



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

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA έναντι των ζιζανίων άγριο σινάπι, μυρώνι και γαϊδουράγκαθο σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού»

Γεώργιος Κρίκης



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2025

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA έναντι των ζιζανίων άγριο σινάπι, μυρώνι και γαϊδουράγκαθο σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού»

Αγγλικός τίτλος: «Efficacy of herbicides halauxifen-methyl/florasulam and halauxifen-methyl/florasulam + MCPA against wild mustard, shepherd's-needle, and milk thistle in durum wheat crop»

Γεώργιος Κρίκης

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Ευάγγελος Βέλλιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος
3. Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Βόλος, 2025

«Εγώ ο Γεώργιος Κρίκης βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος».

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας με θέμα «Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA έναντι των ζιζανίων άγριο σινάπι, μυρώνι και γαϊδουράγκαθο σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού» αλλά και για την εξαιρετική καθοδήγηση και συνδρομή καθώς και τη συνεχή βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κυριάκο Γιαννούλη και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ευάγγελο Βέλλιο για τον χρόνο που αφιέρωσαν για τη διόρθωση της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους και τις φίλες μου με τους οποίους πέρασα τα καλύτερα χρόνια μου έως τώρα.

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	8
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	9
1. Η καλλιέργεια του σιταριού	9
1.1. Ιστορικά στοιχεία	9
1.2. Βοτανική Ταξινόμηση	9
1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά Σιταριού	9
1.3.1. Ταξιανθία του σιταριού.....	9
1.3.2. Ριζικό σύστημα σιταριού	10
1.3.3. Βλαστός σιταριού	10
1.3.4. Φύλλα σιταριού.....	10
1.4. Σπουδαιότητα σιταριού και στατιστικά στοιχεία	10
1.5. Βελτίωση και καλλιέργεια σιταριού.....	11
1.6. Στάδια ανάπτυξης του σιταριού	12
1.7. Στοιχεία καλλιέργειας σιταριού.....	12
1.7.1. Κλιματικές συνθήκες σιταριού	12
1.7.2. Εδαφικές συνθήκες σιταριού	13
1.7.3. Λίπανση καλλιέργειας σιταριού	13
1.7.4. Σπορά σιταριού	14
2. Ζιζάνια και καλλιέργεια σιταριού	14
2.1. Είδη ζιζανίων και επίδραση τους στην καλλιέργεια του σιταριού.....	14
2.2. Πλατύφυλλα είδη ζιζανίων	14
2.2.1 Άγριο σινάπι.....	15
2.2.2. Μυρώνι	15
2.2.3 Γαϊδουράγκαθο	16
3. Τα ζιζανιοκτόνα και η ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων	17
3.1. Ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων	17
3.2. Ζιζανιοκτόνα στην καλλιέργεια του σιταριού	18
3.2.1 Halauxifen-methyl και florasulam	18
3.2.2. MCPA	19
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι	20
2.1. Σπορά και προετοιμασία πειραματικού αγρού.....	20

2.2. Χάραξη πειραματικού αγρού	20
2.3. Ψεκασμός πειραματικού αγρού και ζιζανιοκτόνα	22
2.4. Μετρήσεις	24
2.5. Μετεωρολογικά Δεδομένα	27
2.6. Στατιστική Ανάλυση	28
Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα.....	29
3.1. Ύψος φυτών του σκληρού σιταριού	29
3.2. Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού.....	30
3.3. Δείκτης SPAD των φυτών σκληρού σιταριού	32
3.4. Ξηρή βιομάζα σκληρού σιταριού.....	33
3.5. Μήκος στάχυ του σκληρού σιταριού	35
3.6. Βάρος 1000 σπορών του σκληρού σιταριού	36
3.7. Απόδοση σπόρων φυτών σκληρού σιταριού.....	36
3.8. Περιεκτικότητα πρωτεΐνης φυτών σκληρού σιταριού	36
3.9. Περιεκτικότητα ξηρής και υγρής γλουτένης φυτών σκληρού σιταριού	37
3.10. Ξηρή βιομάζα ζιζανίων	39
3.11. Πυκνότητα ζιζανίων	41
3.12. Ξηρή βιομάζα ζιζανίων	44
Κεφάλαιο 4ο: Συζήτηση	47
4.1. Δράση και αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων	47
4.2. Ανάπτυξη και απόδοση καλλιέργειας	49
4.3. Συμπεράσματα	50
Βιβλιογραφία.....	52
Ελληνική Βιβλιογραφία	52
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	52

Περίληψη

Στη σημερινή εποχή, η πλέον αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) αποτελεί η χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας, είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA έναντι των ζιζανίων άγριο σινάπι, μυρώνι και γαϊδουράγκαθο στην καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Το πείραμα έλαβε μέρος στον πειραματικό αγρό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στη θέση Βελεστίνο. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε στις 11 Μαρτίου 2024, με βάση το πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων ομάδων που περιλάμβανε 3 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Η πρώτη επέμβαση ήταν ο ασκάλιστος μάρτυρας χωρίς την εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, η δεύτερη επέμβαση ήταν με εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl/florasulam και η τρίτη επέμβαση ήταν η εφαρμογή του συνδυασμού των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του σκληρού σιταριού μετρήθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας όπως το ξηρό βάρος, το βάρος 1000 σπόρων, η στρεμματική απόδοση και ο αριθμός αδελφιών καθώς και χαρακτηριστικά των ζιζανίων όπως η πυκνότητα και το ξηρό βάρος τους. Όσον αφορά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του σιταριού, στην τελευταία μέτρηση, οι υψηλότερες τιμές του ξηρού βάρους, ύψους και της απόδοσης παρατηρήθηκαν στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, ενώ στα ποιοτικά χαρακτηριστικά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Σχετικά με τα ζιζάνια, οι χαμηλότερες πυκνότητες ζιζανίων καθώς και τα χαμηλότερα ξηρά βάρη ζιζανίων στην τελευταία μέτρηση, καταγράφηκαν ξανά στην επέμβαση με τον συνδυασμό των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA. Συνοψίζοντας, η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA αύξησε την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού, ενώ παράλληλα συνέβαλλε στην αποτελεσματική καταπολέμηση και μείωση του πληθυσμού των ζιζανίων.

Abstract

Nowadays, the most effective method for weed control in durum wheat (*Triticum durum*) is the use of chemical herbicides. The purpose of the thesis is to evaluate the efficacy of the herbicides halauxifen-methyl/florasulam and halauxifen-methyl/florasulam + MCPA against the weeds wild mustard, shepherd's-needle, and milk thistle in durum wheat cultivation. The experiment took place in the experimental field of the University of Thessaly farm located in Velestino. The application of herbicides was carried out on March 11, 2024, based on the randomized block experimental design that included 3 treatments and 3 replications. The first treatment was un-weeded control without herbicide application, the second treatment was the herbicide halauxifen-methyl/florasulam, and the third treatment was the combination of herbicides halauxifen-methyl/florasulam and MCPA. During the growth of durum wheat, various traits of the crop such as dry weight, tillers number, 1000-seed weight, and seed yield were measured as well as characteristics of weeds such as their density and dry weight. Regarding the wheat crop parameters, in the last measurement, the highest values of dry weight and yield were observed in the combination of herbicides halauxifen-methyl/florasulam + MCPA treatment, while no differences were observed in the quality parameters among the three treatments. Regarding weeds, at the last measurement the lower weed densities as well as the lower weed dry weight were recorded in the combination of halauxifen-methyl/florasulam + MCPA treatment. In summary, the application of halauxifen-methyl/florasulam and halauxifen-methyl/florasulam + MCPA herbicides increased the growth and yield of the durum wheat crop, while at the same time contributing to effective weed control.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1. Η καλλιέργεια του σιταριού

1.1. Ιστορικά στοιχεία

Η εξημέρωση του σιταριού από τους ανθρώπους, σύμφωνα με τους Evans και Peacock (1981) φαίνεται να έγινε περίπου 16.000 με 12.000 χρόνια πριν, γεγονός το οποίο δηλώνει ότι η καλλιέργεια σιταριού αποτελεί από τις σχετικά αρχαιότερες καλλιέργειες παγκοσμίως. Επιπλέον, ευρήματα έχουν βρεθεί σε διάφορες περιοχές ανά την υφήλιο, με τα παλαιότερα να οδηγούν στην περιοχή της σημερινής Μεσοποταμίας (Evans and Peacock 1981).

1.2. Βοτανική Ταξινόμηση

Το σιτάρι κατατάσσεται βοτανικά στο γένος *Triticum* της οικογένειας Poaceae. Με βάση τον αριθμό των χρωμοσωμάτων του κατατάσσεται στα εξής καλλιεργούμενα είδη: *Triticum dicoccum* (κοινή ονομασία: δίκοκκο σιτάρι), *Triticum durum* (κοινή ονομασία: σκληρό σιτάρι) με αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=28$ και στο *Triticum aestivum* (κοινή ονομασία: μαλακό σιτάρι) με αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=42$ (Παπακώστα 2012).

1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά Σιταριού

1.3.1. Ταξιανθία του σιταριού

Σχετικά με τα βοτανικά χαρακτηριστικά του φυτού, πρέπει να επισημανθεί ότι το κάθε βοτανικό είδος σιταριού και κάθε ποικιλία έχουν τα δικά τους ξεχωριστά χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα. Γενικά, η ταξιανθία του είναι στάχης αποτελούμενος από εναλλάξ σταχύδια πάνω στη ράχη του. Το σταχύδιο αποτελείται από τα εξωτερικά και τα εσωτερικά λέπυρα και τον καρπό. Τα μήκη των στάχων, ο αριθμός και η συμπάγεια των σταχυδίων πάνω στη ράχη του φυτού αποτελούν ξεχωριστά χαρακτηριστικά κάθε είδους και κάθε ποικιλίας (Παπακώστα 2012).

Κάθε σταχύδιο περιέχει εσωτερικά τουλάχιστον έναν κόκκο (σπόρος), ενώ ο αριθμός και τα χαρακτηριστικά τους αποτελούν ιδιαίτερα στοιχεία κάθε είδους και ποικιλίας. Τα ίδια τα σταχύδια είναι πιθανό να φέρουν μεταμορφωμένα φύλλα τα οποία

ονομάζονται άγανα. Η παρουσία και τα χαρακτηριστικά των αγάνων όπως το χρώμα και το μήκος τους αποτελούν ποικιλιακά γνωρίσματα (Παπακώστα 2012).

1.3.2. Ριζικό σύστημα σιταριού

Το ριζικό σύστημα του φυτού ανέρχεται στα 200 cm, με την πλειοψηφία του να βρίσκεται στα ανώτερα εδαφικά στρώματα. Η έκταση και η αρχιτεκτονική του ριζικού συστήματος είναι στοιχεία που επηρεάζονται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες και από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας (Manschadi et al. 2008).

1.3.3. Βλαστός σιταριού

Ο βλαστός του φυτού είναι κάλαμος ο οποίος είναι γεμάτος στους κόμβους και κενός στα μεσογονάτια διαστήματα. Η απόσταση των μεσογονατίων διαστημάτων αυξάνεται από τη βάση προς την κορυφή του φυτού. Η διαδικασία ανάπτυξης του βλαστού ονομάζεται καλάμωμα και επηρεάζεται άμεσα από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (Παπακώστα 2012). Το ύψος του φυτού ανέρχεται στα περίπου στα 60 με 150 εκατοστά, ενώ έχουν δημιουργηθεί «νάνες» ποικιλίες (Duan et al. 2020).

1.3.4. Φύλλα σιταριού

Σχετικά με τα φύλλα του φυτού, ο αριθμός τους ανέρχεται από επτά έως εννέα, και αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα. Το ανώτερο φύλλο της κορυφής ονομάζεται φύλλο «σημαίας» και έχει μεγαλύτερο μέγεθος συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Παράλληλα έχει τον πιο σημαντικό ρόλο, διότι προμηθεύει το φυτό με μεγάλη ποσότητα φωτοσυνθετικών προϊόντων (Khalid et al. 2008).

1.4. Σπουδαιότητα σιταριού και στατιστικά στοιχεία

Το σιτάρι αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά φυτά της υψηλίου καθώς τα δύο βοτανικά είδη *Triticum durum* και *Triticum aestivum* κυριαρχούν στην ανθρώπινη διατροφή. Η σπουδαιότητα αυτή παρατηρείται και στην Ευρώπη καθώς στατιστικά τη βάσης FAOSTAT δείχνουν ότι την πενταετία 2018-2022 η συνολική παραγωγή σιταριού ανέρχονταν στους 168.532.993,344 t κατά μέσο όρο και οι συνολικές καλλιεργούμενες εκτάσεις ανέρχονται στα 62.032.547 ha (εκτάρια) κατά μέσο όρο (Πίνακας 1.1., FAO 2024). Η τεράστια αυτή εξάπλωση συνέβη για δύο κύριους λόγους.

Ο πρώτος είναι ότι το σιτάρι έχει την ικανότητα καλλιέργειας από 60° ΒΠ έως και 40° ΝΠ, ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί και σε υψόμετρα έως 3000 μέτρα, διότι αποτελεί ένα φυτό το οποίο παρουσιάζει υψηλή προσαρμοστικότητα (Παπακώστα 2012). Η προσαρμοστικότητα του σιταριού, σύμφωνα με τους Zhou et al (2020), οφείλεται στο γεγονός ότι ένα πιθανόν μεγάλο ποσοστό του γονιδιώματος (έως και το 25%) του σιταριού προέρχεται από άγριους πληθυσμούς του, με αποτέλεσμα την αυξημένη γενετική παραλλακτικότητα του, η οποία συνέβαλλε ριζικά στη μεγάλη εξάπλωση του. Ο δεύτερος λόγος είναι οι πολλές χρήσεις του σιταριού καθώς από αυτό προκύπτουν προϊόντα όπως ψωμί, ζυμαρικά, αρτοσκευάσματα, σιμιγδάλι κ.λπ. τα οποία είναι υψηλής διατροφικής αξίας (Παπακώστα 2012). Σε ότι αφορά τη διατροφική αξία του, το σιτάρι είναι πλούσιο σε άμυλο, ενέργεια, φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και βιταμίνες (Shewry 2009, Shewry and Hey 2015, Igrejas and Branlard 2020).

Πίνακας 1.1. Παγκόσμια στατιστικά της καλλιέργειας σιταριού από το έτος 2018 έως το έτος 2022 (FAO 2024).

Έτος	Ποσότητα παραγωγής (t)	Καλλιεργούμενη έκταση (ha)
2018	242.187.345,9	60.613.068
2019	266.129.076,11	62.387.726
2020	254.796.479,19	61.529.895
2021	269.344.610,3	62.882.808
2022	282.723.625,22	62.749.238

1.5. Βελτίωση και καλλιέργεια σιταριού

Όπως προαναφέρθηκε, το σιτάρι αποτελεί μια πλούσια πηγή ενέργειας και θρεπτικών συστατικών. Αυτές οι ιδιότητες υποδηλώνουν ότι η ποιοτική αναβάθμιση του, η μεγιστοποίηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και οι υψηλές ποσοτικές αποδόσεις αποτελούν σημαντικά αντικείμενα μελέτης. Τα συγκεκριμένα συστατικά απόδοσης στα οποία εστιάζουν οι επιστήμονες για βελτίωση είναι: ο αυξημένος αριθμός παραγωγικών σταχέων ανά φυτό, ο αυξημένος αριθμός σπόρων ανά στάχυ και το βελτιωμένο βάρος 1000 σπόρων κάθε φυτού. Εξίσου σημαντικό πρόβλημα της

καλλιέργειας των σιτηρών αποτελεί το πλάγιασμα των φυτών. Οι Zuber et al. (1999) αναφέρουν πως το ποσοστό πλαγιάσματος ενός φυτού σιταριού, κυρίως εξαρτάται από δύο μορφολογικά χαρακτηριστικά του: το πάχος του στελέχους καθώς και από το βάρος στελέχους ανά εκατοστό στελέχους. Οι προσπάθειες εστιάζονται στη δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών ποικιλιών στο πλάγιασμα. Επιπρόσθετα πείραμα των Tripathi et al. (2004) έδειξε ότι η χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης καθώς και γενοτύπων με χαμηλό ύψος φυτών είχε ως αποτέλεσμα το μειωμένο ποσοστό πλαγιάσματος. Επισημαίνεται ότι για να θεωρηθεί επιτυχημένη μία προσπάθεια βελτίωσης του φυτού, δεν αρκεί μόνο η επιτυχημένη βελτίωση κάποιου συγκεκριμένου συστατικού της απόδοσης, αλλά και η εξασφάλιση ότι και τα υπόλοιπα συστατικά θα παραμείνουν τουλάχιστον σταθερά και δεν θα επηρεαστούν με αρνητικό τρόπο.

1.6. Στάδια ανάπτυξης του σιταριού

Οι Bruns και Croy (1983) αναφέρουν τα στάδια ανάπτυξης των φυτών του σιταριού είναι τα εξής: 1) βλάστηση των σπόρων και το φύτρωμα, 2) αδελφωμα, 3) ανάπτυξη φύλλων, 4) σχηματισμός κόμβων, 5) ανάπτυξη φύλλου σημαίας, 6) ανάπτυξη στάχυ, 7) άνθηση, 8) γέμισμα σπόρων, 9) αρχή ωρίμανσης και 10) πλήρης ωρίμανση. Η Παπακώστα (2012) επισημαίνει πως η ανάπτυξη του σιταριού διακρίνεται σε τρεις κύριες φάσεις. Η πρώτη είναι η βλαστική ανάπτυξη, η δεύτερη φάση είναι η αναπαραγωγική και η τρίτη είναι το γέμισμα των σπόρων. Όταν επιτευχθεί το επιθυμητό ποσοστό υγρασίας πραγματοποιείται ο αλωνισμός της καλλιέργειας (Παπακώστα 2012).

1.7. Στοιχεία καλλιέργειας σιταριού

1.7.1. Κλιματικές συνθήκες σιταριού

Μια μεγάλη πρόκληση που αντιμετωπίζει η καλλιέργεια του σιταριού είναι η μεταβολή του κλίματος, η οποία πλήττει σε μεγάλο βαθμό τις κύριες σιτοπαραγωγικές περιοχές. Οι Hossain et al. (2021) αναφέρουν πως οι συνέπειες της κλιματικής μεταβολής μπορούν να αναχαιτιστούν σε ικανοποιητικό βαθμό, μέσω δημιουργίας ανθεκτικών ποικιλιών στο στρες αβιοτικών παραγόντων (υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία) με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής καθώς και με χρήση βελτιωμένων τεχνολογιών όπως η νανοτεχνολογία.

Το σιτάρι γενικά είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να προσαρμόζεται σε πληθώρα κλιματικών συνθηκών. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης του φυτού, έχει εύρος μεταξύ 20 °C και 25 °C, με μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 35 °C (Παπακώστα 2012). Παρόλα αυτά ερευνητικά δεδομένα έχουν δείξει ότι σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και θερμοκρασίες που προκαλούν θερμική καταπόνηση στο φυτό δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα τις αποδόσεις του (Hossain and Da Silva 2012).

Αναφορικά με τις βροχοπτώσεις, το σιτάρι παρουσιάζει αντοχή ακόμα και σε συνθήκες έντονης ξηρασίας. Η ιδανική περίοδος βροχοπτώσεων για την καλλιέργεια είναι η άνοιξη, στα στάδια καλαμώματος έως την άνθηση. Το στάδιο στο οποίο δεν πρέπει να σημειωθούν βροχοπτώσεις είναι αυτό της ωρίμανσης καθώς αυτό οδηγεί σε καθυστέρησή της, πλάγιασμα των φυτών, ανάπτυξη ασθενειών και σε υποβαθμισμένη ποιότητα των σπόρων (Παπακώστα 2012).

1.7.2. Εδαφικές συνθήκες σιταριού

Το σιτάρι παρουσιάζει μεγάλη ικανότητα προσαρμογής ανεξάρτητα από τον τύπο του εδάφους στο οποίο καλλιεργείται. Γενικά όμως, η καλλιέργεια προτιμά ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη τα οποία είναι γόνιμα και καλά στραγγισμένα, με τιμή pH περίπου στο 7 (Παπακώστα 2012). Οι Erekul και Köhn (2006) αναφέρουν ότι εδάφη τα οποία είναι κυρίως αμμώδη ή αργιλώδη στη σύσταση τους παρουσιάζουν μικρότερες αποδόσεις και υποβάθμιση της ποιότητας.

1.7.3. Λίπανση καλλιέργειας σιταριού

Αρχικά, πρέπει να επισημανθεί ότι η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων N, P και K από τα φυτά επηρεάζεται άμεσα από το ποσοστό της υδατικής καταπόνησης της καλλιέργειας. Έρευνα έχει αποδείξει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η υδατική καταπόνηση τόσο μικρότερη είναι και η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά επηρεάζοντας άμεσα τις αποδόσεις τους (Baque et al. 2006).

Γενικά το σιτάρι ευνοείται από την αζωτούχο λίπανση, η οποία εφαρμόζεται επιφανειακά. Η προσθήκη του φωσφόρου (P) γίνεται σε πιο αραιά χρονικά διαστήματα, ενώ το κάλιο (K) δεν χρειάζεται λόγω της υψηλής συγκέντρωσης στα ελληνικά εδάφη (Παπακώστα 2012). Ο Pero (2007) αναφέρει ότι η επιτυχία ενός προγράμματος λίπανσης που θα επιφέρει υψηλές αποδόσεις ποικίλει για κάθε ποικιλία.

Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία που χρειάζεται η καλλιέργεια, ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι η εφαρμογή σιδήρου και ψευδαργύρου με μορφές θειικού σιδήρου και θειικού ψευδαργύρου, επιφέρει αυξημένη απόδοση των φυτών καθώς αυξάνεται το βάρος 1000 σπόρων ανά φυτό, ο αριθμός σπόρων ανά στάχυ και το μήκος του στάχυ του φυτού (Hemantaranjan and Garg 1988).

1.7.4. Σπορά σιταριού

Η σπορά του σιταριού, στην Ελλάδα γίνεται τυπικά τον μήνα Νοέμβριο και χαρακτηρίζεται ως φθινοπωρινή. Η ανοιξιάτικη σπορά αποφεύγεται λόγω των χαμηλών αποδόσεων που παρουσιάζονται (Παπακώστα 2012). Οι Soomro et al. (2009) αναφέρουν ότι ποσότητα σπόρου ίση με 125 Kg/ha είναι η ιδανική καθώς θα επιφέρει υψηλότερες αποδόσεις. Στη χώρα χρησιμοποιούνται ποσότητες σπόρου από 20 έως 30 Kg/στρέμμα.

2. Ζιζάνια και καλλιέργεια σιταριού

2.1. Είδη ζιζανίων και επίδραση τους στην καλλιέργεια του σιταριού

Ως ζιζάνιο χαρακτηρίζεται κάθε φυτό, το οποίο επηρεάζει αρνητικά την καλλιέργεια ενός άλλου σε ένα αγροτικό οικοσύστημα (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Στην καλλιέργεια του σιταριού συναντάμε διάφορα αγρωστώδη και πολυετή ζιζάνια τα οποία εάν δεν καταπολεμηθούν έγκαιρα μειώνουν την παραγωγή και υποβαθμίζουν την ποιότητα των σπόρων. Το συνεχές πρόβλημα των ζιζανίων οφείλεται στον λήθαργο των σπόρων. Ο λήθαργος των σπόρων του ζιζανίου αποτελεί το σπουδαιότερο μηχανισμό επιβίωσης, διότι επιτρέπει στους σπόρους του να επιβιώνουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, με αποτέλεσμα να μην εκλείπουν ποτέ από τα αγροτικά οικοσυστήματα (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021).

2.2. Πλατύφυλλα είδη ζιζανίων

Στην καλλιέργεια του σιταριού συναντάμε αρκετά είδη ζιζανίων. Ορισμένα είδη πλατύφυλλων ζιζανίων που προσβάλλουν τη συγκεκριμένη καλλιέργεια και αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι το *Silybum marianum* (κοινή ονομασία: γαϊδουράγκαθο), το *Sinapis arvensis* (κοινή ονομασία: άγριο σινάπι) και το *Scandix pecten-veneris* (κοινή ονομασία: μυρώνι).

2.2.1 Άγριο σινάπι

Το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) είναι ένα πλατύφυλλο ετήσιο ζιζάνιο (Zargar et al 2021) το οποίο ανήκει στην οικογένεια των σταυρανθών (Brassicaceae) και προσβάλλει κυρίως τα σιτηρά. Χαρακτηριστικά του αποτελούν το ιδιαίτερα μεγάλο ύψος του, το οποίο μπορεί να φτάσει έως και τα 100 cm. Οι βλαστοί του είναι λείοι και διακλαδιζόμενοι. Στην άκρη κάθε φυτού υπάρχουν κίτρινα άνθη και αριθμούνται από λίγα έως και εκατοντάδες (Εικόνα 1.1). Τα άνθη αποτελούνται από τέσσερα πέταλα, έξι στήμονες και σχηματίζουν ταξιανθία βότρυ. Τα φύλλα του είναι έμμισχα, κυματιστά οδοντωτά με τρίχες, ενώ στη βάση του φυτού έχουν περισσότερο ωοειδές σχήμα συγκριτικά με αυτά της κορυφής, που τείνουν προς το λογχοειδές. Οι καρποί του είναι τύπου κέρας και διαθέτουν χαρακτηριστικό ράμφος (Michigan State University 2024).



Εικόνα 1.1. Φυτά άγριου σιναπιού στο στάδιο της άνθησης.

2.2.2. Μυρόνι

Το μυρόνι (*Scandix pecten-veneris* L.) είναι ένα μικρού μεγέθους ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο το οποίο ανήκει στην οικογένεια Apiaceae (Peters and Gerowitt 2014). Τα άνθη του είναι χρώματος άσπρου και αποτελούνται το καθένα από πέντε πέταλα (Βασιλάκογλου και Δήμας 2017), τα οποία δεν είναι ενωμένα (χωριστοπέταλη

στεφάνη). Η ταξιανθία είναι σύνθετο σκιάδιο. Τα φύλλα του είναι πολυσχιδή (Εικόνα 1.2). Τέλος οι καρποί του είναι επιμήκη σχιζοκάρπια με μακρύ ράμφος. Το ύψος του φυτού ανέρχεται έως τα 40 cm (Βασιλάκογλου και Δήμας 2017).



Εικόνα 1.2. Φυτά μυρωνιού σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού.

2.2.3 Γαϊδουράγκαθο

Το γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) είναι ένα ετήσιο ή διετές ζιζάνιο το οποίο ανήκει στην οικογένεια των Asteraceae. Όμως στη χώρα μας συμπεριφέρεται κυρίως ως ετήσιο. Όταν συμπεριφέρεται ως διετές, κατά το πρώτο έτος βρίσκεται με μορφή ροζέτας ενώ το δεύτερο έτος αναπτύσσεται το ανθικό στέλεχος και σχηματίζει την ανθοταξία (κεφαλή) η οποία περιβάλλεται από αγκαθωτά βράκτια φύλλα. Οι κεφαλές φέρουν ανθίδια, τα οποία έχουν συνήθως χρώμα μωβ (Εικόνα 1.3). Το ύψος των φυτών μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 150 έως 200 cm (Montemurro et al. 2007). Τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα, λεία, φέρουν αγκάθια και έχουν χαρακτηριστικές άσπρες νευρώσεις (Gresta et al. 2007). Τέλος οι σπόροι του είναι αχαίνια με μακρύ λευκό πάππο με το χρώμα τους να κυμαίνεται από μαύρο έως καφέ και παράγονται περίπου 6350 σπόροι ανά φυτό γαϊδουράγκαθου (Dodd 1989).



Εικόνα 1.3. Φυτά γαϊδουράγκαθου και άγριου σιναπιού σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού.

3. Τα ζιζανιοκτόνα και η ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων

3.1. Ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων

Στη σημερινή εποχή, είναι ευρέως γνωστό ότι η χρήση ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων αποτελεί την πρώτη λύση καταπολέμησης για πολλούς παραγωγούς. Παρόλα αυτά είναι επιτακτικό να μην αποτελεί τη μοναδική, διότι η λανθασμένη και η ανεξέλεγκτη χρήση των ζιζανιοκτόνων μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο περιβάλλον και στη καλλιέργεια. Για τον λόγο αυτό, συστήνεται η ένταξη της χημικής μεθόδου σε ένα *σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων*. Η εφαρμογή και άλλων μεθόδων εξίσου ικανών να καταπολεμήσουν αποτελεσματικά τα ζιζάνια του χωραφιού, έχει ως σκοπό την προστασία του ανθρώπου, της καλλιέργειας, της πανίδας και χλωρίδας του γεωργικού οικοσυστήματος (Swanton and Weise 1991, Βασιλακόγλου και Δήμας 2021,). Τέτοιες μέθοδοι καταπολέμησης περιλαμβάνουν την αμειψισπορά, τη συγκαλλιέργεια, τις αποστάσεις και την πυκνότητα της σποράς κ.α. (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Ο Buhler (2017) αναφέρει, ότι η σήμερα απαιτείται εξυπνότερος και αποτελεσματικότερος σχεδιασμός καταπολέμησης ζιζανίων. Η χρήση και ο

συνδυασμός όλων των διαθέσιμων μεθόδων που υπάρχουν, μπορούν να επιτύχουν αποτελεσματικότερο έλεγχο των ζιζανίων σε βάθος χρόνου, ποιοτικότερα προϊόντα, διατήρηση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων και αποφυγή της περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος. Επιπλέον, οι Chikowo et al. (2009) επισήμαναν, ότι ένα τέτοιο σύστημα είναι πιθανό να επιφέρει μείωση της χρήσης των ζιζανιοκτόνων.

3.2. Ζιζανιοκτόνα στην καλλιέργεια του σιταριού

Τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία ήταν το halauxifen-methyl+florasulam και το MCPA. Στη συνέχεια παρουσιάζονται πληροφορίες για τις δραστικές ουσίες αυτών των ζιζανιοκτόνων.

3.2.1 Halauxifen-methyl και florasulam

Οι δραστικές halauxifen-methyl και florasulam χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα σε συνδυασμό στο ίδιο αγροτεμάχιο (τυποποίηση στο ίδιο σκεύασμα). Η δραστική ουσία halauxifen-methyl, ανήκει τη χημική ομάδα των αρυλοπικολινικών με δράση αυξίνης (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Μετά την εφαρμογή του κινείται συμπλαστικά μέσω του ηθμού. Οι Xu et al. (2022) διαπίστωσαν ότι προκαλεί υπερπαραγωγή αιθυλενίου και αμπισισικού οξέως (ABA) με αποτέλεσμα την πρόωρη γήρανση και τη νέκρωση των φυτών. Η δραστική ουσία florasulam, ανήκει στη χημική ομάδα των τριαζολοπυριμιδινών, οι οποίες δρουν ως αναστολείς δράσης του ενζύμου της οξικογαλακτικής συνθάσης (ALS). Αναλυτικότερα παρεμβάλλουν στη σύνθεση αμινοξέων με διακλαδιζόμενη αλυσίδα, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο, αναστολή της κυτταροδιαίρεσης (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Αξίζει να αναφερθεί ότι στους αναστολείς δράσης του ενζύμου της οξικογαλακτικής συνθάσης (ALS) έχουν παρατηρηθεί αρκετά προβλήματα ανθεκτικότητας ζιζανίων (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Παράλληλα ερευνά έδειξε ότι ο χρόνος ημιζωής του halauxifen-methyl ανέρχεται περίπου στις 8 ημέρες και δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από το έδαφος στο οποίο εφαρμόζεται. Σε αντίθεση, ο χρόνος ημιζωής της δραστικής florasulam μπορεί να είναι από 12 έως και 16 ημέρες και επηρεάζεται άμεσα από το έδαφος στο οποίο εφαρμόζεται (Subhadeep et al, 2016).

3.2.2. MCPA

Η τρίτη δραστική ουσία που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα είναι το 2-μεθυλο-4-χλωροφαινοξυοξικό οξύ (MCPA). Το MCPA ανήκει στη χημική ομάδα των φαινοξυαλκανοϊκών με δράση αυξίνης, επηρεάζοντας την ομαλή ανάπτυξη των ιστών των φυτών (Τραυλός και Κανάτας 2022). Αναλυτικότερα, κινείται συμπλαστικά ή αποπλαστικά, συγκεντρώνεται στους νεότερους μεριστωματικούς ιστούς, επηρεάζοντας τη φυσιολογική λειτουργία τους, ενώ προκαλεί συμπτώματα επιναστίας, παραμόρφωσης και συστροφής των νεαρών φύλλων και βλαστών των ζιζανίων επιφέροντας με αυτόν τον τρόπο τον θάνατο τους σε διάστημα μερικών εβδομάδων από την εφαρμογή του. Επιπρόσθετα, επισημαίνεται ότι εάν κατά την μέρα εφαρμογής του επικρατεί βροχερός καιρός, αποφεύγεται ο οποιοσδήποτε ψεκασμός διότι η βροχή μειώνει την αποτελεσματικότητα του. Σχετικά με την ανθεκτικότητα, έχει βρεθεί ότι το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*) έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε αυτό το ζιζανιοκτόνο (Βασιλακόγλου και Δήμας 2021). Επίσης, οι Roberts et al. (2005) αναφέρουν ότι δεν είναι ιδιαίτερα τοξικό στον άνθρωπο, ενώ οι Morton et al. (2020) αναφέρουν ότι η έκπλυση του στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα επικίνδυνη.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

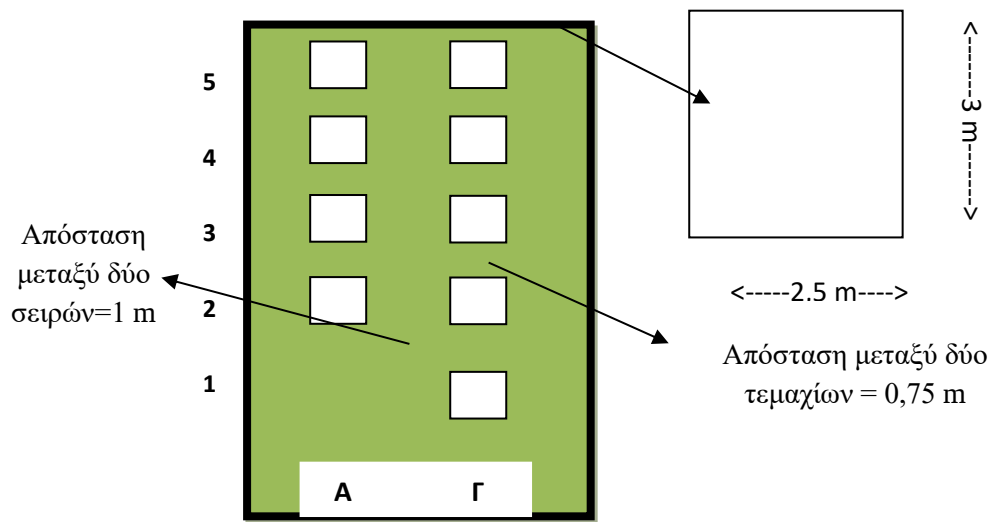
2.1. Σπορά και προετοιμασία πειραματικού αγρού

Το πείραμα έλαβε χώρα σε τεμάχιο του αγροκτήματος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στη περιοχή του Βελεστίνου (Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας). Η σπορά του πειραματικού αγρού για το πείραμα, πραγματοποιήθηκε στις 9 Νοεμβρίου με το φύτρωμα του σιταριού να παρατηρείται 11 μέρες μετά, στις 20 Νοεμβρίου. Η διαδικασία της σποράς έγινε με τη βοήθεια σπαρτικής μηχανής χειμερινών σιτηρών. Η ποικιλία σκληρού σιταριού, η οποία σπάρθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος, ήταν η Santograal. Επιπρόσθετα, η ποσότητα σπόρου που χρειάστηκε για τη σπορά, ήταν 27 Kg ανά στρέμμα. Η προετοιμασία του πειραματικού αγρού ξεκίνησε στις αρχές Οκτωβρίου 2023, όπου αρχικά πραγματοποιήθηκε, άροση σε βάθος 25 εκατοστών. Έπειτα στο τέλος του ίδιου μήνα, πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε δευτερεύουσα κατεργασία εδάφους, με χρήση καλλιεργητή και σβολοκόπτη. Η λίπανση που εφαρμόστηκε έγινε σε δύο εφαρμογές, με την πρώτη να γίνεται ταυτόχρονα με τη σπορά, όπου εφαρμόστηκε το σύνθετο οργανικό λίπασμα 16-20-0 (30 Kg/στρέμμα). Η δεύτερη εφαρμογή, έγινε επιφανειακά το δεύτερο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου 2024, με χρήση του ανόργανου αζωτούχου λιπάσματος, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία σε δόση 30 Kg/στρέμμα (7,8 μονάδες αζώτου). Επιπρόσθετα, δεν πραγματοποιήθηκε άρδευση στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού.

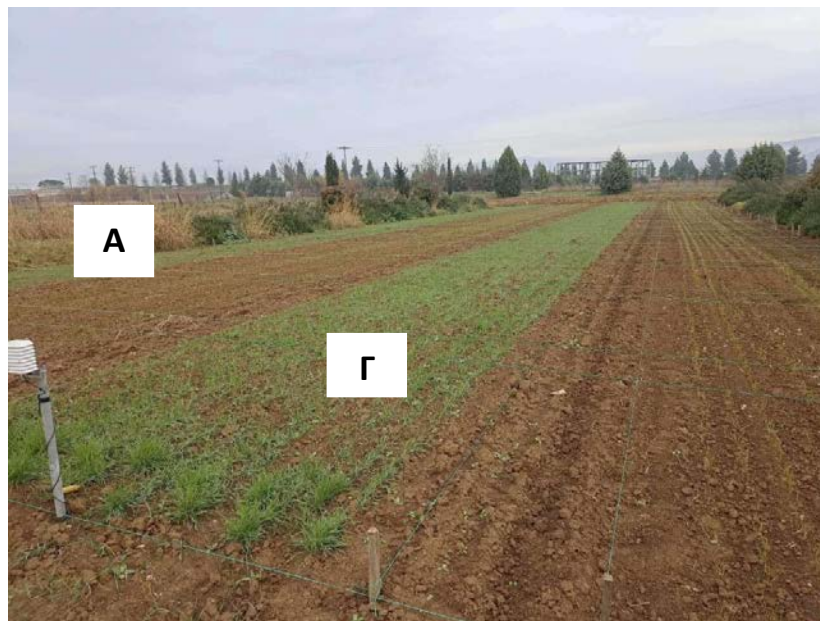
2.2. Χάραξη πειραματικού αγρού

Στις 13 Δεκεμβρίου 2023 πραγματοποιήθηκε χάραξη του αγρού (Εικόνα 2.1), στον οποίο θα εξελισσόταν το πείραμα τους επόμενους μήνες. Για τη χάραξη χρησιμοποιήθηκαν ξύλινοι πάσσαλοι, σπάγκος και μετροταινία, τα οποία τοποθετήθηκαν με τέτοιο τρόπο με σκοπό τη δημιουργία αγροτεμαχίων. Η οριοθέτηση των αγροτεμαχίων έγινε με τη χρήση των πασσάλων και σπάγγου. Ο συνολικός αριθμός των αγροτεμαχίων του συγκεκριμένου πειράματος ήταν 9 και βρισκόταν διατεταγμένα σε δύο σειρές, τις οποίες ονομάσαμε Α και Γ με την κάθε σειρά να απέχει 1 μέτρο η μία από την άλλη. Τα γειτονικά τεμάχια της ίδιας σειράς απέιχαν 0,75 m το ένα από το άλλο. Οι διαστάσεις, κάθε αγροτεμάχιου (Εικόνα 2), ανέρχóταν στα 3 m πλάτος και 2,5 m μήκος,. Το σχέδιο του πειραματικού αγρού παρουσιάζεται στο

παρακάτω σχεδιάγραμμα (σχεδιάγραμμα 1). Τα τεμάχια ορίστηκαν ως εξής: A₁, A₂, A₃, A₄, Γ₁, Γ₂, Γ₃, Γ₄, και Γ₅ .



Σχεδιάγραμμα 2.1. Πειραματικός αγρός: διάταξη τεμαχίων.



Εικόνα 2.1. Πειραματικός αγρός καλλιέργειας σκληρού σιταριού.



Εικόνα 2.2. Τεμάχιο διαστάσεων 3 m x 2,5 m που οριοθετείται με σκοινί.

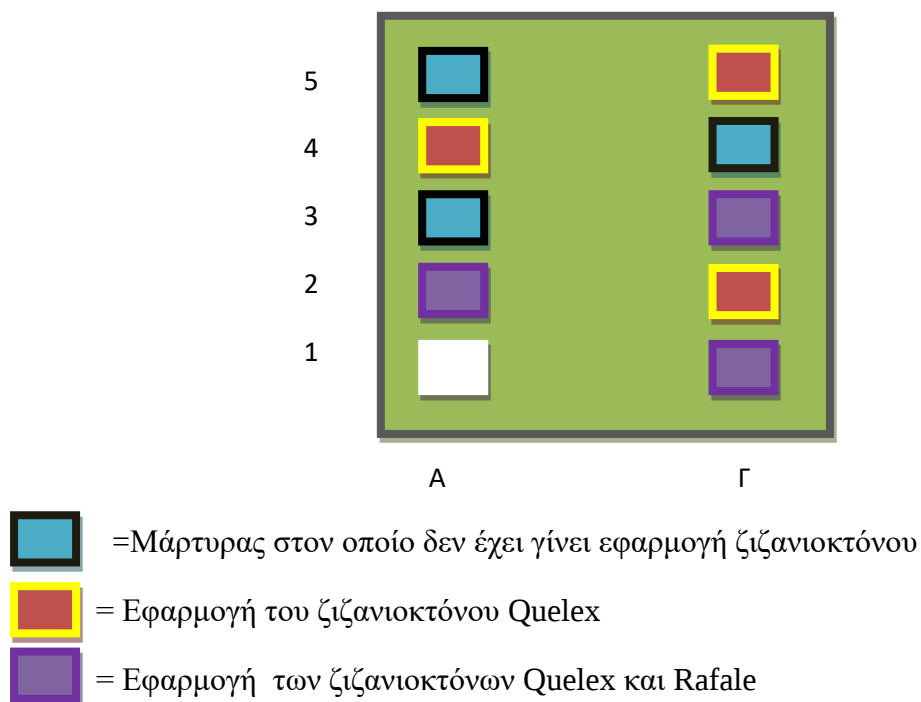
2.3. Ψεκασμός πειραματικού αγρού και ζιζανιοκτόνα

Ο ψεκασμός του πειραματικού αγρού για το πείραμα, πραγματοποιήθηκε στις 11 Μαρτίου 2024. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν εκείνη την ημέρα ήταν ευνοϊκές για την ομαλή διεξαγωγή του, ενώ τα μπεκ τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον ψεκασμό, ήταν τύπου σκούπας. Ο ψεκασμός έγινε σε πίεση 2,5 atm και ο όγκος ψεκασμού ήταν 30 L/στρέμμα. Το πείραμα έγινε με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Οι επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων ήταν δύο. Ταυτόχρονα σε 3 τεμάχια δεν έγινε εφαρμογή ζιζανιοκτόνων και αποτελέσαν τον μάρτυρα του πειράματος. Στη συγκεκριμένη εργασία θα εστιάσουμε στο ζιζανιοκτόνο Quelex (halauxifen-methyl+florasulam) (Πίνακας 2.1.) και το ζιζανιοκτόνο Rafale (MCPA) (Πίνακας 2.2). Τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόστηκαν έως εξής:

- Στο τεμάχιο A₁ εφαρμόστηκε συνδυασμός Quelex και Rafale
- Στο τεμάχιο A₂ δεν εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο καθώς αποτελούσε τον μάρτυρα
- Στο τεμάχιο A₃ εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Quelex
- Στο τεμάχιο A₄ εφαρμόστηκε συνδυασμός Quele x και Rafale
- Στο τεμάχιο Γ₁ δεν εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο καθώς αποτελούσε τον μάρτυρα
- Στο τεμάχιο Γ₂ εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Quelex
- Στο τεμάχιο Γ₃ εφαρμόστηκε συνδυασμός Quelex και Rafale

- Στο τεμάχιο Γ₄ δεν εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο καθώς αποτελούσε τον μάρτυρα
- Στο τεμάχιο Γ₅ εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Quelex

Το Quelex (halauxifen-methyl+florasulam), εφαρμόστηκε σε δόση 5 g/στρέμμα ενώ το Rafale (MCPA), εφαρμόστηκε σε δόση 60 ml/στρέμμα. Επιπρόσθετα, και στα δύο ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν, έγινε προσθήκη του σκευάσματος, Biopower SL (Πίνακας 2.3) , το οποίο αποτελεί μια επιφανειοδραστική ουσία, η οποία προστέθηκε σε δόση 100 ml/στρέμμα. Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 2.2) παρουσιάζεται συλλογικά η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.



Σχεδιάγραμμα 2.2. Διάταξη των επεμβάσεων σε κάθε τεμάχιο.

Πίνακας 2.1. Κύριες πληροφορίες για το ζιζανιοκτόνο Quelex.

Εμπορικό Όνομα	QUELEX
Σύνθεση	Haulaxifen methyl 93 % + Florasulam 97 %
Δόση	5 g / στρέμμα
Μορφή	Εναιωρηματοποιήσιμοι κόκκοι

Πίνακας 2.2. Κύριες πληροφορίες για το ζιζανιοκτόνο Rafale.

Εμπορικό Όνομα	RAFALE
Σύνθεση	MCPA οξύ 75%
Δόση	60 ml/στρέμμα
Μορφή	Πυκνό διάλυμα (SL)

Πίνακας 2.3. Κύριες πληροφορίες για το σκεύασμα Biopower SL (επιφανειοδραστική ουσία).

Εμπορικό Όνομα	Biopower SL
Σύνθεση	alkylethersulfate sodium salt 38,35%
Δόση	100 ml/στρέμμα
Μορφή	Πυκνό διάλυμα (SL)

2.4. Μετρήσεις

Γενικά κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν συνολικά 5 μετρήσεις. Όλες οι πέντε μετρήσεις έγιναν αρχικά στον αγρό και στη συνέχεια ολοκληρώνονταν στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας καθώς και στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών. Σε όλες τις μετρήσεις επικρατούσαν καλές καιρικές συνθήκες κατά τη διεξαγωγή τους (περισσότερα στην ενότητα 1.5). Για λόγους ευκολότερης κατανόησης θα αναφερόμαστε στις μετρήσεις, χρονικά με την ημερομηνία διεξαγωγής τους.

Στις 26 Μαρτίου 2024, πραγματοποιήθηκε η πρώτη μέτρηση του πειράματος. Σε αυτήν, εστίασαμε σε 5 παραμέτρους: 1) το ύψος των φυτών σιταριού, 2) τον αριθμό

αδελφιών, 3) τον δείκτη SPAD (σχετική περιεκτικότητα της χλωροφύλλης), 4) τη ξηρή βιομάζα του σκληρού σιταριού και 5) τη ξηρή βιομάζα του συνόλου των ζιζανίων. Τόσο για το ύψος όσο και για τον αριθμό αδελφιών, οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε 4 τυχαία φυτά από κάθε αγροτεμάχιο. Το ύψος φυτών του σιταριού μετρήθηκε με τη χρήση μέτρου. Αναφορικά για τον δείκτη SPAD, η μέτρηση του έγινε με τη βοήθεια του ειδικού φορητού οργάνου (Εικόνα 2.3, SPAD-502, Konica Minolta Optics Inc.) σε πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα σε ξεχωριστά φυτά των κεντρικών σειρών των τεμαχίων. Με την ολοκλήρωση των μετρήσεων, ακολούθησε, η κοπή των φυτών σιταριού επί της γραμμής, σε κάθε τεμάχιο, σε μήκος 30 cm και η συλλογή τους σε χάρτινες σακούλες. Στη συνέχεια τα δείγματα ξηράθηκαν σε κλίβανο (μοντέλο UT 6 P, της εταιρείας Heraeus Instruments, Hanau, Germany, Εικόνα 2.4) για 4 ημέρες στους 60°C και ακολούθησε η ζύγιση με ζυγό ακριβείας (Εικόνα 2.5) για τη μέτρηση της ξηρής βιομάζας. Για την καταγραφή της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων, έγινε δειγματοληψία με χρήση τετράγωνου πλαισίου διαστάσεων 40 cm × 40 cm. Τα δείγματα των ζιζανίων αποξηράθηκαν στον κλίβανο με τη μέθοδο που αναφέρθηκε παραπάνω και αφού ολοκληρώθηκε η ξήρανση τους ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας.



Εικόνα 2.3. Φορητό όργανο μέτρησης του δείκτη SPAD (SPAD-502, Konica Minolta Optics Inc.).



Εικόνα 2.4. Κλίβανος ξήρανσης του Εργαστηρίου Ζιζανιολογίας.



Εικόνα 2.5. Ζυγός ακριβείας (δύο δεκαδικά ψηφία) του Εργαστηρίου Ζιζανιολογίας.

Ομοίως, εξελίχθηκε και η δεύτερη μέτρηση στις 9 Απριλίου 2024. Για το δείκτη SPAD η μέτρηση έγινε σε πλήρως αναπτυγμένα φύλλα σημαίας.

Στην τρίτη μέτρηση, που διεξήχθη, στις 23 Απριλίου 2024, μετρήθηκε επίσης το μήκος των στάχων σε πέντε διαφορετικά φυτά στις κεντρικές σειρές των τεμαχίων. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια συλλογής των ζιζανίων κάθε αγροτεμαχίου, αυτή τη φορά, τα ζιζάνια ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κύριες ομάδες: 1) άγριο σινάπι, 2) μυρώνι, 3) γαϊδουράγκαθο, 4) λοιπά ζιζάνια και, αφού πρώτα μετρήθηκε η πυκνότητα τους, ύστερα η κάθε ομάδα τοποθετήθηκε σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες και

τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για την ξήρανση τους. Στη συνέχεια η διαδικασία πραγματοποιήθηκε όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις.

Η τέταρτη μέτρηση, έγινε στις 26 Ιουνίου 2024, όπου ήταν και η μέρα συγκομιδής της καλλιέργειας. Η συγκομιδή έγινε χειρωνακτικά από επιφάνεια έκτασης 1 m² και στη συνέχεια ακολούθησε ο αλωνισμός. Μετρήθηκε η απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο κάθε αγροτεμάχιου ξεχωριστά, ενώ έγινε και η μέτρηση του βάρους των 1000 σπόρων με μέτρηση 2 ομάδων των 50 σπόρων από κάθε αγροτεμάχιο.

Τέλος η πέμπτη μέτρηση, έγινε στις 17 Ιουλίου 2024, στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, όπου με αναλυτή NIR (μοντέλο DA 7250, κατασκευαστής Pecten Instruments, Hägersten, Sweden) μετρήθηκε η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, της ξηρής και της υγρής γλουτένης σε δείγματα σπόρων κάθε αγροτεμάχιου.

2.5. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος, η συνολική βροχόπτωση που σημειώθηκε τους μήνες Νοέμβριο 2023 έως Ιούνιο 2024, ανήλθε στα 203,8 mm βροχής, ενώ η μέγιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία καταγράφηκε τον μήνα Ιούνιο στους 28,0 °C. Στους πίνακες 2.4 και 2.5, παρουσιάζονται αντίστοιχα, τα αθροιστικά ύψη βροχόπτωσης και η μέση θερμοκρασία ανά μήνα.

Πίνακας 2.4. Αθροιστικά ύψη βροχόπτωσης ανά μήνα κατά τη περίοδο διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2023 έως Ιούνιος 2024).

Μήνας	Βροχόπτωση (mm)
Νοέμβριος	35,5
Δεκέμβριος	39
Ιανουάριος	28,6
Φεβρουάριος	15,1
Μάρτιος	26,6
Απρίλιος	36
Μάιος	23
Ιούνιος	0

Πίνακας 2.5. Μέση Θερμοκρασία ανά μήνα κατά τη περίοδο διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2023 έως Ιούνιος 2024).

Μήνες	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία (°C)
Νοέμβριος	13,6
Δεκέμβριος	8,2
Ιανουάριος	7,1
Φεβρουάριος	10,4
Μάρτιος	12,4
Απρίλιος	17,1
Μάιος	19,3
Ιούνιος	28,0

2.6. Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SigmaPlot 12 (System Software, San Jose, Ca, USA). Συγκεκριμένα σε πρώτο στάδιο, εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης διασποράς με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις ανά πειραματική επέμβαση. Όταν η συγκεκριμένη μέθοδος έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, στη συνέχεια σε δεύτερη φάση εφαρμόστηκε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($P=5\%$) για τη σύγκριση των μέσων τιμών των τριών πειραματικών επεμβάσεων. Τα δεδομένα, παρουσιάζονται στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων ως μέσες τιμές των τριών επαναλήψεων για κάθε επέμβαση.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1. Ύψος φυτών του σκληρού σιταριού

Στη μέτρηση του ύψους των φυτών σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 26 Μαρτίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Το ελάχιστο ύψος που καταγράφηκε ήταν 37,3 cm και το μέγιστο ύψος ήταν 42,8 cm. (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Ύψος των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 26 Μαρτίου 2024.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών (cm)
Μάρτυρας	42,8 α
halauxifen-methyl/florasulam	37,3 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	41,0 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	1,766
Τιμή P	0,282

Στη 2^η καταγραφή του ύψους των φυτών σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Τα ύψη κυμάνθηκαν από 71,9 cm έως 74,5 cm. (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Ύψος των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 9 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών (cm)
Μάρτυρας	73,7 α
halauxifen-methyl/florasulam	71,9 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	74,5 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,187
Τιμή P	0,836

Επίσης, στην τελευταία μέτρηση του ύψους των φυτών σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Τα ύψη κυμάνθηκαν από 79,5 cm έως 81,9 cm. (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3. Ύψος των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ύψος Φυτών (cm)
Μάρτυρας	81,7 α
halauxifen-methyl/florasulam	79,5 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	81,8 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	1,382
Τιμή P	0,350

3.2. Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού

Στη μέτρηση του αριθμού των αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 26 Μαρτίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις. Ο αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού κυμάνθηκε από 2,00 έως 2,33 (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 26 Μαρτίου 2024.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό
Μάρτυρας	2,00 α
halauxifen-methyl/florasulam	2,33 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	2,17 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,800
Τιμή P	0,510

Στη δεύτερη μέτρηση του αριθμού των αδελφιών ανά φυτό σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Ο ελάχιστος αριθμός αδελφιών ανά φυτό που καταγράφηκε ήταν 1,42 και ο μέγιστος 1,67 (Πίνακας 3.5). Τέλος, στην τελευταία μέτρηση του αριθμού των αδελφιών ανά φυτό σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Ο αριθμός αδελφιών ανά φυτό κυμάνθηκε από 1,42 έως 1,58 (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.5. Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 9 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό
Μάρτυρας	1,42 α
halauxifen-methyl/florasulam	1,50 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	1,67 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,700
Τιμή P	0,549

Πίνακας 3.6. Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό
Μάρτυρας	1,42 α
halauxifen-methyl/florasulam	1,42 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	1,58 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,727
Τιμή P	0,538

3.3. Δείκτης SPAD των φυτών σκληρού σιταριού

Στην πρώτη μέτρηση του δείκτη SPAD των φυτών σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 26 Μαρτίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Η ελάχιστη τιμή του δείκτη SPAD που καταγράφηκε ήταν 47,60 και η μέγιστη 49,70 (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7. Δείκτης SPAD των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 26 Μαρτίου 2024.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	49,70 α
halauxifen-methyl/florasulam	47,60 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	48,30 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,437
Τιμή P	0,673

Στη δεύτερη μέτρηση του δείκτη SPAD των φυτών σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Οι τιμές του δείκτη SPAD κυμάνθηκαν από 47,47 έως 51,80 (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Δείκτης SPAD των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 9 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	51,80 α
halauxifen-methyl/florasulam	47,97 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	47,47 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,773
Τιμή P	0,520

Στην τελευταία μέτρηση του δείκτη SPAD των φυτών σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Οι τιμές του δείκτη SPAD κυμάνθηκαν από 47,43 έως 50,30 (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9. Δείκτης SPAD των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	49,47 α
halauxifen-methyl/florasulam	50,30 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	47,43 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	2,930
Τιμή P	0,165

3.4. Ξηρή βιομάζα σκληρού σιταριού

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας του σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 26 Μαρτίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.10). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας φυτών σιταριού καταγράφηκε στην επέμβαση με συνδυασμό των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (656,6 Kg/στρέμμα) που είναι κατά 41,2% και κατά 15% μεγαλύτερη από τις τιμές του μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam, αντίστοιχα.

Στη δεύτερη μέτρηση της ξηρής βιομάζας του σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.11). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας φυτών σιταριού καταγράφηκε ξανά στην επέμβαση με συνδυασμό των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (931,97 Kg/στρέμμα) και η ελάχιστη στον μάρτυρα (580,96 Kg/στρέμμα).

Πίνακας 3.10. Ξηρή βιομάζα σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα) στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, μάρτυρας) στις 26 Μαρτίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	385,9 α
halauxifen-methyl/florasulam	558,2 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	656,6 α
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	2,697
Τιμή P	0,181

Πίνακας 3.11. Ξηρή βιομάζα σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα) στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, μάρτυρας) στις 9 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	580,96 α
halauxifen-methyl/florasulam	859,82 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	931,97 α
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	6,199
Τιμή P	0,060

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας του σκληρού σιταριού που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024, παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και του συνδυασμού των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.12). Η μεγαλύτερη ξηρή βιομάζα φυτών παρατηρήθηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (1220,08 Kg στρέμμα) και είναι κατά 1,6 και 1,1 φορές μεγαλύτερη από τη ξηρή βιομάζα του μάρτυρα και του halauxifen-methyl/florasulam, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.12. Ξηρή βιομάζα σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	758,81 β
halauxifen-methyl/florasulam	1117,59 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	1220,08 α
ΕΣΔ _{5%}	286,113
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	11,049
Τιμή P	0,023

3.5. Μήκος στάχυ του σκληρού σιταριού

Η μέτρηση του μήκους του στάχυ των φυτών σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024, χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις (Πίνακας 3.13). Το μέγιστο μήκος καταγράφηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (7,13 cm) και το ελάχιστο στον μάρτυρα (6,68 cm).

Πίνακας 3.13. Μήκος στάχυ των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Μήκος στάχυ (cm)
Μάρτυρας	6,68 α
halauxifen-methyl/florasulam	6,86 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	7,13 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,378
Τιμή P	0,708

3.6. Βάρος 1000 σπορών του σκληρού σιταριού

Η μέτρηση του βάρους 1000 σπόρων (g) των φυτών σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 26 Ιουνίου 2024, χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις (Πίνακας 3.14). Οι τιμές του βάρους κυμάνθηκαν από 55,63 g έως 55,83 g.

Πίνακας 3.14. Βάρος 1000 σπόρων φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 26 Ιουνίου 2024.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Μάρτυρας	55,83 α
halauxifen-methyl/florasulam	55,53 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	55,63 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,00987
Τιμή P	0,990

3.7. Απόδοση σπόρων φυτών σκληρού σιταριού

Στη μέτρηση της απόδοσης σπόρου που πραγματοποιήθηκε στην τελευταία φάση του πειράματος, παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και του συνδυασμού των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.15). Η μεγαλύτερη απόδοση σπόρου καταγράφηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (172,94 Kg/στρέμμα).

3.8. Περιεκτικότητα πρωτεΐνης φυτών σκληρού σιταριού

Η μέτρηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (%) των φυτών σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 17 Ιουλίου 2024. Από τη μέτρηση προέκυψε ότι δεν υπήρξαν σημαντικά στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις (Πίνακας 3.16) . Το υψηλότερο ποσοστό περιεκτικότητας πρωτεΐνης καταγράφηκε στον μάρτυρα (10,31%).

Πίνακας 3.15. Απόδοση σπόρου (Kg/στρέμμα) στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας).

Επεμβάσεις	Απόδοση σπόρου (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	97,01 β
halauxifen-methyl/florasulam	154,80 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	172,94 α
ΕΣΔ _{5%}	51,199
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	9,248
Τιμή P	0,032

Πίνακας 3.16. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης (%)
Μάρτυρας	10,31 α
halauxifen-methyl/florasulam	10,12 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	10,01 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	0,109
Τιμή P	0,899

3.9. Περιεκτικότητα ξηρής και υγρής γλουτένης φυτών σκληρού σιταριού

Η μέτρηση της περιεκτικότητας σε ξηρή γλουτένη (%) των φυτών σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 17 Ιουλίου 2024 και προέκυψε ότι δεν υπήρξαν σημαντικά στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις (Πίνακας 3.17). Οι τιμές των ποσοστών της περιεκτικότητας σε ξηρή γλουτένη κυμάνθηκαν από 5,76% έως 7,64%. Η μέτρηση της περιεκτικότητας σε υγρή γλουτένη (%) των φυτών σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε την ίδια ημερομηνία και παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρξαν

σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.18). Η μεγαλύτερη τιμή ποσοστού περιεκτικότητας υγρής γλουτένης καταγράφηκε στον μάρτυρα (20,85%).

Πίνακας 3.17. Περιεκτικότητα σε ξηρή γλουτένη των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα ξηρής γλουτένης (%)
Μάρτυρας	7,64 α
halauxifen-methyl/florasulam	6,94 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	5,76 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	1,332
Τιμή P	0,360

Πίνακας 3.18. Περιεκτικότητα σε υγρή γλουτένη των φυτών σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα υγρής γλουτένης (%)
Μάρτυρας	20,85 α
halauxifen-methyl/florasulam	19,20 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	19,16 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	2,814
Τιμή P	0,173

3.10. Ξηρή βιομάζα ζιζανίων

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων (Kg/στρέμμα) που πραγματοποιήθηκε στις 26 Μαρτίου 2024 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.19). Η μέγιστη ξηρή βιομάζα που καταγράφηκε ήταν στον μάρτυρα (337,1 Kg/στρέμμα), η οποία είναι 42,1% και 61,5% μεγαλύτερη από τη ξηρή βιομάζα της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam και του συνδυασμού των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA αντιστοίχως.

Πίνακας 3.19. Ξηρή βιομάζα των ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 26 Μαρτίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	337,1 α
halauxifen-methyl/florasulam	195,2 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	129,8 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	6,431
Τιμή P	0,056

Στη δεύτερη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων (Kg/στρέμμα) που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024 παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ μάρτυρα και της επέμβασης με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.20). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας ζιζανίων καταγράφηκε στον μάρτυρα (592,02 Kg / στρέμμα) και η ελάχιστη στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (69,38 Kg/στρέμμα).

Πίνακας 3.20. Ξηρή βιομάζα των ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 9 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	592,02 α
halauxifen-methyl/florasulam	190,31 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	69,38 β
ΕΣΔ _{5%}	236,034
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	20,716
Τιμή P	0,008

Στην τελευταία μέτρηση της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων (Kg/στρέμμα) που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024 παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Αναλυτικότερα, παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και ανάμεσα στον μάρτυρα και την επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.21). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας ζιζανίων καταγράφηκε στον μάρτυρα (1160,07 Kg/στρέμμα), είναι κατά 3,4 φορές μεγαλύτερη από τη βιομάζα που καταγράφηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και 18,4 φορές μεγαλύτερη από την τιμή που καταγράφηκε στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA.

Πίνακας 3.21. Ξηρή βιομάζα των ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	1160,7 α
halauxifen-methyl/florasulam	339,5 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	63,0 β
ΕΣΔ _{5%}	322,006
Ανάλυση διασποράς	
Τιμή F	48,467
Τιμή P	0,002

3.11. Πυκνότητα ζιζανίων

Στην τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024 τα ζιζάνια ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κύριες ομάδες 1) γαϊδουράγκαθο, 2) άγριο σινάπι, 3) μυρώνι, 4) λοιπά ζιζάνια και μετρήθηκε ο αριθμός φυτών ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο της κάθε ομάδας στον πειραματικό αγρό. Αναλυτικότερα, στη μέτρηση του αριθμού των φυτών του ζιζανίου γαϊδουράγκαθο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.22). Η μέγιστη τιμή αριθμού φυτών που καταγράφηκε είναι στον μάρτυρα (16,7 φυτά/m²) και η ελάχιστη τιμή στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (2,1 φυτά/m²).

Πίνακας 3.22. Αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο του ζιζανίου γαϊδουράγκαθο στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα γαϊδουράγκαθου (φυτά/m ²)
Μάρτυρας	16,7 α
halauxifen-methyl/florasulam	14,6 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	2,1 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	5,059
Τιμή P	0,080

Στη μέτρηση του αριθμού των φυτών του ζιζανίου άγριο σινάπι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Πίνακας 3.23). Οι τιμές του αριθμού φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο κυμάνθηκαν από 6,3 έως 25,0. Κατά τη μέτρηση του αριθμού των φυτών του ζιζανίου μυρώνι, παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.24). Οι τιμές του αριθμού φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο κυμάνθηκαν από 6,3 έως 114,6.

Πίνακας 3.23. Αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο του ζιζανίου άγριο σινάπι στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα άγριου σιναπιού (φυτά/m ²)
Μάρτυρας	25,0 α
halauxifen-methyl/florasulam	22,9 α
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	6,3 α
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	1,404
Τιμή P	0,345

Πίνακας 3.24. Αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο του ζιζανίου μυρώνι στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα μυρωνιού (φυτά/m ²)
Μάρτυρας	114,6 α
halauxifen-methyl/florasulam	66,7 αβ
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	6,3 β
ΕΣΔ _{5%}	64,67
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	10,864
Τιμή P	0,024

Στη μέτρηση του αριθμού των φυτών των υπόλοιπων ζιζανίων παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Αναλυτικότερα, παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.25). Η μέγιστη τιμή καταγράφηκε στον μάρτυρα (33,3 φυτά/m²), είναι κατά

81,0% μεγαλύτερη από την τιμή που καταγράφηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και κατά 93,6 % μεγαλύτερη από την τιμή που καταγράφηκε στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA.

Πίνακας 3.25 : Αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο των υπόλοιπων ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα υπόλοιπων ζιζανίων (φυτά/m ²)
Μάρτυρας	33,3 α
halauxifen-methyl/florasulam	6,3 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	2,1 β
ΕΣΔ _{5%}	18,891
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	12,438
Τιμή P	0,019

Τέλος, έγινε καταγραφή της συνολικής πυκνότητας όλων των ζιζανίων και των τεσσάρων ομάδων του πειραματικού αγρού όπου παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων. Αναλυτικότερα καταγράφηκαν διαφορές στις τιμές ανάμεσα στον μάρτυρα και στις επεμβάσεις με halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam και MCPA, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.26).

Η μεγίστη τιμή αριθμού φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο καταγράφηκε στον μάρτυρα (189,6 φυτά/m²) , είναι κατά 1,7 φορές μεγαλύτερη από την τιμή της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam και κατά 11,3 φορές μεγαλύτερη από την τιμή της επέμβασης με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και MCPA.

Πίνακας 3.26. Αριθμός φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο όλων των ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/m ²)
Μάρτυρας	189,6 α
halauxifen-methyl/florasulam	110,4 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	16,7 γ
ΕΣΔ _{5%}	78,177
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	18,901
Τιμή P	0,009

3.12. Ξηρή βιομάζα ζιζανίων

Μετά την ομαδοποίηση τους, εκτός από τη μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων, μετρήθηκε και η ξηρή βιομάζα (Kg/στρέμμα) κάθε ομάδας ζιζανίων ξεχωριστά. Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των φυτών του ζιζανίου γαϊδουράγκαθο παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, διαφορές σημειώθηκαν στις τιμές ανάμεσα στον μάρτυρα και την επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam + MCPA (Πίνακας 3.27). Οι τιμές ξηρής βιομάζας των φυτών κυμάνθηκαν από 24,1 Kg/στρέμμα έως 393,5 Kg/στρέμμα

Πίνακας 3.27. Ξηρή βιομάζα των φυτών του ζιζανίου γαϊδουράγκαθο στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή Βιομάζα Γαϊδουράγκαθου (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	393,5 α
halauxifen-methyl/florasulam	85,5 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	24,1 β
ΕΣΔ _{5%}	154,549
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	25,291
Τιμή P	0,005

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των φυτών του ζιζανίου άγριο σινάπι παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν διαφορές στις τιμές ανάμεσα στον μάρτυρα και την επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.28). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας που παρατηρήθηκε ήταν στον μάρτυρά (565,3 Kg/στρέμμα) και η ελάχιστη στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (12,8 Kg/στρέμμα).

Πίνακας 3.28. Ξηρή βιομάζα των φυτών του ζιζανίου άγριο σινάπι στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα Άγριου σιναπιού (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	565,3 α
halauxifen-methyl/florasulam	194,0 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	12,8 β
ΕΣΔ _{5%}	224,183
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	24,336
Τιμή P	0,006

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των φυτών του ζιζανίου μυρώνι παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων. Αναλυτικότερα, παρατηρήθηκαν διαφορές στις τιμές του μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam + MCPA (Πίνακας 3.29). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας παρατηρήθηκε στον μάρτυρα (184,1 Kg/στρέμμα) και είναι κατά 67,5% και 86% μεγαλύτερη από τις τιμές των επεμβάσεων με halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam και MCPA αντίστοιχα.

Πίνακας 3.29. Ξηρή βιομάζα των φυτών του ζιζανίου μυρώνι στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα Μυρωνιού (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	184,1 α
halauxifen-methyl/florasulam	59,8 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	25,9 β
ΕΣΔ _{5%}	117,604
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	7,736
Τιμή P	0,042

Στη μέτρηση της ξηρής βιομάζας των άλλων ζιζανίων του πειραματικού αγρού παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικά διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων. Οι διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στον μάρτυρα και την επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam καθώς και μεταξύ μάρτυρα και της επέμβασης με halauxifen-methyl/florasulam και MCPA (Πίνακας 3.30). Η μέγιστη τιμή ξηρής βιομάζας καταγράφηκε στον μάρτυρα (17,8 Kg/στρέμμα) και είναι κατά 178 και 59,3 φορές μεγαλύτερη από τις τιμές των επεμβάσεων με halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.30. Ξηρή βιομάζα των άλλων ζιζανίων στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος (halauxifen-methyl/florasulam, halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και μάρτυρας) στις 23 Απριλίου 2024.

Επεμβάσεις	Ξηρή βιομάζα άλλων ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Μάρτυρας	17,8 α
halauxifen-methyl/florasulam	0,1 β
halauxifen-methyl/florasulam + MCPA	0,3 β
ΕΣΔ _{5%}	12,027
Ανάλυση Διασποράς	
Τιμή F	10,998
Τιμή P	0,024

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1. Δράση και αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι από τη δεύτερη ακόμα μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 9 Απριλίου 2024, οι επεμβάσεις με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl/florasulam και τον συνδυασμό των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, είχαν ήδη αρκετά μεγάλες διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα όσον αφορά το ξηρό βάρος ζιζανίων. Αναλυτικότερα ο μάρτυρας και στις τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις ημερομηνίες 26 Μαρτίου 2024, 9 Απριλίου 2024 και 23 Απριλίου 2024, είχε τις υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους ζιζανίων με αυτές να κυμαίνονται από ελάχιστο των 337,1 Kg/στρέμμα έως το μέγιστο των 1160,7 Kg/στρέμμα. Αντιθέτως, στις τιμές του ξηρού βάρους ζιζανίων που καταγράφηκαν στις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα halauxifen-methyl/florasulam (Εικόνα 4.1) και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA (Εικόνα 4.2), παρατηρήθηκε μια σταδιακή μείωση, με την ελάχιστη τιμή να καταγράφεται στις 23 Απριλίου 2024, στην επέμβαση με τον συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, με αυτή να είναι μόλις 63,0 Kg/στρέμμα.



Εικόνα 4.1. Τεμάχιο halauxifen-methyl/florasulam στις 23 Απριλίου του 2024.



Εικόνα 4.2. Τεμάχια του halauxifen-methyl/florasulam + MCPA στις 23 Απριλίου του 2024.

Επίσης, στην επέμβαση με τον συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, καταγράφηκε στις 23 Απριλίου 2024, η μικρότερη πυκνότητα φυτών ζιζανίων με την τιμή να ήταν 16,7 φυτά/μ², ενώ στην ίδια ημερομηνία η τιμή που καταγράφηκε στον μάρτυρα ήταν 189,6 φυτά/μ². Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι ο συνδυασμός των δύο ζιζανιοκτόνων ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικός στην καταπολέμηση των συγκεκριμένων πλατύφυλλων ζιζανίων (μυρώνι, γαϊδουράγκαθο και άγριο σινάπι) στην καλλιέργεια σιταριού. Επιπρόσθετα,

έρευνα των Dheer et al. (2024), έδειξε ότι η δραστική halauxifen-methyl όταν εφαρμοστεί σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μείωση της πυκνότητας των πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια σιταριού. Ταυτόχρονα, η δραστική MCPA σε έρευνες των Sikkema et al. (2007) και των Soltani et al. (2006), αποδείχθηκε ότι είναι αποτελεσματική έναντι των ζιζανίων με την προϋπόθεση όμως το ζιζανιοκτόνο με το οποίο θα συνδυαστεί να είναι κατάλληλο έτσι ώστε να μην προκληθούν προβλήματα τοξικότητας στην καλλιέργεια.

4.2. Ανάπτυξη και απόδοση καλλιέργειας

Οι διαφορές μεταξύ των τιμών ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις του πειράματος, οδήγησαν στην εξαγωγή μερικών συμπερασμάτων, τα οποία είναι σχετικά με την επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν, στην ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας σκληρού σιταριού. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ μάρτυρα και των επεμβάσεων με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl/florasulam και τον συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA. Αναλυτικότερα, κατά την τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στον αγρό στις 23 Απριλίου 2024, παρατηρήθηκε ότι το χαμηλότερο ύψος φυτών σιταριού, ήταν στην επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl/florasulam (79,5 cm), ενώ το υψηλότερο ύψος σημειώθηκε στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA (81,8 cm) χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Το μικρό ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού μπορεί να οφείλεται στις ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν για την εποχή της άνοιξης σε συνδυασμό με το μικρό ύψος βροχόπτωσης στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου, που προκάλεσαν το πρόωρο ξεστάχυσμα καθώς και την περιορισμένη ανάπτυξη των φυτών του σιταριού. Το ίδιο φαίνεται να υποστηρίζουν και οι Shpiller και Blum (1986), οι οποίοι σε έρευνά τους αναφέρουν ότι κάτω από υψηλές θερμοκρασίες το φυτό οδηγείται σε θερμική καταπόνηση, με την αντίδραση του να είναι η πρόωρη εισαγωγή στο αναπαραγωγικό στάδιο.

Όσον αφορά την τιμή SPAD, η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε στην επέμβαση με το συνδυασμό των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA (47,43). Σχετικά με τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού, οι τιμές στις διάφορες επεμβάσεις κυμάνθηκαν από 1,42 αδελφία έως 1,58 αδελφία ανά φυτό σκληρού σιταριού. Επιπρόσθετα στην επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-

methyl/florasulam + MCPA καταγράφηκε η μεγαλύτερη απόδοση ανά στρέμμα (172,94 Kg/στρέμμα), το μεγαλύτερο μήκος στάχewς (7,13 cm) καθώς μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτών σιταριού ανά στρέμμα (1220,08 Kg/στρέμμα). Τέτοια δεδομένα είναι απολύτως λογικά, καθώς το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl/florasulam έχει αποδειχθεί ότι σε συνδυασμό με άλλα ζιζανιοκτόνα επιφέρει μεγαλύτερες αποδόσεις στην καλλιέργεια σιταριού σύμφωνα με τους Shivan et al. (2020a,b) και Dhiman (2020) λόγω της καλύτερης καταπολέμησης των ζιζανίων. Το ίδιο ισχύει και για το ζιζανιοκτόνο MCPA, το οποίο όταν εφαρμόζεται συνδυαστικά με άλλα ζιζανιοκτόνα στις σωστές δόσεις δεν επηρεάζει αρνητικά την καλλιέργεια του σιταριού (Soltani et al., 2011).

Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού, δηλαδή για την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και τις περιεκτικότητες σε ξηρή και υγρή γλουτένη. Το γεγονός αυτό, υποδουλώνει ότι τα χαρακτηριστικά αυτά έμειναν ανεπηρέαστα τόσο από την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στις διάφορες επεμβάσεις, όσο και από την παρουσία των ζιζανίων στον αγρό (Εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3. Τεμάχια του μάρτυρα στις 23 Απριλίου του 2024.

4.3. Συμπεράσματα

Τα πειραματικά δεδομένα της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας δείχνουν ότι η δράση των ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam και halauxifen-methyl/florasulam + MCPA ήταν αποτελεσματική, ενώ ταυτόχρονα δεν διαταράχθηκε η ομαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Τα παρακάτω συμπεράσματα βασιστήκαν κυρίως στην τελευταία μέτρηση του πειράματος που

πραγματοποιήθηκε στις 23 Απριλίου 2024. Αναλυτικότερα τα συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Ο μάρτυρας είχε το μικρότερο ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού, το οποίο ανερχόταν στα 758,81 Kg/στρέμμα.
- Η χαμηλότερη τιμή SPAD παρατηρήθηκε στην επέμβαση με halauxifen-methyl/florasulam + MCPA και ήταν 47,43.
- Στον μάρτυρα παρατηρήθηκε η μικρότερη απόδοση ανά στρέμμα (97,01 Kg/στρέμμα) καθώς και το μικρότερο μήκος στάχew (6,68 cm).
- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού (περιεκτικότητα πρωτεΐνης, περιεκτικότητα ξηρής και περιεκτικότητα υγρής γλουτένης) δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά στις 3 επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν.
- Η επέμβαση με συνδυασμό ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl/florasulam + MCPA, ήταν η πιο αποτελεσματική μειώνοντας το ξηρό βάρος των ζιζανίων κατά 94,6%, καθώς και τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά 91,2% συγκριτικά με την επέμβαση του μάρτυρα.
- Η επέμβαση halauxifen-methyl/florasulam + MCPA ήταν πιο αποτελεσματική για τα ζιζάνια μυρώνι, γαϊδουράγκαθο και άγριο σινάπι σε σύγκριση με την επέμβαση halauxifen-methyl/florasulam.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βασιλακόγλου Ι. και Δήμας Κ., 2017. Ζιζάνια. Σύγχρονος οδηγός αναγνώρισης και αντιμετώπισης. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. Σελ: 192-193.
- Βασιλακόγλου Ι. και Δήμας Κ., 2021. Σύγχρονη Ζιζανιολογία. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Παπακώστα Δ., 2012. Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Τραυλός Η.Σ. και Κανάτας Π. 2022. Ζιζανιολογία & Γεωργία. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα. Σελ: 1- 432.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Balfourier F., Bouchet S., Robert S., De Oliveira R., Rimbart H., Kitt J., and Choulet F., 2024. Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity. *Science Advances*, 5(5): eaav0536.
- Baque A., Karim A., Hamid A. and Tetsushi H., 2006. Effects of fertilizer potassium on growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*) under water stress conditions. *South Pacific Studies*, 27(1): 25-35.
- Bruns H.A. and Croy L.I., 1983. Key developmental stages of winter wheat, *Triticum aestivum*. *Economic Botany*, 37: 410–417.
- Buhler D.B., 2017. Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science*, 50(3): 273-280
- Chikowo R., Faloya V., Petit S. and Munier-Jolain N.M., 2009. Integrated Weed Management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 132(3-4): 237-242.
- Dheer V., Yadav R., Kumar Y., Singh J., Kumar K., Yadav R. and Yadav R.A., 2024. Studies on weed density and weed control efficiency of post emergence herbicides in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Research in Agronomy*, 7(3): 639-643.
- Dhiman M., 2020. Herbicides combinations effect on weeds and yield of wheat in North-Eastern plain. *Indian Journal of weed science*, 52(2): 116-122.

- Dodd J., 1989. Phenology and seed production of variegated thistle, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., in Australia in relation to mechanical and biological control. *Weed Research*, 29:255-263
- Duan S., Zhao Z., Qiao Y., Cui C., Morgunov A., Condon AG., Chen L. and Hu YG., 2020. GAR dwarf gene Rht14 reduced plant height and affected agronomic traits in durum wheat (*Triticum durum*). *Field Crops Research*, 248: 107721.
- Erekul O. and Köhn W., 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192(6): 452-494
- Evans L.T. and Peacock W.J., 1981. *Wheat Science - Today and Tomorrow*. Cambridge University Press, pp. 1-7.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2024. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Πρόσβαση στις 26 Νοεμβρίου 2024)
- Gresta F., Avola G. and Guarnaccia P., 2007. Agronomic characterization of some sponatneous genotypes of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in Mediterranean environment. *Journal of Herbs, Spices and Medical Plants*, 12(4): 51-60.
- Hemantaranjan A. and Garg O.K., 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. *Journal of Plant Nutrition*, 11(6-11): 1439-1450.
- Hossain A., and Da Silva T.J. A., 2012. Phenology, growth and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties as affected by high temperature stress. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(3): 97–109.
- Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Syed, M.A., Hossain, J., Sarkar S., Saha S., Bhadra, P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A.K., Sabagh A.L. and Islam T. and 2021. Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate. *Agronomy*, 11(2): 241.
- Igrejas G. and Branlard G., 2020. The importance of wheat. In: *Wheat quality for improving processing and human health*, Springer, pp 1-7.

- Khalid I., Irshad A. and Ishan M., 2008. Awns and flag leaf contribution towards grain yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Cereal Research Communications, 46(2): 65-76
- Manschadi A.M., Hammer G.L., Christopher J.T and deVoil P., 2008. Genotypic variation in seedling root architectural traits and implications for drought adaptation in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Soil, 303: 115–129
- Michigan State University, 2024. Wild mustard- *Sinapis arvensis*. <https://www.canr.msu.edu/resources/wild-mustard-sinapis-arvensis> (Πρόσβαση στις 09 Δεκεμβρίου 2024).
- Montemurro, P., Fracchiolla, M., and LonigroA., 2007. Effects of some environmental factors on seed germination and spreading potentials of *Silybum marianum* Gaertner. Italian Journal of Agronomy, 2(3): 315–320.
- Morton P.A., Fennell C., Cassidy R., Doody D., Fenton O., Mellander P.E. and Jordan P., 2020. A review of the pesticide MCPA in the land-water environment and emerging research needs. WIREsWater, 7(1): 1-16.
- Pepó P., 2007. The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. Cereal Research Communications, 35: 917–920.
- Peters K., and Gerowitt, B. 2014. Response of the two rare arable weed species *Lithospermum arvense* and *Scandix pecten-veneris* to climate change conditions. Plant Ecology, 215(9): 1013–1023
- Roberts D.M., Seneviratne R., Mohammed F., Patel R., Senarathna L., Hittarage A., Buckle N.A., Dawson A.H., and Eddleston M., 2005. Intentional self-poisoning with the chlorophenoxy herbicide 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA). Annals of Emergency Medicine, 46(3): 275-284
- Shewry P.R. and Hey S.J., 2015. The contribution of wheat to human diet and health. Food Energy and Security, 4(3): 178-202.
- Shewry P.R., 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany, 60(6): 1537-1553.
- Shivran A.C., Choudhary J. and Sarita, 2020a. Efficacy of herbicides on broad-leaved weed and yield of wheat. International Journal of Chemical Studies, 8(2): 180-184
- Shivran A.C., Sarita, Bamboriya J.S., Choudhary J. and Gahlot N., 2020b. Nutrient uptake, quality and yield of wheat as influenced by different herbicides. Chemical Science Review and Letters, 9 (34): 382-387.

- Shpiler, L. and Blum A., 1986. Differential reaction of wheat cultivars to hot environments. *Euphytica*, 35: 483-492.
- Sikkema P.H., Brown L., Shropshire C. and Soltani N., 2007. Responses of three types of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to spring-applied post-emergence herbicides. *Crop Protection*, 26(5): 715-720.
- Soltani A., Shropshire C. and Sikkema P.H., 2011. Sensitivity of durum wheat (*Triticum turgidum*) to various postemergence herbicides. *Agricultural Sciences*, 2(4): 451-456.
- Soltani N., Shropshire C. and Sikkema P.H., 2006. Responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to autumn applied post-emergence herbicides. *Crop Protection*, 25(4): 346-349.
- Soomro U.A., Rahman M.U., Odhano E.A., Gul S. and Tareen A.Q., 2009. Effects of sowing method and seed rate on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(2): 159-162.
- Subhadeep M., Sudipta T. and Kumar A.M., 2016. Persistence of the herbicides florasulam and halauxifen-methyl in alluvial and saline alluvial soils, and their effects on microbial indicators of soil quality. LBL Publications.
- Swanton C.J. and Weise S.F., 1991. Intergrated Weed Management: The Rationale and Approach. *Weed Technology*, 5(3): 657-663.
- Tripathi S.C., Sayre K.D., Kaul J.N. and Narang R.S., 2004. Lodging behavior and yield potential of spring wheat (*Triticum aestivum* L.): Effects of ethephon and genotypes. *Field Crops Research*, 87(2–3): 207-220.
- 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(7): 1659.
- Zargar M., Kavhiza N.J., Bayat M. and Pakina E., 2021. Wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition and control in rain-fed spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 11(11): 2306.
- Zhou Y., Zhao X., Li Y., Xu J., Bi A., Kang L., Xu D., Chen H., Wang Y., Wang Yg., Liu S., Jiao C., Lu H., Wang J., Yin C., Jiao Y. and Lu F., 2020. *Triticum* population sequencing provides insights into wheat adaptation. *Nature Genetics*, 52:1412–1422.
- Zuber, U., Winzeler, H., Messmer, M.M., Keller, M., Keller, B., Schmid, J.E. and Stamp, P., 1999. Morphological traits associated with lodging resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182: 17-24.