



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl+florasulam σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Τουρτούρα Δήμητρα



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2023

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl+florasulam σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Αγγλικός Τίτλος: : Selectivity and efficacy of herbicide halauxifen-methyl+florasulam in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) crop.

Τουρτούρα Δήμητρα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
2. Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής (Μέλος)
3. Χρήστος Αθανασίου, Καθηγητής (Μέλος)

Βόλος, 2023

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Στόχος της συγκεκριμένης πειραματικής πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και της αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl+florasulam σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού που εγκαταστάθηκε σε αγροτεμάχιο του αγροκτήματος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος της πτυχιακής εργασίας καθώς και για την καθοδήγηση του κατά την υλοποίηση του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφής της πτυχιακής εργασίας μου. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές του Τμήματος κ. Νικόλαο Δαναλάτο και κ. Χρήστο Αθανασίου για το χρόνο που διέθεσαν για το διάβασμα και την αξιολόγηση της πτυχιακής εργασίας μου.

Επιπρόσθετα, θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Χρήστο κ. Χρήστο Καραμούτη για τον αλωνισμό των τεμαχίων με την πειραματική θεριζοαλωνιστική μηχανή . Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σπυρίδωνα Σουίπα για την πραγματοποίηση της βασικής και δευτερεύουσας κατεργασίας του πειραματικού αγρού καθώς και για τη σπορά της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού με τη σπαρτική μηχανή.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract.....	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	8
1.1. Σιτάρι-Γενικές πληροφορίες	8
1.2 Μορφολογικά γνωρίσματα σιταριού.....	9
1.3. Ζιζάνια και καλλιέργεια του σιταριού	9
1.4. Κύρια είδη πλατύφυλλων ζιζανίων	9
1.5. Μέθοδοι καταπολέμησης των ζιζανίων	12
1.5.1. Καλλιεργητικές μέθοδοι.....	12
1.5.2 Χημική μέθοδος.....	14
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	16
2.1. Πειραματικός αγρός	16
2.2. Πειραματικό σχέδιο.....	17
2.3. Κύριες καλλιεργητικές εργασίες.....	18
2.4. Μετρήσεις-δειγματοληψία	18
2.5. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων	20
2.6. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	21
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αποτελέσματα	22
3.1. Ύψος φυτών σκληρού σιταριού.....	22
3.2. Αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού	24
3.3. Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμή SPAD στα φύλλα του σκληρού σιταριού.....	27
3.4. Νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.....	30
3.5. Ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού	32
3.6. Απόδοση και συστατικά της	35
3.7. Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων	35
3.8. Συνολικός αριθμός ζιζανίων	38

3.9. Αποτελεσματικότητα halauxifen-methyl + florasulam.....	42
Κεφάλαιο 4 ^ο Συζήτηση	44
4.1. Αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam ...	44
4.2. Εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam	45
4.3. Συμπεράσματα	47
Βιβλιογραφία	48
Ελληνική Βιβλιογραφία	48
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	48

Περίληψη

Η χημική ζιζανιοκτονία αποτελεί την αποτελεσματικότερη μέθοδο διαχείρισης των ζιζανίων στην καλλιέργεια του σιταριού. Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας και αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.). Το πείραμα πεδίου πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2021-2022 με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν τρεις και αφορούσαν τον ασκάλιστο μάρτυρα, το ζιζανιοκτόνο halauxifen methyl + florasulam που εφαρμόστηκε σε δύο δόσεις Α και Β. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν κατά την υλοποίηση του πειράματος ήταν οι εξής: το ύψος φυτών, ο αριθμός των αδελφιών, η σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης, το νωπό και ξηρό βάρος του σιταριού, το νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων, το μήκος στάχews, το βάρος 1000 σπόρων και η απόδοση σε σπόρο. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας φανέρωσαν χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam έναντι διάφορων πλατύφυλλων ζιζανίων. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι τα ζιζάνια δωδεκάνθι, σινάπι και παπαρούνα καταπολεμήθηκαν πλήρως, ενώ στο ζιζάνιο στελλάρια καταπολεμήθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό με την εφαρμογή της Β δόσης του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου. Το ζιζάνιο βερόνικα καταπολεμήθηκε σε ποσοστό πάνω από 90% και στις δύο δόσεις εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam.. Επιπλέον, διαπιστώθηκε η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου καθώς δεν παρουσιάστηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα φυτά του σιταριού. Τέλος, οι μεγαλύτερες τιμές στην απόδοση σε σπόρο μετρήθηκαν στις επεμβάσεις με το ζιζανιοκτόνο συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα όπου ο ανταγωνισμός των ζιζανίων προκάλεσε την μείωση της.

Abstract

Chemical weed control is the most effective method of managing weeds in wheat crop. This study aimed to evaluate the selectivity and efficacy of the herbicide halauxifen-methyl + florasulam in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). The field experiment was carried out according to the randomized complete block design with 3 replications. The treatments were: weed-infested control, the herbicide halauxifen methyl + florasulam applied at A dose, and the herbicide halauxifen methyl + florasulam applied at B dose. The parameters measured during the experiment were: plant height, number of tillers, relative chlorophyll concentration, fresh and dry weight of wheat, fresh and dry weight of weeds, ear length, 1000-seed weight, and seed yield. The results of this study revealed useful conclusions about the efficacy of halauxifen-methyl + florasulam herbicide against various broadleaf weeds. In particular, it was observed that common henbit, wild mustard, and corn poppy were completely controlled, while chickweed was controlled to a greater extent with the application of the B dose of this herbicide. Halauxifen-methyl + florasulam provided high efficacy (>90%) against common field-speedwell. Furthermore, the evaluated herbicide didn't cause injury on wheat crop. Finally, the highest seed yield was recorded in the treatments with the herbicide compared to the control treatment where weed competition negatively affected this parameter.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Σιτάρι-Γενικές πληροφορίες

Το σιτάρι κατατάσσεται στο γένος *Triticum*, με το πιο κοινό είδος να είναι το *Triticum aestivum* L. (μαλακό σιτάρι) το οποίο προορίζεται για τη παρασκευή ψωμιού, ενώ ακολουθεί το *Triticum durum* Desf. (σκληρό σιτάρι) προϊόν του οποίου είναι το σιμιγδάλι που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία των ζυμαρικών για την παρασκευή διάφορων προϊόντων (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012).

Το σιτάρι αποτελούσε από τη νεολιθική εποχή μια σπουδαία καλλιέργεια τόσο της Ευρωπαϊκής ηπείρου όσο και της Ασίας, ενώ η εξακρίβωση του τρόπου διάδοσης της καλλιέργειας του σιταριού είναι απαραίτητη για την κατανόηση της εξάπλωσης της γεωργίας (Li et al. 2011). Το σιτάρι αποτελεί μια καλλιέργεια σημαντική για πολλές χώρες με το σημαντικότερο ποσοστό της παραγωγής της να συγκεντρώνεται κατά κύριο λόγο στην Εύκρατη ζώνη (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012).

Στη σημερινή εποχή το σιτάρι είναι ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα σιτηρά (Παπακώστα - Τασοπούλου 2012). Το σιτάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορους τύπους εδαφών, από εδάφη γόνιμα μέσης σύστασης έως βαριά εδάφη με καλή στράγγιση, ενώ το pH του εδάφους που ενδείκνυται για τη καλλιέργεια του σιταριού είναι από 7,0 έως 8,5, ενώ εδάφη με pH κάτω από 5,5 θεωρούνται ακατάλληλα (Μπιλάλης κ.α. 2019).

Το σιτάρι αποτελεί σημαντικό τρόφιμο και συμβάλει στην επίτευξη της παγκόσμιας επισιτιστικής ασφάλειας, όμως τις χρόνιες που σημειώνονται επιδημίες από μύκητες απειλείται η παραγωγή και η ποιότητα του (Bamforth et al. 2022). Είναι σημαντικό επίσης να αναφερθεί ότι η μείωση που παρουσιάζεται στη παραγωγή του σιταριού μπορεί να οφείλεται τόσο σε βιοτικές όσο και σε αβιοτικές καταπονήσεις (Hussain et al. 2022). Εκτός από τους μύκητες που προκαλούν επιδημίες και μείωση των αποδόσεων όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σημαντική μείωση της απόδοσης μπορεί να προκληθεί εξαιτίας της προσβολής από διάφορα έντομα (Hussain et al. 2022) καθώς και βακτηριολογικές ασθένειες (Mehmood et al. 2023).

Η καλλιέργεια του σιταριού είναι πρωταρχικής σημασίας για διάφορες περιοχές καθώς αποτελεί κύρια πηγή αμύλου και ενέργειας, ενώ περιέχει και διάφορες άλλες ουσίες όπως πρωτεΐνες, βιταμίνες κ.α. που είναι σημαντικές για την υγεία του ανθρώπου (Shewry and Hey 2015). Η περιεκτικότητα των σπόρων του σιταριού σε

πρωτεΐνη κυμαίνεται περίπου από 11 έως 14%, ενώ περιέχει ορισμένα απαραίτητα αμινοξέα όπως η λυσίνη (Mehmood et al. 2023). Επιπρόσθετα πρέπει να αναφερθεί ότι το σιτάρι και συγκεκριμένα το ψωμί αποτελεί σημαντική πηγή διαιτητικών ινών και συμβάλλει στη μείωση διάφορων ασθενειών όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτη τύπου 2 κ.α. (Shewry and Hey 2015).

1.2 Μορφολογικά γνωρίσματα σιταριού

Το σιτάρι ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Κατατάσσεται στα χειμερινά σιτηρά μαζί με το κριθάρι, τη βρώμη, τη σίκαλη και το τριτικάλε. Το ριζικό σύστημα του σιταριού έχει θυσσανώδη μορφή όπως και όλα τα φυτά της συγκεκριμένης οικογένειας. Όσον αφορά το βλαστό έχει σχήμα κυλινδρικό αποτελούμενο από κοίλα μεσογονάτια διαστήματά κατά το στάδιο ωρίμανσης και από συμπαγή γόνατα, ενώ τα φύλλα αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012). Τα άνθη του συναντώνται πάνω σε ταξιανθίες (στάχεις) οι οποίες σχηματίζονται στην κορυφή των βλαστών (Παπακώστα- Τασοπούλου 2012) .

1.3. Ζιζάνια και καλλιέργεια του σιταριού

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που επιδρούν αρνητικά στη παραγωγή του σιταριού είναι τα ζιζάνια (Karkanis et al. 2016). Οι σιτοκαλλιέργειες χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων (Πίνακα 1.1.) τα οποία όπως αναφέρει ο Tommar et al. (2023) προκαλούν μείζονα προβλήματα στη παραγωγική διαδικασία υποβαθμίζοντας την ποιότητα και την ποσότητα παραγωγής εκτοξεύοντας παράλληλα και το συνολικό κόστος παραγωγής του σιταριού. Στην παραγωγή του σιταριού τα ζιζάνια αποτελούν περιοριστικό παράγοντα παρά τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Karkanis et al. 2016) διότι έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια ότι τα ζιζάνια έχουν αναπτύξει μηχανισμούς ανθεκτικότητας σε μεγάλο εύρος ζιζανιοκτόνων.

1.4. Κύρια είδη πλατύφυλλων ζιζανίων

Τα κυριότερα είδη ζιζανίων, που σημειώθηκαν κατά τη διενέργεια του πειράματος στο πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο ήταν τα εξής:

Βερόνικα (*Veronica persica* L.): Η βερόνικα αποτελεί ένα ετήσιο και χειμερινό ετήσιο ζιζάνιο που πολλαπλασιάζεται με σπόρους και κατατάσσεται στην οικογένεια Plantaginaceae (Wang et al. 2019). Όσον αφορά τα κύρια μορφολογικά γνωρίσματα, η βερόνικα έχει βλαστό όρθιο ή έρπων, πράσινου χρώματος και κυλινδρικού σχήματος με τρίχες στην επιφάνεια του, ενώ τα άνθη έχουν γαλάζιο χρώμα και εμφανίζονται από τον Μάρτιο έως τον Μάιο (Βασιλάκογλου 2004).

Πίνακας 1.1. Κυριότερα είδη ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού.

Ελληνική ονομασία	Λατινικά ονόματα
Αλεπονουρά	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.
Ήρα	<i>Lolium</i> spp.
Αγριοβρώμη	<i>Avena sterilis</i> L.
Φάλαρη	<i>Phalaris</i> spp.
Ανθεμίδα	<i>Anthemis arvensis</i> L.
Χαμομήλι	<i>Chamomilla recutita</i> L.
Σινάπι ή γρούβα	<i>Sinapis arvensis</i> L.
Καπνόχορτο	<i>Fumaria officinalis</i> L.
Μυρώνι	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.
Παπαρούνα	<i>Papaver rhoeas</i> L.
Κολλητσίδα	<i>Galium aparine</i> L.
Βερόνικα	<i>Veronica persica</i> L.
Δωδεκάνθι	<i>Lamium amplexicaule</i> L.
Αναγαλλίδα	<i>Anagallis arvensis</i> L.
Γαϊδουράγκαθο	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.
Στελλάρια η μεσαία	<i>Stellaria media</i> L.

Δωδεκάνθι (*Lamium amplexicaule* L.): Ένα από τα λίγα ζιζάνια της οικογένειας *Lamiaceae* είναι το δωδεκάνθι. Είναι ετήσιο και χειμερινό φυτό που αναπαράγεται εγγενώς με σπόρους οι οποίοι φυτρώνουν από το φθινόπωρο μέχρι τέλη του χειμώνα. Ο βλαστός είναι πράσινος τετράπλευρος και έχει όρθια έκφυση, ενώ τα φύλλα είναι αντίθετα και σταυρωτά με την άνθηση να πραγματοποιείται από τον Μάρτιο έως τον Μάιο (Βασιλάκογλου 2004). Σε παλαιότερη μελέτη του Bilalis et al. (2009) αποδείχθηκε ότι το δωδεκάνθι παρουσιάζει μειωμένη ανταγωνιστικότητά ως ζιζάνιο, γεγονός που οφείλεται στο μικρό μέγεθος φύλλων και ύψους.

Παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.): Η παπαρούνα είναι ετήσιο και χειμερινό πλατύφυλλο φυτό που κατατάσσεται στην οικογένεια *Papaveraceae*. Διαθέτει πράσινο κυλινδρικό βλαστό και έχει όρθια έκφυση, ενώ τα άνθη της χρώματος κόκκινου εμφανίζονται μεμονωμένα (Βασιλάκογλου 2004). Βάσει των Stankiewicz-Kosyl et al. (2020) η παπαρούνα αποτελεί ένα από τα πιο επικίνδυνα δικοτυλήδονα ζιζάνια, που έχει παρουσιάσει ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν το ένζυμο οξικογαλακτική συνθάση και σε ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης.

Γρούβα ή Σινάπι (*Sinapis arvensis* L.): Το σινάπι αποτελεί μέλος της οικογένειας *Brassicaceae*. Είναι ετήσιο, δικοτυλήδονο φυτό που πολλαπλασιάζεται με σπόρο και φυτρώνει από φθινόπωρο έως τέλος της άνοιξης. Ο βλαστός του εκφύεται σε όρθια θέση είναι τριχωτός και φέρει διακλαδώσεις, ενώ τα άνθη έχουν κίτρινο χρώμα και εμφανίζονται από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο (Βασιλάκογλου 2004). Το συγκεκριμένο ζιζάνιο προκαλεί σημαντική μείωση της απόδοσης (Blackshaw et al. 1987).

Καπνόχορτο (*Fumaria officinalis* L.): Είναι φυτό ποώδες, ετήσιο με βλαστό όρθιο και χωρίς τρίχες, ενώ σχηματίζει ταξιανθία βότρυ με χρώμα ανθέων μωβ (Βασιλάκογλου 2004). Εκτός από ότι είναι σημαντικό ζιζάνιο, το συγκεκριμένο είδος όπως αναφέρεται από τους Hentschel et al. (1995) παρουσιάζει και φαρμακευτικές ιδιότητες.

Στελλάρια η μεσαία (*Stellaria media* L.): Το ζιζάνιο αυτό ανήκει στην οικογένεια των Caryophyllaceae. Πρόκειται για ένα μονοετές πλατύφυλλο ζιζάνιο που διαθέτει βλαστό κυλινδρικό και έρπων, ενώ τα φύλλα είναι λεία, αντίθετα τοποθετημένα πάνω στο βλαστό με ωοειδές σχήμα και οξύληκτα άκρα (Βασιλάκογλου 2004).

1.5. Μέθοδοι καταπολέμησης των ζιζανίων

Οι καλλιεργητές σιτηρών θέτουν ως στόχο το μειωμένο κοστολόγιο παραγωγής, καθώς και την επίτευξη των μεγίστων αποδόσεων σε σπόρο. Τα ζιζάνια συσχετίζονται άμεσα με το αυξημένο κοστολόγιο παραγωγής και τις χαμηλές αποδόσεις, ενώ η διαχείριση τους στηρίζεται τόσο στην εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών όσο και στη χρήση ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζάνια στα σιτηρά μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη μέθοδο της αμειψισποράς, της πυκνής φύτευσης καθώς και με τη μέθοδο της επίστρωσης αλλά και της συγκαλλιέργειας με ψυχανθή είδη (Karkanis et al. 2016).

1.5.1. Καλλιεργητικές μέθοδοι

Αμειψισπορά

Με τον όρο αμειψισπορά αναφερόμαστε στην εναλλαγή καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι. Τα οφέλη της αμειψισποράς επικεντρώνονται τόσο στη βελτίωση της δομής και γονιμότητάς του εδάφους όσο και στη διαχείριση των ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός 2020). Η αμειψισπορά συνιστά μια καλλιεργητική πρακτική με πολλά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για το έδαφος (Arriaga et al. 2017) καθώς βελτιώνει τη σύσταση του εδάφους, ενισχύοντας έτσι την παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Shah et al. 2021). Η αμειψισπορά με διάφορες καλλιέργειες συμβάλει στη διαχείριση των ζιζανίων μειώνοντας την τράπεζα σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος (Saulic et al. 2022).

Συγκαλλιέργεια

Η συγκαλλιέργεια είναι μια τεχνική ταυτόχρονης καλλιέργειας διαφορετικών ειδών. Σε πείραμα των Dvorak et al. (2022) εξετάστηκε η συγκαλλιέργεια μαλακού σιταριού με διαφορετικά είδη ψυχανθών όπως κουκιών και μπιζελιού υπό

συγκεκριμένες καλλιεργητικές παραμέτρους. Τα πειράματα εφαρμόστηκαν σε βιολογικό σύστημα και σε συμβατικό τύπο καλλιέργειας και συγκρίθηκαν με τη μονοκαλλιέργεια σιταριού. Με βάση τα αποτελέσματα επιτεύχθηκε υψηλότερη απόδοση σιταριού κατά τη συγκαλλιέργεια σιταριού με ψυχανθή συγκριτικά με τη μονοκαλλιέργεια σιταριού. Σημαντικά οφέλη έχει η συγκαλλιέργεια και στη διαχείριση των ζιζανίων. Ο Eskandari (2011) αναφέρει μείωση των ζιζανίων σε συγκαλλιέργεια σιταριού με κουκιά σε σύγκριση με τη μονοκαλλιέργεια σιταριού. Η μείωση των ζιζανίων στο σύστημα της συγκαλλιέργειας οφείλεται στη μεγαλύτερη ανταγωνιστικότητα έναντι των ζιζανίων. Η κόμη των φυτών στις συγκαλλιέργειες μειώνει την ανάπτυξη των ζιζανίων, αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε και σε συγκαλλιέργεια σιταριού και φακής (Carr et al. 1995).

Αλληλοπαθητικές ποικιλίες

Η αλληλοπάθεια αφορά την επίδραση ενός φυτού σ' ένα άλλο με έκκριση ουσιών (αλληλοχημικά) που επηρεάζουν τις λειτουργίες των φυτών ανασταλτικά ή διεγερτικά. Γενικά, συνθήκες καταπόνησης λόγω εντομολογικών προσβολών, ακραίων θερμοκρασιών, μεταβλητότητας της διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας και χρήσης ζιζανιοκτόνων συμβάλουν στη αύξηση της παραγωγής των αλληλοχημικών ουσιών (Anaya 1999). Η αλληλοπάθεια μέσω της παραγωγής διάφορων ουσιών μπορεί να έχει οφέλη στη διαχείριση των ζιζανίων (Anaya 1999) κάτι που αναφέρεται και από τους Qasem and Foy (2001).

Λίπανση

Η αζωτούχος λίπανση επιδρά καταλυτικά στην ένταση των συστημάτων παραγωγής και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων (Charles et al. 2006), ενώ παράλληλα επηρεάζει σημαντικά τον ανταγωνισμό των ζιζανίων και των καλλιεργειών (Das and Yaduraju 2011). Επίσης, ο Blackshaw (2005) αναφέρει ότι η εφαρμογή του N σε όλη την επιφάνεια του αγρού αύξησε τη βιομάζα των ζιζανίων σε καλλιέργεια σιταριού φανερώνοντας ότι ο τρόπος εφαρμογής των λιπασμάτων μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των ζιζανίων.

1.5.2 Χημική μέθοδος

Παρ' όλου που τα ζιζάνια περιορίζονται με διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές η μέθοδος της χημικής καταπολέμησης αποτελεί τον αποτελεσματικότερο τρόπο αντιμετώπισης τους. Η χημική ζιζανιοκτονία πρέπει να συμπεριλαμβάνεται σ' ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης από τους αγρότες (Karkanis et al. 2016). Η συγκεκριμένη μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων στον αγρό περιλαμβάνει τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Ελευθεροχωρινός 2020). Τα ζιζανιοκτόνα αναστέλλουν διάφορες βιοχημικές διεργασίες στα ζιζάνια, ενώ η εναλλαγή ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης είναι απαραίτητη για τη μείωση του προβλήματος της ανθεκτικότητας των ζιζανίων στα ζιζανιοκτόνα, ένα πρόβλημα που έχει λάβει μεγάλες διαστάσεις τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα έχει παρατηρηθεί και σε διάφορα ζιζάνια (π.χ. αγριοβρώμη) που συναντάμε σε καλλιέργειες σιταριού (Türkseven et al. 2022). Είναι σημαντικό να γίνεται ορθολογική χρήση των ζιζανιοκτόνων όχι μόνο για τη μείωση του προβλήματος της ανθεκτικότητας αλλά και για τη μείωση των επιπτώσεων των ζιζανιοκτόνων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον όπως αναφέρεται από τους van der Meulen and Chauhan (2017).

Ορισμένα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται για τον έλεγχο των ζιζανίων στα σιτηρά είναι το florasulam και το halauxifen-methyl. Σημαντικές πληροφορίες για τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα αναφέρονται στις επόμενες σελίδες.

1.5.2.1 Florasulam

Το florasulam αποτελεί ζιζανιοκτόνο της ομάδας των τριαζολοπυριμιδινών. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται κυρίως μεταφυτρωτικά για τον έλεγχο πλατύφυλλων ή και αγρωστωδών ζιζανίων. Το florasulam χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά για τον έλεγχο των πλατύφυλλων ζιζανίων, ενώ δρα αναστέλλοντας το ένζυμο οξικογαλακτική συνθάση (ALS) που καταλύει την αντίδραση βιοσύνθεσης των αμινοξέων βαλίνη, λευκίνη και ισολευκίνη (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Η χρήση του florasulam εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση των ζιζανίων της καλλιέργειας σιταριού, λόγω των συνδυασμένων πλεονεκτημάτων του που αφορούν τόσο την υψηλή αποτελεσματικότητα του όσο και η χαμηλή δόση εφαρμογής του (Wang et al. 2023). Στην Κίνα διαπιστώθηκε ότι η συχνή χρήση του

florasulam έχει ως αποτέλεσμα τη ρύπανση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων αν και ο χρόνος ημιζωής του ζιζανιοκτόνου αυτού στο έδαφος κυμαίνεται από 13,6 έως 19,3 ημέρες (Su et al. 2017).

1.5.2.2 Halauxifen - methyl

Το halauxifen – methyl είναι ένα νέο ζιζανιοκτόνο με δράση αυξίνης (Quinn et al. 2020, Xu et al. 2022). Όσο αφορά τις χημικές του ιδιότητες, οι Zayats και Leschev (2019) αναφέρουν ότι το halauxifen-methyl συμπεριφέρεται ως ασθενή βάση σε υδατικά διαλύματα. Όσο αφορά τη δράση του, σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο ζιζάνιο μεγαλόκαρπη κολλητσίδα (*Galium aparine* L.), οι Xu et al. (2022) παρατήρησαν ότι μετά την εφαρμογή του αυξήθηκε η παραγωγή αιθυλενίου και του αμπισισικού οξέως (ABA), που είχε ως αποτέλεσμα τη γήρανση και τελικά τη νέκρωση των φυτών. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου, οι Krenchinski et al. (2019) σε μελέτη τους παρατήρησαν ότι το νέο ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + diclosulam αντιμετώπισε αποτελεσματικά την κόνυζα (*Conyza* spp.) ένα ζιζάνιο που στη Βραζιλία έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικός αγρός

Για τη μελέτη του συγκεκριμένου θέματος της πτυχιακής εργασίας μου υλοποιήθηκε πείραμα πεδίου σε αγροτεμάχιο του αγροκτήματος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στο Βελεστίνο της Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (Εικόνα 2.1) η οποία σπάρθηκε με σπαρτική μηχανή στις 11 Νοεμβρίου του 2021. Για τη σπορά χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σπόρου 25 Kg/στρέμμα, ενώ οι γραμμές σποράς απείχαν 0,18 m.



Εικόνα 2.1. Μέρος του πειραματικού αγρού στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Αναφορικά με τα εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού αξίζει να σημειωθεί ότι το έδαφος είναι αμμοαργιλοπηλώδες με την παρακάτω κοκκομετρική σύσταση:

Άμμος: 38%

Ιλύς: 36%

Αργίλος: 26%

Επίσης, το pH το οποίο μετρήθηκε 7,4 σε αναλογία εδάφους προς νερό 1:1 χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό.

2.2. Πειραματικό σχέδιο

Ο πειραματικός αγρός σχεδιάστηκε (Διάγραμμα 2.1) με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 3,5 m x 2 m δηλαδή 7,5 m².

Οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν οι εξής:

1. Ασκάλιστος μάρτυρας
2. Quelex A (δόση 3,75 g/στρέμμα)
3. Quelex B (δόση 5 g/στρέμμα)

*Quelex A =3,75 g/στρέμμα	**Quelex B =5 g/στρέμμα
Quelex A*	
Μάρτυρας	Quelex B**
Quelex B	Μάρτυρας
Quelex A	Quelex B
Μάρτυρας	Quelex A

Διάγραμμα 2.1. Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και τρεις επεμβάσεις (μάρτυρας, Quelex A και Quelex B).

Το ζιζανιοκτόνο Quelex (μορφή τυποποίησης: εναιωρηματοποιήσιμοι κόκκοι (WG), σύνθεση: halauxifen-methyl 11,2% β/β + florasulam 10,31% β/β,

αντιφυτοτοξικός παράγοντας: cloquintocet acid 7,26% β/β) είναι ένα ζιζανιοκτόνο που εγκρίθηκε στη χώρα μας τον Σεπτέμβριο του 2021 και εφαρμόζεται σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών για τη καταπολέμηση ενός μεγάλου εύρους ειδών πλατύφυλλων ζιζανίων.

Ο ψεκασμός του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου έγινε στις 16 Μαρτίου του 2022 στο στάδιο του αδελφώματος έως τον 1^ο κόμβο του σκληρού σιταριού με όγκο ψεκαστικού υγρού 30 L/στρέμμα. Στο ψεκαστικό αγρό προστέθηκε στη συνιστώμενη δόση, επιφανειοδραστική ουσία για τη βελτιστοποίηση της δράσης του ζιζανιοκτόνου.

2.3. Κύριες καλλιεργητικές εργασίες

Η πρώτη καλλιεργητική εργασία που πραγματοποιήθηκε στον αγρό ήταν το όργωμα το οποίο πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2021. Το βάθος άροσης ήταν 20 έως 30 cm. Στη συνέχεια, λίγες ημέρες πριν τη σπορά της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε δευτερεύουσα κατεργασία με καλλιεργητή (2 «περάσματα»). Κατά τη σπορά της καλλιέργειας έγινε βασική λίπανση με το σύνθετο ανόργανο λίπασμα 16-20-0 σε ποσότητα 30 Kg/στρέμμα. Τέλος, κατά το στάδιο του αδελφώματος του σκληρού σιταριού (17 Φεβρουαρίου του 2022) έγινε συμπληρωματική αζωτούχος λίπανση με το ανόργανο λίπασμα ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (26-0-0) στην ίδια ποσότητα με το βασικό λίπασμα.

2.4. Μετρήσεις-δειγματοληψία

Καλλιέργεια Σκληρού Σιταριού

Για την αξιολόγηση της εκλεκτικότητας του ζιζανιοκτόνου Quelex πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις μετά την εφαρμογή του. Η 1^η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 5 Απριλίου, η 2^η μέτρηση στις 12 Απριλίου, η 3^η μέτρηση στις 5 Μαΐου και η 4^η μέτρηση στις 27 Ιουνίου όπου πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή της καλλιέργειας μηχανικά με θεριζοαλωνιστική μηχανή. Στον πίνακα 2.1. παρουσιάζονται αναλυτικά οι μετρήσεις και η διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Πίνακας 2.1. Μετρήσεις διάφορων παραμέτρων του σκληρού σιταριού: διαδικασία και ημερομηνία δειγματοληψιών.

Παράμετρος	Ημερομηνία	Διαδικασία
Ύψος φυτών	05/04/2022, 12/04/2022 και 05/05/2022	Μετρήθηκε σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο με χρήση μέτρου
Αριθμός Αδελφιών	05/04/2022, 12/04/2022 και 05/05/2022	Μετρήθηκε σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο
Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης	05/04/2022, 12/04/2022 και 05/05/2022	Μετρήθηκε σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση φορητού οργάνου μέτρησης (SPAD-502 chlorophyll meter)
Νωπό βάρος	05/04/2022, 12/04/2022 και 05/05/2022	Έγινε κοπή πάνω στη γραμμή σποράς σε μήκος 30 cm. Ζύγιση σε εργαστηριακό ζυγό ακριβείας.
Ξηρό βάρος	05/04/2022, 12/04/2022 και 05/05/2022	Τα δείγματα του νωπού βάρους ξηράνθηκαν σε κλίβανο για 4 ημέρες και σε θερμοκρασία 60 °C. Ζύγιση σε εργαστηριακό ζυγό ακριβείας.

Μήκος στάχewς	05/05/2022	Μετρήθηκε με τη χρήση χάρακα σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο.
Βάρος 1000 σπόρων	Μετρήθηκε μετά τον αλωνισμό της καλλιέργειας.	Μετρήθηκε το βάρος 200 σπόρων με εργαστηριακό ζυγό ακριβείας.
Απόδοση σε σπόρο	27-06-2022	Η συγκομιδή έγινε μηχανικά με αλωνιστική μηχανή. Πλάτος αλωνισμού 140 cm. Ζύγιση με εργαστηριακό ζυγό ακριβείας.

Ζιζάνια

Για τις παραμέτρους των ζιζανίων συλλέγονταν όλα τα ζιζάνια από επιφάνεια 40 cm x 40 cm ανά πειραματικό τεμάχιο. Στις 05/04 και στις 12/04 μετρήθηκε μόνο το συνολικό ξηρό βάρος, ενώ στις 5/05 μετρήθηκε η πυκνότητα και το ξηρό βάρος ανά είδος ζιζανίου. Το ποσοστό αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου υπολογίστηκε με βάση το ξηρό βάρος των ζιζανίων.

2.5. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων

Με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων αρχικά πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς για όλες τις παραμέτρους τόσο της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού όσο και των ζιζανίων του αγρού. Σε δεύτερο στάδιο έγινε σύγκριση των μέσων τιμών των τριών πειραματικών επεμβάσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

2.6. Μετεωρολογικά δεδομένα

Σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του σκληρού σιταριού καταγράφηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Τμήματος η θερμοκρασία και η βροχόπτωση. Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα δεδομένα των παραπάνω παραμέτρων για την περίοδο Νοέμβριος 2021 έως Ιούνιος 2022.

Πίνακας 2.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μηνιαία συνολική βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο.

Μήνες	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Μηνιαία Βροχόπτωση (mm)
Νοέμβριος	12,05	46,4
Δεκέμβριος	7,75	31,6
Ιανουάριος	4,65	84,7
Φεβρουάριος	7,81	69,1
Μάρτιος	7,19	41,0
Απρίλιος	14,92	21,6
Μάιος	20,27	16,3
Ιούνιος	25,60	62,5

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1. Ύψος φυτών σκληρού σιταριού

1^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 1^{ης} μέτρησης του ύψους των φυτών της καλλιέργειας δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως φαίνεται από τις τιμές F (2,440) και P (0,203). Το μικρότερο ύψος μετρήθηκε στη επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση και το μεγαλύτερο ύψος καταγράφηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού κατά την 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	30,9 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	30,3 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	31,3 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,440
Τιμή P	0,203
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

2^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 2^{ης} μέτρησης του ύψους των φυτών του σιταριού δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών επεμβάσεων όπως φαίνεται από τις τιμές F (0,446) και P (0,668). Το μικρότερο ύψος μετρήθηκε στη επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση

και το μεγαλύτερο ύψος καταγράφηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Ύψος των φυτών (cm) του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (ασκάλιστος μάρτυρας, halauxifen-methyl + florasulam A δόση, halauxifen-methyl + florasulam B δόση) κατά τη δειγματοληψία της 2^{ης} μέτρησης.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	41,0 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	41,2 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	40,3 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,446
Τιμή P	0,668
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Στην 3^η μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου όπως φαίνεται από τις τιμές F (1,115) και P (0,412) δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων. Οι τιμές του ύψους κυμαίνονταν από 84,6 έως 87,2 cm (Πίνακας 3.3), με τη χαμηλότερη τιμή να καταγράφεται κατά την εφαρμογή του halauxifen methyl + florasulam στη μικρότερη δόση και την υψηλότερη τιμή να καταγράφεται στην πειραματική επέμβαση halauxifen methyl + florasulam B δόση.

Πίνακας 3.3. Ύψος των φυτών (cm) του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (ασκάλιστος μάρτυρας, halauxifen-methyl + florasulam A δόση, halauxifen-methyl + florasulam B δόση) κατά την 3^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	84,7 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	84,6 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	87,2 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,115
Τιμή P	0,412
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.2. Αριθμός αδελφιών του σκληρού σιταριού

1^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 1^{ης} μέτρησης σχετικά με τον αριθμό των αδελφιών στο σκληρό σιτάρι δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως φαίνεται από τις τιμές F (1,096) και P (0,417). Ο αριθμός των αδελφιών ήταν μεγαλύτερος κατά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στη μικρότερη δόση, ενώ στις δύο άλλες επεμβάσεις ο α αριθμό αδελφιών που καταγράφηκε ήταν ο ίδιος .

2^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 2^{ης} μέτρησης σχετικά με τον αριθμό των αδελφιών στο σκληρό σιτάρι δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως φαίνεται από τις τιμές F (2,056) και P (0,243). Ο μικρότερος αριθμός αδελφιών μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα και ο μεγαλύτερος καταγράφηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.4. Αριθμός των αδελφιών του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (ασκάλιστος μάρτυρας, halauxifen-methyl + florasulam A δόση, halauxifen-methyl + florasulam B δόση) κατά την 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών σκληρού σιταριού
Ασκάλιστος μάρτυρας	2,9 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	3,4 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	2,9 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,096
Τιμή P	0,417
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

Πίνακας 3.5. Αριθμός των αδελφιών του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (ασκάλιστος μάρτυρας, halauxifen-methyl + florasulam A δόση, halauxifen-methyl + florasulam B δόση) κατά την 2^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών σκληρού σιταριού
Ασκάλιστος μάρτυρας	2,5 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	2,7 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	3,1 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,056
Τιμή P	0,243
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 3^{ης} μέτρησης σχετικά με τον αριθμό των αδελφιών στο σκληρό σιτάρι δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν όπως φαίνεται από τις τιμές F (0,182) και P (0,840). Ο μικρότερος αριθμός αδελφιών μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση και ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών καταγράφηκε στην επέμβαση halauxifen methyl + florasulam A δόση (Πίνακας 3.6). Τέλος, σε σύγκριση με τις προηγούμενες μετρήσεις της παραμέτρου αυτής παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των τιμών.

Πίνακας 3.6. Αριθμός των αδελφιών του σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (ασκάλιστος μάρτυρας, halauxifen-methyl + florasulam A δόση, halauxifen-methyl + florasulam B δόση) κατά την 3^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών σκληρού σιταριού
Ασκάλιστος μάρτυρας	1,8 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	1,9 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	1,7 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,182
Τιμή P	0,840
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.3. Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμή SPAD στα φύλλα του σκληρού σιταριού 1^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 1^{ης} μέτρησης της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών της καλλιέργειας δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (0,0913) και P (0,915). Η μικρότερη τιμή SPAD μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (51,8) και η μεγαλύτερη τιμή SPAD στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (Πίνακας 3.7). Η επί τοις εκατό διαφορά του ασκάλιστου μάρτυρα από την τιμή SPAD της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam A δόση υπολογίστηκε σε 1,5%, ενώ η ποσοστιαία διαφορά του ασκάλιστου μάρτυρα με την τιμή SPAD της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam B δόση καταγράφηκε σε 0,3%. Τέλος, μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.7. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-Τιμή SPAD στα φύλλα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού κατά την 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	51,8 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	52,5 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	51,9 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,0913
Τιμή P	0,915
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

2^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 2^{ης} μέτρησης της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών της καλλιέργειας δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (2,434) και P (0,203). Η μικρότερη τιμή SPAD μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (52,4) και ήταν μικρότερη κατά 3,6% από την τιμή αυτής της παραμέτρου στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση και κατά 3,5% μικρότερη από την τιμή της αυτής της παραμέτρου στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση. (Πίνακας 3.8). Η μεγαλύτερη τιμή SPAD καταγράφηκε στη μικρότερη δόση του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam. Τέλος, μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.8. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-Τιμή SPAD στα φύλλα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού κατά την 2^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	52,4 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	54,3 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	54,2 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	2,434
Τιμή P	0,203
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς για τα δεδομένα της 3^{ης} μέτρησης του συγκεκριμένου φυσιολογικού χαρακτηριστικού σε αντίθεση με τις προηγούμενες μετρήσεις όπως φαίνεται από τις τιμές F (7,330) και P (0,046) δείχνει ότι υπάρχουν διαφορές που να είναι στατιστικώς σημαντικές. Η μικρότερη τιμή SPAD μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (55,5) και ήταν μικρότερη κατά 6,6% και 8,6% συγκριτικά με τις τιμές αυτής της παραμέτρου στις επεμβάσεις halauxifen-methyl + florasulam A δόση και halauxifen-methyl + florasulam B δόση, αντίστοιχα (Πίνακας 3.9). Τέλος, μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.9. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-Τιμή SPAD στα φύλλα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού κατά την 3^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμή SPAD
Ασκάλιστος μάρτυρας	55,5 β
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	59,4 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	60,7 α
Τιμή LSD (5%)	3,878
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	7,330
Τιμή P	0,046
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.4. Νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού

1^η Μέτρηση

Για τα δεδομένα της 1^{ης} μέτρησης του νωπού βάρους της καλλιέργειας όπως φανερώνουν οι τιμές F (0,0471) και P (0,955) δεν υφίστανται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η μικρότερη τιμή του νωπού βάρους της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (2668,5 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (2731,3 Kg/στρ) (Πίνακας 3.10). Τέλος, μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.10. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο νωπό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	2729,9 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	2731,3 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	2668,5 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,0471
Τιμή P	0,955
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φάνερωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

2^η Μέτρηση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της 2^{ης} μέτρησης για τη συγκεκριμένη παράμετρο έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των

επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (1,187) και P (0,394). Η μικρότερη τιμή του νωπού βάρους της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στην επέμβαση με τον ασκάλιστο μάρτυρα (3063,8 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (3799,8 Kg/στρ) (Πίνακας 3.11). Παρατηρήθηκε ποσοστιαία διαφορά 16% μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam A δόση και τέλος, μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου υπήρξε διαφορά σε ποσοστό 4%.

Πίνακας 3.11. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο νωπό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 2^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρους σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	3063,8 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	3648,5 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	3799,8 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,187
Τιμή P	0,394
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Η στατιστική επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων της τελευταίας δειγματοληψίας σε αντίθεση με τις προηγούμενες μετρήσεις έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως φανερώνουν οι τιμές F (7,291) και P (0,046). Η μικρότερη τιμή του νωπού βάρους της καλλιέργειας

σκληρού σιταριού μετρήθηκε στην επέμβαση με τον ασκάλιστο μάρτυρα (3266,5 Kg/στρ) και ήταν μικρότερη κατά 23,9% σε σχέση με την halauxifen-methyl + florasulam A δόση (4289,8 Kg/στρ) (Πίνακας 3.12), ενώ η ποσοστιαία διαφορά του με την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam B δόση ήταν 18,8%.

Πίνακας 3.12. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο νωπό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 3^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	3266,5 β
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	4289,8 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	4022,3 α
Τιμή LSD (5%)	771,795
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	7,291
Τιμή P	0,046
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φάνέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.5. Ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού

1^η Μέτρηση

Η στατιστική επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων της 1^{ης} δειγματοληψίας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους της καλλιέργειας έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (0,204) και P (0,823). Το μικρότερο ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση

(398,5 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (440,2 Kg/στρ) (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.13. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 1^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	440,2 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	434,2 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	398,5 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	0,204
Τιμή P	0,823
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

2^η Μέτρηση

Οι τιμές F (1,191) και P (0,393) της ανάλυσης διασποράς για τα δεδομένα της 2^{ης} μέτρησης του ξηρού βάρους της καλλιέργειας φανερώνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Η μικρότερη τιμή του ξηρού βάρους της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (696,5 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (843,5 Kg/στρ) (Πίνακας 3.14). Με την επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση παρατηρήθηκε ότι το ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού ήταν αυξημένο κατά 17,4% συγκριτικά με αυτού του ασκάλιστου μάρτυρα. Τέλος, με την επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση

παρατηρήθηκε ότι το ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού παρουσίασε αύξηση κατά 9,9% συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα.

Πίνακας 3.14. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 2^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	696,5 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	843,5 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	773,3 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	1,191
Τιμή P	0,393
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Οι τιμές F (7,834) και P (0,041) της ανάλυσης της διασποράς για τα πειραματικά δεδομένα της τελευταίας δειγματοληψίας έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Η μικρότερη τιμή του ξηρού βάρους της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (1263,5 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (1548,2 Kg/στρ) (Πίνακας 3.15). Ακόμη, υπήρξε διαφορά στον παράγοντα ξηρό βάρος σκληρού σιταριού της 3^{ης} μέτρησης του ασκάλιστου μάρτυρα συγκριτικά με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam A δόση σε ποσοστό 18,4% και μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam B δόση σε ποσοστό 16,2%. Συμπερασματικά, καταγράφηκε στατιστική

διαφορά των δύο επεμβάσεων του ζιζανιοκτόνου συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα.

Πίνακας 3.15. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο ξηρό βάρος του σκληρού σιταριού κατά την 3^η μέτρηση.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	1263,5 β
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	1548,2 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	1508,1 α
Τιμή LSD (5%)	216,156
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	7,834
Τιμή P	0,041
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.6. Απόδοση και συστατικά της

Μήκος στάχewς

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της μέτρησης του μήκους του στάχewς της καλλιέργειας σκληρού σίτου έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (4,000) και P (0,111). Η μικρότερη μέτρηση μήκους του στάχewς της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (6,6 cm) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (6,8 cm) (Πίνακας 3.16). Τέλος, η ποσοστιαία διαφορά που υπήρξε μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και την επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση ήταν 2,5% και συγκριτικά με την

επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση η τιμή του ασκάλιστου μάρτυρα ήταν μικρότερη κατά 1,3%.

Πίνακας 3.16. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο μήκος στάχewς του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Μήκος στάχewς, σκληρού σιταριού (cm)
Ασκάλιστος μάρτυρας	6,6 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	6,8 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	6,7 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	4,000
Τιμή P	0,111
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

Βάρος 1000 σπόρων

Για τη μέτρηση του βάρους 1000 σπόρων της καλλιέργειας οι τιμές F (14,387) και P (0,015) δείχνουν την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των τριών πειραματικών επεμβάσεων που είναι στατιστικά σημαντικές. Το μικρότερο βάρος των 1000 σπόρων της καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (45,2 g) και η μεγαλύτερη τιμή μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (49,3 g) (Πίνακας 3.17). Επίσης, καταγράφηκε ποσοστιαία διαφορά 6,7% μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam A, με το μεγαλύτερο βάρος να καταγράφεται με την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Τέλος καταγράφηκε διαφορά μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και

του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam B δόση σε ποσοστό 9,0%, με τη δεύτερη επέμβαση να υπερτερεί στο βάρος 1000 σπόρων.

Πίνακας 3.17. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο βάρος 1000 σπόρων του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Ασκάλιστος μάρτυρας	45,2 β
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	48,3 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	49,3 α
Τιμή LSD (5%)	2,198
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	14,387
Τιμή P	0,015
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

Απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας

Για την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας, οι τιμές F (14,387) και P (0,015) δείχνουν την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των τριών επεμβάσεων του πειράματος που είναι στατιστικά σημαντικές. Η μικρότερη τιμή της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (466,5 Kg/στρ) και η μεγαλύτερη μετρήθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (558,7 Kg/στρ) (Πίνακας 3.18). Τέλος, μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam A δόση υπήρξε διαφορά σε ποσοστό 19,8%, ενώ η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam B δόση ήταν 15,6%. Ωστόσο, η σύγκριση των μέσων με τη στατιστική δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής

Διαφοράς φανέρωσε ότι η επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με την επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση.

Πίνακας 3.18. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στην απόδοση σε σπόρο του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Απόδοση σε σπόρο (Kg/στρ)
Ασκάλιστος μάρτυρας	466,5 β
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	558,7 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	539,5 α
Τιμή LSD (5%)	70,117
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	7,420
Τιμή P	0,045
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.7. Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

1^η Μέτρηση

Για τα δεδομένα της 1^{ης} δειγματοληψίας του ξηρού βάρους των ζιζανίων της καλλιέργειας σκληρού σίτου οι τιμές F (5,326) και P (0,075) δείχνουν την ύπαρξη διαφορών μη στατιστικώς σημαντικές. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων ζυγίστηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (146,6 Kg/στρέμμα) και το μικρότερο ξηρό βάρος ζιζανίων ζυγίστηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (125,4 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.19). Τέλος, η βιομάζα των ζιζανίων στον ασκάλιστο μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη σε ποσοστό 14,4% και 13,2% σε σύγκριση με τις

επεμβάσεις halauxifen-methyl + florasulam A δόση και halauxifen-methyl + florasulam B δόση, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.19. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (1^η δειγματοληψία).

Επεμβάσεις	Συνολικό Ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	146,6 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	125,4 α
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	127,3 α
Τιμή LSD (5%)	-
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	5,326
Τιμή P	0,075
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

2^η Μέτρηση

Η ανάλυση της διασποράς (τιμές F (11,946) και P (0,021)) για τη 2^η δειγματοληψία του ξηρού βάρους των ζιζανίων της καλλιέργειας σκληρού σίτου οδήγησε στο συμπέρασμα ότι δεν υφίστανται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος μας. Οι μεγαλύτερες τιμές για αυτή την παράμετρο των ζιζανίων μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (175,1 Kg/στρέμμα), ενώ οι μικρότερες τιμές μετρήθηκαν στην πειραματική επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (103,3 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.20). Τέλος, η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της επέμβασης halauxifen-methyl +

florasulam A δόση ήταν 37,9%, ενώ μεταξύ του του ασκάλιστου μάρτυρα και της επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam B η διαφορά ήταν 41,0%.

Πίνακας 3.20. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (2^η δειγματοληψία).

Επεμβάσεις	Συνολικό Ξηρό βάρος, ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	175,1 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	108,7 β
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	103,3 β
Τιμή LSD (5%)	45,465
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	11,946
Τιμή P	0,021
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3^η Μέτρηση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της 3^{ης} μέτρησης του ξηρού βάρους των ζιζανίων της καλλιέργειας σκληρού σίτου έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων όπως συμπεραίνεται από τις τιμές F (277,752) και P (0,001). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων ζυγίστηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (238,1 Kg/στρέμμα) και το μικρότερο ξηρό βάρος ζιζανίων ζυγίστηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (4,3 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.21). Τέλος, το ξηρό βάρος των ζιζανίων στην πειραματική επέμβαση του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam A δόση ήταν μικρότερη κατά 98,2%,

ενώ η πειραματική επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση είχε ξηρό βάρος ζιζανίων μικρότερο κατά 97,1% συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα.

Πίνακας 3.21. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (3^η δειγματοληψία).

Επεμβάσεις	Συνολικό Ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Ασκάλιστος μάρτυρας	238,1 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	4,3 β
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	6,8 β
Τιμή LSD (5%)	31,629
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	277,752
Τιμή P	0,001
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.8. Συνολικός αριθμός ζιζανίων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του συνολικού αριθμού ζιζανίων της καλλιέργειας έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όπως δείχνουν οι τιμές F (40,667) και P (0,002). Ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων μετρήθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα (48 φυτά/m²) και ο μικρότερος αριθμός ζιζανίων βρέθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam A δόση (6 φυτά/m²) (Πίνακας 3.22). Τέλος, η ποσοστιαία διαφορά που υπήρξε μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της πειραματικής επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam A δόση ήταν 87,5% και μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και της πειραματικής επέμβασης halauxifen-methyl + florasulam B δόση υπήρξε διαφορά σε

ποσοστό 81,3%. Μεταξύ των επεμβάσεων halauxifen-methyl + florasulam A δόση και halauxifen-methyl + florasulam B δόση δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με βάση τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}).

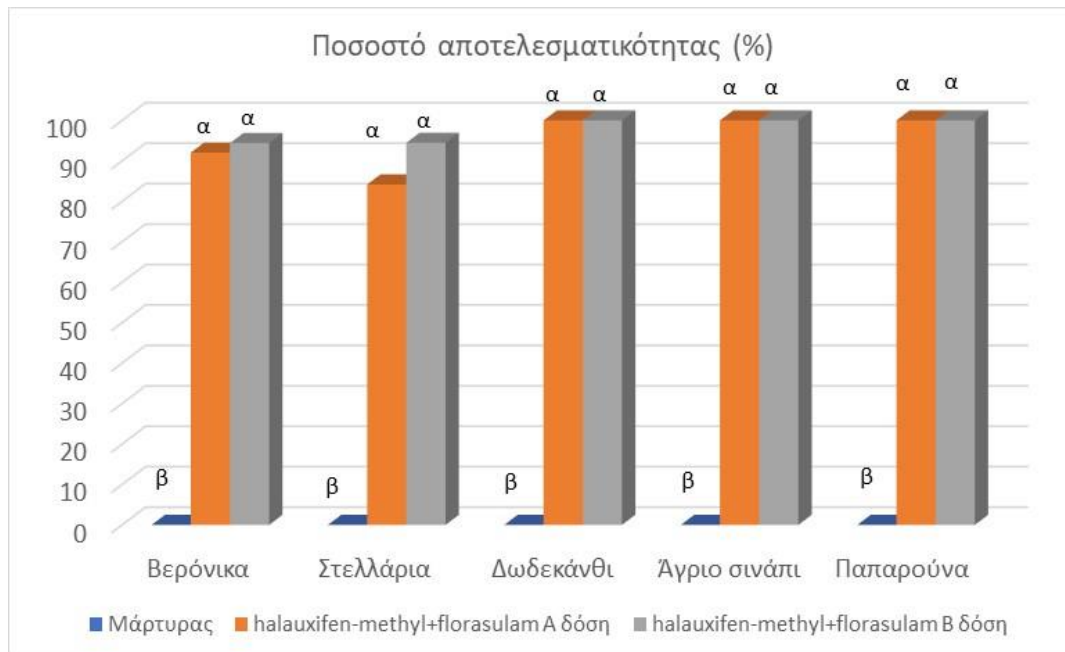
Πίνακας 3.22. Επίδραση της δόσης του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στο συνολικό αριθμό ζιζανίων ανά m² στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού.

Επεμβάσεις	Συνολικό αριθμό ζιζανίων (φυτά/m ²)
Ασκάλιστος μάρτυρας	48,0 α
halauxifen-methyl + florasulam A δόση	6,0 β
halauxifen-methyl + florasulam B δόση	9,0 β
Τιμή LSD (5%)	14,427
Ανάλυση της διασποράς	
Τιμή F	40,667
Τιμή P	0,002
Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν διαφορές όπως φανέρωσε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD _{5%})	

3.9. Αποτελεσματικότητα halauxifen-methyl + florasulam

Η στατιστική ανάλυση (τιμές F (191,568) και P (0,001)) των δεδομένων του ποσοστού αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam έναντι της βερόνικας έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας βρέθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα 0% και το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (94,4%) βρέθηκε στην επέμβαση halauxifen-methyl + florasulam B δόση (Διάγραμμα 3.1).

Για το ζιζάνιο στελλάρια, οι τιμές F (109,405) και P (0,001) δείχνουν την ύπαρξη διαφορών που είναι στατιστικά σημαντικές. Το μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας βρέθηκε στον ασκάλιστο μάρτυρα 0% και το μεγαλύτερο ποσοστό (94,5%) σημειώθηκε στη μεγαλύτερη δόση του halauxifen-methyl + florasulam. Τέλος, για τα υπόλοιπα ζιζάνια δωδεκάνθι, παπαρούνα και άγριο σινάπι, τα πειραματικά δεδομένα έδειξαν πλήρη καταπολέμηση (100%) από το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.



Διάγραμμα 3.1. Ποσοστό αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού.

Κεφάλαιο 4^ο Συζήτηση

4.1. Αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου **halauxifen-methyl + florasulam**

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας φανέρωσαν ότι χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου **halauxifen-methyl + florasulam** έναντι διάφορων πλατύφυλλων ζιζανίων. Το συνολικό ξηρό βάρος κατά την τελική δειγματοληψία ήταν μεγαλύτερο στον ασκάλιστο μάρτυρα κατά 98,2 και 97,1% συγκριτικά με τις επεμβάσεις **halauxifen-methyl + florasulam** A δόση και **halauxifen-methyl + florasulam** B δόση, αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και για το συνολικό αριθμό των ζιζανίων με τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στον ασκάλιστο μάρτυρα.

Τα κύρια είδη των ζιζανίων που καταγράφηκαν ήταν η βερόνικα (*Veronica persica* Poir.), η στελλάρια (*Stellaria media* L.), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), η παπαρούνα (*Paraver rhoeas* L.) και το δωδεκάνθι (*Lamium amplexicaule* L.). Το ζιζάνιο βερόνικα καταπολεμήθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90% χωρίς να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο δόσεων του ζιζανιοκτόνου. Αντίθετα, η αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου έναντι της στελλάριας ήταν μεγαλύτερη στη B δόση (94,5%) συγκριτικά με την A δόση (84,2%).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του **halauxifen-methyl + florasulam** έναντι των ζιζανίων δωδεκάνθι, παπαρούνα και άγριο σινάπι καταγράφηκε πλήρης καταπολέμηση και των τριών ζιζανίων. Σε άλλη εργασία, οι Jackson et al. (2018) κατέγραψαν υψηλό ποσοστό αποτελεσματικότητας κατά της παραούνας (100%), της μεγαλόκαρπης κολλητσίδας (95,8%) (*Galium aparine* L.) και του καπνόχορτου (99,5%) (*Fumaria officinalis* L.). Επίσης, το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο στη μελέτη των Sparangis et al. (2023) παρουσίασε υψηλή αποτελεσματικότητα (>85%) έναντι του ζιζανίου μικρόκαρπη κολλητσίδα (*Galium spurium* L.). Πρέπει να τονισθεί ότι στη συγκεκριμένη μελέτη ο πληθυσμός της μικρόκαρπης κολλητσίδας παρουσίασε ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα αναστολείς του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS) των ομάδων σουλφονουριών και τριαζολοπυριμιδίνες.

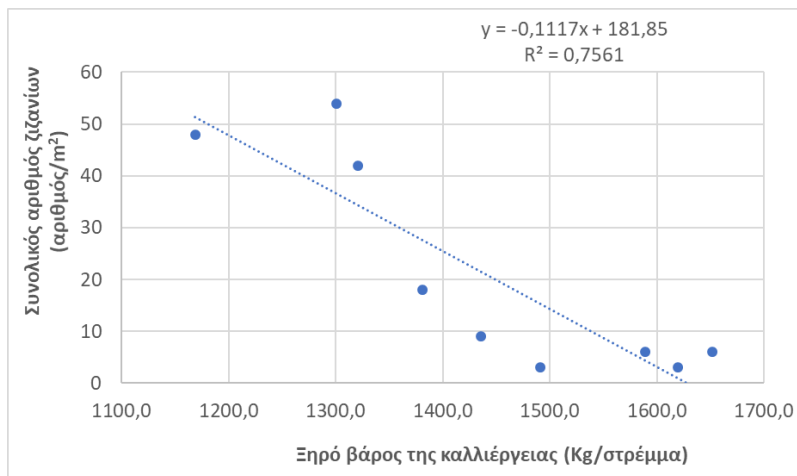
4.2. Εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου **halauxifen-methyl + florasulam**

Το ζιζανιοκτόνο **halauxifen-methyl + florasulam** δεν προκάλεσε συμπτώματα φυτοτοξικότητας στα φυτά σιταριού μετά από οπτικές παρατηρήσεις που πραγματοποιούνταν κάθε 3 ημέρες μετά την εφαρμογή του. Σε πείραμα που έγινε στις Η.Π.Α, οι Ferguson et al. (2021) αναφέρουν ότι συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο δεν προκάλεσε τοξικότητα στη καλλιέργεια του σιταριού. Μη πρόκληση φυτοτοξικότητας από το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο αναφέρεται και από τους Sparangis et al. (2023) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε δύο περιοχές με διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες. Αντίθετα, οι Hand et al. (2022) παρατήρησαν πρόκληση τοξικότητας (8%) σε καλλιέργειας σίκαλης από το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Για την ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού τα πειραματικά δεδομένα φανέρωσαν ότι στις δύο αρχικές δειγματοληψίες δεν παρατηρήθηκε κάποια επίδραση στις διάφορες παραμέτρους που μετρήθηκαν. Στην τελική μέτρηση, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στην πειραματική επέμβαση του ασκάλιστου μάρτυρα και του **halauxifen-methyl + florasulam** ανεξάρτητα της εφαρμοζόμενης δόσης για τον αριθμό των αδελφιών και το ύψος των στελεχών των φυτών του σκληρού σιταριού. Σε καλλιέργεια σίκαλης, οι Hand et al. (2022) αναφέρουν μείωση του ύψους της καλλιέργειας της σίκαλης κατά 9,9% συγκριτικά με τον μάρτυρα στις 10 ημέρες μετά την εφαρμογή **halauxifen-methyl + florasulam**. Επίσης, στο πείραμα μας οι μεγαλύτερες τιμές SPAD, νωπού βάρους καθώς και του ξηρού βάρους μετρήθηκαν στις δύο επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου. Αυτά τα αποτελέσματα οφείλονται στη μεγάλη μείωση τόσο του ξηρού βάρους όσο της πυκνότητας των ζιζανίων που καταγράφηκε, αποτελέσματα που επιβεβαιώνει η αρνητική συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων συνολικός αριθμός ζιζανίων και ξηρή βιομάζα του σκληρού σιταριού (Διάγραμμα 4.1).

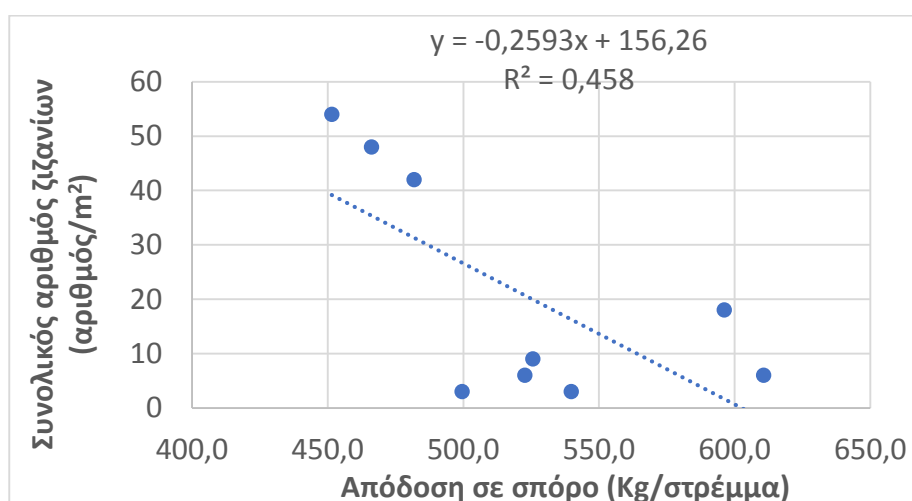
Για την απόδοση σε σπόρο όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο οι μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν στις επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου και οι μικρότερες τιμές στον ασκάλιστο μάρτυρα φανερώνοντας την αρνητική επίδραση του ανταγωνισμού των ζιζανίων στο συγκεκριμένο παράμετρο. Το παραπάνω αποτέλεσμα επιβεβαίωσε και η αρνητική συσχέτιση ($r=0,869$, $P<0.01$). που καταγράφηκε μεταξύ των παραμέτρων απόδοση σε σπόρο και συνολικός αριθμός ζιζανίων (Διάγραμμα 4.2). Σε άλλη μελέτη, οι Ferguson et al. (2021) διαπίστωσαν

ότι η απόδοση της καλλιέργειας δεν μειώθηκε στα τεμάχια του halauxifen-methyl + florasulam.



Διάγραμμα 4.1. Συσχέτιση μεταξύ του συνολικού αριθμού των ζιζανίων και του ξηρού βάρους της καλλιέργειας ($r=0,869$, $P<0.01$).

Τέλος, ο ανταγωνισμός των ζιζανίων δεν επηρέασε το μήκος του στάχew, αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε και από τους Sparangis et al. (2023), ενώ αντίθετα το βάρος 1000 σπόρων επηρεάστηκε αρνητικά από τα ζιζάνια με τις μικρότερες τιμές του να παρατηρούνται στα τεμάχια όπου δεν καταπολεμήθηκαν. Τέλος, μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια του halauxifen-methyl + florasulam συγκριτικά με τον ασκάλιστο μάρτυρα όπου δεν έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων παρατηρήθηκε σε πρόσφατη έρευνα και από τους Sparangis et al. (2023).



Διάγραμμα 4.2. Συσχέτιση μεταξύ του συνολικού αριθμού των ζιζανίων και της απόδοσης της καλλιέργειας σε σπόρο ($r=0,676$,).

4.3. Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία φανέρωσε χρήσιμα συμπεράσματα για το ζιζανιοκτόνο **halauxifen-methyl + florasulam** μερικά από τα οποία είναι τα εξής:

- ✓ Το **ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam** και στις δύο δόσεις που εφαρμόστηκε **δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών** της καλλιέργειας.
- ✓ Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και το βάρος των 1000 σπόρων μετρήθηκαν στις δύο επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου.
- ✓ Το μήκος στάχewς δεν επηρεάστηκε θετικά από τις επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου.
- ✓ Το **ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam καταπολέμησε πλήρως τα ζιζάνια δωδεκάνθι, παπαρούνα και σινάπι.**
- ✓ Το ποσοστό αποτελεσματικότητας έναντι του ζιζανίου στελλάρια ήταν μεγαλύτερο στη επέμβαση της Β δόσης του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου.
- ✓ Το ζιζάνιο βερόνικα καταπολεμήθηκε σε ποσοστό πάνω από 90% και στις δύο δόσεις εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου **halauxifen-methyl + florasulam**.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι., 2004. Ζιζάνια: Αναγνώριση και αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα. σελ: 1-302.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2020. Ζιζανιολογία: Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνα, Φυτά και Περιβάλλον.(4η έκδοση). Εκδόσεις ΑγρόΤυπος, Αθήνα. σελ: 18-19,85, 108-110, 305, 313.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μάρκογλου Α.Ν., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, 2η Έκδοση, Greenbooks Publications, Αθήνα. σελ: 588-589, 603, 664.
- Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.Θ. και Τραύλος Η.Σ., 2019. ΓΕΩΡΓΙΑ ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα. σελ: 269.
- Παπακώστα – Τασοπούλου Δ., 2012. Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις : Σύγχρονη Παιδεία , Θεσσαλονίκη. σελ: 32-38, 111.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Anaya A. L., 1999. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. Critical reviews in plant sciences. 18: 697-739.
- Arriaga F.-J., Guzman J. and Lowery B., 2017. Conventional agricultural production systems and soil functions. In: Al-Kaisi M.A., Lowery B. (eds), Soil health and intensification of agroecosystems. Cambridge, Massachusetts, USA. pp. 109-125.
- Bamforth J., Chin T., Ashfaq T., Gamage N., Pleskach K., Tittlemier S., Henriquez M., Kurera W. M., Lee S. J. Patel B., Gräfenhan T. and Walkowiak S., 2022. A survey of Fusarium species and ADON genotype on Canadian wheat grain. Frontiers in Fungal Biology. 3: 2673-6128.
- Bilalis, D., Karkanis, A. and Efthimiadou A., 2009. Effects of two legume crops, for organic green manure, on weed flora, under Mediterranean conditions: competitive ability of five winter season weed species. African Journal of Agricultural Research. 4: 1431-1441.

- Blackshaw R. E., Anderson G. W. and Dekker J., 1987. Interference of *Sinapis arvensis* L. and *Chenopodium album* L. in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Research. 27: 207-213.
- Blackshaw R.E., 2005. Nitrogen fertilizer, manure, and compost effects on weed growth and competition with spring wheat. Agronomy Journal. 97(6): 1612–1621
- Carr, P.M., Gardner, J.C., Schatz, B.G., Zwinger, S.W. and Guldán, S.J. 1995. Grain yield and weed biomass of a wheat-lentil intercrop. Agronomy Journal. 87(3): 574–579.
- Charles R., Jolliet O., Gaillard G., and Pellet D., 2006. Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment. Agriculture, Ecosystems & Environment. 113: 216-225.
- Das T.K. and Yaduraju N.T., 2011. Effects of missing-row sowing supplemented with row spacing and nitrogen on weed competition and growth and yield of wheat. Crop and Pasture Science. 62(1): 48–57
- Dvořák P., Capouchová I., Král M., Konvalina P., Janovská D. and Satranský M., 2022. Grain yield and quality of wheat in wheat-legumes intercropping under organic and conventional growing systems. Plant, Soil and Environment. 68: 553–559.
- Eskandari H. 2011. Intercropping of wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*): Effects of complementarity and competition of intercrop components in resource consumption on dry matter production and weed growth. African Journal of Biotechnology. 10(77): 17755–17762.
- Ferguson J.C., Manuchehri M.R., Calhoun J.S., Childers J.T., Merritt L.H., Broster K.L., Treadway Z.R., Ugljic Z. and Wesley M.T. 2021. Hairy buttercup (*Ranunculus sardous*) and cutleaf evening primrose (*Oenothera laciniata*) control using halauxifen-methyl based programs in Mississippi and Oklahoma winter wheat. Weed Technology. 35: 644–650.
- Hand L., Randell T. and Culpepper A. 2022. Cereal rye response to eight commonly used wheat herbicides. Weed Technology. 36(4): 506-511.

- Hentschel C., Dressler S. and Hahn E. G., 1995. *Fumaria officinalis* (Fumitory)--clinical applications. *Fortschritte der Medizin*. 113: 291-292.
- Hussain D., Asrar M., Khalid B., Hafeez F., Saleem M., Akhter M., Ahmed M., Ali I., and Hanif K., 2022. Insect pests of economic importance attacking wheat crop (*Triticum aestivum* L.) in Punjab, Pakistan. *International Journal of Tropical Insect Science*. 42: 9-20.
- Jackson S., Paterson E., Fairfax M. and Ouse D., 2018. Halauxifen-methyl + florasulam a new post emergence broad leaved weed cereal herbicide providing robust control when applied during conditions of poor weed growth due to soil moisture deficit and cold temperatures. *Proceedings Crop Production in Northern Britain 2018*. Dundee, Scotland, pp. 145-150.
- Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J. and Tabaxi E.I., 2016. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe, in: Travlos, I.S., Bilalis, D.J., Chachalis, D., *Weed and pest control: Molecular biology, practices and environmental impact*. Nova Science Publishers, Inc. USA. pp. 1-15.
- Krenchinski F., Pereira V., Zobiole L., Albrecht A., Albrecht L. and Peterson M., 2019. Halauxifen-methyl+diclosulam: New option to control *Conyza* spp. prior soybean sowing. *Planta Daninha*. 37:1806-9681.
- Li C., Lister D. L., Li H., Xu Y., Cui Y., Bower M. A., Jones M. K., Zhou H., 2011. Ancient DNA analysis of desiccated wheat grains excavated from a Bronze Age cemetery in Xinjiang. *Journal of Archaeological Science*. 38: 115-119.
- Mehmood A., Aasma A., Ullah S., Fayyaz M. and Fateh S.F., 2023. A comprehensive review of significant bacterial diseases affecting wheat. *Pakistan Journal of Phytopathology*. 35: 191-199.
- Qasem J. R. and Foy C. L., 2001. Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: a review. *Journal of Crop Production*. 4: 43-119.
- Quinn J., Soltani N., Ashigh J., Hooker D., Robinson D. and Sikkema P., 2020. Response of Soybean and Corn to Halauxifen-Methyl. *Weed Technology*. 34: 1-19.

- Saulic M., Oveisi M., Djalovic I., Bozic D., Pishyar A., Savić A., Prasad P.V. and Vrbničanin S. 2022. How do long term crop rotations influence weed populations: Exploring the Impacts of More than 50 Years of Crop Management in Serbia. *Agronomy*. 12: 1772.
- Shah K.K., Modi B., Pandey H., Subedi A., Aryal G., Pandey M. and Shrestha J. 2021. Diversified crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Advances in Agriculture*. 2021: 8924087.
- Shewry P.R. and Hey S.J., 2015. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Security*. 4: 178-202.
- Sparangis P., Efthimiadou A., Katsenios N. and Karkanis A. 2023. Control of resistant false cleavers (*Galium spurium* L.) population to ALS-Inhibiting herbicides and its impact on the growth and yield of durum wheat. *Agronomy*. 13(4): 1087.
- Stankiewicz-Kosyl-M., Synowiec A., Haliniarz M., Wenda-Piesik A., Domaradzki K., Parylak D., Wrochna M., Pytlarz E., Marczevska-Kolasa K., Marcinkowska K., and Praczyk T., 2020. Herbicide resistance and management options of *Papaver rhoeas* L. and *Centaurea cyanus* L. in Europe: A review. *Agronomy*. 10: 874.
- Su W., Xu H., Hao H., Wu R., Wang H. and Lu C., 2017. Effect of environmental conditions on the degradation of florasulam in typical soils of Northern China. *Journal of Environmental Quality*. 46: 553-558.
- Tomar D. S., Jha A. K., Porwal M. Verma B., Tirkey S., Khare Y., Rajpoot A. and Chouhan M., 2023. Efficacy of halauxifen-methyl + florasulam against complex weeds in wheat under Kymore Plateau and Satpura Hill Zone of Madhya Pradesh, India. *International Journal of Plant & Soil Science*. 35: 161-171.
- Türkseven S.G., Uludağ A., Demirci M. and Serim A.T. 2022. Herbicide resistance in *Avena sterilis* subsp *ludoviciana* populations from the wheat fields of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 46(6): 888–897.
- van der Meulen A. and Chauhan B.S. 2017. A review of weed management in wheat using crop competition. *Crop Protection*. 95:38-44.

- Wang X., Zhang J., Liu Y., Lu C., Hou K., Hou K., Huang Y., Juhasz A., Zhu L. S., Du Z. and Li B., 2023. Effect of Florasulam on oxidative damage and apoptosis in larvae and adult zebrafish (*Danio rerio*). Journal of Hazardous Materials. 446: 130682.
- Wang, H.C., Xiang, L.G., Dai, Y.F., ...Chen, X., Yang, X.H., 2019. Powdery mildew of *Veronica persica* caused by *Golovinomyces cichoracearum* in Guizhou province of china. Plant Disease. 103(2): 368.
- Xu J., Liu X., Napier R., Dong L. and Li J., 2022. Mode of action of a novel synthetic auxin herbicide halauxifen-methyl. Agronomy. 12: 1659.
- Zayats M. and Leschev S., 2019. The development of methods for the determination of residues of the herbicide halauxifen-methyl in barley and rape. Journal of the Belarusian State University Chemistry. 1: 59-65.