



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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Θέμα: «Αξιολόγηση της επίδρασης δύο συστημάτων αμειψισποράς στην πυκνότητα και τη βιομάζα πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Σκαρπέλος Λουκάς



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2022

«Αξιολόγηση της επίδρασης δύο συστημάτων αμειψισποράς στην πυκνότητα και τη βιομάζα πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)»

Αγγλικός Τίτλος: Effect of two crop rotation systems on density and biomass of broad-leaved weed species in durum wheat (*Triticum durum* Desf.)

Σκαρπέλος Λουκάς

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καρκάνης Ανέστης (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Ζιζανιολογία

Χρήστος Αθανασίου (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Εντομολογία

Δαναάτος Νικόλαος (Μέλος)

Καθηγητής, Γνωστικό αντικείμενο Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας

Copyright © Σκαρπέλος Λουκάς, 2022

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 ο Σκαρπέλος Λουκάς, είμαι ο 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 τον κ. Σκαρπέλο Λουκά»

Ευχαριστίες

Δε μπορώ, παρά να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην επιτυχή ολοκλήρωση της συγκεκριμένης διατριβής.

Πρώτα απ' όλα, νοιώθω την ανάγκη να εκφράσω την βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Ανέστη Καρκάνη, τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος, όσο και για την αστείρευτη υποστήριξη, καθοδήγηση και βοήθεια που είχα από μεριάς του, καθ' όλη την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος στο πεδίο, αλλά και κατά τη διαδικασία συγγραφής της εργασίας.

Φυσικά, δε θα παρέλειπα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κύριο Χρήστο Αθανασίου και τον Καθηγητή κύριο Νικόλαο Δαναλάτο που αποτέλεσαν μαζί με τον κύριο Α. Καρκάνη την Τριμελή Συμβουλευτική Επιτροπή.

Ευχαριστώ, επίσης, τους κυρίους Σπυρίδωνα Σουίπα (Γεωπόνος, Phd) και Χρήστο Καραμούτη (Γεωπόνος, MSc) για τη συμβολή τους στην καλλιεργητική πρακτική, χωρίς τη βοήθεια των οποίων θα ήταν αδύνατη η επιτυχής διεξαγωγή του πειράματος στον αγρό.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια, καθώς και όλους τους δικούς μου ανθρώπους για την αρωγή τους προς το πρόσωπό μου και για την συνεπικουρία τους στη δική μου πρόοδο και εξέλιξη.

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	2
Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή	
1.1 Γενικά για το σκληρό σιτάρι	3
1.2 Καλλιεργητική τεχνική	4
1.3 Καλλιεργητικά μέτρα αντιμετώπισης ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι	8
1.3.1 Αμειψισπορά (crop rotation)	8
1.3.2 Ψευδοσπορά (false seedbeds)	10
1.3.3 Μετατόπιση του χρόνου σποράς	10
1.3.4 Αύξηση της πυκνότητας σποράς	11
1.4 Χημική ζιζανιοκτονία στο σκληρό σιτάρι	11
1.4.1 Florasulam + 2,4-D	12
1.4.1.1 Δραστική ουσία florasulam	12
1.4.1.2 Δραστική ουσία 2,4-D	13
1.5 Κύρια πλατύφυλλα ζιζάνια	13
1.5.1 Άγριο Σινάπι (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	14
1.5.2 Ανθεμίδα (<i>Anthemis arvensis</i> L.)	15
1.5.3 Δωδεκάνθι (<i>Lamium amplexicaule</i> L.)	15
1.5.4 Ζωχός (<i>Sonchus oleraceus</i> L.)	16
1.5.5 Μυρώνι (<i>Scandix pecten-veneris</i> L.)	17
1.5.6 Παπαρούνα (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	18
1.5.7 Στελλάρια (<i>Stellaria media</i> L.)	19
Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	
2.1 Πειραματικός αγρός	21
2.2 Το ιστορικό του πειραματικού αγρού	21
2.3 Πειραματικό σχέδιο	24
2.4 Καλλιεργητικές τεχνικές και χημική ζιζανιοκτονία	25
2.5 Μετρήσεις	26
2.5.1 Σιτάρι	26
2.5.2 Ζιζάνια	29

2.6 Μετεωρολογικά δεδομένα	30
2.7 Στατιστική ανάλυση	33

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Αδέλφωμα φυτών σκληρού σιταριού	34
3.2 Νωπό βάρος σκληρού σιταριού	38
3.3 Ξηρό Βάρος σκληρού σιταριού	41
3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης φυτών σκληρού σιταριού	45
3.5 Ύψος φυτών σκληρού σιταριού	49
3.6 Μήκος στάχews	52
3.7 Απόδοση καλλιέργειας	52
3.8 Βάρος 1000 σπόρων	54
3.9 Περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη	54
3.10 Περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρή και ξηρή γλουτένη	55
3.11 Πυκνότητα των ζιζανίων	57
3.12 Νωπό βάρος των ζιζανίων	69
3.13 Ξηρό βάρος των ζιζανίων	71

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση των διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού	74
4.2 Επίδραση των διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς και της επέμβασης ή μη με μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο στην πυκνότητα και στη βιομάζα των ζιζανίων	75
4.3 Κυριότερα συμπεράσματα	79

Κεφάλαιο 5^ο: Βιβλιογραφία

5.1 Ξενόγλωσση	81
5.2 Ελληνική	91

Περίληψη

Σε αυτήν τη διατριβή αξιολογείται η επίδραση δύο διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς και η εφαρμογή ή μη μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου στη ζιζανιοχλωρίδα και στην απόδοση του σκληρού σιταριού που εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην αγροτική περιοχή του Βελεστίνου. Έγιναν δειγματοληψίες για ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του καλλιεργούμενου φυτού, αλλά και για τον προσδιορισμό της πυκνότητας και της βιομάζας των ζιζανίων του αγρού. Δειγματοληψίες έλαβαν χώρα τόσο πριν την επέμβαση με ζιζανιοκτόνο (florasulam+2,4-D), οπότε και τα δεδομένα αξιολογήθηκαν με βάση το Σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων, όσο και μετά τη χημική ζιζανιοκτονία, οπότε και το πείραμα έλαβε τη μορφή ενός Σχεδίου Υποδιαιρεμένων Τεμαχίων με δύο παράγοντες. Τα συστήματα αμειψισποράς που αξιολογήθηκαν ήταν και τα δύο διάρκειας επτά ετών και διέφεραν στις καλλιέργειες που ενσωματώθηκαν σε αυτά. Στο πρώτο σύστημα αμειψισποράς πριν την καλλιέργεια σκληρού σιταριού (Νοέμβριος 2021-Ιούνιος 2022) καλλιεργούνταν επί έξι έτη εαρινές καλλιέργειες με το εξής μοτίβο διαδοχής: αραβόσιτος-αραβόσιτος-αραβόσιτος-ηλίανθος-ηλίανθος-ρετσίνολαδιά-σιτάρι. Στο δεύτερο σύστημα αμειψισποράς πριν την καλλιέργεια σκληρού σιταριού καλλιεργούνταν χειμερινές καλλιέργειες (σκληρό σιτάρι και γαϊδουράγκαθο) με το εξής μοτίβο διαδοχής των καλλιεργειών: σιτάρι-γαϊδουράγκαθο-σιτάρι-γαϊδουράγκαθο-σιτάρι-σιτάρι-σιτάρι περιέχοντας, σαφώς, λιγότερες καλλιέργειες από το 1^ο. Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε βελτιωμένα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά για το σκληρό σιτάρι του 1^{ου} συστήματος αμειψισποράς. Συγκεκριμένα, για το 1^ο σύστημα αμειψισποράς στη μεταχείριση του ζιζανιοκτόνου η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης και η απόδοση σε σπόρο ήταν 13,53% και 533,5 kg/στρέμμα, αντίστοιχα, ενώ στο 2^ο σύστημα αμειψισποράς η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης και η απόδοση σε σπόρο ήταν 11,40% και 361,9 kg/στρέμμα, αντίστοιχα, στη μεταχείριση του ζιζανιοκτόνου. Επιπλέον, η κατάσταση της ζιζανιοχλωρίδας του 1^{ου} συστήματος αμειψισποράς εμφανίστηκε, σαφώς, βελτιωμένη σε σχέση με εκείνη του 2^{ου} με μικρότερη πυκνότητα και ξηρό βάρος ζιζανίων. Στην τελική δειγματοληψία, στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς και στη μεταχείριση του μάρτυρα, η συνολική πυκνότητα και το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων ήταν 72,75 φυτά/m² και 384,38 kg/στρέμμα, αντίστοιχα, ενώ στο 2^ο σύστημα αμειψισποράς και στη μεταχείριση του μάρτυρα οι αντίστοιχες τιμές ήταν 33 φυτά/m² και 74,61 kg/στρέμμα. Τέλος, παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και για την πυκνότητα των κύριων πλατύφυλλων ζιζανίων άγριο σινάπι, μυρώνι, παπαρούνα και ανθεμίδα.

Abstract

In this thesis, the effects of two crop rotation systems and the application or not of a post-emergence herbicide on weed flora and yield of durum wheat were evaluated. The field trial was conducted at the University of Thessaly farmland located at Velestino rural area. Measurements were done about a) qualitative and quantitative characteristics of the cultivated species and b) the weeds' density and biomass. Samplings were done both a) before the herbicide (florasulam+2,4-D) application, so the data were analyzed based on a Randomized Complete Blocks Design and b) after the spraying, so the trial's layout then was a split-plot design with two factors. Two different crop-rotation systems were evaluated, both lasted seven years, but differed in the cultivations integrated in them. The first rotation system included six years of spring crops before durum wheat according to the following pattern: corn-corn-corn-sunflower-sunflower-castor bean-wheat. The second rotation system was based on the cultivation of winter crops (durum wheat and milk thistle) according to the following pattern: wheat-milk thistle-wheat-milk thistle-wheat-wheat-wheat, surely integrating less crops than the first one. Statistical analysis indicated better qualitative (ex. more protein content, more wet and dry gluten content) and quantitative (ex. better yield) characteristics for the first rotation system. Specifically, in the 1st crop rotation system the protein content and seed yield were 13.53% and 533.5 kg/decare, respectively, in the herbicide treatment, while in the 2nd crop rotation system the protein content and seed yield were 11.40% and 361.9 kg/decare, respectively, in the herbicide treatment. Also, first rotation system proved to result in reduced weed density, fresh and dry weight, even for plots that were not sprayed with herbicide. Moreover, the weed flora of the 1st crop rotation system appeared clearly improved compared to that of the 2nd rotation system with lower weed density and dry weight. At the final measurement, in the 1st crop rotation system the total density and dry weight of weeds were 72.75 plants/m² and 384.38 kg/decare in the non-herbicide treatment, respectively, while in the 2nd rotation system the total density and dry weight of weeds were 33 plants/m² and 74.61 kg/decare in the non-herbicide treatment. Finally, similar results were recorded for the density of the main broad-leaved weeds *Sinapis arvensis*, *Scandix pecten-veneris*, *Papaver rhoeas*, and *Anthemis arvensis*.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Γενικά για το σκληρό σιτάρι

Η καλλιέργεια του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.) είναι ένα από τα βασικότερα είδη που καλλιεργούνται διαχρονικά στην ανθρώπινη ιστορία. Μάλιστα, θεωρείται ως η δέκατη (10^η) πιο σημαντική παγκοσμίως (Kabbaj et al., 2017). Είναι είδος τετραπλοειδές ($4n=4x=28$, γονιδίωμα AABB) και προήλθε από το φυσικό υβριδισμό δύο διπλοειδών ειδών, πιθανότατα του είδους *Triticum monococcum* L ή του *Triticum urartu* (γονιδίωμα AA) με το είδος *Aegilops speltoides* ή με κάποιο εξαφανισμένο είδος του γένους *Sitopsis* (γονιδίωμα BB) (DePauw and O'Brien, 2015). Ως κοιτίδα του σκληρού σιταριού θεωρείται η λεγόμενη «Εύφορη Ημισέληνος», περιοχή που γεωγραφικά τοποθετείται στη Μέση Ανατολή και στην Αίγυπτο, με τη διάδοσή του στη λεκάνη της Μεσογείου να επιτυγχάνεται ήδη από την αρχαιότητα χάρη στη δράση των Φοινίκων, των Ελλήνων, των Ρωμαίων, αλλά και μεταγενέστερα των Αράβων (Arzani and Ashraf, 2017; Martínez-Moreno et al., 2020). Παγκοσμίως κατά το έτος 2020 καλλιεργήθηκαν 219.006.893 εκτάρια σιταριού (FAO, 2020). Σύμφωνα με τους De Girolamo et al. (2019) το 8% του παραγόμενου σιταριού είναι σκληρό σιτάρι, ενώ σύμφωνα με τους Mastrangelo and Cattivelli (2021) το ίδιο ποσοστό μειώθηκε στο 5%. Η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέχει τα πρωτεία στην παραγωγή σκληρού σιταριού, κυριαρχώντας στο 60% της παγκόσμιας παραγωγής και ιδιαίτερα οι μεσογειακές χώρες (π.χ. Ιταλία, Ελλάδα και Ισπανία), με παραγωγή που ανέρχεται στο 80% της αντίστοιχης ευρωπαϊκής παραγωγής (Abu-Zaitoun et al., 2018). Στη χώρα μας το 2010 καλλιεργούνταν 1.292.235 στρέμματα σκληρού σιταριού (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010). Από τότε σημειώνεται μια εξαιρετικά ανοδική πορεία με συνολικά 2.761.628 στρέμματα σκληρού σιταριού να καταγράφονται κατά το έτος 2019 (ΕΛΣΤΑΤ, 2019). Συγκριτικό πλεονέκτημα της καλλιέργειας είναι η κατά 10-20% αυξημένη τιμή πώλησης του σπόρου σε σχέση με το μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum*), με κυριότερο αγοραστή τη βιομηχανία ζυμαρικών (Tidiane Sall et al., 2019).

Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται ως μη αρδευόμενη καλλιέργεια στο χώρο της Μεσογείου που παρουσιάζει κλιματικές συνθήκες με έντονη διακύμανση από ξηρά και θερμά κλίματα έως υγρά και δροσερά (Royo et al., 2014; Laus et al., 2022). Κοινός γνώμονας στα επιμέρους αυτά μικροκλίματα είναι οι περίοδοι ξηρασίας, το ασταθές ύψος και η ανομοιόμορφη κατανομή των βροχοπτώσεων (Aberkane et al., 2021). Εξαιτίας των ήπιων σχετικά χειμώνων και των

ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων που ακολουθούν, η σπορά γίνεται το φθινόπωρο, ωστόσο σε μέρη εκτός της μεσογειακής λεκάνης με πιο ψυχρό χειμώνα η σπορά γίνεται την άνοιξη (Sieber et al., 2017). Κατά κανόνα, το παραγόμενο προϊόν (σπόρος) είναι αρκετά ποιοτικό όταν το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Όμως, σε περιοχές της Μεσογείου με ακραία υψηλές θερμοκρασίες και έντονο έλλειμμα νερού, όπως το Ισραήλ, η Συρία, η Ιορδανία, η Αίγυπτος και η Λιβύη, η καλλιέργεια σκληρού σιταριού αναπτύσσει μικρότερη βιομάζα, αποδίδει λιγότερο, έχει χαμηλότερα επίπεδα χλωροφύλλης στο φύλλο σημαίας και ο σπόρος διαθέτει χειρότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σχέση με καλλιέργειες περιοχών με υγρό και δροσερό κλίμα (Royo et al., 2014). Τελευταία, η παραγωγή σκληρού σιταριού στις μεσογειακές χώρες δοκιμάζεται λόγω των περιορισμένων και απρόβλεπτων βροχοπτώσεων και των έντονα υψηλών θερμοκρασιών με αποτέλεσμα τις χαμηλότερες αποδόσεις (Lopes et al., 2015; Rezzouk et al., 2022).

Πίνακας 1: Έκταση (στρέμματα) και παραγωγή σε σπόρο (τόνοι) σκληρού σιταριού ανά περιφέρεια της Ελλάδας κατά το έτος 2019 (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

Περιφέρεια	Έκταση (στρέμματα)	Παραγωγή (τόνοι)
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	289.746,00	82.614,53
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	920.341,00	231.767,77
Δυτικής Μακεδονίας	271.481,00	76.811,27
Ηπείρου	669,00	230,11
Θεσσαλίας	792.308,00	274.350,75
Στερεάς Ελλάδας	380.745,00	124.803,23
Ιονίων Νήσων	1.490,00	631,52
Δυτικής Ελλάδας	35.266,00	7.857,36
Πελοποννήσου	22.971,00	5.892,84
Αττικής	22.809,00	9.653,61
Βορείου Αιγαίου	5.811,00	1.329,18
Νοτίου Αιγαίου	16.439,00	5.675,30
Κρήτης	1.552,00	200,63
Σύνολο	2.761.628,00	821.818,11

Γενικότερα, η ξηρασία είναι ιδιαίτερα περιοριστικός παράγοντας για την αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων του σκληρού σιταριού, κάτι που θα ενταθεί και λόγω της κλιματικής αλλαγής και της επικείμενης αύξησης της θερμοκρασίας (Abu-Zaitoun et al., 2018). Εκτός από την αναμενόμενη μείωση των αποδόσεων εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται και υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σπόρων. Οι Arenas-M et al. (2022) διαπίστωσαν στο σπόρο κατά 23,9% μειωμένο βάρος, μείωση κατά 20,8% του αμύλου, καθώς και μειωμένα επίπεδα πρωτεΐνης κατά 14,6% λόγω αυξημένης θερμικής καταπόνησης των φυτών νωρίς κατά το στάδιο γεμίσματος των σπόρων. Οι σύγχρονες ποικιλίες εξαιτίας της συνεχούς βελτίωσης με σκοπό την αύξηση των αποδόσεων, εκτός της ποιοτικής υποβάθμισης του σπόρου, επέφεραν και απώλεια της γενετικής ποικιλομορφίας (Lopes et al., 2015; Arzani and Ashraf, 2017). Αντίθετα, οι παραδοσιακές ποικιλίες σκληρού σιταριού, λόγω της καλλιέργειας επί αιώνες σε αντίξοες συνθήκες και σε συστήματα χαμηλών εισροών, αλλά και διάφορα άγρια είδη (*Triticum dicoccoides*, *T. aegilopoides*, *T. urartu*, *Aegilops speltoides*, κ.α.), ανέπτυξαν γονίδια που εξασφαλίζουν την αντοχή σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, όπως για παράδειγμα γονίδια για παρατεταμένη φωτοσύνθεση και αυξημένη φυλλική επιφάνεια που συνεισφέρουν στην επιβίωση σε συνθήκες ξηρασίας και αυξημένων θερμοκρασιών (Lopes et al., 2015; Aberkane et al., 2021). Η αξιοποίηση τέτοιων ειδών και ποικιλιών σε προγράμματα βελτίωσης θα μπορούσε να συνδράμει στην αντιμετώπιση του προβλήματος, μέσω της δημιουργίας ποικιλιών σκληρού σιταριού ικανών να ανταπεξέλθουν στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή, δίδοντας σταθερές αποδόσεις και ποιοτικό προϊόν (Lopes et al., 2015).

1.2 Καλλιεργητική τεχνική

Στον ελλαδικό χώρο γίνεται φθινοπωρινή σπορά κατά τους μήνες Οκτώβριο με Νοέμβριο με ποσότητα σπόρου κυμαινόμενη από 14 έως 20 kg/στρέμμα (Μπιλάλης κ.α., 2019). Οι Padovan et al. (2020) σε πειράματα που διεκπεραίωσαν στην Κεντρική Ιταλία, στην Νότια Ισπανία και στο Βόρειο Μαρόκο, απέδειξαν ότι σε περιοχές όπου επικρατούν πιο θερμές και ξηρές συνθήκες θα πρέπει να γίνεται πρόωμη σπορά με ποικιλίες μικρού βιολογικού κύκλου με σκοπό το γέμισμα των σπόρων να ολοκληρωθεί νωρίτερα στην καλλιεργητική περίοδο, ώστε να αποφευχθούν οι αυξημένες θερμοκρασίες σε αυτό το κρίσιμο στάδιο. Αντίστοιχα, προτείνουν όψιμη σπορά με ποικιλίες μεγαλύτερου βιολογικού κύκλου σε πιο υγρά και δροσερά περιβάλλοντα με σκοπό την

ανάπτυξη μεγαλύτερης φυλλικής επιφάνειας για την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τους Uluhan and Kün (2007) η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι τα 17,5 cm, ενώ επί των γραμμών η σπορά μπορεί να γίνει σε αποστάσεις 1-3,8 cm.

Οι Garrido-Lestache et al. (2005) διαπίστωσαν θετική απόκριση της καλλιέργειας σε λίπανση με 10 kg/στρέμμα άζωτο, ενίσχυση της υαλώδους όψης των σπόρων με 15 kg/στρέμμα άζωτο και το μέγιστο της συγκέντρωσης σε πρωτεΐνη με 20 kg/στρέμμα άζωτο. Οι Polychronaki et al. (2012) συνιστούν την εφαρμογή 10,2 kg/στρέμμα αζώτου για την κάλυψη των θρεπτικών αναγκών της καλλιέργειας στο συγκεκριμένο μακροστοιχείο, με τη μισή ποσότητα να ενσωματώνεται στο έδαφος κατά τη σπορά και την υπόλοιπη να εφαρμόζεται αργότερα επιφανειακά, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές αποδόσεις σε συνδυασμό με το μικρότερο δυνατό αντίκτυπο στο περιβάλλον και το χαμηλότερο κόστος για τον παραγωγό. Σύμφωνα με τους Ercoli et al. (2013) η επιφανειακή εφαρμογή προτείνεται να γίνεται εξ' ολοκλήρου στο στάδιο GS 15 ή κατά το ήμισυ στο GS 15 και το υπόλοιπο μεταξύ GS 30-39 (καλάμωμα, Zadoks et al., 1974). Εναλλακτικά, ένα σύστημα προσωρινής συγκαλλιέργειας μπορεί να εξασφαλίσει την επάρκεια αζώτου. Οι Tosti and Guiducci (2010) διαπίστωσαν πως σε προσωρινή συγκαλλιέργεια σκληρού σιταριού με το ψυχανθές *Vicia faba* L. var. *minor* Beck., το έδαφος εμπλουτίστηκε, μετά την ενσωμάτωση του κουκιού στο έδαφος, με περίπου 4,8 kg/στρέμμα οργανικού αζώτου διαθέσιμα κατά 30% στο σιτάρι, με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης και του πρωτεϊνικού περιεχομένου του σπόρου του σιταριού. Εκτός από την αζωτούχο λίπανση και η λίπανση με φωσφόρο είναι ιδιαίτερα σημαντική για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Συνδυαστική εφαρμογή 8 kg/στρέμμα αζώτου και 5 kg/στρέμμα φωσφόρου οδήγησαν σε εντονότερη μετακίνηση των δύο στοιχείων στο φυτό και σε αυξημένες αποδόσεις σε σπόρο (Dordas, 2009). Ο φώσφορος δεν υπόκειται σε έκπλυση και θα πρέπει να χορηγείται στην καλλιέργεια μόνο σε διαπιστωμένη έλλειψη του εδάφους (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Σχετικά με το άζωτο και το θείο, τα δύο αυτά στοιχεία παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα έκπλυσης στα μεσογειακά περιβάλλοντα, εξαιτίας των συχνών βροχοπτώσεων κατά το χειμώνα και συνεπώς θα πρέπει να γίνεται εξέταση για τυχόν έλλειψη πριν την εφαρμογή λιπάσματος (Ercoli et al., 2012). Η λίπανση με θείο, στοιχείο απαραίτητο για τις μεταβολικές διεργασίες του φυτού, πρέπει να γίνεται αν και εφόσον εντοπιστεί έλλειψη με την εφαρμογή 6 kg/στρέμμα προσπαρτικά και συμπληρωματικά άλλων 6 kg/στρέμμα μεταξύ των σταδίων GS 30-39 (Ercoli et al., 2012). Σε υποβαθμισμένα εδάφη με ανεπάρκεια σιδήρου και

ψευδαργύρου, διαφυλλική εφαρμογή θεικού ψευδαργύρου και θεικού σιδήρου μπορεί να ενισχύσει την περιεκτικότητα των μικροστοιχείων αυτών στο σπόρο, καθώς και να αυξήσει τη συγκέντρωση της πρωτεΐνης και της γλουτένης σε αυτόν (Melash et al., 2019). Εναλλακτικά, το πρόβλημα της ανεπάρκειας ψευδαργύρου σε κάποια εδάφη μπορεί να επιλυθεί με την αναζήτηση γονιδίων που συνδέονται με την καλύτερη αξιοποίηση του εδαφικού ψευδαργύρου στο είδος *T. turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell., με σκοπό τη βελτίωση του σκληρού σιταριού (Genc and McDonald, 2008). Ωστόσο, στα εδάφη της χώρας μας δεν έχουν διαπιστωθεί ελλείψεις εκτός του αζώτου και του φωσφόρου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Παραδοσιακά, η κατεργασία του εδάφους γίνεται πριν τη σπορά και περιλαμβάνει την κύρια με τη χρήση αρότρου με υνί και αναστρεπτήρα, καθώς και τη δευτερεύουσα που περιλαμβάνει κατεργασία με τη χρήση δισκοσβάρνας και καλλιεργητή (Lithourgidis et al., 2006). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Baiamonte et al. (2019) με την επερχόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 1,5°C εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, ένα σύστημα ακατεργασίας θα μπορούσε να λειτουργήσει πολύ αποδοτικά σε ημίξηρα περιβάλλοντα με ξηρικές καλλιέργειες όπως το σκληρό σιτάρι, καθώς ένα τέτοιο σύστημα συνεισφέρει στην διατήρηση της εδαφικής υγρασίας σε υψηλότερα επίπεδα συγκριτικά με συμβατικά συστήματα κατεργασίας. Ο συνδυασμός της ακατεργασίας με την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας συνεισφέρει στην ενίσχυση της εδαφικής δομής καθώς και στη μείωση του κινδύνου διάβρωσης (Honsdorf et al., 2020). Ωστόσο, η μετάβαση από παραδοσιακά συστήματα κατεργασίας σε συστήματα ακατεργασίας θα πρέπει να συνοδεύεται από αύξηση της αζωτούχου λίπανσης, ιδιαίτερα σε λιγότερο γόνιμα εδάφη με κακή δομή, καθώς η ακατεργασία μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του εδαφικού αζώτου στην καλλιέργεια (Giambalvo et al., 2018). Επόμενο είναι, επιπλέον, η μετάβαση αυτή να οδηγήσει σε αύξηση της ζιζανιοχλωρίδας και άρα θα πρέπει να γίνει διαφορετική διαχείριση σε σχέση με συμβατικά συστήματα κατεργασίας (Ercoli et al., 2017). Η ανάπτυξη πολυετών ζιζανίων θα ευνοηθεί από αυτήν την μετάβαση και δεδομένης της απουσίας της κατεργασίας του εδάφους ως μέθοδο μηχανικής ζιζανιοκτονίας, θα πρέπει να αξιολογηθούν άλλες μέθοδοι αντιμετώπισης, όπως η συγκαλλιέργεια ή η αμειψισπορά, προκειμένου να μην εκτιναχθεί η χρήση ζιζανιοκτόνων (Nawaz and Farooq, 2016). Τέλος, οι Ercoli et al. (2017) διαπίστωσαν πως μπορεί να εφαρμοστεί σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε αγρό με καλλιέργεια σκληρού σιταριού, στον οποίο προηγουμένως καλλιεργήθηκε αραβόσιτος ή ηλιάνθος, χωρίς σημαντικές μειώσεις στην απόδοση.

Παρά το γεγονός πως το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως ως ξηρικό, ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν τον ευεργετικό ρόλο της άρδευσης στην απόδοση της καλλιέργειας. Αυτή τη θέση επιβεβαιώνουν πειράματα από το Λίβανο και τη Συρία, περιοχές με τυπικό μεσογειακό κλίμα με επάρκεια βροχοπτώσεων το χειμώνα. Σύμφωνα με τους Karam et al. (2009) η παροχή συμπληρωματικής άρδευσης ίσης με το 50% του υδατικού ελλείματος σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού στο Λίβανο μπορεί συνδυαστικά με λίπανση 15 kg/στρέμμα αζώτου να αυξήσει την απόδοση. Στην παραπάνω έρευνα η άρδευση γινόταν με παροχή τριών ισόποσων δόσεων νερού στα στάδια GS 40-49 (booting), GS 60-69 (anthesis) και GS 80-89 (dough stage). Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και σε παλαιότερη έρευνα από τους Oweis et al. (1999) οι οποίοι είχαν διαπιστώσει σημαντική αύξηση της απόδοσης ακόμη και με την παροχή 100 mm αρδευτικού νερού σε καλλιέργεια σιταριού στη Συρία με την άρδευση να γίνεται τους μήνες Απρίλιο και Μάιο.

1.3 Καλλιεργητικά μέτρα αντιμετώπισης ζιζανίων στο σιτάρι

1.3.1 Αμειψισπορά (crop rotation)

Η αμειψισπορά ορίζεται ως η τεχνική της διαδοχικής εγκατάστασης διαφορετικών καλλιεργειών στον ίδιο αγρό με οφέλη, μεταξύ άλλων και στην αντιμετώπιση των ζιζανίων (Singh, 2014). Οι Nichols et al. (2015) αναφέρουν πως η εναλλαγή καλλιεργειών που υπαγορεύει η εφαρμογή ενός συστήματος αμειψισποράς οδηγεί σε διαφοροποιήσεις χρονικά των καλλιεργητικών φροντίδων που λαμβάνονται για τις διαφορετικές καλλιέργειες, εναλλαγή διαφορετικών ζιζανιοκτόνων για τα ζιζάνια που ανταγωνίζονται κάθε καλλιέργεια, διαφοροποιήσεις στα μοτίβα ανταγωνισμού για θρεπτικά συστατικά, καθώς και απελευθέρωση αλληλοπαθητικών ουσιών στη ριζόσφαιρα. Οι καλλιέργειες που θα επιλεγούν, καλό είναι να έχουν διαφορετικές περιόδους σποράς και καλλιέργειας, ώστε με τα μέτρα που λαμβάνονται για καθεμιά να εμποδίζεται η σποροποίηση των ζιζανίων και η ενίσχυση της τράπεζας σπόρων του εδάφους (weed seedbank) (Chauhan et al., 2012; Nichols et al., 2015). Οι εισροές στον αγρό διαφοροποιούνται και συνεπώς η πίεση επιλογής στα ζιζάνια μειώνεται, κάτι που κάνει αδύνατη την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα, καθώς αυτά εναλλάσσονται ανά καλλιέργεια (Kaur et al., 2022). Παραλλάσσονται συνεχώς οι συνθήκες καλλιέργειας δημιουργώντας, έτσι, ένα ιδιαίτερα εχθρικό περιβάλλον για τα περισσότερα ζιζάνια (Tanveer et

al., 2019). Σε ένα σύστημα αμειψισποράς μπορούν να ενταχθούν και μακρές περιόδους αγρανάπαυσης (fallow period) με σκοπό το φύτευμα όλων των δυσεξόντων ζιζανίων, ώστε στη συνέχεια αυτά να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή κάποιου μη-εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου (Chauhan et al., 2012). Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στον περιορισμό της πυκνότητας και της βιομάζας των ζιζανίων είναι ιδιαίτερα υψηλή. Ο Woźniak (2019) μετά από έρευνα, διαπίστωσε κατά 51,7% μειωμένο αριθμό και κατά 75% μειωμένο ξηρό βάρος ζιζανίων σε καλλιέργεια σιταριού που εντάχθηκε στο σύστημα αμειψισποράς μπιζέλι-χειμερινό σιτάρι-χειμερινό τριτικάλε (*Pisum sativum* L., *Triticum aestivum* L., × *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus αντίστοιχα) σε σύγκριση με καλλιέργεια σιταριού σε αγρό όπου επί 29 έτη γινόταν μονοκαλλιέργεια δημητριακών. Ταυτόχρονα, όμως, ο ίδιος παρατήρησε διαφορές στα είδη ζιζανίων που εμφανίζονταν στα διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το σύνθητες του παρασιτισμού των ζιζανίων σε καλλιέργειες με παρόμοιες με εκείνα οικολογικές απαιτήσεις, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Singh (2014). Έτσι, είναι λογικό επακόλουθο να υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα είδη που εντοπίζονται στις διαφορετικές καλλιέργειες. Την ίδια παρατήρηση κάνουν στη δική τους έρευνα και οι de la Fuente et al. (2021) παρατηρώντας διαφορές στη σύσταση της ζιζανιοχλωρίδας στα διαφορετικά συστήματα που εφαρμόστηκαν, ενώ, ακόμη, καταλήγουν ότι η εντατικοποίηση ενός συστήματος αμειψισποράς με την ένταξη σε αυτό περισσότερων καλλιεργειών για βοσκή (pastures), καλλιεργειών κάλυψης (cover crops), χειμερινών καλλιεργειών και καλλιεργειών δημητριακών μπορεί να συνεισφέρει στη μεγαλύτερη αποδοτικότητα στη διαχείριση των ζιζανίων και στη μείωση χρήσης ζιζανιοκτόνων.

Άφθονα είναι τα παραδείγματα αμειψισποράς σε καλλιέργειες σιταριού που οδήγησαν σε επιτυχημένο περιορισμό των ζιζανίων, ετήσιων και πολυετών. Ενδεικτικά, οι Dolijanovic et al. (2014) διαπίστωσαν υψηλή αποδοτικότητα των συστημάτων αμειψισποράς χειμερινό σιτάρι-αραβόσιτος και χειμερινό σιτάρι-αραβόσιτος-σόγια στην αντιμετώπιση ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων όπως η κολλητσίδα (*Galium aparine* L.), στην αντιμετώπιση ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων όπως η αγριοβρώμη (*Avena fatua* L.), καθώς και στην αντιμετώπιση πολυετών ειδών ζιζανίων όπως η αγριάδα (*Cynodon dactylon* L.) και η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.). Πάντως, σύστημα αμειψισποράς έξι καλλιεργειών που εφαρμόσαν δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, εξαιτίας, όπως αναφέρουν, της αύξησης του αριθμού των καλλιεργειών του συστήματος που οδηγεί και σε αύξηση της προσβολής από ζιζάνια. Αντίστοιχα αποτελέσματα εξήγαγαν από τη δική τους εργασία οι San Martín et al. (2019), καθώς διαπίστωσαν πως η

καλλιέργεια ενός εκ των ανοιζιάτικων ειδών κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) (H) ή *Brassica carinata* L. (B) σε τριετή συστήματα αμειψισποράς με διαδοχικότητα της μορφής αγρανάπαυση-χειμερινό σιτάρι-H/B μπορεί να περιορίσει το ιδιαίτερα δυσεξόντωτο ζιζάνιο βρόμος (*Bromus tectorum* L.) σε καλλιέργεια χειμερινού σιταριού (*Triticum aestivum* L.). Τέλος, οι Tautges et al. (2017) αναφέρουν πως τριετής καλλιέργεια της πολυετούς μηδικής (*Medicago sativa* L.) οδήγησε σε σημαντική μείωση της βιομάζας των ζιζανίων κίρσιο (*Cirsium arvense* L.) και αγριοβρώμη (*Avena fatua* L.) στην καλλιέργεια χειμερινού σιταριού (*Triticum aestivum* L.) που ακολούθησε και προτείνουν την αντικατάσταση του μπιζελιού (*Pisum sativum* L.) από τη μηδική στα συστήματα αμειψισποράς σιταριού που εφαρμόζονται ήδη στις Η.Π.Α. λόγω της καλύτερης αποτελεσματικότητας της τελευταίας στο περιορισμό των ζιζανίων.

1.3.2 Ψευδοσπορά (false seedbeds)

Η ψευδοσπορά είναι μια τεχνική αντιμετώπισης ζιζανίων κατά την οποία γίνεται προετοιμασία της σποροκλίνης αρκετές μέρες πριν τη σπορά, ώστε να ακολουθήσει το φύτρωμα των σπόρων των ζιζανίων που βρίσκονται στην τράπεζα του εδάφους (weed seedbank) και η τελική καταστροφή τους με καλλιεργητικές μεθόδους ή με εφαρμογή μη-εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου (Rasmussen, 2004). Η τεχνική αυτή επιτυχημένα αντιμετωπίζει τα πρώτα κύματα φυτρώματος ζιζανίων πριν την πραγματική σπορά της καλλιέργειας (Mahajan et al., 2014). Είδη ζιζανίων όπως η *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. και η *Cyperus iria* L. που απαιτούν φως για να φυτρώσουν, παρουσιάζουν λήθαργο μικρής διάρκειας και οι σπόροι τους βρίσκονται επιφανειακά στο έδαφος ή σε πολύ μικρό βάθος είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε αυτήν την τεχνική (Chauhan and Gill, 2014). Σε πείραμα των Sadfar et al. (2011) η εφαρμογή της ψευδοσποράς σε καλλιέργεια σιταριού (*Triticum aestivum* L.) οδήγησε σε κατά 28,6% αντιμετώπιση των ζιζανίων και κατά 4,95% αυξημένη απόδοση σε σπόρο.

1.3.3 Μετατόπιση του χρόνου σποράς

Η οψίμιση της σποράς ενός σιτηρού, μπορεί να οδηγήσει στην αποφυγή του ανταγωνισμού της καλλιέργειας με εκείνα τα ζιζάνια που φυτρώνουν στον αγρό κατά την τυπική περίοδο σποράς, καθώς αυτά έχουν ήδη φυτρώσει και εν συνεχεία καταστρέφονται μηχανικά κατά την

καθυστερημένη προετοιμασία της σποροκλίνης, την οποία και υπαγορεύει η οψίμιση της σποράς (Kolb and Gallandt, 2012). Σύμφωνα με πείραμα των Farooq and Cheema (2014), η σπορά του σιταριού στις 15 Δεκεμβρίου οδήγησε σε χαμηλότερο αριθμό και βάρος των ζιζανίων σε σχέση με σπορά στις 15 ή στις 30 Νοεμβρίου. Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξε και η έρευνα των Singh et al. (2019), με την παρατήρηση πως σπορά στις 10 Δεκεμβρίου οδήγησε σε αυξημένη απόδοση σιταριού και μειωμένη ανάπτυξη της βιομάζας του αγρωστώδους ζιζανίου *Phalaris minor* Retz. συγκριτικά με σπορά στις 25 Νοεμβρίου, παρά το γεγονός ότι η πρόωμη σπορά έδωσε μικρότερη ανάπτυξη του ζιζανίου.

1.3.4 Αύξηση πυκνότητας σποράς

Όπως αναφέρει ο Eslami (2014), η αυξημένη πυκνότητα σποράς, που μπορεί να επιτευχθεί με χρήση μεγαλύτερης ποσότητας σπόρου καθώς και με ελάττωση της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς, μπορεί να μειώσει την ανταγωνιστικότητα των ζιζανίων. Σύμφωνα με τους Blacksaw et al. (2000), πυκνότερη σπορά (ποσότητα 300 kg/στρέμμα) οδήγησε σε κατά 79% μειωμένη παρουσία των σπόρων του ζιζανίου *Erodium cicutarium* στην τράπεζα σπόρων του εδάφους, μετά από τετραετή εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής. Παρ' όλα αυτά, οι Korres and Froud-Williams (2004) τονίζουν πως υπερβολική αύξηση της πυκνότητας σποράς μπορεί να ενισχύσει τον ενδοειδικό ανταγωνισμό μεταξύ των φυτών σιταριού με αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση και συνιστούν σπορά 125-270 φυτά/m² για ελάχιστη απώλεια απόδοσης σε συνδυασμό με αυξημένο ανταγωνισμό εναντίον των ζιζανίων. Τέλος, οι De Vita et al. (2017), σε καλλιέργεια σιταριού διαπίστωσαν αυξημένη απόδοση και παράλληλα μείωση της βιομάζας με την ελάττωση της απόστασης μεταξύ των γραμμών από τα 25 cm στα 15 cm και στα 5 cm.

1.4 Χημική ζιζανιοκτονία στο σιτάρι

Η χημική ζιζανιοκτονία θεωρείται η πιο αποδοτική και συνάμα φθηνή μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού (Chhokar et al., 2012). Φαίνεται να προτιμάται ιδιαίτερα από τους παραγωγούς για τους προαναφερθέντες λόγους, ενώ, ακόμη, αποτελεί ένα εργαλείο που μπορεί να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό μιας στρατηγικής Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης Ζιζανίων (Integrated Weed Management) (Karkanis et al., 2016).

1.4.1 Florasulam + 2,4-D

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε το μίγμα των δραστικών ουσιών florasulam και 2,4-D. Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως σε καλλιέργειες σιτηρών. Οι Kaczmarek et al. (2010) διαπίστωσαν αυξημένες αποδόσεις σε καλλιέργειες σιταριού, κριθαριού και βρόμης μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου. Οι Auskalnis and Kadzys (2010), μελέτησαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου σε καλλιέργεια ανοιξιάτικου σιταριού στη Λιθουανία και αναφέρουν ευαισθησία των πλατύφυλλων ζιζανίων στελλάρια (*Stellaria media* L.), λουβουδιά (*Chenopodium album* L.) και άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) σε δόσεις του ζιζανιοκτόνου που κυμάνθηκαν στα 0,45-0,6 L/ha και εφαρμογή κατά το στάδιο του καλαμώματος (GS 30-39). Ωστόσο, έχουν ήδη επιβεβαιωθεί κάποιοι ανθεκτικοί πληθυσμοί ζιζανίων στο συγκεκριμένο σκεύασμα. Πιο συγκεκριμένα, έχουν βρεθεί στη Βόρεια Ελλάδα πληθυσμοί μικρόκαρπης κολλητσίδας (*Galium spurium* L.) που εμφάνισαν διασταυρωτή ανθεκτικότητα στο μίγμα florasulam+2,4-D, ενώ, στην Ισπανία έχουν βρεθεί πληθυσμοί παπαρούνας (*Papaver rhoeas* L.) με πιθανή ανθεκτικότητα, καθώς διαπιστώθηκε μειωμένη αντιμετώπιση του ζιζανίου 60 ημέρες μετά την εφαρμογή (Torra et al., 2010; Papapanagiotou et al., 2019).

1.4.1.1 Δραστική ουσία florasulam

Η δραστική ουσία florasulam ανήκει στην χημική ομάδα των τριαζολοπυριμιδινών-σουλφαμιδίων και είναι ένα μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο πλατύφυλλων ειδών με χρήση και στο σιτάρι (DeBoer et al., 2006). Εμφανίζει διασυστηματική δράση και μετακινείται εντός του φυτού μέσω του ξυλώματος και του φλοιώματος (DeBoer et al., 2006). Δρα ως αναστολέας του ενζύμου οξυγαλακτική συνθετάση (ALS) (Zhou et al., 2007). Από έρευνα που έγινε σχετικά με την αποδόμηση του florasulam σε διαφορετικούς τύπους εδαφών, προέκυψε ότι αυτή γίνεται, κυρίως, μέσω μικροβιακών διεργασιών, με το μέσο χρόνο ημιζωής της ουσίας να προσδιορίζεται στις 2,4 ημέρες σε θερμοκρασιακό εύρος 20-25°C, ενώ, ακόμη, ο κύριος μεταβολίτης 5-OH-florasulam βρέθηκε να έχει χρόνο ημιζωής 10-62 ημέρες (Jackson et al., 2000). Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει ισχυρά το χρόνο ημιζωής της δραστικής ουσίας στο έδαφος, ενώ, η υγρασία του εδάφους δε φαίνεται να επιδρά καθοριστικά στην αποδόμηση της ουσίας (Krieger et al., 2000a). Πάντως, οι φωτολυτικές αντιδράσεις συνεισφέρουν, επίσης, στην αποδόμηση της ουσίας, με το χρόνο ημιζωής στο έδαφος λόγω των φωτολυτικών αντιδράσεων να προσδιορίζεται στις 14 ημέρες (Krieger et al., 2000b). Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο παρουσιάζει μεγάλη

εκλεκτικότητα, κάτι που μπορεί κανείς να αντιληφθεί από το χρόνο ημιζωής της ουσίας στο σιτάρι, ο οποίος υπολογίζεται σε μόλις 2,4 ώρες, ενώ, στα πλατύφυλλα είδη ζιζανίων παρουσιάζει ένα εύρος από 19 μέχρι και πάνω από 48 ώρες (DeBoer et al., 2006).

1.4.1.2 Δραστική ουσία 2,4-D

Η δραστική ουσία 2,4-D ανήκει στη χημική ομάδα των φαινοξυαλκανοϊκών οξέων και χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες ως εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο πλατύφυλλων ειδών ζιζανίων (Song, 2014; Paszko et al., 2016). Αποτελεί ένα ζιζανιοκτόνο με διασυστηματική δράση εντός του φυτού (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2017). Εμφανίζει σε μοριακό επίπεδο δράση ανάλογη της φυσικής αυξίνης (IAA) και επιδρά στα δικότυλα είδη χωρίς να επηρεάζει τα μονοκότυλα (Song, 2014). Όπως και όλες οι συνθετικές αυξίνες, έτσι και η δραστική ουσία 2,4-D παραμένει στο εσωτερικό του φυτού για παρατεταμένο χρονικό διάστημα προκαλώντας δυσμενείς επιπτώσεις στα φυτά-στόχους (de Castro Marcato et al., 2017). Τα φαινοξυαλκανοϊκά οξέα αποδομούνται, κυρίως, μέσω της μικροβιακής αποδόμησης και δη λόγω της δράσης βακτηρίων του εδάφους και δευτερευόντως των μυκήτων (Paszko et al., 2016). Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, η ουσία 2,4-D ενέχει μικρό κίνδυνο έκπλυσης στα υπόγεια ύδατα με τη μέση τιμή του συντελεστή GUS να υπολογίζεται χαμηλότερη από 1,3. Η δραστική ουσία 2,4-D είναι οξύ, αλλά συνηθέστερα τυποποιείται με τη μορφή άλατος, αμίνης ή εστέρα (de Castro Marcato et al., 2017).

1.5 Κύρια πλατύφυλλα ζιζάνια

Κατά την διεκπεραίωση του πειράματος στον πειραματικό αγρό σκληρού σιταριού παρατηρήθηκαν διάφορα είδη πλατύφυλλων ζιζανίων όπως αυτά καταγράφονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Τα κυριότερα πλατύφυλλα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στην καλλιέργεια σκληρού σιταριού στον πειραματικό αγρό του Βελεστίνου.

Κοινή ονομασία	Λατινική ονομασία	Κοινή ονομασία	Λατινική ονομασία
Άγριο σινάπι	<i>Sinapis arvensis</i>	Καπνόχορτο	<i>Fumaria officinalis</i>
Ανθεμίδα	<i>Anthemis arvensis</i>	Μυρόνι	<i>Scandix pecten-</i> <i>veneris</i>
Βερόνικα	<i>Veronica persica</i>	Παπαρούνα	<i>Papaver rhoeas</i>
Δωδεκάνθι	<i>Lamium amplexicaule</i>	Στελλάρια	<i>Stellaria media</i>
Ζωχός	<i>Sonchus oleraceus</i>		

1.5.1 Άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.)

Το άγριο σινάπι πρόκειται για ένα ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο χειμερινών καλλιεργειών της οικογένειας Brassicaceae, το οποίο έχει εγκλιματιστεί σε πολλές περιοχές της εύκρατης ζώνης και συχνά προσβάλλει καλλιέργειες σιταριού και άλλων δημητριακών (Bitarafan and Andreasen, 2012). Παρουσιάζει ισχυρό αναπαραγωγικό δυναμικό και σχηματίζει μια εξαιρετικά μεγάλη τράπεζα σπόρων, ενώ, ακόμη, εμφανίζει υψηλή βλαστητική ανάπτυξη, χαρακτηριστικά που το κάνουν ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό ζιζάνιο (Bitarafan and Andreasen, 2020). Σύμφωνα με τους Zargar et al. (2021), μπορεί να προκαλέσει έως και κατά 26% μείωση της απόδοσης του καλλιεργούμενου σιταριού σε σπόρο, ενώ οι Dhima and Eleftherohorinos (2005) μέτρησαν κατά 20% μειωμένο άζωτο (N) στο σιτάρι εξαιτίας της ανάπτυξής του υπό συνθήκες ανταγωνισμού με το άγριο σινάπι. Τέλος, οι Şin and Kadioğlu (2021) προσδιόρισαν τη βέλτιστη θερμοκρασία για το φύτεμα των σπόρων που είναι σε λήθαργο στους 15°C.



Εικόνα 1: Άγριο σινάπι.

1.5.2 Ανθεμίδα (*Anthemis arvensis* L.)

Η ανθεμίδα είναι ένα ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο χειμερινών καλλιεργειών (Petroroulou et al., 2001). Αποτελεί ζιζάνιο των καλλιεργούμενων εκτάσεων και ειδικότερα των αγρών στους οποίους εκλείπει η εφαρμογή του μέτρου της αμειψισποράς και παρατηρείται, κυρίως, μονοκαλλιέργεια συγκεκριμένων ειδών (Ellis and Pnicksi, 1968). Φαίνεται να προτιμά τα καλά στραγγιζόμενα ασβεστούχα ή αμμώδη εδάφη και εμφανίζει μεγάλη ποικιλότητα στα φαινοτυπικά της χαρακτηριστικά ανάλογα το ενδιαίτημα στο οποίο θα βρεθεί (Kay, 1971). Οι Woźniak and Soroka (2022), διαπίστωσαν περιορισμό της πυκνότητας του ζιζανίου σε καλλιέργεια σιταριού που εντάχθηκε στο σύστημα αμειψισποράς πατάτα-χειμερινό σιτάρι-μπιζέλι-χειμερινό κριθάρι, συγκριτικά με τη μονοκαλλιέργεια σιταριού.



Εικόνα 2: Ανθεμίδα.

1.5.3 Δωδεκάνθι (*Lmium amplexicaule* L.)

Το δωδεκάνθι είναι ένα πλατύφυλλο, χειμερινό ζιζάνιο της οικογένειας Lamiaceae (Woolam et al., 2018). Πυκνότητα 18 φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού, έχει βρεθεί ότι δεν επηρεάζει την απόδοση, ωστόσο αύξηση της πυκνότητας στα 82 φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο μπορεί να οδηγήσει σε κατά 13% μειωμένη απόδοση του καλλιεργούμενου

σιταριού σε σπόρο (Conley and Bradley, 2005). Οι Woolam et al. (2018) παρατήρησαν αδυναμία επαρκούς αντιμετώπισης του ζιζανίου με τη χρήση μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου την άνοιξη. Έχουν βρεθεί πληθυσμοί του ζιζανίου ανθεκτικοί σε ζιζανιοκτόνα που δρουν ως αναστολείς του ενζύμου ALS, εξαιτίας μιας σημειακής μετάλλαξης στη θέση 197 (υποκατάσταση προλίνης από αργινίνη) στο γονίδιο που κωδικοποιεί το ένζυμο ALS (Varanasi et al., 2016).



Εικόνα 3: Δωδεκάνθι.

1.5.4 Ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.)

Ο ζωχός είναι ένα πλατύφυλλο, εαρινό ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Manalil et al., 2020). Χάρη στην ικανότητά του να φυτρώνει σε μια παρατεταμένη χρονικά περίοδο μέσα στο έτος, να αναπτύσσεται σε ποικίλα περιβάλλοντα, να φτάνει γρήγορα στην ωρίμανση και να παράγει μεγάλες ποσότητες σπόρων που διασπείρονται με ευκολία, ο ζωχός θεωρείται ένα ιδιαίτερος δυσεξόντωτο ζιζάνιο, που, κυρίως, αντιμετωπίζεται με μηχανικές μεθόδους (Widderick, 2004; Peerzada et al., 2019). Έχουν, ακόμα, εντοπιστεί και πληθυσμοί του

φυτού με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα των ομάδων Β και Μ, ενώ το ζιζανιοκτόνο florasulam φαίνεται να επιδρά αποτελεσματικά εναντίον του ζιζανίου (Peerzada et al., 2019). Για όλους τους παραπάνω λόγους, προτείνεται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διαχείριση του ζιζανίου, με την καλλιέργεια πιο ανταγωνιστικών καλλιεργειών και την εναλλαγή των ζιζανιοκτόνων των ομάδων Β και Μ να συνεισφέρουν τα μέγιστα στην προσέγγιση αυτή (Widderick, 2004). Πάντως, η ακατεργασία φαίνεται να ευνοεί το φύτρωμα του ζιζανίου, ενώ ένα βαθύ όργωμα μπορεί να το παρεμποδίσει μεταφέροντας τους σπόρους στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα (βάθος μεγαλύτερο από 2 cm) (Widderick, 2010).



Εικόνα 4: Ζωχός.

1.5.5 Μυρώνι (*Scandix pecten-veneris* L.)

Το μυρώνι είναι ένα ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο χειμερινών καλλιεργειών που ανήκει στην οικογένεια Apiaceae (πρώην Umbelliferae), ενώ, εκτός από ζιζάνιο των καλλιεργούμενων εκτάσεων, αποτελεί και ένα βρώσιμο λαχανεύομενο είδος (Liopa-Tsakalidi, 2014). Φαίνεται να προτιμά ιδιαίτερα εδάφη αργιλοπηλώδη με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο (Ca) (Liopa-

Tsakalidi, 2014). Οι Rotchés-Ribalta et al. (2015) παρατήρησαν πως η εφαρμογή διαφορετικών δόσεων του ζιζανιοκτόνου tribenuron επέτρεψε στο ζιζάνιο μια αργή ανάκαμψη σε διάστημα 7-9 εβδομάδων, ενώ, η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου 2,4-D σε υψηλές δόσεις (141, 282 και 564 g/ha) απέτρεψε οποιαδήποτε ανάκαμψη του ζιζανίου αποτελεσματικά. Το μυρόνι φαίνεται πως δε θα ευνοηθεί από την επερχόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας λόγω της κλιματικής αλλαγής, καθώς, σύμφωνα με πείραμα των Peters and Gerowitt (2014) φυτά μυρωνιού που υποβλήθηκαν σε αυξημένες θερμοκρασίες, άνθισαν νωρίτερα από τον μάρτυρα, σποροποίησαν λιγότερο και σχημάτισαν μειωμένη βιομάζα υπέργειου τμήματος. Επιπλέον, διαπίστωσαν πως η αυξημένη πυκνότητα σποράς του σιταριού (400 αντί για 200 φυτά/m²) επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη και ανταγωνιστική ικανότητα του ζιζανίου.



Εικόνα 5: Μυρόνι.

1.5.6 Παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.)

Σύμφωνα με τους Torra et al. (2010), η παπαρούνα θεωρείται ως το σημαντικότερο ζιζάνιο των χειμερινών σιτηρών στην περιοχή της Νότιας Ευρώπης. Τα τελευταία χρόνια, έχουν βρεθεί πληθυσμοί ανθεκτικοί σε ζιζανιοκτόνα που δρουν ως αναστολείς του ALS, όπως το tribenuron-

methyl και το 2,4-D, γι' αυτό απαραίτητη κρίνεται η υιοθέτηση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης στην αντιμετώπιση του ζιζανίου (Torra et al., 2018). Οι ίδιοι ερευνητές κατάφεραν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά το ζιζάνιο (>95%) σε καλλιέργεια χειμερινού κριθαριού, με την εφαρμογή μιας στρατηγικής Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης (IWM) στην οποία συμπεριέλαβαν τα μέτρα της αμειψισποράς (ηλίανθος-χειμερινό κριθάρι-χειμερινό κριθάρι), της όψιμης σποράς, της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων (είτε μόνο προφυτρωτικά, είτε και προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά) και της ακατεργασίας του εδάφους. Πάντως, οι Rey-Caballero et al. (2017), σημειώνουν πως η επιτυχία των μέτρων Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης του ζιζανίου εξαρτώνται από την δυναμική του πληθυσμού στο εκάστοτε πεδίο, καθώς και τη γενετική βάση της ανθεκτικότητας που δημιουργήθηκε σε κάποιον πληθυσμό.



Εικόνα 6: Παπαρούνα.

1.5.7 Στελλάρια (*Stellaria media* L.)

Η στελλάρια είναι ένα ετήσιο, πλατύφυλλο, φθινοπωρινό ζιζάνιο που φύεται στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ασία (Slavokhotova et al., 2011). Ανήκει στην οικογένεια Caryophyllaceae και διαθέτει φύλλα αντίθετα, χωρίς τρίχες, σχήματος οβάλ και μήκους 1-3 εκατοστών, ενώ το ριζικό της σύστημα είναι θυσσανώδες και ο σπόρος της μικρός, μήκους μικρότερου του 1 χιλιοστού (Abaye, 2019). Αναπαράγεται με σπόρο και αποτελεί διαδεδομένο ζιζάνιο σε καλλιέργειες σιταριού (Abaye, 2019; Scavo et al., 2022). Έχει αλληλοπαθητικό δυναμικό λόγω των φαινολικών που απελευθερώνει στο έδαφος σε υδατοδιαλυτή μορφή,

επιρεάζοντας έτσι την ανάπτυξη του σιταριού (Inderjit and Dakshini, 1998). Ταυτόχρονα, όμως, υπάρχουν και διάφορες τοπικές παραδοσιακές ποικιλίες σκληρού σιταριού με υψηλή περιεκτικότητα σε αλληλοχημικές ουσίες που μπορούν να αποτρέψουν το φύτρωμα των σπόρων της στελλάριας περιορίζοντας έτσι την παρουσία της στον αγρό (Scavo et al., 2022).

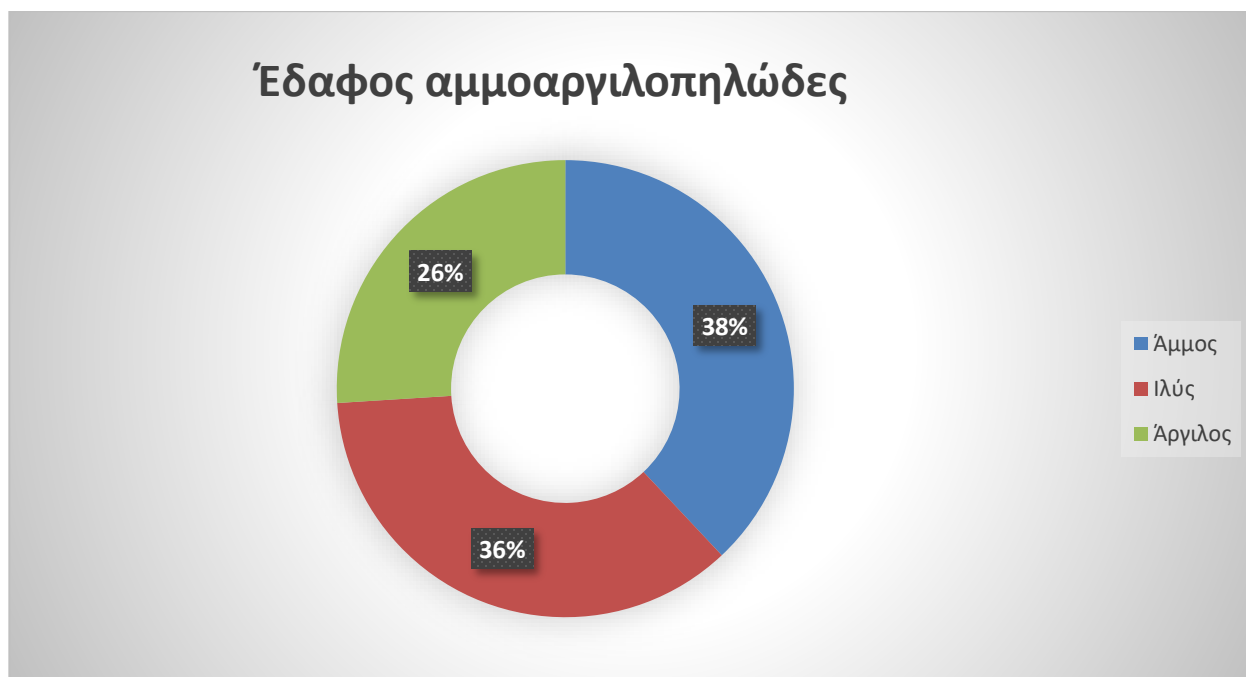


Εικόνα 7: Στελλάρια.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Η πειραματική μελέτη της παρούσας διατριβής έλαβε χώρα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου της Μαγνησίας. Το πείραμα τοποθετείται χρονικά μεταξύ Νοεμβρίου 2021 και Ιουνίου 2022. Το έδαφος στην έκταση που παραχωρήθηκε για την εκπόνηση του πειράματος έχει pH ίσο με 7,4 και την κοκκομετρική σύσταση που παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1: Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους του πειραματικού αγρού

2.2 Ιστορικό του πειραματικού αγρού

Στο πείραμα συγκρίθηκε η επίδραση δύο διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς διάρκειας επτά ετών στην πυκνότητα και στη βιομάζα των ζιζανίων. Οι καλλιέργειες που εντάχθηκαν σε καθένα από τα δύο συστήματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Οι καλλιέργειες που εντάχθηκαν σε καθένα από τα συστήματα αμειψισποράς και η περίοδος σποράς της καθεμίας.

Καλλιεργητική περίοδος	1 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς		2 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς	
	Διαδοχή καλλιεργειών	Περίοδος σποράς	Διαδοχή καλλιεργειών	Περίοδος σποράς
2021-2022	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος
2020-2021	Ρετινολαδιά (<i>Ricinus communis</i>)	Μάιος	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος
2019-2020	Ηλιάνθος (<i>Helianthus annuus</i>)	Μάιος	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος
2018-2019	Ηλιάνθος (<i>Helianthus annuus</i>)	Μάιος	Γαϊδουράγκαθο (<i>Silybum marianum</i>)	Νοέμβριος
2017-2018	Αραβόσιτος (<i>Zea mays</i>)	Μάιος	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος
2016-2017	Αραβόσιτος (<i>Zea mays</i>)	Μάιος	Γαϊδουράγκαθο (<i>Silybum marianum</i>)	Νοέμβριος
2015-2016	Αραβόσιτος (<i>Zea mays</i>)	Μάιος	Σκληρό Σιτάρι (<i>Triticum durum</i>)	Νοέμβριος



Εικόνα 8: Το 2^ο Σύστημα Αμειψισποράς (ΔΣΑ), αριστερά στις 30 Μαρτίου και δεξιά στις 12 Απριλίου.



Εικόνα 9: Το 1^ο Σύστημα Αμειψισποράς (ΠΣΑ), αριστερά στις 30 Μαρτίου και δεξιά στις 12 Απριλίου.

2.3 Πειραματικό σχέδιο

Το πείραμα εκπονήθηκε βάσει του σχεδίου υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot design) με 2 παράγοντες και 2 επαναλήψεις. Ο πρώτος παράγοντας ήταν το σύστημα αμειψισποράς, σύμφωνα με τον οποίο ο πειραματικός αγρός διαιρέθηκε σε 4 κύρια τεμάχια (main plots). Ο δεύτερος παράγοντας ήταν η εφαρμογή ή όχι μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου, σύμφωνα με τον οποίο τα κύρια τεμάχια διαιρέθηκαν σε 16 υποτεμάχια (subplots). Κάθε υποτεμάχιο είχε διαστάσεις 2,5 m x 3 m. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται μια απεικόνιση του πειραματικού σχεδίου.

MUSTANG	Αψέκαστο	MUSTANG	Αψέκαστο
Αψέκαστο	MUSTANG	Αψέκαστο	MUSTANG
MUSTANG	Αψέκαστο	MUSTANG	Αψέκαστο
Αψέκαστο	MUSTANG	Αψέκαστο	MUSTANG
1 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς	1 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς	2 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς	2 ^ο Σύστημα Αμειψισποράς

Διάγραμμα 2: Το διπαραγοντικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων.



Εικόνα 10: Τμήμα του πειραματικού αγρού και η διαίρεσή του σε υποτεμάχια (subplots).

2.4 Καλλιεργητικές τεχνικές και χημική ζιζανιοκτονία

Πριν τη σπορά έγινε μια κύρια κατεργασία του εδάφους με άροτρο, καθώς και δύο δευτερεύουσες με καλλιεργητή σε βάθος 10-15 cm. Έγινε βασική λίπανση με εφαρμογή 30 kg/στρέμμα του σύνθετου λιπάσματος 16-20-0. Η σπορά έγινε στις 11 Νοεμβρίου με 25 kg σπόρο σκληρού σιταριού της ποικιλίας “Simeto”. Το φύτευμα των σπόρων ολοκληρώθηκε στις 3 Δεκεμβρίου. Στις 17 Φεβρουαρίου, κατά το στάδιο του αδελφώματος, έγινε επιπλέον επιφανειακή λίπανση με εφαρμογή 30 kg/στρέμμα ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (26-0-0). Στις 16 Μαρτίου, περίοδος στην οποία η καλλιέργεια του 1^{ου} Συστήματος Αμειψισποράς (στο εξής ΠΣΑ) βρισκόταν στο στάδιο των 5-6 φύλλων και η καλλιέργεια του 2^{ου} Συστήματος Αμειψισποράς (στο εξής ΔΣΑ) στα 4-5 φύλλα, έγινε εφαρμογή μεταφωτρωτικού ζιζανιοκτόνου. Για το σκοπό αυτό έγινε χρήση ενός ψεκαστήρα ακριβείας, με ακροφύσια τύπου σκούπας. Η πίεση ρυθμίστηκε στα 2,5-3 atm, ενώ ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ήταν 30 L/στρέμμα.

Σχετικά με το ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα:

- **florasulam + 2,4-D** (εμπορικό όνομα: Mustang 306 SE): Η σύνθεσή του εγγυάται περιεκτικότητα 0,625% w/v σε florasulam, 45,25% w/v στην εστερική μορφή του 2,4-D (2,4-D αιθυλ-εξυλ-εστέρας) και 54,57% w/w σε βοηθητικές ουσίες. Εφαρμόστηκε σε δόση 80 mL/στρέμμα. Πρόκειται για διασυστηματικό μεταφωτρωτικό ζιζανιοκτόνο πλατύφυλλων ζιζανίων με χρήση σε σιτάρι, κριθάρι και αραβόσιτο. Σύμφωνα με την ετικέτα του ζιζανιοκτόνου σε καλλιέργειες σιταριού αντιμετωπίζει πλατύφυλλα ζιζάνια όπως η κολλητσίδα (*Galium spurium* και *G. aparine*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), το άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis*), η στελλάρια (*Stellaria media*) κ.α.

Στις 25 Απριλίου ολοκληρώθηκε το ξεστάχασμα. Η μηχανική συγκομιδή έγινε στις 27 Ιουνίου χρησιμοποιώντας θεριζοαλωνιστική μηχανή με πλάτος κοπής 1, 4 m.



Εικόνα 11: Συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική μηχανή.

2.5 Μετρήσεις

2.5.1 Σιτάρι

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πειραματικής μελέτης, έλαβαν χώρα συνολικά 6 μετρήσεις στο σκληρό σιτάρι, με σκοπό τη διερεύνηση πιθανών διαφοροποιήσεων στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, εξαιτίας των διαφορετικών μεταχειρίσεων. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν σε κάποια από τις εσωτερικές σειρές του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε όλο το εύρος της καλλιεργητικής περιόδου στις ημερομηνίες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών στο σιτάρι και οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα σε καθεμιά από αυτές.

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες μετά τη σπορά	Στάδιο φυτού	Μετρήσεις
17/02/2022	98	Αδέλφωμα	Αδέλφωμα, Νωπό και Ξηρό Βάρος, Συγκέντρωση Χλωροφύλλης
15/03/2022	124	ΠΣΑ: 5-6 φύλλα ΔΣΑ: 4-5 φύλλα	Αδέλφωμα, Νωπό και Ξηρό Βάρος, Συγκέντρωση Χλωροφύλλης, Ύψος Στελέχους

30/03/2022	139	1 ^{ος} κόμβος	Αδέλφωμα, Νωπό και Ξηρό Βάρος, Συγκέντρωση Χλωροφύλλης, Ύψος Στελέχους
12/04/2022	152	ΠΣΑ: 3 ^{ος} κόμβος ΔΣΑ: 2 ^{ος} κόμβος	Αδέλφωμα, Νωπό και Ξηρό Βάρος, Συγκέντρωση Χλωροφύλλης, Ύψος Στελέχους
03/05/2022	173	Ξεστάχιασμα	Αδέλφωμα, Νωπό και Ξηρό Βάρος, Συγκέντρωση Χλωροφύλλης, Ύψος Στελέχους, Μήκος Στάχυ
28/06/2022	229	Συγκομισμένο προϊόν	Απόδοση, Βάρος 1000 Σπόρων
27/07/2022	-	Συγκομισμένο προϊόν	Πρωτεΐνη, υγρή και ξηρή γλουτένη

➤ Αδέλφωμα

Για τη μέτρηση του αδελφώματος επιλέχθηκαν τυχαία και κατόπιν μετρήθηκαν 4 φυτά από το κάθε τεμάχιο.

➤ Νωπό Βάρος

Για τον υπολογισμό του νωπού βάρους γινόταν κοπή σε μήκος 30 cm επί της γραμμής. Τα φυτά που λαμβάνονταν ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας τύπου KERN, PCB 2500-2.

➤ Ξηρό Βάρος

Μετά τον προσδιορισμό του νωπού βάρους, τα ίδια δείγματα ξηραίνονταν για 4 μέρες σε θερμοκρασία 60°C και ζυγίζονταν στο ζυγό ακριβείας.

➤ Συγκέντρωση χλωροφύλλης

Υπολογιζόταν με κατάλληλο φορητό όργανο στον αγρό (SPAD-500 chlorophyll meter της εταιρίας Konica Minolta Optics Inc.). Λαμβάνονταν 3 μετρήσεις και κατόπιν το όργανο εκτιμούσε

τον μέσο όρο των μετρήσεων. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε διαφορετικά σημεία του κάθε πειραματικού τεμαχίου.



Εικόνα 12: SPAD-500 chlorophyll meter της εταιρίας Konica Minolta Optics Inc.

➤ Ύψος Στελέχους

Γινόταν μετρήσεις 4 φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για τον προσδιορισμό του ύψους.

➤ Μήκος στάχυ

Για την εκτίμηση του μήκους στάχewος μετρήθηκε το μήκος των στάχewων συνολικά 5 φυτών, τυχαία επιλεγμένων, εντός του κάθε πειραματικού τεμαχίου.

➤ Απόδοση σε σπόρο

Έλαβε χώρα μηχανική συγκομιδή του σπόρου ανά τεμάχιο σε επιφάνεια 1,4 m x 3 m (όπου 1,4 m ήταν το πλάτος κοπής). Έπειτα, ζυγίστηκε το βάρος των σπόρων κάθε τεμαχίου στο ζυγό ακριβείας.

➤ Βάρος 1000 σπόρων

Μετρήθηκαν για κάθε πειραματικό τεμάχιο 2 φορές από 100 σπόροι και κατόπιν ζυγίστηκαν στο ζυγό ακριβείας. Εν συνεχεία, έγινε αναγωγή του βάρους των 100 σπόρων στους 1000 σπόρους.

➤ Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, της υγρής και ξηρής γλουτένης προσδιορίστηκαν στο με τον αναλυτή NIR (DA 7250 NIR analyzer, Perten Instruments, Hägersten, Sweden) χωρίς να

χρειάζεται επεξεργασία στους σπόρους του σκληρού σιταριού Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών.

2.5.2 Ζιζάνια

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον προσδιορισμό του νωπού και ξηρού βάρους των ζιζανίων και για τον υπολογισμό της πυκνότητάς τους σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Οι μετρήσεις γίνονταν στο κέντρο του πειραματικού τεμαχίου σε επιφάνεια διαστάσεων 40 cm x 40 cm και γινόταν αναγωγή στο στρέμμα (νωπό και ξηρό βάρος) και στο τετραγωνικό μέτρο (πυκνότητα).



Εικόνα 13: Η επιφάνεια 40 cm x 40 cm όπου έγιναν οι μετρήσεις για την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων και κατόπιν έγινε η αναγωγή στο στρέμμα.

➤ Νωπό βάρος

Στην επιφάνεια που προαναφέρθηκε εκριζόνονταν όλα τα ζιζάνια και κατόπιν ζυγίζονταν στο ζυγό ακριβείας. Έπειτα έγινε αναγωγή στο στρέμμα.

➤ Ξηρό βάρος

Μετά τον προσδιορισμό του νωπού βάρους, τα ίδια δείγματα ξηραίνονταν για 4 μέρες σε θερμοκρασία 60°C και ζυγίζονταν στο ζυγό ακριβείας. Έπειτα έγινε αναγωγή στο στρέμμα.

➤ Πυκνότητα

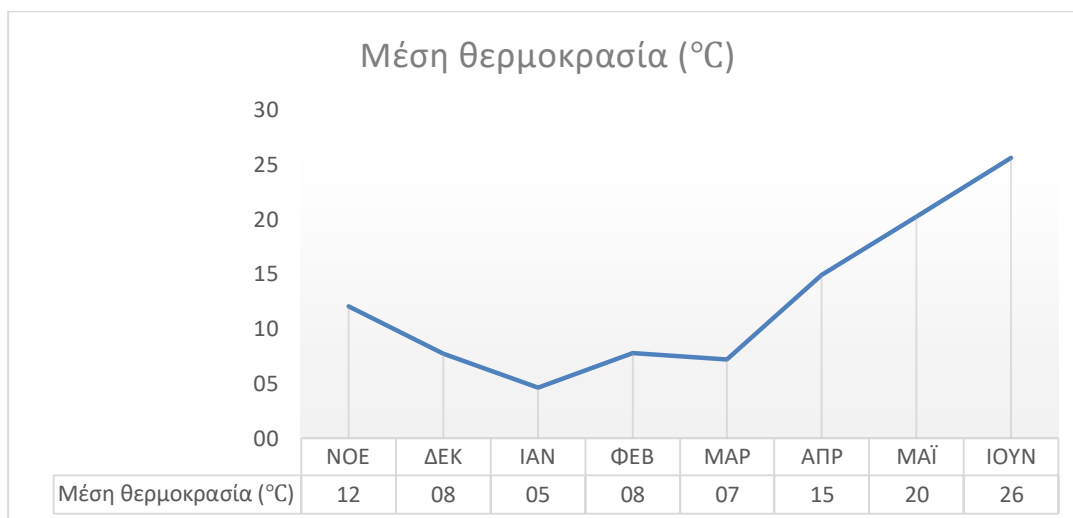
Στην επιφάνεια που προαναφέρθηκε μετρούνταν η πυκνότητα των ζιζανίων ανά είδος και στη συνέχεια έγινε αναγωγή στο τετραγωνικό μέτρο.

Πίνακας 5: Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών στα ζιζάνια και οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα σε καθεμιά από αυτές

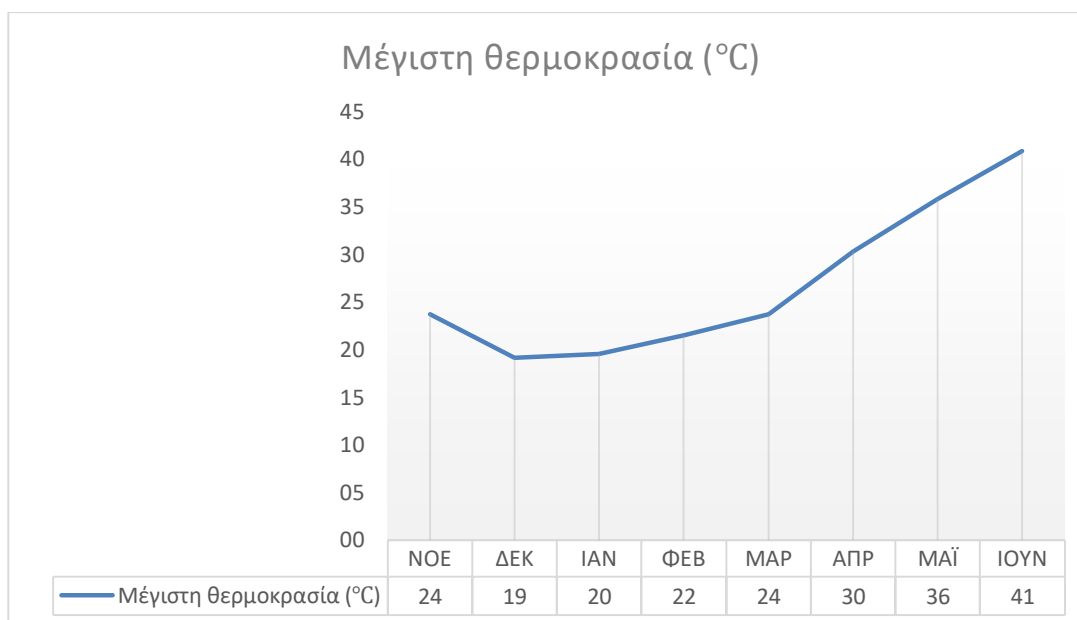
Ημερομηνία δειγματοληψίας	Ημέρες μετά τη σπορά	Μετρήσεις
17/02/2022	98	Πυκνότητα
15/03/2022	124	Νωπό και Ξηρό Βάρος
12/04/2022	152	Νωπό και Ξηρό Βάρος
04/05/2022	174	Νωπό και Ξηρό Βάρος, Πυκνότητα

2.6 Μετεωρολογικά δεδομένα

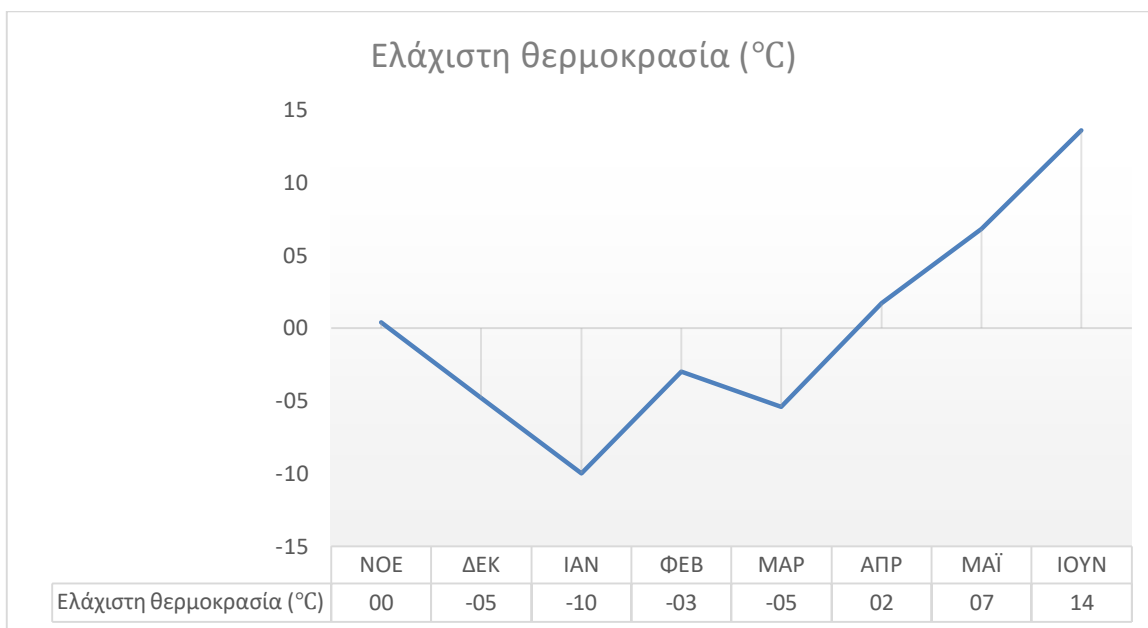
Στα διαγράμματα 3, 4, 5 και 6 παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα που ελήφθησαν από τον Μετεωρολογικό Σταθμό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο για την περίοδο από τη σπορά (Νοέμβριος 2019) μέχρι και τη συγκομιδή (Ιούνιος 2022). Τα δεδομένα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τη γνώση των συνθηκών κάτω από τις οποίες εκπονήθηκε το πείραμα. Η χαμηλότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιανουάριο του 2022 και ήταν 4,6°C, ενώ η υψηλότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούνιο του 2022 στους 25,6°C. Η μέγιστη θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούνιο του 2022 και ήταν 40,8°C, ενώ η χαμηλότερη τον Ιανουάριο του 2022 και ήταν -10°C. Τέλος, το συνολικό ύψος των βροχοπτώσεων μετρήθηκε 373,2 mm για όλο το εύρος της καλλιεργητικής περιόδου.



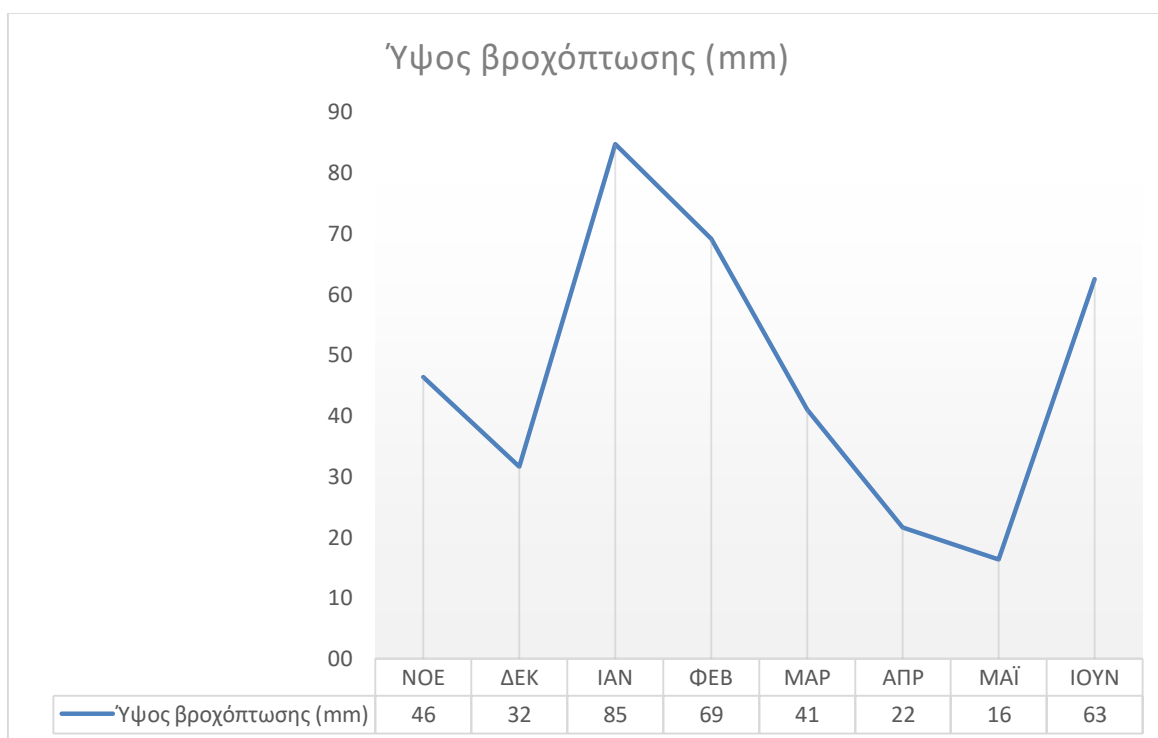
Διάγραμμα 3: Η μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα σε όλη τη πειραματική διάρκεια στο αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου (Αγρόκτημα Τμήματος).



Διάγραμμα 4: Η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας ανά σε όλη τη πειραματική διάρκεια στο αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου (Αγρόκτημα Τμήματος).



Διάγραμμα 5: Η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα σε όλη τη πειραματική διάρκεια στο αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου (Αγρόκτημα Τμήματος).



Διάγραμμα 6: Το ύψος βροχόπτωσης (mm) ανά μήνα σε όλη τη πειραματική διάρκεια στο αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου (Αγρόκτημα Τμήματος).

2.7 Στατιστική ανάλυση

Για τη διεκπεραίωση της στατιστικής ανάλυσης όλων των μετρήσεων, σύμφωνα με το σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) και ακολούθησε σύγκριση των μέσων, σε περίπτωση που η ανάλυση διακύμανσης έδειχνε ότι υπήρχαν σημαντικές στατιστικά διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για τους δύο παράγοντες του πειράματος. Η σύγκριση μέσων έγινε με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD, $P=5\%$). Για τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν πριν τη διενέργεια του ψεκασμού η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με βάση το πρόγραμμα των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων και αξιολογήθηκε η επίδραση μόνο των δύο συστημάτων αμειψισποράς.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του πειράματος προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση των μετρήσεων που λήφθηκαν σε διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας, οι οποίες έλαβαν χώρα τόσο πριν, όσο και μετά το ψεκάσμο με το ζιζανιοκτόνο. Το πείραμα πριν το ψεκάσμο (ημερομηνία ψεκάσμου 16-03-2022) ήταν ένα σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις ανά επέμβαση (σύστημα αμειψισποράς), οπότε οι μετρήσεις των δειγματοληψιών που έγιναν στις 17-02-2022 και στις 15-03-2022 αναλύθηκαν βάσει του παραπάνω σχεδίου. Οι μετρήσεις που έγιναν στις υπόλοιπες δειγματοληψίες (30-03-2022, 12-04-2022, 03-05-2022, 04-05-2022, 28-06-2022 και 27-07-2022) αναλύθηκαν βάσει του σχεδίου υποδιακριμένων τεμαχίων (split-plot).

3.1 Αδέλφωμα φυτών σιταριού

Για το αδελφωμα των φυτών του σκληρού σιταριού λήφθηκαν μετρήσεις σε πέντε διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Οι πρώτες δύο ημερομηνίες τοποθετούνται χρονικά πριν το ψεκάσμο με ζιζανιοκτόνο (17-02-2022 και 15-03-2022), ενώ οι υπόλοιπες μετά από αυτόν (30-03-2022, 12-04-2022 και 03-05-2022).

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 17-02-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων (Πίνακας 6) έδειξε πως η καλλιέργεια σκληρού σιταριού του ΠΣΑ (1^ο σύστημα αμειψισποράς) αδελφωσε καλύτερα (περίπου 3 αδέλφια ανά φυτό) συγκριτικά με την καλλιέργεια σκληρού σιταριού του ΔΣΑ (2^ο σύστημα αμειψισποράς).

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Όπως και στην 1^η Δειγματοληψία, έτσι και σε αυτήν, φαίνεται πως η καλλιέργεια που εντάχθηκε στο ΠΣΑ παρουσίασε καλύτερο αδελφωμα (περίπου 3 αδέλφια ανά φυτό σε σύγκριση με τα περίπου 2 του ΔΣΑ, Πίνακας 7).

Πίνακας 6: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο αδελφωμα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	3,38 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	2,19 β
LSD _{5%}	0,882
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	18,356*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).	
* P<0.05.	

Πίνακας 7: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο αδελφωμα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (2^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	3,21 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	2,46 β
LSD _{5%}	0,459
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	27,00*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).	
* P<0.05.	

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 30-03-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων (Πίνακας 8) δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

4^η Δειγματοληψία

Η 4^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Ομοίως με την 3^η Δειγματοληψία, δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίνακας 9).

Πίνακας 8: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο αδελφωμα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (3^η Δειγματοληψία: 30-03-2022).

Αμειψισπορά	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	4,19 αΑ	3,94 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	4,25 αΑ	4,44 αΑ	
LSD _A (5%)		-	
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		0,890 ns	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}		0,011 ns	
Τιμή F _{Α x Χ}		0,538 ns	
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές			

5^η Δειγματοληψία

Η 5^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «αμειψισπορά» αλλά μη στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 10). Πιο συγκεκριμένα, για τα φυτά σκληρού σιταριού του ΠΣΑ ο μέσος αριθμός των αδελφιών ανά φυτό ήταν περίπου 3, ενώ για το ΔΣΑ ο ίδιος αριθμός ήταν περίπου 2.

Πίνακας 9: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο αδελφωμα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (4^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Αμειψισπορά	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	3,25 αΑ	3,50 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	3,19 αΑ	3,31 αΑ	
LSD _A (5%)	-		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	0,224 ns		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,505 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,0561 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές			

Πίνακας 10: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο αδελφωμα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (5^η Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	3,12 αΑ	3,19 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	2,19 βΑ	2,44 βΑ	
LSD _A (5%)	0,410		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	20,064 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,688 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,248 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές ***p<0,001			

3.2 Νωπό βάρος σκληρού σιταριού

Για το νωπό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού λήφθηκαν μετρήσεις σε πέντε διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Οι πρώτες δύο ημερομηνίες (17-02-2022 και 15-03-2022) τοποθετούνται χρονικά πριν το ψεκάσμο με ζιζανιοκτόνο, ενώ οι υπόλοιπες (30-03-2022, 12-04-2022 και 03-05-2022) μετά από αυτόν.

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 17-02-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Το νωπό βάρος της καλλιέργειας του ΠΣΑ (Πίνακας 11) κυμάνθηκε περίπου στη διπλάσια τιμή (624,40 kg/στρέμμα) συγκριτικά με το νωπό βάρος της καλλιέργειας του ΔΣΑ (324,33 kg/στρέμμα).

Πίνακας 11: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος καλλιέργειας σιταριού (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	624,40 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	324,33 β
LSD _{5%}	177,02
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	29,108*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05.	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Ιδιαίτερα υψηλή ήταν η διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων (Πίνακας 12). Το μέσο νωπό βάρος της καλλιέργειας του ΠΣΑ ήταν κατά περίπου 1000 kg/στρέμμα υψηλότερο (1721,55 kg/στρέμμα) σε σύγκριση με το ΔΣΑ (665 kg/στρέμμα).

Πίνακας 12: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (2^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	1721,55 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	665,00 β
LSD _{5%}	1020,961
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	10,846*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05.	

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 30-03-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του 1ου και 2ου συστήματος αμειψισποράς (Πίνακας 13).

Πίνακας 13: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (3^η Δειγματοληψία: 30-03-2022).

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	2345,79 αΑ	2253,79 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	1986,56 βΑ	1966,23 βΑ	
LSD _A (5%)	230,513		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	9,344*		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}	0,282 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,115 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. * P<0.05			

4^η Δειγματοληψία

Η 4^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «αμειψισπορά» αλλά μη στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 14). Ειδικότερα, σημειώθηκε διαφορά περίπου 500 kg/στρέμμα μεταξύ των δύο συστημάτων αμειψισποράς, όσον αφορά το μέσο νωπό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού, με το ΠΣΑ να υπερτερεί έναντι του ΔΣΑ.

Πίνακας 14: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (4^η Δειγματοληψία: 12-04-2022)

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	2985,38 αΑ	2974,13 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	2426,36 βΑ	2482,64 βΑ	
LSD _A (5%)	290,589		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	15,511 **		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (Χ)	0,028 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,064 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές ** P<0,01			

5^η Δειγματοληψία

Η 5^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», όσο και για τον

παράγοντα «χημική καταπολέμηση», αλλά όχι για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 15). Η καλλιέργεια σκληρού σιταριού του ΠΣΑ παρουσίασε υψηλότερο μέσο νωπό βάρος σε σύγκριση με το ΔΣΑ. Και η επέμβαση με ζιζανιοκτόνο, όμως, οδήγησε σε υψηλότερο νωπό βάρος συγκριτικά με τα ανέκαστα τεμάχια.

Πίνακας 15: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (5^η Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	4016,98 αΑ	4187,13 αΒ	300,417
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	3382,86 βΑ	3973,28 βΒ	
LSD _A (5%)	300,417		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	9,456 *		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	7,607 *		
Τιμή F _{Α x Χ}	2,323 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. *P<0,05			

3.3 Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού

Για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού λήφθηκαν μετρήσεις σε πέντε διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Οι πρώτες δύο ημερομηνίες (17-02-2022 και 15-03-2022) τοποθετούνται χρονικά πριν το ψεκασμό με ζιζανιοκτόνο, ενώ οι υπόλοιπες (30-03-2022, 12-04-2022 και 03-05-2022) μετά από αυτόν.

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 17-02-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Το ξηρό βάρος της καλλιέργειας του ΠΣΑ (Πίνακας 16) κυμάνθηκε περίπου στη

διπλάσια τιμή (101,40 kg/στρέμμα) συγκριτικά με το ξηρό βάρος της καλλιέργειας του ΔΣΑ (57,13 kg/στρέμμα).

Πίνακας 16: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	101,40 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	57,13 β
LSD _{5%}	26,484
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	28,289*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).	
* P<0.05.	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Ιδιαίτερα υψηλή ήταν η διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων (Πίνακας 18). Το μέσο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του ΠΣΑ ήταν σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με το ΔΣΑ (320,12 kg/στρέμμα σε σύγκριση με τα 135,47 kg/στρέμμα του ΔΣΑ).

Πίνακας 17: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (2^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	320,12 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	135,47 β
LSD _{5%}	170,683
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	11,852*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).	
* P<0.05.	

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 30-03-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», αλλά όχι και για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» ή την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 18). Αρκετά υψηλότερο ήταν το μέσο ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού του ΠΣΑ σε σύγκριση με το ΔΣΑ.

Πίνακας 18: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (3^η Δειγματοληψία: 30-03-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	449,67 αΑ	453,69 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	371,79 βΑ	394,10 βΑ	
LSD _A (5%)	41,734		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	12,877**		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}	0,473 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,228 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές *P<0,01			

4^η Δειγματοληψία

Η 4^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Όπως και για την 3^η Δειγματοληψία, η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», αλλά όχι και για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» ή την αλληλεπίδραση

των δύο παραγόντων (Πίνακας 19). Και εδώ το μέσο ξηρό βάρος της καλλιέργειας σκληρού σιταριού του ΠΣΑ είναι αρκετά υψηλότερο συγκριτικά με το ΔΣΑ.

Πίνακας 19: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (4^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	575,96 αΑ	608,23 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	486,15 βΑ	512,17 βΑ	
LSD _A (5%)	56,192		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	12,986 **		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	1,277 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,0147 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές *P<0,05			

5^η Δειγματοληψία

Η 5^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», όσο και για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση», αλλά όχι για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 20). Το ΠΣΑ φαίνεται να οδήγησε σε αυξημένο μέσο ξηρό βάρος για την καλλιέργεια. Και η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου λειτούργησε ευεργετικά σε σύγκριση με τον αγέκαστο μάρτυρα.

Πίνακας 20: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (5^η Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	1318,56 αΑ	1382,70 αΒ	81,433
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	1028,57 βΑ	1225,61 βΒ	
LSD _A (5%)	81,433		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	35,773 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	12,209 **		
Τιμή F _{Α x Χ}	3,161 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές **P<0,01 ***P<0,001			

3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης φυτών σκληρού σιταριού

Για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού λήφθηκαν μετρήσεις σε πέντε διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Οι πρώτες δύο ημερομηνίες (17-02-2022 και 15-03-2022) τοποθετούνται χρονικά πριν το ψεκασμό με ζιζανιοκτόνο, ενώ οι υπόλοιπες (30-03-2022, 12-04-2022 και 03-05-2022) μετά από αυτόν.

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 17-02-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Η μέση συγκέντρωση της χλωροφύλλης (τιμή SPAD) στα φυτά του ΠΣΑ (Πίνακας 21) ήταν αυξημένη συγκριτικά με το ΔΣΑ (47,61 έναντι 41,34 του ΔΣΑ).

Πίνακας 21: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Συγκέντρωση χλωροφύλλης καλλιέργειας σκληρού σιταριού (τιμή SPAD)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	47,61 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	41,34 β
LSD _{5%}	0,448
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	1672,59***
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0.001	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «αμειψισπορά». Στο ίδιο μοτίβο με την 1^η Δειγματοληψία, η μέση συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμή SPAD) στα φυτά του ΠΣΑ (Πίνακας 22) ήταν αυξημένη συγκριτικά με το ΔΣΑ (46 έναντι 42,61 του ΔΣΑ).

Πίνακας 22: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (2^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Συγκέντρωση χλωροφύλλης καλλιέργειας σκληρού σιταριού (Τιμή SPAD)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	46,00 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	42,61 β
LSD _{5%}	2,377
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	20,577*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). *P<0.05	

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 30-03-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», αλλά όχι και για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» ή την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 23). Η μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) ήταν υψηλότερη για τα φυτά του ΠΣΑ και για τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο.

Πίνακας 23: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (3^η Δειγματοληψία: 30-03-2022).

Αμειψισπορά	Συγκέντρωση χλωροφύλλης καλλιέργειας σκληρού σιταριού (Τιμή SPAD)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	49,92 αΑ	48,32 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	46,40 βΑ	46,47 βΑ	
LSD _A (5%)	2,398		
Ανάλυση της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	5,963 *		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (X)	0,480 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,579 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές *P<0,05			

4^η Δειγματοληψία

Η 4^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αντίστοιχα με εκείνα της 3^{ης} Δειγματοληψίας. Και εδώ η μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή

SPAD) ήταν υψηλότερη για τα φυτά του ΠΣΑ και για τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο (Πίνακας 24).

5^η Δειγματοληψία

Η 5^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση έδειξε αντιστοιχία των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα της 3^{ης} και 4^{ης} δειγματοληψίας. Η μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) ήταν υψηλότερη για τα φυτά του ΠΣΑ και για τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε ζιζανιοκτόνο (Πίνακας 25).

Πίνακας 24: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (4^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Αμειψισπορά	Συγκέντρωση χλωροφύλλης καλλιέργειας σκληρού σιταριού (Τιμή SPAD)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	54,35 αΑ	53,95 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	50,95 βΑ	50,92 βΑ	
LSD _A (5%)	3,063		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	5,222*		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (Χ)	0,0229 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,0178 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές *P<0,05			

Πίνακας 25: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στη συγκέντρωση χλωροφύλλης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (5^η Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Συγκέντρωση χλωροφύλλης καλλιέργειας σκληρού σιταριού (Τιμή SPAD)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	59,10 αΑ	60,50 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	55,17 αΑ	55,57 βΑ	
LSD _A (5%)	4,149		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	5,399 *		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,223 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,0689 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές *P<0,05			

3.5 Ύψος του στελέχους των φυτών σκληρού σιταριού

Για το ύψος του στελέχους των φυτών του σκληρού σιταριού λήφθηκαν μετρήσεις σε τέσσερις διαφορετικές ημερομηνίες δειγματοληψίας. Η πρώτη ημερομηνία (15-03-2022) τοποθετείται χρονικά πριν το ψεκασμό με ζιζανιοκτόνο, ενώ οι υπόλοιπες (30-03-2022, 12-04-2022 και 03-05-2022) μετά από αυτόν.

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς». Το σιτάρι του ΠΣΑ (Πίνακας 26) είχε σημαντικά αυξημένο ύψος σε σχέση με αυτό του ΔΣΑ, με τις μέσες τιμές τους να είναι 14,12 cm και 10,50 cm αντιστοίχως.

Πίνακας 26: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο ύψος των φυτών σκληρού σιταριού (1^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	14,13 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	10,50 β
LSD _{5%}	3,329
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	12,008*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).	
*P<0.05	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 30-03-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά», αλλά όχι και για τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση» ή την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 27). Το μέσο ύψος των φυτών σκληρού σιταριού του ΠΣΑ μετρήθηκε στα περίπου 19-20 cm, ενώ στο ΔΣΑ το μέσο ύψος υπολογίστηκε περίπου 16-17 cm.

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Και εδώ συνεχίστηκε το ίδιο μοτίβο με την προηγούμενη δειγματοληψία. Υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 28). Τα φυτά του ΠΣΑ είχαν μέσο ύψος περίπου 39-40 cm, όταν τα φυτά του ΔΣΑ μετρήθηκαν και είχαν ύψος περίπου 35 cm.

4^η Δειγματοληψία

Η 4^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Ούτε αυτή η δειγματοληψία εμφάνισε παρέκκλιση από τις προηγούμενες. Και εδώ τα φυτά του ΠΣΑ είχαν μέσο ύψος που υπολογίστηκε στα 82-83 cm περίπου, ενώ τα φυτά του ΔΣΑ είχαν μέσο ύψος κοντά στα 77-78 cm (Πίνακας 29).

Πίνακας 27: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού (2^η Δειγματοληψία: 30-03-2022).

Αμειψισπορά	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	20,37 αΑ	19,25 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	17,50 βΑ	16,22 βΑ	
LSD _A (5%)	2,324		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	6,645 *		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}	0,879 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,014 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). *P<0,05. ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές			

Πίνακας 28: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού (3^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Αμειψισπορά	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	40,37 αΑ	38,87 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	35,75 βΑ	34,94 βΑ	
LSD _A (5%)	2,388		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	15,255 **		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}	1,113 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,098 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές **P<0,01			

Πίνακας 29: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού (4^η Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Ύψος φυτών σκληρού σιταριού (cm)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	82,56 αΑ	83,25 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	78,25 βΑ	77,06 βΑ	
LSD _A (5%)	2,483		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	21,221 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,048 ns		
Τιμή F _{ΑxΧ}	0,677 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές ***P<0,001			

3.6 Μήκος στάχewς

Η Δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 03-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 30). Πιο συγκεκριμένα, το μέσο μήκος του στάχewς των φυτών του ΠΣΑ υπολογίστηκε στα περίπου 7 -7,5 cm, όταν για το ΔΣΑ ο στάχewς εμφάνισε μέσο μήκος ελαφρώς μικρότερο από 7 cm.

3.7 Απόδοση καλλιέργειας

Η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 28-06-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση», αλλά όχι και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 31). Το ΠΣΑ είχε μέση απόδοση σχεδόν κατά 200

kg/στρέμμα υψηλότερη σε σύγκριση με το ΔΣΑ, ενώ και η εφαρμογή με ζιζανιοκτόνο φαίνεται πως έδρασε ευεργετικά, με την εξασφάλιση υψηλότερων αποδόσεων για τα ψεκασμένα τεμάχια σε σύγκριση με τα αγέκαστα μόνο στο 2^ο σύστημα αμειψισποράς.

Πίνακας 30: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στο μήκος του στάχewος των φυτών του σκληρού σιταριού (Δειγματοληψία: 03-05-2022).

Αμειψισπορά	Μήκος στάχewος σκληρού σιταριού (cm)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	7,32 αΑ	7,47 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	6,90 βΑ	6,85 βΑ	
LSD _A (5%)	0,348		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	10,800 **		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,098 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,392 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. **P<0,01			

Πίνακας 31: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στην απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (Συγκομιδή: 28-06-2022).

Αμειψισπορά	Απόδοση καλλιέργειας σκληρού σιταριού (kg/στρέμμα)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	519,64 αΑ	531,21 αΑ	32,971
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	300,57 βΑ	361,86 βΒ	
LSD _A (5%)	32,971		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	164,719 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	5,795 *		
Τιμή F _{Α x Χ}	2,698 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. *P<0,05, ***P<0,001			

3.8 Βάρος 1000 σπόρων

Η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 28-06-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 32). Το μέσο βάρος των 1000 σπόρων για το ΠΣΑ υπολογίστηκε στα περίπου 53-54 g, ενώ για το ΔΣΑ κυμάνθηκε στα 57-59 g.

Πίνακας 32: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο βάρος των 1000 σπόρων του σκληρού σιταριού (Δειγματοληψία: 28-06-2022).

Αμειψισπορά	Βάρος 1000 σπόρων σκληρού σιταριού (g)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	52,70 αΑ	54,30 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	56,61 βΑ	58,67 βΑ	
LSD _A (5%)	2,491		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	13,132 **		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (X)	2,565 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,040 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές **P<0,01			

3.9 Πρωτεΐνη

Η μέτρηση έλαβε χώρα στις 27-07-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 33). Για το ΠΣΑ η μέση περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη υπολογίστηκε σχεδόν 13%, όταν για το ΔΣΑ υπολογίστηκε περίπου 11%.

Πίνακας 33: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των σπόρων του σκληρού σιταριού.

Αμειψισπορά	Περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη (%)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	13,14 αΑ	13,53 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	11,28 βΑ	11,40 βΑ	
LSD _A (5%)	0,612		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	50,353 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,800 ns		
Τιμή F _{Α x Χ}	0,643 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές ***P<0,001			

3.10 Περιεκτικότητα σε υγρή και ξηρή γλουτένη

Η μέτρηση έλαβε χώρα στις 27-07-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Για την περιεκτικότητα της υγρής γλουτένης στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 34). Για το ΠΣΑ η μέση περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρή γλουτένη υπολογίστηκε περίπου 28-29%, όταν για το ΔΣΑ υπολογίστηκε σχεδόν 23%.

Ομοίως, για την περιεκτικότητα της ξηρή γλουτένης σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο για τον παράγοντα «αμειψισπορά» (Πίνακας 35). Για το ΠΣΑ η μέση περιεκτικότητα του σπόρου σε ξηρή γλουτένη υπολογίστηκε περίπου 10-11%, όταν για το ΔΣΑ υπολογίστηκε περίπου 9%.

Πίνακας 34: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην περιεκτικότητα των σπόρων του σκληρού σιταριού σε υγρή γλουτένη.

Αμειψισπορά	Περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρή γλουτένη (%)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	27,91 αΑ	28,94 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	22,98 βΑ	23,39 βΑ	
LSD _A (5%)	1,728		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	43,566 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (X)	0,815 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,149 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. ***P<0,001			

Πίνακας 35: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην περιεκτικότητα των σπόρων του σκληρού σιταριού σε ξηρή γλουτένη.

Αμειψισπορά	Περιεκτικότητα του σπόρου σε ξηρή γλουτένη (%)		
	Χημική Καταπολέμηση		
	Μάρτυρας	Florasulam+2,4-D	LSD _X (5%)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	10,52 αΑ	11,13 αΑ	-
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	8,69 βΑ	9,17 βΑ	
LSD _A (5%)	0,618		
Ανάλυσης της διακύμανσης			
Τιμή F _{Αμειψισπορά} (Α)	44,88 ***		
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση} (X)	3,71 ns		
Τιμή F _{A x X}	0,05 ns		
Για τα συστήματα αμειψισποράς και τη χημική καταπολέμηση μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό και κεφαλαίο γράμμα, αντίστοιχα, δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. ***P<0,001			

3.11 Πυκνότητα των ζιζανίων

Για τον προσδιορισμό της πυκνότητας των ζιζανίων έγιναν συνολικά δειγματοληψίες σε δύο διαφορετικές ημερομηνίες, η πρώτη στις 17-02-2022 και η δεύτερη στις 04-05-2022.

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η Δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 17-02-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς». Έγινε μια μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων, αλλά και μέτρηση της πυκνότητας ανά είδος ζιζανίου.

Συνολική πυκνότητα ζιζανίων

Στην καλλιέργεια του ΔΣΑ διαπιστώθηκε σχεδόν τετραπλασιασμός της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων σε σχέση με το ΠΣΑ (Πίνακας 36). Πιο συγκεκριμένα, στο ΠΣΑ η μέση συνολική πυκνότητα υπολογίστηκε σε περίπου 22 φυτά/m², όταν στο ΔΣΑ η μέση συνολική πυκνότητα ήταν 82 φυτά/m².

Πίνακας 36: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	22,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	82,00 β
LSD _{5%}	30,345
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	38,940**
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). **P<0.01	

Πυκνότητα των ζιζανίων ανά είδος

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον αγρό ήταν τα εξής: άγριο σινάπι, ανθεμίδα, βερόνικα, δωδεκανθι, ζωχός, μυρώνι, παπαρούνα και στελλάρια. Στα τεμάχια του ΠΣΑ το κυρίαρχο ζιζάνιο

ήταν η στελλάρια με μέση πυκνότητα περίπου 15 φυτών/m², ενώ στα τεμάχια του ΔΣΑ το μυρόνι κυριαρχούσε με μέση πυκνότητα 41 φυτών/m².

➤ Άγριο Σινάπι

Ιδιαίτερα αυξημένη φαίνεται να ήταν η πυκνότητα του ζιζανίου άγριο σινάπι στην καλλιέργεια του ΔΣΑ με τον μέσο να υπολογίζεται στα 9,50 φυτά/m², όταν για το ΠΣΑ η τιμή εμφανίζεται μειωμένη στα 1,50 φυτά/m² (Πίνακας 37).

Πίνακας 37: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα του άγριου σιναπιού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	1,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	9,50 β
LSD _{5%}	5,810
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	19,200*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). *P<0.05	

➤ Ανθεμίδα

Η ανθεμίδα σχεδόν απουσιάζει από την καλλιέργεια του ΠΣΑ, ενώ στο ΔΣΑ υπάρχει σε αυξημένη πυκνότητα με τον μέσο να υπολογίζεται στα 6,50 φυτά/m² (Πίνακας 38).

Πίνακας 38: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα της ανθεμίδας (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	0,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	6,50 β
LSD _{5%}	5,197
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	13,500*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). *P<0.05	

➤ Βερόνικα

Για τη βερόνικα δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Τιμή $F=0,273$; $P=0,638$) στους μέσους για τα δύο διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς (Πίνακας 39).

Πίνακας 39: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα της βερόνικας (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	1,00 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	0,50 α
LSD _{5%}	-
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	0,273ns
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές.	

➤ Δωδεκάνθι

Ομοίως με τη βερόνικα, έτσι και για το δωδεκάνθι δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (Τιμή $F=0,158$; $P=0,718$) στους μέσους για τα δύο διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς (Πίνακας 40).

Πίνακας 40: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα του δωδεκάνθι (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	2,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	2,00 α
LSD _{5%}	-
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	0,158ns
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές	

➤ Ζωχός

Στο ΠΣΑ η μέση πυκνότητα του ζωχού υπολογίστηκε στο 1 φυτό/m², όταν στο ΔΣΑ η τιμή ήταν περίπου 15 1 φυτά/m².

Πίνακας 41: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα του ζωχού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	1,00 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	15,50 β
LSD _{5%}	12,291
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	14,095*
Για το δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

➤ Μυρώνι

Το μυρώνι απουσίαζε από την καλλιέργεια σιταριού του ΠΣΑ, όμως, στο ΔΣΑ είχε ιδιαίτερα υψηλή πυκνότητα με το μέσο να υπολογίζεται στα 41 φυτά/m², αποτελώντας, έτσι, το κυρίαρχο ζιζάνιο (Πίνακας 42).

Πίνακας 42: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα του μυρώνιού (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	0,00 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	41,00 β
LSD _{5%}	31,124
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	15,517*
Για το δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

➤ Παπαρούνα

Η παπαρούνα σχεδόν απουσίαζε από την καλλιέργεια του ΠΣΑ, όμως, είχε μέση πυκνότητα 7 φυτών/m² στο ΔΣΑ (Πίνακας 43).

Πίνακας 43: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα της παπαρούνας (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	0,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	7,00 β
LSD _{5%}	5,435
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	14,486*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

➤ Στελλάρια

Η στελλάρια απουσίαζε εντελώς από το ΔΣΑ (Πίνακας 44). Στο ΠΣΑ, όμως, ήταν το κυρίαρχο ζιζάνιο με μέση πυκνότητα περίπου 15 φυτών/m².

Πίνακας 44: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στην πυκνότητα της στελλάριας (1^η Δειγματοληψία: 17-02-2022).

Αμειψισπορά	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	15,50 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	0,00 β
LSD _{5%}	12,013
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	16,860*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η Δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 04-05-2022 και αφορούσε τόσο τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς», όσο και τον παράγοντα «χημική καταπολέμηση». Έγινε μια μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων, αλλά και μέτρηση της πυκνότητας ανά είδος ζιζανίου.

Συνολική πυκνότητα ζιζανίων

Για τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους δύο παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση» και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων. Στο ΠΣΑ παρατηρήθηκε βελτιωμένη εικόνα σε σχέση με το ΔΣΑ με, σαφώς, μικρότερη πυκνότητα ζιζανίων (33 φυτά/m² έναντι περίπου 73 φυτών/m² του ΔΣΑ) (Πίνακας 45). Τα τεμάχια του ΠΣΑ όπου έλαβε χώρα χημική ζιζανιοκτονία εμφάνισαν μέση πυκνότητα ζιζανίων περίπου 4 φυτών/m², όταν στα τεμάχια του ΔΣΑ η μέση πυκνότητα εμφανίστηκε αυξημένη στα περίπου 14 φυτά/m².

Πίνακας 45: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	33,00 β
	Florasulam+2,4-D	4,50 γ
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	72,75 α
	Florasulam+2,4-D	14,25 γ
LSD _{A x X} (5%)		10,880
Ανάλυση της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	49,128***	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	151,759***	
Τιμή F _{Α x Χ}	18,045***	
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

Πυκνότητα ζιζανίων ανά είδος

Σε αυτή τη δειγματοληψία η σύνθεση της ζιζανιοχλωρίδας ήταν παρόμοια με την 1^η Δειγματοληψία και είχε ως εξής: άγριο σινάπι, ανθεμίδα, βερόνικα, δωδεκανθι, ζωχός, καπνόχορτο, μυρώνι, παπαρούνα και στελλάρια. Στα τεμάχια του ΠΣΑ το κυρίαρχο ζιζάνιο ήταν

η στελλάρια με μέση πυκνότητα περίπου 19 φυτών/m² στον αφέκαστο μάρτυρα, ενώ στα τεμάχια του ΔΣΑ το μυρώνι κυριαρχούσε με μέση πυκνότητα περίπου 28 φυτών/m² στον αφέκαστο μάρτυρα. Όσον αφορά τα τεμάχια όπου έλαβε χώρα χημική καταπολέμηση, για το ΠΣΑ το κυρίαρχα ζιζάνια ήταν το δωδεκάνθι και η βερόνικα, ενώ στο ΔΣΑ κυριαρχούσε το μυρώνι με μέση πυκνότητα 12 φυτών/m².

➤ Άγριο Σινάπι

Στις μετρήσεις για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, αλλά και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 46). Το ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζιζάνιο και στα δύο συστήματα αμειψισποράς, με το ζιζάνιο να έχει μηδενική μέση πυκνότητα στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο. Στον αφέκαστο μάρτυρα του ΠΣΑ το ζιζάνιο εμφάνισε μέση πυκνότητα 3 φυτών/m², ενώ στον αφέκαστο μάρτυρα του ΔΣΑ η μέση πυκνότητα ήταν υπερδιπλάσια (περίπου 8 φυτά/m²).

Πίνακας 46: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα του άγριου σιναπιού (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	3,00 β
	Florasulam+2,4-D	0,00 γ
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	8,25 α
	Florasulam+2,4-D	0,00 γ
LSD _{A x X} (5%)		2,213
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		13,364**
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}		61,364***
Τιμή F _{Α x Χ}		13,364**
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). **P<0,01, ***P<0,001		

➤ **Ανθεμίδα**

Στις μετρήσεις για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, αλλά και για την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Πίνακας 47). Η χημική ζιζανιοκτονία αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζιζάνιο και στα δύο συστήματα αμειψισποράς, με το ζιζάνιο να έχει μηδενική μέση πυκνότητα στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο. Στον απέκαστο μάρτυρα του ΠΣΑ το ζιζάνιο εμφάνισε μέση πυκνότητα 1 φυτού/m², ενώ στον απέκαστο μάρτυρα του ΔΣΑ η μέση πυκνότητα ήταν αυξημένη κατά 15 φορές (15 φυτά/m²).

Πίνακας 47: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα της ανθεμίδας (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	0,75 β
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	15,00 α
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
LSD _{A x X} (5%)		6,901
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		10,121**
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		12,364**
Τιμή F _{AxX}		10,121**
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). **P<0,01		

➤ **Βερόνικα**

Για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κανέναν από τους παράγοντες, ούτε για την αλληλεπίδρασή τους (P_A=0,570; P_X=0,570; P_{A x X}=0,198, Πίνακας 48). Το ζιζανιοκτόνο αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζιζάνιο και στα δύο συστήματα αμειψισποράς. Στους απέκαστους μάρτυρες εμφάνισε πολύ μικρή πυκνότητα και στα δύο συστήματα αμειψισποράς.

Πίνακας 48: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα της βερόνικας (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1° Σύστημα	Μάρτυρας	0,00 α
αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Florasulam+2,4-D	1,50 α
2° Σύστημα	Μάρτυρας	3,75 α
αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Florasulam+2,4-D	0,00 α
LSD _{A x X} (5%)		-
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	0,342 ns	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	0,342 ns	
Τιμή F _{ΑxΧ}	1,861 ns	
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές		

➤ Δωδεκάνθι

Ομοίως με τη βερόνικα και για την πυκνότητα του ζιζανίου δωδεκάνθι η στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κανέναν από τους παράγοντες, ούτε για την αλληλεπίδρασή τους ($P_A=0,258$; $P_X=0,1$; $P_{A \times X}=0,1$, Πίνακας 49).

Πίνακας 49: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα του ζιζανίου δωδεκάνθι (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1° Σύστημα	Μάρτυρας	6,00 α
αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Florasulam+2,4-D	1,50 α
2° Σύστημα	Μάρτυρας	2,25 α
αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Florasulam+2,4-D	2,25 α
LSD _{A x X} (5%)		-
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	1,412 ns	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	3,176 ns	
Τιμή F _{ΑxΧ}	3,176 ns	
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές		

➤ Ζωχός

Ομοίως με τη βερόνικα και το δωδεκάνθι και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για το ζωχό δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για κανέναν από τους παράγοντες, ούτε για την αλληλεπίδρασή τους ($P_A=0,791$; $P_X=0,083$; $P_{A \times X}=0,433$, Πίνακας 50).

Πίνακας 50: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα του ζωχού (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	2,25 α
	Florasulam+2,4-D	0,75 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	3,75 α
	Florasulam+2,4-D	0,00 α
LSD _{A x X} (5%)		-
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	0,073 ns	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	3,585 ns	
Τιμή F _{Α x Χ}	0,659 ns	
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές		

➤ Καπνόχορτο

Όπως συνέβη με τη βερόνικα, το δωδεκάνθι και το ζωχό, έτσι και για το καπνόχορτο δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ($P_A=1$; $P_X=1$; $P_{A \times X}=0,183$, Πίνακας 51). Η εμφάνιση του συγκεκριμένου ζιζανίου είναι σποραδική με μερικά φυτά να παρατηρούνται διάσπαρτα στον αγρό.

➤ Μυρόνι

Για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, και για την αλληλεπίδρασή τους (Πίνακας 52). Στο ΠΣΑ το ζιζάνιο εξέλειπε με μηδενική μέση πυκνότητα. Στο ΔΣΑ, όμως, η επέμβαση με ζιζανιοκτόνο περιόρισε σχεδόν στο μισό τη μέση πυκνότητα του ζιζανίου σε σύγκριση με το ΠΣΑ (4 φυτά/m² έναντι περίπου 9 φυτά/m² στον απέκαστο μάρτυρα).

Πίνακας 51: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα του καπνόχορτου (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1° Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	0,00 αA
	Florasulam+2,4-D	0,75 αA
2° Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	0,75 αA
	Florasulam+2,4-D	0,00 αA
LSD _{A x X} (5%)		-
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (A)}		0,00 ns
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		0,00 ns
Τιμή F _{A x X}		2,00 ns
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ns: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές		

Πίνακας 52: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα του μυρωνιού (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1° Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	0,00 γ
	Florasulam+2,4-D	0,00 γ
2° Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	9,25 α
	Florasulam+2,4-D	4,00 β
LSD _{A x X} (5%)		3,168
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (A)}		41,512***
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		6,517*
Τιμή F _{A x X}		6,517*
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). *P<0,05 ***P<0,001		

➤ Παπαρούνα

Για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, και για την αλληλεπίδρασή τους (Πίνακας 53). Το ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζιζάνιο και στα δύο συστήματα αμειψισποράς, με το ζιζάνιο να έχει μηδενική μέση πυκνότητα στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο. Στον απέκαστο μάρτυρα του ΠΣΑ το ζιζάνιο εμφάνισε μέση πυκνότητα 2 φυτών/m², ενώ στον απέκαστο μάρτυρα του ΔΣΑ η μέση πυκνότητα μετρήθηκε περίπου 11 φυτών/m².

Πίνακας 53: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και Florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα της παπαρούνας (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1° Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	2,25 β
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
2° Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	11,25 α
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
LSD _{A x X} (5%)		3,129
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}	19,636 ***	
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}	44,182 ***	
Τιμή F _{Α x Χ}	19,636 ***	
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

➤ Στελλάρια

Για την πυκνότητα του ζιζανίου η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές και για τους δύο παράγοντες, και για την αλληλεπίδρασή τους (Πίνακας 54). Στο ΔΣΑ το ζιζάνιο εξέλειτε με μηδενική μέση πυκνότητα. Στο ΠΣΑ, όμως, η επέμβαση με ζιζανιοκτόνο αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζιζάνιο με τη μέση πυκνότητα του να είναι μηδενική σε σύγκριση με τη μέση πυκνότητα των περίπου 19 φυτών/m² στον απέκαστο μάρτυρα.

Πίνακας 54: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στην πυκνότητα της στελλάριας (Δειγμ.: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Πυκνότητα ζιζανίου (φυτά/m ²)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	18,75 α
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	0,00 β
	Florasulam+2,4-D	0,00 β
LSD _{A x X} (5%)		7,154
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		16,304 **
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}		16,304 **
Τιμή F _{Α x Χ}		16,304 **
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD).		
**P<0,01		

3.12 Νωπό βάρος των ζιζανίων

Για το νωπό βάρος των ζιζανίων έγιναν δειγματοληψίες σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες. Η πρώτη τοποθετείται χρονικά πριν το ψεκάσμο (15-03-2022) και οι υπόλοιπες μετά από αυτόν (12-04-2022 και 04-05-2022).

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς». Τα ζιζάνια του ΔΣΑ παρουσίασαν μέσο νωπό βάρος σχεδόν επτά φορές υψηλότερο από το αντίστοιχο του ΠΣΑ (Πίνακας 55).

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους δύο παράγοντες και για την αλληλεπίδραση τους (Πίνακας 56). Πιο συγκεκριμένα το νωπό βάρος των ζιζανίων του ΠΣΑ ήταν κατά πολύ μικρότερο σε σχέση με το ΔΣΑ, τόσο στον αψέκαστο μάρτυρα, όσο και στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με ζιζανιοκτόνο.

Πίνακας 55: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) στο νωπό βάρος των ζιζανίων (1^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Νωπό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	119,78 α
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	700,52 β
LSD _{5%}	442,092
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	17,476*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

Πίνακας 56: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο νωπό βάρος των ζιζανίων (2^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Νωπό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	275,30 β
	Florasulam+2,4-D	39,95 β
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	1682,92 α
	Florasulam+2,4-D	143,09 β
LSD _{A x X} (5%)		239,093
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		94,770***
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		130,845***
Τιμή F _{A x X}		70,657***
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έγινε στις 04-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές

για τους δύο παράγοντες και για την αλληλεπίδραση τους (Πίνακας 57). Ομοίως με τη 2^η Δειγματοληψία, το νωπό βάρος των ζιζανίων του ΠΣΑ ήταν κατά πολύ μικρότερο σε σχέση με το ΔΣΑ, τόσο στον αφέκαστο μάρτυρα, όσο και στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με ζιζανιοκτόνο.

Πίνακας 57: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο νωπό βάρος των ζιζανίων (1^η Δειγματοληψία: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Νωπό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	318,30 β
	Florasulam+2,4-D	10,14 γ
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	1856,51 α
	Florasulam+2,4-D	81,80 γ
LSD _{A x X} (5%)		164,03
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		228,633***
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		382,720***
Τιμή F _{A x X}		189,739***
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

3.14 Ξηρό βάρος των ζιζανίων

Για το ξηρό βάρος των ζιζανίων έγιναν δειγματοληψίες σε τρεις διαφορετικές ημερομηνίες. Η πρώτη τοποθετείται χρονικά πριν το ψεκάσμο (15-03-2022) και οι υπόλοιπες μετά από αυτόν (12-04-2022 και 04-05-2022).

1^η Δειγματοληψία

Η 1^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 15-03-2022 και αφορούσε μόνο τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς». Τα ζιζάνια του ΔΣΑ παρουσίασαν μέσο ξηρό βάρος σχεδόν έξι φορές υψηλότερο από το αντίστοιχο του ΠΣΑ (Πίνακας 58).

Πίνακας 58: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) στο ξηρό βάρος των ζιζανίων (1^η Δειγματοληψία: 15-03-2022).

Αμειψισπορά	Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1° Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	26,51 α
2° Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	155,22 β
LSD _{5%}	103,082
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	15,791*
Για τα δύο συστήματα αμειψισποράς μέσες τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). * P<0.05	

2^η Δειγματοληψία

Η 2^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 12-04-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους δύο παράγοντες και για την αλληλεπίδραση τους (Πίνακας 59). Πιο συγκεκριμένα το ξηρό βάρος των ζιζανίων του ΠΣΑ ήταν κατά πολύ μικρότερο σε σχέση με το ΔΣΑ, τόσο στον ανέκαστο μάρτυρα, όσο και στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με ζιζανιοκτόνο.

Πίνακας 59: Επίδραση της αμειψισποράς (1° σύστημα αμειψισποράς και 2° σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ξηρό βάρος των ζιζανίων (2^η Δειγματοληψία: 12-04-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1° Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	50,61 β
	Florasulam+2,4-D	8,53 γ
2° Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	245,42 α
	Florasulam+2,4-D	24,00 βγ
LSD _{A x X} (5%)		29,523
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		120,421***
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (X)}		189,085***
Τιμή F _{A x X}		87,594***
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

3^η Δειγματοληψία

Η 3^η δειγματοληψία έλαβε χώρα στις 04-05-2022 και αφορούσε τους παράγοντες «αμειψισπορά» και «χημική καταπολέμηση». Η ανάλυση των μετρήσεων έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους δύο παράγοντες και για την αλληλεπίδραση τους (Πίνακας 60). Όπως συνέβη και στην 2^η Δειγματοληψία, έτσι και σε αυτή, το ξηρό βάρος των ζιζανίων του ΠΣΑ ήταν κατά πολύ μικρότερο σε σχέση με το ΔΣΑ, τόσο στον απέκαστο μάρτυρα, όσο και στα τεμάχια όπου έγινε χημική καταπολέμηση.

Πίνακας 60: Επίδραση της αμειψισποράς (1^ο σύστημα αμειψισποράς και 2^ο σύστημα αμειψισποράς) και της χημικής καταπολέμησης (μάρτυρας και florasulam+2,4-D) στο ξηρό βάρος των ζιζανίων (3^η Δειγματοληψία: 04-05-2022).

Σύστημα αμειψισποράς	Χημική Καταπολέμηση	Ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
1 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΠΣΑ)	Μάρτυρας	74,61 β
	Florasulam+2,4-D	1,84 γ
2 ^ο Σύστημα αμειψισποράς (ΔΣΑ)	Μάρτυρας	384,38 α
	Florasulam+2,4-D	16,66 γ
LSD _{A x X} (5%)		40,385
Ανάλυσης της διασποράς		
Τιμή F _{Αμειψισπορά (Α)}		153,320***
Τιμή F _{Χημική καταπολέμηση (Χ)}		282,372***
Τιμή F _{ΑxΧ}		126,610***
Μέσες τιμές που ακολουθούνται από ίδιο μικρό γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά, όπως έδειξε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD). ***P<0,001		

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση των διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας σκληρού σιταριού

Τα δύο συστήματα αμειψισποράς που αξιολογήθηκαν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, όσον αφορά ποιοτικές και ποσοτικές παραμέτρους του καλλιεργούμενου φυτού. Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων μετά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνου έδειξε, κυρίως, επίδραση του κύριου παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς», ενώ ο παράγοντας «χημική καταπολέμηση» φάνηκε να επιδρά μόνο για τις παραμέτρους νωπό και ξηρό βάρος στην τελευταία δειγματοληψία (5^η) καθώς και στην απόδοση της καλλιέργειας.

Το 1^ο σύστημα αμειψισποράς (εναλλαγή με εαρινές καλλιέργειες) υπερείχε σε σύγκριση με το 2^ο (εναλλαγή με χειμερινές καλλιέργειες). Στην περίπτωση του 1^{ου} συστήματος αμειψισποράς τα φυτά του σκληρού σιταριού αδελφωσαν περισσότερο, ανέπτυξαν μεγαλύτερη βιομάζα, περιείχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα τους, είχαν μεγαλύτερο ύψος και μεγαλύτερο μήκος στάχως και έδωσαν υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο και με υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και γλουτένη.

Στη τελευταία δειγματοληψία (03-05-2022) στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς το σιτάρι παρουσίασε μεγαλύτερο μέσο ξηρό βάρος (κατά 21,99% στον αφέκαστο μάρτυρα και κατά 11,36% στα ψεκασμένα τεμάχια), υψηλότερη μέση τιμή SPAD (κατά 6,64% στον αφέκαστο μάρτυρα και κατά 8,14% στα ψεκασμένα τεμάχια), φυτά με μεγαλύτερο μέσο ύψος (κατά 5,22% στον αφέκαστο μάρτυρα και κατά 7,43% στα ψεκασμένα τεμάχια) και μεγαλύτερο μέσο μήκος στάχου (κατά 5,80% στον αφέκαστο μάρτυρα και κατά 8,36% στα ψεκασμένα τεμάχια). Επιπλέον, μετά τη συγκομιδή η μέση απόδοση της καλλιέργειας του 1^{ου} συστήματος ήταν υψηλότερη κατά 42,16% στον αφέκαστο μάρτυρα και κατά 32,18% στα ψεκασμένα τεμάχια συγκριτικά με το 2^ο σύστημα αμειψισποράς. Το μέσο βάρος 1000 σπόρων, ωστόσο, εμφανίστηκε μεγαλύτερο για το 2^ο σύστημα παρά για το 1^ο.

Οι Sieling and Christen (2015), επισημαίνουν ότι σε ένα σύστημα αμειψισποράς σπουδαίο ρόλο στην αύξηση των αποδόσεων διαδραματίζει η επιλογή και ένταξη κατάλληλων καλλιεργειών, όπως για παράδειγμα η καλλιέργεια ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L.) και μπιζελιού (*Pisum sativum* L.), που όπως διαπίστωσαν, όταν προηγήθηκαν της καλλιέργειας

σιταριού (*Triticum durum* Desf.) και κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) οδήγησαν σε αύξηση της απόδοσης αυτών των σιτηρών. Επομένως, ο σχεδιασμός συστημάτων αμειψισποράς με ενσωμάτωση διαφορετικών καλλιεργειών σε αυτά, μπορεί να οδηγήσει σε διαφοροποιήσεις στις αποδόσεις, όπως ακριβώς διαμορφώθηκαν τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος. Συστήματα αμειψισποράς με μεγαλύτερη ποικιλία (diversification) στις καλλιέργειες που ενσωματώθηκαν σε αυτά εμφανίζουν υψηλότερες αποδόσεις, εξαιτίας της μεγιστοποίησης της διαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών στη ριζόσφαιρα, της μειωμένης παρουσίας ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών, καθώς, επίσης και λόγω άλλων παραγόντων (Eslami, 2014). Στην παραπάνω θέση συμφωνούν και οι Shah et al. (2021), επισημαίνοντας πως τέτοια συστήματα αμειψισποράς, μεταξύ άλλων, οδηγούν και σε αυξημένες αποδόσεις. Άρα, η μεγαλύτερη ποικιλομορφία των καλλιεργειών που ενσωματώθηκαν στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς πιθανώς να δικαιολογεί τα βελτιωμένα αποτελέσματα συγκριτικά με το 2^ο σύστημα αμειψισποράς.

Από τον προσδιορισμό των συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας 61) διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ διάφορων παραμέτρων του πειράματος, όπως μεταξύ της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (τιμή SPAD) και της απόδοσης σε σπόρο, του ύψους των στελεχών και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος, καθώς και μεταξύ του μήκους στάχυ, του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος με την απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο. Ταυτόχρονα, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση του ξηρού βάρους και της πυκνότητας των ζιζανίων με το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του σιταριού και την απόδοση της καλλιέργειας. Έτσι, στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς όπου τα ζιζάνια εμφανίστηκαν να σχηματίζουν μικρότερη πυκνότητα και βιομάζα, λογικό επακόλουθο ήταν να αυξηθεί η απόδοση του σιταριού λόγω του ανταγωνισμού για θρεπτικά στοιχεία, φως και νερό.

4.2 Επίδραση των διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς και της επέμβασης ή μη με μεταφωτρωτικό ζιζανιοκτόνο στην πυκνότητα και στη βιομάζα των ζιζανίων

Πριν την επέμβαση με ζιζανιοκτόνο αξιολογήθηκε η επίδραση των δύο διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς στην πυκνότητα και τη βιομάζα (νωπό και ξηρό βάρος) των ζιζανίων. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης η συνολική μέση πυκνότητα των ζιζανίων επηρεάστηκε από τον παράγοντα «σύστημα αμειψισποράς».

Πίνακας 61: Συντελεστές συσχέτισης (Pearson, n=16, βαθμοί ελευθερίας=14) μεταξύ διαφόρων παραμέτρων που προσδιορίστηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα.

	SPAD	Ύψος	Ξηρό βάρος σιταριού	Μήκος στάχυ	Βάρος 1000 σπόρων	Απόδοση	Ξηρό βάρος ζιζανίων	Πυκνότητα Ζιζανίων
SPAD	1	0,230ns	0,391ns	0,210ns	-0,499*	0,510*	-0,346ns	-0,283ns
Ύψος	-	1	0,668**	0,469ns	-0,559*	0,708**	-0,345ns	-0,314ns
Ξηρό βάρος σιταριού	-	-	1	0,590*	-0,296ns	0,777***	-0,810***	-0,804***
Μήκος στάχυ	-	-	-	1	-0,395ns	0,604*	-0,316ns	-0,385ns
Βάρος 1000 σπόρων	-	-	-	-	1	-0,518*	0,100ns	0,039ns
Απόδοση	-	-	-	-	-	1	-0,682**	-0,583*
Ξηρό βάρος ζιζανίων	-	-	-	-	-	-	1	0,933**
Πυκνότητα Ζιζανίων	-	-	--	-	-	-	-	1

ns= μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. *, **, *** για P=0,05, P=0,01 και P=0,001, αντίστοιχα.

Στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς (Εικόνα 14) εμφανίστηκε μια βελτιωμένη εικόνα συγκριτικά με το 2^ο (μέση πυκνότητα 82 ζιζάνια/m² συγκριτικά με περίπου 22 ζιζάνια/m²). Στον αγρό παρατηρήθηκαν τα ζιζάνια άγριο σινάπι, ανθεμίδα, βερόνικα, δωδεκάνθι, ζωχός, μυρώνι, παπαρούνα και στελλάρια. Από αυτά, για τα ζιζάνια βερόνικα και δωδεκάνθι δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων. Για τα υπόλοιπα είδη παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για τον παράγοντα «αμειψισπορά». Το ζιζάνιο στελλάρια απουσίαζε εντελώς από το ΔΣΑ, ενώ το μυρώνι απουσίαζε από το ΠΣΑ και η παπαρούνα είχε αμελητέα πυκνότητα στο ίδιο σύστημα αμειψισποράς. Όσον αφορά το νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων, το σιτάρι του ΠΣΑ είχε σχεδόν 7 φορές μεγαλύτερο μέσο νωπό βάρος και περίπου 6 φορές υψηλότερο μέσο ξηρό βάρος σε σχέση με το ΔΣΑ.



Εικόνα 14: Η πυκνότητα των ζιζανίων του 1^{ου} συστήματος αμειψισποράς (αριστερά) και του 2^{ου} (δεξιά).

Μετά τη χημική ζιζανιοκτονία αξιολογήθηκε η επίδραση του κύριου παράγοντα «αμειψισπορά» και του παράγοντα «χημική καταπολέμηση» στην πυκνότητα και στη βιομάζα των ζιζανίων. Για την πυκνότητα των ζιζανίων βρέθηκε επίδραση και των δυο παραγόντων αλλά και αλληλεπίδραση των δυο παραγόντων στα αποτελέσματα. Στο ΠΣΑ εμφανίστηκε βελτιωμένη εικόνα με χαμηλότερες πυκνότητες ζιζανίων τόσο στα ψεκασμένα τεμάχια όσο και στον μάρτυρα. Στα αφέκαστα τεμάχια (μάρτυρας) του ΠΣΑ μετρήθηκε συνολική μέση πυκνότητα ζιζανίων 33 φυτών/m², όταν στα αντίστοιχα τεμάχια του ΔΣΑ η τιμή ήταν περίπου 73 φυτά/m². Στα τεμάχια όπου έγινε επέμβαση με ζιζανιοκτόνο η τιμή υπολογίστηκε στα 4 φυτά/m² και στα 14 φυτά/m² για το ΠΣΑ και για το ΔΣΑ αντιστοίχως.

Τα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον αγρό ήταν το άγριο σινάπι, η ανθεμίδα, η βερόνικα, το δωδεκάνθι, ο ζωχός, το καπνόχορτο, το μυρώνι, η παπαρούνα και η στελλάρια. Από αυτά, για τα ζιζάνια βερόνικα, δωδεκάνθι, ζωχός και καπνόχορτο η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν έδειξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς, ούτε ανάμεσα στον αφέκαστο μάρτυρα και τα ψεκασμένα τεμάχια. Το ζιζανιοκτόνο florasulam+2,4-D που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται πως αντιμετώπισε αποτελεσματικά τα ζιζάνια άγριο σινάπι, ανθεμίδα, παπαρούνα και στελλάρια και στα δύο συστήματα αμειψισποράς. Η ανθεμίδα εμφάνισε αμελητέα πυκνότητα στο ΠΣΑ, ενώ το μυρώνι απουσίαζε εντελώς στο ίδιο σύστημα αμειψισποράς. Η στελλάρια απουσίαζε από το ΔΣΑ.

Είναι φανερό ότι σε καθένα από τα δύο συστήματα αμειψισποράς που εξετάστηκαν τα ζιζάνια με υπολογίσιμη πυκνότητα διέφεραν. Στο ΠΣΑ κυριαρχούσε η στελλάρια με μέση πυκνότητα στα περίπου 19 φυτά/m² αντιστοίχως. Στο ΔΣΑ κυριάρχησαν τα ζιζάνια ανθεμίδα, παπαρούνα, σινάπι και μυρώνι με μέση πυκνότητα περίπου 15, 11, 8 και 28 φυτά/m². Επιπρόσθετα, εκτός από την υψηλότερη πυκνότητα των ζιζανίων στο ΔΣΑ, τα ζιζάνια εμφάνισαν και υψηλότερη ξηρή βιομάζα, τόσο στον μάρτυρα (κατά 80,59% υψηλότερη συγκριτικά με το ΠΣΑ), όσο και στα τεμάχια όπου έγινε χημική καταπολέμηση (κατά 88,93% υψηλότερη συγκριτικά με το ΠΣΑ).

Η πρακτική επί σειράς επτά ετών δύο διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς, οδήγησε σε έντονες διαφορές στα είδη ζιζανίων, στην πυκνότητα και στη βιομάζα τους κατά την καλλιεργητική περίοδο που καλλιεργήθηκε το σκληρό σιτάρι (Νοέμβριος 2021-Ιούνιος 2022). Οι διαφορές αυτές οφείλονται στο σχεδιασμό των δύο συστημάτων. Τα είδη ζιζανίων που κυριαρχούσαν στα δύο συστήματα διέφεραν. Σύμφωνα με τους Koocheki et al. (2009), τα είδη ζιζανίων που εμφανίζονται σε διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς μπορεί να διαφέρουν εξαιτίας των διαφορετικών καλλιεργειών που ενσωματώνονται στα συστήματα αυτά. Το 1^ο σύστημα αμειψισποράς είχε μεγαλύτερη ποικιλία φυτών που ενσωματώθηκαν σε αυτό (diversification), περιείχε καλλιέργειες με διαφορετικό βιολογικό κύκλο σε σύγκριση με το σκληρό σιτάρι (ανοιξιάτικα είδη), ενώ οι καλλιέργειες που καλλιεργήθηκαν τις τελευταίες χρονιές πριν το σιτάρι εμφανίζουν αλληλοπαθητικό δυναμικό (ρετσινολαδιά και ηλιάνθος). Είναι γνωστό πως η αύξηση της ποικιλίας των καλλιεργειών που ενσωματώνονται σε ένα σύστημα αμειψισποράς οδηγεί σε μείωση της προσβολής από τα ζιζάνια (Shah et al., 2021). Αντιστοίχως οι Li et al (2019) απέδειξαν ότι συστήματα αμειψισποράς με περισσότερες καλλιέργειες

ενσωματωμένες σε αυτά εμφανίζουν μέχρι και 14% μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε βιοτικές καταπονήσεις. Για παράδειγμα επισημαίνουν τα σε τέτοια συστήματα τα ζιζάνια σχηματίζουν μικρότερη βιομάζα. Η αξιοποίηση και ένταξη καλλιεργειών με διαφορετικό βιολογικό κύκλο, επίσης, συμβάλει στον περιορισμό των ζιζανίων. Κατά τον Nichols et al. (2015), η ενσωμάτωση καλλιεργειών που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον χρόνο σποράς είναι το κλειδί για τη μείωση της τράπεζας σπόρων των ζιζανίων που βρίσκονται στο έδαφος. Παρομοίως οι Chauhan et al. (2012) επισημαίνουν πως σε ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα αμειψισποράς θα πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια φυτών με παρόμοια ημερομηνία σποράς και παρόμοιες καλλιεργητικές τεχνικές, ώστε να μη γίνονται συγκεκριμένα είδη ζιζανίων κυρίαρχα. Γνωστό είναι τέλος το αλληλοπαθητικό δυναμικό στον καλλιεργειών που προηγήθηκαν της καλλιέργειας σιταριού στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς, δηλαδή της ρετινολαδιάς και του ηλίανθου. Οι Hassannejad and Navid (2013) από πείραμά τους διαπίστωσαν πως σε τεμάχια που καλλιεργήθηκε ρετινολαδιά, χωρίς την επέμβαση με μηχανικές ή χημικές μεθόδους για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, τα ζιζάνια απουσίαζαν. Μάλιστα, απέδωσαν το συγκεκριμένο στην ανταγωνιστικότητα και το αλληλοπαθητικό δυναμικό του φυτού έναντι των ζιζανίων. Η παραπάνω θέση έρχεται σε συμφωνία με αυτή των Islam and Kato-Noguchi (2013), που μετά από πειραματική μελέτη εντόπισαν αλληλοπαθητικό δυναμικό της ρετινολαδιάς έναντι των ζιζανίων μουχρίτσα (*Echinochloa crus-gali* L.) και ήρα (*Lolium multiflorum* L.). Πάντως, το αλληλοπαθητικό δυναμικό της ρετινολαδιάς δε περιορίζεται στα ζιζάνια αν αναλογιστεί κανείς τα αποτελέσματα του πειράματος των Parreno et al. (2020) που διαπίστωσαν αλληλοπαθητική δράση του φυτού προς τον αραβόσιτο και τη τομάτα. Αλλά και ο ηλίανθος φαίνεται να παρουσιάζει αλληλοπαθητική δράση, όπως διαπίστωσαν οι Seyyedi et al. (2013) που διαπίστωσαν πως υδατικά διαλύματα του φυτού εμπόδισαν επιτυχώς το φυτόωμα σπόρων κουσκούτας (*Cuscuta campestris* Yunck.).

4.3 Κυριότερα συμπεράσματα

Η μελέτη της επίδρασης τόσο του συστήματος αμειψισποράς όσο και της χημικής καταπολέμησης ανέδειξε χρήσιμα συμπεράσματα για την ολοκληρωμένη διαχείριση των πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών. Συγκεκριμένα σημειώθηκαν κυρίως τα εξής:

- Υψηλότερη απόδοση σε σπόρο για το 1^ο σύστημα αμειψισποράς (εναλλαγή με εαρινές καλλιέργειες) τόσο στον απέκαστο μάρτυρα (μέση απόδοση 519,6 kg/στρέμμα έναντι 300,5 kg/στρέμμα) όσο και στα τεμάχια όπου έγινε χημική καταπολέμηση (μέση απόδοση 531,2 kg/στρέμμα έναντι 361,9 kg/στρέμμα).
- Δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για την απόδοση σε σπόρο μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης του ζιζανιοκτόνου στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς.
- Υψηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης και γλουτένης στο 1^ο σύστημα αμειψισποράς.
- Υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων στο 2^ο σύστημα αμειψισποράς (τελική δειγματοληψία) τόσο στον μάρτυρα (κατά 54,64% συγκριτικά με το 1^ο σύστημα αμειψισποράς), όσο και στα τεμάχια όπου έγινε χημική καταπολέμηση (κατά 68,42% συγκριτικά με το 1^ο σύστημα αμειψισποράς).
- Τα ζιζάνια στο 2^ο σύστημα αμειψισποράς (τελική δειγματοληψία) εμφάνισαν υψηλότερη ξηρή βιομάζα τόσο στον μάρτυρα (κατά 80,59% συγκριτικά με το 1^ο σύστημα αμειψισποράς), όσο και στα τεμάχια όπου έγινε χημική καταπολέμηση (κατά 88,93% υψηλότερη με το 1^ο σύστημα αμειψισποράς).
- Το ζιζανιοκτόνο florasulam + 2,4-D αντιμετώπισε επιτυχώς τα ζιζάνια άγριο σινάπι, ανθεμίδα, παπαρούνα και στελλάρια.
- Ένα σύστημα αμειψισποράς με μεγαλύτερη ποικιλία σε καλλιέργειες, ενσωμάτωση καλλιεργειών με διαφορετικό χρόνο σποράς και διαφορετικές καλλιεργητικές φροντίδες και με αξιοποίηση καλλιεργειών με πιθανό αλληλοπαθητικό δυναμικό έναντι των ζιζανίων μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες αποδόσεις και λιγότερα ζιζάνια.
- Οι διαφορετικές καλλιέργειες που ενσωματώθηκαν στα δύο συστήματα οδήγησαν στην κυριαρχία διαφορετικών ζιζανίων σε αυτά.

Κεφάλαιο 5^ο: Βιβλιογραφία

5.1 Ξενόγλωσση

- Abaye, A.O., 2019. Nonleguminous Forbs, in: Abaye, A.O. (Ed.), Common grasses, legumes and forbs of the Eastern United States. Academic Press, pp. 167–364.
- Aberkane, H., Amri, A., Belkadi, B., Filali-Maltouf, A., Valkoun, J., Kehel, Z., 2021. Contribution of wild relatives to durum wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) yield stability across contrasted environments. *Agronomy*, 11(10), 1992.
- Abu-Zaitoun, S.Y., Chandrasekhar, K., Assili, S., Shtaya, M.J., Jamous, R.M., Mallah, O.B., Nashef, K., Sela, H., Distelfeld, A., Alhajaj, N., Ali-Shtayeh, M.S., Peleg, Z., Ben-David, R., 2018. Unlocking the genetic diversity within a middle-east panel of durum wheat landraces for adaptation to semi-arid climate. *Agronomy*, 8(10), 233.
- Arenas-M, A., Castillo, F.M., Godoy, D., Canales, J., Calderini, D.F., 2022. Transcriptomic and Physiological Response of durum wheat grain to short-term heat stress during early grain filling. *Plants*, 11(1), 59.
- Arzani, A., Ashraf, M., 2017. Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(3), 477–488.
- Auskalnis, A., Kadzys, A., 2006. Effect of timing and dosage in herbicide application on weed biomass in spring wheat, *Agronomy Research*, 4, 133-136.
- 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(9), 104346.
- Bitarafan, Z., Andreasen, C., 2020. Harvest weed seed control: Seed production and retention of *Fallopia convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Spergula arvensis* and *Stellaria media* at spring oat maturity. *Agronomy*, 10(1), 46.

- Chauhan, B.S. and Gill, G.S., 2014. Ecologically based weed management strategies, In: Recent Advances in Weed Management, pp. 1-11.
- Chauhan, B.S., Singh, R.G., Mahajan, G., 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38, 57–65.
- Chhokar, R., Sharma, R., Sharma, I., 2012. Weed Management strategies in wheat - A review. *Journal of Wheat Research*, 4(2), 1–21.
- Conley, S.P., Bradley, K.W., 2005. Wheat (*Triticum aestivum*) yield response to henbit (*Lamium amplexicaule*) Interference and Simulated Winterkill. *Weed Technology*, 19(4), 902–906.
- de Castro Marcato, A.C., de Souza, C.P., Fontanetti, C.S., 2017. Herbicide 2,4-D: A Review of Toxicity on Non-Target Organisms. *Water Air & Soil Pollution*, 228(3), 120.
- De Girolamo, A., Cortese, M., Cervellieri, S., Lippolis, V., Pascale, M., Logrieco, A.F., Suman, M., 2019. Tracing the Geographical Origin of Durum Wheat by FT-NIR Spectroscopy. *Foods*, 8(10), 450.
- de la Fuente, E.B., Oreja, F.H., Lenardis, A.E., Fuentes, M.T., Agosti, B., Barrio, A., Barberis, S., Robredo, J., Gil, A., Marzetti, M., Niccia, E., 2021. Intensification of crop rotation affecting weed communities and the use of herbicides in the rolling Pampa. *Heliyon*, 7(1), e06089.
- De Vita, P., Colecchia, S.A., Pecorella, I., Saia, S., 2017. Reduced inter-row distance improves yield and competition against weeds in a semi-dwarf durum wheat variety. *European Journal of Agronomy* 85, 69–77.
- deBoer, G.J., Thornburgh, S., Ehr, R.J., 2006. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds. *Pest Management Science*, 62(4), 316–324.
- DePauw, R., O'Brien, L., 2015. Wheat Breeding: Exploiting and Fixing Genetic Variation by Selection and Evaluation, in: *Encyclopedia of Food Grains: Second Edition*. pp. 279–286.

- Dhima, K., Eleftherohorinos, I., 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(4), 241–248.
- Dolijanovic, Z., Kovacevic, D., Momirovic, N., Oljaca, S., Jovovic, Z., 2014. Effects of crop rotations on weed infestation in winter wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(2), 416–420.
- Dordas, C., 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source–sink relations. *European Journal of Agronomy*, 30(2), 129–139.
- Ellis, J.F., Ilnicki, R.D., 1968. Seed Dormancy in Corn Chamomile. *Weed Science* 16(2), 111–113.
- Ercoli, L., Arduini, I., Mariotti, M., Lulli, L., Masoni, A., 2012. Management of sulphur fertiliser to improve durum wheat production and minimise S leaching. *European Journal of Agronomy* 38(1), 74–82.
- Ercoli, L., Masoni, A., Mariotti, M., Pampana, S., Pellegrino, E., Arduini, I., 2017. Effect of preceding crop on the agronomic and economic performance of durum wheat in the transition from conventional to reduced tillage. *European Journal of Agronomy*, 82, 125–133.
- Ercoli, L., Masoni, A., Pampana, S., Mariotti, M., Arduini, I., 2013. As durum wheat productivity is affected by nitrogen fertilisation management in Central Italy. *European Journal of Agronomy*, 44, 38–45.
- Eslami, S.V., 2014. Weed management in conservation agriculture systems, in: *Recent Advances in Weed Management*. pp. 87-124.
- FAO, 2022. FAOSTAT database. Ανακτήθηκαν στις 2 Μαρτίου 2022 από την ιστοσελίδα <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Farooq, O., Cheema, Z.A., 2014. Influence of sowing dates and planting methods on weed dynamics in wheat crop. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(4), 817–825.

- Garrido-Lestache, E., López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., 2005. Durum wheat quality under Mediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization. *European Journal of Agronomy*, 23(3), 265–278.
- Genc, Y., McDonald, G.K., 2008. Domesticated emmer wheat [*T. turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell.] as a source for improvement of zinc efficiency in durum wheat. *Plant and Soil*, 310, 67–75.
- Giambalvo, D., Amato, G., Badagliacca, G., Ingraffia, R., Di Miceli, G., Frenda, A.S., Plaia, A., Venezia, G., Ruisi, P., 2018. Switching from conventional tillage to no-tillage: Soil N availability, N uptake, 15N fertilizer recovery, and grain yield of durum wheat. *Field Crops Research*, 218, 171–181.
- Hassannejad, S. and Navid, S., 2013. Correlation between weeds and crops. *International Journal of Biosciences*, 3(5), 117-124.
- Honsdorf, N., Verhulst, N., Crossa, J., Vargas, M., Govaerts, B., Ammar, K., 2020. Durum wheat selection under zero tillage increases early vigor and is neutral to yield. *Field Crops Research*, 248, 107675.
- Inderjit, Dakshini, K., 1998. Allelopathic interference of chickweed, *Stellaria media* with seedling growth of wheat (*Triticum aestivum*). *Canadian Journal of Botany*, 76(7), 1317-1321.
- Islam, A.K.M.M., Kato-Noguchi, H., 2013. Allelopathic prospective of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* for bio-control of weeds. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 63(8), 731–739.
- Jackson, R., Ghosh, D., Paterson, G., 2000. The soil degradation of the herbicide florasulam. *Pest Management Science*, 56(12), 1065–1072.
- Kaczmarek, S., Adamczewski, K., Matysiak, K., 2010. Comparison of florasulam + 2,4-d application effect in wheat, barley and oat cultivated in monocrops and in two-species mixtures. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 9(4), 29-37.
- Kabbaj, H., Sall, A.T., Al-Abdallat, A., Geleta, M., Amri, A., Filali-Maltouf, A., Belkadi, B., Ortiz, R., Bassi, F.M., 2017. Genetic diversity within a global panel durum wheat (*Triticum durum*)

- landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1277.
- Karam, F., Kabalan, R., Breidi, J., Rouphael, 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., Travlos, I.S., Bilalis, D.J., Tabaxi, E.-I., 2016. Integrated weed management in winter cereals in southern Europe, in: *Weed and Pest Control: Molecular Biology, Practices and Environmental Impact*, pp. 1–15.
- Kaur, S., Dhanda, S., Yadav, A., Sagwal, P., Yadav, D.B., Chauhan, B.S., 2022. Chapter Six - Current status of herbicide-resistant weeds and their management in the rice-wheat cropping system of South Asia, in: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 307–354.
- Kay, Q.O.N., 1971. *Anthemis arvensis* L. *Journal of Ecology*, 59(2), 637–648.
- Kolb, L.N., Gallandt, E.R., 2012. Weed management in organic cereals: advances and opportunities. *Organic Agriculture*, 2(1), 23–42.
- Koocheki, A., Nassiri, M., Alimoradi, L., Ghorbani, R., 2009. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 401–408.
- Korres, N.E., Froud-Williams, R.J., 2004. The interrelationships of winter wheat cultivars, crop density and competition of naturally occurring Weed Flora. *Biological Agriculture and Horticulture*, 22(1), 1–20.
- Krieger, M.S., Pillar, F., Ostrander, J.A., 2000a. Effect of temperature and moisture on the degradation and sorption of florasulam and 5-Hydroxyflorasulam in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4757–4766.
- Krieger, M.S., Yoder, R.N., Gibson, R., 2000b. Photolytic Degradation of Florasulam on Soil and in Water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3710–3717.

- 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.
- Li, J., Huang, L., Zhang, J., Coulter, J., Li, L., Gan, Y., 2019. Diversifying crop rotation improves system robustness. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(38).
- Liopa-Tsakalidi, A., 2014. *Scandix pecten-veneris* L.: A wild green leafy vegetable. *Australian Journal of Crop Science*, 8(1), 103–108.
- 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.
- Lopes, M.S., El-Basyoni, I., Baenziger, P.S., Singh, S., Royo, C., Ozbek, K., Aktas, H., Ozer, E., Ozdemir, F., Manickavelu, A., Ban, T., Vikram, P., 2015. Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. *Journal of Experimental Botany*, 66(12), 3477–3486.
- Mahajan, G., Chauhan, B.S., Kumar V., 2014. Integrated Weed Management in Rice, in: *Recent Advances in Weed Management*. pp. 125-155.
- Manalil, S., Ali, H.H., Chauhan, B.S., 2020. Interference of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in wheat. *Weed Science*, 68(1), 98–103.
- Martínez-Moreno, F., Solís, I., Noguero, D., Blanco, A., Özberk, İ., Nsarellah, N., Elias, E., Mylonas, I., Soriano, J.M., 2020. Durum wheat in the Mediterranean Rim: historical evolution and genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(3), 1415–1436.
- Mastrangelo, A.M., Cattivelli, L., 2021. What Makes Bread and Durum Wheat Different? *Trends in Plant Science*, 26(7), 677–684.
- Melash, A.A., Mengistu, D.K., Aberra, D.A., Tsegay, A., 2019. The influence of seeding rate and micronutrients foliar application on grain yield and quality traits and micronutrients of durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 85, 221–227.

- Nachit, M.M., Elouafi, I., 2015. Durum wheat adaptation in the Mediterranean dryland: Breeding, stress physiology, and molecular markers, in: Challenges and Strategies of Dryland Agriculture. pp. 203–218.
- Nawaz, A., Farooq, M., 2016. Weed management in resource conservation production systems in Pakistan. *Crop Protection*, 85, 89–103.
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., Govaerts, B., 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crops Research*, 183, 56–68
- Oweis, T., Pala, M., Ryan, J., 1999. Management alternatives for improved durum wheat production under supplemental irrigation in Syria. *European Journal of Agronomy*, 11(3-4), 255–266.
- Padovan, G., Martre, P., Semenov, M.A., Masoni, A., Bregaglio, S., Ventrella, D., Lorite, I.J., Santos, C., Bindi, M., Ferrise, R., Dibari, C., 2020. Understanding effects of genotype × environment × sowing window interactions for durum wheat in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*, 259, 107969.
- Papapanagiotou, A.P., Damalas, C.A., Bosmali, I., Madesis, P., Menexes, G.C., Eleftherohorinos, I.G., 2019. *Galium spurium* and *G. aparine* resistance to ALS-Inhibiting herbicides in Northern Greece. *Planta Daninha*, 37, e019207288.
- Parreno, J.J., Cempron, B., Bucog, N.J., Pepito, M., Zamora, C., 2020. Allelopathic potential of Castor plant (*Ricinus communis* L.) aqueous extracts on germination on selected crop species. *International Research Journal of Science and Technology*, 1(2), 120–125.
- Paszko, T., Muszyński, P., Materska, M., Bojanowska, M., Kostecka, M., Jackowska, I., 2016. Adsorption and degradation of phenoxyalkanoic acid herbicides in soils: A review. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(2), 271–286.
- Peerzada, A.M., O'Donnell, C., Adkins, S., 2019. Biology, impact, and management of common sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 41(8), 136.

- Peters, K., Gerowitt, B., 2014. Response of the two rare arable weed species *Lithospermum arvense* and *Scandix pecten-veneris* to climate change conditions. *Plant Ecology*, 215(9), 1013–1023.
- Petropoulou, Y., Georgiou, O., Psaras, G.K., Manetas, Y., 2001. The growth, flower properties and demography of *Anthemis arvensis* exposed to enhanced UV-B radiation. *Plant Ecology* volume 154, 57–64.
- 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.
- 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(1), 12–20.
- Rey-Caballero, J., Royo-Esnal, A., Recasens, J., González, I., Torra, J., 2017. Management options for multiple herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in Spain. *Weed Science*, 65(2), 295–304.
- Rezzouk, F.Z., Gracia-Romero, A., Kefauver, S.C., Nieto-Taladriz, M.T., Serret, M.D., Araus, J.L., 2022. Durum wheat ideotypes in Mediterranean environments differing in water and temperature conditions. *Agricultural Water Management*, 259(1), 107257.
- Rotchés-Ribalta, R., Boutin, C., Blanco-Moreno, J.M., Carpenter, D., Sans, F.X., 2015. Herbicide impact on the growth and reproduction of characteristic and rare arable weeds of winter cereal fields. *Ecotoxicology*, 24(5), 991–1003.
- Royo, C., Nazco, R., Villegas, D., 2014. The climate of the zone of origin of Mediterranean durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces affects their agronomic performance. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61, 1345–1358.
- Safdar, M., Asif, M., Ali, Amjed, Aziz, A., Yasin, M., Aziz, M., Afzal, M., Ali, Asghar, 2011. Comparative efficacy of different weed management strategies in wheat. *Chilean journal of agricultural research*, 71(2), 195-204.
- San Martín, C., Long, D.S., Gourlie, J.A., Barroso, J., 2019. Spring crops in three year rotations reduce weed pressure in winter wheat. *Field Crops Research*, 233, 12–20.

- 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.
- Seyyedi, M., Moghaddam, P.R., Shahriari, R., Azad, M., Rezaei, E.E., 2013. Allelopathic potential of sunflower and castor bean on germination properties of dodder (*Cuscuta compestris*). *African Journal of Agricultural Research*, 8(7), 601-607.
- Shah, K.K., Modi, B., Pandey, H.P., Subedi, A., Aryal, G., Pandey, M., Shrestha, J., 2021. Diversified crop rotation: An approach for sustainable agriculture production. *Advances in Agriculture*, 2021, e8924087.
- Sieber, A.-N., Friedrich, C., Longin, H., Würschum, T., 2017. Molecular characterization of winter durum wheat (*Triticum durum*) based on a genotyping-by-sequencing approach. *Plant Genetic Resources: Characterisation and Utilisation*, 15(1), 36–44.
- Sieling, K., Christen, O., 2015. Crop rotation effects on yield of oilseed rape, wheat and barley and residual effects on the subsequent wheat. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(11), 1531–1549.
- Şin, B., Kadioğlu, İ., 2021. A study on germination biology of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(4), 728-732.
- 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.
- Singh, S., 2014. Recent advances in weed management in wheat, in: *Recent Advances in Weed Management*. p. 155-176.
- Slavokhotova, A.A., Odintsova, T.I., Rogozhin, E.A., Musolyamov, A.K., Andreev, Y.A., Grishin, E.V., Egorov, T.A., 2011. Isolation, molecular cloning and antimicrobial activity of novel defensins from common chickweed (*Stellaria media* L.) seeds. *Biochimie*, 93(3), 450–456.
- Song, Y., 2014. Insight into the mode of action of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) as an herbicide. *Journal of Integrative Plant Biology*, 56(2), 106–113.

- Tanveer, A., Ikram, R.M., Ali, H.H., 2019. Crop rotation: Principles and practices, in: *Agronomic Crops: Volume 2: Management Practices*. pp. 1–12.
- Tautges, N.E., Burke, I.C., Borrelli, K., Fuerst, E.P., 2017. Competitive ability of rotational crops with weeds in dryland organic wheat production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(1), 57–68.
- Tidiane Sall, A., Chiari, T., Legesse, W., Seid-Ahmed, K., Ortiz, R., van Ginkel, M., Bassi, F.M., 2019. Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*): Origin, Cultivation and Potential Expansion in Sub-Saharan Africa. *Agronomy*, 9(5), 263.
- Torra, J., Cirujeda, A., Taberner, A., Recasens, J., 2010. Evaluation of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals. *Crop Protection*, 29(7), 731–736.
- Torra, J., Royo-Esnal, A., Rey-Caballero, J., Recasens, J., Salas, M., 2018. Management of Herbicide-Resistant Corn Poppy (*Papaver rhoeas*) under Different Tillage Systems Does Not Change the Frequency of Resistant Plants. *Weed Science*, 66(6), 764–772.
- Tosti, G., Guiducci, M., 2010. Durum wheat–faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*, 33(3), 157–165.
- Ulukan, H., Kün, E., 2007. Effect of between and on row distance of first development, tillering, yield and yield components in wheat cultivars (*Triticum* sp.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(24), 4354–4364.
- Varanasi, V.K., Godar, A.S., Peterson, D.E., Shoup, D., Jugulam, M., 2016. A target-site point mutation in henbit (*Lamium amplexicaule*) confers high-level resistance to ALS-Inhibitors. *Weed Science*, 64(2), 231–239.
- Widderick, M., Sindel, B., Walker, S., 2010. Emergence of *Sonchus oleraceus* (common sowthistle) is favoured under zero tillage farming systems. *Proceedings of 13th Australian Weeds Conference*. pp. 91-92

- Widderick, M., Walker, S., Sindel, B., 2004. Better management of *Sonchus oleraceus* L. (common sowthistle) based on the weed's ecology. Proceedings of 14th Australian Weeds Conference. pp. 535-537.
- Woolam, B.C., Stephenson, D.O., IV, Blouin, D.C., 2018. Determining Seasonal Emergence and Control Programs for Henbit (*Lamium amplexicaule* L.). *Weed Technology*, 32(6), 733–738.
- Woźniak, A., Soroka, M., 2022. Weed flora in crop rotation and winter wheat monoculture. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 20(2), e0301.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415–421.
- Zhou, Q., Liu, W., Zhang, Y., Liu, K.K., 2007. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89(2), 89–96.

5.2 Ελληνική

- Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2019. Πίνακας 02α: Σιτηρά για καρπό. Εκτάσεις και παραγωγή κατά Περιφέρεια και Περιφερειακή Ενότητα. Ανακτήθηκαν στις 4 Απριλίου 2022 από την ιστοσελίδα <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/>
- Ζιώγας Β. Ν. και Μαρκόγλου Α.Ν. 2010. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (Δεύτερη Έκδοση). Ελληνικής Έκδοσης, Αθήνα.
- Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.-Θ., Τραυλός Η., 2019. Γεωργία – Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις: Πεδίο, Αθήνα. σελ: 272
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2012. Ειδική γεωργία: σιτηρά και ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ: 135
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010. Εξέλιξη της καλλιέργειας σκληρού σιταριού. Ανακτήθηκαν στις 2 Μαρτίου 2022 από την ιστοσελίδα http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/Sitari_s.htm