



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΦΥΤΙΑΤΡΙΚΗ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Θέμα: Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.).

Ανδρομάχη Σορτίκου



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2023

Θέμα: Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)

Αγγλικός Τίτλος: Effects of rotation systems and post-emergence herbicides on weed flora, growth, and yield of durum wheat (*Triticum durum* Desf.).

Ανδρομάχη Σορτίκου

Τριμελής Συμβουλευτική και Εξεταστική Επιτροπή

Ανέστης Καρκάνης (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Ζιζανιολογία

Ευάγγελος Βέλλιος (Μέλος)

Επίκουρος Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Φυτοπαθολογία-Προηγμένη
Διαγνωστική

Κυριάκος Γιαννούλης (Μέλος)

Επίκουρος Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Γεωργία με έμφαση στην καλλιέργεια
Ενεργειακών, Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Copyright © *Ανδρομάχη Σορτίκου*, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

«Εγώ η Ανδρομάχη Σορτίκου, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ' ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος».

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα. Ανδρομάχη Σορτίκου»

Πρόλογος

Στη παρούσα μεταπτυχιακής διατριβή με τίτλο «Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στη ζιζανιοχλωρίδα, την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)» αξιολογήθηκε η επίδραση δύο τριετών συστημάτων αμειψισποράς στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σκληρού σιταριού αλλά και στη ζιζανιοχλωρίδα. Επίσης, μελετήθηκε και η αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι ορισμένων χειμερινών πλατύφυλλων ζιζανίων. Για τη μελέτη του θέματος πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου στο αγρόκτημα του Τμήματος που βρίσκεται στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την επίβλεψη της συγκεκριμένης διατριβής τόσο κατά την εκτέλεση του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής τους, Επίκουρους Καθηγητές κ. Ευάγγελο Βέλλιο και κ. Κυριάκο Γιαννούλη για τη μελέτη της διατριβής μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξη τους όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη	9
Abstract.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : Εισαγωγή- Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	11
1.1. Σκληρό Σιτάρι – Γενικά	11
1.1.1 Εξάπλωση και Γενετική Βελτίωση	11
1.1.2. Κλιματική αλλαγή.....	13
1.1.3. Προϊόντα – Ποιοτικά Χαρακτηριστικά.....	14
1.2 Αμειψισπορά	16
1.3 Σκληρό Σιτάρι – Ζιζάνια	18
1.4 Καταπολέμηση Ζιζανίων στο Σκληρό Σιτάρι	24
1.4.1 Καλλιεργητικά Μέτρα	24
1.4.2 Χημική Καταπολέμηση.....	26
1.5 Σκοπός.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	31
2.1 Τοποθεσία μελέτης και πειραματικό σχέδιο.....	31
2.2 Καλλιεργητική τεχνική.....	34
2.3 Μετρήσεις- Δειγματοληψία.....	36
2.3.1 Σκληρό Σιτάρι.....	36
2.3.2 Ζιζάνια	38
2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα	39
2.5 Στατιστική Επεξεργασία των Δεδομένων	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	41
3.1 Σκληρό Σιτάρι	41

3.1.1 Ύψος φυτών.....	41
3.1.2 Αριθμός Αδελφιών	43
3.1.3 Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (Τιμή SPAD).....	46
3.1.4 Νωπό Βάρος	49
3.1.5 Ξηρό Βάρος	52
3.1.6 Μήκος Στάχτων	55
3.1.7 Απόδοση σε Σπόρο	56
3.1.8 Βάρος 1000 Σπόρων	57
3.1.9 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά	58
3.2 Ζιζάνια.....	61
3.2.1 Πυκνότητα Ζιζανίων.....	61
3.2.2 Ξηρό Βάρος Ζιζανίων.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Συζήτηση- Συμπεράσματα	72
4.1 Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και της χημικής καταπολέμησης στην ζιζανιοχλωρίδα.....	72
4.2 Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και της χημικής καταπολέμησης στην ανάπτυξη του σκληρού σιταριού	76
4.3 Συμπεράσματα	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Βιβλιογραφία	79
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	79
Ελληνική Βιβλιογραφία	84

Περίληψη

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων η επιλογή των κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών μπορεί να συμβάλλει σημαντικά τόσο στη μείωση της ζιζανιοχλωρίδας όσο και στη αύξηση της απόδοσης των σιτηρών. Μεταξύ των διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών, η αμειψισπορά μπορεί να έχει σημαντικό ρόλο εφόσον σχεδιαστεί κατάλληλα. Στη συγκεκριμένη διατριβή αξιολογήθηκε η επίδραση δύο τριετών συστημάτων αμειψισποράς στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σκληρού σιταριού αλλά και στη ζιζανιοχλωρίδα. Επίσης, μελετήθηκε και η αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι των χειμερινών πλατύφυλλων ζιζανίων κουφάγκαθο (*Silybum marianum*), μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*) και άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*). Το πείραμα αγρού που πραγματοποιήθηκε στο Βελεστίνο Μαγνησίας σχεδιάστηκε με βάση το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με δύο παράγοντες το σύστημα αμειψισποράς (Αμειψισπορά Α (μονοκαλλιέργεια): σκληρό σιτάρι - σκληρό σιτάρι - σκληρό σιτάρι, Αμειψισπορά Β: φασόλι – αραβόσιτος - σκληρό σιτάρι) και τα ζιζανιοκτόνα (μάρτυρας χωρίς καμία επέμβαση, halauxifen-methyl+florasulam και halauxifen-methyl+florasulam σε συνδυασμό με 2,4-D). Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η εφαρμογή του συστήματος αμειψισποράς Β στο οποίο περιλαμβάνονταν 2 ανοιζιάτικες καλλιέργειες βελτιώθηκαν διάφοροι παράμετροι ανάπτυξης όπως η βιομάζα του υπέργειου τμήματος αλλά και η απόδοση σε σπόρο. Συγκεκριμένα, η απόδοση σε σπόρο ήταν μεγαλύτερη (289,4 Kg/στρέμμα) σε αυτό το σύστημα αμειψισποράς κατά 42,7% σε σύγκριση με την αμειψισπορά Α. Επίσης, η απόδοση της καλλιέργειας ήταν μεγαλύτερη στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων λόγω της καταπολέμησης των ζιζανίων άγριο σινάπι, κουφάγκαθο και μυρώνι. Για την επίδραση της αμειψισποράς στην πυκνότητα των τριών ζιζανίων, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι οι μεγαλύτερες τιμές τους καταγράφηκαν στο σύστημα της μονοκαλλιέργειας του σκληρού σιταριού φανερώνοντας τη σημαντική επίδραση που μπορεί να έχει το σύστημα αμειψισποράς στη διαχείριση των ζιζανίων.

Abstract

In an integrated weed management program, the selection of appropriate cultural methods can significantly contribute both to the reduction of weed flora and to the increase of yield in cereals. Among the various cultural methods, crop rotation can play an important role if properly designed. In this thesis, the effects of two three-year crop rotation systems on weed flora, growth and yield of durum wheat were evaluated. Also, the efficacy of two post-emergence herbicides against the winter broadleaf weeds milk thistle (*Silybum marianum*), shepherd's-needle (*Scandix pecten-veneris*), and wild mustard (*Sinapis arvensis*) was determined. In Velestino location, a field experiment was carried out based on the split-plot design with two factors; the rotation system (Rotation A (monoculture): durum wheat - durum wheat - durum wheat and Rotation B: common bean - maize - durum wheat) and herbicides (untreated control, halauxifen-methyl+florasulam and halauxifen-methyl+florasulam combined with 2,4-D). Our results showed that the application of the rotation system B, in which two spring crops were included, several growth parameters such as the aboveground biomass and the seed yield were improved. Specifically, seed yield was greater (2894 Kg/ha) in the latter crop rotation system by 42.7% compared to crop rotation A. Also, crop yield was greater in herbicide treatments due to control of broadleaf weeds wild mustard, shepherd's-needle, and milk thistle. Regarding the effects of crop rotation on the weed density, our results showed that their greatest values of shepherd's-needle, wild mustard, and milk thistle densities were recorded in the monoculture system, revealing the significant impact of crop rotation system on weed flora.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή- Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.1. Σκληρό Σιτάρι – Γενικά

1.1.1 Εξάπλωση και Γενετική Βελτίωση

Το σιτάρι ανήκει στην κατηγορία των χειμερινών σιτηρών και μεταξύ αυτών αποτελεί το πιο ευρέως καλλιεργούμενο σιτηρό σε παγκόσμια κλίμακα. Συγκεκριμένα, το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf. ή *T. turgidum* subsp. *durum* (Desf.)) ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* της τάξης *Poales*. Διαθέτει τετραπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων AABB ($2n=28$) και ο σπόρος του είναι γυμνός, τα λέπυρα του δηλαδή αποχωρίζονται κατά τον αλωνισμό. Πρόκειται για ένα αυτογονιμοποιούμενο φυτό του οποίου τα άνθη είναι διγενή, και για τον λόγο αυτό η παραγωγή υβριδίων είναι πολύ δύσκολη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται ανάμεσα στις καλλιέργειες που καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση και διαθέτει ύψιστη σημασία για την αγροτική παραγωγή. Σύμφωνα με τα ετήσια στατιστικά δεδομένα που παρέχει ο FAO (Πίνακας 1.1), από το 2012 έως το 2021 η συνολική καλλιεργούμενη έκταση σιταριού στην χώρα μας έχει μειωθεί περίπου στο μισό (από 6.888.910 στρέμματα σε 3.640.100 στρέμματα). Παρόλο που αντίστοιχη μείωση έχει παρατηρηθεί και στην συνολική παραγωγή του σιταριού (από 1.835.894 σε 1.058.359 τόνους), οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις στο διάστημα αυτής της δεκαετίας φαίνεται να παρουσιάζουν μια σταδιακή αύξηση. Συγκεκριμένα, από έναν μέσο όρο 266,5 kg/στρέμμα το 2012, το 2021 ο μέσος όρος αυτός άγγιξε τα 290 kg/στρέμμα (FAO, 2023). Η αύξηση που παρατηρήθηκε στις αποδόσεις στην χώρα μας οφείλεται στην είσοδο νέων βελτιωμένων ποικιλιών, λιπασμάτων, καλλιεργητικών τεχνικών αλλά και στην εκμηχάνιση της καλλιέργειας (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Αντιθέτως, η εικόνα του συνολικά καλλιεργούμενου σιταριού στην Ευρώπη παρουσιάζει μια διαφορετική εξέλιξη. Τόσο η συνολική καλλιεργούμενη έκταση, όσο και η συνολική παραγωγή κατά την διάρκεια της περασμένης δεκαετίας αυξήθηκαν σημαντικά (από 548.926.730 σε 628.234.910 στρέμματα και από 195.044.646 σε 269.186.094 τόνους, αντίστοιχα). Οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις κατά το έτος 2021 άγγιξαν τα 428 kg/στρέμμα, σε σύγκριση με το 2012 που ο μέσος όρος ήταν τα 355 kg/στρέμμα (FAO, 2023). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ιστοσελίδα του FAO δεν παρέχει πληροφορίες για κάθε είδος σιταριού ξεχωριστά, οπότε οι πληροφορίες που

παρέχονται στον Πίνακα 1.1 αναφέρονται συνολικά στα καλλιεργούμενα είδη σιταριού και όχι συγκεκριμένα στο σκληρό σιτάρι.

Πίνακας 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση (στρέμματα), συνολική παραγωγή σιταριού (τόνοι) και μέση στρεμματική απόδοση (τόνοι/στρέμμα) στην Ελλάδα και στην Ευρώπη την τελευταία δεκαετία (FAO, 2023).

Ελλάδα			
Έτος	Καλλιεργούμενη Έκταση (στρέμματα)	Συνολική Παραγωγή (τόνοι)	Παραγωγή (τόνοι/στρέμμα)
2012	6.888.910	1.835.894	0,26650
2013	6.594.830	1.831.846	0,27777
2014	5.717.620	1.570.401	0,27466
2015	5.021.410	1.458.720	0,29050
2016	5.395.380	1.560.775	0,28928
2017	4.633.110	1.356.760	0,29284
2018	4.044.900	1.072.950	0,26526
2019	3.504.900	979.234	0,27939
2020	3.558.800	1.095.149	0,30773
2021	3.640.100	1.058.359	0,29075
Ευρώπη			
Έτος	Καλλιεργούμενη Έκταση (στρέμματα)	Συνολική Παραγωγή (τόνοι)	Παραγωγή (τόνοι/στρέμμα)
2012	548.926.730	195.044.646	0,35532
2013	578.697.560	226.102.924	0,39071
2014	587.175.670	249.256.072	0,42450
2015	614.754.520	257.459.193	0,41880
2016	625.852.710	252.156.057	0,40290
2017	618.795.790	272.381.531	0,44018
2018	606.130.680	242.185.574	0,39956
2019	623.877.260	266.127.323	0,42657
2020	615.225.350	254.758.665	0,41409
2021	628.234.910	269.186.094	0,42848

Το σκληρό σιτάρι πλέον κατέχει λιγότερο από το 7% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης σιταριού παγκοσμίως, η καλλιέργεια του είναι

συγκεντρωμένη σε μικρότερες γεωγραφικά περιοχές στις οποίες, όμως, αποτελεί την κύρια καλλιέργεια σιτηρών με μια τέτοια περιοχή είναι αυτή της Μεσογείου, η οποία κατέχει το 50% της συνολικής έκτασης και παραγωγής σκληρού σιταριού σε παγκόσμια κλίμακα (Martínez-Moreno et al., 2022).

Η προσαρμοστικότητα του σκληρού σιταριού στις έντονα μεταβλητές συνθήκες και στα διάφορα μικροκλίματα (διακυμάνσεις βροχοπτώσεων και υψηλές θερμοκρασίες) που επικρατούν στην περιοχή της Μεσογείου ανέδειξε ορισμένες γηγενείς ποικιλίες του στην περιοχή έναντι ποικιλιών μαλακού σιταριού. Τα χαρακτηριστικά αυτά οφείλονταν στο εύρος των γενετικών προσαρμογών που δέχθηκαν οι γηγενείς αυτές ποικιλίες με το πέρασμα των χρόνων (Frankin et al., 2021). Το σκληρό σιτάρι συγκριτικά με το μαλακό διαθέτει μεγαλύτερη αντοχή τόσο σε αβιοτικούς όσο και σε βιοτικούς παράγοντες (Aoun and Boukid, 2022).

Στην κατεύθυνση της γενετικής βελτίωσης του σκληρού σιταριού, μια στρατηγική για τη δημιουργία νέων ποικιλιών είναι η στόχευση συγκεκριμένων γονιδίων τα οποία μπορεί να προσδώσουν επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως μεγαλύτερη διατροφική αξία, πιο ελκυστική εμφάνιση, βελτιωμένες τεχνολογικές ιδιότητες αλλά και πιθανότητες νέων χρήσεων, όπως η χρήση του σκληρού σιταριού στην παραγωγή ψωμιού. Συγκεκριμένα, η βελτίωση τείνει να εστιάζει σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως η σκληρότητα του σπόρου, η περιεκτικότητα σε άμυλο και η πρωτεΐνη αλλά και το χρώμα του σπόρου (Aoun and Boukid, 2022).

1.1.2. Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή έρχεται να θέσει με την σειρά της νέα δεδομένα στις περιοχές που καλλιεργείται το σκληρό σιτάρι, καθώς προβλέπεται να επιφέρει σημαντική αύξηση θερμοκρασιών αλλά και ξηρασία. Σύμφωνα με τους Ceglar et al. (2021), τα παραπάνω έχουν ως συνέπεια έναν συνεχώς αυξημένο κίνδυνο για χαμηλές αποδόσεις ειδικά στην περιοχή της Μεσογείου, τη μείωση των κατάλληλων κλιματικά περιοχών για το σκληρό σιτάρι, αλλά και τις αυξημένες απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό π.χ. κατά το στάδιο γεμίσματος των σπόρων προκειμένου ορισμένες περιοχές να διατηρήσουν την καταλληλότητά τους, αφού σύμφωνα με τους Franklin et al. (2021) η διαθεσιμότητα του νερού επηρεάζει σημαντικά της απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού. Ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, η συνολική έκταση παγκοσμίως

που καλλιεργείται σκληρό σιτάρι προβλέπεται να μειωθεί έως το 2050 κατά 19% και κατά 48% έως το τέλος του 21ου αιώνα, με τις περιοχές της Μεσογείου να συγκαταλέγονται σε αυτές που θα επηρεαστούν περισσότερο (Ceglar et al., 2021).

Σήμερα, στην προσπάθεια διαχείρισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, έχουν αναπτυχθεί νέες ποικιλίες σκληρού σιταριού, οι οποίες συγκριτικά με τις τοπικές ποικιλίες υπερτερούν ως προς την απόδοση σε σπόρο, το βάρος και τον δείκτη συγκομιδής στα διάφορα μικροκλίματα της Μεσογείου. Από την άλλη, οι γηγενείς ποικιλίες χαρακτηρίζονται ως πιο όψιμες, ενώ έχουν μεγαλύτερο ύψος στελεχών που συνδέεται όπως είναι γνωστό με το πλάγιασμα των φυτών (Frankin et al., 2021).

1.1.3. Προϊόντα – Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Το κύριο προϊόν που παράγεται από το σκληρό σιτάρι είναι το σιμιγδάλι, το οποίο πρόκειται για την πρώτη ύλη της παραγωγής ζυμαρικών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Παγκοσμίως, το σιμιγδάλι που παράγεται από το σκληρό σιτάρι θεωρείται από πολλούς η καλύτερη πρώτη ύλη για την παραγωγή ζυμαρικών λόγω της σκληρής υαλώδους υφής των κόκκων, του φυσικού τους χρώματος αλλά και της καλής ποιότητας και περιεκτικότητας τους σε πρωτεΐνη (Sarkar and Fu, 2022). Κόκκοι σκληροί με υαλώδη δομή και με μεγάλο βάρος και απαλλαγμένοι από προσβολές από μύκητες δίνουν μεγάλη απόδοση σε σιμιγδάλι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Τα διάφορα προϊόντα ζυμαρικών διαθέτουν με διαφορά την πιο ευρεία παραγωγή και θεωρούνται ως τα πιο βιομηχανοποιημένα τελικά προϊόντα (Martínez-Moreno et al., 2022).

Πολύ σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού θεωρούνται η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη αλλά και τα χαρακτηριστικά της γλουτένης. Καλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης διευκολύνει, κατά την παρασκευή των ζυμαρικών, την ενυδάτωση του σιμιγδαλιού και είναι αυτή που παρέχει την τελική δομή στα ζυμαρικά, δίνοντας τους και καλή ποιότητα κατά το μαγείρεμα (Sarkar and Fu, 2022).

Η επιθυμητή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη σε ολόκληρο τον κόκκο πρέπει να είναι πάνω από 13% (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη επηρεάζεται τόσο από γενετικά χαρακτηριστικά όσο και από τις συνθήκες του

περιβάλλοντος. Η καλλιέργεια, για παράδειγμα, ποικιλιών με υψηλό δυναμικό πρωτεΐνης είναι ένας πιθανός τρόπος διατήρησης της υψηλής περιεκτικότητας της στον σπόρο σε συστήματα καλλιέργειας χαμηλών εισροών με χαμηλά επίπεδα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης (Clarke et al., 2010). Η γλουτένη είναι η ουσία εκείνη που παρέχει τα χαρακτηριστικά στα ζυμαρικά που σχετίζονται με την υφή τους και θα δώσει ένα υψηλής ποιότητας προϊόν, ενώ ένα άλλο σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό είναι το χρώμα που συνδέεται με τον χρωματισμό στο παραγόμενο σιμιγδάλι (Sarkar and Fu, 2022). Ένα ακόμη ποιοτικό χαρακτηριστικό που εξετάζεται είναι η ποσότητα του καδμίου (Cd) στους σπόρους, καθώς υψηλά επίπεδα θεωρούνται ανησυχητικά για την υγεία (Sarkar and Fu, 2022). Η χαμηλή συγκέντρωση Cd στο σκληρό σιτάρι, εκτός από την επίδραση των συνθηκών εδάφους και περιβάλλοντος, ελέγχεται και από την ύπαρξη ενός κυρίαρχου γονιδίου, του Cdu-B1, το οποίο είναι σε μεγάλο βαθμό κληρονομήσιμο (Knox et al., 2009). Αναφορικά με τις μελλοντικές τάσεις για την βελτίωση της ποιότητας του σκληρού σιταριού, και επομένως των προϊόντων που παράγονται από αυτό, αυτές εστιάζουν στην δημιουργία ποικιλιών με ανθεκτικότητα στις προσβολές από μύκητες του γένους *Fusarium*, με αντοχή στην ξηρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και με καλύτερη αξιοποίηση του αζώτου (Sarkar and Fu, 2022).

Το σιμιγδάλι, οι κόκκοι του σκληρού σιταριού αλλά και το αλεύρι που παράγεται από αυτό χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τόσο αποξηραμένων και φρέσκων ζυμαρικών, όσο και άλλων προϊόντων. Στην κατηγορία των ζυμαρικών συγκαταλέγεται και το κουσκούς. Όπως και για τα υπόλοιπα ζυμαρικά, έτσι και για την παρασκευή του κουσκούς, απαιτείται η ανάμιξη του σιμιγδαλιού μαζί με νερό, το οποίο συσσωρεύεται και υφίσταται τόσο θερμική όσο και φυσική διεργασία (Sissons, 2022). Άλλα προϊόντα που παράγονται από το σκληρό σιτάρι και δεν συγκαταλέγονται στα ζυμαρικά είναι το πλιγούρι, το ψωμί σε κάποιες περιοχές, τα δημητριακά και διάφορα γλυκά, όπως ο χαλβάς (Elias, 1995; Sissons, 2022).

Εκτός από τα προϊόντα που παράγονται άμεσα από τους σπόρους του σκληρού σιταριού, τα παραπροϊόντα της άλεσης του μπορούν με την σειρά τους να χρησιμοποιηθούν για την παραλαβή μέσω εκχύλισης υψηλής ποιότητας ελαίου και βιταμίνης E. Το έλαιο που παράγεται από το σιτάρι βρίσκει εφαρμογή σε διάφορες βιομηχανίες όπως αυτή των τροφίμων, η φαρμακευτική και η κοσμητική, καθώς περιέχει ορισμένα βιοενεργά συστατικά ύψιστης σημασίας όπως βιταμίνη E (β/γ

τοκοτριενόλες), διάφορα ακόρεστα λιπαρά οξέα (λινολεϊκό, ολεϊκό, παλμιτικό και λινολενικό οξύ) και καροτενοειδή (λουτεΐνη) (Durante et al., 2012).

1.2 Αμειψισπορά

Αμειψισπορά ή αλλιώς εναλλαγή καλλιεργειών, ονομάζεται η ορθή διαδοχή στον ίδιο αγρό διαφορετικών καλλιεργειών σε συνεχείς καλλιεργητικές περιόδους. Υπάρχουν αμειψισπορές διετείς, τριετείς, τετραετείς κ.ά., αναλόγως με τα χρόνια που θα περάσουν μέχρι να επανέλθει στον αγρό η αρχική καλλιέργεια (Καραμάνος, 2012). Αποτελεί σήμερα μια από τις σημαντικότερες μεθόδους που περιλαμβάνονται στον τομέα της βιολογικής καταπολέμησης, αλλά και της ολοκληρωμένης διαχείρισης (Bullock, 1992). Βασική επίδραση της καλλιεργητικής τεχνικής είναι η βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους (Καραμάνος, 2012). Η αμειψισπορά, επίσης, έχει βρεθεί ότι συμβάλλει και σε άλλες παραμέτρους που αφορούν το έδαφος όπως η διατήρηση της οργανικής ουσίας και της δομής του, η αποφυγή διάβρωσης αλλά και η διατήρηση των υπαρχόντων σε αυτό μικροοργανισμών. Η εναλλαγή των καλλιεργειών μπορεί, ακόμη, να μειώσει την πίεση που ασκούν οι διάφοροι εχθροί, τα παθογόνα και τα ζιζάνια στα καλλιεργούμενα φυτά, αλλά ακόμα και όταν η πίεση από αυτά είναι μικρή, οι επιδράσεις της αμειψισποράς εξακολουθούν να υφίστανται. Η θετική επίδραση της αμειψισποράς αφορά κυρίως παθογόνα εδάφους και ζιζάνια (ετήσια και πολυετή, και ιδιαίτερα ζιζάνια που αναπαράγονται αγενώς) και λιγότερο εχθρούς ή παθογόνα που είναι ικανά να εισβάλουν από γειτονικούς αγρούς ή άλλες περιοχές (Bullock, 1992). Η εναλλαγή καλλιεργειών δύναται να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο ως προς την αύξηση της ανθεκτικότητας των καλλιεργούμενων φυτών στους κλιματικούς παράγοντες και ως προς την κάλυψη των αδυναμιών και τη μείωση της ευπάθειας της υπάρχουσας συνεχούς καλλιέργειας, χωρίς να επιφέρει μείωση στα εισοδήματα των παραγωγών (Yu et al., 2022). Σύμφωνα με τους Yu et al. (2022), η αμειψισπορά, και ιδιαίτερα τα ποικιλόμορφα συστήματα εναλλαγής καλλιεργειών, μέσω της βελτίωσης της υγείας του εδάφους, και της διατήρησης των βιολογικών και φυσικών παραμέτρων των καλλιεργειών, είναι ικανή να προσδώσει σταθερότητα στις καλλιέργειες και στις αποδόσεις αυτών, ανεξάρτητα από την επίδραση της κλιματικής αλλαγής. Αυξάνεται, τέλος, η βιοποικιλότητα του οικολογικού συστήματος και

μειώνεται η πυκνότητα, και επομένως η πίεση, από συγκεκριμένα κυρίαρχα είδη ζιζανίων εξασφαλίζοντας οικολογική ισορροπία στο σύστημα (Yu et al., 2022).

Συστήματα εναλλαγής καλλιεργειών με αυξημένη ποικιλότητα ως προς τα καλλιεργούμενα είδη είναι ικανά να βελτιώσουν την αποδοτικότητα τους. Όχι μόνο διαφοροποιούνται οι πηγές εισοδήματος των παραγωγών, αλλά ενισχύουν την βιωσιμότητα του καλλιεργητικού συστήματος και προάγουν την αειφόρα φυτική παραγωγή, εξασφαλίζοντας προϊόντα υψηλής ποιότητας και παράλληλα περιορίζοντας τον αντίκτυπο στο περιβάλλον (Shah et al., 2021). Αναφορικά με τα χειμερινά σιτηρά, όπως είναι το σκληρό σιτάρι, ο σχεδιασμός ενός συστήματος αμειψισποράς θα πρέπει να στηρίζεται στο γεγονός ότι πρόκειται για καλλιέργειες που απορροφούν από το έδαφος σημαντικές ποσότητες ανόργανων θρεπτικών συστατικών όπως το άζωτο, αλλά και νερού και διαθέτουν αξιόλογη αντοχή στην ξηρασία. Έτσι, λοιπόν, στα χειμερινά σιτηρά, όπου συνήθως πρόκειται για ξηρικές καλλιέργειες, καλύπτουν δηλαδή τις ανάγκες τους σε νερό αποκλειστικά από το νερό των βροχοπτώσεων, η εφαρμογή συστήματος αμειψισποράς πρέπει να λαμβάνει υπόψιν το ύψος των βροχοπτώσεων στην εκάστοτε περιοχή. Η ένταξη του σιταριού, και γενικά των χειμερινών σιτηρών, σε αρδευόμενα συστήματα που περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον ανοιξιάτικες σκαλιστικές καλλιέργειες, συμβάλλει στη μείωση των φθινοπωρινών ζιζανίων και διαθέτουν ως πλεονέκτημα ότι δεν προσβάλλονται από ασθένειες και εχθρούς κοινούς με τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες (Καραμάνος, 2012). Στα σιτηρά, ένα τέτοιο σύστημα, ως προς τα ζιζάνια, μπορεί να εξασφαλίσει μια κυκλική εναλλαγή ζιζανιοκτόνων διαφορετικών χημικών ομάδων και με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης, μείωση στην τράπεζα των σπόρων ζιζανίων στο έδαφος αλλά και αύξηση της ανταγωνιστικότητας των φυτών. Επιπλέον, παραδείγματος χάρη, η σπορά σιτηρών μετά από μια καλλιέργεια ρυζιού δύναται να βελτιώσει την αποδοτικότητα χρήσης του υπάρχοντος νερού, και η εναλλαγή σιτηρών με είδη οσπρίων στην περιοχή του Καναδά έχει βρεθεί ότι μπορεί να μειώσει σημαντικά τα περιστατικά προσβολής του μύκητα του γένους *Leptosphaeria* σε φυτά ελαιοκράμβης (Shah et al., 2021). Ακόμη, διάφορα είδη ψυχανθών χρησιμοποιούνται σε συστήματα αμειψισποράς με σιτηρά καθώς συντελούν στην καλύτερη ανάπτυξη τους και σε υψηλότερες αποδόσεις. Το άζωτο που προσβάλλεται από τα φυμάτια των ψυχανθών φυτών θεωρείται ότι δρα ως παράγοντας λίπανσης σε αμειψισπορές που συμπεριλαμβάνουν τα ψυχανθή (Golding and Dong, 2010). Στον Καναδά τις

τελευταίες δύο δεκαετίες χρησιμοποιούνται συστήματα τριετών αμειψισπορών σκληρού σιταριού οι οποίες περιλαμβάνουν την καλλιέργεια κάποιου ψυχανθούς, και συγκεκριμένα κάποιου οσπρίου, μαζί με κάποιο ελαιοδοτικό με μικρό καρπό όπως η ελαιοκράβη, το σινάπι κ.ά. Έχει βρεθεί ότι η ένταξη αυτών των φυτών σε συστήματα συνεχούς καλλιέργειας σιτηρών έχει αυξήσει τις αποδόσεις του σκληρού σιταριού, αλλά έχει επίσης συμβάλλει και στην καλύτερη διαχείριση του νερού από το έδαφος αλλά και στην καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου αζώτου (Li et al., 2018).

Η εναλλαγή καλλιεργειών μπορεί να συμβάλλει και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπως αναφέρεται σε διάφορες μελέτες. Οι Gana et al. (2011) αναφέρουν ότι η ένταξη του σκληρού σιταριού σε συστήματα αμειψισπορών που δεν συμπεριλαμβάνονταν μόνο σιτηρά μείωσε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σημαντικά σε σχέση με συστήματα στα οποία εναλλάσσονταν σκληρό σιτάρι με άλλα σιτηρά. Συγκεκριμένα, σκληρό σιτάρι το οποίο καλλιεργήθηκε έπειτα από ελαιοκράμβη είχε αποτύπωμα άνθρακα κατά 7% μικρότερο από σκληρό σιτάρι στο οποίο προηγήθηκαν καλλιέργειες άλλων σιτηρών. Επίσης, καλλιέργεια σκληρού σιταριού έπειτα από ψυχανθή που προορίζονταν είτε για ενσωμάτωση αζώτου είτε ως καρποδοτικά, κατέγραψε ποσοστά εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μικρότερα κατά 17% και 34% αντίστοιχα, έναντι συστήματος σιτηρό-σιτηρό-σκληρό σιτάρι (Gana et al., 2011). Στην προσπάθεια πρόβλεψης της εξέλιξης των καλλιεργειών όσον αφορά την κλιματική αλλαγή, σε πειράματα τους οι Ventrella et al. (2012) βρήκαν ότι για την καλλιέργεια σκληρού σιταριού, διετείς και τριετείς αμειψισπορές οι οποίες συμπεριλάμβαναν την καλλιέργεια τομάτας για ένα έτος, βελτίωσαν τις αποδόσεις του σιτηρού, διατηρώντας την θετική αυτή επίδραση και για μελλοντικά σενάρια.

1.3 Σκληρό Σιτάρι – Ζιζάνια

Στον αγρό όπου διεξάχθηκε το πείραμα της παρούσας διατριβής εντοπίστηκαν τα εξής ζιζάνια:

- Κουφάγκαθο ή Γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn., Οικ. Asteraceae)

Το κουφάγκαθο πρόκειται για ένα πλατύφυλλο, χειμερινό, ετήσιο ή και διετές φυτό (Veres and Tyr, 2012), το οποίο σε πολλές χώρες προκαλεί σοβαρά στις καλλιέργειες προβλήματα ως ζιζάνιο. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό

φυτό, το οποίο σχηματίζει μεγάλη ροζέτα (Εικόνα 1.1) έως και 90 cm σε διάμετρο. Το ύψος που φτάνει μπορεί να αγγίζει και τα 2 m, ενώ ένα από τα διακριτά του χαρακτηριστικά είναι οι λευκές κηλίδες πάνω στα σκούρα πράσινα φύλλα του κατά μήκος των νευρώσεων (Rasic et al., 2009).



Εικόνα 1.1. Νεαρό φυτό κουφάγκαθου στον πειραματικό αγρό στο στάδιο των κοτυληδόνων (08/12/2022) (αριστερά) και πιο ανεπτυγμένο φυτό κουφάγκαθου (22/03/2023) (δεξιά).

Ο τύπος της ταξιανθίας που σχηματίζει το κουφάγκαθο είναι κεφάλιο, που φέρει ανθίδια, μωβ χρώματος και οι καρποί που παράγονται από αυτήν είναι αχάινια (Viggiani and Angelini, 2002). Είναι ένα φυτό που χρησιμοποιείται για φαρμακευτικούς σκοπούς, κυρίως για την αντιμετώπιση παθήσεων του ήπατος, του οποίου οι ιδιότητες οφείλονται στη χημική ουσία σιλυμαρίνη, μια ουσία που συναντάται στους σπόρους του φυτού (Karkanis et al., 2011). Επομένως, το κουφάγκαθο εκτός από ζιζάνιο αποτελεί και καλλιεργούμενο φυτό το οποίο διαθέτει μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, με αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτυχθεί σε εδάφη κακής ποιότητας και μικρής γονιμότητας, κάτω από ποικίλες συνθήκες ανάπτυξης, ενώ οι ανάγκες των φυτών σε νερό είναι σχετικά μικρές καθιστώντας το είδος αυτό ανθεκτικό στη ξηρασία (Karkanis et al., 2011). Επίσης, η άνθηση των φυτών διαρκεί δύο με τρεις εβδομάδες (Rasic et al., 2009). Μπορεί να φυτρώσει και

να αναπτυχθεί σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, αλλά το κουφάγκαθο αδυνατεί να φυτρώσει στους 5 βαθμούς Κελσίου (Liava et al., 2023). Βάσει αυτού, σε πειράματα από τους Karkanis et al. (2022), η όψιμη σπορά καλλιέργειας σκληρού σιταριού μετά τα μέσα του Νοεμβρίου, όπου οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, μείωσε την πυκνότητα του κουφάγκαθου κατά 75%, συγκριτικά με πιο πρόωμη σπορά σκληρού σιταριού μέσα στο πρώτο δεκαπενθήμερο του ίδιου μήνα.

➤ Μυρώνι (*Scandix pecten-veneris* L., Οικ. Apiaceae)

Το μυρώνι πρόκειται για ένα πλατύφυλλο, ετήσιο, χειμερινό ζιζάνιο, το οποίο διαθέτει φαρμακευτικές ιδιότητες αλλά μπορεί να αξιοποιηθεί και για βρώση. Πρόκειται για ζιζάνιο που εντοπίζεται αρκετά συχνά σε αγρούς σιτηρών, του οποίου όμως η εξάπλωση έχει μειωθεί σημαντικά τον τελευταίο αιώνα. Συγκεκριμένα, για την Κεντρική Ευρώπη θεωρείται είδος απειλούμενο ή και υπό εξαφάνιση (Liopa-Tsakalidi, 2014). Διαθέτει φύλλα πτεροειδούς σχήματος και έντονα πράσινα (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2. Νεαρό φυτό μυρωνιού στον πειραματικό αγρό όπου διακρίνονται οι κοτυληδόνες (08/12/2022) (αριστερά) και πιο ανεπτυγμένο φυτό μυρωνιού όπου διακρίνονται οι λευκές ταξιανθίες του φυτού (22/03/2023) (δεξιά).

Τα άνθη του είναι λευκού χρώματος (Εικόνα 1.2) τα οποία σχηματίζονται πάνω σε ταξιανθία τύπου σκιάδιο (Viggiani and Angelini, 2002). Ο καρπός που σχηματίζει είναι σχιζοκάρπιο που αποτελείται από δύο μέρη, ενώ καταλήγει σε ράμφος (Liopa-Tsakalidi, 2014; Viggiani and Angelini, 2002).

Οι σπόροι του μυρωνιού φυτρώνουν κατά κύριο λόγο το φθινόπωρο με αρχές χειμώνα και διαθέτουν μικρό λήθαργο, κάτι που εξαντλεί γρηγορότερα την τράπεζα σπόρων του συγκεκριμένου είδους στο έδαφος ως αποτέλεσμα της συνεχούς εφαρμογής ζιζανιοκτόνων. Μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορα εδάφη, αλλά προτιμάει αυτά που είναι γόνιμα και διαθέτουν υγρασία. Θεωρείται ότι η κλιματική αλλαγή έχει μεγάλη επίδραση στην εξάπλωση του είδους και για τον λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυτό-μοντέλο για την πρόβλεψη των πιθανών επιπτώσεων που μαίνεται να έχει σε άλλα είδη (Liopa-Tsakalidi, 2014). Σε πειράματα από τους Peters and Gerowitt το 2014, οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο μυρόνι σε αγρούς όπου καλλιεργούνταν σιτάρι, βρέθηκε ότι το μυρόνι άνθισε νωρίτερα, και διέθετε λιγότερους σπόρους και μικρότερη βιομάζα κάτω από πιο θερμές κλιματικές συνθήκες και σε αγρό με μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών σιταριού.

➤ Άγριο Σινάπι (*Sinapis arvensis* L., Οικ. Brassicaceae)

Το άγριο σινάπι πρόκειται για ένα ετήσιο, πλατύφυλλο (Εικόνα 1.3), χειμερινό ζιζάνιο, το οποίο συναντάται σε πολλά μέρη του πλανήτη και αποτελεί ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό ζιζάνιο, κυρίως σε καλλιέργειες σιτηρών (Karkanis et al., 2022).

Στην Ευρώπη η εξάπλωση του είναι μεγάλη, η τράπεζα σπόρων του στο έδαφος αρκετά ανθεκτική και τα επίπεδα γονιμότητας του αρκετά υψηλά (Zargar et al., 2021). Τα χαρακτηριστικά κίτρινα άνθη του φυτού φύονται πάνω σε ταξιανθία βότρυ, η οποία σχηματίζεται πάνω σε έναν κεντρικό άξονα, χωρίς διακλαδώσεις. Οι καρποί που σχηματίζονται είναι κεράτια διαρρηκτά και ανοίγουν κατά την ωρίμανση (Viggiani and Angelini, 2002). Το ύψος που αναπτύσσει το φυτό μπορεί να φτάσει τα 80 cm αναλόγως των συνθηκών του περιβάλλοντος. Το άγριο σινάπι μπορεί να αναπτυχθεί τόσο σε άγονα παρατημένα εδάφη όσο και εδάφη με προβλήματα νιτροποίησης (Luzuriaga et al., 2006).



Εικόνα 1.3. Νεαρό φυτό άγριου σιναπιού στο στάδιο των κοτυληδόνων (08/12/2022) (αριστερά) και πιο ανεπτυγμένο φυτό άγριου σιναπιού (22/03/2023) (δεξιά).

➤ Άλλα ζιζάνια

Ορισμένα ακόμη ζιζάνια (Εικόνες 1.4 και 1.5) που ήταν παρόντα στον πειραματικό μας αγρό, χωρίς όμως να αποτελούν σοβαρό πρόβλημα στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού ήταν το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis* L. Οικ. Papaveraceae), το δωδεκάνθι (*Lamium amplexicaule* L., Οικ. Lamiaceae), η βερόνικα (*Veronica persica* L., Οικ. Scrophulariaceae) και η ανθεμίδα (*Anthemis arvensis*, Οικ. Asteraceae).



Εικόνα 1.4. Νεαρό φυτό βερόνικας (αριστερά) και ανθεμίδας (δεξιά) στο στάδιο των κοτυληδόνων στις 08/12/2022.



Εικόνα 1.5. Νεαρό φυτό καπνόχορτου (αριστερά) και νεαρό δωδεκάνθι (δεξιά) στο στάδιο των κοτυληδόνων στις 08/12/2022.

1.4 Καταπολέμηση Ζιζανίων στο Σκληρό Σιτάρι

1.4.1 Καλλιεργητικά Μέτρα

Ο έλεγχος των ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι γίνεται από τους γεωργούς τόσο με διάφορα καλλιεργητικά μέτρα, όσο και με τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η επιλογή των κατάλληλων ποικιλιών σιταριού που διαθέτουν ανταγωνιστικότητα έναντι των ζιζανίων αποτελεί ένα καλλιεργητικό μέτρο άμεσα συνυφασμένο με την ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων. Χαρακτηριστικά όπως ο ρυθμός ανάπτυξης, το ύψος των φυτών, η αρχιτεκτονική του φυλλώματος κ.ά. αλλά και ο συνδυασμός τους αποτελούν δείκτες της ανταγωνιστικής ικανότητας των ποικιλιών (Andrew et al., 2014). Παρόλα αυτά, οι Scavo et al. (2022) σε πειράματα τους που μελέτησαν τόσο γηγενείς πληθυσμούς σκληρού σιταριού όσο και νέες ποικιλίες ως προς την ικανότητα τους να καταστέλλουν τα διάφορα είδη ζιζανίων, βρήκαν ότι στους γηγενείς πληθυσμούς παρατηρήθηκε μείωση της τράπεζας σπόρων ζιζανίων στο έδαφος σε σχέση με τις νέες ποικιλίες, ακόμα μεγαλύτερη μείωση στην βιομάζα των ζιζανίων, στην ποικιλία των υπάρχοντων ειδών ζιζανίων αλλά και μεταβολές στους πληθυσμούς τους. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων του Scavo et al. (2022) έρχονται σε αντίθεση με την πεποίθηση που θέλει την επιστημονική κοινότητα να εστιάζει στην γενετική βελτίωση και στην δημιουργία νέων ποικιλιών και προτείνουν ότι ίσως οι παλιοί γονότυποι να διαθέτουν μεγαλύτερη ικανότητα ανταγωνισμού με τα ζιζάνια (Scavo et al., 2022).

Η πυκνότητα της σποράς αποτελεί με την σειρά της ένα καλλιεργητικό μέτρο που μπορεί να επηρεάσει τον ανταγωνισμό με τα υπάρχοντα στον αγρό ζιζάνια. Οι Hasam et al. (2022) σε πειράματα τους βρήκαν ότι τόσο η πυκνότητα της φύτευσης όσο και ο τύπος της άρσης που εφαρμόστηκε μείωσαν σημαντικά την πυκνότητα των ζιζανίων σε αγρούς όπου καλλιεργούνταν σκληρό σιτάρι τις πρώτες 30 ημέρες μετά την σπορά. Συγκεκριμένα, την μικρότερη πυκνότητα και βιομάζα ζιζανίων αλλά και τις μέγιστες τιμές της απόδοσης και διαφόρων παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών του σκληρού σιταριού κατείχαν οι επεμβάσεις στις οποίες τα φυτά ήταν διαμορφωμένα σε «αναχώματα» με μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 25% και στις οποίες πραγματοποιήθηκε ένα βοτάνισμα (Hasam et al., 2022). Σε άλλα πειράματα, οι De Vita et al. το 2017 βρήκαν ότι η μείωση των αποστάσεων μεταξύ

των γραμμών φύτευσης του σκληρού σιταριού, διατηρώντας όμως την ίδια πυκνότητα φύτευσης, αύξησε τις αποδόσεις του σιταριού και μείωσε σημαντικά τη βιομάζα των ζιζανίων, ακόμη και σε ποικιλία με μικρή ικανότητα ανταγωνισμού με τα ζιζάνια. Συγκεκριμένα, τα ζιζάνια που παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μείωση ήταν είδη του γένους *Lamium* και *Fumaria*.

Ένα ακόμα καλλιεργητικό μέτρο που συμβάλλει στον έλεγχο των ζιζανίων είναι η ρύθμιση της εποχής της σποράς. Οι Karkanis et al. (2022) σε πειράματα αγρού τα οποία υλοποιήθηκαν στην Ελλάδα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού, μελέτησαν την εποχή σποράς και πώς επηρεάζει την πυκνότητα των ζιζανίων κουφάγκαθο και άγριο σινάπι και βρήκαν ότι στην καθυστερημένη σπορά (μετά τα μέσα του Νοεμβρίου) καταγράφηκαν μικρότερες πυκνότητες των δύο ζιζανίων. Η συνολική πυκνότητα των ζιζανίων, επίσης, βρέθηκε και αυτή να είναι μικρότερη στην πιο όψιμη σπορά κατά 75% (Karkanis et al., 2022). Σε άλλα πειράματα που έγιναν στην Ινδία από τους Sharma et al. το 2020, βρέθηκε ότι σιτάρι το οποίο σπάρθηκε στις 15 Νοεμβρίου κατέγραψε τόσο καλύτερες αποδόσεις όσο και μικρότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος ζιζανίων συγκριτικά με σιτάρι που σπάρθηκε στις 25 Δεκεμβρίου.

Η εφαρμογή κάποιου συστήματος αμειψισποράς, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1.2, κυρίως με καλλιέργειες διαφορετικών βιολογικών κύκλων, μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση των υπαρχόντων στον αγρό ζιζανίων. Στην ίδια κατεύθυνση μπορεί να λειτουργήσει και η συγκαλλιέργεια του σιταριού κυρίως μαζί με είδη ψυχανθών και να αποτελέσει έναν οικολογικό τρόπο διαχείρισης των ζιζανίων, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και την παρουσία των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (Leoni et al., 2022). Σε έρευνα τους πάνω στη συγκαλλιέργεια σκληρού σιταριού με ψυχανθή σε περιοχές της Μεσογείου όπου εφαρμόζονται συστήματα εναλλαγής καλλιεργειών που περιλαμβάνουν σιτηρά, οι Leoni et al. (2022) αξιολόγησαν 12 διαφορετικά είδη ψυχανθών και βρήκαν ότι η κατάλληλη επιλογή κάποιου ψυχανθούς μπορεί να καταστείλει την ύπαρξη των ζιζανίων καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο και να μειώσει τη βιομάζα των ζιζανίων σε ποσοστό μέχρι και 90% κατά την περίοδο που εφαρμόζεται η συγκαλλιέργεια αλλά και την επόμενη άνοιξη σε αντίστοιχο ποσοστό.

1.4.2 Χημική Καταπολέμηση

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων στο σιτάρι, πιο αποτελεσματικός τρόπος θεωρείται η χημική αντιμετώπιση, δηλαδή η χρήση ζιζανιοκτόνων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Στην Ελλάδα υπάρχουν διάφορες εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για εφαρμογή τους σε καλλιέργειες σκληρού σιταριού σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Πίνακας 1.3).

Πίνακας 1.3. Επιλεγμένα ζιζανιοκτόνα που είναι εγκεκριμένα στην Ελλάδα για χρήση τους σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού σύμφωνα με τη βάση για τα γεωργικά φάρμακα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2023).

Εγκεκριμένες Δραστικές Ουσίες	
2,4-D	Fluroxypyr
Aminopyralid	Mecoprop-p
Chlorotoluron	Pendimethalin
Clodinafop-propargyl	Pinoxaden
Diclofop-methyl	Pyroxsulam
Diflufenican	Thifensulfuron-methyl
Fenoxaprop-P-ethyl	Tribenuron
Florasulam	Tritosulfuron

Σε πειράματα από τους Karkanis et al. (2014) που πραγματοποιήθηκαν στην κεντρική Ελλάδα, μελετήθηκαν ορισμένα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα (pyroxsulam, pinoxaden, 2,4-D+florasulam και mesosulfuron-methyl+iodosulfuron-methyl-sodium) σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Βρέθηκε ότι τα ζιζανιοκτόνα αυτά μπόρεσαν να καταπολεμήσουν επαρκώς τα ζιζάνια αγριοβρώμη (*Avena sterilis*), αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*) και μεγαλόκαρπη κολλητσίδα (*Galium aparine*) σε δόσεις μειωμένες κατά 15% από τη συνιστώμενη για το κάθε ζιζανιοκτόνο. Παρόλα αυτά, όσον αφορά το ζιζάνιο άγριο σινάπι, τα ζιζανιοκτόνα pyroxsulam και mesosulfuron-methyl+iodosulfuron-methyl-sodium δεν μπόρεσαν να το καταπολεμήσουν επαρκώς ούτε ακόμα στη συνιστώμενη τους δόση (Karkanis et al., 2014). Σε άλλα πειράματα

που υλοποιήθηκαν στο Ιράν από τους Sheikhhasan et al. το 2012, μελετήθηκαν τα ζιζανιοκτόνα sulfosulfuron, sulfosulfuron+metsulfuron και iodosulfuron+mesosulfuron και βρέθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο sulfosulfuron+metsulfuron παρείχε πολύ καλό έλεγχο των ζιζανίων άγριο σινάπι και αγριοβρώμη (*Avena fatua*) σε χαμηλότερες δόσεις από την συνιστώμενη συγκριτικά με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα, χωρίς να επηρεάζεται σημαντικά η απόδοση σε σπόρο του σιταριού. Οι Sparangis et al. (2023) βρήκαν ότι τα ζιζανιοκτόνα bromoxynil+2,4-D και halauxifen-methyl+florasulam καταπολέμησαν σε μεγάλα ποσοστά το ζιζάνιο μικρόκαρπη κολλητσίδα (*Galium spurium*) σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού σε δύο περιοχές της Ελλάδας. Όσον αφορά το σκληρό σιτάρι, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων καταγράφηκαν στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα (Sparangis et al., 2023).

Τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα που αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή ήταν τα εξής:

➤ **Halauxifen-methyl**

Το halauxifen-methyl πρόκειται για μία νέα δραστική ουσία με ζιζανιοκτόνο δράση η οποία χρησιμοποιείται μεταφυτρωτικά σε πολύ μικρές δόσεις για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ετήσιων ζιζανίων σε καλλιέργειες όπως το σιτάρι, η βρώμη και το τριτικάλε (Minnesota Department of Agriculture, 2016; Schmitzer et al., 2015). Ανήκει στην ομάδα των αρυλοπικολινικών οξέων και στην ουσία πρόκειται για μία συνθετική αυξίνη της οποίας ο μηχανισμός δράσης δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστός. Θεωρείται ότι μιμείται την αυξητική ορμόνη του ινδολυλο-οξικό οξύ (IAA) διακόπτοντας την ανάπτυξη των ευαίσθητων φυτών (Minnesota Department of Agriculture, 2016). Σύμφωνα με έρευνα των Xu et al. το 2022, το halauxifen-methyl διακόπτει την ομοιόσταση του ινδολυλο-οξικό οξύ (IAA) και προωθεί την υπερπαραγωγή του αμπισικού οξέως (ABA) και του αιθυλενίου με αποτέλεσμα τον πρόωρο γηρασμό των φυτών και τελικά την νέκρωση τους. Σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι ίδιοι για την μελέτη της επίδρασης της δραστικής αυτής ουσίας στο ζιζάνιο μεγαλόκαρπη κολητσίδα παρατηρήθηκε συσσώρευση του ABA και του αιθυλενίου σε φυτά του ζιζανίου. Ορισμένα χαρακτηριστικά συμπτώματα στα φυτά είναι η επιναστία των φυτών και η διακοπή του φλοιού, έχοντας ως αποτέλεσμα την

παρεμπόδιση της μετακίνησης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και τελικά την νέκρωση των φυτών μέσα σε λίγες ημέρες ή εβδομάδες (Minnesota Department of Agriculture, 2016). Ο χρόνος ημιζωής του halauxifen-methyl κυμαίνεται από 7,13 έως 10,24 και από 7,25 έως 8,88 σε αλουβιακά και αλατούχα εδάφη αντίστοιχα (Mukherjee et al., 2016). Σύμφωνα με τους Schmitzer et al. (2015) ο χρόνος ημιζωής της δραστικής ουσίας στο έδαφος είναι 10 με 25 ημέρες. Το halauxifen-methyl θεωρείται μία εναλλακτική λύση για την διαχείριση των ζιζανίων τα οποία εμφανίζουν ανθεκτικότητα στους αναστολείς του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση αλλά και στα ζιζάνια που είναι ανθεκτικά στο ζιζανιοκτόνο glyphosate (Minnesota Department of Agriculture, 2016).

➤ **Florasulam**

Το florasulam πρόκειται για μία δραστική ουσία που ανήκει στην ομάδα των τριαζολοπυριμιδινών (triazolopyrimidines), η οποία εντάσσεται στην κατηγορία εκείνη των ζιζανιοκτόνων των οποίων ο μηχανισμός δράσης είναι η αναστολή του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση. Το αποτέλεσμα αυτού του μηχανισμού δράσης είναι η παύση της βιοσύνθεσης αμινοξέων και έτσι αναστέλλεται η κυτταροδιαίρεση στα φυτά, μειώνεται η αύξηση τους, προκαλείται χλώρωση και τελικά νέκρωση των μεριστωματικών ιστών αλλά και ολόκληρων των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Σύμφωνα με τους Krieger et al. (2000), ο χρόνος ημιζωής του florasulam βρέθηκε να κυμαίνεται από 1 έως 8,5 ημέρες σε θερμοκρασίες 20-25 °C, ενώ στους 5 °C βρέθηκε κυμάνθηκε από 6,4 έως 85 ημέρες. Η αποικοδόμηση της δραστικής αυτής ουσίας είναι αρκετά γρήγορη και οφείλεται κυρίως σε διεργασίες μικροβιακής αποικοδόμησης (Jackson et al., 2000). Σε δύο αγρούς όπου καλλιεργούνταν σιτάρι, οι Li et al. (2013) βρήκαν ότι οι χρόνοι ημιζωής ήταν 2,07 και 5,16 ημέρες και τα υπολείμματα από το florasulam βρέθηκαν κατώτερα από το ανιχνεύσιμο όριο. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξαν και οι Dong et al. (2015) με τους χρόνους ημιζωής να κυμαίνονται από 2,76 έως 10,83 ημέρες. Οι τριαζολοπυριμιδίνες περιλαμβάνουν ζιζανιοκτόνα τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο προφυτρωτικά όσο και μεταφυτρωτικά έναντι πλατύφυλλων ζιζανίων. Η δραστική ουσία florasulam μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά τόσο από το ριζικό σύστημα όσο και από τους βλαστούς και να μετακινηθεί μέσω του ηθμού αλλά και του ξυλώματος (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Η χρήση του είναι κυρίως μεταφυτρωτική και η εκλεκτικότητα

που παρουσιάζει οφείλεται στη διαφορετική ικανότητα μεταβολισμού που έχουν τα ευαίσθητα και τα ανθεκτικά φυτά (DeBoer et al., 2006).

➤ 2,4-D

Το 2,4-D ανήκει στην κατηγορία εκείνη των ζιζανιοκτόνων που διαθέτουν δράση αυξίνης (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Στην ουσία μιμούνται την δράση της φυσικής αυξίνης σε μοριακό επίπεδο (Song, 2014). Συγκεκριμένα, ανήκει στην ομάδα φαινοξυαλκανοϊκά (phenoxy-alcanoics), ζιζανιοκτόνα τα οποία διαθέτουν μεγάλο φάσμα δράσης εναντίον ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες σιτηρών. Ο μηχανισμός δράσης τους επηρεάζει την κυτταρική διαίρεση και τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Ορισμένα χαρακτηριστικά συμπτώματα στα φυτά από την χρήση τους είναι η επιναστία, η παραμόρφωση της νεαρής βλάστησης, η συστροφή των φύλλων και ο θάνατος των φυτών (Song, 2014). Διαθέτουν τόσο συμπλαστική όσο και αποπλαστική κίνηση μέσα στους ιστούς των φυτών και μετακινούνται προς τα νεαρά τμήματα, όπου και συγκεντρώνονται. Η δυνατότητα έκπλυσης των φαινοξυαλκανοϊκών προς τα κατώτερα στρώματα εδάφους είναι μεγάλη, καθώς δεν προσροφούνται ικανοποιητικά από τα κολλοειδή του εδάφους (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Οι διαδικασίες της προσρόφησης και της εκρόφησης του 2,4-D στο έδαφος επηρεάζονται τόσο από το pH του εδάφους όσο και από την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία. Ο βασικός παράγοντας που μειώνει την διαθεσιμότητα της δραστικής αυτής ουσίας στο έδαφος είναι η μικροβιακή αποικοδόμηση της από μικροοργανισμούς (Boivin et al., 2005). Οι Boivin et al. (2005) σε έρευνα τους βρήκαν ότι η αποικοδόμηση του 2,4-D ήταν αρκετά γρηγορότερη σε εδάφη πηλώδη και αργιλώδη (περίπου το 50% μέσα σε διάστημα 10 ημερών) σε σχέση με αμμώδη εδάφη. Η υπολειμματικότητα τους στο έδαφος δεν είναι μεγάλη συγκριτικά με άλλες ομάδες ζιζανιοκτόνων καθώς περιορίζεται στους 1 έως 3 μήνες. Το 2,4-D πρόκειται για ένα μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο με διασυστηματική δράση (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010), του οποίου η χρήση του περιλαμβάνει κυρίως την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων χωρίς να επηρεάζει τα αγρωστώδη είδη (Song, 2014) σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών (Ζιώγας και Μαρκόγλου, 2010). Η εκλεκτικότητα που παρουσιάζει σχετίζεται με διαφορές στον μεταβολισμό του σε αυτά τα είδη σε σχέση με πλατύφυλλα είδη (Peterson et al., 2016).

1.5 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης δύο τριετών συστημάτων αμειψισποράς στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σκληρού σιταριού αλλά και στη ζιζανιοχλωρίδα του πειραματικού αγρού. Επίσης, μελετήθηκε και η αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι ορισμένων χειμερινών πλατύφυλλων ζιζανίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Τοποθεσία μελέτης και πειραματικό σχέδιο

Η πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα στο Βελεστίνο Μαγνησίας, σε αγροτεμάχιο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού απεικονίζεται στον Πίνακα 2.1, και μπορεί να χαρακτηριστεί ως αμμοαργιλοπηλώδες. Το pH του εδάφους (1:1 έδαφος/νερό) μετρήθηκε 7,4.

Πίνακας 2.1. Η επί τοις εκατό (%) σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού.

Σύσταση Εδάφους (%)	
Άμμος	
Αργίλος	8
Ιλύς	12

Ο αγρός σπάρθηκε με σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.) στις 10 Νοεμβρίου του 2022 με σπαρτική μηχανή χειμερινών σιτηρών. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου πειράματος επιλέχθηκε η ποικιλία Claudio. Για τη σπορά του αγροτεμαχίου χρησιμοποιήθηκαν 25 κιλά σπόρου. Στη μισή έκταση του πειραματικού αγρού καλλιεργούνταν τα τελευταία χρόνια σκληρό σιτάρι, ενώ στην υπόλοιπη μισή έκταση προηγήθηκαν καλλιέργειες φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) το 2021 και αραβόσιτου (*Zea mays* L.) το 2022. Μελετήθηκαν, δηλαδή, δύο συστήματα τριετούς αμειψισποράς, εκ των οποίων το ένα περιλάμβανε συνεχή καλλιέργεια σκληρού σιταριού (μονοκαλλιέργεια), ενώ το άλλο εναλλαγή με ανοιζιάτικες καλλιέργειες.

Για την εκπόνηση του πειράματος εφαρμόστηκε το σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 2 παράγοντες, όπου ένας παράγοντας (κύρια τεμάχια) ήταν η αμειψισπορά και ο δεύτερος παράγοντας (υποτεμάχια) ήταν τα ζιζανιοκτόνα, με 3 επαναλήψεις και 3 επεμβάσεις (Διάγραμμα 1). Οι διαστάσεις του κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν 3 (πλάτος) x 2,5 (μήκος) m, δηλαδή έκταση 7,5 m². Η απόσταση μεταξύ των γραμμών του σκληρού σιταριού ήταν 18 cm. Το φύτευμα της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις 21 Νοεμβρίου του 2022 και η συγκομιδή στις 20 Ιουνίου του 2023 χειρωνακτικά με δύο κοπές με πλαίσιο επιφάνειας 0,25 m² σε

κάθε τεμάχιο και στην συνέχεια ακολούθησε αλωνισμός με χρήση ηλεκτρικής αλωνιστικής μηχανής. Στην Εικόνα 2.1 απεικονίζεται ο πειραματικός αγρός λίγες μέρες μετά τη σπορά, ενώ στην Εικόνα 2.2 παρουσιάζεται ο αγρός λίγες μέρες μετά το φύτευμα της καλλιέργειας.



Εικόνα 2. 1. Ο πειραματικός αγρός στις 15 Νοεμβρίου του 2022, 5 ημέρες μετά τη σπορά (ΗΜΣ) του σκληρού σιταριού.



Εικόνα 2.2. Ο πειραματικός αγρός στις 8 Δεκεμβρίου του 2022 (28 ΗΜΣ).

5	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC	-	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC	-
4	Μάρτυρας	Quelex 200 WG	Μάρτυρας	Quelex 200 WG
3	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC	Μάρτυρας	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC	Μάρτυρας
2	Quelex 200 WG	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC	Quelex 200 WG	Quelex 200 WG+Rathan 600 EC
1	Μάρτυρας	Quelex 200 WG	Μάρτυρας	Quelex 200 WG
	Δ	Γ	Β	Α

Διάγραμμα 2.1. Πειραματικό σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 3 επαναλήψεις και 3 επεμβάσεις. Στις στήλες Α και Β μελετήθηκε το σύστημα αμειψισποράς σκληρό σιτάρι- σκληρό σιτάρι- σκληρό σιτάρι, ενώ στις στήλες Γ και Δ μελετήθηκε το σύστημα φασόλι- αραβόσιτος- σκληρό σιτάρι.

Οι επεμβάσεις του 2^{ου} παράγοντα (ζιζανιοκτόνα) που πραγματοποιήθηκαν για το συγκεκριμένο πείραμα ήταν οι εξής: 1) μάρτυρας χωρίς καμία επέμβαση, 2) halauxifen-methyl+florasulam και 3) halauxifen-methyl+florasulam μαζί με 2,4-D. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων πραγματοποιήθηκε στις 14 Μαρτίου του 2023. Μαζί με τα ζιζανιοκτόνα έγινε ταυτόχρονα και εφαρμογή στην καλλιέργεια συνεργού ζιζανιοκτόνων για στενόφυλλες καλλιέργειες. Στον Πίνακα 2.2 αναφέρονται οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα και για την επιφανειοδραστική ουσία.

Πίνακας 2.2. Οι δραστικές ουσίες των ζιζανιοκτόνων και του συνεργού τους που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής, τα εμπορικά τους ονόματα και η δόση που εφαρμόστηκε για το καθένα.

Δραστική Ουσία	Εμπορικό Όνομα	Δόση
halauxifen-methyl + florasulam	Quelex 200 WG	5 g/ στρέμμα
2,4-D	Rathan 600 EC	60 ml/ στρέμμα
Alkylethersulfate sodium salt	Biopower SL	100 ml/ στρέμμα



Εικόνα 3.3. Στάχεις σκληρού σιταριού την ημέρα της συγκομιδής (20/06/2023) (αριστερά) και η ηλεκτρική αλωνιστική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε για τον αλωνισμό του σκληρού σιταριού για τις ανάγκες του πειράματος (δεξιά).

2.2 Καλλιεργητική τεχνική

Προετοιμασία εδάφους

Για την κατεργασία του εδάφους του αγρού όπου εγκαταστάθηκε το πείραμα πραγματοποιήθηκε άροση τον Σεπτέμβριο του 2022 σε βάθος 20-30 cm. Ακολούθησαν δύο περάσματα με καλλιεργητή, ένα στα μέσα του Οκτωβρίου του 2022 και ένα στις αρχές του Νοεμβρίου του 2022.

Λίπανση

Πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση με 16-20-0 (30 Kg/στρέμμα) κατά τη σπορά, με το λίπασμα να ενσωματώνεται στο έδαφος. Κατά τη περίοδο του αδελφώματος, έγινε εφαρμογή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας (26-0-0) στις 28 Φεβρουαρίου του 2023. Χρησιμοποιήθηκαν 30 Kg λιπάσματος 26-0-0 ανά στρέμμα.

Άρδευση

Η καλλιέργεια του σκληρού σιταριού δεν ήταν αρδευόμενη.



Εικόνα 4.4. Πειραματικός αγρός 8 ημέρες μετά την εφαρμογή των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (14/03/2023).

2.3 Μετρήσεις- Δειγματοληψία

2.3.1 Σκληρό Σιτάρι

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο υπέργειο μέρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού έλαβαν χώρα στις 22 Μαρτίου του 2023 (132 ημέρες μετά την σπορά), στις 7 Απριλίου του 2023 (148 ΗΜΣ) στην έναρξη του ξεσταχύσματος και στις 24 Απριλίου του 2023 (165 ΗΜΣ) στο πλήρες ξεστάχυασμα. Στις 20 Ιουνίου του 2023 (122 ΗΜΣ) πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή της καλλιέργειας και στις 22 Ιουνίου του 2023 (124 ΗΜΣ) πραγματοποιήθηκε μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου. Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου πειράματος μελετήθηκαν τα εξής χαρακτηριστικά:

- **Ύψος φυτών:** Μετρήθηκε το ύψος 5 διαφορετικών φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Η τελική μέτρηση για το ύψος πραγματοποιήθηκε στις 24 Απριλίου του 2023.
- **Συγκέντρωση Χλωροφύλλης:** Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του φορητού οργάνου SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc., Εικόνα 3.5) σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στους φυτικούς ιστούς (τιμές SPAD) με το όργανο αυτό προσδιορίζεται με τη μέτρηση της ολικής απορρόφησης στα φύλλα. Η τελευταία μέτρηση για την παράμετρο αυτή έγινε 165 ημέρες μετά την σπορά.
- **Αριθμός αδελφιών:** Οι μετρήσεις για τον αριθμό των αδελφιών πραγματοποιήθηκαν σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Για την παράμετρο αυτή η τελευταία μέτρηση πραγματοποιήθηκε 165 ΗΜΣ.
- **Μήκος στάχων:** Το μήκος των στάχων μετρήθηκε σε 6 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο και πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση για την παράμετρο αυτή στις 24 Απριλίου του 2023, αφού είχε ολοκληρωθεί η ανάπτυξη τους.
- **Νωπό Βάρος:** Για τις μετρήσεις του νωπού βάρους πραγματοποιήθηκαν κοπές ολόκληρων φυτών σκληρού σιταριού πάνω στη γραμμή σπορά σε μήκος 30 cm ανά πειραματικό τεμάχιο. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε 132 ΗΜΣ και η τελευταία 165 ΗΜΣ. Οι μετρήσεις για το νωπό βάρος έγιναν με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας.

- **Ξηρό Βάρος:** Η πρώτη από τις μετρήσεις του ξηρού βάρους πραγματοποιήθηκε 132 ΗΜΣ και η τελευταία 165 ΗΜΣ. Για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους των δειγμάτων που λήφθηκαν κατά το προσδιορισμό του νωπού βάρους χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας, αφού πρώτα πραγματοποιήθηκε ξήρανση των δειγμάτων σε κλίβανο για 4 ημέρες στους 70 °C.
- **Απόδοση σε σπόρο:** Η συγκομιδή έγινε στις 20 Ιουνίου του 2023 χειρωνακτικά με κοπές των στάχων και έπειτα αλωνισμό για την παραλαβή του σπόρου. Μετρήθηκε το βάρος των σπόρων από φυτά σκληρού σιταριού έκτασης 0,5 m² ανά πειραματικό τεμάχιο με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας.
- **Βάρος 1000 σπόρων:** Αφού συγκομίσθηκαν οι σπόροι, μετρήθηκε για κάθε πειραματικό τεμάχιο δύο φορές το βάρος 50 σπόρων στις 20 Ιουνίου του 2023. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας.
- **Ποιοτικά χαρακτηριστικά σπόρου:** Μετρήθηκαν τα ποσοστά υγρασίας, πρωτεΐνης και γλουτένης στον σπόρο στις 22 Ιουνίου του 2023. Η μέτρηση των ποιοτικών αυτών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε με την χρήση του οργάνου DA 7250 NIR Analyzer (Perten Instruments, Hägersten, Sweden). Στην συγκομιδή, η υγρασία του σπόρου βάσει του οργάνου αυτού μετρήθηκε 12,9%.



Εικόνα 3.5. Το όργανο “SPAD-502 chlorophyll meter” που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φυτά σκληρού σιταριού.

2.3.2 Ζιζάνια

Οι μετρήσεις στα φυτά των ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν στις 22 Μαρτίου του 2023, στις 7 Απριλίου του 2023 και στις 24 Απριλίου του 2023. Οι μετρήσεις αυτές έλαβαν χώρα σε διαστήματα 8, 24 και 41 ημερών μετά τον ψεκασμό με τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, αντίστοιχα. Για κάθε πειραματικό τεμάχιο, σε επιφάνεια 40 x 40 cm, πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

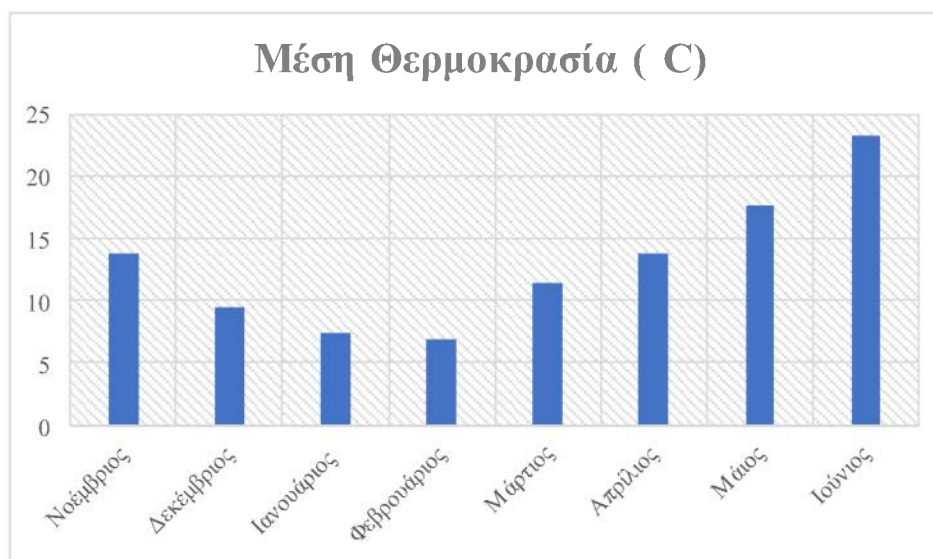
- **Τα είδη των ζιζανίων:** Για κάθε πειραματικό τεμάχιο καταγράφηκαν τα είδη των ζιζανίων.
- **Η πυκνότητα των ζιζανίων:** Σε κάθε τεμάχιο καταγράφηκε ο αριθμός φυτών του κάθε είδους ζιζανίου στις 24 Απριλίου του 2023 και αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων εναντίον των ειδών ζιζανίων.
- **Το ξηρό βάρος των ζιζανίων:** Οι δειγματοληψίες για το ξηρό βάρος πραγματοποιήθηκαν στις 22 Μαρτίου του 2023, στις 7 Απριλίου του 2023 και στις 24 Απριλίου του 2023. Τα δείγματα των ζιζανίων μεταφέρθηκαν σε κλίβανο όπου παρέμειναν 4 ημέρες στους 70 °C. Η μέτρηση του ξηρού βάρους πραγματοποιήθηκε με την χρήση ζυγαριάς ακριβείας.



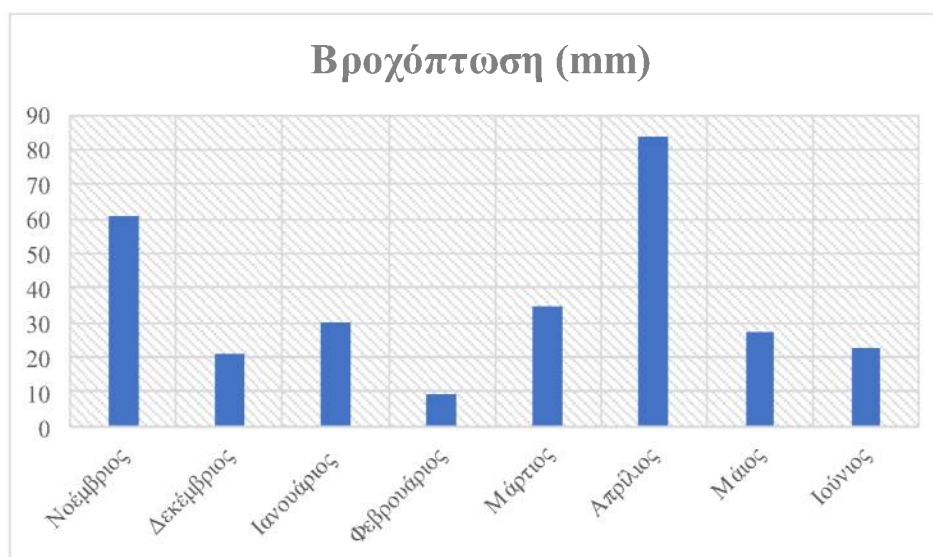
Εικόνα 3. 6. Πειραματικός αγρός 41 ημέρες μετά την εφαρμογή των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων.

2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα Διαγράμματα 2.2 και 2.3 αναγράφονται οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας αλλά το ύψος της βροχόπτωσης για τον κάθε μήνα, για τη χρονική περίοδο από τον Νοέμβριο του 2022 έως τον Ιούνιο του 2023. Τα δεδομένα αυτά ελήφθησαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Τμήματος που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα. Η χαμηλότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον Φεβρουάριο του 2023 (6,9 °C), ενώ το μεγαλύτερο ύψος βροχής τον Απρίλιο του 2023 (83,5 mm).



Διάγραμμα 2.2. Μέσες θερμοκρασίες για την χρονική περίοδο Νοέμβριος 2022 έως Ιούνιος 2023 στην περιοχή του Βελεστίνου.



Διάγραμμα 2.3. Το ύψος της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο Νοέμβριος 2022 έως Ιούνιος 2023 στην περιοχή του Βελεστίνου.

2.5 Στατιστική Επεξεργασία των Δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του συγκεκριμένου πειράματος βασίστηκε στο σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύριο παράγοντα τα συστήματα αμειψισποράς και δευτερεύον παράγοντα τα ζιζανιοκτόνα. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς και όπου εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ακολούθησε σύγκριση των μέσων τιμών μεταξύ όλων των παραμέτρων του σκληρού σιταριού (π.χ. ύψος φυτών, SPAD, αριθμός αδελφιών κ.ά.) και των ζιζανίων (αριθμός ζιζανίων, νωπό και ξηρό βάρος) που μελετήθηκαν, βάσει της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), με 5% επίπεδο σημαντικότητας. Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Σκληρό Σιτάρι

3.1.1 Ύψος φυτών

1^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ύψος φυτών σκληρού σιταριού καταγράφηκε στο σύστημα αμειψισποράς με ανοιξιιάτικες καλλιέργειες (27,83 cm), καταγράφοντας στατιστικώς σημαντικές διαφορές με το πρώτο σύστημα αμειψισποράς (25,5 cm), όπου καλλιεργήθηκε σκληρό σιτάρι για τρία έτη (μονοκαλλιέργεια). Οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα αλλά και αυτή του μάρτυρα δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ύψος των φυτών σκληρού σιταριού (1^η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ύψος (cm) (1η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	25,50 β		
Αμειψισπορά Β	27,83 α		
LSD 5%	1,461		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	26,00 α		
halauxifen-methyl + florasulam	26,58 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	27,42 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	12,103	Τιμή p ΑΜ	0,005
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	1,503	Τιμή p ΖΙΖ	0,262
F ΑΜ x ΖΙΖ	2,285	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,144

2^η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση όπως και στη αρχική μέτρηση, το μεγαλύτερο ύψος καταγράφηκε στα φυτά σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του συστήματος αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι (51,47 cm). Το ύψος στο σύστημα αυτό διέφερε στατιστικά σημαντικά από το ύψος των φυτών στο πρώτο σύστημα αμειψισποράς όπου μετρήθηκε στα 45,19 cm. Οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα δεν κατέγραψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους αλλά ούτε και με τον μάρτυρα (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (A) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (B) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ύψος των φυτών σκληρού σιταριού (2η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ύψος (cm) (2η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	45,19 β		
Αμειψισπορά Β	51,47 α		
LSD 5%	1,4		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	48,46 α		
halauxifen-methyl + florasulam	48,42 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	48,13 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	95,469	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,107	Τιμή p ΖΙΖ	0,900
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,226	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,801

3^η Μέτρηση

Στην τρίτη μέτρηση, το μεγαλύτερο ύψος φυτών καταγράφηκε στο δεύτερο σύστημα αμειψισποράς (93,2 cm), διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από πρώτο

σύστημα αμειψισποράς (84,2 cm) με ποσοστιαία διαφορά 9,66%. Στην περίπτωση της τρίτης μέτρησης ως προς το ύψος των φυτών, οι δύο επεμβάσεις με το halauxifen-methyl + florasulam (90,57 cm) και το μείγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D (90,33 cm) κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα τεμάχια του μάρτυρα (85,2 cm) (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (A) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (B) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ύψος των φυτών σκληρού σιταριού (3η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ύψος (cm) (3η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α		84,20 β	
Αμειψισπορά Β		93,20 α	
LSD 5%		3,778	
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας		85,20 β	
halauxifen-methyl + florasulam		90,57 α	
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D		90,33 α	
LSD 5%		4,627	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	26,938	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	4,08	Τιμή p ΖΙΖ	0,044
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,0774	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,926

3.1.2 Αριθμός Αδελφιών

1^η Μέτρηση

Στην πρώτη μέτρηση του αριθμού των αδελφιών των φυτών σκληρού σιταριού διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς. Συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών καταγράφηκε στην αμειψισπορά με τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες (1,61) και η μικρότερη τιμή στο

σύστημα τριετούς καλλιέργειας με σκληρό σιτάρι (1,33). Όσον αφορά τον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, εκεί δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην πρώτη μέτρηση (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού που σχηματίστηκαν στα φυτά σκληρού σιταριού (1η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Αριθμός Αδελφιών (1η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	1,33 β		
Αμειψισπορά Β	1,61 α		
LSD 5%	0,234		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	1,38 α		
halauxifen-methyl + florasulam	1,46 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	1,58 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	6,667	Τιμή p ΑΜ	0,024
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	1,267	Τιμή p ΖΙΖ	0,317
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,0667	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,936

2^η Μέτρηση

Αντιστοίχως και σε αυτήν τη μέτρηση, στατιστικά σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μόνο μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς ως προς τον αριθμό των αδελφιών στα φυτά σκληρού σιταριού, με τη μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται στα φυτά του δεύτερου συστήματος αμειψισποράς (2,28). Οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα, αλλά και ο μάρτυρας δεν διάφεραν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού που σχηματίστηκαν στα φυτά σκληρού σιταριού (2η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Αριθμός Αδελφιών (2η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	1,75 β		
Αμειψισπορά Β	2,28 α		
LSD 5%	0,337		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	2,21 α		
halauxifen-methyl + florasulam	1,75 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	2,08 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	11,645	Τιμή p ΑΜ	0,005
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	3,129	Τιμή p ΖΙΖ	0,081
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,419	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,667

3^η Μέτρηση

Και στην τρίτη μέτρηση, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του συστήματος αμειψισποράς με το φασόλι και τον αραβόσιτο κατέγραψαν τον μεγαλύτερο αριθμό αδελφιών (2,5) διαφέροντας με τον αριθμό των αδελφιών των φυτών που αναπτύχθηκαν στο άλλο σύστημα αμειψισποράς σε ποσοστό περίπου 21%. Οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα δεν παρουσίασαν ούτε εδώ στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των αδελφιών που σχηματίστηκαν στα φυτά σκληρού σιταριού (3η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Αριθμός Αδελφιών (3η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	1,97 β		
Αμειψισπορά Β	2,5 α		
LSD 5%	0,441		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	1,88 α		
halauxifen-methyl + florasulam	2,33 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	2,5 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	6,811	Τιμή p ΑΜ	0,023
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	3,415	Τιμή p ΖΙΖ	0,067
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,585	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,572

3.1.3 Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (Τιμή SPAD)

1^η Μέτρηση

Ως προς την πρώτη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, οι μεγαλύτερες τιμές SPAD καταγράφηκαν στο Β σύστημα αμειψισποράς (49,57) και διάφεραν στατιστικώς σημαντικά από τις τιμές SPAD που καταγράφηκαν στο Α σύστημα αμειψισποράς (45,12). Στον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης (τιμές SPAD) των φυτών του σκληρού σιταριού (1η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

SPAD (1η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	45,12 β		
Αμειψισπορά Β	49,57 α		
LSD 5%	1,719		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	46,75 α		
halauxifen-methyl + florasulam	47,67 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	47,62 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	31,733	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,569	Τιμή p ΖΙΖ	0,581
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,202	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,819

2^η Μέτρηση

Όσον αφορά τη δεύτερη μέτρηση, και εδώ αντίστοιχα οι μεγαλύτερες τιμές SPAD καταγράφηκαν στα φυτά σκληρού σιταριού που εναλλάσσονταν με ανοιξιάτικες καλλιέργειες (53,62), ενώ οι μικρότερες τιμές στα φυτά των τεμαχίων που ανήκαν στο σύστημα τριετούς καλλιέργειας με σκληρό σιτάρι (48,86). Οι τιμές SPAD στα δύο συστήματα εναλλαγής των καλλιεργειών διέφεραν στατιστικώς σημαντικά

σημαντικά μεταξύ τους. Ως προς την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων και τον μάρτυρα, εκεί δεν εμφανίστηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) των φυτών του σκληρού σιταριού (2η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

SPAD (2η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	48,86 β		
Αμειψισπορά Β	53,62 α		
LSD 5%	1,828		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	51,38 α		
halauxifen-methyl + florasulam	50,73 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	51,60 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	32,294	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	0,386	Τιμή p ZIZ	0,688
F AM x ZIZ	0,721	Τιμή p AM x ZIZ	0,506

3^η Μέτρηση

Και στη μέτρηση αυτή, οι τιμές SPAD της αμειψισποράς Β (54,51) ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές που καταγράφηκαν στην αμειψισπορά Α (49,87) και διέφεραν στατιστικώς σημαντικά. Ως προς τον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, ούτε εδώ οι μετρήσεις εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) των φυτών του σκληρού σιταριού (3η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

SPAD (3η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	49,87 β		
Αμειψισπορά Β	54,51 α		
LSD 5%	2,069		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	52,33 α		
halauxifen-methyl + florasulam	52,20 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	52,03 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	23,912	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	0,0334	Τιμή p ZIZ	0,967
F AM x ZIZ	0,291	Τιμή p AM x ZIZ	0,752

3.1.4 Νωπό Βάρος

1^η Μέτρηση

Ως προς τη μέτρηση του νωπού βάρους της καλλιέργειας, στατιστικώς σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μόνο ανάμεσα στα συστήματα αμειψισποράς. Το μεγαλύτερο νωπό βάρος κατέγραψαν τα φυτά σκληρού σιταριού που εντάσσονταν στο Β σύστημα αμειψισποράς (1291,03 Kg/στρέμμα), ενώ το μικρότερο τα φυτά του συστήματος Α (997,49 Kg/στρέμμα). Μεταξύ των τιμών που μετρήθηκαν για τις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα αλλά και για τον μάρτυρα, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.10. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο νωπό βάρος των φυτών του σκληρού σιταριού (1η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Νωπό Βάρος (Kg/στρέμμα) (1η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	997,49 β		
Αμειψισπορά Β	1291,03 α		
LSD 5%	168,472		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	1102,58 α		
halauxifen-methyl + florasulam	1201,48 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	1128,72 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	14,412	Τιμή p ΑΜ	0,003
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,586	Τιμή p ΖΙΖ	0,572
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,19	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,829

2^η Μέτρηση

Και στη δεύτερη μέτρηση οι μεγαλύτερες τιμές νωπού βάρους καταγράφηκαν στο σύστημα αμειψισποράς που περιλάμβανε ανοιζιάτικες καλλιέργειες (2247,6 Kg/στρέμμα), διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το σύστημα τριετούς μονοκαλλιέργειας με σκληρό σιτάρι, του οποίου οι τιμές νωπού βάρους ήταν οι μικρότερες (1408,03 Kg/στρέμμα). Όσον αφορά τον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν οι δραστικές ουσίες halauxifen-methyl + florasulam και το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D κατέγραψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για το νωπό βάρος των φυτών σκληρού σιταριού συγκριτικά με τον αμεταχείριστο μάρτυρα. Γενικώς, η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στις επεμβάσεις που έγιναν με halauxifen-methyl + florasulam μαζί με 2,4-D (2036,59 Kg/στρέμμα) και η μικρότερη στον μάρτυρα (1504,2 Kg/στρέμμα), με την ποσοστιαία τους διαφορά να κυμαίνεται περίπου στο 26% (Πίνακας 3.11).

Πίνακας 3.11. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο νωπό βάρος των φυτών του σκληρού σιταριού (2η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Νωπό Βάρος (Kg/στρέμμα) (2η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α		1408,03 β	
Αμειψισπορά Β		2247,6 α	
LSD 5%		228,71	
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας		1504,2 β	
halauxifen-methyl + florasulam		1942,65 α	
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D		2036,59 α	
LSD 5%		280,111	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	63,971	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	9,771	Τιμή p ΖΙΖ	0,003
F ΑΜ x ΖΙΖ	2,621	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,114

3^η Μέτρηση

Αντίστοιχα και στην τρίτη μέτρηση, το μεγαλύτερο νωπό βάρος διαπιστώθηκε στα φυτά σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του συστήματος φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι (2624,79 Kg/στρέμμα), το οποίο διέφερε στατιστικά σημαντικά από το νωπό βάρος που καταγράφηκε στο σύστημα σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (1871,98 Kg/στρέμμα). Επίσης, στατιστικώς σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των δύο επεμβάσεων με τα ζιζανιοκτόνα και του μάρτυρα, με τη μεγαλύτερη τιμή να μετριέται στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το halauxifen-methyl + florasulam (2510,56 Kg/στρέμμα) και η μικρότερη στον μάρτυρα (1732,43 Kg/στρέμμα). Η ποσοστιαία διαφορά των τιμών μεταξύ αυτών των δύο επεμβάσεων ήταν περίπου στο 31% (Πίνακας 3.12).

Πίνακας 3.12. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο νωπό βάρος των φυτών του σκληρού σιταριού (3η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Νωπό Βάρος (Kg/στρέμμα) (3η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	1871,98 β		
Αμειψισπορά Β	2624,79 α		
LSD 5%	197,959		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	1732,43 β		
halauxifen-methyl + florasulam	2510,56 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	2502,17 α		
LSD 5%	242,449		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	68,652	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	32,252	Τιμή p ΖΙΖ	<0,001
F ΑΜ x ΖΙΖ	1,271	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,316

3.1.5 Ξηρό Βάρος

1^η Μέτρηση

Όσον αφορά το ξηρό βάρος των φυτών σκληρού σιταριού, στην πρώτη μέτρηση στατιστικώς σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς, με το σύστημα Β να καταγράφει τη μεγαλύτερη τιμή (256,88 Kg/στρέμμα) και το σύστημα Α τη μικρότερη (212,1 Kg/στρέμμα). Μεταξύ των δύο επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα, αλλά και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν αναδείχθηκαν σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.13. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος των φυτών του σκληρού σιταριού (1η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ξηρό Βάρος (Kg/στρέμμα) (1η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	212,10 β		
Αμειψισπορά Β	265,88 α		
LSD 5%	41,037		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	224,86 α		
halauxifen-methyl + florasulam	258,80 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	233,31 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	8,153	Τιμή p ΑΜ	0,014
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	1,174	Τιμή p ΖΙΖ	0,342
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,0105	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,99

2^η Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση του ξηρού βάρους στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν τόσο στον παράγοντα του συστήματος αμειψισποράς όσο και στον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων. Πιο συγκεκριμένα, οι μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους καταγράφηκαν στο σύστημα εναλλαγής με τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες (488,9 Kg/στρέμμα). Οι δύο επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, ωστόσο και οι δύο κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον μάρτυρα όπου δεν καταπολεμήθηκαν τα ζιζάνια. Η επέμβαση με το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D κατέγραψε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (457,76 Kg/στρέμμα), ενώ η επέμβαση του μάρτυρα το μικρότερο ξηρό βάρος (339,9 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος των φυτών σκληρού σιταριού (2η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ξηρό Βάρος (Kg/στρέμμα) (2η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	339,84 β		
Αμειψισπορά Β	488,9 α		
LSD 5%	78,49		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	339,9 β		
halauxifen-methyl + florasulam	445,44 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	457,76 α		
LSD 5%	96,131		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	17,122	Τιμή p ΑΜ	0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	4,312	Τιμή p ΖΙΖ	0,039
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,991	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,399

3^η Μέτρηση

Σχετικά με την τελευταία μέτρηση του ξηρού βάρους, και στην περίπτωση αυτή καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς, όσο και μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα. Τα φυτά σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του συστήματος φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι κατέγραψαν το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (683,02 Kg/στρέμμα), ενώ τα φυτά του άλλου συστήματος το μικρότερο (490,07 Kg/στρέμμα). Όσον αφορά τις δύο επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα, δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, με τη μεγαλύτερη τιμή να μετριέται στα τεμάχια στα οποία πραγματοποιήθηκε επέμβαση με τις δραστικές ουσίες halauxifen-methyl + florasulam (663,27 Kg/στρέμμα). Τα τεμάχια του μάρτυρα κατέγραψαν ξηρό βάρος κατά 32,8% μικρότερο από τα τεμάχια με halauxifen-methyl + florasulam (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος των φυτών του σκληρού σιταριού (3η μέτρηση). Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ξηρό Βάρος (Kg/στρέμμα) (3η μέτρηση)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	490,07 β		
Αμειψισπορά Β	683,02 α		
LSD 5%	85,438		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	445,71 β		
halauxifen-methyl + florasulam	663,27 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	650,66 α		
LSD 5%	104,639		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	24,211	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	12,933	Τιμή p ΖΙΖ	0,001
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,498	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,62

3.1.6 Μήκος Στάχων

Αναφορικά με το μήκος των στάχων των φυτών σκληρού σιταριού και εδώ οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στο Β σύστημα αμειψισποράς (6,47 cm), διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τα μήκη στάχων που κατέγραψε το Α σύστημα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την παράμετρο αυτή δεν εντοπίστηκαν ούτε μεταξύ των επεμβάσεων με τα ζιζανιοκτόνα αλλά ούτε και με τον μάρτυρα (Πίνακας 3.16).

Πίνακας 3.16. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο μήκος των στάχων των φυτών του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μήκος Στάχων (cm)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	6,06 β		
Αμειψισπορά Β	6,47 α		
LSD 5%	0,302		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	6,27 α		
halauxifen-methyl + florasulam	6,3 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	6,23 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	8,398	Τιμή p ΑΜ	0,013
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,0708	Τιμή p ΖΙΖ	0,932
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,348	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,713

3.1.7 Απόδοση σε Σπόρο

Ως προς την απόδοση που καταγράφηκε, οι μεγαλύτερες τιμές αυτής εντοπίστηκαν στον αγρό όπου είχε προηγηθεί καλλιέργεια φασολιού και αραβόσιτου (289,44 Kg/στρέμμα). Το σύστημα τριετούς καλλιέργειας με σκληρό σιτάρι κατέγραψε τη μικρότερη τιμή, διαφέροντας σε ποσοστό 42,7 % από το άλλο σύστημα. Στατιστικά σημαντικά διέφεραν και τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν οι δραστικές ουσίες με τα τεμάχια του μάρτυρα (144,07 Kg/στρέμμα). Συγκεκριμένα, τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν το halauxifen-methyl + florasulam κατέγραψαν μέση απόδοση 263,46 Kg/στρέμμα και στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D η μέση απόδοση μετρήθηκε 275,16

Kg/στρέμμα. Η μεγαλύτερη απόδοση στα τεμάχια που εφαρμόστηκε το μίγμα των δραστικών ήταν κατά 47,6% μεγαλύτερη από την απόδοση στα τεμάχια του μάρτυρα (Πίνακας 3.17).

Πίνακας 3.17. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στην απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Απόδοση (Kg/στρέμμα)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α		165,68 β	
Αμειψισπορά Β		289,44 α	
LSD 5%		44,249	
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας		144,07 β	
halauxifen-methyl + florasulam		263,46 α	
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D		275,16 α	
LSD 5%		54,194	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	37,134	Τιμή p ΑΜ	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	17,011	Τιμή p ΖΙΖ	<0,001
F ΑΜ x ΖΙΖ	3,28	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,073

3.1.8 Βάρος 1000 Σπόρων

Αναφορικά με το βάρος 1000 σπόρων, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ούτε μεταξύ των συστημάτων αμειψισποράς, ούτε μεταξύ των επεμβάσεων της χημικής καταπολέμησης και με τον μάρτυρα (Πίνακας 3.18).

Πίνακας 3.18. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο βάρος 1000 σπόρων του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Βάρος 1000 Σπόρων (g)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	53,88 α		
Αμειψισπορά Β	55,11 α		
LSD 5%	-		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	55,65 α		
halauxifen-methyl + florasulam	54,53 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	53,30 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	1,968	Τιμή p ΑΜ	0,186
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	2,383	Τιμή p ΖΙΖ	0,134
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,0609	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,941

3.1.9 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Πρωτεΐνη

Για το ποσοστό της πρωτεΐνης στους σπόρους του σκληρού σιταριού, δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα δύο συστήματα αμειψισποράς. Αντίστοιχα και στον παράγοντα με τα ζιζανιοκτόνα, ούτε εκεί οι μετρήσεις διέφεραν σημαντικά (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.19. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ποσοστό της πρωτεΐνης των σπόρων του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Πρωτεΐνη (%)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	12,53 α		
Αμειψισπορά Β	11,85 α		
LSD 5%	-		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	12,47 α		
halauxifen-methyl + florasulam	11,91 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	12,2 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	1,531	Τιμή p ΑΜ	0,24
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,346	Τιμή p ΖΙΖ	0,714
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,161	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,853

Ξηρή Γλουτένη

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της ξηρής γλουτένης, ούτε εδώ εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συστήματος Α και Β εναλλαγής καλλιεργειών, αλλά ούτε και στον παράγοντα με τα ζιζανιοκτόνα (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.20. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ποσοστό της ξηρής γλουτένης των σπόρων του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ξηρή Γλουτένη (%)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	10,62 α		
Αμειψισπορά Β	9,43 α		
LSD 5%	-		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	9,92 α		
halauxifen-methyl + florasulam	9,99 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	10,16 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	4,708	Τιμή p ΑΜ	0,051
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,105	Τιμή p ΖΙΖ	0,901
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,283	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,759

Υγρή Γλουτένη

Για το ποσοστό της υγρής γλουτένης δεν καταγράφηκαν διαφορές σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ούτε στον παράγοντα του συστήματος αμειψισποράς αλλά ούτε και σε αυτόν των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.21).

Πίνακας 3.21 Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ποσοστό της υγρής γλουτένης των σπόρων του σκληρού σιταριού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Υγρή Γλουτένη (%)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	28,23 α		
Αμειψισπορά Β	26,19 α		
LSD 5%	-		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	27,16 α		
halauxifen-methyl + florasulam	27,12 α		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	27,34 α		
LSD 5%	-		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	1,92	Τιμή p ΑΜ	0,191
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	0,00869	Τιμή p ΖΙΖ	0,991
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,0865	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,918

3.2 Ζιζάνια

3.2.1 Πυκνότητα Ζιζανίων

Κουφάγκαθο

Αναφορικά με την πυκνότητα των φυτών του ζιζανίου κουφάγκαθο, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των δύο συστημάτων εναλλαγής των καλλιεργειών, αλλά και μεταξύ των επεμβάσεων με ζιζανιοκτόνα και του μάρτυρα, χωρίς όμως να καταγράφεται κάποια αλληλεπίδραση ανάμεσα στους δύο παράγοντες. Μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς, ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών κουφάγκαθου εντοπίστηκε στο σύστημα σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (11,17 φυτά ανά m²), διαφέροντας σημαντικά σε στατιστικό επίπεδο με το σύστημα φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι (7,67 φυτά ανά m²). Μεταξύ των επεμβάσεων με τις δραστικές ουσίες, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, δηλαδή λιγότερα φυτά του ζιζανίου, καταγράφηκαν στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το μίγμα

halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D (3,25 φυτά ανά m²). Η επέμβαση αυτή διέφερε τόσο με την επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam όσο και με τα τεμάχια του μάρτυρα στα οποία εντοπίστηκε η μεγαλύτερη πυκνότητα του ζιζανίου (16 φυτά ανά m²) (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των φυτών κουφάγκαθου στον πειραματικό αγρό. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Αριθμός Φυτών Κουφάγκαθο (no/m ²)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	11,17 α		
Αμειψισπορά Β	7,67 β		
LSD 5%	3,407		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	16,00 α		
halauxifen-methyl + florasulam	9,00 β		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	3,25 γ		
LSD 5%	4,172		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	5,011	Τιμή p ΑΜ	0,045
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	22,239	Τιμή p ΖΙΖ	<0,001
F ΑΜ x ΖΙΖ	0,716	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,508

Μυρώνι

Για την πυκνότητα του μυρωνιού, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων σύστημα αμειψισποράς και ζιζανιοκτόνων. Τα περισσότερα φυτά μυρωνιού καταγράφηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα του Α συστήματος αμειψισποράς (24 φυτά ανά m²), ενώ τα λιγότερα φυτά στα τεμάχια του Β συστήματος (0 φυτά ανά m²). Οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα αλλά και ο μάρτυρας δεν κατέγραψαν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές εντός του Β συστήματος αμειψισποράς.

Ωστόσο, στο Α σύστημα το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D ήταν πιο αποτελεσματικό, καθώς διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο με τον μάρτυρα όσο και με το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam (Πίνακας 3.23).

Πίνακας 3.23. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των φυτών μυρωνιού στον πειραματικό αγρό. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Αριθμός φυτών Μυρωνιού (no/m²)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	24,0 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	18,5 α	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	8,0 β	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 γ	
LSD 5%		7,116	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	79,695	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	6,195	Τιμή p ZIZ	0,014
F AM x ZIZ	6,195	Τιμή p AM x ZIZ	0,014

Άγριο Σινάπι

Αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων παρατηρήθηκε και στον αριθμό των φυτών του άγριου σιναπιού. Η μεγαλύτερη πυκνότητα άγριου σιναπιού εντοπίστηκε στα τεμάχια που ανήκαν στους μάρτυρες των δύο συστημάτων αμειψισποράς. Παρόλα αυτά, τα περισσότερα φυτά άγριου σιναπιού καταγράφηκαν στον μάρτυρα της αμειψισποράς Α (9 φυτά ανά m²), ο οποίος διέφερε στατιστικά σημαντικά με τον μάρτυρα της αμειψισποράς Β (4,5 φυτά ανά m²). Οι μικρότερες πυκνότητες ζιζανίων παρατηρήθηκαν στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα

και στα δύο συστήματα αμειψισποράς, χωρίς να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.24. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των φυτών άγριου σιναπιού στον πειραματικό αγρό. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Αριθμός φυτών Άγριου σιναπιού (no/m²)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	9,0 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	1,0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 γ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	4,5 β	
	halauxifen-methyl + florasulam	1,0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 γ	
LSD 5%		2,813	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	4,050	Τιμή p AM	0,067
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	31,850	Τιμή p ZIZ	<0,001
F AM x ZIZ	4,050	Τιμή p AM x ZIZ	0,045

Άλλα Ζιζάνια

Όσον αφορά την πυκνότητα των άλλων ζιζανίων στον πειραματικό αγρό και εδώ καταγράφηκε αλληλεπίδραση μεταξύ του παράγοντα σύστημα αμειψισποράς και του παράγοντα ζιζανιοκτόνα. Τα λιγότερα φυτά παρατηρήθηκαν στα τεμάχια που έγιναν οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα και στα δύο συστήματα εναλλαγής καλλιεργειών που εφαρμόστηκαν χωρίς να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Τα περισσότερα ζιζάνια εντοπίστηκαν στον μάρτυρα του Α συστήματος αμειψισποράς (14,5 φυτά ανά m²), ακολουθούμενος από τον μάρτυρα του Β συστήματος (5,5 φυτά

ανά m²). Οι μάρτυρες στα δύο συστήματα αμειψισποράς διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.25).

Πίνακας 3.25. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον αριθμό των φυτών άλλων ζιζανίων στον πειραματικό αγρό. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Αριθμός φυτών Άλλων ζιζανίων (no/m²)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	14,5 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	1,5 βγ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	5,5 β	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 γ	
LSD 5%		4,312	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	9,383	Τιμή p AM	0,010
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	31,681	Τιμή p ZIZ	<0,001
F AM x ZIZ	5,936	Τιμή p AM x ZIZ	0,016

Συνολικός Αριθμός Ζιζανίων

Ως προς τον συνολικό αριθμό των ζιζανίων καταγράφηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων σύστημα αμειψισποράς και ζιζανιοκτόνα. Η μικρότερη συνολικά πυκνότητα ζιζανίων καταγράφηκε στο σύστημα εναλλαγής με ανοιξιάτικες καλλιέργειες στα τεμάχια που έγιναν οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα. Για το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam και το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στο Β σύστημα αμειψισποράς. Στα τεμάχια του μάρτυρα στην αμειψισπορά Β εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικά λιγότερα σε αριθμό ζιζάνια (23 φυτά ανά m²),

τόσο σε σχέση με τον μάρτυρα του συστήματος Α (66,5 φυτά ανά m²) αλλά όσο και με την επέμβαση με halauxifen-methyl + florasulam στο Α σύστημα αμειψισποράς (30 φυτά ανά m²). Στο σύστημα τριετούς καλλιέργειας σκληρού σιταριού, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι των ζιζανίων εμφάνισε το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D, καθώς στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε η πυκνότητα των ζιζανίων ήταν 13,5 φυτά ανά m². Η επέμβαση αυτή διέφερε στατιστικά σημαντικά τόσο με τον μάρτυρα όσο και με την άλλη επέμβαση με ζιζανιοκτόνο στο ίδιο σύστημα. Η μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων (στον μάρτυρα του Α συστήματος αμειψισποράς) με τη μικρότερη (στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το μίγμα ζιζανιοκτόνων στο Β σύστημα) διέφεραν ποσοστιαία μεταξύ τους κατά 96,2% (Πίνακας 3.26).

Πίνακας 3.26. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στον συνολικό αριθμό των φυτών ζιζανίων στον πειραματικό αγρό. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Συνολικός Αριθμός φυτών ζιζανίων (no/m ²)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	66,5 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	30,0 β	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	13,5 γ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	23,0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam	8,5 δ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	2,5 δ	
LSD 5%		9,885	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	93,538	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	68,903	Τιμή p ZIZ	<0,001
F AM x ZIZ	13,364	Τιμή p AM x ZIZ	<0,001

3.2.2 Ξηρό Βάρος Ζιζανίων

Κουφάγκαθο

Ως προς τις μετρήσεις του ξηρού βάρους για το ζιζάνιο κουφάγκαθο, αλληλεπίδραση καταγράφηκε μεταξύ του παράγοντα σύστημα αμειψισποράς και του παράγοντα ζιζανιοκτόνα. Οι μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους για το συγκεκριμένο ζιζάνιο καταγράφηκαν στα τεμάχια από τους μάρτυρες, τόσο στο Α σύστημα αμειψισποράς (183,43 Kg/στρέμμα) όσο και στο Β (114,83 Kg/στρέμμα). Οι δύο μάρτυρες μεταξύ τους διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα κατέγραψαν τις χαμηλότερες τιμές ξηρού βάρους χωρίς να διαφέρουν στατιστικά σε σημαντικό βαθμό μεταξύ τους, με τα μικρότερα ξηρά βάρη να εντοπίζονται στα τεμάχια όπου έγινε εφαρμογή με το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D και στα δύο συστήματα αμειψισποράς (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.27. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος του κουφάγκαθου. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Ξηρό Βάρος Κουφάγκαθου (Kg/στρέμμα)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	182,43 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	35,41 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	10,45 γ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	114,83 β	
	halauxifen-methyl + florasulam	31,66 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	13,67 γ	
LSD 5%		35,383	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	5,866	Τιμή p AM	0,032
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	81,803	Τιμή p ZIZ	<0,001
F AM x ZIZ	5,775	Τιμή p AM x ZIZ	0,017

Μυρώνι

Και στην περίπτωση του ξηρού βάρους του μυρωνιού, καταγράφηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων, συστήματος αμειψισποράς και ζιζανιοκτόνων. Οι τιμές του ξηρού βάρους του ζιζανίου στο Β σύστημα αμειψισποράς ήταν μηδενικές καθώς το συγκεκριμένο ζιζάνιο δεν εντοπίστηκε καθόλου στον αγρό που έγινε εναλλαγή με ανοιξιάτικες καλλιέργειες (όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.23). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος μυρωνιού μετρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα του συστήματος με την τριετή καλλιέργεια σκληρού σιταριού (35,31 Kg/στρέμμα). Το ξηρό βάρος του ζιζανίου στα τεμάχια όπου έγινε η επέμβαση με τις δραστικές ουσίες halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στην αμειψισπορά Α (5,01 Kg/στρέμμα) δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά με καμία από τις επεμβάσεις της αμειψισποράς Β (0 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.28)

Πίνακας 3.28. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος του μυρωνιού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Ξηρό Βάρος Μυρωνιού (Kg/στρέμμα)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	35,31 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	19,77 β	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	5,01 γ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 γ	
LSD 5%		10,867	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	48,388	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	9,230	Τιμή p ZIZ	0,004
F AM x ZIZ	9,230	Τιμή p AM x ZIZ	0,004

Άγριο Σινάπι

Για το ξηρό βάρος του ζιζανίου άγριο σινάπι δεν καταγράφηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που μελετήθηκαν. Μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς δεν καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Ως προς τον παράγοντα των ζιζανιοκτόνων, μηδενική τιμή ξηρού βάρους καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το μίγμα των δραστικών ουσιών, χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το ξηρό βάρος που καταγράφηκε στα τεμάχια όπου έγινε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam (11,27 Kg/στρέμμα). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος για το άγριο σινάπι μετρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα (59,62 Kg/στρέμμα), το οποίο και διέφερε σε σημαντικό βαθμό στατιστικά από τις δύο επεμβάσεις με τα σκευάσματα (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.29. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος του άγριου σιναπιού. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Για τον κάθε παράγοντα μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Ξηρό Βάρος Σινάπι (Kg/στρέμμα)			
Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς			
Αμειψισπορά Α	32,27 α		
Αμειψισπορά Β	14,99 α		
LSD 5%	-		
Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα			
Μάρτυρας	59,62 α		
halauxifen-methyl + florasulam	11,27 β		
halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0 β		
LSD 5%	24,406		
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (ΑΜ)	3,572	Τιμή p ΑΜ	0,083
F ζιζανιοκτόνων (ΖΙΖ)	15,992	Τιμή p ΖΙΖ	<0,001
F ΑΜ x ΖΙΖ	1,802	Τιμή p ΑΜ x ΖΙΖ	0,207

Άλλα Ζιζάνια

Αναφορικά με το ξηρό βάρος των υπολοίπων ζιζανίων που ήταν παρόντα στον πειραματικό αγρό, εντοπίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων που αφορούν το σύστημα της αμειψισποράς και τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος μετρήθηκε για τα ζιζάνια που ανήκαν σε τεμάχια του μάρτυρα στο Α σύστημα αμειψισποράς (2,98 Kg/στρέμμα). Τόσο οι επεμβάσεις με ζιζανιοκτόνα στο σύστημα Α, αλλά και όλα τα τεμάχια που ανήκαν στην αμειψισπορά Β (μάρτυρας και ζιζανιοκτόνα) κατέγραψαν σχεδόν μηδενικές τιμές για το ξηρό βάρος των υπολοίπων ζιζανίων και διέφεραν στατιστικά σημαντικά με τα τεμάχια του μάρτυρα της αμειψισποράς Α (Πίνακας 3.30).

Πίνακας 3.30. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο ξηρό βάρος των άλλων ζιζανίων. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Ξηρό Βάρος Άλλων ζιζανίων (Kg/στρέμμα)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	2,98 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 β	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0,09 β	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	0,6 β	
	halauxifen-methyl + florasulam	0 β	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	0,03 β	
LSD 5%		1,277	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	5,767	Τιμή p AM	0,033
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	12,045	Τιμή p ZIZ	0,001
F AM x ZIZ	5,335	Τιμή p AM x ZIZ	0,022

Συνολικό Ξηρό Βάρος Ζιζανίων

Όσον αφορά το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων του πειραματικού αγρού, οι μικρότερες τιμές ξηρού βάρους ζιζανίων εντοπίστηκαν στα τεμάχια όπου είχε γίνει

εφαρμογή με το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D, τόσο στο σύστημα σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (15,6 Kg/στρέμμα), όσο και στο σύστημα φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (13,7 Kg/στρέμμα). Οι τιμές αυτές διέφεραν στατιστικώς σημαντικά με τις τιμές ξηρού βάρους που καταγράφηκαν για τα ζιζάνια που προέρχονταν από τους μάρτυρες, όπου ήταν και οι μεγαλύτερες. Η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους που καταγράφηκε στον μάρτυρα της αμειψισποράς Α (300,9 Kg/στρέμμα) διέφερε με τη μικρότερη τιμή που ανήκε σε τεμάχιο όπου είχε εφαρμοστεί το μίγμα ζιζανιοκτόνων στην αμειψισπορά Β (13,7 Kg/στρέμμα) κατά 95%. Στατιστικά σημαντικά μικρότερα ήταν και τα ξηρά βάρη των τεμαχίων που έγινε εφαρμογή με halauxifen-methyl + florasulam συγκριτικά με τους μάρτυρες (Πίνακας 3.31).

Πίνακας 3.31. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι (Α) και φασόλι-αραβόσιτος-σιτάρι (Β) και των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων halauxifen-methyl + florasulam και halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων. Αναγράφονται οι τιμές της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς. Μέσες τιμές των επεμβάσεων που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Παράγοντας Σύστημα Αμειψισποράς	Παράγοντας Ζιζανιοκτόνα	Συνολικό Ξηρό Βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)	
Αμειψισπορά Α	Μάρτυρας	300,9 α	
	halauxifen-methyl + florasulam	71,9 γ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	15,6 δ	
Αμειψισπορά Β	Μάρτυρας	154,5 β	
	halauxifen-methyl + florasulam	37,5 γδ	
	halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D	13,7 δ	
LSD 5%		46,95	
Ανάλυση διασποράς			
F αμειψισποράς (AM)	23,912	Τιμή p AM	<0,001
F ζιζανιοκτόνων (ZIZ)	110,463	Τιμή p ZIZ	<0,001
F AM x ZIZ	12,369	Τιμή p AM x ZIZ	0,001

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Συζήτηση- Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και της χημικής καταπολέμησης στην ζιζανιοχλωρίδα

Βάσει των αποτελεσμάτων του πειράματος, η μικρότερη συνολική πυκνότητα αλλά και βιομάζα των ζιζανίων καταγράφηκε στο σύστημα αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι (B σύστημα) συγκριτικά με το σύστημα τριετούς μονοκαλλιέργειας σκληρού σιταριού (A σύστημα). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, όσον αφορά τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων και το συνολικό ξηρό βάρος τους, κατέγραψε την ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ του παράγοντα σύστημα αμειψισποράς και του παράγοντα ζιζανιοκτόνα με τις μεγαλύτερες τιμές να εντοπίζονται στον μάρτυρα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν και ως προς τις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς. Οι ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ του μάρτυρα του συστήματος A και του μάρτυρα του συστήματος B όσον αφορά την συνολική πυκνότητα και ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν 65,4% και 48,6%, αντίστοιχα. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξε και ο Woźniak (2020), σε έρευνα του οποίου μελετήθηκε η επίδραση τριετούς συνεχούς μονοκαλλιέργειας σκληρού σιταριού και τριετούς συστήματος αμειψισποράς φασόλι-σιτάρι-σκληρό σιτάρι ως προς την ζιζανιοχλωρίδα. Βρέθηκε, λοιπόν, ότι τόσο ο συνολικός αριθμός όσο και το ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερα στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί η μονοκαλλιέργεια (Woźniak, 2020). Σε άλλη έρευνα του ίδιου, βρέθηκε ότι η πυκνότητα και το ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερα κατά 57,1% και 59,3%, αντίστοιχα, σε σύστημα που εφαρμόστηκε μονοκαλλιέργεια σιταριού συγκριτικά με σύστημα αμειψισποράς που περιλάμβανε την καλλιέργεια ψυχανθούς (Woźniak, 2019).

Όσον αφορά τα τρία κύρια ζιζάνια του πειράματος ξεχωριστά, το κουφάγκαθο (*Silybum marianum*), το μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*) και το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*), η πυκνότητα τους ήταν στατιστικώς σημαντικά μικρότερη στο B σύστημα αμειψισποράς συγκριτικά με το σύστημα A (Εικόνες 4.1 και 4.2). Συγκεκριμένα, η ύπαρξη του μυρωνιού στο σύστημα εναλλαγής με ανοιξιάτικες καλλιέργειες ήταν μηδενική τόσο στον μάρτυρα όσο και στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα. Ομοίως, στην μελέτη του Woźniak (2020) καταγράφηκε μεγαλύτερη πυκνότητα για αρκετά είδη ζιζανίων στην τριετή καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Ορισμένα από αυτά τα ζιζάνια ήταν η ανθεμίδα (*Anthemis arvensis* L.), η στελλάρια

(*Stellaria media* L.), το δωδεκάνθι (*Lamium amplexicaule* L.), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.), η κολλητσίδα (*Galium aparine* L.) κ.ά. (Woźniak, 2020).



Εικόνα 4.1. Πυκνότητα ζιζανίων σε τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το σύστημα αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι στις 08/12/2022 (28 ΗΜΣ).



Εικόνα 4.2. Πυκνότητα ζιζανίων σε τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε τριετής μονοκαλλιέργεια σκληρού σιταριού στις 08/12/2022 (28 ΗΜΣ).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των δύο ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν, το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam σε συνδυασμό με το 2,4-D παρουσίασε τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι των τριών ειδών ζιζανίων (79,6% για το κουφάγκαθο και 100% για το μυρώνι και το άγριο σινάπι, Εικόνες 4.3 έως 4.6). Σε πειράματα από τους Sparangis et al. (2023), βρέθηκε ότι το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam καταπολέμησε αποτελεσματικά το ζιζάνιο μικρόκαρπη κολλητσίδα (*Galium spurium* L.) με το ποσοστό της αποτελεσματικότητας να κυμαίνεται από 89 έως 97%. Σε άλλα πειράματα από τους Morderer et al. (2018), καταγράφηκε καλύτερη αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam όταν αυτό ήταν σε μίγμα μαζί με τις δραστικές ουσίες clorpyralid ή tribenuron-methyl έναντι του ζιζανίου πολυετές κίρσιο (*Cirsium arvense*). Η αποτελεσματικότητα των μιγμάτων κυμάνθηκε από 77,5% έως 93,9% και από 76,3% έως 90,7% για το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με tribenuron-methyl και με clorpyralid, αντίστοιχα (Morderer et al., 2018).



Εικόνα 4.3. Πυκνότητα ζιζανίων σε τεμάχιο που εφαρμόστηκε το μίγμα halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D στις 22/03/2023 (8 ημέρες μετά τον ψεκασμό).



Εικόνα 4.4. Πυκνότητα ζιζανίων σε τεμάχιο του μάρτυρα στις 22/03/2023 (14 ημέρες μετά τον ψεκασμό).



Εικόνα 4.5 Συμπτώματα τοξικότητας από την δράση του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D σε φυτά κουφάγκαθου στις 22/03/2023 (αριστερά) και στις 07/04/2023 (δεξιά).



Εικόνα 4.6. Συμπτώματα τοξικότητας από την δράση του ζιζανιοκτόνου halauxifen-methyl + florasulam με 2,4-D σε φυτό μυρωνιού (αριστερά) και φυτό άγριου σιναπιού (δεξιά) στις 22/03/2023.

4.2 Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς και της χημικής καταπολέμησης στην ανάπτυξη του σκληρού σιταριού

Όσον αφορά τα αποτελέσματα από τις διάφορες παραμέτρους ανάπτυξης του σκληρού σιταριού, η επίδραση του συστήματος αμειψισποράς ήταν αρκετά σημαντική για τις περισσότερες από αυτές. Συγκεκριμένα, το ύψος των φυτών, ο αριθμός των αδελφιών, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, το νωπό και το ξηρό βάρος, το μήκος των στάχων αλλά και η απόδοση σε σπόρο κατέγραψαν τιμές μεγαλύτερες στο σύστημα αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι σε σχέση με το σύστημα σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι-σκληρό σιτάρι. Αντίστοιχα, η επίδραση των ζιζανιοκτόνων ήταν αρκετά σημαντική σε παραμέτρους όπως το ύψος του σιταριού, το νωπό και το ξηρό βάρος αλλά και η απόδοση σε σπόρο με τα δύο ζιζανιοκτόνα να καταγράφουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα τεμάχια του μάρτυρα. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού όπως η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και σε υγρή και ξηρή γλουτένη αλλά και το βάρος των 1000 σπόρων δεν

επηρεάστηκαν ούτε από το σύστημα αμειψισποράς αλλά ούτε και από την χρήση των ζιζανιοκτόνων. Στην έρευνα από τους Sparangis et al. (2023), οι μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους αλλά και άλλων παραγόντων ανάπτυξης του σκληρού σιταριού καταγράφηκαν στις επεμβάσεις όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο halauxifen-methyl + florasulam σε σύγκριση με άλλα ζιζανιοκτόμα.

Η μεγαλύτερη απόδοση καταγράφηκε στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το B σύστημα αμειψισποράς (289,4 kg/στρέμμα), όντας κατά 42,7% μεγαλύτερη από την απόδοση που καταγράφηκε στο σύστημα μονοκαλλιέργειας λόγω της μικρότερης πυκνότητας και βιομάζας των ζιζανίων. Οι αποδόσεις, αντίστοιχα, που καταγράφηκαν στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν τα δύο ζιζανιοκτόνα διέφεραν με την απόδοση στον μάρτυρα από 45,3% έως 47,6%. Σε πειράματα από τους Woźniak et al. (2021), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση τριετών αμειψισπορών και μονοκαλλιέργειας σιτηρών στην ανάπτυξη και την απόδοση σκληρού σιταριού, βρέθηκε ότι μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο κατέγραψαν τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε τριετές σύστημα αμειψισποράς που περιλάμβανε το μπιζέλι (351 Kg/στρέμμα), ενώ η μικρότερη απόδοση καταγράφηκε στο σύστημα μονοκαλλιέργειας (233 Kg/στρέμμα). Οι Sparangis et al. (2023), όπως και προηγουμένως, στα πειράματα τους βρήκαν ότι στην περιοχή του Δομοκού αλλά και στην περιοχή του Βελεστίου οι μεγαλύτερες αποδόσεις σκληρού σιταριού (>350 Kg/στρέμμα και 456,4 Kg/στρέμμα, αντίστοιχα) καταγράφηκαν στα τεμάχια όπου πραγματοποιήθηκε η επέμβαση με halauxifen-methyl + florasulam λόγω της αποτελεσματικής καταπολέμησης της μικρόκαρπης κολλητσίδας.

4.3 Συμπεράσματα

Βάσει των αποτελεσμάτων του πειράματος, τόσο το σύστημα της αμειψισποράς όσο και η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων επηρέασαν σε σημαντικό βαθμό τη ζιζανιοχλωρίδα αλλά και την απόδοση του σκληρού σιταριού. Επομένως, μπορούμε να εξάγουμε ορισμένα συμπεράσματα τα οποία συνοψίζονται ως εξής:

- ✓ Ο παράγοντας σύστημα αμειψισποράς είχε σημαντική επίδραση στην ζιζανιοχλωρίδα.
- ✓ Οι μεγαλύτερες τιμές της πυκνότητας και του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων καταγράφηκαν στο σύστημα τριετούς μονοκαλλιέργειας με

σκληρό σιτάρι, ενώ αντίστοιχα οι μικρότερες τιμές καταγράφηκαν στο σύστημα αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι.

- ✓ Το ζιζανιοκτόνο **halauxifen-methyl+florasulam σε συνδυασμό με το 2,4-D** παρουσίασε **τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα** έναντι των τριών κυρίαρχων ειδών ζιζανίων στον πειραματικό μας αγρό.
- ✓ Το σύστημα αμειψισποράς είχε σημαντική επίδραση στα περισσότερα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του σκληρού σιταριού, με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στο σύστημα εναλλαγής με ανοιξιάτικες καλλιέργειες.
- ✓ Η **μεγαλύτερη απόδοση** του σκληρού **σιταριού καταγράφηκε στο σύστημα αμειψισποράς φασόλι-αραβόσιτος-σκληρό σιτάρι** και η μικρότερη στο σύστημα μονοκαλλιέργειας.
- ✓ Οι χαμηλότερες τιμές απόδοσης και ξηρού βάρους για τα δύο συστήματα αμειψισποράς καταγράφηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα.
- ✓ Τα δύο ζιζανιοκτόνα δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς την ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού.
- ✓ Ούτε ο παράγοντας σύστημα αμειψισποράς αλλά ούτε ο παράγοντας ζιζανιοκτόνα είχαν επίδραση στα **ποιοτικά χαρακτηριστικά** του σπόρου και στο **βάρος 1000 σπόρων**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Βιβλιογραφία

Ξενόγλωση Βιβλιογραφία

- Andrew I. K. S., Storkey J. and Sparkes D. L., 2014. A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research*, 55: 239-248.
- Aoun M. and Boukid F., 2022. Novel quality features to expand durum wheat applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103: 4268-4274.
- Boivin A., Amellal S., Schiavon M. and Van Genuchten M. Th., 2005. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) sorption and degradation dynamics in three agricultural soils. *Environmental Pollution*, 138: 92-99.
- Bullock D. G., 1992. Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 11: 309-326.
- Ceglar A., Toreti A., Zampieri M. and Royo C., 2021. Global loss of climatically suitable areas for durum wheat growth in the future. *Environmental Research Letters*, 16: 104049.
- Clarke J. M., Clarke F. R. and Pozniak C. J., 2010. Forty-six years of genetic improvement in Canadian durum wheat cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, 90: 791-801.
- De Vita P., Colecchia S. A., Pecorella I. and Saia S., 2017. Reduced inter-row distance improves yield and competition against weeds in a semi-dwarf durum wheat variety. *European Journal of Agronomy*, 85: 69–77.
- DeBoer G. J., Thornburgh S. and Ehr R. J., 2006. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds. *Pest Management Science*, 62: 316-324.
- Dong B., Qian W. and Hu J., 2015. Dissipation kinetics and residues of florasulam and tribenuron-methyl in wheat ecosystem. *Chemosphere*, 120: 486-491.
- Durante M., Lenucci M. S., Rescio L., Mita G. and Caretto S., 2012. Durum wheat by-products as natural sources of valuable nutrients. *Phytochemistry Reviews*, 11: 255-262.

- Elias E.M., 1995. Durum wheat products. CIHEAM, p. 23-31. In: Di Fonzo N., Kaan F. and Nachit M., 1995. Durum wheat quality in the Mediterranean region, Zaragoza. CIHEAM (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22).
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. FAOSTAT database. <http://www.fao.org/faostat/> (Πρόσβαση στις 17 Μαρτίου 2023).
- Frankin S., Roychowdhury R., Nashef K., Abbo S., Bonfil D. J. and Ben-David R., 2021. In-field comparative study of landraces vs. modern wheat genotypes under a Mediterranean climate. *Plants*, 10:2612.
- Gana Y., Liang C., Wanga X. and McConkeya B., 2011. Lowering carbon footprint of durum wheat by diversifying cropping systems. *Field Crops Research*, 122: 199–206.
- Golding A. L. and Dong Z., 2010. Hydrogen production by nitrogenase as a potential crop rotation benefit. *Environmental Chemistry Letters*, 8: 101–121.
- Hasam H., Kaur S., Kaur H., Kaur N., Kaur T., Aulakh C. S. and Bhullar M. S., 2022. Weed management using tillage, seed rate and bed planting in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under an organic agriculture system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 68: 1959-1973.
- Jackson R., Ghosh D. and Paterson G., 2000. The soil degradation of the herbicide florasulam. *Pest Management Science*, 56: 1065-1072.
- Karkanis A., Angou A., Athanasiadou D., Giannoulis K. D., Askianaki R., Kousi N., Sarridis A., Souipas S. and Karamoutis, C., 2022. Using post-emergence herbicides in combination with the sowing date to suppress *Sinapis arvensis* and *Silybum marianum* in durum wheat. *Agronomy*, 12: 2583.
- Karkanis A., Bilalis D. and Efthimiadou A., 2011. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*, 34: 825–830.
- Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A., Gavalaki A. and Koustas N., 2014. Efficacy of post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in durum

- wheat (*Triticum durum* L.) in Central Greece. Bulletin UASVM Horticulture 71: 353-354.
- Knox R. E., Pozniak C. J., Clarke F. R., Clarke J. M., Houshmand S., and Singh A. K., 2009. Chromosomal location of the cadmium uptake gene (Cdu1) in durum wheat. Genome, 52: 741-747.
- Krieger M. S., Pillar F. and Ostrander J. A., 2000. Effect of temperature and moisture on the degradation and sorption of florasulam and 5-hydroxyflorasulam in soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4757-4766.
- Leoni F., Lazzaro M., Ruggeri M., Carlesi S., Meriggi P. and Moonen A. C., 2022. Relay intercropping can efficiently support weed management in cereal-based cropping systems when appropriate legume species are chosen. Agronomy of Sustainable Development, 42: 75.
- Li L., Niu Y., Ruan Y., DePauw R. M., Singh A. K. and Gan Y., 2018. Agronomic advancement in tillage, crop rotation, soil health, and genetic gain in durum wheat cultivation: A 17-Year Canadian Story. Agronomy, 8: 193.
- Li Z., Guan W., Hong H., Ye Y. and Ma Y., 2013. Determination and study on residue and dissipation of florasulam in wheat and soil under field conditions. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 90: 280-284.
- Liava V., Ntatsi G. and Karkanis A., 2023. Seed germination of three milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) populations of Greek origin: Temperature, duration, and storage conditions effects. Plants, 12: 1025.
- Liopa-Tsakalidi A., 2014. *Scandix pecten-veneris* L.: A wild green leafy vegetable. Australian Journal of Crop Science, 8: 103-108.
- Luzuriaga A. L., Escudero A. and Perez-Garcia F., 2006. Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). Weed Research, 46: 163–174.
- Martínez-Moreno F., Ammar K. and Solís I., 2022. Global changes in cultivated area and breeding activities of durum wheat from 1800 to date: A historical review. Agronomy, 12: 1135.

- Minnesota Department of Agriculture, 2016. Halauxifen-methyl. New Active Ingredient Review. Τα στοιχεία πάρθηκαν στις 28/08/2023 από τη διεύθυνση <https://www.mda.state.mn.us/sites/default/files/inline-files/nair-halauxifen.pdf>
- Morderer Y. Y., Sychuk A. M., Rodzevych O. P., Pavlenko V. V. and Sarbash O. M., 2018. Effectiveness of auxin-like herbicide halauxifen-methyl mixtures with other herbicides for canada thistle (*Cirsium arvense*) control in wheat crops. *Plant Physiology and Genetics*, 50: 508-516.
- Mukherjee S., Tripathi S., Mukherjee A. K., Bhattacharyya A. and Chakrabarti K., 2016. Persistence of the herbicides florasulam and halauxifen-methyl in alluvial and saline alluvial soils, and their effects on microbial indicators of soil quality. *European Journal of Soil Biology*, 73: 93-99.
- 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: 1013-1023.
- Peterson M. A., McMaster S. A., Riechers D. E., Skelton J. and Stahlman P. W., 2016. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. *Weed Technology*, 30: 303–345.
- Rasic S., Stefanic E. and Stefanic I., 2009. Plants for Bees: *Silybum marianum*. *Journal of Apicultural Research*, 48: 298–299.
- Sarkar A. and Fu B. X., 2022. Impact of quality improvement and milling innovations on durum wheat and end products. *Foods*, 11: 1796.
- Scavo A., Restuccia A., Bannò M. and Mauromicale G., 2022. Differentiated weed-suppressive ability of modern and old durum wheat cultivars after long-term cultivation under semi-arid climate. *Plants*, 11: 3368.
- Schmitzer P. R., Balko T. W., Daeuble J. F., Epp J. B., Satchivi N. M., Siddall T. L., Weimer M. R. and Yerkes C. N., 2015. Discovery and SAR of Halauxifen Methyl: A Novel Auxin Herbicide. *Discovery and Synthesis of Crop Protection Products*, 18: 247-260.
- Shah K. K., Modi B., Pandey H. P., Subedi A., Aryal G., Pandey M. and Shrestha J., 2021. Diversified crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Advances in Agriculture*, 2021: 8924087.

- Sharma N., Kumar A., Sharma B. C., Chand L., Sharma V. and Kumar M., 2020. Effects of sowing dates and weed management on productivity of irrigated wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 90: 104-107.
- Sheikhhasan M. R. V., Mirshekari B. and Farahvash F., 2012. Weed Control in Wheat Fields by Limited Dose of Post-Emergence Herbicides. World Applied Sciences Journal 16: 1243-1246.
- Sissons M., 2022. Durum Wheat Products—Recent Advances. Foods, 11: 3660.
- Song Y., 2014. Insight into the mode of action of 2,4- dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) as an herbicide. Journal of Integrative Plant Biology, 56: 106–113.
- 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: 1087.
- Ventrella D., Giglio L., Charfeddine M., Lopez R., Castellini M., Sollitto D., Castrignanò A. and Fornaro F., 2012. Climate change impact on crop rotations of winter durum wheat and tomato in Southern Italy: yield analysis and soil fertility. Italian Journal of Agronomy, 7: 100-108.
- Veres T. and Tyr S., 2012. Milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) as a weed in sustainable crop rotation. Research Journal of Agricultural Science, 44: 118-122.
- Viggiani P. and Angelini R., 2002. Δικότυλα αυτοφυή και ζιζάνια. Εκδόσεις Ζευς Α.Ε. Bayer S.p.A, Μιλάνο.
- Woźniak A., Nowak A. and Gawęda D., 2021. The effect of the three-field crop rotation system and cereal monoculture on grain yield and quality and the economic efficiency of durum wheat production. Polish Journal of Environmental Studies, 30: 5297-5305.
- Woźniak A., 2019. Effect of crop rotation and cereal monoculture on the yield and quality of winter wheat grain and on crop infestation with weeds and soil properties. International Journal of Plant Production. 13(3): 177-182.

- Woźniak A., 2020. Effect of cereal monoculture and tillage systems on grain yield and weed infestation of winter durum wheat. *International Journal of Plant Production*, 14:1–8.
- 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.
- Yu T., Mahe L., Li Y., Wei X., Deng X. and Zhang D., 2022. Benefits of crop rotation on climate resilience and its prospects in China. *Agronomy*, 12: 436.
- 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: 2306.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ζιώγας B.N. και Μαρκόγλου A.N., 2010. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (2η έκδοση). Green Books Publications, Αθήνα. Σελ: 1-872.
- Καραμάνος A. I., 2012. Γενική Γεωργία: Αρχές Φυτικής Παραγωγής στις Αροτραίες Καλλιέργειες. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα. Σελ. 1-578.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. Ειδική Γεωργία: Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. Σελ: 1-760.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2023. Τα στοιχεία ανακτήθηκαν στις 24/08/2023 από τη διεύθυνση <http://www.minagric.gr/syspest>