



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και tritosulfuron/florasulam+2,4-D σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού

Βασίλειος Ζαρμπούτης



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2024

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και tritosulfuron/florasulam+2,4-D σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού

Αγγλικός Τίτλος: Efficacy and selectivity of herbicides tritosulfuron/florasulam and tritosulfuron/florasulam+2,4-D in durum wheat crop

Βασίλειος Ζαρμπούτης

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή

- Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Νικόλαος Παπαδόπουλος, Καθηγητής (Μέλος)
- Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

Βόλος, 2024

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση των ζιζανίων στην ανάπτυξη των φυτών και στην απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες στους γονείς μου για τη στήριξη και τη βοήθεια τους. Επίσης, η πτυχιακή μελέτη μου δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς την καθοδήγηση του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη. Οι ευχαριστίες μου στον κ. Καρκάνη για την καθοδήγηση και την απεριόριστη βοήθεια κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης του πειράματος καθώς και για τη συνεχή ενθάρρυνση και συνεργασία κατά τη συγγραφή της πτυχιακής μελέτης μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κυριάκο Γιαννούλη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και το χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγηση της.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	8
1.1 Γενικές πληροφορίες για το σιτάρι	8
1.2 Σιτάρι - Διατροφική αξία	8
1.3 Οικολογικές απαιτήσεις – καλλιεργητικές τεχνικές.....	9
1.4 Ζιζάνια.....	9
1.5 Χημική καταπολέμηση ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού	12
1.6 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	14
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	15
2.1 Πειραματικός αγρός	15
2.2 Πειραματικό σχέδιο και επεμβάσεις του πειράματος	16
2.3 Καλλιεργητικές φροντίδες	17
2.4 Μετρήσεις	17
2.4.1 Μετρήσεις στο σκληρό σιτάρι.....	17
2.4.2 Μετρήσεις στα Ζιζάνια.....	20
2.5 Μετεωρολογικά Δεδομένα	21
2.6 Στατιστική Ανάλυση	22
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αποτελέσματα	23
3.1 Ζιζάνια.....	23
3.1.1 Πυκνότητα ζιζανίων	23
3.1.2 Ξηρό βάρος ζιζανίων	27
3.2 Σκληρό σιτάρι	33
3.2.1 Ύψος φυτών.....	33
3.2.2 Αριθμός αδελφιών	35
3.2.3 Νωπό βάρος καλλιέργειας	37
3.2.4 Ξηρό βάρος καλλιέργειας.....	39
3.2.5 Τιμές SPAD στα φύλλα	42
3.2.6 Μήκος στάχυ	44
3.2.7 Βάρος 1000 σπόρων	45
3.2.8 Απόδοση σε σπόρο	45

3.2.9 Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στους σπόρους	47
3.2.10 Περιεκτικότητα υγρής και ξηρής γλουτένης στους σπόρους	47
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση	50
4.1 Σκληρό σιτάρι: ανάπτυξη και απόδοση	50
4.2 Αποτελεσματικότητα των μεταφωτρωτικών ζιζανιοκτόνων	51
4.3. Συμπεράσματα	53
Βιβλιογραφία	54
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	54
Ελληνική Βιβλιογραφία	57

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της συγκεκριμένης προπτυχιακής πειραματικής εργασίας ήταν να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων βρούβα, γαϊδουράγκαθο και μυρώνι, ενώ παράλληλα αξιολογήθηκε η επίδραση του ελέγχου των ζιζανίων στην απόδοση και την ποιότητα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου στο Βελεστίνο Μαγνησίας κατά την περίοδο Νοέμβριος του 2022 έως Ιούνιος του 2023. Οι πειραματικές επεμβάσεις (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam και tritosulfuron/florasulam + 2,4-D) τυχαιοποιήθηκαν με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων έγινε στις 14 Μαρτίου, ενώ στο αψέκαστο μάρτυρα δεν πραγματοποιήθηκε καμία επέμβαση. Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκε ότι τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron+florasulam και tritosulfuron/florasulam + 2,4-D μείωσαν σε υψηλό ποσοστό τη συνολική πυκνότητα και βιομάζα των ζιζανίων σε σχέση με τον αψέκαστο μάρτυρα. Επίσης, η αποτελεσματικότητα (ποσοστό μείωσης του ξηρού βάρους σε σύγκριση με τον μάρτυρα) του μίγματος tritosulfuron/florasulam και 2,4-D έναντι των ζιζανίων βρούβα, γαϊδουράγκαθο και μυρώνι ήταν 100%, 99,1% και 87,7%, αντίστοιχα. Όσο αφορά το ξηρό βάρος, τον αριθμό αδελφιών, τις τιμές SPAD και το ύψος της καλλιέργειας καταγράφηκαν σε μερικούς παραμέτρους (ξηρό βάρος, τιμές SPAD) στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, ενώ σε άλλες παραμέτρους (ύψος, αριθμός αδελφιών) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (πχ. περιεκτικότητα πρωτεΐνης) δεν παρατηρήσαμε διαφορές στατιστικώς σημαντικές, ενώ η μικρότερη απόδοση σε σπόρο (124,6 Kg/στρέμμα) και το βάρος των 1000 σπόρων (49,03 g) μετρήθηκαν στην επέμβαση του αψέκαστου μάρτυρα. Συμπερασματικά, ο συνδυασμός των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D παρουσίασε υψηλό ποσοστό αποτελεσματικότητας για τα ζιζάνια βρούβα, γαϊδουράγκαθο και μυρώνι.

ABSTRACT

The aim of this undergraduate experimental thesis was to study the efficacy of two post-emergence herbicides against the broadleaf weeds wild mustard, milk thistle, and shepherd's-needle and at the same time the impact of weed control on the yield and quality of the durum wheat crop was also evaluated. Thus, a field experiment was carried out in Velestino Magnesia during the period November 2022 to June 2023. The experimental treatments (untreated control, tritosulfuron/florasulam and tritosulfuron/florasulam plus 2,4-D) were randomized based on the randomized complete block design (RCBD) with 3 replications. The herbicides were sprayed on March 14, while weeds were not controlled on the untreated control. The results of statistical analysis of experimental data showed that the herbicides tritosulfuron/florasulam and tritosulfuron/florasulam plus 2,4-D reduced the total density and biomass of weeds in a high percentage. Also, the herbicide tritosulfuron/florasulam plus 2,4-D provides high efficacy against the weeds of wild mustard, milk thistle, and shepherd's-needle was 100%, 99.1% and 87.7%, respectively. Regarding dry weight, number of siblings, SPAD values, and crop height, statistically significant differences among the three treatments were recorded only for the dry weight and SPAD values. Moreover, it is important to mention that for the quality characteristics (e.g., protein content) there were no statistically significant differences among the three treatments, while the lowest seed yield (124.6 Kg/ha) and the 1000-seed weight (49.03 g) were measured in the control treatment. In conclusion, the mixture of the herbicides tritosulfuron/florasulam and 2,4-D showed a high efficacy against the weed species wild mustard, milk thistle, and shepherd's-needle.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Γενικές πληροφορίες για το σιτάρι

Το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.) ανήκει στην οικογένεια Poaceae (Pascual et al. 2020). Αποτελεί το κύριο δημητριακό που καλλιεργείται σε περιοχές της Μεσογείου (Campiglia et al. 2015). Μόνο το 8% της συνολικής παραγωγής σιταριού προέρχεται από το σκληρό σιτάρι και καλλιεργείται κυρίως στην λεκάνη της μεσογείου, το οποίο αντιπροσωπεύει το 60% της παραγωγής παγκοσμίως (De Girolamo et al. 2019).

Το μαλακό σιτάρι σε σύγκριση με το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται σε πολύ περισσότερες περιοχές του κόσμου. Χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού όπως η σκληρότητα, το έντονο κίτρινο χρώμα και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη το καθιστούν κατάλληλο για την παραγωγή μεγάλης γκάμας προϊόντων ζυμαρικών και ψωμιού (De Girolamo et al. 2019). Η καλλιέργεια του σκληρού σιταριού παρουσιάζει σε μεγάλο βαθμό γενετική ποικιλομορφία (Sall et al. 2019). Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως σε ημίξηρες περιοχές με συνολική έκταση που εκτείνεται περίπου στα 9 εκατομμύρια εκτάρια (Almarrí et al. 2023). Η καλλιέργεια του σκληρού σιταριού γίνεται κυρίως στις αναπτυγμένες περιοχές και τροφοδοτεί τις αναπτυσσόμενες βιομηχανίες τροφίμων (Sall et al. 2019).

Το σιτάρι αποτελεί μια καλλιέργεια που αυτή τη στιγμή καλλιεργείται σχεδόν σε όλη τη γη (Royo et al. 2014). Η συνολική παραγωγή ετησίως του σκληρού σιταριού παγκοσμίως είναι περίπου 36 εκατομμύρια τόνους (Sall et al. 2019). Το σκληρό σιτάρι παράγεται σε μεγάλες ποσότητες κυρίως σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τον Καναδά, την Τουρκία, τις ΗΠΑ, την Αλγερία, το Καζακστάν και το Μεξικό, ενώ χώρες με μικρότερη παραγωγή είναι η Συρία, το Μαρόκο, η Τυνησία, η Ινδία, η Αυστραλία, η Αργεντινή και η Χιλή (Colasuonno et al. 2019).

1.2 Σιτάρι - Διατροφική αξία

Το σκληρό σιτάρι είναι καλλιεργούμενο τετραπλοειδές είδος του γένους *Triticum* προσαρμοσμένο σε Μεσογειακά κλίματα και αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή διάφορων τρόφιμων (Hernandez-Espinosa et al. 2020). Στη διατροφή του ανθρώπου κατέχει σημαντική θέση διότι καλύπτει το 20% των ημερήσιων αναγκών σε πρωτεΐνη και θερμίδες (Pascual et al. 2020).

Το σιτάρι περιέχει κυρίως πρωτεΐνη (7-18%), λίπη (1,5-2%) και υδατάνθρακες (60-75 %) καθώς και αλλά δευτερεύοντα συστατικά. Η πρωτεΐνη και οι υδατάνθρακες συνδέονται στενά με τις ιδιότητες του σιταριού που σχετίζονται με το ψήσιμο ή την παρασκευή ζυμαρικών (Alvarez and Guzmán 2013). Επίσης, αποτελεί σημαντική πηγή βιοδραστικών ουσιών όπως είναι τα φαινολικά οξέα και ιχνοστοιχεία τα οποία βρίσκονται στους καρπούς και προσφέρουν οφέλη για την υγεία του ανθρώπου (Hernandez-Espinoza et al. 2020). Μια σημαντική διάφορα αναμεσά στο σκληρό και μαλακό σιτάρι είναι ότι το σκληρό μπορεί να αλεσθεί για την παραγωγή σιμιγδαλιού με το οποίο παρασκευάζουμε τα ζυμαρικά, ενώ το μαλακό χρησιμοποιείται για την παραγωγή τροφίμων όπως είναι το ψωμί. Η σκληρότητα των καρπών αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για τη διάκριση του σκληρού σιταριού από το μαλακό (Tu and Li 2020). Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν οι καρποί του σκληρού σιταριού είναι υαλώδη μορφή, μεγάλο εκατόλιτρο βάρος, απουσία μαύρων στιγμάτων που είναι σημάδια προσβολής από μύκητες και συνολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μεγαλύτερη από 13 % (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Η βελτίωση της απόδοσης του σκληρού σιταριού, η εμπορική ποιότητα των καρπών και η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά αποτελούν συνεχώς αντικείμενο της επιστημονικής έρευνας (Melash et al. 2023).

1.3 Οικολογικές απαιτήσεις – καλλιεργητικές τεχνικές

Στη χώρα μας το σιτάρι σπέρνεται το φθινόπωρο κυρίως στην περίοδο από Οκτώβριο έως Νοέμβριο (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Επίσης σε άλλες περιοχές καλλιεργείται ως φθινοπωρινή ή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια (Mohammadi and Ismail 2018). Η ιδανικότερη θερμοκρασία για την καλλιέργεια του σιταριού είναι στους 25 °C, με ελάχιστη τους 3 έως 4 °C και με μέγιστη τους 30 έως 32 °C (Mohammadi and Ismail 2018, Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Το σκληρό σιτάρι δίνει καλύτερη ποιότητα σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Καλλιεργείτε σε περιοχές με βροχοπτώσεις που κυμαίνονται από 250 έως 1750 mm (Mohammadi and Ismail 2018).

1.4 Ζιζάνια

Τα ζιζάνια επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Στη συγκεκριμένα καλλιέργεια συναντάμε σε

διάφορες περιοχές της χώρας μας διάφορα πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Παρακάτω παρουσιάζονται πληροφορίες για τα κύρια είδη που καταγράφηκαν στην περιοχή του Βελεστίνου όπου πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

Γαϊδουράγκαθο

Το γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) είναι πλατύφυλλο είδος ζιζανίου που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Khan 2009). Ο μίσχος, τα φύλλα και οι ταξιανθίες του φυτού φέρουν αγκάθια και το συνολικό ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει από 60 έως 180 cm (Montemurro 2007). Το κεντρικό στέλεχος είναι διακλαδιζόμενο και το κάθε στέλεχος καταλήγει σε μια κεφαλή μεγέθους 5 cm που έχει μωβ χρώμα ανθέων (Montemurro 2007). Τα φύλλα του είναι σκούρα πράσινα που έχουν λευκό χρώμα στις νευρώσεις τους (Εικόνα 1.1). Η κάθε κεφαλή του φυτού περιέχει περίπου 190 σπόρους με κατά μέσο ορό 6350 σπόρους ανά φυτό (Dodd 1989). Επίσης, το γαϊδουράγκαθο παρουσιάζει εξαιρετική ανθεκτικότητα στην ξηρασία και μπορούν να αναπτυχθούν τόσο σε τελείως άγονα και πετρώδη εδάφη όσο και σε γόνιμα εδάφη στα οποία μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή υποβάθμιση (Γιαννοπολίτης 2004α).



Εικόνα 1.1. Φυτό γαϊδουράγκαθου στο στάδιο της ροζέτας (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.).

Μυρώνι

Το μυρώνι (*Scandix pecten-veneris* L.) ανήκει στην οικογένεια Apiaceae. Οι κοτυληδόνες του φυτού είναι χαρακτηριστικές στενόμακρες και με μεγάλο μήκος (Εικόνα 1.2). Το φυτό είναι όρθιο στέλεχος, λείο και φτάνει σε ύψος έως 40 cm (Demirpolat 2019). Το ριζικό σύστημα έχει μια κεντρική ρίζα και δευτερεύουσες ρίζες (Liopa-Tsakalidi 2014). Το μέγεθος του καρπού μπορεί να φτάσει έως τα 6 cm και είναι μακρύ, στενό και μυτερό και έχει αυλακώσεις, ενώ εσωτερικά αποτελείται από δυο σπόρους (Liopa-Tsakalidi 2014). Ο σπόρος έχει ένα μακρύ εξάρτημα σε μορφή βελόνας μεγέθους έως 6 cm και λειτουργεί ως μηχανισμός διασποράς (Schneider et al. 1994). Ο αριθμός των σπόρων κυμαίνεται από 50-150 σπόρους ανά φυτό (Liopa-Tsakalidi 2014).



Εικόνα 1.2. Φυτό μυρωνιού στο στάδιο του 1^{ου} φύλλου (*Scandix pecten-veneris* L.).

Βρούβα

Η βρούβα (*Sinapis arvensis* L.) ανήκει στην οικογένεια Brassicaceae και είναι ένα από τα πιο επίμονα και αναδυόμενα ζιζάνια σε χειμερινές καλλιέργειες (Soltani 2011). Το φυτό της βρούβας μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και τα 80 cm και πολύ

ανταγωνιστικό ενάντια στις καλλιέργειες (Γιαννοπολίτης 2004β). Η βρούβα έχει στέλεχος όρθιο και διακλαδιζόμενο (Γιαννοπολίτης 2004β). Τα φύλλα είναι μεγάλα και έχουν οδοντώσεις στην περιφέρεια τους, ενώ τα άνθη έχουν μέγεθος έως 15 mm και έχουν 4 κίτρινα πέταλα (Γιαννοπολίτης 2004β). Τέλος, οι καρποί (τύπος κέρας) έχουν μέγεθος από 2,5 έως 4,5 cm και περιέχουν συνήθως 8 έως 13 σπόρους στρογγυλού σχήματος με σκούρο χρωματισμό (Γιαννοπολίτης 2004β).



Εικόνα 1.3. Φυτό σιναπιού στο στάδιο της άνθησης (*Sinapis arvensis* L.)

1.5 Χημική καταπολέμηση ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού

Η καταπολέμηση των ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στηρίζεται κυρίως στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Στην συγκεκριμένη χρησιμοποιήθηκαν σκευάσματα που περιείχαν τις παρακάτω δραστικές ουσίες.

Tritosulfuron

Το tritosulfuron είναι ένα ζιζανιοκτόνο που ανήκει στην ομάδα των σουλφονυλουριών (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Συγκεκριμένα είναι ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται στο φύλλωμα για την αντιμετώπιση

ετήσιων και πλατύφυλλων ζιζάνιων (Ελευθεροχωρινός 2014) σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών (Álvarez et al. 2023). Το ζιζανιοκτόνο αυτό απορροφάτε από το ριζικό σύστημα και το φύλλωμα και μετακινείται στους μερισματικούς ιστούς αποπλαστικά και συμπλαστικά. Η εκλεκτικότητα σε αυτό το ζιζανιοκτόνο οφείλεται στην ικανότητα των καλλιεργουμένων ειδών να το μεταβολίζουν γρήγορα καθώς και μέσω του σχηματισμού συμπλόκου με την γλυκόζη (Ελευθεροχωρινός 2014).

Florasulam

Το florasulam εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά για τη διαχείριση των πλατύφυλλων ζιζάνιων σε καλλιέργειες σιτηρών και ανήκει στην ομάδα τριαζολοπυριμιδίνες (Deboer et al. 2006, Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται ζιζανιοκτόνα που αναστέλλουν το ένζυμο οξικογαλακτική συνθάση (Kaczmarek et al. 2013). Το ριζικό σύστημα και το φύλλωμα των ζιζάνιων απορροφάνε το ζιζανιοκτόνο το οποίο μετακινείται διά μέσου του ξυλώματος και του φλοιώματος (Ελευθεροχωρινός 2014). Το florasulam αντιμετωπίζει αποτελεσματικά διάφορα ζιζάνια που βρίσκονται σε καλλιέργειες σιτηρών όπως είναι η μεγαλόκαρπη κολλητσίδα (*Galium aparine* L.), η στελάρια η μεσαία (*Stellaria media* (L.) Vill.) και άλλα είδη της οικογένειας Brassicaceae (Deboer et al. 2006).

2,4-D

Το 2,4-D είναι ένα από τα παλιότερα ζιζανιοκτόνα (Ελευθεροχωρινός 2014) και παραμένει ακόμη από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα λόγω του χαμηλού του κόστους (Palma-Bautista et al. 2020). Συγκεκριμένα, το 2,4-D ανήκει στην ομάδα των ορμονικών ζιζανιοκτόνων με δράση αυξίνης που ανήκει στην οικογένεια των φαινοξυαλκανοϊκών (Ελευθεροχωρινός 2014). Έχει παρατηρηθεί ότι η δράση του 2,4-D είναι 300 φορές πιο ισχυρή από τη δράση του IAA (Indole-3-acetic acid-φυσική αυξίνη) στην ανάπτυξη των φυτών (Cancino-García et al. 2020). Χρησιμοποιείται κυρίως μεταφυτρωτικά στο στάδιο των 5-6 φύλλων για την αντιμετώπιση ετήσιων και πολυετών πλατύφυλλων ζιζάνιων που υπάρχουν στα χειμερινά σιτηρά (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Συνήθως γίνεται εφαρμογή στο φύλλωμα και μετακινούνται δια μέσου του φλοιώματος, ενώ μπορούν να απορροφηθεί και από τις ρίζες εξίσου καλά και τότε μετακινείται δια μέσου του ξυλώματος (Ελευθεροχωρινός 2014). Μερικά συμπτώματα που προκαλούνται λόγω της δράσης του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου είναι η επινασσία και η παραμόρφωση των φύλλων και των βλαστών

(Ελευθεροχωρινός 2014, Viecelli et al. 2019). Σε όλο τον κόσμο έχουν παρατηρηθεί διάφορα ζιζάνια με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης. Οι LeClere et al. (2018) σε πρόσφατη έρευνα διαπίστωσαν ανθεκτικότητα του ζιζανίου στα ζιζανιοκτόνα 2,4-D και σε άλλα ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης όπως το dicamba και το fluroxypyr.

1.6 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων ζιζανιοκτόνων έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Επίσης, μελετήθηκε η επίδραση των ζιζανίων στην ανάπτυξη των φυτών και στην απόδοση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Το πείραμα της προπτυχιακής μελέτης πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Τμήματος ΓΦΠΑΠ που βρίσκεται στο Βελεστίνο την περίοδο από τον Νοέμβριο του 2022 έως τον Ιούνιο του 2023. Στο αγροτεμάχιο όπου διεξήχθη το πείραμα το έδαφος είναι αμμοαργιλοπηλώδες και το pH του είναι 7,4.

Η σπορά του σκληρού σιταριού της ποικιλίας Claudio (Εικόνα 1.) πραγματοποιήθηκε στις 10 Νοέμβριου του 2022 σε αγροτεμάχιο όπου και την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είχε καλλιεργηθεί σκληρό σιτάρι. Η πραγματοποίηση της σποράς έγινε με σπαρτική μηχανή χειμερινών σιτηρών σε αποστάσεις 18 cm και με ποσότητα σπόρου 25 Kg/στρέμμα. Ως ημερομηνία φυτρώματος της καλλιέργειας καταγράφηκε η 22 Νοεμβρίου του 2022.



Εικόνα 2.1. Πειραματικός αγρός κατά το τέλος του φυτρώματος (8 Δεκεμβρίου του 2022). Σε τμήμα του συγκεκριμένου αγροτεμαχίου εφαρμόστηκαν οι επεμβάσεις του πειράματος που περιγράφεται στις επόμενες σελίδες.

2.2 Πειραματικό σχέδιο και επεμβάσεις του πειράματος

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 3 επεμβάσεις (Σχεδιάγραμμα 1). Οι επεμβάσεις ήταν οι παρακάτω:

- Αψέκαστος μάρτυρας: Στη συγκεκριμένη επέμβαση δεν εφαρμόστηκε κανένα ζιζανιοκτόνο.
- Ζιζανιοκτόνο Biathlon® Super WG (δραστικές ουσίες: tritosulfuron/florasulam).
- Μίγμα των ζιζανιοκτόνων Biathlon® Super WG και Rathan (δραστική ουσία 2,4-D).

	Biathlon® Super WG +Rathan 600 EC
Control	Biathlon® Super WG
Biathlon® Super WG +Rathan 600 EC	Control
Biathlon® Super WG	Biathlon® Super WG +Rathan 600 EC
Control	Biathlon® Super WG

Σχεδιάγραμμα 2.1. Το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 3 επεμβάσεις. Διαστάσεις τεμαχίων: 2,5 X 3 m.

Στο πίνακα 1 δίνονται οι δόσεις των ζιζανιοκτόνων που εφαρμόστηκαν στον πειραματικό αγρό και ο χρόνος εφαρμογής τους. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων έγινε με ψεκαστήρα ακρίβειας, με ακροφύσια σκούπας και πίεση 3 atm. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε την 14 Μάρτιου του 2023 στο στάδιο του 1^{ου} κόμβου της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

Πίνακας 2.1. Σκεύασμα, σύσταση και δόση εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων.

Σκεύασμα	Δραστική ουσία	Δόση (ml/στρέμμα) ή (g/στρέμμα)	Ημερομηνία εφαρμογής
Biathlon® Super WG	Tritosulfuron (71,1 % β/β)/Florasulam (5,4% β/β)	7 g/στρέμμα	14/3/2023
Rathan 600 EC	2.4-D οξύ (60% β/ο)	60 ml/στρέμμα	14/3/2023

2.3 Καλλιεργητικές φροντίδες

Κατεργασία εδάφους

Πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2022 άροση του αγρού και στη συνέχεια έγινε μια αρχική δευτερεύουσα κατεργασία με καλλιεργητή κατά τα μέσα Οκτωβρίου και μια δεύτερη κατά τις αρχές Νοέμβριου του 2022.

Λίπανση

Στην ίδια ημέρα όπου πραγματοποιήθηκε η σπορά έγινε βασική λίπανση με ένα το ανόργανο λίπασμα 16-20-0 (N-P₂O₅-K₂O). Κατά το στάδιο του αδελφώματος της καλλιέργειας όπου υπάρχουν αυξημένες ανάγκες σε N πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του λιπάσματος 26-0-0 (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία). Η ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 30 Kg/στρέμμα, με την εφαρμογή να γίνεται στις 28 Φεβρουάριου του 2023.

2.4 Μετρήσεις

2.4.1 Μετρήσεις στο σκληρό σιτάρι

Στη διάρκεια του πειράματος από τον Νοέμβριο του 2022 μέχρι τον Ιούνιο του 2023 όπου και έγινε η συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν κάποιες μετρήσεις σχετικά μετά ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκληρού σιταριού. Αυτές οι μετρήσεις αφορούσαν το ύψος, τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (SPAD), το αδελφωμα, το

νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, το μήκος του στάχυ και το βάρος των 1000 σπορών καθώς και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, υγρή και ξηρή γλουτένη.

Οι μετρήσεις για την καλλιέργεια του σιταριού έγιναν στις 22 Μαρτίου 2023 (Εικόνα 2.2), 7 Απριλίου 2023, 24 Απριλίου 2023 και στις 22 Ιουνίου 2023 όπου έγινε και η συγκομιδή της καλλιέργειας. Παρακάτω αναφέρονται τα χαρακτηριστικά που μετρηθήκαν στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού:

- **Ύψος:** η παράμετρος αυτή μετρήθηκε σε 5 διαφορετικά σημεία στις κεντρικές σειρές του τεμαχίου. Η τελευταία μέτρηση έγινε αφού είχε ολοκληρωθεί το ξεστάχυσμα της καλλιέργειας.
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του φορητό οργάνου SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) στις περιόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η καταγραφή των τιμών SPAD έγινε σε διάφορα φυτά του τεμαχίου.
- **Νωπό Βάρος:** η μέτρηση αυτής της παραμέτρου έγινε με την κοπή όλων των φυτών του σκληρού σιταριού σε μήκοες 30 cm επί της γραμμής σποράς. Στη συνέχεια η μέτρηση του νωπού βάρους έγινε στο εργαστήριο σε ζυγαριά ακρίβειας.



Εικόνα 2.2. Πειραματικός αγρός κατά την 1^η μέτρηση και μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στις 22 Μάρτιου του 2023.

- **Ξηρό Βάρος:** Μετά την κοπή των φυτών της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού τα δείγματα τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε ειδικό φούρνο για διάστημα 4 ημέρων και σε θερμοκρασία 60°C. Στην συνέχεια έγινε η μέτρηση του ξηρού βάρους στην ζυγαριά ακρίβειας.
- **Μέτρηση αδελφώματος:** Η συγκεκριμένη μέτρηση έγινε με την επιλογή τυχαίων 5 φυτών σε κάθε τεμάχιο του πειραματικού αγρού. Η μέτρηση έγινε σε όλα τα στάδια ανάπτυξης έτσι ώστε να παρατηρηθεί η τυχόν μεταβολή του αδελφώματος λόγω του ανταγωνισμού των ζιζανίων.
- **Μήκος στάχυ και βάρος των 1000 σπόρων:** Σε κάθε δείγμα έγινε η μέτρηση 6 στάχων σε cm και έπειτα έγινε ο καθαρισμός των στάχων για την εξαγωγή των σπορών. Στην συνέχεια μετρήθηκε δυο φορές το βάρος των 50 σπόρων για κάθε δείγμα και στο τέλος υπολογίστηκε το βάρος των 1000 σπόρων.
- **Απόδοση σε σπόρο:** Ο αλωνισμός τις καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις 22 Ιουνίου του 2023 και έγινε με ηλεκτρική αλωνιστική μηχανή. Η συγκομιδή (Εικόνα 2.3) έγινε σε έκταση 0,5 m²/τεμάχιο. Για την ακρίβεια της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε τετράγωνο πλαίσιο που είχε διαστάσεις 0,5 X 0,5 m και η κοπή των στάχων έγινε με κατάλληλο εργαλείο.
- **Περιεκτικότητα πρωτεΐνης, υγρής και ξηρής γλουτένης:** Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με αναλυτή NIR (DA 7250 NIR analyzer, Pertin Instruments, Hägersten, Sweden). Χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής NIR στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, ενώ η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 1 εβδομάδα μετά τη συγκομιδή.

2.4.2 Μετρήσεις στα Ζιζάνια

Στα ζιζάνια έγιναν κάποιες μετρήσεις σχετικά με κάποια χαρακτηριστικά των ζιζανίων στις 22 Μάρτιου 2023, 7 Απριλίου 2023 (Εικόνα 2.4) και 24 Απριλίου 2023. Έπειτα από το ψεκασμό των ζιζανιοκτόνων στις 14 Μάρτιου του 2023 και μετά σημειώθηκαν διάφορες μεταβολές-αποτελέσματα λόγω της δράσης των ζιζανιοκτόνων στα διάφορα ζιζάνια.



Εικόνα 2.3. Ο πειραματικός αγρός πριν τη συγκομιδή της καλλιέργειας στις 22 Ιουνίου του 2023.

Παρακάτω αναφέρονται οι παράμετροι που μετρηθήκαν σχετικά για τα ζιζάνια:

- **Ξηρό βάρος των ζιζανίων:** Τα δείγματα που ελήθησαν από επιφάνεια 40 X 40 cm από τα πειραματικά αγροτεμάχια ξηράθηκαν σε θερμοκρασία 60°C και για διάστημα 4 ημέρων, ενώ μετά από την ξήρανση έγινε ζύγιση του βάρους κάθε δείγματος με μια ζυγαριά ακρίβειας στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας.
- **Πυκνότητα των ζιζανίων:** Στη τελευταία μέτρηση σημειώθηκε και η πυκνότητα ανά είδος ζιζανίου.



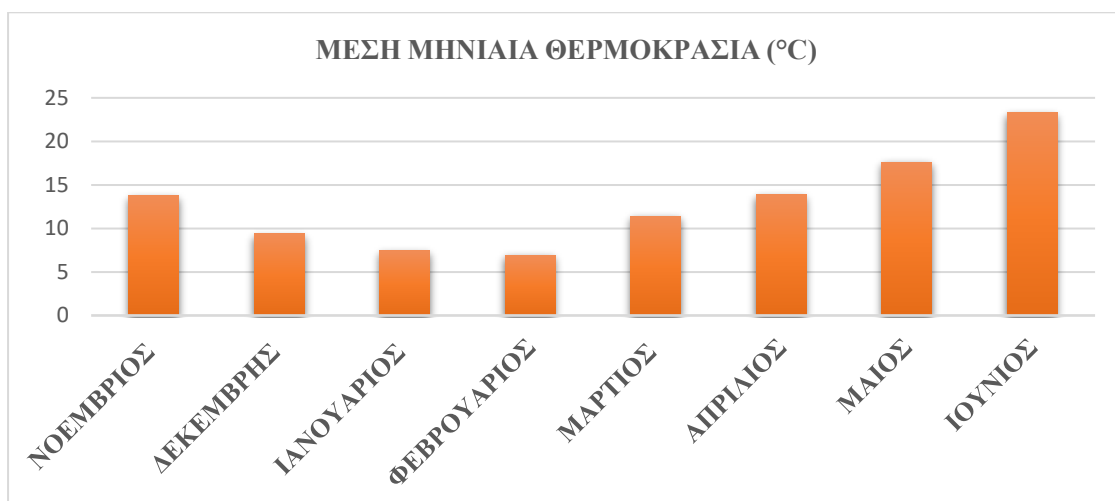
Εικόνα 2.4. Πειραματικό αγροτεμάχιο κατά την 2^η μέτρηση στο στάδιο των 5 έως 6 φύλλων και των 3-4 κόμβων στις 7 Απρίλιου του 2023.

2.5 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο. Τα δεδομένα αυτά, όπως είναι η θερμοκρασία και το ύψος βροχοπτώσεων δίνονται στα διαγράμματα 2.1 και 2.2. Από την επεξεργασία των δεδομένων έγινε αντιληπτό ότι το υψηλότερο ύψος βροχής σημειώθηκε τον Απρίλιο και ήταν 83,5 mm, ενώ η υψηλότερη θερμοκρασία όπως αναμένονταν σημειώθηκε τον Ιούνιο και ήταν 23,28 °C.



Διάγραμμα 2.1. Μέση τιμή της μηνιαίας βροχόπτωσης για όλη την καλλιεργητική πειραματική περίοδο στην περιοχή του αγροκτήματος στο Βελεστίνο του Τμήματος ΓΦΠΑΠ.



Διάγραμμα 2.2. Μέση τιμή της μηνιαίας μέσης θερμοκρασίας για όλη την καλλιεργητική πειραματική περίοδο στην περιοχή του αγροκτήματος στο Βελεστίνο του Τμήματος ΓΦΠΑΠ.

2.6 Στατιστική Ανάλυση

Τα δεδομένα όλων των παραμέτρων που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος αναλύθηκαν στατιστικά με την μέθοδο της ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA). Όταν η παραπάνω μέθοδος έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ακολούθησε η σύγκριση των μέσων των μεταχειρίσεων για κάθε παράμετρο με τη βοήθεια της μεθόδου της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($P=5\%$). Οι αναλύσεις των δεδομένων που πραγματοποιήθηκαν έγιναν με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA), ενώ το τυπικό σφάλμα των μέσων τιμών υπολογίστηκε με τη χρήση του υπολογιστικού φύλλου Excel (Microsoft Office 2019).

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Ζιζάνια

3.1.1 Πυκνότητα ζιζανίων

Συνολική πυκνότητα ζιζανίων

Τη μεγαλύτερη συνολική πυκνότητα ζιζανίων (103,7 φυτά/m²) την καταγράψαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πυκνότητα των τεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκε ο συνδυασμός των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 81,96%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν στην ανάλυση της διασποράς (F=34,955 και P=0,003) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ενώ από τη σύγκριση των μέσων τιμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) είναι φανερό ότι διαφέρουν σημαντικά μόνο ο μάρτυρας με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Συνολική πυκνότητα των ζιζανίων (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Συνολική πυκνότητα των ζιζανίων (αριθμός φυτών/m ²)
Tritosulfuron/florasulam	35,3 ± 9,93 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	18,7 ± 8,85 β
Απέκαστος μάρτυρας	103,7 ± 19,99 α
LSD _{5%}	29,913
Τιμές F	34,955
Τιμές P	0,003

Πυκνότητα γαιδουράγκαθου

Τη μεγαλύτερη πυκνότητα γαιδουράγκαθου (18,0 φυτά/m²) την καταγράψαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πυκνότητα

των τεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 69,11%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν στην ανάλυση της διασποράς (F=18,100 και P=0,010) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ενώ από τη σύγκριση των μέσων τιμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) είναι φανερό ότι διαφέρουν σημαντικά μόνο ο μάρτυρας με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Πυκνότητα γαϊδουράγκαθου (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα γαϊδουράγκαθου (αριθμός φυτών/m ²)
Tritosulfuron/florasulam	13,3 ± 3,53 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	0,7 ± 0,67 β
Αψέκαστος μάρτυρας	18,0 ± 1,16 α
LSD _{5%}	8,278
Τιμές F	18,100
Τιμές P	0,010

Πυκνότητα μυρωνιού

Τη μεγαλύτερη πυκνότητα μυρωνιού είχαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πυκνότητα των τεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 78,82%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=8,621 και P=0,035) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.3. Πυκνότητα μυρωνιού (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα μυρωνιού (αριθμός φυτών/m ²)
Tritosulfuron/florasulam	20,7 $\pm$ 5,46 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	17,3 $\pm$ 8,52 β
Αψέκαστος μάρτυρας	68,7 $\pm$ 21,76 α
LSD _{5%}	38,412
Τιμές F	8,621
Τιμές P	0,035

Πυκνότητα βρούβας

Τη μεγαλύτερη πυκνότητα βρούβας είχαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πυκνότητα των τεμαχίων που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam και στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 100%.

Με βάση της τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=27,000 και P=0,005) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Πυκνότητα βρούβας (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα βρούβας (αριθμός φυτών/m ²)
Tritosulfuron/florasulam	0 $\pm$ 0 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	0 $\pm$ 0 β
Αψέκαστος μάρτυρας	6,0 $\pm$ 1,16 α
LSD _{5%}	2,618
Τιμές F	27,000
Τιμές P	0,005

Πυκνότητα άλλων ειδών ζιζανίων

Τη μεγαλύτερη πυκνότητα άλλων ειδών ζιζανίων είχαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα (11,0 φυτά/m²) και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πυκνότητα των τεμαχίων στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 93,63%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=21,500 και P=0,007) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5 Πυκνότητα άλλων ζιζανίων (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Πυκνότητα άλλων ζιζανίων (αριθμός φυτών/ m ²)
Tritosulfuron/florasulam	1,3 $\pm$ 1,33
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	0,7 $\pm$ 0,33
Αψέκαστος μάρτυρας	11,0 $\pm$ 1,00
LSD _{5%}	4,897
Τιμές F	21,500
Τιμές P	0,007

3.1.2 Ξηρό βάρος ζιζανίων

Συνολικό ξηρό βάρος

1^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων στη 1^η μέτρηση το καταγράψαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα (189,31 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερη από την τιμή στο μίγμα των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό μόνο 35,47%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (F=3,273 και P=0,144) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.6).

2^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων στη 2^η μέτρηση το μετρήσαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα (242,15 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 60,28%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=8,462 και P=0,037) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της

Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.6. Το ξηρό βάρος των ζιζανίων (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	146,90 $\pm$ 14,50 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	122,15 $\pm$ 26,30 α
Αψέκαστος μάρτυρας	189,31 $\pm$ 16,16 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	3,273
Τιμές P	0,144

Πίνακας 3.7. Το ξηρό βάρος των ζιζανίων (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	139,21 $\pm$ 17,29 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	96,19 $\pm$ 25,47 β
Αψέκαστος μάρτυρας	242,15 $\pm$ 25,20 α
LSD _{5%}	101,235
Τιμές F	8,462
Τιμές P	0,037

3^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων στη 3^η μέτρηση το μετρήσαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα (467,99 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος στα τεμάχια οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 95,71%. Με βάση της τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=44,453 και P=0,002) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Το ξηρό βάρος των ζιζανίων (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	122,86 $\pm$ 28,27 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	20,05 $\pm$ 19,67 β
Απέκαστος μάρτυρας	467,99 $\pm$ 78,35 α
LSD _{5%}	138,184
Τιμές F	44,453
Τιμές P	0,002

Ξηρό βάρος κύριων ζιζανίων κατά την 3^η μέτρηση

Ξηρό βάρος γαϊδουράγκαθου

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου το μετρήσαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα (205,03Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 99,13%. Με βάση της τιμές F και P που

υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση ($F=20,593$ και $P=0,008$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9. Το ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος γαϊδουράγκαθου (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	82,25 $\pm$ 13,29 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	2,04 $\pm$ 2,04 β
Απέκαστος μάρτυρας	205,03 $\pm$ 54,69 α
LSD _{5%}	81,946
Τιμές F	20,593
Τιμές P	0,008

Ξηρό βάρος μυρωνιού

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος του μυρωνιού το μετρήσαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα (143,58 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 87,74%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση ($F=24,392$ και $P=0,006$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού

tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.10. Το ξηρό βάρος μυρωνιού (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος μυρωνιού (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	39,77 $\pm$ 19,52 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	17,60 $\pm$ 17,63 β
Απέκαστος μάρτυρας	143,58 $\pm$ 38,91 α
LSD _{5%}	53,469
Τιμές F	24,392
Τιμές P	0,006

Ξηρό βάρος βρούβας

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος βρούβας το μετρήσαμε στα τεμάχια του απέκαστου μάρτυρα (124,79Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος των τεμαχίων που είχε γίνει εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου tritosulfuron/florasulam και στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 100%.

Με βάση της τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=8,125 και P=0,039) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam.

Πίνακας 3.11. Το ξηρό βάρος της βρούβας (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος βρούβας (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	$0 \pm 0 \beta$
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	$0 \pm 0 \beta$
Αψέκαστος μάρτυρας	$124,79 \pm 43,83 \alpha$
LSD _{5%}	99,248
Τιμές F	8,125
Τιμές P	0,039

Ξηρό βάρος άλλων ειδών ζιζανίων

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των άλλων ειδών το μετρήσαμε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα (8,86 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ξηρό βάρος στα τεμάχια οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 95,48%. Με βάση της τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση ($F=27,996$ και $P=0,004$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D όσο και μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του tritosulfuron/florasulam (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.12. Το ξηρό βάρος των άλλων ζιζανίων (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος άλλων ζιζανίων (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	0,84 $\pm$ 0,84 β
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	0,40 $\pm$ 0,23 β
Αψέκαστος μάρτυρας	8,86 $\pm$ 1,69 α
LSD _{5%}	3,536
Τιμές F	27,996
Τιμές P	0,004

3.2 Σκληρό σιτάρι

3.2.1 Ύψος φυτών

1^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ύψος μετρήθηκε στα φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό μόνο 8,06%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=0,919$ και $P=0,470$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.13).

2^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ύψος μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 3,58%. Με βάση τα αποτελέσματα της

στατιστικής ανάλυσης για τις τιμές F και P (F=0,544 και P=0,618) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές που να είναι στατιστικώς σημαντικές και η μικρότερη με τη μεγαλύτερη τιμή διαφέρουν λιγότερο από 10% (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.13. Ύψος των φυτών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών (cm)
Tritosulfuron/florasulam	25,08 $\pm$ 0,92 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	25,92 $\pm$ 0,22 α
Αψέκαστος μάρτυρας	23,83 $\pm$ 1,31 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,919
Τιμές P	0,470

Πίνακας 3.14. Ύψος των φυτών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών (cm)
Tritosulfuron/florasulam	45,75 $\pm$ 1,09 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	46,33 $\pm$ 0,60 α
Αψέκαστος μάρτυρας	44,67 $\pm$ 1,10 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,544
Τιμές P	0,618

3^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ύψος μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D (79,33 cm) και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 2,62%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=0,238$ και $P=0,799$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Ύψος των φυτών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ύψος φυτών (cm)
Tritosulfuron/florasulam	78,00 $\pm$ 3,54 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	79,33 $\pm$ 1,42 α
Αψέκαστος μάρτυρας	77,25 $\pm$ 1,39 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,238
Τιμές P	0,799

3.2.2 Αριθμός αδελφιών

1^η Μέτρηση

Ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 12,5%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=3,0$ και $P=0,160$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.16).

Πίνακας 3.16. Αριθμός αδελφιών των φυτών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών/φυτό
Tritosulfuron/florasulam	1,75 $\pm$ 0,14 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	2,00 $\pm$ 0,14 α
Αψέκαστος μάρτυρας	1,75 $\pm$ 0,25 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	3,000
Τιμές P	0,160

2^η Μέτρηση

Στο πίνακα 3.17 παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου tritosulfuron/florasulam και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του μίγματος tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 11,33%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (F=0,400 και P=0,694) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.17).

3^η Μέτρηση

Ο μεγαλύτερος αριθμός αδελφιών μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την τιμή στα οποία έγινε η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου tritosulfuron/florasulam σε ποσοστό 11,33%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις τιμές F και P (F=0,40 και P=0,694) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές που να είναι στατιστικώς σημαντικές και η μικρότερη με τη μεγαλύτερη τιμή διαφέρουν λιγότερο από 10% (Πίνακας 3.18).

Πίνακας 3.17 Αριθμός αδελφιών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διαφορές επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron//florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών/φυτό
Tritosulfuron/florasulam	1,50 $\pm$ 0 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	1,33 $\pm$ 0,17 α
Αψέκαστος μάρτυρας	1,50 $\pm$ 0,14 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,400
Τιμές P	0,694

Πίνακας 3.18 Αριθμός αδελφιών (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Αριθμός αδελφιών/φυτό
Tritosulfuron/florasulam	1,33 $\pm$ 0,08 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	1,42 $\pm$ 0,17 α
Αψέκαστος μάρτυρας	1,50 $\pm$ 0,25 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,400
Τιμές P	0,694

3.2.3 Νωπό βάρος καλλιέργειας

1^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο νωπό βάρος μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των

ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D (1028,71 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του απέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 11,34%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=0,320$ και $P=0,743$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.19. Νωπό βάρος (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	952,44 $\pm$ 135,18 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	1028,71 $\pm$ 71,78 α
Απέκαστος μάρτυρας	912,07 $\pm$ 33,22 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,320
Τιμές P	0,743

2^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο νωπό βάρος το μετρήσαμε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam (1562,93 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο βάρος του απέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 35,86%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση ($F=9,417$ και $P=0,031$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και του απέκαστου μάρτυρα όσο και μεταξύ του tritosulfuron/florasulam και του απέκαστου μάρτυρα (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.20. Νωπό βάρος (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	1562,93 $\pm$ 88,97 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	1478,37 $\pm$ 66,17 α
Αψέκαστος μάρτυρας	1002,37 $\pm$ 88,84 β
LSD _{5%}	386,665
Τιμές F	9,417
Τιμές P	0,031

3^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο νωπό βάρος (Πίνακας 3.21) το μετρήσαμε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam (2201,44 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο βάρος του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 20,10%. Με βάση της τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=8,661 και P=0,035) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και του αψέκαστου μάρτυρα όσο και μεταξύ του tritosulfuron/florasulam και του αψέκαστου μάρτυρα.

3.2.4 Ξηρό βάρος καλλιέργειας

1^η Μέτρηση

Στο πίνακα 3.22 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ξηρό βάρος μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D (218,06 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 12,42%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (F=0,577 και P=0,602)

διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές.

Πίνακας 3.21. Νωπό βάρος (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	2201,44 $\pm$ 81,55
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	1945,38 $\pm$ 40,25
Αψέκαστος μάρτυρας	1759,15 $\pm$ 58,31
LSD _{5%}	296,271
Τιμές F	8,661
Τιμές P	0,035

Πίνακας 3.22. Ξηρό βάρος (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	194,92 $\pm$ 21,79 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	218,06 $\pm$ 7,99 α
Αψέκαστος μάρτυρας	190,97 $\pm$ 14,96 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,577
Τιμές P	0,602

2^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (379,35 Kg/στρέμμα) καταγράψαμε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε ο συνδυασμός ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D

και είναι μεγαλύτερη η τιμή του ξηρού βάρους των τεμαχίων του απέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 34,08%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν στην ανάλυση της διασποράς (F=8,831 και P=0,034) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ενώ από τη σύγκριση των μέσων τιμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) είναι φανερό ότι διαφέρουν σημαντικά μόνο ο μάρτυρας με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (Πίνακας 3.23).

Πίνακας 3.23. Ξηρό βάρος (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	368,67 ± 13,52 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	379,35 ± 26,18 α
Απέκαστος μάρτυρας	250,04 ± 23,66 β
LSD _{5%}	94,831
Τιμές F	8,831
Τιμές P	0,034

3^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος το μετρήσαμε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam (746,13 Kg/στρέμμα) και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο βάρος του απέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 23,28%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά την στατιστική ανάλυση (F=7,398 και P=0,045) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και του απέκαστου μάρτυρα όσο και μεταξύ του tritosulfuron/florasulam και του απέκαστου μάρτυρα (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.24. Ξηρό βάρος (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	746,13 $\pm$ 29,21 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	733,59 $\pm$ 26,76 α
Αψέκαστος μάρτυρας	572,41 $\pm$ 41,83 β
LSD _{5%}	139,859
Τιμές F	7,398
Τιμές P	0,045

3.2.5 Τιμές SPAD στα φύλλα

1^η Μέτρηση

Στο πίνακα 3.25 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη τιμή SPAD στα φύλλα μετρήθηκε στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την τιμή στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 7,42%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=3,094$ και $P=0,154$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές.

2^η Μέτρηση

Στον πίνακα 3.26 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη τιμή SPAD στα φύλλα καταγράφηκε με το φορητό όργανο SPAD-502 στα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε ο συνδυασμός ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερη από το αντίστοιχη τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 8,75%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά την στατιστική ανάλυση ($F=11,668$ και $P=0,021$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς

σημαντικών τόσο μεταξύ του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και του απέκαστου μάρτυρα όσο και μεταξύ του tritosulfuron/florasulam και του απέκαστου μάρτυρα.

Πίνακας 3.25. Τιμές SPAD (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 22 Μαρτίου 2023.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Tritosulfuron/florasulam	49,70 $\pm$ 2,11 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	48,23 $\pm$ 2,32 α
Απέκαστος μάρτυρας	52,10 $\pm$ 1,08 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	3,094
Τιμές P	0,154

Πίνακας 3.26. Τιμές SPAD (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 7 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Tritosulfuron/florasulam	43,53 $\pm$ 0,57 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	44,53 $\pm$ 0,93 α
Απέκαστος μάρτυρας	40,63 $\pm$ 0,69 β
LSD _{5%}	2,328
Τιμές F	11,668
Τιμές P	0,021

3^η Μέτρηση

Στο πίνακα 3.27 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη τιμή SPAD στα φύλλα βρέθηκε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 16,09%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν στην ανάλυση της διασποράς ($F=7,248$ και $P=0,047$) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ενώ από τη σύγκριση των μέσων τιμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($LSD_{5\%}$) είναι φανερό ότι διαφέρουν σημαντικά μόνο ο μάρτυρας με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.27. Τιμές SPAD (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 24 Απριλίου 2023.

Επεμβάσεις	Τιμή SPAD
Tritosulfuron/florasulam	$47,67 \pm 1,59$ α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	$47,40 \pm 1,06$ α
Αψέκαστος μάρτυρας	$40,00 \pm 1,31$ β
$LSD_{5\%}$	6,347
Τιμές F	7,248
Τιμές P	0,047

3.2.6 Μήκος στάχυ

Στο πίνακα 3.28 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο μήκος στάχυ έχουν τα φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του μίγματος tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερη από την τιμή του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό μόνο 7,58%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=0,728$ και $P=0,537$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές.

Πίνακας 3.28. Μήκος στάχυ (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 3 Μαΐου 2023.

Επεμβάσεις	Μήκος στάχυ (cm)
Tritosulfuron/florasulam	5,22 $\pm$ 0,24 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	5,48 $\pm$ 0,28 α
Αψέκαστος μάρτυρας	5,05 $\pm$ 0,40 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,728
Τιμές P	0,537

3.2.7 Βάρος 1000 σπόρων

Στον πίνακα 3.29 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο βάρος των 1000 σπόρων το μετρήσαμε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν συνδυαστικά τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο βάρος του αψέκαστου μάρτυρα σε ποσοστό 10,64%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν κατά τη στατιστική ανάλυση (F=7,988 και P=0,04) διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ η χρήση της δοκιμασίας της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς φανέρωσε την ύπαρξη διαφορών στατιστικώς σημαντικών τόσο μεταξύ του συνδυασμού tritosulfuron/florasulam και 2,4-D και του αψέκαστου μάρτυρα όσο και μεταξύ του tritosulfuron/florasulam και του αψέκαστου μάρτυρα.

3.2.8 Απόδοση σε σπόρο

Στο πίνακα 3.30 παρατηρείται ότι τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο (219,16 Kg/στρέμμα) την καταγράψαμε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απόδοση των τεμαχίων του μάρτυρα σε ποσοστό 43,15%. Με βάση τις τιμές F και P που υπολογίστηκαν στην ανάλυση της διασποράς (F=7,120 και P=0,048) διαπιστώνουμε

ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές, ενώ από τη σύγκριση των μέσων τιμών με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD_{5%}) είναι φανερό ότι διαφέρουν σημαντικά μόνο ο μάρτυρας με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων.

Πίνακας 3.29. Βάρος των 1000 σπόρων (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 26 Ιουνίου 2023.

Επεμβάσεις	Βάρος 1000 σπόρων (g)
Tritosulfuron/florasulam	54,70 ± 1,35 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	54,87 ± 1,37 α
Αψέκαστος μάρτυρας	49,03 ± 1,60 β
LSD _{5%}	4,614
Τιμές F	7,988
Τιμές P	0,040

Πίνακας 3.30 Η απόδοσή σε σπόρο (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D) στις 29 Ιουνίου 2023.

Επεμβάσεις	Απόδοση (Kg/στρέμμα)
Tritosulfuron/florasulam	219,16 ± 24,44 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	199,18 ± 13,80 α
Αψέκαστος μάρτυρας	124,59 ± 17,53 β
LSD _{5%}	73,344
Τιμές F	7,120
Τιμές P	0,048

3.2.9 Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στους σπόρους

Στο πίνακα 3.31 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μετρήθηκε με τον αναλυτή NIR στους σπόρους των φυτών τα οποία αναπτύχθηκαν στα τεμάχια στα οποία έγινε η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου tritosulfuron/florasulam και είναι μεγαλύτερη από την τιμή στο μίγμα των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό μόνο 3,98%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ($F=0,195$ και $P=0,830$) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επεμβάσεων, αλλά οι διαφορές στις τιμές που καταγράφηκαν είναι αρκετά μικρές.

Πίνακας 3.31. Περιεκτικότητας της πρωτεΐνης (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αγέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα πρωτεΐνης
Tritosulfuron/florasulam	$11,81 \pm 0,37 \alpha$
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	$11,34 \pm 0,59 \alpha$
Αγέκαστος μάρτυρας	$11,66 \pm 0,43 \alpha$
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,195
Τιμές P	0,830

3.2.10 Περιεκτικότητα υγρής και ξηρής γλουτένης στους σπόρους

Υγρή Γλουτένη

Στον πίνακα 3.32 παρατηρείται ότι τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρή γλουτένη την μετρήσαμε στους σπόρους που συγκομίσθηκαν από τα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στο ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam και είναι μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα που καταγράφηκε στον μάρτυρα σε ποσοστό 7,13%.

Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις τιμές F και P (F=0,254 και P=0,787) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές που να είναι στατιστικώς σημαντικές και η μικρότερη με τη μεγαλύτερη τιμή διαφέρουν λιγότερο από 10%. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η περιεκτικότητα της υγρασίας στους σπόρους κατά τη συγκομιδή ήταν 13%.

Πίνακας 3.32 Περιεκτικότητα της υγρής γλουτένης (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στους σπόρους του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα υγρής γλουτένης
Tritosulfuron/florasulam	25,66 $\pm$ 1,73 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	24,05 $\pm$ 1,76 α
Αψέκαστος μάρτυρας	24,83 $\pm$ 1,37 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,254
Τιμές P	0,787

Ξηρή Γλουτένη

Στον πίνακα 3.32 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρή γλουτένη μετρήθηκε στους σπόρους που συγκομίσθηκαν από τα φυτά του σκληρού σιταριού που αναπτύχθηκαν στον αψέκαστο μάρτυρα και είναι μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα που καταγράφηκε στο μίγμα tritosulfuron/florasulam και 2,4-D σε ποσοστό 7,42%. Με βάση τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις τιμές F και P (F=0,254 και P=0,787) διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές που να είναι στατιστικώς σημαντικές και η μικρότερη με τη μεγαλύτερη τιμή διαφέρουν λιγότερο από 10%.

Πίνακας 3.32 Περιεκτικότητα της ξηρής γλουτένης (μέση τιμή $\pm$ τυπικό σφάλμα) στους σπόρους του σκληρού σιταριού στις διάφορες επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, tritosulfuron/florasulam, tritosulfuron/florasulam και 2,4-D).

Επεμβάσεις	Περιεκτικότητα ξηρής γλουτένης
Tritosulfuron/florasulam	9,18 $\pm$ 0,32 α
Tritosulfuron/florasulam και 2,4-D	8,73 $\pm$ 0,75 α
Αψέκαστος μάρτυρας	9,43 $\pm$ 0,39 α
LSD _{5%}	-
Τιμές F	0,421
Τιμές P	0,682

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1 Σκληρό σιτάρι: ανάπτυξη και απόδοση

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία ανέδειξε χρήσιμα συμπεράσματα για τη χημική καταπολέμηση ορισμένων πλατύφυλλων ζιζανίων αλλά και για τη σημασία της αποτελεσματικής καταπολέμηση των ζιζανίων για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Με βάση τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, παρατηρήθηκε ότι το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος το καταγράψαμε στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν τα ζιζανιοκτόνα tritosulfuron/florasulam και tritosulfuron/florasulam + 2,4-D, ενώ το μικρότερο νωπό και ξηρό βάρος μετρήθηκε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα. Ομοίως, ο ανταγωνισμός των ζιζανίων στα τεμάχια του μάρτυρα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των τιμών SPAD. Για τα αλλά αγρονομικά χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν στην μελέτη (αδέλφωμα, ύψος και μήκος στάχυ) δεν αναδείχθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τη ανάλυση της διακύμανσης που πραγματοποιήθηκε. Μη στατιστική επίδραση του ανταγωνισμού των ζιζανίων στο ύψος των φυτών στα τεμάχια του μάρτυρα αναφέρεται και από τους Sparangis et al. (2023). Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι και στις δύο επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων δεν προκλήθηκε φυτοτοξικότητα. Ομοίως, οι Mitkon et al. (2017) σε άλλη εργασία δεν παρατήρησαν πρόκληση τοξικότητας σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού από το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam.

Για υπόλοιπα χαρακτηριστικά (η απόδοση σε σπόρο και το βάρος των 1000 σπόρων) τα οποία αξιολογήθηκαν στην μελέτη καταγράφηκαν αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Η μεγαλύτερη τιμή του βάρους των 1000 σπόρων βρέθηκε να έχουν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το μίγμα tritosulfuron /florasulam + 2,4-D (54,87 g), ενώ τη χαμηλότερη τιμή την είχαν τα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα. Σχετικά με την απόδοση σε σπόρο, στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το tritosulfuron/florasulam βρέθηκε η μεγαλύτερη τιμή (219,16 Kg/στέμμα) η οποία όμως δεν διέφερε στατιστικώς με το μίγμα των δύο ζιζανιοκτόνων, ενώ η μικρότερη απόδοση βρέθηκε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα λόγω του έντονου ανταγωνισμού των πλατύφυλλων ζιζανίων. Η μεγαλύτερη πυκνότητά ζιζανίων παρατηρήθηκε στα τεμάχια του αψέκαστου μάρτυρα (103,7 φυτά m⁻²) (Εικόνα 4.1). Συγκριτικά με τις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων, η απόδοση στα τεμάχια του μάρτυρα ήταν μειωμένη κατά 43,2%. Σε άλλη μελέτη των Sparangis et al. (2023) η απόδοση του σκληρού σιταριού λόγω του

ανταγωνισμού των ζιζανίων στον μάρτυρα μειώθηκε από 13,8 έως 39,4% σε δύο περιοχές όπου πραγματοποιήσαν τα πειράματα.



Εικόνα 4.1. Πυκνότητα των ζιζανίων στα τεμάχια του μάρτυρα.

4.2 Αποτελεσματικότητα των μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων

Με βάση την μελέτη των Mitkon et al. (2017) στην οποία έγινε εφαρμογή σε καλλιέργεια μαλακού (ποικιλίας Enola) των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και amidosulfuron + jodosulfuron βρέθηκε ότι μεταξύ των δύο τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα παρουσίασε το πρώτο ζιζανιοκτόνο. Συγκεκριμένα το ζιζανιοκτόνο tritosulfuron/florasulam παρουσίασε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα κατά των ζιζανίων νεράγκαθο (*Cirsium arvense* L.), παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.) και στελλάρια (*Stellaria media* (L.) Vill.). Σε άλλη εργασία, το tritosulfuron/florasulam βρέθηκε ότι η αποτελεσματικότητά του έναντι του γαϊδουράγκαθου ήταν 80% (Delchev 2020), ενώ στο πείραμα μας η αποτελεσματικότητά του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου έναντι του γαϊδουράγκαθου ήταν περίπου 60%. Σε άλλη εργασία, οι Zand et al. (2007) αναφέρουν ότι το floroxypyr είχε τη μικρότερη αποτελεσματικότητα κατά του γαϊδουράγκαθου, ενώ το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+MCPA καταπολέμησε

πλήρως το συγκεκριμένο ζιζάνιο. Επίσης, οι Karkanis et al. (2022) σε μελέτη δυο ετών βρήκαν ότι τα ζιζανιοκτόνα florasulam/2,4-D και bromoxynil/2,4-D παρουσίασαν μεγάλη αποτελεσματικότητα κατά των πλατύφυλλων ζιζανίων γαϊδουράγκαθο και βρούβα, ενώ στη μελέτη μας το τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη μείωση του πληθυσμού τόσο του γαϊδουράγκαθου όσο και της βρούβας την παρουσίασε ο συνδυασμός tritosulfuron/ florasulam + 2,4-D.

Για τη διαχείριση της βρούβας σε άλλη μελέτη η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε καλλιέργεια σιταριού έναντι της βρούβας σημειώθηκε στα ζιζανιοκτόνα tribenuron-methyl και iodosulfuron/mesosulfuron. Στην εργασία των Zand et al. (2021) στη οποία εφαρμοστήκαν τα ζιζανιοκτόνα mesosulfuron-methyl/iodosulfuron-methyl-sodium (WG), sulfosulfuron/metsulfuron-methyl και bromoxynil/MCPA + clodinafop propargyl μείωσαν σε υψηλό ποσοστό το ζιζάνιο βρούβα. Τέλος, για το ζιζάνιο μυρώνι δεν υπάρχουν πολλές εργασίες όσον αφορά την καταπολέμηση του. Ο Σουίπας (2024) αναφέρει το ζιζανιοκτόνο mesosulfuron/iodosulfuron καταπολέμησε αποτελεσματικά το μυρώνι, ενώ στην μελέτη μας τον μικρότερο πληθυσμό μυρωνιού τον καταγράψαμε εκεί που εφαρμόστηκε ο συνδυασμός των ζιζανιοκτόνων tritosulfuron/florasulam και 2,4-D (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2. Τεμάχιο στο οποίο έχει γίνει εφαρμογή του tritosulfuron/florasulam.

4.3. Συμπεράσματα

Τα κύρια συμπεράσματα του συγκεκριμένου πειράματος που πραγματοποιήθηκε στο Βελεστίνο Μαγνησίας είναι τα εξής:

- ✓ Τα ζιζανιοκτόνα **tritosulfuron+florasulam** και **tritosulfuron/florasulam + 2,4-D** μείωσαν σε υψηλό ποσοστό τη **συνολική πυκνότητα και βιομάζα των ζιζανίων** σε σχέση με τον αψέκαστο μάρτυρα.
- ✓ Η αποτελεσματικότητα του μίγματος **tritosulfuron/florasulam και 2,4-D** έναντι των ζιζανίων **βρούβα, γαϊδουράγκαθο και μυρώνι** ήταν **100%, 99,1%** και **87,7%**, αντίστοιχα.
- ✓ Για το **ξηρό βάρος της καλλιέργειας** και **τιμές SPAD** στα φύλλα του σκληρού σιταριού **σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές** μεταξύ των τριών επεμβάσεων, ενώ σε άλλες παραμέτρους (ύψος, αριθμός αδελφιών) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.
- ✓ Για την **περιεκτικότητα της πρωτεΐνης** στους σπόρους δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές.
- ✓ Η μικρότερη απόδοση σε σπόρο (124,6 Kg/στρέμμα) και το βάρος των 1000 σπόρων (49,03 g) μετρήθηκαν στην επέμβαση του αψέκαστου μάρτυρα.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Almarri N.B., Alghamdi S.S., ElShal M.S. and Afzal M. 2023. Stimating genetic diversity among durum wheat (*Triticum durum* Desf.) landraces using morphological and SRAP markers. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 22, 273–282.
- Álvarez F., Arena M., Auteri D., ...Vianello G., Villamar-Bouza L. 2023. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tritosulfuron. EFSA Journal, 21(8), e08142.
- Alvarez J.B. and Guzmán C. 2013. Spanish ancient wheats: A genetic resource for wheat quality breeding. Advances in Crop Science and Technology, 1, 101.
- Campiglia E., Mancinellia R., De Stefanis E., Pucciarmati S. and Radicetti E. 2015. The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grainquality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. Field Crops Research, 176, 34–44.
- Cancino-García V.J., Ramírez-Prado, J.H. and De-la-Peña, C. 2020. Auxin perception in Agave is dependent on the species' Auxin Response Factors. Scientific Reports, 10(1), 3860.
- Colasuonno P., Marcotuli I., Blanco A., Maccaferri M., Condorelli G.E., Tuberosa R., Parada R., de Camargo A.C., Schwember A.R. and Gadaleta A. 2019. Carotenoid pigment content in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*): An overview of quantitative trait loci and candidate genes. Frontiers in Plant Science, 10, 1347.
- De Girolamo A., Cortese M., Cervellieri S., Lippolis V., Pascale M., Logrieco A.F. and Suman, M. 2019. Tracing the geographical origin of durum wheat by FT-NIR Spectroscopy. Foods, 8, 450.
- Deboer G.J., Thornburgh S. and Her, R.J. 2006. Uptake, translocation and metabolism of the herbicide florasulam in wheat and broadleaf weeds. Pest Management Science, 62, 316-324.
- Delchev G. 2020. Efficacy of some herbicides and herbicide tank mixtures against weeds and self-sown plants in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXIII, No. 1, 216-222.

- Demirpolat A., Dogan G., Baggi E., 2019, Morphological and anatomical investigation of three *Scandix* species from Turkey. Bangladesh Journal of Botany, 48(1), 53-63.
- Dodd 1989. Phenology and seed production of variegated thistle, *Silybum marianum* (L.) Gaertn. in Australia in relation to mechanical and biological control. Weed Research, 29, 255-263.
- Hernandez-Espinosa N., Laddomada B., Payne T., Huerta-Espino J., Govindan V., Ammar K., Ibba M.I., Pasqualone A. and Guzman C. 2020. Nutritional quality characterization of a set of durum wheat landraces from Iran and Mexico. LWT - Food Science and Technology, 124, 109198.
- Jursík M., Kolarova M. and Soukup J. 2023. Control of conventional and Clearfield® volunteer oilseed rape in spring barley., Crop Protection 163 (2023) 106110.
- Kaczmarek, S., Matysiak, K. and Adamczewski, K. 2013. Cereal mixtures-an effective weed management tool. Journal of Plant Protection Research, 53(4), 364-374.
- Karkanis A., Angou A., Athanasiadou D., Giannoulis K. D., Askianaki R., Kousi N., Sarridis A., Souipas S., Karamoutis C., 2022. Using post-emergence herbicides in combination with the sowing date to suppress *Sinapis arvensis* and *Silybum marianum* in durum wheat. Agronomy, 12, 2583.
- Khan M.Z., Blackshaw R.E. and Marwat K.B. 2009, Biology of milk thistle (*Silybum marianum*) and the management options for growers in north-western Pakistan. Weed Biology and Management, 9, 99-105.
- LeClere S., Wu C., Westra P. and Sammons R.D. (2018). Cross-resistance to dicamba, 2,4-D, and fluroxypyr in *Kochia scoparia* is endowed by a mutation in an AUX/IAA gene. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 115(13), E2911-E2920.
- Liopa-Tsakalidi A. 2014. *Scandix pecten-venesis* L., A wild green leafy vegetable. Australian Journal of Crop Science, 8(1), 103-108.
- Melash A.A., Bogale A.A., Mengstu S.G., Aberra D.A., Tsegay A., Mengistu D.K. and 2023. Sustainable management practices for durum wheat production: Analyzing specific agronomic interventions on productivity, grain micronutrient content, and quality. Heliyon, 9, e18733.
- Mitkov A., Neshev N., Yanev M., Tonev T., 2017. Efficacy and selectivity of herbicides for broadleaf weeds control at winter wheat (*Triticum aestivum* L.). 52nd

- Croatian and 12th International Symposium on Agriculture, February 12-17, Dubrovnik, Croatia. pp. 371-375.
- Mohammadi, H. and Ismail B.S. 2018. Effect of herbicides on the density of broad leaf weeds and their effect on the growth and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agronomy, 17(1), 11-17.
- Montemurro P., Fracchiolla M., Lonigro A., 2007, Effects of some environmental factors of seed germination and spreading potential of *Silybum marianum* Gaertner. Italian Journal of Agronomy, 3, 315-320.
- Palma-Bautista C., Rojano-Delgado A.M., Dellaferrera I., Rosario J.M., Vigna M.R., Torra, J. and de Prado, R. 2020. Resistance mechanisms to 2,4-D in six different dicotyledonous weeds around the world. Agronomy, 10, 566.
- Pascual L., Ruiz M., López-Fernández M., Pérez-Peña H., Benavente E., Vázquez J.F., Sansaloni C. and Giraldo P. 2020. Genomic analysis of Spanish wheat landraces reveals their variability and potential for breeding. BMC Genomics, 21, 122.
- Royo C., Nazco R. and 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.
- Sall A.T., Chiari T., Legesse W., Seid-Ahmed K., Oriz R., Van Ginkel M. and Bassi and F.M. 2019. Durum wheat (*Triticum durum* Desf.): Origin, cultivation and potential expansion in sub-saharan Africa. Agronomy, 9(5), 263
- Soltani E., Soltani, A., Galeshi S., Ghaderi-Far, F. and Zeinali E. 2011. Quantifying seed production by volunteer canola (*Brassica napus*) and *Sinapis arvensis*. Planta Daninha, 29, 489-497.
- Sparangis P., Efthimiadou A., Katsenios N., Karkanis A. 2023. Control of resistant false cleavers (*Galium spurium* L.) population to Als-inhibiting herbicides and its impact on the growth and yield of durum wheat. Agronomy, 13, 1087.
- Tu M. and Li Y. 2020, Toward the Genetic Basis and Multiple QTLs of Kernel Hardness in Wheat. Plants, 9, 1631.
- Viecelli M., Pagnoncelli F.B., Trezzi M.M., Cavaleiro B.M. and Gobetti R.C.R. 2019. Response of wheat plants to combinations of herbicides with insecticides and fungicides. Planta Daninha, 37, e019187012.
- Zand E., Baghestani M.A., AghaAlikhani M., Soufizadeh S., Khayami M.M., PourAzar R., Sabeti P., Jamali M., Bagherani N., Forouzesh S., 2010. Chemical control of weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection, 29, 1223-1231.

- Zand E., Baghestani M.A., Soufizadeh S., PourAzar R., Veysi M., Bagherani N., Barjasteh A., Khayami M.M., Nezamabadi N., 2007. Broadleaved weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with post-emergence herbicides in Iran. *Crop Protection*, 26, 746–752.
- Zargar M., Kavhiza N. J., Baya M., Pakina E., 2021, Wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition and control in rain-fed spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 11, 2306.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γιαννοπολίτης Κ.Ν. 2004α. Οδηγός Αναγνώρισης ζιζάνιων της Ελλάδας (Μέρος 1), Γεωργία Κτηνοτροφία.
- Γιαννοπολίτης Κ.Ν. 2004β. Οδηγός Αναγνώρισης ζιζάνιων της Ελλάδας (Μέρος 2), Γεωργία Κτηνοτροφία.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 2020. Ζιζανολογία. Βιολογία και Διαχείριση Ζιζανίων, 5^η Έκδοση, ISBN 978-960-7667-54-0.
- Ζιώγας Β. και Μαρκόγλου Α. 2017. Γεωργική Φαρμακολογία. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις Greenbooks Publications. Αθήνα.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2012. Ειδική Γεωργία, Σιτηρά και Ψυχανθή, Θεσσαλονίκη, ISBN 978-960-357-105-6.
- Σουΐπας Σπ.Δ., 2014. Χαρακτηριστικά βιολογίας, μορφολογίας, ανταγωνιστικότητας, αντιμετώπισης και γεωργίας ακριβείας του ζιζανίου μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστήμων, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος. Διδακτορική διατριβή.