



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 της πρώιμης και όψιμης σποράς στην πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων και στην αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Μπρεχού Αθηνά Σοφία



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2024

Θέμα μεταπτυχιακής διατριβής: «Επίδραση της πρώιμης και όψιμης σποράς στην πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων και στην αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Αγγλικός Τίτλος: Effects of early and late sowing date on broadleaf weed density and post-emergence herbicides efficacy in durum wheat crop (*Triticum durum* Desf.).

Μπρεχού Αθηνά Σοφία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καρκάνης Ανέστης (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Ζιζανιολογία

Αθανασίου Χρήστος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Εντομολογία

Γιαννούλης Κυριάκος (Μέλος)

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

Copyright © Μπρεχού Αθηνά Σοφία, 2024

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 Μπρεχού Αθηνά Σοφία, 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. Μπρεχού Αθηνά Σοφία»

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας, του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Με την ολοκλήρωση της, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν και με στήριξαν σε αυτή την προσπάθεια.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής κ. Ανέστη Καρκάνη, για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, καθώς και για τη διαρκή καθοδήγηση του, την πολύτιμη επιστημονική του γνώση και τις καίριες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές Χρήστο Αθανασίου και Κυριάκο Γιαννούλη για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της διατριβής μου, ως μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους ανθρώπους που είναι καθημερινά δίπλα μου και με τον δικό τους τρόπο συμβάλλουν στην πρόοδο και εξέλιξη μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	10
Abstract.....	12
Κεφάλαιο 1ο – Εισαγωγή.....	14
1.1 Γενικά στοιχεία.....	14
1.2 Ταξινόμηση.....	15
1.3 Βοτανική περιγραφή.....	16
1.3.1 Ρίζες.....	16
1.3.2 Στέλεχος.....	17
1.3.3 Φύλλα.....	17
1.3.4 Ταξιανθία.....	17
1.3.5 Καρπός - Σπόρος.....	18
1.4 Καλλιεργητική τεχνική.....	18
1.4.1 Αμειψισπορά.....	18
1.4.2 Κατεργασία εδάφους.....	19
1.4.3 Σπορά.....	20
1.4.4 Άρδευση.....	21
1.4.5 Λίπανση.....	21
1.4.6 Διαχείριση ζιζανίων.....	22
1.4.6.1 Καλλιεργητική Μέθοδος.....	23
- Αλληλοπάθεια	23
- Αμειψισπορά.....	24
- Χρόνος σποράς.....	24
1.4.6.2 Βιολογική Μέθοδος.....	25
- Οργανισμοί βιοελέγχου.....	25
- Φυτικά εκχυλίσματα.....	25
1.4.6.3 Χημική Μέθοδος.....	26
- Tritosulfuron.....	26
- Florasulam.....	27
- Iodosulfuron-methyl-sodium.....	27
- Mesosulfuron-methyl.....	28
- Thiencarbazone methyl.....	28
1.5 Πλατύφυλλα ζιζάνια σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών.....	29

1.5.1 <i>Anthemis arvensis</i> (Ανθεμίδα)	29
1.5.2 <i>Fumaria officinalis</i> (Καπνόχορτο)	30
1.5.3 <i>Lamium amplexicaule</i> (Δωδεκάνθι)	31
1.5.4 <i>Papaver rhoeas</i> (Παπαρούνα)	31
1.5.5 <i>Scandix pecten-veneris</i> (Μυρώνι)	32
1.5.6 <i>Silybum marianum</i> (Γαϊδουράγκαθο)	33
1.5.7 <i>Sinapis arvensis</i> (Σινάπι)	34
1.5.8 <i>Sonchus oleraceus</i> (Ζωχός)	35
1.5.9 <i>Veronica persica</i> (Βερόνικα)	35
1.6 Σκοπός της μελέτης.....	36
Κεφάλαιο 2ο – Υλικά και Μέθοδοι.....	37
2.1 Πειραματικός αγρός.....	37
2.2 Πειραματική διαδικασία.....	37
2.3 Πειραματικό σχέδιο.....	40
2.4 Μετρήσεις.....	41
2.4.1 Σκληρό σιτάρι.....	42
2.4.2 Ζιζάνια.....	45
2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	45
2.6 Στατιστική επεξεργασία.....	47
Κεφάλαιο 3ο – Αποτελέσματα.....	48
3.1 Σκληρό σιτάρι.....	48
3.1.1 Ύψος των στελεχών.....	48
3.1.2 Αριθμός των αδελφιών.....	51
3.1.3 Συγκέντρωση της χλωροφύλλης.....	54
3.1.4 Ξηρή βιομάζα.....	58
3.1.5 Μήκος του στάχewς.....	61
3.1.6 Απόδοση σε σπόρο.....	62
3.1.7 Βάρος των 1000 σπόρων.....	62
3.1.8 Περιεκτικότητα της πρωτεΐνης.....	65
3.1.9 Περιεκτικότητα της υγρής γλουτένης.....	65
3.1.10 Περιεκτικότητα της ξηρής γλουτένης.....	65
3.2 Ζιζάνια.....	68
3.2.1 Πυκνότητα ζιζανίων.....	68
3.2.2 Συνολική ξηρή βιομάζα ζιζανίων.....	78

Κεφάλαιο 4ο – Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	88
4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού.....	88
4.2 Επίδραση του χρόνου σποράς στην πυκνότητα και τη βιομάζα των πλατύφυλλων ζιζανίων.....	89
4.3 Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού.....	90
4.4 Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην πυκνότητα και τη βιομάζα των πλατύφυλλων ζιζανίων.....	91
4.5 Συμπεράσματα.....	93
Κεφάλαιο 5ο – Βιβλιογραφία.....	95

Περίληψη

Το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.) αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά και διαδεδομένα είδη φυτών με εκατομμύρια τόνους παραγωγής παγκοσμίως. Η παρουσία ζιζανίων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα, αλλά και την τελική απόδοση της καλλιέργειας, καθώς υπάρχει ανταγωνισμός για θρεπτικά συστατικά, νερό και φως. Έτσι, με στόχο τη διασφάλιση υψηλών ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος των ζιζανίων με εφαρμογή ολοκληρωμένων πρακτικών διαχείρισης. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στον κατάλληλο χρόνο σποράς και στη χημική μέθοδο με στόχο την αποτελεσματική διαχείριση διάφορων πλατύφυλλων ζιζανίων.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος αξιολογώντας καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δύο χρόνους σποράς: την πρόιμη και την όψιμη και δύο μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα: το tritosulfuron + florasulam (Biathlon Super WG) και το iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl (Atlantis Activ). Προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των δύο αυτών παραγόντων καταγράφηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα για τις παραμέτρους, τόσο του σκληρού σιταριού, όσο και των ζιζανίων.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι ο χρόνος σποράς δεν είχε σημαντική επίδραση στην τελική απόδοση της καλλιέργειας με 166,6 και 194,2 kg ανά στρέμμα στην πρόιμη και στην όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά τα αγροτεμάχια στα οποία πραγματοποιήθηκε εφαρμογή ζιζανιοκτόνου παρουσίασαν υψηλότερη απόδοση συγκριτικά με τον ασέκαστο μάρτυρα. Οι τελικές αποδόσεις (kg/στρέμμα) ήταν 143,5 για τον μάρτυρα, 201,4 για το tritosulfuron + florasulam και 196,3 για το iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl.

Όσον αφορά την πυκνότητα των ζιζανίων, η τελική μέτρηση φανέρωσε 51,85% υψηλότερη πυκνότητα στην πρόιμη συγκριτικά με την όψιμη σπορά. Παράλληλα, στον μάρτυρα ο συνολικός αριθμός ζιζανίων ήταν μεγαλύτερος κατά 62,08% και 66,09% σε σύγκριση με το tritosulfuron + florasulam και το iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι τα δύο ζιζανιοκτόνα δεν είχαν μεγάλη απόκλιση στις τιμές τους και δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις περισσότερες παραμέτρους.

Τα αποτελέσματα του πειράματος μας συμβάλλουν στην ενίσχυση της γεωργικής παραγωγής και της βιωσιμότητας των καλλιεργειών, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση των γεωργικών πρακτικών. Η κατανόηση της επίδρασης του χρόνου σποράς στην πυκνότητα των ζιζανίων, αλλά και της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων επιτρέπει την ανάπτυξη στρατηγικών που μειώνουν την ανάγκη για χημικά σκευάσματα, ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις τους, τόσο στον άνθρωπο, όσο και στο περιβάλλον.

Λέξεις Κλειδιά: *Triticum durum*, χρόνος σποράς, πλατύφυλλα είδη, ζιζανιοκτόνα, tritosulfuron + florasulam, iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone methyl

Abstract

Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) is one of the most important and popular crops, given the fact that millions of tons of it are produced worldwide. The presence of weeds greatly affects not only the quality, but also the yield of the crop, due to the competition with the crop plants for nutrients, water and light. Thus, to ensure high quantitative and qualitative traits, it is necessary to control weeds by applying integrated management practices. This study aims to evaluate the effects of sowing time and chemical method on the control of various broadleaf weeds.

The experiment was conducted in the agricultural estate of the Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, evaluating throughout the growing season two sowing times; the early and late sowing and two post-emergence herbicides; the tritosulfuron + florasulam (Biathlon Super WG) and the iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thienencarbazone methyl (Atlantis Activ). The data and the parameters of durum wheat and weeds were recorded and analyzed, to investigate the impact of those two factors.

The results showed that the sowing time did not have a massive impact on the final yield of the cultivation, which was 166.6 kg per decare for the early sowing and 194.2 kg per decare for the late sowing. However, the plots on which herbicides were applied had a higher yield than those that were untreated (control). The final yield (kg/decare) were 143.5 for the untreated plots, 201.4 for the tritosulfuron + florasulam and 196.3 for the iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thienencarbazone methyl.

Concerning the density of the weeds, the final count showed a 51.85% higher density in the early sowing than the late one. At the same time, the untreated plots had a higher number of weeds, 62.08% and 66.09% more than the tritosulfuron + florasulam and the iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thienencarbazone methyl, respectively. It should be underlined that the two herbicides did not have a vast deviation in their results, and they did not present any statistically important differences in most of the measured parameters.

The results of this experiment add to the boosting of the agricultural production and crop sustainability, offering valuable information for the optimization of the agricultural practices. The understanding of the effect that the time of sowing has on,

not only the density of the weeds, but also on the effectiveness of the herbicides, allows the elaboration of strategies which, in turn, will reduce the need of herbicides, reducing their negative effect on humans and on the environment.

Key words: *Triticum durum*, sowing period, broadleaf weeds, herbicides, tritosulfuron + florasulam, iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone methyl

Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή

1.1 Γενικά στοιχεία

Η καλλιέργεια του σιταριού αναφέρεται από τους προϊστορικούς χρόνους, χωρίς ωστόσο να έχει προσδιοριστεί με βεβαιότητα η περιοχή καταγωγής του. Σύμφωνα με ορισμένες ενδείξεις, οι πρώτοι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυποι τοποθετούνται πριν το 8.000 π.Χ., ενώ αναφέρεται ότι πρωτοεμφανίστηκαν στις λεκάνες των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη. Όσον αφορά τους εξαπλοειδείς γενότυπους, εξελίχθηκαν πριν το 7.000 π.Χ., νότια της Κασπίας Θάλασσας. Στην Ελλάδα, η συγκεκριμένη καλλιέργεια ξεκίνησε κατά τη νεολιθική εποχή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Μπιλάλης κ.ά., 2019).

Σήμερα, το σιτάρι χαρακτηρίζεται ως το πιο διαδεδομένο συγκριτικά με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα σιτηρά, εξαιτίας της προσαρμοστικότητας του, αλλά και τον μεγάλο αριθμό των βελτιωμένων ποικιλιών, που είναι πλέον διαθέσιμες. Κατά κύριο λόγο, καλλιεργείται στην εύκρατη ζώνη και συναντάται συνήθως μεταξύ 30-60° B (Βόρειο γεωγραφικό πλάτος) και 25-40° N (Νότιο γεωγραφικό πλάτος). Επιπλέον, εντοπίζεται, τόσο σε παραθαλάσσιες περιοχές, όσο και σε περιοχές με υψόμετρο 3.000 m (Μπιλάλης κ.ά., 2019).

Κατά το έτος 2023-2024, η υψηλότερη παραγωγή σιταριού σημειώνεται κατά σειρά στην Κίνα, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συνολικά, στην Ινδία, στη Ρωσία, στις ΗΠΑ, στον Καναδά, στο Πακιστάν, στην Αυστραλία, στην Ουκρανία και στην Τουρκία (Πίνακας 1.1.1, USDA, 2024a). Όσον αφορά τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, πρώτη σε συνολική παραγωγή είναι η Γαλλία, ενώ ακολουθούν η Γερμανία, η Πολωνία, η Ρουμανία, καθώς και η Βουλγαρία (USDA, 2024b).

Ειδικότερα, το *Triticum durum* Desf. (σκληρό σιτάρι) αποτελεί το 10^ο πιο σημαντικό και ένα από τα πιο κοινά καλλιεργούμενα είδη σε παγκόσμια κλίμακα (Εικόνα 1.1.1). Οι κυριότερες χώρες παραγωγής του σκληρού σιταριού εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι συγκεντρωμένες στη Μεσόγειο με πρώτη την Ιταλία, ακολουθούμενη από τη Γαλλία, την Ελλάδα και την Ισπανία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, μεγάλες ποσότητες σκληρού σιταριού, εκτός από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παράγουν ο Καναδάς, η Τουρκία, οι ΗΠΑ, η Αλγερία, το Μεξικό, το Καζακστάν, η Συρία, καθώς και η Ινδία (Xynias et al., 2020; Božek et al., 2021; Laus et al., 2022).

Πίνακας 1.1.1. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής σιταριού κατά το έτος 2023 – 2024 (USDA, 2024a).

Χώρες παραγωγής	% της παγκόσμιας παραγωγής	Συνολική παραγωγή (σε εκατομμύρια τόνους)
Κίνα	17 %	136,59
Ευρωπαϊκή Ένωση	17 %	134,87
Ινδία	14 %	110,55
Ρωσία	12 %	91,50
ΗΠΑ	6 %	49,31
Καναδάς	4 %	31,95
Πακιστάν	4 %	28,16
Αυστραλία	3 %	26,00
Ουκρανία	3 %	23,00
Τουρκία	3 %	21,00



Εικόνα 1.1.1. Γεωγραφική εξάπλωση του *Triticum durum* Desf. (GBIF, 2023a).

1.2 Ταξινόμηση

Το σιτάρι ανήκει στην οικογένεια Poaceae και συγκεκριμένα στο γένος *Triticum*. Η συγκεκριμένη οικογένεια περιλαμβάνει περίπου 11000 είδη, τα οποία υπάγονται σε 800 γένη παγκοσμίως (Peterson, 2013). Όσον αφορά το γένος *Triticum*, η κατάταξη των ειδών του συγκεκριμένου γένους πραγματοποιείται με βάση τον αριθμό των χρωμοσωμάτων και τις ομάδες των χρωμοσωμάτων που περιέχουν. Ειδικότερα, η

ταξινόμηση γίνεται σε τρεις ομάδες, οι οποίες περιλαμβάνουν τα διπλοειδή ($2n=14$), τα τετραπλοειδή ($2n=28$), καθώς και τα εξαπλοειδή είδη ($2n=42$) (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Το βασικό σύνολο των χρωμοσωμάτων είναι 7 ($n=7$) και έτσι, προκύπτουν οι αριθμοί 14, 28 και 42 που αναφέρθηκαν παραπάνω (Bennici, 1986). Τα είδη του σιταριού ταξινομούνται περαιτέρω με βάση διάφορα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το χρώμα του σπόρου ή των λεπύρων, την παρουσία αγάνων, τη σκληρότητα του κόκκου και άλλα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Μπιλάλης κ.ά., 2019).

Το *Triticum durum* Desf. ανήκει στα τετραπλοειδή σιτάρια με γονιδίωμα AABB και χαρακτηρίζεται από ‘γυμνό’ σπόρο. Στον **Πίνακα 1.2.1** παρατίθεται η συστηματική ταξινόμηση του συγκεκριμένου είδους.

Πίνακας 1.2.1. Συστηματική ταξινόμηση του *Triticum durum* Desf. (GBIF, 2023a).

Βασίλειο	Plantae
Συνομοταξία	Tracheophyta
Ομοταξία	Liliopsida
Τάξη	Poales
Οικογένεια	Poaceae
Γένος	<i>Triticum</i>
Είδος	<i>Triticum durum</i> Desf.

1.3 Βοτανική περιγραφή

Το *T. durum* είναι ετήσιο, μονοκοτυλήδονο και κατά κύριο λόγο αυτογονιμοποιούμενο φυτό, με μήκος από 0,3 έως 1 m (Guendouz et al., 2012; Feldman and Levy, 2023). Λόγω της ομοιότητας μεταξύ των ειδών, παρακάτω περιγράφονται συνολικά τα βοτανικά χαρακτηριστικά των ειδών του γένους *Triticum*.

1.3.1 Ρίζες

Το ριζικό σύστημα του φυτού είναι θυσανώδες και χαρακτηρίζεται ως διπλό, καθώς αποτελείται από το εμβρυακό και το μόνιμο ριζικό σύστημα. Όσον αφορά το εμβρυακό ριζικό σύστημα, περιλαμβάνει εκτός από την πρωτογενή ρίζα, 5 ή 6 δευτερεύουσες εμβρυακές ρίζες. Οι ρίζες του συγκεκριμένου συστήματος είναι

λεπτότερες και είναι σημαντικές για την πρώιμη ευρωστία του φυτού. Αντίθετα, οι μόνιμες ρίζες, οι οποίες αναδύονται από υπόγειους κόμβους των στελεχών, είναι παχύτερες και συμβάλλουν τόσο στην πρόληψη νερού, όσο και θρεπτικών συστατικών στη μετέπειτα ανάπτυξη. Και στους δύο τύπους ριζών, σχηματίζονται εντός του εδάφους οι πλευρικές ρίζες, οι οποίες μπορεί να αποτελέσουν τον βασικό συντελεστή του συνολικού μήκους του ριζικού συστήματος (Μπιλάλης κ.ά., 2019; Si et al., 2023).

1.3.2 Στέλεχος

Το στέλεχος, το οποίο συνήθως ονομάζεται καλάμι, είναι κυλινδρικό με κοίλα μεσογονάτια διαστήματα και συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Η μορφολογία αυτή προδίδει στο στέλεχος έναν βαθμό αντοχής. Το ύψος του στελέχους κυμαίνεται από 0,6 έως 1,5 m, ενώ η διάμετρος του από 3 έως 10 mm. Τόσο το ύψος, όσο και η διάμετρος διαφέρουν αναλόγως το είδος, τις διαφορετικές ποικιλίες, αλλά και τις συνθήκες ανάπτυξης (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Μπιλάλης κ.ά., 2019).

1.3.3 Φύλλα

Τα φύλλα είναι λεία και επίπεδα, με μήκος το οποίο κυμαίνεται από 16 έως 25 cm και αποτελούνται από δύο τμήματα τον κολεό και το έλασμα, ενώ στο σημείο ένωσης τους παρατηρείται γλωσσίδα μικρού μεγέθους, καθώς και μικρά ωτία με τρίχωμα. Ο κολεός αποτελεί το κατώτερο τμήμα, το οποίο περιβάλλει το στέλεχος, ενώ όσον αφορά το έλασμα είναι στενό και επίμηκες με παράλληλες νευρώσεις. Σε κάθε στέλεχος σχηματίζονται 7 έως 9 φύλλα, ενώ το τελευταίο φύλλο, το οποίο ονομάζεται φύλλο-σημαία είναι μεγαλύτερο και έχει πλατύτερο έλασμα. Το φύλλο-σημαία είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς είναι υπεύθυνο για τον εφοδιασμό του αναπτυσσόμενου καρπού με τα φωτοσυνθετικά προϊόντα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Μπιλάλης κ.ά., 2019; Feldman and Levy, 2023).

1.3.4 Ταξιανθία

Η ταξιανθία είναι στάχης αποτελούμενος από πολλά σταχύδια, τα οποία είναι τοποθετημένα κατά εναλλαγή πάνω στη ράχη. Αναλόγως το είδος, παρατηρούνται διαφορές, τόσο στο πάχος και το μήκος της ταξιανθίας, όσο και στην πυκνότητα των

σταχυδίων. Στο σκληρό σιτάρι, η ταξιανθία είναι περισσότερο συμπαγής και έχει μικρότερο μήκος, το οποίο κυμαίνεται από 6 έως 8 cm. Αντίθετα, το μαλακό σιτάρι έχει πιο αραιή ταξιανθία με μήκος από 7 έως 10 cm. Σε κάθε σταχύδιο, το οποίο περιβάλλεται από δύο λέπυρα παρατηρούνται από 2 έως 9 άνθη, εκ των οποίων αυτά που βρίσκονται στην κορυφή ή στη βάση είναι συνήθως στείρα και μόνο 2 ή 3 σχηματίζουν σπόρους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Μπιλάλης κ.ά., 2019).

1.3.5 Καρπός - Σπόρος

Ο καρπός χαρακτηρίζεται ως καρύωση, ενώ παρατηρείται σταθερά ενωμένο σε αυτόν το περίβλημα του σπόρου. Ο καρπός αποτελείται από το έμβρυο, το ενδοσπέρμιο, το περίβλημα του σπόρου και το περικάρπιο. Το μέγεθος, αλλά και το σχήμα του καρπού ποικίλλει στα διαφορετικά είδη. Στο *T. durum* ο καρπός έχει μεγαλύτερο μέγεθος συγκριτικά με άλλα είδη, ενώ χαρακτηρίζεται ως λείος με ποικιλομορφία χρωμάτων από λευκό, κίτρινο έως και κόκκινο (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012; Feldman and Levy, 2023).

1.4 Καλλιεργητική τεχνική

1.4.1 Αμειψισπορά

Σε πολλές περιοχές η μονοκαλλιέργεια των σιτηρών αποτελεί συνήθη πρακτική, ιδίως σε γόνιμα εδάφη, χωρίς προβλήματα εξαιτίας ασθενειών, εντομολογικών εχθρών ή ζιζανίων. Ωστόσο, η ορθή γεωργική πρακτική, καθώς και η ολοκληρωμένη διαχείριση καθιστούν απαραίτητη την εφαρμογή του συστήματος αμειψισποράς (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Η αμειψισπορά μπορεί να επηρεάσει αρνητικά ή θετικά, τόσο την απόδοση, όσο και την ποιότητα του σκληρού σιταριού και αυτό αποδεικνύεται μέσα από διάφορες μελέτες. Σύμφωνα με τους Gan et al. (2003), η απόδοση του σκληρού σιταριού αυξήθηκε κατά 5% και κατά 7%, μετά την αμειψισπορά με ελαιούχα φυτά και ψυχανθή, αντίστοιχα. Σε άλλη έρευνα, των Lenssen et al. (2020), αναφέρεται ότι η αμειψισπορά σε συνδυασμό με τις συνθήκες που επικρατούν ανά έτος, επιδρά στην υπέργεια βιομάζα, καθώς και στο βάρος των σπόρων. Γενικά, η αλληλουχία αλλά και ο τύπος καλλιεργειών σε ένα σύστημα αμειψισποράς επηρεάζει το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και κατά συνέπεια τις αποδόσεις της καλλιέργειας (Lenssen et al., 2020). Οι Woźniak και Soroka (2022), οι οποίοι συνέκριναν το μαλακό σιτάρι ενταγμένο στο

σύστημα αμειψισποράς πατάτα-σιτάρι-μπιζέλι-κριθάρι και το μαλακό σιτάρι ως μονοκαλλιέργεια, διαπίστωσαν ότι τόσο ο αριθμός, όσο και το ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν χαμηλότερα στο σύστημα αμειψισποράς συγκριτικά με τη μονοκαλλιέργεια (Woźniak and Soroka, 2022). Γενικά, τα συστήματα αμειψισποράς συμβάλλουν στη σταθεροποίηση της απόδοσης μέσω της βελτίωσης της γονιμότητας του εδάφους, της καλύτερης αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών συστατικών και της αντιμετώπισης προβλημάτων εξαιτίας ασθενειών, εντομολογικών προσβολών ή δυσεξόντων ζιζανίων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

1.4.2 Κατεργασία εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους πριν τη σπορά καθορίζεται από πολλούς παράγοντες όπως από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, την προηγούμενη καλλιέργεια, καθώς και την ύπαρξη ζιζανίων. Συνοπτικά τα συστήματα κατεργασίας του εδάφους, διακρίνονται στη συμβατική κατεργασία, στη μειωμένη κατεργασία και στην ακατεργασία, αναλόγως την ένταση και το είδος των καλλιεργητικών εργαλείων (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Ο συμβατικός τρόπος κατεργασίας περιλαμβάνει άροτρο, δισκοσβάρνα και καλλιεργητή πριν τη σπορά, ενώ στη μειωμένη εδαφοκατεργασία αντί για άροση πραγματοποιείται απλή αναμόχλευση και γενικά λιγότερες επεμβάσεις. Όσον αφορά την ακατεργασία, αναφέρεται στο σύστημα κατά το οποίο η σπορά γίνεται απευθείας με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων με δίσκους (Lithourgidis et al., 2006; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Οι εναλλακτικές γεωργικές πρακτικές, οι οποίες περιλαμβάνουν και την υιοθέτηση των συστημάτων κατεργασίας χωρίς άροση, προτείνονται ως αποτελεσματικός τρόπος για τη διαχείριση των προβλημάτων, εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής. Συστήματα μειωμένης κατεργασίας του εδάφους θα μπορούσαν να συμβάλλουν στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης μέσω της μείωσης της διάβρωσης και της θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους, της αύξησης της εδαφικής ικανότητας συγκράτησης νερού, της διατήρησης και της ενίσχυσης της βιοποικιλότητας, καθώς και της εξοικονόμησης ενέργειας και χρόνου (Badagliacca et al., 2022). Στοιχεία που αφορούν το μεσογειακό περιβάλλον, υποδεικνύουν τη σημασία της εξοικονόμησης της εδαφικής υγρασίας μέσω ενός συστήματος μειωμένης άροσης στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (Baiamonte et al., 2019). Ωστόσο, η χρήση ενός συστήματος χωρίς άροση δεν μπορεί να εφαρμοστεί πάντα με επιτυχία, ειδικά στα

πρώτα χρόνια μετάβασης από ένα συμβατικό σύστημα κατεργασίας, καθώς είναι δύσκολο να συνδυαστούν τα περιβαλλοντικά οφέλη με την υψηλή παραγωγικότητα. Στη βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα σχετικά με τις επιδράσεις της διατήρησης της άροσης ποικίλλουν από θετικά σε αρνητικά, ενώ υπάρχουν και ορισμένες μελέτες στις οποίες δεν αναφέρονται διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας του εδάφους (Badagliacca et al., 2022).

1.4.3 Σπορά

Καθοριστικοί παράγοντες για την επίτευξη μεγαλύτερης απόδοσης και βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σιταριού αποτελούν ο χρόνος σποράς, η ποσότητα σπόρου, το βάθος σποράς, καθώς και η πυκνότητα φύτευσης. Στην Ελλάδα, πραγματοποιείται φθινοπωρινή σπορά, ενώ επιλέγεται ποσότητα σπόρου από 14 έως 18 ή παραπάνω kg ανά στρέμμα, αναλόγως και τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή. Το βάθος της σποράς εξαρτάται από τον τύπο και τις ιδιότητες του εδάφους και κυμαίνεται από 3 έως 5 cm, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι από 15 έως 20 cm (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Αναλυτικότερα, στα περισσότερα μεσογειακά περιβάλλοντα, γίνεται πρόωμη σπορά το φθινόπωρο κατά την έναρξη της περιόδου των βροχοπτώσεων (Bassu et al., 2009). Γενικά, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια η κατάλληλη ημερομηνία σποράς. Τόσο η πρόωμη, όσο και η όψιμη σπορά έχουν ορισμένα μειονεκτήματα. Όσον αφορά την πρόωμη σπορά, τα προβλήματα συνδέονται με το φύτρωμα λόγω της ξηρασίας, με το πλάγιασμα, εξαιτίας της υπερβολικής βλαστικής ανάπτυξης, καθώς και με προσβολές από διάφορες ασθένειες. Στην όψιμη σπορά, το φύτρωμα μπορεί να καθυστερήσει εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών και το αδέλφωμα να μειωθεί. Παράλληλα, το ριζικό σύστημα δεν παρουσιάζει ικανοποιητική ανάπτυξη και η άνθιση μπορεί να καθυστερήσει (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Η ποσότητα σπόρου εξαρτάται από το μέγεθος και τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου, η οποία επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Σύμφωνα με τους Royo et al. (2006), η επίδραση του μεγέθους του σπόρου είναι σημαντική στην ανάπτυξη και στην απόδοση του σκληρού σιταριού. Στο πείραμα τους, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση ήταν 16% υψηλότερη στα αγροτεμάχια με μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου, γεγονός που οφείλεται στην αυξημένη πυκνότητα των φυτών (Royo et al., 2006). Αναφορικά με το βάθος, όταν πραγματοποιείται βαθύτερη

σπορά, αυξάνεται η πιθανότητα της επιτυχημένης εγκατάστασης της καλλιέργειας. Αυτό συμβαίνει διότι, η περιεκτικότητα του νερού στη ζώνη των σπόρων είναι υψηλότερη, οδηγώντας σε ταχύτερο φύτρωμα και καλύτερη βλάστηση (Mahdi et al., 1998). Τέλος, η πυκνότητα σποράς μπορεί να επηρεάσει τόσο την απόδοση, όσο και την ποιότητα του σιταριού. Σύμφωνα με την έρευνα του Mutlu (2022), η αυξημένη πυκνότητα σποράς είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, στον αριθμό των στάχων ανά τετραγωνικό μέτρο, καθώς και στην απόδοση σε σπόρο. Παράλληλα όμως, παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού και του βάρους των κόκκων ανά στάχυ (Mutlu, 2022).

1.4.4 Άρδευση

Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικό, χωρίς αυτό να συνεπάγεται την απουσία της άρδευσης, με βάση την οποία θα επιτευχθούν οι βέλτιστες αποδόσεις. Η συμπληρωματική άρδευση κατά την περίοδο που τα φυτά παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ανάγκες μπορεί να αυξήσει τις αποδόσεις. Σύμφωνα με την έρευνα των Guendouz et al. (2012) η υδατική καταπόνηση είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του σιταριού, γεγονός που υποδεικνύει ότι η άρδευση ευνοεί τη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, η έλλειψη του νερού 5 έως 15 ημέρες πριν την εμφάνιση του στάχως, οδηγεί στον μειωμένο αριθμό των σταχυδίων, αλλά και των γόνιμων ανθέων. Επιπρόσθετα, ανεπαρκές νερό κατά το στάδιο του αδελφώματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των γόνιμων αδελφιών (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Γενικά, η άρδευση κρίνεται τόσο σημαντική, όσο η συνολική ποσότητα βροχόπτωσης κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών (Karam et al., 2009). Συνολικά, χρειάζονται από 250 έως 1000 mm βροχόπτωσης ανά έτος. Συνεπώς, σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας, η άρδευση κρίνεται απαραίτητη για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

1.4.5 Λίπανση

Η κατάλληλη παροχή θρεπτικών ουσιών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα, αλλά και την ποιότητα του σκληρού σιταριού. Η εκτίμηση των αναγκών σε θρεπτικά συστατικά εξαρτάται από την επιδιωκόμενη απόδοση, ενώ

βασίζεται σε διάφορους παράγοντες, όπως στη σύσταση και στις ιδιότητες του εδάφους, στην ποικιλία, στα χαρακτηριστικά της προηγούμενης καλλιέργειας ή στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Μεταξύ των βασικών θρεπτικών στοιχείων, το άζωτο συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής, ενώ η έλλειψη του περιορίζει σημαντικά την απόδοση (Jat et al., 2014). Η εφαρμογή του συγκεκριμένου στοιχείου πραγματοποιείται συνήθως δύο φορές, ενσωματώνοντας τη μισή ποσότητα κατά την βασική λίπανση και την υπόλοιπη ποσότητα επιφανειακά. Σύμφωνα με τους Polychronaki et al. (2012), η συνολική ποσότητα των 10,2 kg ανά στρέμμα ήταν επαρκής για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων. Στη συγκεκριμένη έρευνα το μισό της ποσότητας που αναφέρθηκε εφαρμόστηκε κατά τη σπορά, υποδεικνύοντας τη σημασία της βασικής λίπανσης στην καλλιέργεια του σιταριού (Polychronaki et al., 2012). Το άζωτο στο σκληρό σιτάρι μπορεί να εφαρμοστεί και σε τρεις περιόδους. Το 25% της συνολικής ποσότητας μπορεί να εφαρμοστεί κατά τη σπορά έως και το 3^ο φύλλο, το 50% κατά την ολοκλήρωση του αδελφώματος και το υπόλοιπο 25% κατά την έναρξη του καλαμώματος (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Ο φώσφορος είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη των φυτών (Mazlouzi et al., 2020). Όσον αφορά το κάλιο, είναι ζωτικής σημασίας, καθώς συμβάλλει στην ενεργοποίηση της ενζυμικής δραστηριότητας και στην ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών. Στη μελέτη των Kubar et al. (2019), η εφαρμογή βελτίωσε την ανάπτυξη και την απόδοση των σιτηρών. Γενικά, τόσο ο φώσφορος, όσο και το κάλιο προστίθενται κατά την εφαρμογή της βασικής λίπανσης (Μπιλάλης κ.ά., 2019).

1.4.6 Διαχείριση ζιζανίων

Η ύπαρξη των ζιζανίων στην καλλιέργεια του σιταριού, συνεπάγεται απώλεια στην απόδοση, εξαιτίας του ανταγωνισμού για νερό, φως ή θρεπτικά συστατικά (Fragasso et al., 2013). Παράλληλα, υποβαθμίζεται και η ποιότητα, καθώς τα ζιζάνια μπορεί να είναι ξενιστές διάφορων ασθενειών και εντομολογικών εχθρών. Έτσι, η διαχείριση τους είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση υψηλών ποιοτικών χαρακτηριστικών και αποδοτικής παραγωγής. Ο έλεγχος των ζιζανίων περιλαμβάνει την εφαρμογή ολοκληρωμένων πρακτικών μέσα από το συνδυασμό καλλιεργητικών, βιολογικών, αλλά και χημικών μέτρων εξάλειψης.

1.4.6.1 Καλλιεργητική μέθοδος

Μεταξύ των καλλιεργητικών μέτρων που συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση των ζιζανίων, η αλληλοπάθεια, η αμειψισπορά, καθώς και ο κατάλληλος χρόνος σποράς επιδρούν σε μεγάλο βαθμό και μπορούν να ενταχθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης. Άλλα καλλιεργητικά μέτρα, τα οποία οδηγούν σε ανταγωνιστικότερη καλλιέργεια έναντι των ζιζανίων μέσω της ομοιόμορφης, γρήγορης και πιο πυκνής εγκατάστασης της καλλιέργειας αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω (Ελευθεροχωρινός, 2020):

- Κατάλληλη προετοιμασία σποροκλίνης
- Επιλογή καθαρού σπόρου ομοιόμορφου μεγέθους
- Πυκνή σπορά
- Ορθολογική άρδευση και λίπανση
- Αντιμετώπιση άλλων εχθρών

Αλληλοπάθεια

Η χρήση αλληλοπαθητικών ποικιλιών συμβάλλει σημαντικά στην αναστολή του φυτρώματος και της ανάπτυξης των ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες (Ελευθεροχωρινός, 2020). Όσον αφορά το σιτάρι, υπάρχουν πολλές αλληλοχημικές ουσίες που έχουν βρεθεί στα φυτά του σιταριού και κατηγοριοποιούνται σε τρεις κύριες χημικές ομάδες: στα φαινολικά οξέα (phenolic acids), στα βενζοξαζινοειδή (benzoxazinoids), καθώς και στα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας (SCFA) (Scavo et al., 2022). Τόσο η παραγωγή, όσο και η ποσότητα των αλληλοχημικών εξαρτάται από το φυτικό υλικό και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Γενικά, αναφέρεται μια συνολική μείωση στη συγκέντρωση των συγκεκριμένων ουσιών σε φυτά μεγαλύτερης ηλικίας, ενώ παράλληλα υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ποικιλιών σιταριού (Villagrasa et al., 2006). Στη μελέτη των Scavo et al. (2022), αναφέρεται ότι συγκεκριμένοι γονότυποι σκληρού σιταριού και φυτικά μέρη όπως η ρίζα και το στέλεχος μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά. Συγκεκριμένα, ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη διατήρηση των φυτικών υπολειμμάτων των αλληλοπαθητικών ποικιλιών στην επιφάνεια του εδάφους ή την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος μετά τη συγκομιδή του σιταριού (Scavo et al., 2022).

Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά, δηλαδή η εναλλαγή καλλιεργειών, αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εναλλακτικές στρατηγικές ελέγχου των ζιζανίων. Οι Shahzad et al. (2021) στη διετή μελέτη τους αξιολόγησαν πέντε διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς (ρύζι-σιτάρι, βαμβάκι-σιτάρι, φασόλι-σιτάρι, σόργο-σιτάρι και αγρανάπαυση-σιτάρι) σε συνδυασμό με άλλες στρατηγικές διαχείρισης ζιζανίων. Η χαμηλότερη και η υψηλότερη προσβολή από ζιζάνια σημειώθηκε στο σύστημα σόργο-σιτάρι και αγρανάπαυση-σιτάρι, αντίστοιχα (Shahzad et al., 2021). Επιπρόσθετα, στην έρευνα του Woźniak (2019), τόσο ο αριθμός, όσο και το ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν υψηλότερα περισσότερο από 50%, στη μονοκαλλιέργεια συγκριτικά με το σύστημα αμειψισποράς που περιλάμβανε χειμερινές καλλιέργειες (μπιζέλι-χειμερινό σιτάρι-χειμερινό τριτικάλε). Ικανοποιητικά αποτελέσματα τα οποία αφορούν τον αποτελεσματικό έλεγχο ζιζανίων, έχουν προκύψει και από την τριετή αμειψισπορά ψυχανθές (π.χ. μηδική ή τριφύλλι)-σκαλιστικό φυτό (π.χ. αραβόσιτος ή ηλιάνθος)-σιτάρι, υπό την προϋπόθεση επαρκούς εδαφικής υγρασίας (Μπιλάλης κ.ά., 2019). Γενικά, η εναλλαγή πρέπει να πραγματοποιείται με καλλιέργειες διαφορετικού βιολογικού κύκλου, ώστε να εφαρμοστεί με επιτυχία η αμειψισπορά. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η εμφάνιση των χειμερινών ειδών ζιζανίων όταν εφαρμόζεται αμειψισπορά με ανοιξιάτικες καλλιέργειες, ενώ παράλληλα περιορίζεται η πιθανότητα εμφάνισης ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός, 2020).

Χρόνος σποράς

Ο κατάλληλος χρόνος σποράς προσδιορίζεται με κριτήριο την αποφυγή του ανταγωνισμού της καλλιέργειας με διάφορα ζιζάνια και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα κλιματικά δεδομένα κάθε περιοχής. Διάφορες έρευνες ασχολούνται με τον χρόνο σποράς του σιταριού και την επίδραση του στην ανάπτυξη των ζιζανίων. Τα αποτελέσματα της μελέτης του Rasmussen (2004) ανέδειξαν ότι κατά την τυπική περίοδο σποράς, η βιομάζα των ζιζανίων ήταν υψηλότερη συγκριτικά με την όψιμη σπορά, υποδεικνύοντας ότι ο χρόνος σποράς επίδρασε στη συνολική μάζα των ζιζανίων και κατ' επέκταση στην τελική απόδοση της καλλιέργειας. Οι Singh et al. (2019) διαπίστωσαν ότι η όψιμη σπορά του σιταριού, η οποία πραγματοποιήθηκε 10 Δεκεμβρίου οδήγησε σε χαμηλότερη προσβολή από ζιζάνια σε αντίθεση με την πρώιμη

σπορά, η οποία πραγματοποιήθηκε 25 Νοεμβρίου και παρείχε ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των ζιζανίων. Σε αντίθετα συμπεράσματα κατέληξαν οι Sharma et al. (2020), οι οποίοι κατέγραψαν χαμηλότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος ζιζανίων στην πρώιμη σπορά (15 Νοεμβρίου) συγκριτικά με την όψιμη σπορά (25 Δεκεμβρίου). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στις επικρατούσες θερμοκρασίες και τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής (Sharma et al., 2020).

1.4.6.2 Βιολογική Μέθοδος

Η βιολογική προσέγγιση περιλαμβάνει εναλλακτικές, φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους διαχείρισης ζιζανίων μέσω της χρήσης μικροοργανισμών ή φυτικών εκχυλισμάτων που μπορούν να καταστείλουν την ανάπτυξη διαφόρων ειδών ζιζανίων.

Οργανισμοί βιοελέγχου

Όσον αφορά τους μικροοργανισμούς ή τα προϊόντα αυτών, τα τελευταία χρόνια σημειώνεται αξιόλογη προσπάθεια στον τομέα των βιοζιζανιοκτόνων (μύκητες, βακτήρια, ιοί) για τον έλεγχο, τόσο των αγρωστωδών, όσο και των πλατύφυλλων ζιζανίων (Sindhu et al., 2018). Συγκεκριμένα, οι Mejri et al. (2010), μελέτησαν την επίδραση του ριζοβακτηριακού στελέχους *Pseudomonas trivialis* X33d κατά του ζιζανίου *Bromus diandrus* στο σκληρό σιτάρι. Τα αποτελέσματα έδειξαν τις δυνατότητες του συγκεκριμένου στελέχους, υπογραμμίζοντας την κατασταλτική του δράση ενάντια στο ζιζάνιο, αλλά και την αυξητική του δράση στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (Mejri et al., 2010).

Φυτικά εκχυλίσματα

Αναφορικά με τη χρήση των φυτικών εκχυλισμάτων για τον έλεγχο των ζιζανίων σε σκληρό σιτάρι, στη μελέτη των Carrubba et al. (2020) παρατηρήθηκε επίδραση διαφόρων φυτικών εκχυλισμάτων στην ανάπτυξη των ζιζανίων, καθώς και στην απόδοση της καλλιέργειας. Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα από τα είδη *Artemisia arborescens*, *Euphorbia characias*, *Lantana camara*, *Rhus coriaria*, και *Thymus vulgaris*, η αποτελεσματικότητα των οποίων διέφερε από έτος σε έτος. Αν και τα εκχυλίσματα επηρέασαν την απόδοση του σιταριού,

οι επιδράσεις αυτές δεν φαίνεται να οφείλονται αποκλειστικά στην παρουσία ή την απουσία ζιζανίων, αλλά και στις δράσεις των αλληλοπαθητικών ουσιών που εμπεριέχονται στα εκχυλίσματα. Οι Gurmani et al. (2020) διερεύνησαν την επίδραση των εκχυλισμάτων από φύλλα των ειδών *Moringa oleifera*, *Parthenium hysterophorus* και *Cannabis sativa* για την καταστολή των ζιζανίων σε καλλιέργεια σιταριού. Τόσο η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, όσο και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των ζιζανίων παρουσίασαν σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των συγκεκριμένων εκχυλισμάτων. Ο συνδυασμός των εκχυλισμάτων από τα φύλλα και των τριών φυτών έχει σημαντική επίδραση στην καταστολή των ζιζανίων και παράλληλα στην επίτευξη της μεγαλύτερης ανάπτυξης του σιταριού (Gurmani et al., 2020).

1.4.6.3 Χημική Μέθοδος

Η χημική μέθοδος γενικά, αναφέρεται στον έλεγχο των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα, τα οποία αποτελούν οργανικές ή ανόργανες ενώσεις, οι οποίες επηρεάζουν την λειτουργία των κυττάρων και οδηγούν σε μείωση της ανάπτυξης ή/και τελικά στη νέκρωση του ζιζανίου (Ελευθεροχωρινός, 2020). Η χημική ζιζανιοκτονία αποτελεί επί του παρόντος την κυριότερη μέθοδο αντιμετώπισης των διάφορων ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές με το σκεύασμα που περιέχει το μείγμα των δραστικών ουσιών tritosulfuron και florasulam, καθώς και με το σκεύασμα που περιέχει τις δραστικές ουσίες iodosulfuron-methyl-sodium, mesosulfuron-methyl και thiencarbazone-methyl. Παρακάτω, παρατίθενται αναλυτικότερα πληροφορίες για την κάθε δραστική ουσία.

Tritosulfuron

Η δραστική ουσία tritosulfuron ανήκει στις σουλφονυλουρίες (sulfonylureas), οι οποίες αποτελούν μια ευρεία ομάδα ζιζανιοκτόνων που αξιοποιούνται για τον έλεγχο, τόσο ετήσιων, όσο και πολυετών ειδών ζιζανίων σε διάφορες καλλιέργειες. Η πρόσληψη του πραγματοποιείται κυρίως μέσω του φυλλώματος, ενώ η δράση του στα ζιζάνια σχετίζεται με την παρεμπόδιση του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS). Το συγκεκριμένο ένζυμο εμπλέκεται στη βιοσύνθεση αμινοξέων και νουκλεϊκών οξέων και η αναστολή της δράσης του οδηγεί στην παρεμπόδιση της κυτταροδιαίρεσης, με

αποτέλεσμα την ανάσχεση της αύξησης, την χλώρωση και τελικά τη νέκρωση των φυτικών ιστών. Το tritosulfuron χρησιμοποιείται ως ευρέως φάσματος, μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο, ενώ η αποτελεσματικότητα του αυξάνεται όταν εφαρμόζεται σε μικρού μεγέθους ζιζάνια, τα οποία βρίσκονται στο στάδιο των κοτυληδόνων. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά σε καλλιέργεια αραβόσιτου, καθώς και σε όλους τους τύπους δημητριακών με μικρούς κόκκους, όπως μαλακό και σκληρό σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, βρώμη ή τριτικάλε για τον έλεγχο πλατύφυλλων ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017; Ελευθεροχωρινός, 2020; EFSA et al., 2023; Göldner et al., 2023).

Florasulam

Το florasulam αποτελεί δραστική ουσία της ομάδας των τριαζολοπυριμιδινών (triazolopyrimidines) η οποία περιλαμβάνει ζιζανιοκτόνα τα οποία εφαρμόζονται προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ειδών ζιζανίων. Η συγκεκριμένη ομάδα υπάγεται, όπως και οι σουλφονυλουρίες, στους αναστολείς της βιοσύνθεσης του ενζύμου ALS. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η αναστολή του συγκεκριμένου ενζύμου συνδέεται μακροσκοπικά με συμπτώματα μειωμένης αύξησης και ανάπτυξης, χλώρωσης και τελικά νέκρωσης των φυτών. Το florasulam χρησιμοποιείται ως μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο με δράση κυρίως μέσω του φυλλώματος, ενώ είναι εγκεκριμένο για χρήση σε καλλιέργειες σιτηρών και αραβόσιτου (DeBoer et al., 2006; Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017; Ελευθεροχωρινός, 2020).

Iodosulfuron-methyl-sodium

Η δραστική ουσία iodosulfuron (υπό μορφή iodosulfuron-methyl-sodium) αποτελεί ένα ευρέως φάσματος, μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο της χημικής ομάδας των σουλφονυλουριών (sulfonyleureas) (ο τρόπος δράσης της συγκεκριμένης ομάδας αναφέρθηκε παραπάνω). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο εφαρμόζεται για τον αποτελεσματικό έλεγχο, τόσο αγρωστωδών, όσο και πλατύφυλλων ειδών ζιζανίων σε καλλιέργειες σιτηρών, ενώ συνδυάζεται με τον αντιφυτοτοξικό παράγοντα mefenpyr-diethyl, ώστε να επιτευχθεί υψηλότερο επίπεδο εκλεκτικότητας, χωρίς επίδραση στην

αποτελεσματικότητα του προϊόντος (Rouchaud et al., 2003; Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017).

Mesosulfuron-methyl

Το mesosulfuron (υπό μορφή mesosulfuron-methyl) ανήκει στις σουλφονουλουρίες (sulfonylureas) και εφαρμόζεται μετά το φύτευμα των καλλιεργειών έναντι αγρωστωδών και ορισμένων πλατύφυλλων ειδών ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017; National Center for Biotechnology Information, 2024). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μπορεί να εφαρμοστεί σε καλλιέργεια σιταριού, σίκαλης και τριτικάλε. Όπως και στο iodosulfuron, η εκλεκτικότητα του mesosulfuron αυξάνεται όταν προστεθεί ο αντιφυτοτοξικός παράγοντας mefenpyr-diethyl (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017).

Thiencarbazone-methyl

Το thiencarbazone (υπό μορφή thiencarbazone-methyl) ανήκει στις θειοτριαζολινόνες (sulfonylaminocarbonyltriazolinone) οι οποίες αναστέλλουν το ένζυμο ALS. Η συγκεκριμένη ομάδα περιλαμβάνει ζιζανιοκτόνα φυλλώματος, με παρόμοια χαρακτηριστικά με τις σουλφονουλουρίες. Ο μηχανισμός δράσης του σχετίζεται με την παρεμπόδιση της δράσης της οξικογαλακτικής συνθάσης και κατ' επέκταση της βιοσύνθεσης των αμινοξέων βαλίνης, λευκίνης και ισολευκίνης. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αναστολή της κυτταροδιαίρεσης και τελικά, στα συμπτώματα που αναφέρθηκαν και παραπάνω (παρεμπόδιση αύξησης, χλώρωση και νέκρωση των φυτικών ιστών).

Το thiencarbazone αποτελεί εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο, το οποίο εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά για την αντιμετώπιση ποικίλου φάσματος ζιζανίων, τα οποία μπορεί να είναι είτε αγρωστώδη, είτε πλατύφυλλα σε καλλιέργειες σιταριού και αραβόσιτου. Στις καλλιέργειες αυτές, η εκλεκτικότητα της συγκεκριμένης δραστικής ουσίας εξασφαλίζεται με την προσθήκη των αντιφυτοτοξικών ουσιών cyprosulfamide ή mefenpyr-diethyl (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017; Ελευθεροχωρινός, 2020; Lancaster and Norsworthy, 2020).

1.5 Πλατύφυλλα ζιζάνια σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών

Τα πλατύφυλλα ζιζάνια, τα οποία παρατηρήθηκαν στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού, κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1.5.1**.

Πίνακας 1.5.1. Πλατύφυλλα ζιζάνια στην καλλιέργεια σιταριού στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στο Βελεστίνο.

Λατινική ονομασία	Κοινή ονομασία
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Ανθεμίδα
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Καπνόχορτο
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Δωδεκάνθι
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Παπαρούνα
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Μυρώνι
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Γαϊδουράγκαθο
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Σινάπι
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Ζωχός
<i>Veronica persica</i> Poir.	Βερόνικα

1.5.1 *Anthemis arvensis* (Ανθεμίδα)

Το ζιζάνιο *Anthemis arvensis* (**Εικόνα 1.5.1**), με κοινό όνομα ανθεμίδα ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και αποτελεί ετήσιο φυτό, με παγκόσμια εξάπλωση. Συνήθως, αναπτύσσεται σε ύψος από 0,1 έως 0,5 m και παρατηρούνται διακλαδώσεις από τη βάση του κύριου στελέχους. Οι κοτυληδόνες είναι άμισχες και ωοειδείς, ενώ τα φύλλα είναι επιμήκη, πτεροειδή και τοποθετημένα κατά εναλλαγή με μέγεθος από 1 έως 5 cm. Η ταξιανθία αποτελείται από τις κεφαλές, οι οποίες φέρουν τα άνθη. Το φυτό διαθέτει πασσαλώδες ριζικό σύστημα, το οποίο συμβάλλει στην ικανότητα επιβίωσης σε ποικίλες συνθήκες ανάπτυξης. Γενικά, το είδος *Anthemis arvensis* αναπτύσσεται σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη, τα οποία μπορεί να είναι από βαριάς (αργιλώδη) έως ελαφριάς (αμμώδη) μηχανικής σύστασης, ενώ συναντάται ως ζιζάνιο σε χειμερινές

καλλιέργειες, καθώς είναι ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες (Kay, 1971; Echeverría et al., 2020; GBIF, 2023b).



Εικόνα 1.5.1. Φυτό του είδους *Anthemis arvensis* σε μικρό στάδιο ανάπτυξης.

1.5.2 *Fumaria officinalis* (Καπνόχορτο)

Το είδος *Fumaria officinalis* γνωστό με το κοινό όνομα καπνόχορτο, αποτελεί ετήσιο, ποώδες φυτό της οικογένειας Papaveraceae, το οποίο αυτοφύεται στην Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική. Τα φυτά του συγκεκριμένου είδους έχουν ημιόρθια ανάπτυξη και ύψος το οποίο κυμαίνεται από 0,3 έως 0,7 m. Τα στελέχη του είναι λεία με πράσινο χρώμα, ενώ οι κοτυληδόνες στα νεαρά φυτά είναι στενόμακρες. Τα φύλλα του έχουν τριγωνικό σχήμα με έντονους λοβούς, χωρίς τρίχωμα και είναι διατεταγμένα κατά εναλλαγή. Επιπρόσθετα, σχηματίζονται ταξιανθίες βότρες, οι οποίες αποτελούνται από 10 έως 40 άνθη με λευκό, κόκκινο ή ροζ χρώμα και μήκος 12 mm. Ο καρπός είναι αχάινιο με σφαιρικό σχήμα και περιέχει έναν σπόρο. Γενικά, το είδος *Fumaria officinalis* αναπτύσσεται καλύτερα σε γόνιμα εδάφη μέσης μηχανικής σύστασης (Dutta et al., 2019; Al-Snafi, 2020; GBIF, 2023c).

1.5.3 *Lamium amplexicaule* (Δωδεκάνθι)

Το είδος *Lamium amplexicaule* (Εικόνα 1.5.2) με την κοινή ονομασία δωδεκάνθι, είναι ευρέως διαδεδομένο στις εύκρατες και υποτροπικές περιοχές της Ευρώπης, της Αφρικής και της Ασίας και ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae. Αποτελεί ετήσιο φυτό με όρθια έκφυση, το οποίο αναπτύσσεται σε ύψος έως 0,3 m ή και παραπάνω. Ο βλαστός είναι τετράγωνος με πράσινο χρώμα και οι κοτυληδόνες του νεαρού φυτού είναι έμμισχες με στρογγυλό σχήμα. Τα φύλλα είναι απλά, ωοειδή, οδοντωτά και διατεταγμένα κατά εναλλαγή, ενώ τα άνθη χαρακτηρίζονται ως σωληνοειδή με μωβ χρώμα και μερικές φορές με μωβ ή άσπρες κηλίδες και είναι ζυγόμορφα. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο, αποτελούμενος από 4 καρπίδια. Το είδος *Lamium amplexicaule* προτιμά ελαφριά έως μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και οργανική ουσία (Simpson, 2017; Salehi et al., 2019; Amer et al., 2023; GBIF, 2023d).



Εικόνα 1.5.2. Φυτό του είδους *Lamium amplexicaule* σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης.

1.5.4 *Papaver rhoeas* (Παπαρούνα)

Το είδος *Papaver rhoeas*, γνωστό ως παπαρούνα, της οικογένειας Papaveraceae αποτελεί κοσμοπολίτικο ζιζάνιο με πιθανή προέλευση την Ευρώπη, τη Βόρεια Αφρική

και τη Δυτική Ασία. Το ζιζάνιο αυτό είναι ετήσιο, ποώδες φυτό με όρθια έκφυση, το οποίο δεν ξεπερνά τα 0,8 m σε ύψος. Τα στελέχη του είναι κυλινδρικά και διακλαδιζόμενα με γαλακτώδη χυμό και τρίχωμα, ενώ οι κοτυληδόνες είναι επιμήκεις, έμμισχες με μικρό μέγεθος. Τα κατώτερα φύλλα είναι διατεταγμένα σε ροζέτα, ενώ τα ανώτερα φύλλα είναι εναλλασσόμενα και χαρακτηρίζονται γενικά, από τα οδοντωτά περιθώρια και τους έντονους λοβούς. Η ταξιανθία αποτελείται από μεμονωμένα άνθη, διαμέτρου από 0,03 έως 0,1 m, έντονου κόκκινου χρώματος. Ο καρπός του φυτού είναι κάψα σφαιρικού σχήματος και καστανού χρώματος με πολυάριθμους σπόρους, οι οποίοι μπορεί να έχουν γκρι ή σκούρο καφέ χρωματισμό. Το είδος *Papaver rhoeas* αναπτύσσεται καλύτερα σε γόνιμα, πηλώδη ή αργιλώδη εδάφη με αλκαλικό pH. Γενικά, οι παράγοντες που δεν ευνοούν την ανάπτυξη του συγκεκριμένου ζιζανίου περιλαμβάνουν τα κακής γονιμότητας εδάφη, φτωχά σε θρεπτικά συστατικά, την υψηλή υγρασία, την έλλειψη επαρκούς φωτισμού, καθώς και τον ανταγωνισμό με άλλα φυτικά είδη (Mitich, 2000; Grauso et al., 2021; GBIF, 2023e).

1.5.5 *Scandix pecten-veneris* (Μυρώνι)

Το είδος *Scandix pecten-veneris* (Εικόνα 1.5.3), της οικογένειας Apiaceae με το κοινό όνομα μυρώνι, είναι εγγενές είδος στην Ευρασία, διαδεδομένο σε ολόκληρη την Ευρώπη και σε ορισμένα μέρη της Νότιας Ασίας. Αποτελεί δικότυλο, ετήσιο φυτό με όρθια έκφυση και στέλεχος ύψους από 0,1 έως 0,5 m. Οι κοτυληδόνες του μυρωνιού είναι επιμήκεις, ενώ τα φύλλα του είναι πτεροειδή, με έντονο πράσινο χρώμα, σε σπειροειδή διάταξη. Επιπρόσθετα, η ταξιανθία χαρακτηρίζεται ως σύνθετο σκιαδίο, αποτελούμενο από μικρά άνθη λευκού χρώματος και ο καρπός είναι στενόμακρο σχιζοκάρπιο μήκους 80 mm, αποτελούμενος από μερικάρπια. Το είδος *Scandix pecten-veneris* γενικά, προτιμά έδαφος βαριάς μηχανικής σύστασης, ενώ μπορεί να αναπτυχθεί και σε ξηρά, ερημικά εδάφη (Simpson, 2017; Wahab et al., 2018; Demirpol et al., 2019; GBIF, 2023f).



Εικόνα 1.5.3. Φυτό του είδους *Scandix pecten-veneris* σε μικρό στάδιο ανάπτυξης.

1.5.6 *Silybum marianum* (Γαϊδουράγκαθο)

Το είδος *Silybum marianum* (**Εικόνα 1.5.4**) γνωστό με την κοινή ονομασία γαϊδουράγκαθο, ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και είναι εγγενές είδος στην περιοχή της Μεσογείου, με ευρεία διάδοση στην Κεντρική Ευρώπη, τη Βόρεια Αφρική, τη Βόρεια και Νότια Αμερική, την Κεντρική και Δυτική Ασία, καθώς και τη Νότια Αυστραλία. Είναι ετήσιο ή διετές φυτό με στελέχη ύψους από 0,4 έως 2 m, τα οποία είναι χνουδωτά και περιέχουν γαλακτώδη χυμό. Οι κοτυληδόνες είναι έμμισχες και τα φύλλα έχουν μεγάλο μέγεθος και αγκαθωτά περιθώρια, ενώ είναι διατεταγμένα κατά εναλλαγή. Επιπρόσθετα, έχουν λοβούς και είναι ευδιάκριτα εξαιτίας των χαρακτηριστικών λευκών νευρώσεων. Η ταξιανθία είναι κεφαλή η οποία αποτελείται από ερμαφρόδιτα άνθη μωβ ή λευκού χρώματος, διαμέτρου περίπου 0,05 m και περιβάλλεται από αγκαθωτά, βράκτια φύλλα. Ο καρπός είναι αχάινιο καστανού ή μαύρου χρώματος με μακρύ, λευκό πάππο. Το είδος *Silybum marianum* αναπτύσσεται σε πολλούς τύπους εδαφών, τα οποία μπορεί να είναι από ελαφριάς έως βαριάς μηχανικής σύστασης. Παράλληλα, παρουσιάζει αυξημένη ανάπτυξη σε συνθήκες μέτριας υγρασίας και επαρκούς παροχής θρεπτικών συστατικών, ενώ είναι ανεκτικό σε ευρύ φάσμα pH, με ιδανικές τις τιμές που κυμαίνονται από 5,5 έως 7,6 (Karkanis et al., 2011; Simpson, 2017; Porwal et al., 2019; GBIF, 2023g).



Εικόνα 1.5.4. Χαρακτηριστικές λευκές νευρώσεις στα φύλλα του είδους *Silybum marianum*.

1.5.7 *Sinapis arvensis* (Σινάπι)

Το είδος *Sinapis arvensis* (**Εικόνα 1.5.5**), γνωστό ως σινάπι αποτελεί ετήσιο φυτό της οικογένειας Brassicaceae, το οποίο χαρακτηρίζεται ως κοσμοπολίτικο με ευρεία διάδοση.



Εικόνα 1.5.5. Φυτό του είδους *Sinapis arvensis* σε μικρό στάδιο ανάπτυξης.

Το ύψος του σιναπιού το οποίο επηρεάζεται αρκετά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να ξεπεράσει τα 0,8 m. Στα νεαρά φυτά, οι κοτυληδόνες είναι έμμισχες και καρδιόσχημες. Τα φύλλα είναι οδοντωτά με λοβούς, ενώ η ταξιανθία είναι βότρυς με ακτινόμορφα άνθη κίτρινου χρώματος. Ο καρπός είναι κεράτιο, το οποίο περιέχει από 4 έως 8 σπόρους σφαιρικού σχήματος. Το είδος *Sinapis arvensis* προτιμά αργιλώδη εδάφη με αλκαλικό pH, με μέτρια υγρασία και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία (Winter, 2011; Simpson, 2017; Zargar et al., 2021; GBIF, 2023h).

1.5.8 *Sonchus oleraceus* (Ζωχός)

Το *Sonchus oleraceus* με την κοινή ονομασία ζωχός, ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και αποτελεί ένα επιβλαβές δικοτυλήδονο ζιζάνιο σε πολλές ετήσιες ή πολυετείς καλλιέργειες. Συναντάται κυρίως ως χειμερινό είδος και είναι εγγενές στη Βόρεια Αφρική, την Ευρώπη και την Ασία. Οι κοτυληδόνες είναι ωοειδείς, ενώ το στέλεχος είναι ωχροπράσινο, χωρίς τρίχωμα και φτάνει σε ύψος το 1,5 m. Τα φύλλα είναι λογχοειδή με οδοντωτό περιθώριο και λεπτές τρίχες στη άνω φυλλική επιφάνεια. Επιπρόσθετα, έχουν μακρόστενο σχήμα με έντονους λοβούς και υπόλευκες έως μωβ νευρώσεις. Τα άνθη είναι κίτρινου χρώματος, οργανωμένα σε κεφαλές, ενώ ο καρπός χαρακτηρίζεται ως αχάινιο. Το είδος *Sonchus oleraceus* προσαρμόζεται σε διάφορες εδαφικές συνθήκες, παρουσιάζοντας βέλτιστη ανάπτυξη σε γόνιμα εδάφη με αρκετή υγρασία και σε συνθήκες επαρκούς ηλιακού φωτός (Puri et al., 2018; Peerzada et al., 2019; GBIF, 2023i).

1.5.9 *Veronica persica* (Βερόνικα)

Το είδος *Veronica persica* (Εικόνα 1.5.6) με το κοινό όνομα βερόνικα είναι ένα ετήσιο, ποώδες ζιζάνιο της οικογένειας Plantaginaceae, με ευρεία διάδοση. Είναι φυτό χαμηλής ανάπτυξης με διακλαδιζόμενα στελέχη και μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και 0,3 m. Οι κοτυληδόνες της βερόνικας είναι έμμισχες με ευκρινές το κεντρικό νεύρο, ενώ τα φύλλα είναι απλά και αντίθετα με ωοειδές σχήμα. Επιπλέον, διαθέτουν αραιό τρίχωμα και οδοντωτά περιθώρια με οξείες άκρες. Τα άνθη φέρονται σε ποδίσκους και είναι μικρού μεγέθους με πλάτος που κυμαίνεται από 4 έως 11 mm. Επιπρόσθετα, μπορεί να έχουν μπλε έως άσπρο χρώμα. Ο καρπός χαρακτηρίζεται ως κάψα και έχει

μικρό μέγεθος και καρδιοειδές σχήμα. Το είδος *Veronica persica* μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορες εδαφικές συνθήκες, προτιμώντας ξηρά εδάφη και ελαφριάς μηχανικής σύστασης (Simpson, 2017; College of Agriculture and Life Sciences, 2020; GBIF, 2023j).



Εικόνα 1.5.6. Κοτυληδόνας του είδους *Veronica persica*.

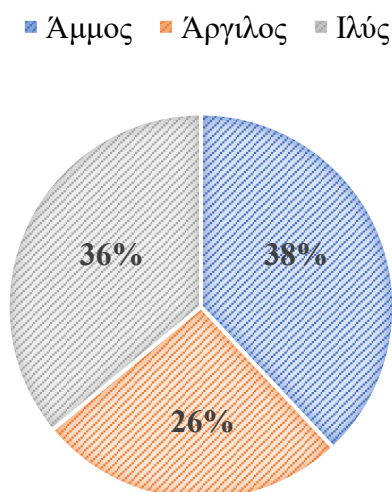
1.6 Σκοπός της μελέτης

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης του χρόνου σποράς σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.). Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη τους διαφορετικούς χρόνους σποράς (πρώιμη και όψιμη), αξιολογήθηκε η διαφοροποίηση στην πυκνότητα των πλατύφυλλων ζιζανίων και παράλληλα, διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Τέτοιες μελέτες αποσκοπούν στη βελτιστοποίηση των γεωργικών πρακτικών με στόχο την αύξηση, τόσο της παραγωγής, όσο και της ποιότητας του σιταριού και παράλληλα την ελαχιστοποίηση της χρήσης χημικών ουσιών συμβάλλοντας σημαντικά στη βιώσιμη γεωργία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 2^ο – Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Με στόχο τη μελέτη του συγκεκριμένου θέματος της μεταπτυχιακής διατριβής, πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου στο αγρόκτημα του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, στο Βελεστίνο. Σε όλη την καλλιεργητική περίοδο, η οποία ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2023 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2024, μετρήθηκαν παράμετροι, τόσο για τα ζιζάνια, όσο και για το σκληρό σιτάρι. Το έδαφος του αγροκτήματος είναι μέσης μηχανικής σύστασης (**Διάγραμμα 2.1.1**) με pH ίσο με 7,4.



Διάγραμμα 2.1.1. Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους.

2.2 Πειραματική διαδικασία

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία της γεωργικής έκτασης που αξιοποιήθηκε, με τη χρήση σβολοκόπτη και ακολούθησε η σπορά του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.), η οποία υλοποιήθηκε μηχανικά σε δύο περιόδους και με αποστάσεις 18 cm μεταξύ των γραμμών. Η ποικιλία που επιλέχθηκε είναι η Santograal, ενώ χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σπόρου ίση με 27 kg ανά στρέμμα. Η πρώτη σπορά της συγκεκριμένης ποικιλίας έγινε στις 9 Νοεμβρίου 2023, όπου σπάρθηκαν τα αγροτεμάχια των σειρών Α και Γ, ενώ αντίστοιχα η όψιμη σπορά πραγματοποιήθηκε στις 20 Νοεμβρίου 2023 και σπάρθηκαν τα αγροτεμάχια των

σειρών Β και Δ (**Διάγραμμα 2.3.1**). Στη συνέχεια, ακολούθησε η χάραξη του πειραματικού αγρού στις 13 Δεκεμβρίου 2023 με χρήση πασσάλων, σπάγκου και μέτρου, δημιουργώντας 20 τεμάχια στις 4 σειρές (Α, Β, Γ, Δ). Στην **Εικόνα 2.2.1** και στην **Εικόνα 2.2.2** παρουσιάζονται δύο αγροτεμάχια, το πρώτο με πρώιμη και το δεύτερο με όψιμη σπορά αντίστοιχα.



Εικόνα 2.2.1. Αγροτεμάχιο με πρώιμη σπορά στις 13 Δεκεμβρίου 2023.



Εικόνα 2.2.2. Αγροτεμάχιο με όψιμη σπορά στις 13 Δεκεμβρίου 2023.

Στις 11 Μαρτίου 2024, ημερομηνία, η οποία αντιστοιχεί στο στάδιο του αδελφώματος, εφαρμόστηκαν δύο μεταφωτρωτικά ζιζανιοκτόνα με τη χρήση ψεκαστήρα ακριβείας, ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιόμορφη κατανομή των ζιζανιοκτόνων. Ο ψεκαστήρας είχε ακροφύσια τύπου ριπιδίου, πίεση ψεκασμού ίση με 2,5 atm και χρήση 30 L όγκου ψεκαστικού υγρού ανά στρέμμα. Οι επεμβάσεις στα

αγροτεμάχια αφορούσαν το ζιζανιοκτόνο με το εμπορικό όνομα ‘Biathlon Super WG’, καθώς και το ζιζανιοκτόνο με το εμπορικό όνομα ‘Atlantis Activ’. Σημειώνεται ότι και στα δύο ζιζανιοκτόνα προστέθηκε το σκεύασμα ‘Biopower SL’, με στόχο τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των δύο ζιζανιοκτόνων.

Στον **Πίνακα 2.2.1** συνοψίζονται τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν, οι δραστικές ουσίες και οι δόσεις αυτών.

Πίνακας 2.2.1. Σύνοψη των σκευασμάτων που εφαρμόστηκαν.

Σκεύασμα	Δραστικές Ουσίες	Δόση
Biathlon Super WG	tritosulfuron + florasulam	7 g / στρέμμα
Atlantis Activ	iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone methyl	33 g / στρέμμα
Biopower SL	alkylethersulfate sodium salt	100 mL / στρέμμα

Παρακάτω, παρουσιάζονται περεταίρω πληροφορίες για τα συγκεκριμένα σκευάσματα, σύμφωνα με τις ετικέτες τους.

1. Biathlon Super WG: Το συγκεκριμένο φυτοπροστατευτικό προϊόν, υπό μορφή εναιωρηματοποιήσιμων κόκκων (WG), αποτελεί μείγμα δύο ζιζανιοκτόνων του tritosulfuron και του florasulam. Σύμφωνα με την εγγυημένη σύνθεση του, περιέχει 71,4% β/β tritosulfuron, 5,4% β/β florasulam, καθώς και 20,05 % β/β βοηθητικών ουσιών. Πρόκειται για σκεύασμα, το οποίο εφαρμόζεται μεταφύτευτικά και ελέγχει αποτελεσματικά την κολλητσίδα και διάφορα πλατύφυλλα ζιζάνια, στις καλλιέργειες του σιταριού, του κριθαριού, της σίκαλης, της βρώμης, αλλά και του τριτικάλε.
2. Atlantis Activ: Το συγκεκριμένο σκεύασμα αποτελεί εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο, υπό μορφή εναιωρηματοποιήσιμων κόκκων (WG), το οποίο εφαρμόζεται μεταφύτευτικά έναντι, τόσο αγρωστωδών, όσο και πλατύφυλλων ειδών ζιζανίων στην καλλιέργεια του σιταριού. Με βάση την εγγυημένη σύνθεση του, αποτελείται από 0,9% β/β iodosulfuron-methyl-sodium, 4,5% β/β mesosulfuron-methyl, 1,5%

β/β thiencarbazone-methyl. Επιπλέον, περιέχει 13,5% β/β του αντιφυτοτοξικού παράγοντα mefenpyr-diethyl, καθώς και 92,42 % β/β βοηθητικών ουσιών.

3. Biorpower SL: Το συγκεκριμένο επιφανειοδραστικό προϊόν εφαρμόζεται σε στενόφυλλες καλλιέργειες ως συνεργό ζιζανιοκτόνων, ώστε να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Έχει μορφή πυκνού διαλύματος (SL) και περιέχει 38,35% β/β alkylethersulfate sodium salt.

Οι μετρήσεις, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω, πραγματοποιήθηκαν 26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024, ενώ ακολούθησε η συγκομιδή της καλλιέργειας, η οποία έγινε χειρωνακτικά στις 20 Ιουνίου 2024. Στις 26 Ιουνίου 2024, οι διεργασίες στο αγρόκτημα έλαβαν τέλος με τη διαδικασία αλωνίσματος και καθαρισμού του σπόρου, με τη χρήση εργαστηριακού αλωνιστή Wintersteiger LD-180 (**Εικόνα 2.2.3**), ενώ η πειραματική διαδικασία ολοκληρώθηκε συνολικά με τις τελικές εργαστηριακές μετρήσεις.



Εικόνα 2.2.3. Ηλεκτρική αλωνιστική μηχανή Wintersteiger LD-180.

2.3 Πειραματικό σχέδιο

Το πείραμα υλοποιήθηκε με βάση το πειραματικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot design), όπου ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ καταλαμβάνει τα

κύρια τεμάχια (main plots), ενώ στα υποτεμάχια (subplots) πραγματοποιήθηκαν οι επεμβάσεις του δεύτερου παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Ο πειραματικός αγρός χωρίστηκε σε 4 κύρια τεμάχια (Α, Β, Γ, Δ) με 5 υποτεμάχια στο κάθε ένα από αυτά, όπως παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 2.3.1**. Όλα τα τεμάχια που σχεδιάστηκαν είχαν διαστάσεις 3 m x 2,5 m, ενώ για κάθε επέμβαση ζιζανιοκτόνου σε κάθε χρόνο σποράς υπήρχαν 3 επαναλήψεις. Όσον αφορά τον πρώτο παράγοντα, δηλαδή τον χρόνο σποράς, χωρίζεται σε δύο επίπεδα: σε πρόιμη και σε όψιμη σπορά. Ο δεύτερος παράγοντας, δηλαδή τα ζιζανιοκτόνα, περιλαμβάνει τρία επίπεδα, τα οποία αντιστοιχούν στον ασέκαστο μάρτυρα, καθώς και στα δύο ζιζανιοκτόνα που εφαρμόστηκαν.

5	Atlantis Activ	Atlantis Activ	-	-
4	Μάρτυρας	Μάρτυρας	Biathlon Super WG	Biathlon Super WG
3	Biathlon Super WG	Biathlon Super WG	Μάρτυρας	Μάρτυρας
2	Atlantis Activ	Atlantis Activ	Atlantis Activ	Atlantis Activ
1	Μάρτυρας	Μάρτυρας	Biathlon Super WG	Biathlon Super WG
	Α. <u>Πρώιμη σπορά</u>	Β. <u>Όψιμη σπορά</u>	Γ. <u>Πρώιμη σπορά</u>	Δ. <u>Όψιμη σπορά</u>

Διάγραμμα 2.3.1. Πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε στο συγκεκριμένο πείραμα πεδίου.

2.4 Μετρήσεις

Σε όλη την καλλιεργητική περίοδο πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και καταγράφηκαν δεδομένα για τις παραμέτρους της καλλιέργειας, αλλά και των ζιζανίων. Όσον αφορά το σκληρό σιτάρι, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν επιγραμματικά το ύψος των στελεχών, τον αριθμό των αδελφιών, τη συγκέντρωση της

χλωροφύλλης, τη νωπή και ξηρή βιομάζα του υπέργειου τμήματος, το μήκος του στάχewς, την απόδοση σε σπόρο, το βάρος των 1000 σπόρων, καθώς και τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης στους σπόρους. Για τα ζιζάνια, καταγράφηκαν στοιχεία για την πυκνότητα και το ξηρό βάρος ανά είδος ζιζανίου. Παρακάτω, περιγράφεται λεπτομερειακά η όλη πειραματική διαδικασία που εφαρμόστηκε για την καταγραφή των συγκεκριμένων δεδομένων.

2.4.1 Σκληρό σιτάρι

- **Ύψος των στελεχών:** Για τον προσδιορισμό του ύψους των στελεχών πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις στις 26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024. Σε κάθε ένα από τα πειραματικά υποτεμάχια επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο 4 φυτά, στα οποία μετρήθηκε και καταγράφηκε το ύψος τους.
- **Αριθμός των αδελφιών:** Για τη μέτρηση του αδελφώματος, πραγματοποιήθηκε επιλογή 4 τυχαίων φυτών σε κάθε πειραματικό υποτεμάχιο και καταγράφηκε ο αριθμός των αδελφιών για κάθε φυτό. Η συγκεκριμένη διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές (26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024).
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με την χρήση του φορητού οργάνου μέτρησης SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) (**Εικόνα 2.4.1**). Σε κάθε υποτεμάχιο, πραγματοποιήθηκε καταγραφή του μέσου όρου της περιεχομένης χλωροφύλλης 3 τυχαία επιλεγμένων φυτών, σύμφωνα με την ένδειξη του οργάνου. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές (26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024). Σημειώνεται ότι στις 9 Απριλίου 2024, η συγκεκριμένη μέτρηση έγινε στο φύλλο-σημαία των φυτών.
- **Ξηρή βιομάζα:** Συλλέχθηκαν δείγματα με κοπή των φυτών του σιταριού από κάθε υποτεμάχιο σε μήκος 30 cm πάνω στη γραμμή σποράς. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε εντός των πειραματικών υποτεμαχίων, ενώ τα δείγματα στη συνέχεια, μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας όπου τοποθετήθηκαν σε κλίβανο ξήρανσης, σε θερμοκρασία 60 °C για 4 ημέρες. Αφού πραγματοποιήθηκε πλήρης ξήρανση, ακολούθησε ο προσδιορισμός του ξηρού βάρους των φυτών, με την χρήση της ζυγαριάς ακριβείας (KERN, PCB 2500-2). Η συγκεκριμένη

διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές, όπως και οι παραπάνω (26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024).

- **Μήκος του στάχewς:** Στις 23 Απριλίου 2024, επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο 6 φυτά σε κάθε πειραματικό υποτεμάχιο και καταγράφηκε το μήκος του στάχewς σε κάθε ένα από αυτά, με τη χρήση μέτρου.



Εικόνα 2.4.1. Το φορητού όργανο μέτρησης SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.).

- **Απόδοση σε σπόρο:** Η απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο σημειώθηκε μετά τη συγκομιδή της καλλιέργειας, η οποία πραγματοποιήθηκε 2 φορές ανά υποτεμάχιο σε επιφάνεια 0,5 m x 0,5 m, στις 20 Ιουνίου 2024. Στη συνέχεια, με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας μετρήθηκε το βάρος των σπόρων του κάθε δείγματος (**Εικόνα 2.4.2**).
- **Βάρος των 1000 σπόρων:** Το βάρος των 1000 σπόρων προσδιορίστηκε μετά από τη μέτρηση του βάρους 100 σπόρων για κάθε υποτεμάχιο. Για κάθε δείγμα, μετρήθηκε 2 φορές το βάρος 50 τυχαίων σπόρων στη ζυγαριά ακριβείας και στη συνέχεια, έγινε αναγωγή ώστε να προσδιοριστεί το βάρος των 1000 σπόρων (**Εικόνα 2.4.3**).



Εικόνα 2.4.2. Μέτρηση του βάρους των σπόρων του κάθε δείγματος.



Εικόνα 2.4.3. Μέτρηση του βάρους 50 σπόρων του κάθε δείγματος.

- **Περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, της υγρής και της ξηρής γλουτένης:** Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης, της υγρής και της ξηρής γλουτένης στους σπόρους του σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών με τη χρήση αναλυτή NIR (μοντέλο DA 7250, Perten Instruments, Hägersten, Sweden).

2.4.2 Ζιζάνια

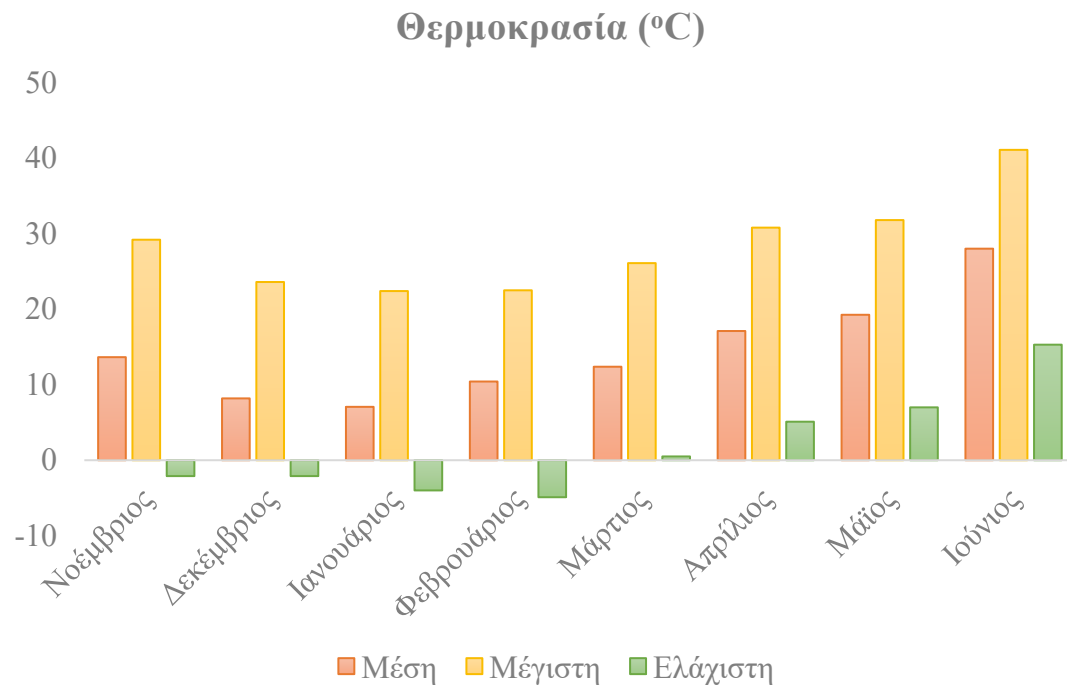
- **Είδη ζιζανίων:** Στις 13 Δεκεμβρίου 2023, καταγράφηκαν τα διάφορα είδη ζιζανίων εντός των πειραματικών υποτεμαχίων, σε επιφάνεια 0,4 m x 0,4 m. Στις 23 Απριλίου 2024, πραγματοποιήθηκε η τελευταία καταγραφή, εστιάζοντας στα κυριότερα είδη.
- **Πυκνότητα:** Σε επιφάνεια 0,4 m x 0,4 m, μετρήθηκε ο αριθμός ανά είδος ζιζανίου. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 2 φορές (13 Δεκεμβρίου 2023 και 23 Απριλίου 2024) για κάθε πειραματικό υποτεμάχιο.
- **Ξηρή βιομάζα:** Συλλέχθηκαν δείγματα με κοπή των ζιζανίων σε επιφάνεια 0,4 m x 0,4 m, εντός του κάθε υποτεμαχίου. Στη συνέχεια, ακολούθησε μεταφορά των δειγμάτων σε κλίβανο ξήρανσης, σε θερμοκρασία 60 °C, για 4 ημέρες. Μετά την πλήρη ξήρανση, προσδιορίστηκε η ξηρή βιομάζα, με χρήση της ζυγαριάς ακριβείας. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές (26 Μαρτίου, 9 Απριλίου και 23 Απριλίου 2024).

2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα

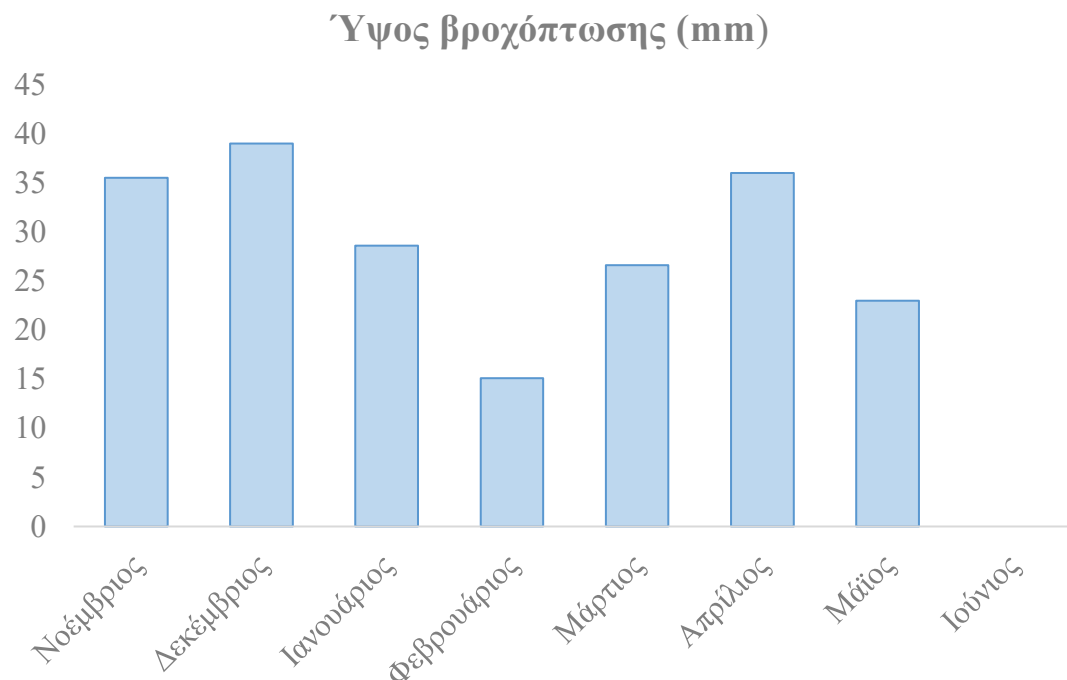
Στα διαγράμματα που ακολουθούν (**Διάγραμμα 2.5.1** και **Διάγραμμα 2.5.2**), παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα, τόσο για τη θερμοκρασία (°C), όσο και για το ύψος των βροχοπτώσεων (mm) καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Νοέμβριος 2023 έως Ιούνιος 2024). Τα συγκεκριμένα δεδομένα ελήφθησαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην περιοχή του Βελεστίνου και είναι μεγάλης σημασίας, καθώς παρέχουν πληροφορίες για τις συνθήκες, κάτω από τις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι πειραματικές διαδικασίες.

Όσον αφορά τη θερμοκρασία, παρουσιάζεται η μέση, η μέγιστη, αλλά και η ελάχιστη θερμοκρασία ανά μήνα. Η υψηλότερη τιμή για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία σημειώθηκε τον Ιούνιο του 2024 (28 °C), ενώ η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε τον Ιανουάριο του 2024 (7,1 °C). Συνολικά, η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρήθηκε 11 Ιουνίου του 2024 και η ελάχιστη 1 Φεβρουαρίου του 2024 με τιμές ίσες με 41,1 °C και -4,9 °C αντίστοιχα. Αναφορικά με το ύψος των βροχοπτώσεων, παρουσιάζεται ο μηνιαίος μέσος όρος, σύμφωνα με τον οποίο ο Δεκέμβριος είναι ο μήνας με την

υψηλότερη τιμή (39 mm), ενώ ο Φεβρουάριος αποτελεί τον μήνα με τον χαμηλότερο μέσο όρο του ύψους βροχόπτωσης (15,1 mm).



Διάγραμμα 2.5.1. Μέση, μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία στο Βελεστίνο.



Διάγραμμα 2.5.2. Μέσος όρος του ύψους βροχόπτωσης, ανά μήνα στο Βελεστίνο.

2.6 Στατιστική επεξεργασία

Η ανάλυση των δεδομένων των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SigmaPlot 12 software (Systat Software, San Jose, CA, USA). Για όλες τις μετρήσεις εκτός της 1^{ης} μέτρησης της πυκνότητας των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (Analysis of variance) με δύο παράγοντες, τον χρόνο σποράς (κύρια τεμάχια) και τα ζιζανιοκτόνα (υποτεμάχια). Στην 1^η μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων δεν είχε πραγματοποιηθεί ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων, οπότε η ανάλυση της διασποράς έγινε χωρίς να συμπεριληφθεί στην ανάλυση ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ (σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων). Η σύγκριση των μέσων τιμών των επεμβάσεων έγινε με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Κεφάλαιο 3ο – Αποτελέσματα

3.1 Σκληρό σιτάρι

3.1.1 Ύψος των στελεχών

1^η Μέτρηση

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για το ύψος των στελεχών, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.1.1**, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, καθώς η τιμή του P είναι μικρότερη από 0,05. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η διαφορά μεταξύ των δύο επιπέδων του συγκεκριμένου παράγοντα ήταν 9,11 cm, με τη μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται στην πρώιμη σπορά. Όσον αφορά τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, αλλά και την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με βάση την τιμή του P, η οποία ισούται με 0,247 και 0,280 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1.1. Ανάλυση διακύμανσης για το ύψος των στελεχών στις 26-03-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	373,556	373,556	30,935	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	38,058	19,029	1,576	0,247
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	34,298	17,149	1,420	0,280

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

2^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για το ύψος των στελεχών κατά τη δεύτερη μέτρηση (**Πίνακας 3.1.2**) ήταν παρόμοια με αυτά της πρώτης μέτρησης. Ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,044$), σε αντίθεση με τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ και την αλληλεπίδραση αυτών. Η διαφορά μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης σποράς ήταν 8,47 cm, ελαφρώς μικρότερη συγκριτικά με τη μέτρηση που έγινε στις 26 Μαρτίου.

Πίνακας 3.1.2. Ανάλυση διακύμανσης για το ύψος των στελεχών στις 09-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	323,003	323,003	5,055	0,044
Ζιζανιοκτόνα	2	148,090	74,045	1,159	0,347
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	0,632	0,316	0,00494	0,995
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

3^η Μέτρηση

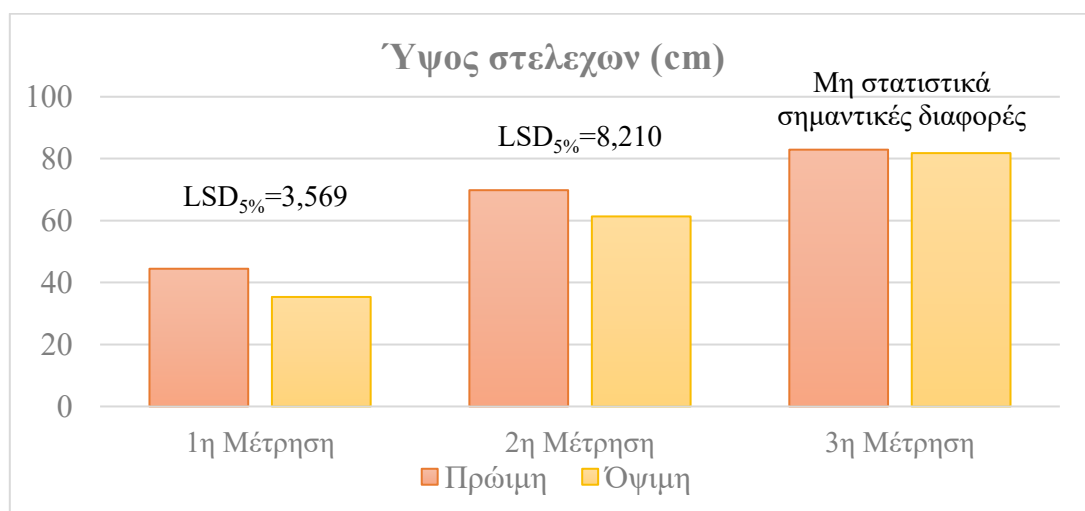
Όσον αφορά τα αποτελέσματα κατά την τρίτη μέτρηση, σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για το ύψος των στελεχών (**Πίνακας 3.1.3**), δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά, τόσο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, όσο και για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Παράλληλα, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων. Αυτό υποδεικνύεται από την τιμή του P, η οποία σε όλες τις περιπτώσεις είναι μεγαλύτερη από 0,05.

Πίνακας 3.1.3. Ανάλυση διακύμανσης για το ύψος των στελεχών στις 23-04-24.

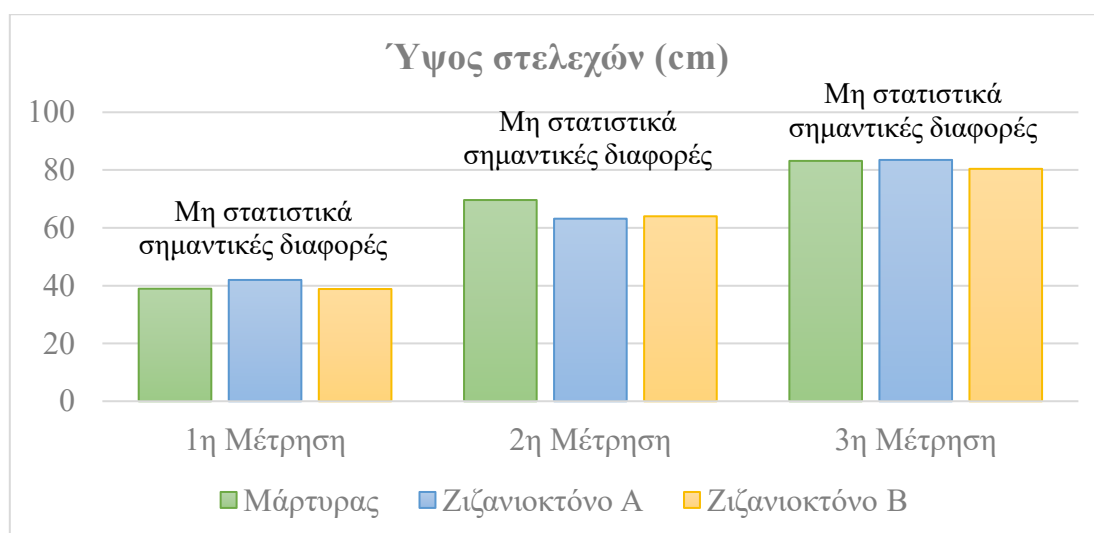
Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	5,556	5,556	1,247	0,286
Ζιζανιοκτόνα	2	34,361	17,181	3,857	0,051
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	13,528	6,764	1,518	0,258
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Στα παρακάτω διαγράμματα (**Διάγραμμα 3.1.1** και **Διάγραμμα 3.1.2**) παρουσιάζεται ο μέσος όρος του ύψους των στελεχών για τα διάφορα επίπεδα του χρόνου σποράς και των ζιζανιοκτόνων, αντίστοιχα. Όσον αφορά τον παράγοντα

‘χρόνος σποράς’ και στις τρεις μετρήσεις παρατηρείται μεγαλύτερο ύψος του σκληρού σιταριού στην πρώιμη συγκριτικά με την όψιμη σπορά. Για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, τόσο στην πρώτη, όσο και στην τρίτη μέτρηση, η μεγαλύτερη τιμή του ύψους των στελεχών σημειώνεται στα αγροτεμάχια, όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Α, ενώ κατά τη δεύτερη μέτρηση παρατηρείται αυξημένος μέσος όρος του ύψους στον μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.1.1. Μέσος όρος του ύψους των στελεχών του σκληρού σιταριού για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.



Διάγραμμα 3.1.2. Μέσος όρος του ύψους των στελεχών του σκληρού σιταριού για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

3.1.2 Αριθμός των αδελφιών

1^η Μέτρηση

Στον **Πίνακα 3.1.4** παρατίθεται η ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών κατά την πρώτη μέτρηση. Σύμφωνα με αυτόν, ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά, καθώς το P ισούται με 0,194. Παρομοίως, για τον δεύτερο παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, η τιμή του P είναι ίση με 0,634 υποδεικνύοντας μη στατιστικά σημαντική διαφορά. Επιπρόσθετα, μεταξύ των δύο παραγόντων δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ($P=0,856$).

Πίνακας 3.1.4. Ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών στις 26-03-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,500	0,500	1,895	0,194
Ζιζανιοκτόνα	2	0,250	0,125	0,474	0,634
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	0,0833	0,0417	0,158	0,856

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

2^η Μέτρηση

Παρακάτω, παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών της δεύτερης μέτρησης. Σύμφωνα με τον **Πίνακα 3.1.5**, σε κανέναν από τους δύο παράγοντες δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με αυτά της πρώτης μέτρησης και η τιμή του P είναι μεγαλύτερη από 0,05 και στις τρεις πηγές διακύμανσης. Αναλυτικότερα, το P είναι ίσο με 0,389 και 0,712 για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ και για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1.5. Ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών στις 09-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,0556	0,0556	0,800	0,389
Ζιζανιοκτόνα	2	0,0486	0,0243	0,350	0,712
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	0,257	0,128	1,850	0,199
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

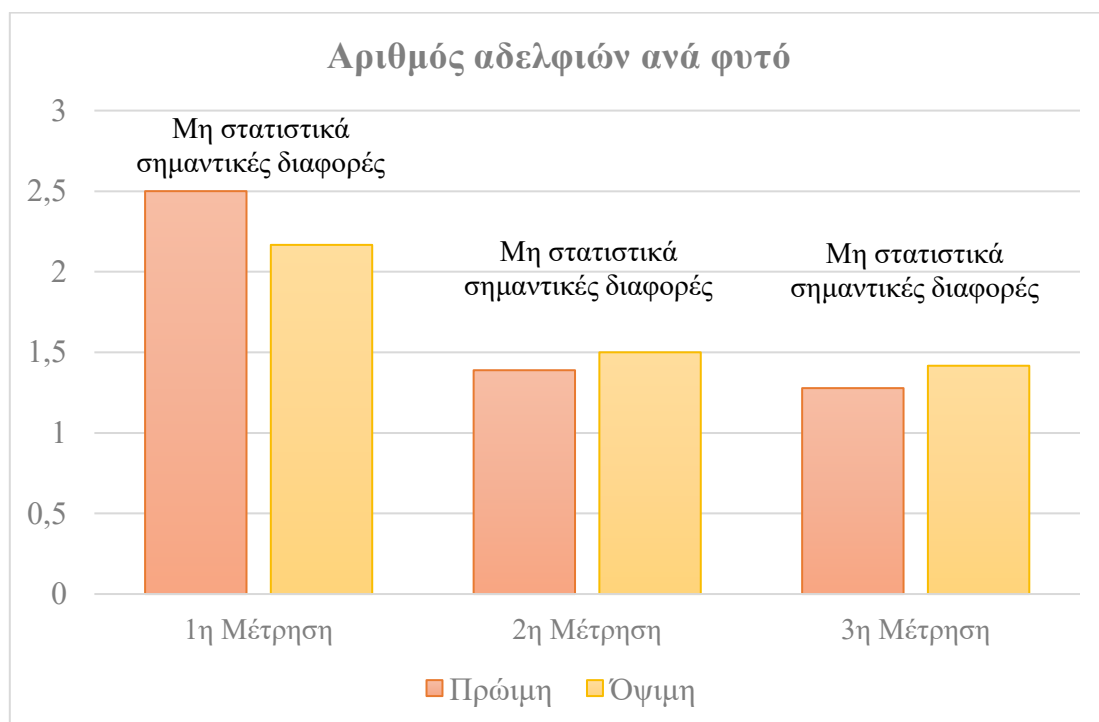
3^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης που αφορούν τον αριθμό των αδελφιών στην τελευταία μέτρηση (**Πίνακας 3.1.6**) ήταν παρόμοια με αυτά, τόσο της πρώτης, όσο και της δεύτερης μέτρησης. Αναλυτικότερα, με βάση την τιμή του P, η οποία είναι ίση με 0,083, 0,107 και 0,107 υποδεικνύεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων των δύο παραγόντων, καθώς και αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων.

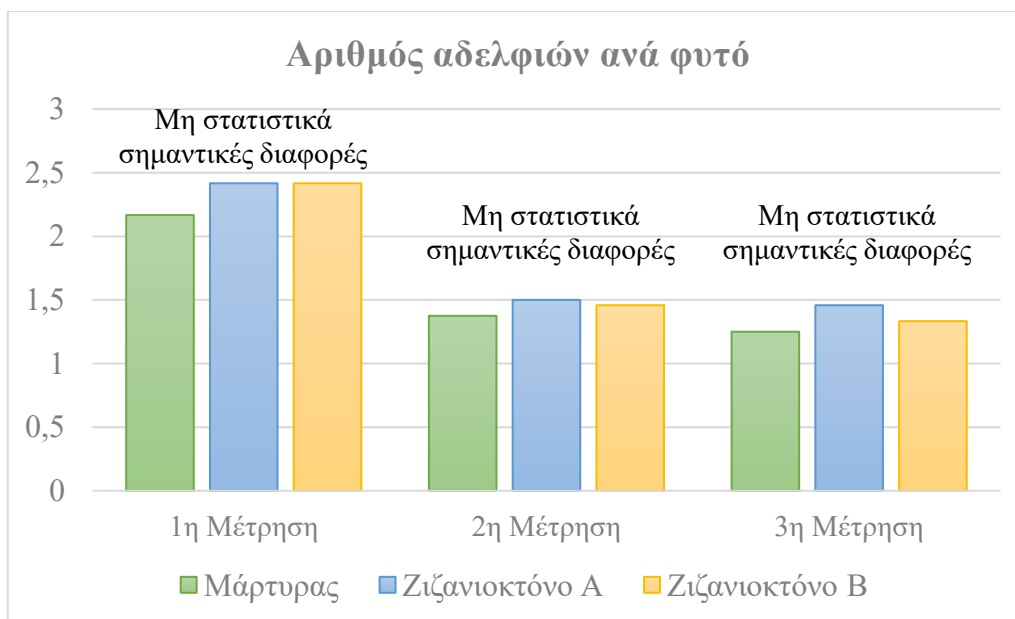
Πίνακας 3.1.6. Ανάλυση διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,0868	0,0868	3,571	0,083
Ζιζανιοκτόνα	2	0,132	0,0660	2,714	0,107
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	0,132	0,0660	2,714	0,107
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Στο **Διάγραμμα 3.1.3** συνοψίζεται ο μέσος όρος του αριθμού των αδελφιών ανά φυτό, τόσο στην πρώιμη, όσο και στην όψιμη σπορά. Συνολικά, η υψηλότερη τιμή σημειώνεται στην πρώιμη σπορά κατά την πρώτη μέτρηση (2,5 αδελφία ανά φυτό), ενώ η χαμηλότερη τιμή στην πρώιμη σπορά κατά την τρίτη μέτρηση (1,3 αδελφία ανά φυτό). Αναλυτικότερα, στην πρώτη μέτρηση ο μέσος όρος του αριθμού αδελφιών ανά φυτό είναι μεγαλύτερος στην πρώιμη συγκριτικά με την όψιμη σπορά. Αντίθετα, στις άλλες δύο μετρήσεις ο μέσος όρος φαίνεται ότι είναι μεγαλύτερος στην όψιμη σπορά. Στο **Διάγραμμα 3.1.4** παρουσιάζεται η επίδραση των ζιζανιοκτόνων στον αριθμό των αδελφιών. Στην πρώτη μέτρηση ο μέσος όρος που αναγράφεται για τα δύο ζιζανιοκτόνα είναι ίσος και μεγαλύτερος από τον μάρτυρα, ενώ όσον αφορά την δεύτερη και την τρίτη μέτρηση, ο μεγαλύτερος μέσος όρος σημειώνεται στα αγροτεμάχια, όπου πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου Α.



Διάγραμμα 3.1.3. Μέσος όρος του αριθμού των αδελφιών του σκληρού σιταριού για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.



Διάγραμμα 3.1.4. Μέσος όρος του αριθμού των αδελφιών του σκληρού σιταριού για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

3.1.3 Συγκέντρωση της χλωροφύλλης

1^η Μέτρηση

Στον **Πίνακα 3.1.7** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την πρώτη μέτρηση. Η τιμή του P ξεπερνά το 0,05 σε όλες τις περιπτώσεις, υποδηλώνοντας μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αναλυτικότερα, για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, το P ισούται με 0,319, ενώ για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ το P είναι ίσο με 0,513. Ταυτόχρονα, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ($P=0,369$).

2^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά τη δεύτερη μέτρηση παρατίθενται στον **Πίνακα 3.1.8**. Ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,001$). Η διαφορά μεταξύ των τιμών SPAD της πρώιμης και της όψιμης σποράς είναι 2,83 με

τη μεγαλύτερη τιμή να παρατηρείται στην πρώιμη σπορά. Αντίθετα, τόσο για τον παράγοντα 'ζιζανιοκτόνα', όσο και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.1.7. Ανάλυση διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στις 26-03-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	7,220	7,220	1,080	0,319
Ζιζανιοκτόνα	2	9,458	4,729	0,707	0,513
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	14,493	7,247	1,084	0,369
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Πίνακας 3.1.8. Ανάλυση διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στις 09-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	36,125	36,125	22,985	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	8,370	4,185	2,663	0,110
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	1,830	0,915	0,582	0,574
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

3^η Μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση, με βάση την ανάλυση διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (**Πίνακας 3.1.9**), ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,419$), σε αντίθεση με τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ ($P<0,001$). Με βάση τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ παρατηρείται ότι, τόσο για το ζιζανιοκτόνο Α, όσο και για το ζιζανιοκτόνο Β υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Επιπρόσθετα, τα δύο ζιζανιοκτόνα μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Σημειώνεται ότι οι δύο παράγοντες δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ($P=0,153$).

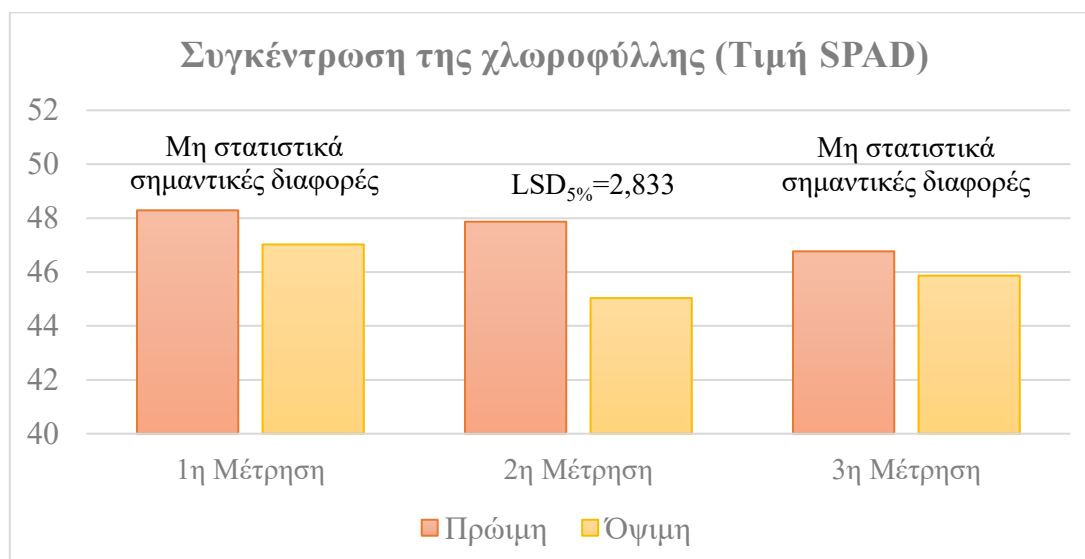
Πίνακας 3.1.9. Ανάλυση διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	3,645	3,645	0,702	0,419
Ζιζανιοκτόνα	2	145,810	72,905	14,038	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	22,930	11,465	2,208	0,153

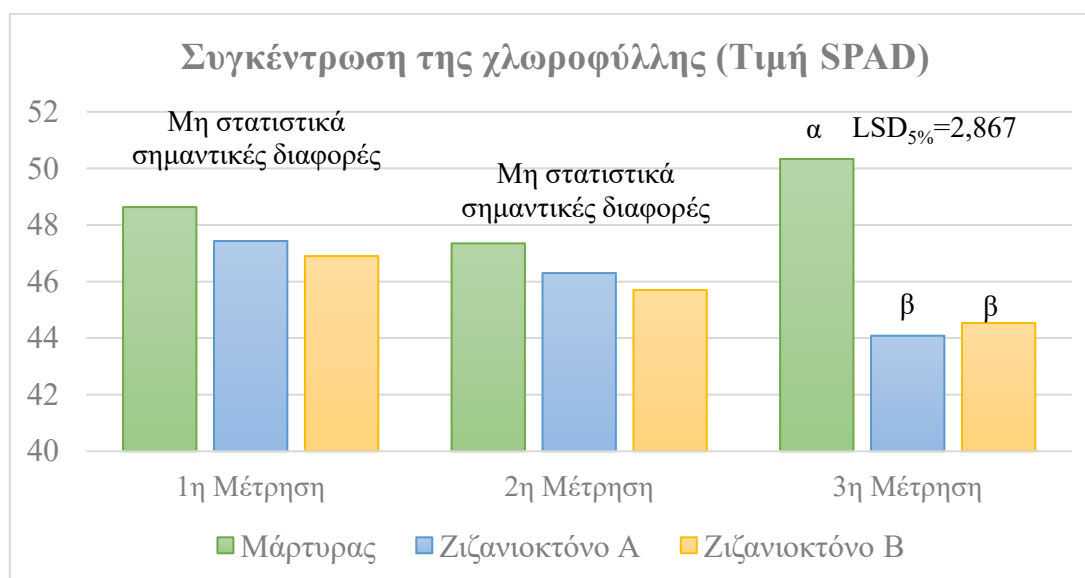
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Στο **Διάγραμμα 3.1.5** και στο **Διάγραμμα 3.1.6** αναγράφεται ο μέσος όρος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης και για τους δύο παράγοντες που αξιολογήθηκαν στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή. Όσον αφορά τον χρόνο σποράς, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είναι υψηλότερη στην πρώιμη σπορά σε σύγκριση με την όψιμη σπορά, ενώ οι τιμές είναι παρόμοιες και στις τρεις μετρήσεις. Συνολικά, η υψηλότερη τιμή (48,3) παρατηρείται κατά την πρώτη μέτρηση, ενώ η χαμηλότερη τιμή (45,0) κατά τη δεύτερη μέτρηση. Για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, ο μάρτυρας παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τα δύο ζιζανιοκτόνα σε όλες τις μετρήσεις. Στην πρώτη και στη δεύτερη μέτρηση ακολουθεί το ζιζανιοκτόνο Α, με μικρότερο μέσο όρο

να εμφανίζουν τα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Β. Αντίθετα, στην τρίτη μέτρηση, μετά τον μάρτυρα, ακολουθεί το ζιζανιοκτόνο Β, ενώ ο χαμηλότερος μέσος όρος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης σημειώνεται στα αγροτεμάχια όπου πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου Α.



Διάγραμμα 3.1.5. Μέσος όρος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης του σκληρού σιταριού για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.



Διάγραμμα 3.1.6. Μέσος όρος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης του σκληρού σιταριού για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazuron-methyl)).

3.1.4 Ξηρή βιομάζα

1^η Μέτρηση

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.1.10**, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, σύμφωνα με την τιμή του P, η οποία είναι μικρότερη από 0,05. Αντίθετα, ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’, αλλά και η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τιμές του P ίσες με 0,500 και 0,758 αντίστοιχα. Μεταξύ των δύο επιπέδων του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ η υψηλότερη τιμή βρέθηκε στην πρώιμη σπορά και ήταν μεγαλύτερη κατά 109,8 kg/στρέμμα συγκριτικά με την όψιμη σπορά.

Πίνακας 3.1.10. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 26-03-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	54259,866	54259,866	8,822	0,012
Ζιζανιοκτόνα	2	9027,943	4513,971	0,734	0,500
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	3485,387	1742,693	0,283	0,758

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

2^η Μέτρηση

Όσον αφορά τα αποτελέσματα κατά τη δεύτερη μέτρηση, ο πίνακας με την ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα (**Πίνακας 3.1.11**), υποδεικνύει μη στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, όσο και για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ με τιμές P ίσες με 0,873 και 0,181 αντίστοιχα. Παράλληλα, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων (P=0,709).

Πίνακας 3.1.11. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 09-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	1947,296	1947,296	0,0268	0,873
Ζιζανιοκτόνα	2	287509,991	143754,996	1,979	0,181
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	51310,831	25655,416	0,353	0,709
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

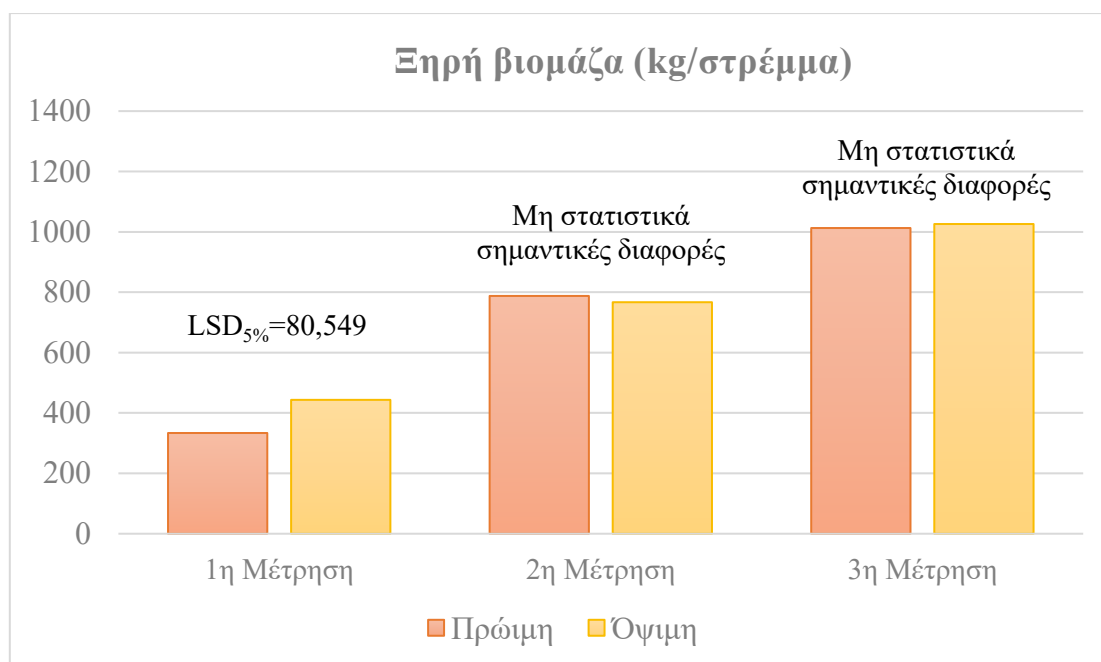
3^η Μέτρηση

Η ανάλυση διακύμανσης για τα δεδομένα της ξηρής βιομάζας κατά την τρίτη μέτρηση παρατίθενται στον **Πίνακα 3.1.12**. Οι δύο παράγοντες δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ενώ ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά. Ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές με $P < 0,001$. Με βάση τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{5\%} = 270,989$) προκύπτει ότι και τα δύο ζιζανιοκτόνα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά με τον μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά των μέσων είναι ίση με 549,388 (ζιζανιοκτόνο B-μάρτυρας), 613,121 (ζιζανιοκτόνο A-μάρτυρας) και 63,733 (ζιζανιοκτόνο B-ζιζανιοκτόνο A).

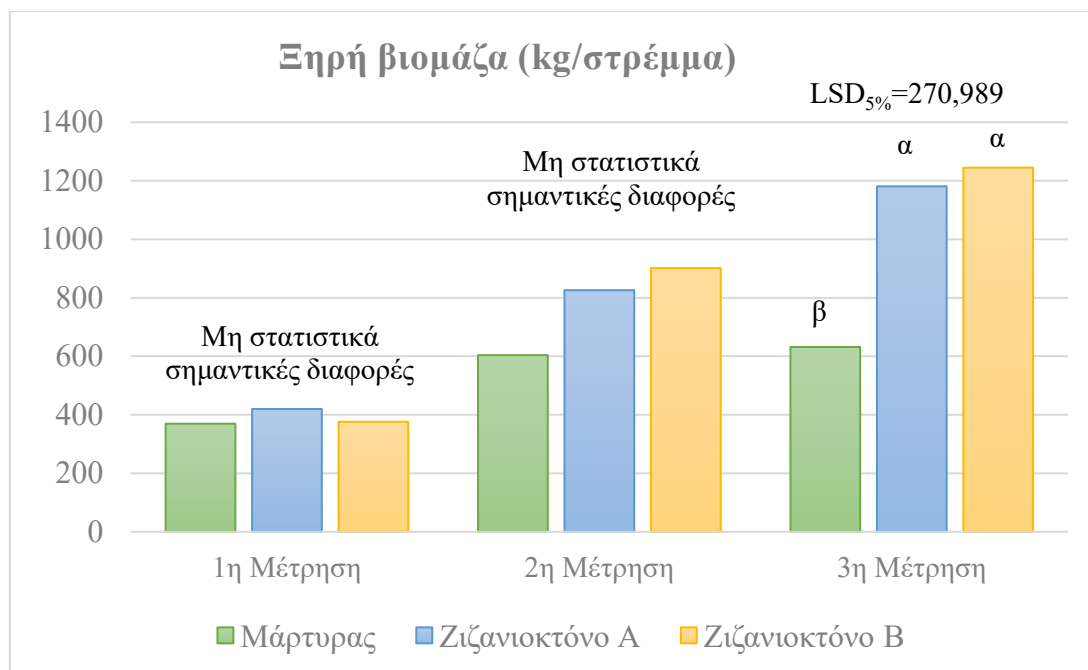
Πίνακας 3.1.12. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	795,939	795,939	0,0172	0,898
Ζιζανιοκτόνα	2	1363613,057	681806,529	14,692	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	95199,511	47599,755	1,026	0,388
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Παρακάτω, ακολουθούν δύο διαγράμματα (**Διάγραμμα 3.1.7** και **Διάγραμμα 3.1.8**) με τον μέσο όρο της ξηρής βιομάζας για τους παράγοντες ‘χρόνος σποράς’ και ‘ζιζανιοκτόνα’. Στο πρώτο διάγραμμα, που αφορά τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, παρατηρείται υψηλότερη τιμή της ξηρής βιομάζας στην όψιμη σπορά κατά την πρώτη και τρίτη μέτρηση με τιμές 443,3 και 1025,9, αντίστοιχα. Όσον αφορά τη δεύτερη μέτρηση, η ο μέσος όρος της ξηρής βιομάζας είναι μεγαλύτερος στην πρόιμη σπορά κατά 2,64% συγκριτικά με την όψιμη σπορά, με τιμή ίση με 787,7. Για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, στην πρώτη μέτρηση η μεγαλύτερη τιμή, η οποία ισούται με 420,0 αντιστοιχεί στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο Α, ενώ στις άλλες δύο μετρήσεις παρατηρείται υψηλότερος μέσος όρος της ξηρής βιομάζας στα αγροτεμάχια με το ζιζανιοκτόνο Β, με τιμές 901,7 και 1244,9. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι χαμηλότερες τιμές σημειώνονται στον μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.1.7. Μέσος όρος της ξηρής βιομάζας του σκληρού σιταριού για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.



Διάγραμμα 3.1.8. Μέσος όρος της ξηρής βιομάζας του σκληρού σιταριού για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thien carbazonemethyl)).

3.1.5 Μήκος του στάχewς

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για το μήκος του στάχewς (**Πίνακας 3.1.13**) υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο στον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, όσο και στον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Το P και στις δύο περιπτώσεις είναι μικρότερο του 0,05 και συγκεκριμένα είναι ίσο με 0,018 για τον πρώτο παράγοντα και μικρότερο από 0,01 για τον δεύτερο παράγοντα. Όσον αφορά τον χρόνο σποράς, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο επιπέδων του συγκεκριμένου παράγοντα ($LSD_{5\%}=0,338$). Επιπρόσθετα, για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ($LSD_{5\%}=0,413$) μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Β, τόσο με το ζιζανιοκτόνο Α, όσο και με τον μάρτυρα. Αντίθετα, μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Α και του μάρτυρα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι μεταξύ των δύο παραγόντων δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ($P=0,192$).

Πίνακας 3.1.13. Ανάλυση διακύμανσης για το μήκος του στάχewς.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,816	0,816	7,557	0,018
Ζιζανιοκτόνα	2	3,373	1,687	15,614	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	0,410	0,205	1,900	0,192
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

3.1.6 Απόδοση σε σπόρο

Στον **Πίνακα 3.1.14** παρατίθεται η ανάλυση διακύμανσης για την απόδοση σε σπόρο. Σύμφωνα με αυτόν, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, καθώς το P ισούται με 0,119. Αντίθετα, για τον δεύτερο παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, η τιμή του P είναι μικρότερη από 0,05 υποδεικνύοντας στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ οι δύο παράγοντες δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ($P=0,312$). Με βάση τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{5\%}=43,794$) για τον δεύτερο παράγοντα, προκύπτει ότι και το ζιζανιοκτόνο A και το ζιζανιοκτόνο B διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τον μάρτυρα. Από την άλλη πλευρά, τα ζιζανιοκτόνα μεταξύ τους δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

3.1.7 Βάρος των 1000 σπόρων

Η ανάλυση διακύμανσης για το βάρος των 1000 σπόρων παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.1.15**. Σύμφωνα με τις τιμές του P, οι οποίες σε όλες τις περιπτώσεις είναι μεγαλύτερες από 0,05 προκύπτει το συμπέρασμα ότι τόσο ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’, όσο και ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επιπρόσθετα, οι δύο παράγοντες δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ($P=0,526$).

Πίνακας 3.1.14. Ανάλυση διακύμανσης για την απόδοση σε σπόρο.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	3416,062	3416,062	2,818	0,119
Ζιζανιοκτόνα	2	12305,687	6152,843	5,077	0,025
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	3117,416	1558,708	1,286	0,312
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Πίνακας 3.1.15. Ανάλυση διακύμανσης για το βάρος των 1000 σπόρων.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,0139	0,0139	0,00299	0,957
Ζιζανιοκτόνα	2	12,813	6,407	1,380	0,289
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	6,298	3,149	0,678	0,526
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 3.1.16 και Πίνακας 3.1.17), συνοψίζονται τα δεδομένα για την απόδοση και τα συστατικά αυτής. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται ο μέσος όρος για το μήκος του στάχew σε cm, για την απόδοση σε kg/στρέμμα, καθώς και για το βάρος των 1000 σπόρων σε g. Αναφορικά με τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, παρατηρείται ότι ο μέσος όρος για το μήκος του στάχew, αλλά και για το βάρος των 1000 σπόρων είναι υψηλότερος στην πρώιμη σπορά, με τιμές 7,1 και 52,5 αντίστοιχα. Ωστόσο, ο μέσος όρος της συνολικής απόδοσης είναι

μεγαλύτερος στην όψιμη σπορά και ισούται με 194,2. Όσον αφορά τον δεύτερο παράγοντα, το ζιζανιοκτόνο Β εμφανίζει πιο υψηλό μέσο όρο για το μήκος του στάχew (7,50). Επίσης, τόσο για την απόδοση σε σπόρο, όσο και για το βάρος των 1000 σπόρων, ο μάρτυρας έχει τις χαμηλότερες τιμές, ακολουθώντας το ζιζανιοκτόνο Β και τέλος το ζιζανιοκτόνο Α για το οποίο σημειώνονται οι μεγαλύτερες τιμές. Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος όρος της απόδοσης και του βάρους των 1000 σπόρων είναι 201,4 και 53,3 για το ζιζανιοκτόνο Α και 196,3 και 52,4 για το ζιζανιοκτόνο Β αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1.16. Μέσος όρος της απόδοσης και των συστατικών της απόδοσης για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.

Χρόνος Σποράς	Στάχus (cm)	Απόδοση (kg/στρέμμα)	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Πρώιμη	7,1 α	166,6 α	52,5 α
Όψιμη	6,7 β	194,2 α	52,4 α

Πίνακας 3.1.17. Μέσος όρος της απόδοσης και των συστατικών της απόδοσης για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

Ζιζανιοκτόνα	Στάχus (cm)	Απόδοση (kg/στρέμμα)	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Μάρτυρας	6,69 β	143,5 β	51,3 α
Ζιζανιοκτόνο Α	6,50 β	201,4 α	53,3 α
Ζιζανιοκτόνο Β	7,50 α	196,3 α	52,8 α

3.1.8 Περιεκτικότητα της πρωτεΐνης

Παρακάτω, ακολουθεί η ανάλυση διακύμανσης για την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης. Σύμφωνα με τον **Πίνακα 3.1.18**, σε κανέναν από τους δύο παράγοντες (χρόνος σποράς και ζιζανιοκτόνα) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την τιμή του P, η οποία είναι μεγαλύτερη από 0,05 και στις τρεις πηγές μεταβλητότητας.

Πίνακας 3.1.18. Ανάλυση διακύμανσης για την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,00405	0,00405	0,00437	0,948
Ζιζανιοκτόνα	2	1,301	0,650	0,702	0,515
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	1,592	0,796	0,859	0,448
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

3.1.9 Περιεκτικότητα της υγρής γλουτένης

Στον **Πίνακα 3.1.19** συνοψίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για την υγρή γλουτένη. Τόσο ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’, όσο και ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ παράλληλα δεν παρατηρείται αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ($P=0,364$).

3.1.10 Περιεκτικότητα της ξηρής γλουτένης

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή γλουτένη, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.1.20**, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά για κανέναν από του δύο παράγοντες ($P>0,05$). Ταυτόχρονα, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ($P=0,458$). Τα αποτελέσματα

είναι παρόμοια με αυτά για την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, αλλά και για την υγρή γλουτένη.

Πίνακας 3.1.19. Ανάλυση διακύμανσης για την περιεκτικότητα της υγρής γλουτένης.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,0430	0,0430	0,00516	0,944
Ζιζανιοκτόνα	2	13,997	6,999	0,839	0,456
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	18,351	9,176	1,101	0,364
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Πίνακας 3.1.20. Ανάλυση διακύμανσης για την περιεκτικότητα της ξηρής γλουτένης.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	0,493	0,493	0,323	0,580
Ζιζανιοκτόνα	2	0,972	0,486	0,319	0,733
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	2,544	1,272	0,834	0,458
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Στους παρακάτω πίνακες (**Πίνακας 3.1.21** και **Πίνακας 3.1.22**), παρουσιάζονται συνοπτικά τα δεδομένα των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σιταριού υπό την επίδραση του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, καθώς και του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Όσον αφορά τους διαφορετικούς χρόνους σποράς, ο μέσος όρος της

πρωτεΐνης (%) έχει υψηλότερη τιμή στην πρώιμη σπορά (10,27), σε αντίθεση με την υγρή και την ξηρή γλουτένη (%), οι οποίες έχουν υψηλότερο μέσο όρο κατά την όψιμη σπορά, με τιμές 20,84 και 7,28. Για τον δεύτερο παράγοντα, οι μεγαλύτερες τιμές σημειώνονται στον μάρτυρα και είναι ίσες με 10,63, 22,03, καθώς και με 7,44 για την πρωτεΐνη (%), την υγρή γλουτένη (%) και την ξηρή γλουτένη (%), αντίστοιχα.

Πίνακας 3.1.21. Μέσος όρος ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σιταριού για τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.

Χρόνος Σποράς	Πρωτεΐνη (%)	Υγρή γλουτένη (%)	Ξηρή γλουτένη (%)
Πρώιμη	10,27 α	20,74 α	6,95 α
Όψιμη	10,24 α	20,84 α	7,28 α

Πίνακας 3.1.22. Μέσος όρος ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σιταριού για τα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

Ζιζανιοκτόνα	Πρωτεΐνη (%)	Υγρή γλουτένη (%)	Ξηρή γλουτένη (%)
Μάρτυρας	10,63 α	22,03 α	7,44 α
Ζιζανιοκτόνο Α	10,04 α	20,23 α	6,99 α
Ζιζανιοκτόνο Β	10,09 α	20,10 α	6,91 α

3.2 Ζιζάνια

3.2.1 Πυκνότητα ζιζανίων

1^η Μέτρηση

Συνολική πυκνότητα ζιζανίων-Είδη ζιζανίων

Στον **Πίνακα 3.2.1** συνοψίζονται τα διαφορετικά είδη των ζιζανίων ανά m^2 της μέτρησης στις 13 Δεκεμβρίου 2023. Οι υψηλότεροι αριθμοί της πυκνότητας σημειώνονται στα είδη *Scandix pecten-veneris*, *Silybum marianum* και *Sinapis arvensis*, τόσο στην πρόιμη, όσο και στην όψιμη σπορά. Τα δεδομένα για τα υπόλοιπα είδη ζιζανίων συμπεριλαμβανομένων των *Anthemis arvensis*, *Fumaria officinalis*, *Lamium amplexicaule*, *Papaver rhoeas*, *Sonchus oleraceus* και *Veronica persica* καταγράφονται συγκεντρωτικά, καθώς η πυκνότητα των συγκεκριμένων ζιζανίων είναι πολύ μικρή. Σημειώνεται, ότι στη στατιστική ανάλυση αναφέρονται ως ‘άλλα ζιζάνια’. Συνολικά παρατηρείται ότι ο αριθμός των ειδών ανά m^2 είναι κατά 88,7% μεγαλύτερος στην πρόιμη σπορά στη οποία μετρήθηκαν 77,2 φυτά/ m^2 , συγκριτικά με την όψιμη σπορά, όπου ο συνολικός αριθμός των φυτών ανά m^2 είναι ίσος με 8,7.

Πίνακας 3.2.1. Αριθμός ζιζανίων ανά m^2 στις 13-12-24. Για κάθε είδος ζιζανίου το διαφορετικό γράμμα υποδηλώνει την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των δύο επιπέδων του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’.

Ζιζάνιο	Πρόιμη σπορά (φυτά m^{-2})	Όψιμη σπορά (φυτά m^{-2})
<i>Scandix pecten-veneris</i>	13 α	0,5 β
<i>Silybum marianum</i>	25,8 α	5,2 β
<i>Sinapis arvensis</i>	26,5 α	2,7 β
<i>Anthemis arvensis</i>	11,8 α	0,3 β
<i>Fumaria officinalis</i>		
<i>Lamium amplexicaule</i>		
<i>Papaver rhoeas</i>		
<i>Sonchus oleraceus</i>		
<i>Veronica persica</i>		
Σύνολο	77,2 α	8,7 β

Στον **Πίνακα 3.2.2** παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση. Στην ανάλυση δεν συμπεριλαμβάνεται ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ καθώς δεν είχε πραγματοποιηθεί ο ψεκασμός τη συγκεκριμένη ημερομηνία. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0,001$) και για αυτό ακολουθεί σύγκριση των δύο επιπέδων του συγκεκριμένου παράγοντα ($LSD_{5\%} = 3,726$). Η διαφορά των μέσων τιμών της πυκνότητας ανάμεσα στην πρώιμη και στην όψιμη σπορά είναι 68,500 φυτά ανά m^2 , με τη μεγαλύτερη τιμή της πυκνότητας να καταγράφεται στην πρώιμη σπορά. Επιπρόσθετα, οι επαναλήψεις μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P = 0,208$).

Πίνακας 3.2.2. Ανάλυση διακύμανσης για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων στις 13-12-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	7038,375	7038,375	6256,333	<0,001
Επαναλήψεις	2	8,583	4,292	3,815	0,208
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Scandix pecten-veneris

Ο **Πίνακας 3.2.3** περιλαμβάνει τα δεδομένα της ανάλυσης διακύμανσης για την πυκνότητα του *Scandix pecten-veneris*. Σύμφωνα με αυτόν, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, με τιμή P ίση με 0,037. Από τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προκύπτει ότι οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($LSD_{5\%} = 10,612$). Στην πρώιμη σπορά μετρήθηκαν στην ίδια επιφάνεια μέτρησης 12,5 φυτά περισσότερα συγκριτικά με την όψιμη (**Πίνακας 3.2.1**).

Πίνακας 3.2.3. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Scandix pecten-veneris* στις 13-12-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	234,375	234,375	25,685	0,037
Επαναλήψεις	2	15,750	7,875	0,863	0,537
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Silybum marianum

Όσον αφορά το ζιζάνιο *Silybum marianum*, η ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του (**Πίνακας 3.2.4**) είναι παρόμοια με αυτή για το ζιζάνιο *Scandix pecten-veneris*. Μόνο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0,027$). Από τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προκύπτει ότι οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($LSD_{5\%}=14,818$). Στην πρώτη σπορά μετρήθηκαν 20,7 φυτά περισσότερα συγκριτικά με την όψιμη (**Πίνακας 3.2.1**).

Πίνακας 3.2.4. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Silybum marianum* στις 13-12-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	640,667	640,667	36,009	0,027
Επαναλήψεις	2	33,250	16,625	0,934	0,517
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Sinapis arvensis

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για το ζιζάνιο *Sinapis arvensis*, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.2.5**, παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ με P μικρότερο από 0,05. Από τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προκύπτει ότι οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($LSD_{5\%}=19,335$). Στην πρώιμη σπορά μετρήθηκαν στην ίδια επιφάνεια μέτρησης 23,8 φυτά περισσότερα συγκριτικά με την όψιμη (**Πίνακας 3.2.1**).

Πίνακας 3.2.5. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Sinapis arvensis* στις 13-12-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	852,042	852,042	28,128	0,034
Επαναλήψεις	2	88,083	44,042	1,454	0,408

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Άλλα Ζιζάνια

Η ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα διάφορων άλλων ζιζανίων παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3.2.6**. Και σε αυτή την περίπτωση σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ ($P=0,027$). Από τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προκύπτει ότι οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($LSD_{5\%}=8,605$). Στην πρώιμη σπορά μετρήθηκαν στην ίδια επιφάνεια μέτρησης 11,5 φυτά περισσότερα συγκριτικά με την όψιμη (**Πίνακας 3.2.1**).

Πίνακας 3.2.6. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα άλλων ζιζανίων στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	198,375	198,375	33,063	0,029
Επαναλήψεις	2	14,333	7,167	1,194	0,456
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Στις εικόνες που ακολουθούν (**Εικόνα 3.2.1** και **Εικόνα 3.2.2**) παρουσιάζονται δύο αγροτεμάχια κατά την 1^η μέτρηση, το πρώτο με πρώιμη και το δεύτερο με όψιμη σπορά, αντίστοιχα. Παρατηρείται πολύ υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων κατά την πρώιμη σπορά σε σύγκριση με την όψιμη σπορά, επιβεβαιώνοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 3.2.1. Αγροτεμάχιο με πρώιμη σπορά στις 13 Δεκεμβρίου 2023.



Εικόνα 3.2.2: Αγροτεμάχιο με όψιμη σπορά στις 13 Δεκεμβρίου 2023.

2^η Μέτρηση

Συνολική Πυκνότητα Ζιζανίων

Σύμφωνα με την ανάλυση διακύμανσης για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά τη δεύτερη μέτρηση (**Πίνακας 3.2.7**) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, όσο και για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, καθώς και στις δύο περιπτώσεις ισχύει ότι $P < 0,001$. Παράλληλα, υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ($P = 0,046$). Αρχικά, η πρόωμη και η όψιμη σπορά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στον μάρτυρα και όχι στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα. Όσον αφορά τη σύγκριση των ζιζανιοκτόνων, ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικά σημαντικά και με τα δύο ζιζανιοκτόνα στα αγροτεμάχια με πρόωμη σπορά, ενώ σε αυτά με όψιμη σπορά ο μάρτυρας παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με το ζιζανιοκτόνο Β ($LSD_{5\%} = 30,388$). Ταυτόχρονα, δεν σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Α και Β και στις δύο περιπτώσεις. Συνολικά, οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στην πρόωμη σπορά και συγκεκριμένα στον μάρτυρα, ακολουθούμενο από το ζιζανιοκτόνο Α και τελευταίο το ζιζανιοκτόνο Β, για το οποίο καταγράφονται οι χαμηλότερες τιμές (**Πίνακας 3.2.12**).

Πίνακας 3.2.7. Ανάλυση διακύμανσης για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	5524,757	5524,757	18,934	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	12573,988	6286,994	21,547	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	2346,988	1173,494	4,022	0,046
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Scandix pecten-veneris

Στον **Πίνακα 3.2.8** παρατίθεται η ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Scandix pecten-veneris* κατά την τελευταία μέτρηση. Ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τιμή του P, η οποία ισούται με 0,02. Αντίθετα, ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’, αλλά και η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων (**Πίνακας 3.2.13**) δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τις τιμές του P να είναι μεγαλύτερες από 0,05 και στις δύο περιπτώσεις. Η δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{5\%}=11,328$) υποδεικνύει ότι η πρόωγη και η όψιμη σπορά διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας 3.2.8. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Scandix pecten-veneris* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	872,923	872,923	7,176	0,020
Ζιζανιοκτόνα	2	579,175	289,588	2,381	0,135
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	57,717	28,858	0,237	0,792
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Silybum marianum

Ο Πίνακας 3.2.9 παρουσιάζει την ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Silybum marianum* σύμφωνα με τα δεδομένα της δεύτερης μέτρησης. Με βάση τις τιμές του P, συμπεραίνεται ότι μόνο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Αναλυτικότερα, η τιμή του P είναι 0,016 για τον πρώτο παράγοντα, ενώ για τον δεύτερο παράγοντα, αλλά και για την αλληλεπίδραση αυτών (Πίνακας 3.2.13) οι τιμές είναι ίσες με 0,119 και 0,260. Με βάση τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{5\%} = 7,129$) προκύπτει ότι τα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας 3.2.9. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Silybum marianum* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	378,125	378,125	7,849	0,016
Ζιζανιοκτόνα	2	246,007	123,003	2,553	0,119
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	145,313	72,656	1,508	0,260

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Sinapis arvensis

Όσον αφορά το ζιζάνιο *Sinapis arvensis*, η ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του κατά τη δεύτερη μέτρηση παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.2.10. Η τιμή του P, είναι μικρότερη από 0,05 σε όλες τις περιπτώσεις υποδεικνύοντας στατιστικά σημαντική διαφορά, τόσο στους δύο παράγοντες, όσο και στην αλληλεπίδραση αυτών (Πίνακας 3.2.12). Αρχικά, οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα, σημειώνοντας στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στον μάρτυρα. Όσον αφορά τη σύγκριση των ζιζανιοκτόνων, τα αποτελέσματα είναι παρόμοια, τόσο στα

αγροτεμάχια με πρώιμη, όσο και σε αυτά με όψιμη σπορά. Ο μάρτυρας και στις δύο περιπτώσεις διαφέρει στατιστικά σημαντικά και με τα δύο ζιζανιοκτόνα, ενώ μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Α και του Β δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($LSD_{5\%}=7,148$).

Πίνακας 3.2.10. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα του *Sinapis arvensis* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	58,681	58,681	3,634	0,081
Ζιζανιοκτόνα	2	1156,424	578,212	35,812	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	224,132	112,066	6,941	0,010
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Άλλα Ζιζάνια

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τη συνολική πυκνότητα των άλλων ζιζανίων (**Πίνακας 3.2.11**) υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, ενώ για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ αλλά και για την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων (**Πίνακας 3.2.13**) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά με τιμές του P, οι οποίες είναι ίσες με 0,135 και 0,118 αντίστοιχα. Όσον αφορά τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα, σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων με τον μάρτυρα ($LSD_{5\%}=13,867$). Ωστόσο, μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Α και του ζιζανιοκτόνου Β δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, καθώς και τα δύο ζιζανιοκτόνα καταπολέμησαν πλήρως τα άλλα είδη ζιζανίων.

Πίνακας 3.2.11. Ανάλυση διακύμανσης για την πυκνότητα άλλων ζιζανίων στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	312,500	312,500	2,571	0,135
Ζιζανιοκτόνα	2	2934,028	1467,014	12,071	0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	625,000	312,500	2,571	0,118

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Πίνακας 3.2.12. Μέσος όρος της πυκνότητας του *Sinapis arvensis* και της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων στα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ (πρώιμη και όψιμη) και στα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone-methyl)).

Αλληλεπίδραση των παραγόντων χρόνος σποράς και ζιζανιοκτόνα			
Σπορά	Ζιζανιοκτόνο	<i>Sinapis arvensis</i> (φυτά m ⁻²)	Συνολική Πυκνότητα (φυτά m ⁻²)
Πρώιμη	Μάρτυρας	25,0 α	120,9 α
	Ζιζανιοκτόνο Α	2,1 γ	41,3 βγ
	Ζιζανιοκτόνο Β	0,0 γ	40,4 βγ
Όψιμη	Μάρτυρας	12,1 β	53,8 β
	Ζιζανιοκτόνο Α	0,0 γ	25,0 βγ
	Ζιζανιοκτόνο Β	4,2 γ	18,8 γ

Πίνακας 3.2.13. Μέσος όρος της πυκνότητας του *Scandix pecten-veneris*, του *Silybum marianum* και των άλλων ζιζανίων στα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ (πρώιμη και όψιμη) και στα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

Χωρίς αλληλεπίδραση των παραγόντων χρόνος σποράς και ζιζανιοκτόνα			
Σπορά	<i>Scandix pecten-veneris</i> (φυτά m⁻²)	<i>Silybum marianum</i> (φυτά m⁻²)	Άλλα Ζιζάνια (φυτά m⁻²)
Πρώιμη	26,4 α	18,9 α	13,2 α
Όψιμη	12,5 β	9,7 β	4,9 β
Ζιζανιοκτόνο			
Μάρτυρας	24,0 α	17,7 α	27,1 α
Ζιζανιοκτόνο Α	22,9 α	9,2 α	0,0 β
Ζιζανιοκτόνο Β	11,5 α	16,0 α	0,0 β

3.2.2 Συνολική ξηρή βιομάζα ζιζανίων

1^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τη συνολική ξηρή βιομάζα των ζιζανίων κατά την πρώτη μέτρηση (**Πίνακας 3.2.14**) αναδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, όσο και για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, καθώς το P και στις δύο περιπτώσεις είναι μικρότερο του 0,01. Από τον έλεγχο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προκύπτει ότι οι διαφορετικοί χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($LSD_{5\%}=63,787$). Στην πρώιμη σπορά, η ξηρή βιομάζα ήταν 2 φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με την όψιμη σπορά (**Πίνακας 3.2.16**).

Επιπρόσθετα, για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ($LSD_{5\%}=78,122$) μεταξύ του μάρτυρα, τόσο με το ζιζανιοκτόνο Α, όσο και με το ζιζανιοκτόνο Β. Η διαφορά των μέσων τιμών είναι ίση με 177,3

(μάρτυρας-ζιζανιοκτόνο Α) και με 182,8 (μάρτυρας-ζιζανιοκτόνο Β). Ωστόσο, μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων δεν σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.2.14. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 26-03-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	79941,677	79941,677	20,727	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	129757,915	64878,958	16,822	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	4663,808	2331,904	0,605	0,562
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

2^η Μέτρηση

Στον **Πίνακα 3.2.15** συνοψίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα κατά τη δεύτερη μέτρηση, τα οποία είναι παρόμοια με αυτά της πρώτης μέτρησης. Και για τους δύο παράγοντες παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά, χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών ($P=0,278$). Όσον αφορά για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ προκύπτει ότι μεταξύ πρώιμης (**Εικόνα 3.2.3**) και όψιμης σποράς (**Εικόνα 3.2.4**) υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($LSD_{5\%}=84,923$).

Επιπρόσθετα, για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ συμπεραίνεται ότι τόσο το ζιζανιοκτόνο Α, όσο και το ζιζανιοκτόνο Β διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με τον μάρτυρα ($LSD_{5\%}=104,01$). Αντίθετα, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων. Συνολικά, ο μέσος όρος της ξηρής βιομάζας μειώνεται από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, ενώ η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των δύο χρόνων σποράς είναι 50,44% κατά την πρώτη μέτρηση και 44,44% κατά τη δεύτερη μέτρηση (**Πίνακας 3.2.16**).

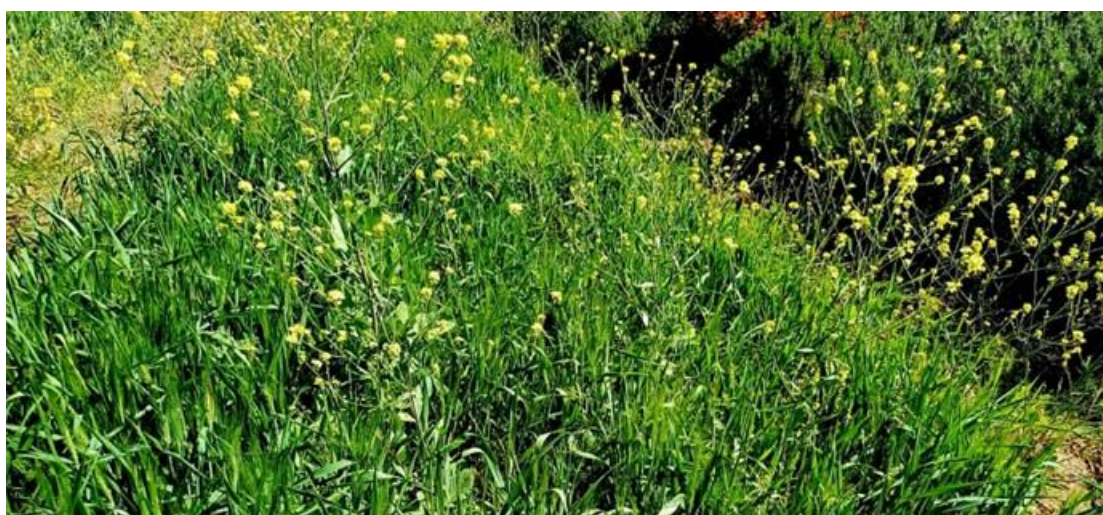
Πίνακας 3.2.15. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 09-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	41406,026	41406,026	6,057	0,030
Ζιζανιοκτόνα	2	352318,248	176159,124	25,768	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	19508,073	9754,037	1,427	0,278

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.



Εικόνα 3.2.3. Αγροτεμάχιο με πρόιμη σπορά στις 9 Απριλίου 2024.



Εικόνα 3.2.4. Αγροτεμάχιο με όσιμη σπορά στις 9 Απριλίου 2024.

Πίνακας 3.2.16. Μέσος όρος της συνολικής ξηρής βιομάζας (kg/στρέμμα) των ζιζανίων στα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ (πρώιμη και όψιμη) και στα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl) στην 1^η και 2^η μέτρηση.

Παράγοντας	Συνολική ξηρή βιομάζα ζιζανίων (kg/στρέμμα)	
	1 ^η Μέτρηση	2 ^η Μέτρηση
Σπορά		
Πρώιμη	264,3 α	216,0 α
Όψιμη	131,0 β	120,0 β
Ζιζανιοκτόνο		
Μάρτυρας	317,6 α	359,1 α
Ζιζανιοκτόνο Α	140,3 β	28,0 β
Ζιζανιοκτόνο Β	134,9 β	116,9 β

Για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’, ο μάρτυρας έχει τις υψηλότερες τιμές της ξηρής βιομάζας και στις δύο μετρήσεις με τιμές 317,6 και 359,1. Όσον αφορά τα δύο ζιζανιοκτόνα, το ζιζανιοκτόνο Α παρουσιάζει μεγαλύτερο μέσο όρο κατά την πρώτη μέτρηση, ενώ αντίθετα στη δεύτερη μέτρηση ο μέσος όρος είναι πολύ χαμηλότερος σε σύγκριση με το ζιζανιοκτόνο Β.

3^η Μέτρηση

Στον **Πίνακα 3.2.17** παρουσιάζονται τα δεδομένα της ανάλυσης διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα κατά την τελευταία μέτρηση. Το P το οποίο είναι <0,001, υποδηλώνει

στατιστικά σημαντικές διαφορές και στους δύο παράγοντες, ενώ υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση και μεταξύ αυτών. Σύμφωνα με την τιμή $LSD_{5\%}$, η οποία είναι ίση με 111,412 προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα. Μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης σποράς παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στον μάρτυρα, ενώ όσον αφορά τα ζιζανιοκτόνα, ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα δύο ζιζανιοκτόνα στους διαφορετικούς χρόνους σποράς, χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του ζιζανιοκτόνου Α και του ζιζανιοκτόνου Β. Συνολικά, ο μέσος όρος της συνολικής ξηρής βιομάζας των ζιζανίων είναι κατά 46,05% χαμηλότερος στον μάρτυρα της όψιμης σποράς, συγκριτικά με τον μάρτυρα της πρώιμης σποράς. Παράλληλα, στην πρώιμη σπορά το ζιζανιοκτόνο Α παρουσιάζει κατά 40,54% υψηλότερη τιμή βιομάζας σε σχέση με την όψιμη σπορά, ενώ η αντίστοιχη τιμή για το ζιζανιοκτόνο Β είναι 62,92% (Πίνακας 3.2.22).

Πίνακας 3.2.17. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	197584,695	197584,695	50,378	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	2194205,108	1097102,554	279,725	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	186559,968	93279,984	23,783	<0,001
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Παρακάτω, ακολουθούν αναλυτικότερα οι πίνακες με την ανάλυση διακύμανσης για τα κυριότερα είδη ζιζανίων και τα άλλα είδη που καταγράφηκαν κατά την τρίτη μέτρηση.

Scandix pecten-veneris

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης που αφορούν την ξηρή βιομάζα του *Scandix pecten-veneris* κατά την τρίτη μέτρηση (Πίνακας 3.2.18) δείχνουν στατιστικά

σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα ‘χρόνος σποράς’, όσο και για τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Συγκεκριμένα, η τιμή του P είναι 0,040 και <0,001, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, αναφορικά με την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική, το P ισούται με 0,077. Με βάση τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς οι δύο χρόνοι σποράς διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($LSD_{5\%}=9,819$), ενώ για τον δεύτερο παράγοντα σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο μεταξύ του μάρτυρα και των δύο ζιζανιοκτόνων ($LSD_{5\%}=12,026$). Σύμφωνα με τον **Πίνακα 3.2.23**, η τιμή του ξηρού βάρους στην πρώιμη σπορά είναι κατά 47,93% υψηλότερη συγκριτικά με την όψιμη σπορά.

Πίνακας 3.2.18. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα του *Scandix pecten-veneris* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	485,681	485,681	5,314	0,040
Ζιζανιοκτόνα	2	2661,223	1330,612	14,559	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	583,919	291,959	3,195	0,077
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Silybum marianum

Όσον αφορά τα αποτελέσματα για το είδος *Silybum marianum* κατά την τελευταία μέτρηση, ο πίνακας με την ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα (**Πίνακας 3.2.19**) παρατίθεται παρακάτω. Σύμφωνα με αυτόν και ο παράγοντας ‘χρόνος σποράς’ ($P=0,040$) και ο παράγοντας ‘ζιζανιοκτόνα’ ($P<0,001$) παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών ($P=0,487$). Η δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς, υπέδειξε παρόμοια αποτελέσματα με το ζιζάνιο *Scandix pecten-veneris*. Η πρώιμη και η όψιμη σπορά

παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($LSD_{5\%}=76,822$), όπως και ο μάρτυρας, τόσο με το ζιζανιοκτόνο Α, όσο και με το ζιζανιοκτόνο Β ($LSD_{5\%}=94,087$). Ωστόσο, τα δύο ζιζανιοκτόνα μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 3.2.23).

Πίνακας 3.2.19. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα του *Silybum marianum* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	29509,314	29509,314	5,275	0,040
Ζιζανιοκτόνα	2	203595,321	101797,660	18,197	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	8554,181	4277,090	0,765	0,487
B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.					

Sinapis arvensis

Στον Πίνακα 3.2.20 συνοψίζεται η ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα του *Sinapis arvensis* κατά την τελευταία μέτρηση. Όπως φαίνεται παρακάτω, για όλες τις πηγές μεταβλητότητας σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τιμή του $P < 0,001$ σε όλες τις περιπτώσεις. Η δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για τη σύγκριση των ζιζανιοκτόνων ($LSD_{5\%}=94,542$) υποδεικνύει παρόμοια αποτελέσματα στα αγροτεμάχια με διαφορετικό χρόνο σποράς. Ο μάρτυρας και στις δύο περιπτώσεις διαφέρει στατιστικά σημαντικά και με τα δύο ζιζανιοκτόνα, ενώ μεταξύ των ζιζανιοκτόνων δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Παράλληλα, για τους διαφορετικούς χρόνους σποράς παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στον μάρτυρα, χωρίς να σημειώνονται διαφορές στα αγροτεμάχια όπου εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα. Η μεγαλύτερη τιμή αφορά τον μάρτυρα της πρώιμης σποράς (642,8), ενώ τόσο στα αγροτεμάχια με πρώιμη σπορά σε συνδυασμό με το

ζιζανιοκτόνο Β, όσο και στα αγροτεμάχια με όψιμη σπορά σε συνδυασμό με το ζιζανιοκτόνο Α, η τιμή είναι ίση με 0 (**Πίνακα 3.2.22**).

Πίνακας 3.2.20. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα του *Sinapis arvensis* στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	53928,753	53928,753	19,095	<0,001
Ζιζανιοκτόνα	2	919433,818	459716,909	162,777	<0,001
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	101539,482	50769,741	17,977	<0,001

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Άλλα Ζιζάνια

Στον **Πίνακα 3.2.21** παρουσιάζεται η ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα διάφορων άλλων ζιζανίων. Τόσο για τους δύο παράγοντες, όσο και για την αλληλεπίδραση αυτών (**Πίνακας 3.2.22**) οι τιμές του P είναι μικρότερες από 0,05. Η δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{5\%}=14,511$) υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης σπορά μόνο στον μάρτυρα. Ταυτόχρονα, όσον αφορά τη σύγκριση των ζιζανιοκτόνων, ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικά σημαντικά και με τα δύο ζιζανιοκτόνα στην πρώιμη σπορά, ενώ δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων Α και Β και του μάρτυρα στα αγροτεμάχια της όψιμης σποράς. Τόσο στην πρώιμη, όσο και στην όψιμη σπορά δεν σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα ζιζανιοκτόνα Α και Β.

Πίνακας 3.2.21. Ανάλυση διακύμανσης για την ξηρή βιομάζα άλλων ζιζανίων στις 23-04-24.

Πηγή Μεταβλητότητας	B.E.	A.T.	M.A.T.	Τιμή F	Τιμή P
Χρόνος σποράς	1	340,714	340,714	5,121	0,043
Ζιζανιοκτόνα	2	775,855	387,927	5,831	0,017
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	2	681,428	340,714	5,121	0,025

B.E.: βαθμοί ελευθερίας, A.T.: άθροισμα τετραγώνων, M.A.T.: μέσο άθροισμα τετραγώνων.

Πίνακας 3.2.22. Μέσος όρος της ξηρής βιομάζας του *Sinapis arvensis*, των άλλων ζιζανίων και της συνολικής ξηρής βιομάζας (kg/στρέμμα) στα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ (πρώιμη και όψιμη) και στα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone-methyl)).

Με αλληλεπίδραση των παραγόντων χρόνος σποράς και ζιζανιοκτόνα				
Σπορά	Ζιζανιοκτόνο	<i>Sinapis arvensis</i> (kg/στρέμμα)	Άλλα ζιζάνια (kg/στρέμμα)	Συνολική Βιομάζα (kg/στρέμμα)
Πρώιμη	Μάρτυρας	642,8 α	27,0 α	1074,4 α
	Ζιζανιοκτόνο Α	8,1 γ	0,0 β	81,4 γδ
	Ζιζανιοκτόνο Β	0,0 γ	0,0 β	160,2 γ
Όψιμη	Μάρτυρας	320,9 β	0,9 β	579,6 β
	Ζιζανιοκτόνο Α	0,0 γ	0,0 β	48,4 δ
	Ζιζανιοκτόνο Β	1,6 γ	0,0 β	59,4 γδ

Πίνακας 3.2.23. Μέσος όρος της ξηρής βιομάζας του *Scandix pecten-veneris* και του *Silybum marianum* (kg/στρέμμα) στα δύο επίπεδα του παράγοντα ‘χρόνος σποράς’ (πρώιμη και όψιμη) και στα τρία επίπεδα του παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’ (Μάρτυρας: χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων, Ζιζανιοκτόνο Α: Biathlon Super WG (tritosulfuron + florasulam), Ζιζανιοκτόνο Β: Atlantis Activ (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thienencarbazone-methyl)).

Χωρίς αλληλεπίδραση των παραγόντων χρόνος σποράς και ζιζανιοκτόνα		
Σπορά	<i>Scandix pecten-veneris</i> (kg/στρέμμα)	<i>Silybum marianum</i> (kg/στρέμμα)
Πρώιμη	21,7 α	191,0 α
Όψιμη	11,3 β	110,0 β
Ζιζανιοκτόνο		
Μάρτυρας	33,5 α	297,7 α
Ζιζανιοκτόνο Α	10,6 β	50,2 β
Ζιζανιοκτόνο Β	5,5 β	103,5 β

Κεφάλαιο 4ο – Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού

Η τελική απόδοση, όπως και η ποιότητα του σκληρού σιταριού, επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος σποράς είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επιδρούν στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, καθώς συνδέεται σημαντικά με τις κλιματολογικές συνθήκες. Εκτός από το κλίμα, οι διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών σιταριού σε διαφορετικές ημερομηνίες σποράς είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης και άλλων παραγόντων, οι οποίοι περιλαμβάνουν τις εδαφικές συνθήκες, τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, καθώς και τη διάρκεια της αναπτυξιακής περιόδου (Arduini et al., 2009; Amal et al., 2016).

Οι Arduini et al. (2009), στην έρευνα τους πραγματοποίησαν πείραμα πεδίου με 12 διαφορετικές ημερομηνίες σποράς, μία για κάθε μήνα του έτους, ώστε να διερευνήσουν την επίδραση αυτών στον αριθμό των σπόρων του στάχews, καθώς και στην απόδοση σε σπόρους του σκληρού σιταριού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τους, η υψηλότερη απόδοση σημειώθηκε όταν η σπορά έγινε τον Νοέμβριο, λόγω της καλύτερης ανάπτυξης, αλλά και του υψηλότερου αριθμού σπόρων ανά στάχυ. Συνολικά, η τελική απόδοση των σιτηρών παρουσίασε σημαντικές μεταβολές ανάλογα με την ημερομηνία σποράς, υποδεικνύοντας ότι οι αλλαγές της θερμοκρασίας και της φωτοπεριόδου, επηρεάζουν τη φαινολογία της καλλιέργειας και συνεπώς τα χαρακτηριστικά της (Arduini et al., 2009).

Σε δύο πειράματα των Amal et al. (2016) μελετήθηκε η ανάπτυξη και η παραγωγικότητα ορισμένων ποικιλιών σιταριού σε διαφορετικό χρόνο σποράς και επίπεδο λίπανσης. Όσον αφορά τις ημερομηνίες σποράς (1 Νοεμβρίου, 15 Νοεμβρίου και 1 Δεκεμβρίου), τα αποτελέσματα που λήφθηκαν συνοψίζονται παρακάτω. Αρχικά, η σπορά στις 15 Νοεμβρίου παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα, παρέχοντας τις υψηλότερες τιμές στα ποσοτικά χαρακτηριστικά του σιταριού. Στη συνέχεια, ακολούθησε η πρώιμη σπορά στις αρχές Νοεμβρίου με ελαφρώς μειωμένα αποτελέσματα συγκριτικά με αυτά στις 15 Νοεμβρίου. Η όψιμη σπορά αν και οδήγησε

σε αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, είχε τις χαμηλότερες τιμές στις υπόλοιπες παραμέτρους.

Σε μια άλλη μελέτη των Motzo et al. (2007), αξιολογήθηκαν τρεις διαφορετικές ημερομηνίες σποράς (25 Οκτωβρίου, 11 Δεκεμβρίου και 18 Μαρτίου) ως προς τον τρόπο που επιδρούν στην περιεκτικότητα της πρωτεΐνης και της ποιότητας της γλουτένης του σκληρού σιταριού. Τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η καθυστέρηση της σποράς οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη με τιμές 10,7% για τη σπορά του Οκτωβρίου, 11,6% για τη σπορά του Δεκεμβρίου και 14,7% για τη σπορά του Μαρτίου. Παράλληλα, παρατηρήθηκε υποβάθμιση στην ποιότητα της γλουτένης, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο γεμίσματος του κόκκου.

Στην έρευνα μας, τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερο ύψος φυτών, αλλά και μήκος στάχυ όταν η σπορά έγινε τις 9 Νοεμβρίου σε σύγκριση με τη σπορά στις 20 Νοεμβρίου, χωρίς ωστόσο η τελική απόδοση να διαφέρει σημαντικά. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είχε επίσης υψηλότερη τιμή κατά την πρώιμη σπορά. Παράλληλα για τα υπόλοιπα ποσοτικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των αδελφιών και της ξηρής βιομάζας δεν εντοπίστηκαν αξιοσημείωτες διαφορές, ενώ και οι δύο ημερομηνίες σποράς παρουσίασαν παρόμοιες τιμές ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, σε υγρή και σε ξηρή γλουτένη.

4.2 Επίδραση του χρόνου σποράς στην πυκνότητα και τη βιομάζα των πλατύφυλλων ζιζανίων

Πολλές έρευνες έχουν ως αντικείμενο μελέτης τον χρόνο σποράς του σιταριού και το πώς αυτός σχετίζεται με την πυκνότητα των ζιζανίων στην καλλιέργεια. Οι Bónis et al. (2010), στο πείραμα τους διερεύνησαν το επίπεδο προσβολής των ζιζανίων σε τρεις ημερομηνίες σποράς, τις οποίες χαρακτηρίζουν ως πρώιμη, βέλτιστη και όψιμη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τους, η ημερομηνία σποράς έχει σημαντική επίδραση, τόσο στην ανάπτυξη των ζιζανίων, όσο και στην απόδοση του σιταριού. Η όψιμη σπορά είχε ως αποτέλεσμα μικρότερη παρουσία ζιζανίων στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του σιταριού, ενώ γενικά παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη των ζιζανίων επηρεάστηκε περισσότερο στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου και στις τρεις ημερομηνίες σποράς (Bónis et al., 2010).

Στη μελέτη των Farooq και Cheema (2014) με τίτλο ‘επίδραση των ημερομηνιών σποράς και των μεθόδων φύτευσης στην καλλιέργεια σιταριού’, αναφέρεται ότι η πρώιμη σπορά παρουσίασε πολύ υψηλότερη προσβολή από ζιζάνια σε σύγκριση με την όψιμη σπορά. Αναλυτικότερα, το πείραμα τους διεξήχθη σε διαφορετικές ημερομηνίες σποράς, οι οποίες ήταν 15 Νοεμβρίου, 30 Νοεμβρίου και 15 Δεκεμβρίου. Όσον αφορά τη σπορά στις 15 Νοεμβρίου, παρατηρήθηκε ο μέγιστος αριθμός των ζιζανίων, γεγονός που ίσως οφείλεται στις θερμοκρασίες που ευνοούν την εγκατάσταση των ζιζανίων εκείνη την περίοδο. Αντίθετα, στις 15 Δεκεμβρίου σημειώθηκε η ελάχιστη πυκνότητα και βιομάζα των ζιζανίων (Farooq and Cheema, 2014).

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Khasraw et al. (2023) στο πείραμα τους σχετικά με την ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων στο σιτάρι. Οι ημερομηνίες σποράς ήταν και σε αυτή την περίπτωση τρεις και συγκεκριμένα, 20 Νοεμβρίου, 5 Δεκεμβρίου και 30 Δεκεμβρίου. Από αυτές, η υψηλότερη ξηρή βιομάζα των ζιζανίων καταγράφηκε στην πρώιμη σπορά της καλλιέργειας, ενώ ο συνολικός αριθμός μειώθηκε με την καθυστέρηση της σποράς στις 30 Δεκεμβρίου. Συνολικά, συμπεραίνεται ότι ο χρόνος σποράς, σε συνδυασμό με την πυκνότητα σποράς και την εφαρμογή κατάλληλων ζιζανιοκτόνων μπορούν να καταστείλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων, βελτιώνοντας την τελική απόδοση του σιταριού (Khasraw et al., 2023).

Τα αποτελέσματα στο συγκεκριμένο πείραμα βρίσκονται σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Τόσο η συνολική πυκνότητα, όσο και η συνολική βιομάζα των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερη κατά την πρώιμη σπορά. Συγκεκριμένα, στην τελευταία μέτρηση όσον αφορά τη συνολική πυκνότητα, βρέθηκε κατά 51, 85% υψηλότερη στην πρώιμη σπορά, ενώ υπήρχε αλληλεπίδραση και με τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’. Αναφορικά με τη συνολική ξηρή βιομάζα, ήταν κατά 47,78% πιο υψηλή στην πρώιμη σπορά, ενώ και σε αυτή την περίπτωση σημειώθηκε αλληλεπίδραση με τον παράγοντα ‘ζιζανιοκτόνα’.

4.3 Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού

Διάφοροι ερευνητές ασχολούνται με τις επιδράσεις των χημικών σκευασμάτων στο σιτάρι, καθώς στόχος είναι η μείωση της ανάπτυξης των ζιζανίων με παράλληλη αύξηση της απόδοσης, αλλά και της ποιότητας της καλλιέργειας. Οι Delchev και

Angelova (2019) διερεύνησαν την επίδραση διαφόρων ζιζανιοκτόνων στο σκληρό σιτάρι, εκ των οποίων και το tritosulfuron + florasulam. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα τους, το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο δεν επηρέασε αρνητικά τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και παράλληλα, ήταν σταθερό στις διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας υψηλές αποδόσεις (Delchev and Angelova, 2019).

Ο Manilov (2022), στη μελέτη του σχετικά με τον έλεγχο των πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια σιταριού αξιολόγησε τρία προϊόντα, συμπεριλαμβανομένου και του Biathlon (tritosulfuron + florasulam). Συνολικά, δεν υπήρχαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας, εξαιτίας της χρήσης των ζιζανιοκτόνων, ενώ όλες οι παράμετροι της καλλιέργειας, όπως το ύψος των φυτών, το βάρος των σπόρων ή η απόδοση είχαν υψηλότερη τιμή στις επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα, συγκριτικά με τον μάρτυρα (Manilov, 2022).

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Yanev et al. (2021), οι οποίοι πραγματοποίησαν ένα πείραμα που αποσκοπούσε στον έλεγχο των ζιζανίων, με τη χρήση διάφορων σκευασμάτων εκ των οποίων και το Atlantis WG (iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencarbazone methyl). Τόσο τα ποσοτικά, όσο και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας είχαν χαμηλότερες τιμές στον μάρτυρα, υποδηλώνοντας απουσία τοξικότητας από τα ζιζανιοκτόνα (Yanev et al., 2021).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υπέδειξαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα σε διάφορες ποσοτικές παραμέτρους όπως το ύψος των στελεχών ή τον αριθμό των αδελφιών. Όσον αφορά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, ήταν υψηλότερη στον μάρτυρα, σε αντίθεση με την ξηρή βιομάζα του σκληρού σιταριού, όπου μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν στις επεμβάσεις με τα δύο ζιζανιοκτόνα. Συνολικά, η τελική απόδοση αυξήθηκε μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων, χωρίς τα δύο ζιζανιοκτόνα να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

4.4 Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην πυκνότητα και τη βιομάζα των πλατύφυλλων ζιζανίων

Η επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην πυκνότητά διάφορων ζιζανίων σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητά τους. Ένας αριθμός ερευνητών μελετούν το πόσο

αποτελεσματικά, αλλά και επιλεκτικά είναι τα διάφορα ζιζανιοκτόνα στις καλλιέργειες. Η μελέτη του Delchev (2020), αναφέρεται στη χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού με διάφορα ζιζανιοκτόνα, περιλαμβάνοντας και τον συνδυασμό tritosulfuron + florasulam. Τα αποτελέσματα του υπέδειξαν ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είχε υψηλή αποτελεσματικότητα σε πλατύφυλλα ζιζάνια όπως τα *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Anthemis arvensis*, *Sonchus arvensis* και άλλα. Ωστόσο, παρουσίασε μη επαρκή αποτελεσματικότητα, όσον αφορά το ζιζάνιο *Silybum marianum* (Delchev, 2020).

Οι Yanev et al. (2021), αναφέρουν υψηλή αποτελεσματικότητα του συνδυασμού iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl στα ζιζάνια *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas* και *Anthemis arvensis* (Yanev et al., 2021). Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και από την έρευνα του Abdivokhidovich (2022) για το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο στην καλλιέργεια σιταριού. Η πυκνότητα, τόσο των μονοκοτυλήδων, όσο και των δικοτυλήδων ζιζανίων μειώθηκε κατά 88,0 έως 92,4%, καθώς και κατά 87,8 έως 91,6%, αντίστοιχα (Abdivokhidovich, 2022).

Τα αποτελέσματα του πειράματος μας υποδεικνύουν γενικά, μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στα δύο ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ παράλληλα σε όλες τις περιπτώσεις ο μάρτυρας εμφανίζει υψηλότερες τιμές, τόσο για την πυκνότητα, όσο και για την ξηρή βιομάζα των ζιζανίων. Ειδικότερα, η συνολική πυκνότητα κατά την τελευταία μέτρηση, βρέθηκε κατά 62,08% και 66,09% υψηλότερη στον μάρτυρα, συγκριτικά με το tritosulfuron + florasulam και το iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl, αντίστοιχα. Όσον αφορά τη συνολική ξηρή βιομάζα, τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 92,15% και 86,72%.

Στις παρακάτω εικόνες (**Εικόνα 4.4.1** και **Εικόνα 4.4.2**) παρουσιάζονται ορισμένα αγροτεμάχια μετά την εφαρμογή των δύο σκευασμάτων. Σημειώνεται ότι και τα δύο ζιζανιοκτόνα παρουσίασαν ικανοποιητική αποτελεσματικότητα στα ζιζάνια *Scandix pecten-veneris*, *Silybum marianum* και *Sinapis arvensis*.



Εικόνα 4.4.1: Αγροτεμάχια με εφαρμογή iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl.



Εικόνα 4.4.2: Αγροτεμάχια με εφαρμογή tritosulfuron + florasulam.

4.5 Συμπεράσματα

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη μελέτη συνοψίζονται παρακάτω:

- ✓ Η τελική απόδοση (kg/στρέμμα) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χρόνων σποράς, με την πρώιμη να σημειώνει λίγο μικρότερη τιμή (166,6), σε σύγκριση με την όψιμη σπορά (194,2).
- ✓ Το tritosulfuron + florasulam και το iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl είχαν παρόμοια επίδραση στην τελική απόδοση (kg/στρέμμα) με τιμές 201,4 και 196,3, αντίστοιχα.

- ✓ Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού δεν είχαν απόκλιση στις τιμές τόσο για τους διαφορετικούς χρόνους σποράς, όσο και για τα διαφορετικά ζιζανιοκτόνα, παρουσιάζοντας μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές.
- ✓ Τα κυριότερα ζιζάνια που καταγράφηκαν ήταν το *Scandix pecten-veneris*, το *Silybum marianum* και το *Sinapis arvensis*.
- ✓ Η τελική πυκνότητα των ζιζανίων βρέθηκε κατά 51,85% υψηλότερη στην πρώιμη συγκριτικά με την όψιμη σπορά.
- ✓ Ο συνολικός αριθμός των ζιζανίων ήταν κατά 62,08% και 66,09% χαμηλότερος στα αγροτεμάχια με tritosulfuron + florasulam και iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl + thiencazone methyl συγκρίνοντας τον με τον ανέκαστο μάρτυρα.

Κεφάλαιο 5^ο – Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Abdivokhidovich, I. Z., 2022. The effectiveness of the herbicide Atlantis against weeds in the cultivation of winter wheat in the south of Uzbekistan. *Confrencea*, 5(5): 110-114.
- Al-Snafi A., 2020. Constituents and pharmacology of *Fumaria officinalis*- A review. *Journal Of Pharmacy*, 10(1): 17-25.
- Amal G. M. A.; Mohsen A. O.; Ali I. N.; Sami Sh. E-T., 2016. Effect of sowing date and nitrogen fertilization level on growth and productivity of some durum and bread wheat varieties. *Alexandria Science Exchange Journal*, 37: 541-549.
- Amer W.M., Al Shaye N.A., Hassan M.O., Khalaf M.H., 2023. Heteroblastic inflorescence of *Lamium amplexicaule* L. in Egyptian Flora. *Plants*, 12(5): 1028.
- Arduini I., Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., 2009. Sowing date affect spikelet number and grain yield of durum wheat. *Cereal Research Communications*, 37: 469–478.
- Badagliacca G., Lo Presti E., Ferrarini A., Fornasier F., Laudicina V.A., Monti M., Preiti G., 2022. Early effects of no-till use on durum wheat (*Triticum durum* Desf.): productivity and soil functioning vary between two contrasting Mediterranean soils. *Agronomy*, 12(12): 3136.
- Baiamonte G., Novara A., Gristina L., D’Asaro F., 2019. Durum wheat yield uncertainty under different tillage management practices and climatic conditions. *Soil and Tillage Research*, 194: 104346.
- Bassu S., Asseng S., Motzo R., Giunta F., 2009. Optimising sowing date of durum wheat in a variable Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 111(1-2): 109-118.
- Bennici A., 1986. Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Springer, 2: 89-104.
- Bónis P., Balázs F., Balázs J., Kismányoky T., 2010. Effect of sowing date on the weed infestation of winter wheat a in long-term experiment. *Acta Agronomica Hungarica*, 58: 69-74.

- Božek K.S., Žuk-Gołaszewska K., Bochenek A., Gołaszewski J., Kalaji H.M., 2021. Modelling the growth, development and yield of *Triticum durum* Desf under the changes of climatic conditions in north-eastern Europe. *Scientific Reports*, 11: 21753.
- Carrubba A., Labruzzo A., Comparato A., Muccilli S., Spina A., 2020. Use of plant water extracts for weed control in durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* Desf.). *Agronomy*, 10(3): 364.
- College of Agriculture and Life Sciences, 2020. Persian speedwell. Virginia Tech, Weed Science. <https://weedid.cals.vt.edu/profile/458> (Πρόσβαση στις 27082024).
- DeBoer G.J., Thornburgh S., Her R.J., 2006. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds. *Pest Management Science*, 62: 316-324.
- Delchev G., 2020. Efficacy of some herbicides and herbicides tank mixtures against weeds and self-sown plants in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Scientific Papers, Series A. Agronomy*, 63(1): 226-232.
- Delchev G., Angelova S., 2019. Production Systems Productivity and yield stability at late treatment of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) with antibroadleaved herbicides. III. Influence at treatment during 3 -rd stem node stage. *Agricultural Science and Technology*, 11: 36 – 40.
- Demirpolat A., Dogan, G., Bağcı E., 2019. Morphological and anatomical investigation of three *Scandix* species from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*. 48(1): 53-63.
- Dutta R., Kumar Sharma M., Jha M., 2019. A Review on ethnobotanical, phytochemistry, bioactivities and medicinal mysteries of *Fumaria officinalis* (Common Fumitory). *EAS Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 1(4): 99-105.
- Echeverría J., Paniagua-Zambrana N.Y., Bussmann R.W, 2020. *Anthemis arvensis* L. Asteraceae. *Ethnobotany of the Andes. Ethnobotany of Mountain Regions*. Springer, 229-230.
- El Mazlouzi M., Morel C., Chesseron C., Robert T., Mollier A., 2020. Contribution of external and internal phosphorus sources to grain p loading in durum wheat

(*Triticum durum* L.) grown under contrasting P levels. *Frontiers in Plant Science*, 11: 870.

European Food Safety Authority (EFSA), Álvarez F., Arena M., Auteri D., Batista Leite S., Binaglia M., Castoldi A.F., Chiusolo A., Cioca A.A., Colagiorgi A., Colas M., Crivellente F., De Lentdecker C., De Magistris I., Egsmose M., Fait G., Ferilli F., Gouliarmou V., Halling K., Nogareda L.H., Ippolito A., Istace F., Jarrah S., Kardassi D., Kienzler A., Lanzoni A., Lava R., Leuschner R., Linguadoca A., Louisse J., Lythgo C., Magrans O., Mangas I., Miron I., Molnar T., Padovani L., Padricello V., Panzarea M., Parra Morte J.M., Rizzuto S., Romac A., Rortais A., Serafimova R., Sharp R., Szentes C., Terron A., Theobald A., Tiramani M., Vianello G., Villamar-Bouza L., 2023. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tritosulfuron. *EFSA Journal*, 21(8): e08142.

Farooq O., Cheema Z., 2014. Influence of sowing dates and planting methods on weed dynamics in wheat crop. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51: 817-825.

Feldman M., Levy A.A., 2023. *Wheat Evolution and Domestication*. Springer, 1: 673.

Fragasso M., Iannucci A., Papa R., 2013. Durum wheat and allelopathy: toward wheat breeding for natural weed management. *Frontiers in Plant Science*, 4: 375.

Gan Y.T., Miller P.R., McConkey B.G., Zentner R.P., Stevenson F.C., McDonald C.L., 2003. Influence of diverse cropping sequences on durum wheat yield and protein in the semiarid northern great plains. *Agronomy Journal*, 95: 245-252.

Global Biodiversity Information Facility, 2023a. *Triticum durum* Desf. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2706389>(Πρόσβαση στις 27082024).

Global Biodiversity Information Facility, 2023b. *Anthemis arvensis* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/3102781> (Πρόσβαση στις 27082024).

Global Biodiversity Information Facility, 2023c. *Fumaria officinalis* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/5334217> (Πρόσβαση στις 27082024).

Global Biodiversity Information Facility, 2023d. *Lamium amplexicaule* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2926679> (Πρόσβαση στις 27082024).

- Global Biodiversity Information Facility, 2023e. *Papaver rhoeas* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2888443> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Global Biodiversity Information Facility, 2023f. *Scandix pecten-veneris* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/3034233> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Global Biodiversity Information Facility, 2023g. *Silybum marianum* (L.) Gaertn. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/3145214> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Global Biodiversity Information Facility, 2023h. *Sinapis arvensis* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/3047598> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Global Biodiversity Information Facility, 2023i. *Sonchus oleraceus* L. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/8228544> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Global Biodiversity Information Facility, 2023j. *Veronica persica* Poir. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/3172077> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Göldner V., Speitling M., Karst U., 2023. Elucidation of the environmental reductive metabolism of the herbicide tritosulfuron assisted by electrochemistry and mass spectrometry. *Chemosphere*, 330: 138687.
- Grauso L., de Falco B., Motti R., Lanzotti V., 2021. Corn poppy, *Papaver rhoeas* L.: a critical review of its botany, phytochemistry and pharmacology. *Phytochemistry Reviews*, 20: 227-248.
- Guendouz A., Guessoum S., Maamari K., Hafsi M., 2012. The effect of supplementary irrigation on grain yield, yield components and some morphological traits of durum wheat (*Triticum Durum Desf.*). *Advances in Environmental Biology*, 6(2): 564-572.
- Gurmani A.R., Khan S.U., Mehmood T., Ahmed W., Rafiqueet M., 2021. Exploring the Allelopathic Potential of Plant Extracts for Weed Suppression and Productivity in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Gesunde Pflanzen*, 73: 29-37.
- Jat S.L., Nepalia V., Choudhary J., Singh D., 2001. Effect of nitrogen and weed management on productivity and quality of durum wheat (*Triticum durum*). *Indian Journal of Agronomy*, 59(2): 281-285.

- Karam F., Kabalan R., Breidi J., Roupheal Y., Oweis T., 2009. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management*, 96(4): 603-615.
- Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A., 2011. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 825-830.
- Kay Q. O. N., 1971. Biological Flora of the British Isles. *Journal of Ecology*, 59(2): 637-648.
- Khasraw M.N., Kareem S.H.S., Mustafa K.M., Aziz O.K., Arif M., Anwar A., Hussain M., 2023. Integrated weed management in wheat by using sowing time, seed rate and herbicides. *Advances in Weed Science*, 41: e020230037.
- Kubar G.M., Talpur K.H., Kandhro M.N., Khashkhali S., Nizamani M.M., Kubar M. S., Kubar K.A., Kubar A.A., 2019. Effect of potassium (K⁺) on growth, yield components and macronutrient accumulation in Wheat crop. *Pure and Applied Biology*, 8(1): 248-255.
- Lancaster Z.D., Norsworthy J.K., 2020. Evaluation of thien carbazon-methyl for use in acetolactate synthase-resistant soybean. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 6: e20039.
- Laus M.N., De Santis M.A., Flagella Z., Soccio M., 2022. Changes in antioxidant defence system in durum wheat under hyperosmotic stress: A concise overview. *Plants*, 11(1): 98.
- Lenssen A.W., Sainju U.M., Allen B.L., Stevens W.B., Jabro J.D., 2020. Diversified crop rotation and management system influence durum yield and quality. *Agronomy Journal*, 112: 4407-4419.
- Lithourgidis A.S., Damalas C.A., Gagianas A.A., 2006. Long-term yield patterns for continuous winter wheat cropping in northern Greece. *European Journal of Agronomy*, 25(3): 208-214.
- Mahdi L., Bell C.J., Ryan J., 1998. Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 58 (3): 187-196.

- Manilov T., 2022. Broadleaf weeds control in winter wheat. Scientific Papers, Series A. Agronomy, 65(1): 410-414.
- Mejri D., Gamalero E., Tombolini R., Musso C., Massa N., Berta G., Souissi T., 2010. Biological control of great brome (*Bromus diandrus*) in durum wheat (*Triticum durum*): specificity, physiological traits and impact on plant growth and root architecture of the fluorescent pseudomonad strain X33d. BioControl, 55: 561-572.
- Mitich L.W., 2000. Corn Poppy (*Papaver rhoeas* L.). Weed Technology, 14(4): 826-829.
- Motzo R., Fois S., Giunta F. 2007. Protein content and gluten quality of durum wheat (*Triticum turgidum* subsp. durum) as affected by sowing date. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(8): 1480-1488.
- Mutlu A., 2022. The Effect of Different sowing densities on yield and yield components of durum wheat (*Triticum durum* L.). European Journal of Science and Technology, (33): 145-153.
- National Center for Biotechnology Information, 2024. PubChem Compound Summary for CID 11409499, Mesosulfuron-methyl. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Mesosulfuron-methyl> (Πρόσβαση στις 27082024).
- Peerzada A.M., O'Donnell C., Adkins S., 2019. Biology, impact, and management of common sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.). Acta Physiologiae Plantarum 41: 136.
- Peterson P.M, 2013. Poaceae (Gramineae). eLS, John Wiley & Sons, Ltd (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0003689.pub2>
- Polychronaki E., Douma C., Giourga C., Loumou, A., 2012. Assessing nitrogen fertilization strategies in winter wheat and cotton crops in northern Greece. Pedosphere. 22(5): 689-697.
- Porwal O., Mohammed Ameen M. S., Anwer E. T. Uthirapathy S., Ahamad J., Tahsin A., 2019. *Silybum marianum* (Milk Thistle): Review on Its chemistry, morphology, ethno medical uses, phytochemistry and pharmacological activities. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 9(5): 199-206.

- Puri V.A., Khandagale D.P., Ansari Y.N., 2018. A Review on ethnomedicinal, pharmacological and phytochemical aspects of *Sonchus oleraceus* Linn. (Asteraceae). International Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 8(3): 1-9.
- Rasmussen I.A., 2004. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. Weed Research, 44: 12-20.
- Rouchaud J., Moulard C., Eelen H., Bulcke R., 2003. Persistence of the sulfonylurea herbicide iodosulfuron-methyl in the soil of winter wheat crops. Toxicological & Environmental Chemistry, 85(4-6): 103-120.
- Royo C., Ramdani A., Moragues M., Villegas, D., 2006. Durum wheat under Mediterranean conditions as affected by seed size. Journal of Agronomy and Crop Science, 192: 257-266.
- Salehi B., Armstrong L., Rescigno A., Yeskaliyeva B., Seitimova G., Beyatli A., Sharmeen J., Mahomoodally M.F., Sharopov F., Durazzo A., Lucarini M., Santini A., Abenavoli L., Capasso R., Sharifi-Rad J., 2019. *Lamium* Plants-A Comprehensive Review on Health Benefits and Biological Activities. Molecules, 24(10): 1913.
- Scavo A., Pandino G., Restuccia A., Caruso P., Lombardo S., Mauromicale G., 2022. Allelopathy in durum wheat landraces as affected by genotype and plant part. Plants, 11(8): 1021.
- Shahzad M., Hussain M., Jabran K., Farooq M., Farooq S., Gašparovič K., Barboricova M., Aljuaid B.S., El-Shehawi A.M., Zuan A.T.K., 2021. The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy, 11(10): 2088.
- Sharma N., Kumar A., Sharma B. C., Chand L., Sharma V., Kumar M., 2020. Effects of sowing dates and weed management on productivity of irrigated wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 90 (3): 556-559.

- Si Z., Delhaize E., Hendriks P.-W., Li X., 2023. Differences in root morphologies of contrasting wheat (*Triticum aestivum*) genotypes are robust of a drought treatment. *Plants*, 12(2): 275.
- Sindhu S.S., Khandelwal A., Phour M., Sehrawat A., 2018. Bioherbicidal potential of rhizosphere microorganisms for ecofriendly weed management. *Role of Rhizospheric Microbes in Soil*. Springer, pp. 331-376.
- Singh M.K., Mishra A., Khanal N., Prasad S.K., 2019. Effects of sowing dates and mulching on growth and yield of wheat and weeds (*Phalaris minor* Retz.). *Bangladesh Journal of Botany*, 48(1): 75-84.
- U.S. Department of Agriculture-USDA, 2024a. Production-Wheat. <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0410000> (Πρόσβαση στις 27082024).
- U.S. Department of Agriculture-USDA, 2024b. Wheat Explorer. <https://ipad.fas.usda.gov/cropeexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=0410000>(Πρόσβαση στις 27082024).
- Villagrasa M., Guillamón M., Labandeira A., Taberner A., Eljarrat E., Barceló D., 2006. Benzoxazinoid allelochemicals in wheat: distribution among foliage, roots, and seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4):1009-15.
- Wahab A., Jan S.A., Rauf A. Rehman Z., Khan Z., Ahmed A., Syed F., Saf S.Z., Khan H., Imran M., 2018. Phytochemical composition, biological potential and enzyme inhibition activity of *Scandix pecten-veneris* L. *Journal of Zhejiang University-Science B, Biomedicine & Biotechnology*, 19(2): 120-129.
- Winter H., 2011. *Sinapis*. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, pp. 275-288.
- Woźniak A., Soroka M., 2022. Weed flora in crop rotation and winter wheat monoculture. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 20(2): e0301.
- 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: 177-182.

- Xynias I.N., Mylonas I., Korpetis E.G., Ninou E., Tsaballa A., Avdikos I.D., Mavromatis A.G., 2020. Durum wheat breeding in the Mediterranean region: Current status and future prospects. *Agronomy*, 10(3): 432.
- Yanev M., Mitkov A., Nesheva M., 2021. Control of mixed weed infestation in winter wheat. *Scientific Papers, Series A. Agronomy*, 64(2): 350-357.
- Zargar M., Kavhiza N.J., Bayat M., Pakina E., 2021. Wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition and control in rain-fed spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 11(11): 2306.

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2020. Ζιζανιολογία, Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων. 5η έκδοση. Εκδόσεις: Αγρότυπος, Αθήνα. 504 σελ.
- Ζιώγας Β., Μάρκογλου Α., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. 3η έκδοση. Εκδόσεις: Greenbooks Publications, Αθήνα. 846 σελ.
- Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.Θ., Τραύλος Η., 2019. Γεωργία, Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις: Πεδίο, Αθήνα. 582 σελ.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2012. Ειδική Γεωργία: σιτηρά & ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. 760 σελ.
- Simpson G.M., 2017. Συστηματική των Φυτών. 2^η έκδοση. Εκδόσεις: Utopia, Αθήνα. 798 σελ.