusta George, Matthews Joseph L. 1994. Soybean *Glycine max*) and rotational crop response to PPI chlorimuron, clomazone, imazaquin and imazethapyr. *Weed Technology* 8:224-230.
 24. Martin, J.T. and B.E.Juniper.1970. The cuticles of plants. Martin Press
 25. Matocha Mark A. 2003. The persistence of imazapic in peanut crop rotations. *Weed Technology* 17: 325-329.
 26. Miller Donnie K. 1998. Sugarcane response to simulated fallow field
 27. residues of metribuzin and sulfometuron. *Weed Technology* 12: 454- 457.
 28. Moyer James R. et al. 1990. Chlorsulfuron persistence and response of 9 rotational crops in alkaline soils of southern Alberta. *Weed Technology* 4: 543-548.
 29. Moyer James R. 1999. Effects of quinclorac on following rotational crops. *Weed Technology* 13: 548-553.
 30. Moyer James R., Hamman William M. 2001. Factors affecting the toxicity of

MON37500 residues to following crops. *Weed Technology* 15 :42-47.

31. Moyer Jim R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. *Weed Technology* 9 : 373-379.
32. Moyer Jim R., Blackshaw Robert E. 1993. Effect of soil moisture on atrazine and cyanazine persistence and injury to subsequent cereal crops in southern Alberta. *Weed Technology* 7 : 988-994.
33. O' Sullivan John, Thomas Robert J. 2001. Injury and yield effects on crops grown in CGA152005 treated soil. *Weed Technology* 15:594-597.
34. O' Sullivan P.A. 1985. Tolerance of spring wheat to trifluralin in deep-incorporated in the autumn or spring. *Weed Research* 25: 275-280.
35. Peterson Mark A., Arnold W. Eugene. 1985. Response of rotational crops to soil residues of chlorsulfuron. *Weed Sci* 34: 131-136.
36. Porterfield Dunk, Wilcut John W. 2003. Peanut response to residual and in season treatments of CGA-362622. *Weed Technology* 17: 441-445.
37. Rogers Noell K., Talbert Ronald E. 1981. Dissipation and leaching of metriflufen under field and controlled conditions. *Weed Sci* 29: 561-565.
38. Romanowski R.R., Libik A. W. 1978. Soil persistence of isopropalin, nitralin and trifluralin. *Weed Sci* 26
39. Romera E. 1993. Effects of chloroacetamides and photosynthesisinhibiting herbicides on growth and photosynthesis in sunflower and *Amaranthus hybridus*. *Weed Research* 33: 369-374.
40. Schroeder J.B,M.R. Tucker, and R.Isaac. 1987.Making herbicide rate recommendations based on soil tests. *Weed Technol.* 1:41-45
41. Steckel Lawrence E. 2003. Soil factor effects on tolerance of two corn hybrids to isoxaflutole plus flufenacet. *Weed Technology* 17: 599-604.
42. Thorsness Kevin B., Messersmith Calvin G. 1992. Clopyralid influences rotational crops. *Weed Technology* 5: 159-164.
43. Walker A., Welch Sarah J. 1989.The relative movement and persistence in soil of chlorsulfuron, metsulfuron-methyl and triasulfuron. *Weed Research* 29:
44. 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.
45. Weed Science Society America 2002. *Herbicide handbook* 8th ed.pp 338-442
46. Westerman R. Brent, Murray Don S., Castner Eric P. 1993. Hog potato

- (*Hoffmanseggia glauca*) control with herbicides and rotational crop response. Weed Technology 7 : 650-656.
47. Wills, G.D.1976. Translocation of norflurazon in soybean and common cocklebur. Weed Sci. 24:536-540
48. Wixson Marshall B., Shaw David R. 1992. Effects of soil - applied AC 263,222 on crops rotated with soybean (*Glycine max*). Weed Technology 6: 276-279
49. Zollinger K.R., 2003, North Dakota Weed Control Guide, North Dakota State University NSDU Extention Service 2:235-410

Ελληνική

50. Λόλας Πέτρος Χ. 2003. Ζιζανιολογία, ζιζάνια-ζιζανιοκτόνα, τύχη και συμπεριφορά στο περιβάλλον. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
σελ. 17,21,22,23,290

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Βιοδοκιμή στις 10 ΗΜΕ στον Αγρό

καλαμπόκι χλωρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmaco	4	1312342	328086	0,2657	0,8920
replication	2	2187705	1093853	0,8857	0,4493
Error	8	9880008	1235001		
C. Total	14	13380055			

Ξηρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmaco	4	2834,0981	708,52	2,0978	0,1729
replication	2	3010,1080	1505,05	4,4561	0,0501
Error	8	2701,9902	337,75		
C. Total	14	8546,1963			

Τεύτλα χλωρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmaco	4	26763,217	6690,80	9,0728	0,0046
replication	2	1505,197	752,60	1,0205	0,4029
Error	8	5899,654	737,46		
C. Total	14	34168,068			

Τεύτλα Ξηρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmac o	4	271,64267	67,9107	114,0078	<,0001
replicatio n	2	2,36800	1,1840	1,9877	0,1992
Error	8	4,76533	0,5957		
C. Total	14	278,77600			

βαμβάκι χλωρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmac o	4	111264,78	27816,2	2,3919	0,1367
replicatio n	2	10324,65	5162,3	0,4439	0,6564
Error	8	93033,97	11629,2		
C. Total	14	214623,40			

βαμβάκι Ξηρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmac o	4	104210,84	26052,7	0,9356	0,4901
replicatio n	2	36156,37	18078,2	0,6492	0,5479
Error	8	222771,04	27846,4		
C. Total	14	363138,25			

φακή χλωρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
replication	2	73,176	36,59	0,0401	0,9609
pharmaco	4	17867,927	4466,98	4,8957	0,0272
Error	8	7299,426	912,43		
C. Total	14	25240,529			

φακή Ξηρό βάρος

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
pharmaco	4	228,94231	57,2356	0,7573	0,5809
replication	2	25,28937	12,6447	0,1673	0,8488
Error	8	604,64849	75,5811		
C. Total	14	858,88017			



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074947