



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

**«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας δυο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων
έναντι πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού»**

Αυγερινός Σαρρίδης



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής

Βόλος, 2021

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας δυο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού»

Σαρρίδης Αυγερινός

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή:

Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής (Μέλος)

Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής (Μέλος)

Βόλος, 2021

Ευχαριστίες

Στον κ. Καρκάνη Ανέστη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και επιβλέπων καθηγητή της πτυχιακής εργασίας μου, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες για τη συνεχή καθοδήγηση, την πολύτιμη βοήθεια τόσο στη πειραματική διαδικασία όσο και στη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας.

Ακόμη, θα ήταν σημαντική παράλειψη να μην ευχαριστήσω τα μέλη της συμβουλευτικής-εξεταστικής επιτροπής, τους καθηγητές του Τμήματος κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο και κ. Νικόλαο Δαναλάτο για τις χρήσιμες υποδείξεις και εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους που συνέβαλαν στη βελτίωση του τελικού κειμένου της πτυχιακής εργασίας μου.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	5
1. Εισαγωγή	6
1.1 Σκληρό σιτάρι (<i>Triticum durum</i> Desf.)	6
1.1.1 Γενικά στοιχεία	6
1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	6
1.1.3 Οικολογικές απαιτήσεις	7
1.1.4 Εχθροί και ασθένειες	8
1.2 Κυριότερα ζιζάνια σίτου	8
1.2.1 Μυρώνι (<i>Scandix pecten-veneris</i> L.)	8
1.2.2 Γαϊδουράγκαθο (<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.)	9
1.2.3 Παπαρούνα (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	10
1.2.4 Σινάπι (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	11
1.3 Αντιμετώπιση ζιζανίων	12
1.3.1 Καλλιεργητικές μέθοδοι	12
1.3.2 Χημική μέθοδος	12
1.3.3 Ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία	13
1.3.3.1 Bromoxynil+2,4-D	13
1.3.3.2 Tribenuron-methyl	13
1.4 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	14
2. Υλικά και μέθοδοι	15
2.1 Πειραματικός αγρός και σχέδιο	15
2.2. Δειγματοληψία-Μετρήσεις	17
2.2.1 Παράμετροι σκληρού σιταριού	17
2.2.2 Παράμετροι ζιζανίων	19
2.3. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων	21
3. Αποτελέσματα	22
3.1 Ύψος	22
3.2 Αριθμός αδελφιών	24
3.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD	26
3.4 Νωπό βάρος	28
3.5 Ξηρό βάρος	30
3.6 Βάρος 1000 σπόρων	32

3.7 Μήκος στάχυ	33
3.8 Απόδοση σε σπόρο	33
3.9 Αριθμός γαϊδουράγκαθου	35
3.10 Αριθμός μυρωνιού	35
3.11 Συνολικός αριθμός ζιζανίων	36
3.12 Ξηρό βάρος γαϊδουράγκαθου	36
3.13 Ξηρό βάρος μυρωνιού	38
3.14 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων	38
4. Συζήτηση	40
4.1. Αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων	40
4.2. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας	41
Βιβλιογραφία	44
Παράρτημα-Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	48

Περίληψη

Ο σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος πεδίου ήταν η μελέτη της αποτελεσματικότητας δυο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων εναντίων πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Πιο συγκεκριμένα, ερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα των δύο ζιζανιοκτόνων στο γαϊδουράγκαθο και στο μυρώνι καθώς και η επίδραση των δύο ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη και την απόδοση σε σπόρο του σιταριού. Το πείραμα υλοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Τμήματος στο Βελεστίνο Μαγνησίας κατά τη περίοδο Νοέμβριο 2018 έως Ιούνιο 2019. Το πείραμα ξεκίνησε με τη σπορά που πραγματοποιήθηκε το 1^ο δεκαπενθήμερο του Νοεμβρίου και στη συνέχεια ο αγρός χωρίστηκε σε τεμάχια με βάση το πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες με 3 μεταχειρίσεις (1. σκαλισμένος μάρτυρας, 2. ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D και 3. ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl) και 3 επαναλήψεις.

Σε όλη την καλλιεργητική περίοδο έγιναν διάφορες μετρήσεις σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Οι πρώτες πραγματοποιήθηκαν στο φυτό του σκληρού σιταριού και αφορούσαν, τη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD), το ύψος, τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό, το νωπό και ξηρό βάρος, ενώ οι δεύτερες για τα ζιζάνια και αφορούσαν το είδος και την πυκνότητα τους. Τα αποτελέσματα μας φανέρωσαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας ενάντια και στο δύο ζιζάνια σημειώθηκε στο bromoxynil+2,4-D, ενώ η μικρότερη στο tribenuron-methyl. Η μελέτη της επίδρασης των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων στην απόδοση σε σπόρο και στην ανάπτυξη των φυτών φανέρωσε μείωση της απόδοσης στο tribenuron-methyl λόγω της μειωμένης αποτελεσματικότητας έναντι των κύριων ζιζανίων, ενώ στο bromoxynil+2,4-D καταγράφηκε υψηλή απόδοση. Επίσης, στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο που ανήκει στη χημική ομάδα των σουλφονουλουριών (tribenuron-methyl) παρατηρήθηκε χλώρωση στα φύλλα του σιταριού, όπως επιβεβαιώθηκε και από την καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (τιμή SPAD) στα φύλλα των φυτών. Τέλος, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο μετρήθηκε και πάλι στο ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D, ενώ δεν καταγράφηκε φυτοτοξικότητα στα φυτά όπου εφαρμόστηκε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Κεφάλαιο 1^ο. Εισαγωγή

1.1. Σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf.)

1.1.1 Γενικά στοιχεία

Το σκληρό σιτάρι είναι τετραπλοειδές είδος και βοτανικά ανήκει στο γένος *Triticum*, της οικογένειας Poaceae. Είναι από τα σπουδαιότερα σιτηρά παγκοσμίως, με την παραγωγή του να ξεπερνά τους 36 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Η μεγαλύτερη παραγωγή σε σκληρό σιτάρι καταγράφεται στη Τουρκία και τον Καναδά με 2 εκατομμύρια τόνους και ακολουθούν η Αλγερία, η Ιταλία και η Ινδία με 1,5 εκατομμύρια τόνους η κάθε μία. Επίσης, η Συρία είχε πολύ μεγάλη παραγωγή, όμως μετά τις πρόσφατες αναταράξεις σημείωσε ραγδαία μείωση. Η Γαλλία, η Ελλάδα, το Μαρόκο, το Πακιστάν, η Πορτογαλία, το Καζακστάν, η Ρωσία, η Ισπανία και η Τυνησία έχουν παραγωγές που κυμαίνονται μεταξύ 500-800 χιλιάδες τόνους (USDA 2015; FAOSTAT 2018).

Η σημαντικότητα του σκληρού σίτου έγκειται στην υψηλή διατροφική του αξία. Χρησιμοποιείται για τη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων. Για ανθρώπινη κατανάλωση, επεξεργάζεται ο καρπός και το σιμιγδάλι που προκύπτει, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμαρικών και αρτοσκευασμάτων (με μίξη αλεύρων). Οι κατώτερης ποιότητας σπόροι και τα υποπροϊόντα του χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή (Dexter and Sarkar 2003, Solah et al. 2016). Επιπλέον, τα στελέχη (άχυρο) του σκληρού σίτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα για καύσιμα και ως χλωρή λίπανση (Carruthers 1986).

1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το σκληρό σιτάρι είναι φυτό ετήσιο και έχει μέτρια ανάπτυξη, καθώς το ύψος του κυμαίνεται από 60 cm (νάνες ποικιλίες) μέχρι 170 cm. Το τελικό ύψος των φυτών εξαρτάται από διάφορες παράγοντες, όπως η ποικιλία και οι εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές πρακτικές και οι κλιματολογικές συνθήκες (Clarke et al. 2005). Αναπτύσσει θυσσανώδες ριζικό σύστημα.

Τα φύλλα είναι επιμήκη και αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός είναι το κατώτερο τμήμα του φύλλου και περιβάλλει το βλαστό, ενώ στο σημείο ένωσης του ελάσματος και του κολεού συναντάμε το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Τα

φύλλα εκφύονται από το στέλεχος σε δύο σειρές απέναντι η μια από την άλλη (δίστοιχη διάταξη). Στην κορυφή του στελέχους υπάρχει το φύλλο σημαία, το οποίο είναι μικρότερο από τα υπόλοιπα και εφοδιάζει τον κόκκο του σιταριού με προϊόντα φωτοσύνθεσης (Παπακώστα - Τασοπούλου 2012). Το στέλεχος είναι κυλινδρικό, εσωτερικά συμπαγές με μεσογονάτια διαστήματα (Clarke et al. 2002). Από τη βάση του στελέχους εκφύονται τα αδέρφια, τα οποία βοηθούν στην στήριξη του φυτού και σχετίζονται με την απόδοση της καλλιέργειας. Ο αριθμός των αδελφιών που σχηματίζονται σε κάθε φυτό του σκληρού σιταριού εξαρτάται από την ποικιλία, τις καλλιεργητικές πρακτικές, τις κλιματολογικές συνθήκες και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (Παπακώστα - Τασοπούλου 2012). Τα άνθη είναι αυτογονιμοποιούμενα και είναι τοποθετημένα εναλλάξ πάνω στην ράχη της ταξιανθίας, η οποία είναι στάχυς (Δαναλάτος 2005).

1.1.3 Οικολογικές απαιτήσεις

Η καλλιέργεια σκληρού σίτου εντοπίζεται από το 55°B μέχρι το 40°N γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή από τον Καναδά μέχρι την Αργεντινή (Palamarchuk 2005). Γενικά, προσαρμόζεται από ξηρά μέχρι και υγρά κλίματα, ιδανικά όμως για την καλλιέργεια του είναι περιοχές με Εύκρατο κλίμα, με ζεστές ημέρες και δροσερά βράδια, ιδίως κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η ιδανική θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων είναι γύρω στους 15°C, ωστόσο μπορεί να βλαστήσουν σε εύρος θερμοκρασίας 2-25°C (Bozzini 1988). Το μεγαλύτερο μέρος του σκληρού σιταριού που παράγεται στον κόσμο καλλιεργείται την άνοιξη ή τον χειμώνα, γιατί οι συνθήκες είναι ιδανικές για την ανάπτυξη του (Domnez et al. 2000, Schilling et al. 2003).

Όσον αφορά τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, προτιμά ιλλοπηλώδη και αργιλοπηλώδη εδάφη, με ουδέτερο ως ελαφρώς αλκαλικό pH με τιμές 6,7 - 7,8. Ωστόσο, μπορεί να προσαρμοστεί σε ποικίλα εδάφη από μέσης σύστασης έως βαριά εδάφη, αρκεί να έχουν καλή στράγγιση. Ενώ, τα όξινα εδάφη είναι ακατάλληλα για την καλλιέργεια του. Σχετικά με τις απαιτήσεις σε υγρασία και νερό, ιδανικές για την καλλιέργεια σκληρού σίτου είναι περιοχές με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 375-775 mm. Το φυτό έχει τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό την περίοδο καλάμωμα έως την άνθηση των φυτών (Παπακώστα - Τασοπούλου 2012).

1.1.4 Εχθροί και ασθένειες

Ο σκληρός σίτος, όπως και το σιτάρι γενικότερα, προσβάλλεται από εχθρούς και ασθένειες. Οι κυριότεροι εχθροί της καλλιέργειας είναι έντομα, ωστόσο τα πτηνά και τα ποντίκια μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες στην παραγωγή. Οι σημαντικότεροι εντομολογικοί εχθροί είναι οι αγροτίδες ή καραφατμέ (*agrotis spp*) ο ζαβρός των σιτηρών (*Zabrus tenebrionides*), ο κριόκερος των σιτηρών (*Lema malanopus*) και οι ακρίδες (ιδιαίτερα τα είδη *Calliptamus italicus* L. και *Doclostaurus maroccanus*) (ΥπΑΑΤ 2013). Από τις μυκητολογικές ασθένειες οι κυριότερες είναι καστανή σκωρίαση του σίτου που οφείλεται στον μύκητα *Puccinia recondita* Dietel & Holw., ο γραμμωτός άνθρακας, ο δαυλίτης και οι σεπτοριώσεις (Θανασουλόπουλος 1996, ΥπΑΑΤ 2013).

1.2 Κυριότερα ζιζάνια σίτου

Ορισμένα σημαντικά πλατύφυλλα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον συγκεκριμένο αγρό όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα πεδίου είναι το σινάπι, το μυρώνι, η παπαρούνα και το γαϊδουράγκαθο.

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

Το μυρώνι είναι ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο (Εικόνα 1.1) των χειμερινών σιτηρών. Είναι ποώδες φυτό δικοτυλήδονο και φτάνει σε ύψος 20-30 cm (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Αναπτύσσεται σε ασβεστούχα, αργιλώδη και πηλώδη εδάφη, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και εδαφική υγρασία. Ωστόσο, σε όξινα εδάφη περιορίζεται η ανάπτυξη του. Η αναπαραγωγή του γίνεται με σπόρους και η διασπορά του μηχανικά μέσω του ανθρώπου και των ζώων, ενώ έχει μικρή ικανότητα αυτοδιασποράς. Πληροφορίες σχετικά με την πυκνότητα του ζιζανίου και τις απώλειες που προκαλεί δεν υπάρχουν στην διεθνή βιβλιογραφία. Ωστόσο, εκτός από τις απώλειες που προκαλεί λόγω ανταγωνισμού, είναι ξενιστής αφίδων και ασθενειών, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν και την καλλιέργεια σίτου (Σουΐπας, 2014).



Εικόνα 1.1. Φυτά μρωνιού με σύνθετα πτεροσχιδή φύλλα και πολύ στενές κοτυληδόνες.

1.2.2 Γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)

Το γαϊδουράγκαθο είναι ετήσιο ή διετές, πλατύφυλλο ποώδες φυτό (Εικόνα 1.2). Συχνά εμφανίζεται ως ζιζάνιο στα πέριξ του χωραφιού σε πολλές καλλιέργειες. Τα φυτά γαϊδουράγκαθου έχουν όρθια ανάπτυξη και μπορούν να φτάσουν σε ύψος 1,5 m (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Αναπτύσσεται σε διάφορους τύπους εδαφών, αλλά ευδοκμεί σε καλά στραγγιζόμενα αμμώδη ως αργιλώδη εδάφη που περιέχουν μέτρια ποσότητα οργανικής ύλης. Ενώ ακατάλληλα για το συγκεκριμένο είδος είναι τα αλατούχα-αλκαλικά εδάφη με κακή στράγγιση. Τα άνθη του φυτού είναι ερμαφρόδιτα και ο πολλαπλασιασμός του γίνεται με σπόρο. Όταν έχει γίνει κατεργασία του εδάφους και απομάκρυνση των υπολειμμάτων, τότε δεν προκαλούνται μεγάλα προβλήματα στις καλλιέργειες σίτου. Αξίζει να σημειωθεί πως ως φυτό και ιδιαίτερα οι σπόροι του έχουν εξαιρετικές φαρμακευτικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται στη φαρμακοβιομηχανία (ουσία σιλυμαρίνη) αλλά και για ανθρώπινη κατανάλωση (αφεψηήματα) (Kumar and Jnanesha 2017; Arampatzis et al. 2019).



Εικόνα 1.2. Φυτά γαϊδουράγκαθου με τις χαρακτηριστικές λευκές περιοχές στο φύλλο.

1.2.3 Παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.)

Η κοινή παπαρούνα είναι ετήσιο, πλατύφυλλο ζιζάνιο (Εικόνα 1.3) των χειμερινών σιτηρών. Είναι δικοτυλήδονο φυτό με όρθια ανάπτυξη το οποίο φτάνει σε ύψος 60 cm (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τα φυτά αναπαράγονται μηχανικά με σπόρους, οι οποίοι έχουν μικρή ικανότητα αυτοδιασποράς. Η βλάστηση των σπόρων γίνεται από το φθινόπωρο μέχρι και τέλος του χειμώνα. Αναπτύσσεται καλύτερα σε ασβεστούχα, πηλώδη και αργιλώδη εδάφη, πλούσια σε εδαφική υγρασία και θρεπτικά στοιχεία. Συχνά, χρησιμοποιείται και ως φυτό δείκτης των μη όξινων εδαφών. Τα φυτά παπαρούνας αναπτύσσουν βαθύ πασσαλώδες ριζικό σύστημα με πολλές διακλαδώσεις, με αποτέλεσμα να ανταγωνίζονται τα φυτά του σιταριού σε θρεπτικά στοιχεία (Κιαδήμου 2019).



Εικόνα 1.3. Φυτά παπαρούνας στο στάδιο της ροζέτας.



Εικόνα 1.4. Φυτό σιναπιού στο στάδιο της ροζέτας.

1.2.4 Σινάπι (*Sinapis arvensis* L.)

Το σινάπι είναι ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο (Εικόνα 1.4) των χειμερινών σιτηρών και απαντάται σε διάφορες περιοχές. Τα φυτά του είδους είναι δικοτυλήδονα και φτάνουν σε ύψος τα 80 cm. Προτιμά κυρίως πλούσια σε ασβέστιο και υγρασία

καλά αεριζόμενα γόνιμα εδάφη. Επίσης, χρησιμοποιείται και ως φυτό δείκτης για οργανικά και μη όξινα εδάφη. Η αναπαραγωγή του γίνεται με σπόρους. Η βλάστηση των σπόρων γίνεται από το φθινόπωρο μέχρι και τέλος της άνοιξης. Αποτελεί ένα από τα πιο επιβλαβή ζιζάνια, καθώς λόγω της ισχυρής πασσαλώδους ρίζας που διαθέτει με πολλές πλευρικές ρίζες ανταγωνίζεται το σιτάρι σε θρεπτικά στοιχεία. Σε μεγάλες πυκνότητες προκαλεί μείωση της απόδοσης και της ποιότητας (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Konstantinou, 2016).

1.3 Αντιμετώπιση ζιζανίων

1.3.1 Καλλιεργητικές μέθοδοι

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στηρίζεται κυρίως στην εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Παρόλο αυτά οι καλλιεργητικές μέθοδοι μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στην ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων στη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Μερικές καλλιεργητικές μέθοδοι διαχείρισης των ζιζανίων που εφαρμόζονται ευρέως στη συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι η εναλλαγή των καλλιεργειών, η πυκνή σπορά, ο χρόνος σποράς και η επιλογή ανταγωνιστικών ποικιλιών που παρουσιάζουν καλό αδέλωμα (Karkanis et al. 2016).

1.3.2 Χημική μέθοδος

Η χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων περιλαμβάνει την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Αυτά μπορεί να επηρεάζουν συγκεκριμένα φυτά (εκλεκτικά), να εφαρμόζονται στο έδαφος πριν την σπορά της καλλιέργειας (προσπαρτικά), ή πριν το φύτευμα της καλλιέργειας (προφυτρωτικά) ή μετά τη βλάστηση της καλλιέργειας μεταφυτρωτικά. Στα χειμερινά σιτηρά τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται κυρίως μεταφυτρωτικά (Karkanis et al. 2011).

Η χημική μέθοδος είναι γρήγορη, αποτελεσματική και δεν καταστρέφει τη δομή του εδάφους. Εκτός από τα θετικά, η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων έχει και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία συνδέονται με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και την εμφάνιση ανθεκτικότητας. Γενικά, συστήνεται η εναλλαγή ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης για να μην αναπτυχθεί ανθεκτικότητα από τα ζιζάνια σε κάποια συγκεκριμένη χημική ένωση. Ορισμένα ζιζανιοκτόνα που έχουν έγκριση για

χρήση σε καλλιέργεια σκληρού σίτου στην Ελλάδα είναι τα παρακάτω: 2,4-D, aminopyralid, bromoxynil, chlorotoluron, chlorsulfuron, clodinafop-probargyl, dicamba, diclofop-methyl, diflufenican, fenoxaprop-P-ethyl, florasulam, mecoprop-p, pendimethalin, pinoxaden, pyroxsulam, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl και tritosulfuron (ΥπΑΑΤ 2020). Τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ή αγρωστωδών ζιζανίων. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται πληροφορίες για ορισμένα ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

1.3.3 Ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία

1.3.3.1 Bromoxynil+2,4-D

Το bromoxynil και το 2,4-D εφαρμόζονται συχνά ως μείγμα μεταφυτρωτικά για την αντιμετώπιση των πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες σιταριού (Veisi and Moeini 2019, Veisi et al. 2019, Knossow et al. 2020). Το 2,4-D είναι γνωστό ότι επιδρά στα ζιζάνια όπως και οι φυσικές αυξίνες, συσσωρεύεται στα ακραία του βλαστού και της ρίζας προκαλώντας παραμορφώσεις και το bromoxynil ανήκει στα νιτρίλια και δρα επηρεάζοντας το φωτοσύστημα II (Janů and Lovecká 2014, Ελευθεροχωρινός 2014). Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες, η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου bromoxynil κατάφερε να αντιμετωπίσει με υψηλή αποτελεσματικότητα διάφορα πλατύφυλλα ζιζάνια σε καλλιέργεια σιταριού (Zand et al. 2010).

1.3.3.2 Tribenuron-methyl

Το tribenuron-methyl είναι ένα μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται τις τελευταίες δεκαετίες για την αντιμετώπιση σημαντικών πλατύφυλλων ζιζανίων στο σκληρό σιτάρι, στο μαλακό σιτάρι, στο κριθάρι, στον ηλίανθο και στην ελιά (Ελευθεροχωρινός 2014, Mukherjee et al. 2015, Nosratti et al. 2020). Το tribenuron-methyl είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο, ενώ απορροφάτε κυρίως από τα φύλλα των ζιζανίων φύλλωμα και δευτερευόντως από τη ρίζα τους. Επίσης, μετακινείται προς τα ακραία μεριστώματα των βλαστών παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη τους. Όσον αφορά τον τρόπο δράσης είναι γνωστό ότι παρεμποδίζει το ένζυμο οξεικογαλακτική συνθάση (ALS) το οποίο είναι απαραίτητο για τη βιοσύνθεση αμινοξέων διακλαδιζόμενης αλυσίδας (λευκίνη, ισολευκίνη και βαλίνη) (Ελευθεροχωρινός 2014). Σε εργασία των

Mukherjee et al. (2015) σε καλλιέργεια σίτου η επέμβαση με το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μείωσε σημαντικά την εμφάνιση των πλατύφυλλων ζιζανίων.

1.4. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Κύριος σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος πεδίου είναι η αξιολόγηση 2 μεταφωτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι διάφορων πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού στη περιοχή της Θεσσαλίας. Τέλος, είναι σημαντική η μελέτη της ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος και της απόδοσης σε σπόρο του σκληρού σιταριού στις επεμβάσεις των μεταφωτρωτικών ζιζανιοκτόνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός και σχέδιο

Το πείραμα πεδίου υλοποιήθηκε σε αγρό του Τμήματος στο Βελεστίνο. Το έδαφος του αγρού όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα χαρακτηρίζεται ως αμμοαργιλοπηλώδες με περιεκτικότητα σε άργιλο, άμμο και ιλύ 26%, 38% και 36%, αντίστοιχα, ενώ ως προς την οξύτητα του χαρακτηρίζεται ως ελαφρά αλκαλικό με $pH=7,4$. Το συγκεκριμένο πείραμα ξεκίνησε στις 13-11-2018 όπου και σπάρθηκε ο πειραματικός αγρός (Εικόνα 2.1) με σκληρό σιτάρι (*Triticum durum* Desf. Cv. Simeto). Η σπορά έγινε μηχανικά με σπαρτική μηχανή χειμερινών σιτηρών. Ορισμένα χαρακτηριστικά της ποικιλίας Simeto που καλλιεργήθηκε στο συγκεκριμένο αγρό είναι τα εξής:

- ✓ Πρώιμη
- ✓ Μέτριο ύψος φυτών
- ✓ Μέτριο αδελφωμα
- ✓ Ανθεκτικότητα στο πλάγιασμα
- ✓ Μαύρα άγανα



Εικόνα 2.1. Καλλιέργεια του σκληρού σιταριού στο στάδιο του αδελώματος.

Για την προετοιμασία του εδάφους πραγματοποιήθηκε άροση σε βάθος 25 cm στο δεκαπενθήμερο του Σεπτεμβρίου, ενώ το 1^ο δεκαπενθήμερο του Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία της σποροκλίνης με κατεργασία με καλλιεργητή.

Η σπορά του σιταριού έγινε σε σειρές με μεταξύ τους απόσταση τα 18 cm και ποσότητα σπόρου τα 26 Kg/στρέμμα. Κατά τη σπορά έγινε βασική λίπανση με εφαρμογή του σύνθετου λιπάσματος 16-20-0 (N-P₂O₅-K₂O). Στη συνέχεια, ο αγρός χωρίστηκε σε τεμάχια (Εικόνα 2.2) με βάση το πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες με 3 επαναλήψεις και 3 μεταχειρίσεις.

- ✓ **Μεταχείριση 1/Σκαλισμένος μάρτυρας:** πραγματοποιήθηκε καταπολέμηση των ζιζανίων με σκαλίσματα.
- ✓ **Μεταχείριση 2/Ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D:** Σκεύασμα Brominal Nuevo. Δόση σκευάσματος 150 ml /στρέμμα.
- ✓ **Μεταχείριση 2/Ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl.** Σκεύασμα Granstar 50 SG. Δόση 3 g/στρέμμα.

Για την πραγματοποίηση του ψεκασμού (19 Μαρτίου 2019) των δύο ζιζανιοκτόνων που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ψεκαστήρας ακριβείας με μπεκ σκούπας και όγκο ψεκασμού 30 L/στρέμμα. Στις 20 Φεβρουαρίου του 2019 πραγματοποιήθηκε επιφανειακή εφαρμογή του λιπάσματος ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) σε ποσότητα 30 Kg/στρέμμα. Η διασπορά του λιπάσματος πραγματοποιήθηκε με το χέρι ομοιόμορφα σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.



Εικόνα 2.2. Διαμόρφωση του αγρού σε τεμάχια.

2. Δειγματοληψία-Μετρήσεις

2.2.1 Παράμετροι σκληρού σιταριού

Για το σιτάρι πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις στον πειραματικό αγρό, στις 2-4 - 2019 , 17-4-2019 και στις 7-5-2019, ενώ η συγκομιδή έγινε στις 19-6-2019. Τα χαρακτηριστικά του σιταριού τα οποία καταγράφηκαν είναι τα εξής :

- **Ύψος (cm)** : Οι μετρήσεις του ύψους της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν σε 5 τυχαία φυτά ανά τεμάχιο με τη χρήση μέτρου, ξεκινώντας το μέτρημα από την αρχή του βλαστού μέχρι και το υψηλότερο σημείο του φυτού. Στη τελευταία μέτρηση ως ανώτερο σημείο λήφθηκε η άκρη του στάχυ (Εικόνα 2.3.).



Εικόνα 2.3. Μέτρηση του ύψους των φυτών.

- **Αριθμός αδελφιών/φυτό:** Η μέτρηση του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού πραγματοποιήθηκε σε 5 τυχαία φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο.

- **Νωπό βάρος (Kg/στρ) :** Για τον προσδιορισμού του βάρους των φυτών κόπηκαν 30 cm της καλλιέργειας πάνω στη γραμμή σποράς από κάθε τεμάχιο σε τυχαίο σημείο με τη βοήθεια χάρακα και κλαδευτηριού. Κατόπιν, τα φυτά τοποθετήθηκαν σε αριθμημένα σακουλάκια και ζυγίστηκαν στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας του με τη χρήση ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας.
- **Ξηρό βάρος (Kg/στρ):** Για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους των φυτών του σκληρού σιταριού μεταφέρθηκαν τα σακουλάκια με τα νωπά φυτά του σκληρού σιταριού, τα οποία ήδη ζυγίστηκαν, στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας και τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για ξήρανση στους 60°C για 4 ημέρες. Έπειτα, ζυγίστηκαν με τη βοήθεια ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας .
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η καταγραφή της συγκεκριμένης παραμέτρου έγινε με το φορητό όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.). Το φορητό όργανο αυτό τοποθετήθηκε σε τυχαία φύλλα από κάθε πειραματικό τεμάχιο και υπολογίστηκε η μέση τιμή για κάθε τεμάχιο. Το παραπάνω όργανο (Εικόνα 2.4) μετράει αναλογικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης σε τιμές SPAD.
- **Μήκος στάχυ (cm):** Η μέτρηση του μήκους του στάχυ πραγματοποιήθηκε με τη χρήση χάρακα, όπου μετρήθηκαν 10 τυχαίοι στάχεις από κάθε πειραματικό ορθογώνιο τεμάχιο και στη συνέχεια υπολογίστηκε η τελική τιμή ως ο μέσος όρος των 10 μετρήσεων.



Εικόνα 2.4. Όργανο μέτρηση της χλωροφύλλης σε τιμές SPAD.

- **Απόδοση σπόρου (Kg/στρέμμα):** Η απόδοση του σπόρου μετρήθηκε μετά τις 19-6-2019 όπου και πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή της καλλιέργειας με πειραματική θεριζοαλωνιστική μηχανή (πλάτος θερισμού 1,4 m).
- **Βάρος 1000 σπόρων (g):** Μετά τη μηχανική συγκομιδή μετρήθηκε το βάρος των σπόρων της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού. Με τη γνώση του βάρους των 1000 σπόρων μπορούμε να βρούμε την ποσότητα του σπόρου που θα πρέπει να σπαρθεί σε ένα στρέμμα έτσι ώστε να έχουμε καλή πυκνότητα της καλλιέργειας.

2.2.2 Παράμετροι ζιζανίων

Σε κάθε ορθογώνιο πειραματικό τεμάχιο δημιουργήθηκε σε τυχαίο σημείο ένα τετράγωνο με πλευρές μήκους για την μέτρηση παραμέτρων της ζιζανιοχλωρίδας. Πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση ζιζανίων στις 7-5-2019 δηλαδή στις 49 ημέρες μετά τον ψεκασμό (HME) όπου πραγματοποιήθηκε όπως αναφέρθηκε παραπάνω στις

19 Μαρτίου (Εικόνα 2.6). Σε κάθε πειραματικό τετράγωνο και θέση δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκαν η εξής μετρήσεις :



Εικόνα 2.5. Μηχανικός θερισμός της καλλιέργειας (Ιούνιος 2019).

- **Συνολικός αριθμός ζιζανίων (αριθμός/m²) :** αφού καταγράφηκαν ο αριθμός ανά είδος ζιζανίου στη προστέθηκαν για να βγει το συνολικό αποτέλεσμα από κάθε τεμάχιο έτσι ώστε να δούμε τη δραστηριότητα του κάθε ζιζανιοκτόνου που χρησιμοποιήθηκε.
- **Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (Kg/στρέμμα) :** Για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους μεταφέρθηκαν τα σακουλάκια με τα νωπά φυτά των ζιζανίων σε κλίβανο για ξήρανση στους 60°C για 4 ημέρες. Έπειτα, ζυγίστηκαν με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής ζυγαριάς ακριβείας.
- **Μυρόνι (*Scandix pectin-veneris*) και γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum*):** Για τα είδη αυτά μετρήθηκε με την παραπάνω διαδικασία ο αριθμός και το ξηρό βάρος.



Εικόνα 2.6. Στάδιο της καλλιέργειας και των ζιζανίων κατά τον ψεκασμό.

2.3. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων στον αγρό και στο εργαστήριο έγινε η επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12. Η στατιστική ανάλυση περιλάμβανε 2 στάδια:

1. Ανάλυση της διακύμανσης

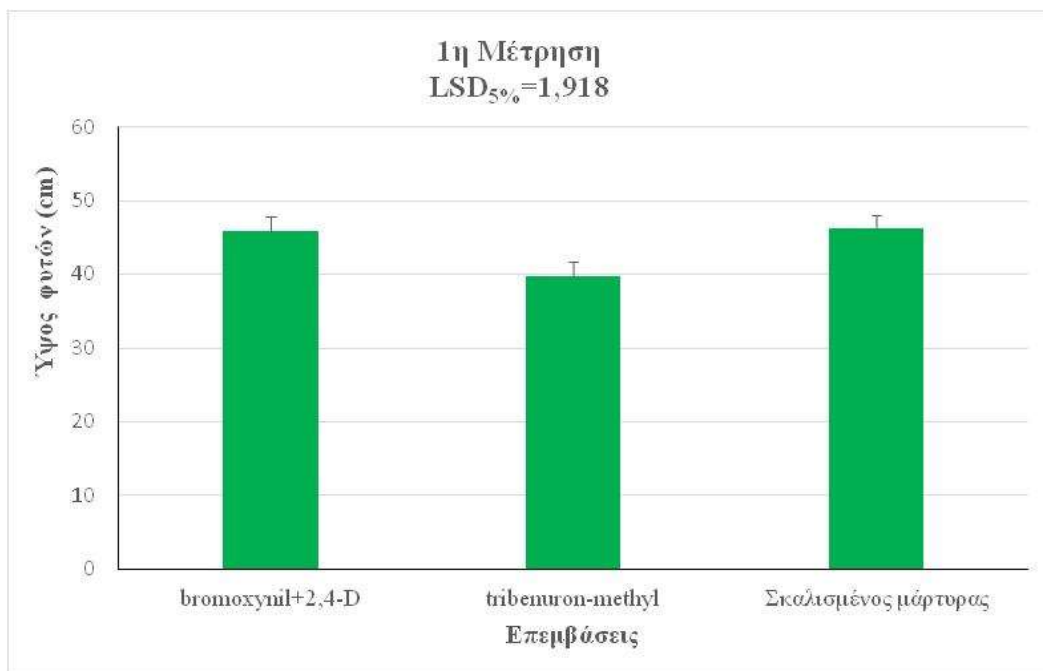
2. Σύγκριση των μέσων τιμών των επεμβάσεων του πειράματος με τη στατιστική δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD, $P=5\%$). Το 2^ο στάδιο πραγματοποιήθηκε μόνο στις περιπτώσεις εκείνες όπου το 1^ο στάδιο έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Ύψος

1^η Μέτρηση

Στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού κατά την πρώτη αξιολόγηση (2/4/2019) του ύψους των φυτών οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα (46,2 cm), ενώ το μικρότερο ύψος σημειώθηκε στα τεμάχια που εφαρμόσαμε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl (39,8 cm). Μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του tribenuron-methyl καθώς και ανάμεσα στα ζιζανιοκτόνα προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ αντίστοιχα ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 1).

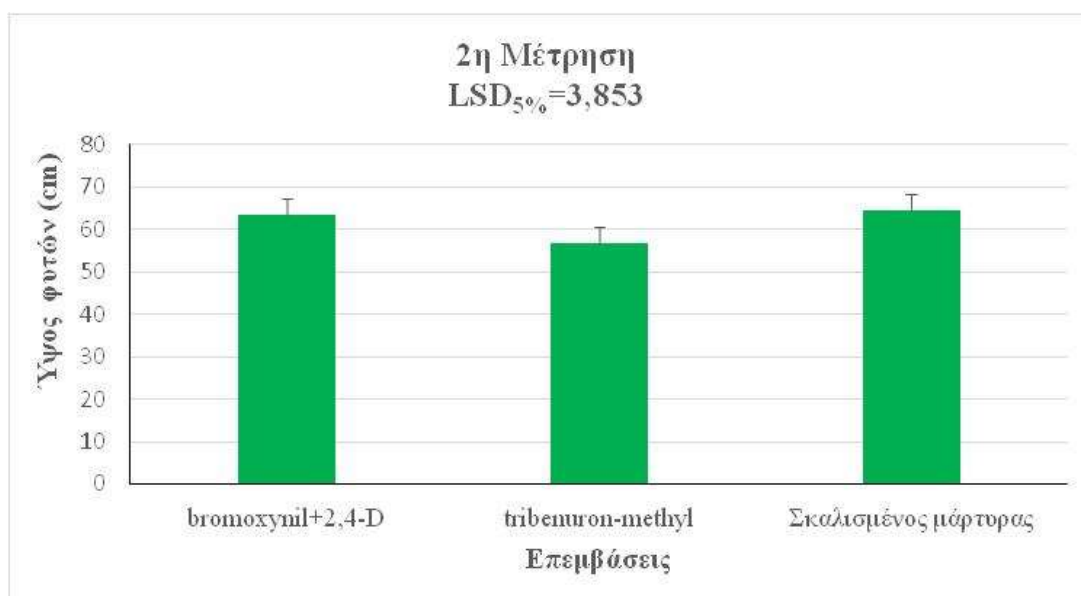


Διάγραμμα 1. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ύψος των φυτών του σιταριού στις 2/4/2019.

2^η Μέτρηση

Στη δεύτερη καταγραφή (17/4/2019) του ύψους των φυτών οι μεγαλύτερες τιμές διαπιστώθηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα (64,4 cm), ενώ το μικρότερο ύψος εντοπίστηκε στα τεμάχια που εφαρμόσαμε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl (56,8

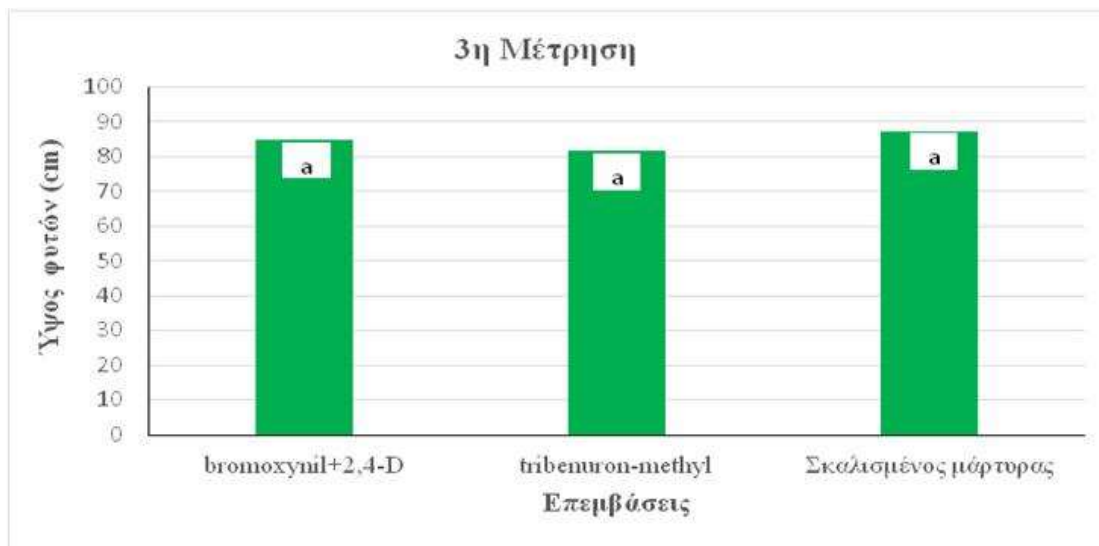
cm). Ανάμεσα στον σκαλισμένο μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl, όπως αντίστοιχα και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 2). Τέλος, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 2. Επίδραση δυο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ύψος των φυτών του σιταριού στις 17/4/2019.

3^η Μέτρηση

Στη διάρκεια της τρίτης μέτρησης (7/5/2019) του ύψους των φυτών οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίστηκαν και πάλι στον σκαλισμένο μάρτυρα (87,1 cm), ενώ το μικρότερο ύψος σημειώθηκε στο tribenuron-methyl (81,8 cm). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως στην τελευταία μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα και στις 3 μεταχειρίσεις του πειράματος (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3. Επίδραση δύο μεταφυτωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ύψος των φυτών του σιταριού στις 07/5/2019.

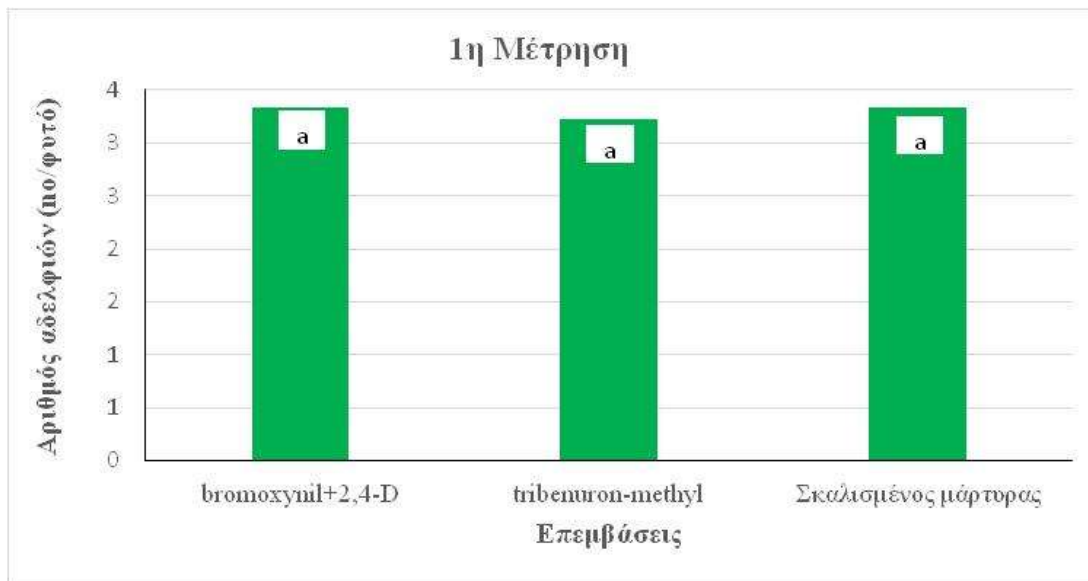
3.2 Αριθμός αδελφιών

1^η Μέτρηση

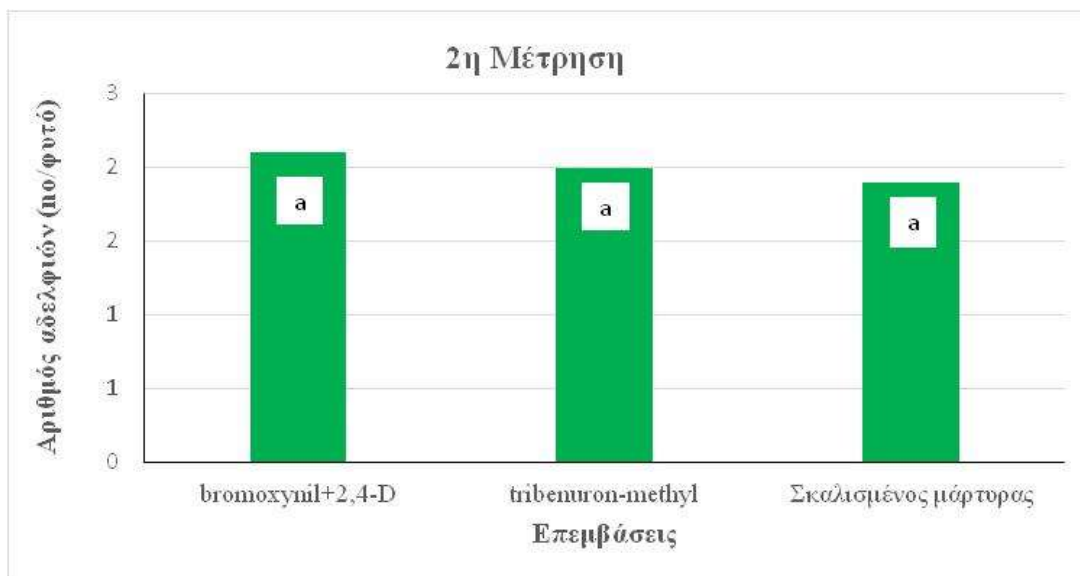
Στη 1^η αξιολόγηση του αδελφώματος του σιταριού οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίστηκαν εξίσου στον σκαλισμένο μάρτυρα και τη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D (3,3 αδέρφια/φυτό), όμως δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος (Διάγραμμα 4).

2^η Μέτρηση

Οι μεγαλύτερες τιμές στη δεύτερη καταγραφή του αδελφώματος των φυτών του σιταριού διαπιστώθηκε στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D (2,1 αδέρφια/φυτό), ενώ το μικρότερο αδελφωμα εμφανίστηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (1,9 αδέρφια/φυτό), όμως όπως και στην 1^η μέτρηση η στατιστική ανάλυση φανέρωσε μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 4. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο αδελφωμα των φυτών στις 17/4/2019.

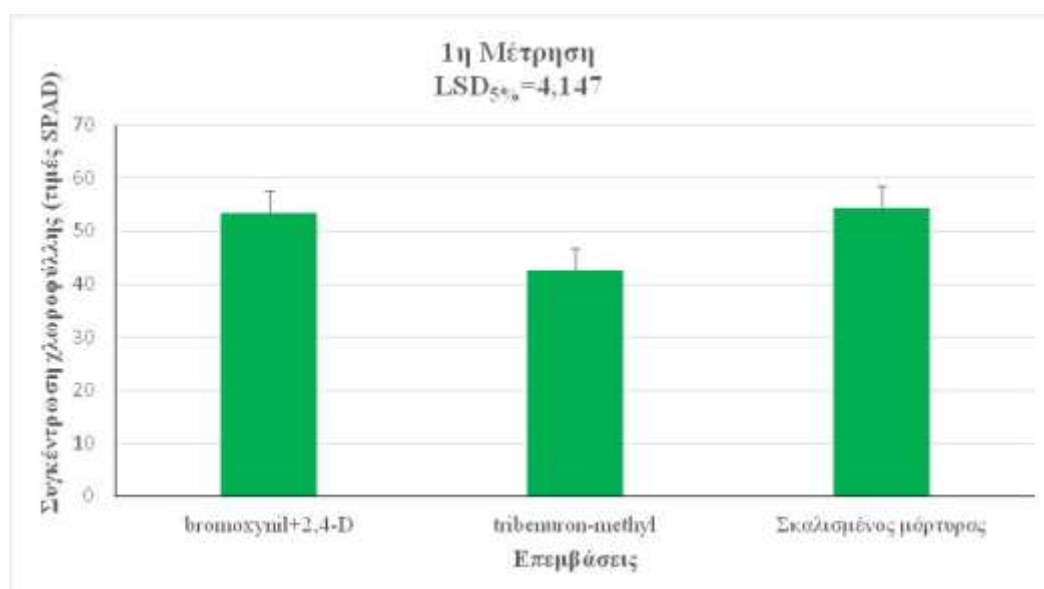


Διάγραμμα 5. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο αδελφωμα των φυτών στις 7/5/2019.

3.3 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD

1^η Μέτρηση

Στη πρώτη καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης του σιταριού οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίστηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα (54,4 τιμή SPAD), ενώ η χαμηλότερη τιμή χλωροφύλλης διαπιστώθηκε στα τεμάχια που εφαρμόσαμε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl (42,7 τιμή SPAD). Μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου tribenuron-methyl, όπως και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντιθέτως, ανάμεσα στο bromoxynil+2,4-D και το σκαλισμένο μάρτυρα δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6.

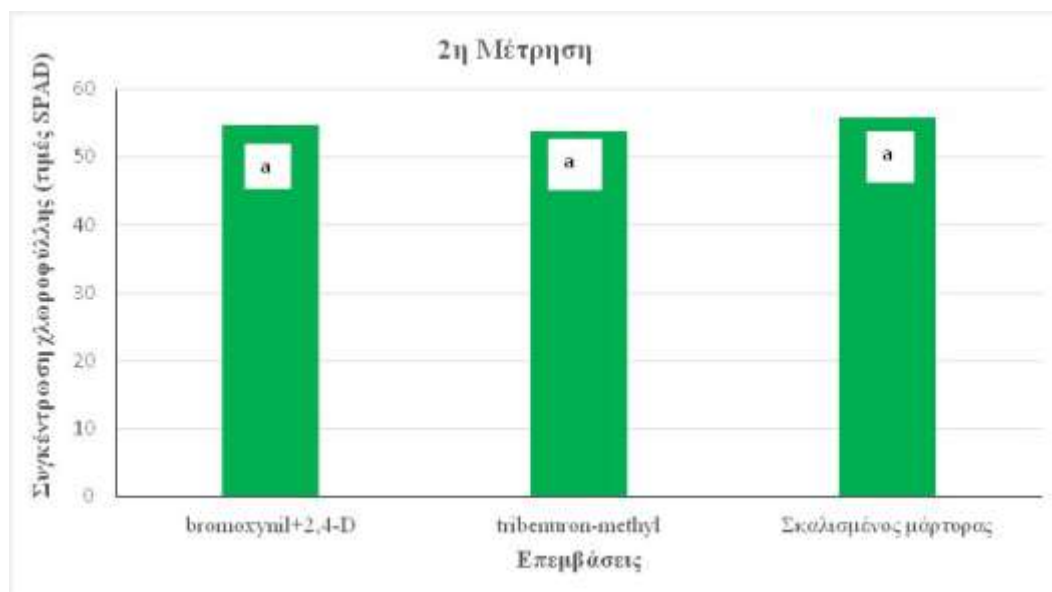


Διάγραμμα 6. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του σιταριού στις 2/4/2019.

2^η Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης του σιταριού που παρουσιάζεται στο διάγραμμα 7, οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στο σκαλισμένο μάρτυρα (55,9 τιμή SPAD), ενώ η χαμηλότερη τιμή της σημειώθηκε στα τεμάχια που εφαρμόσαμε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl (53,7 τιμή SPAD). Όμως

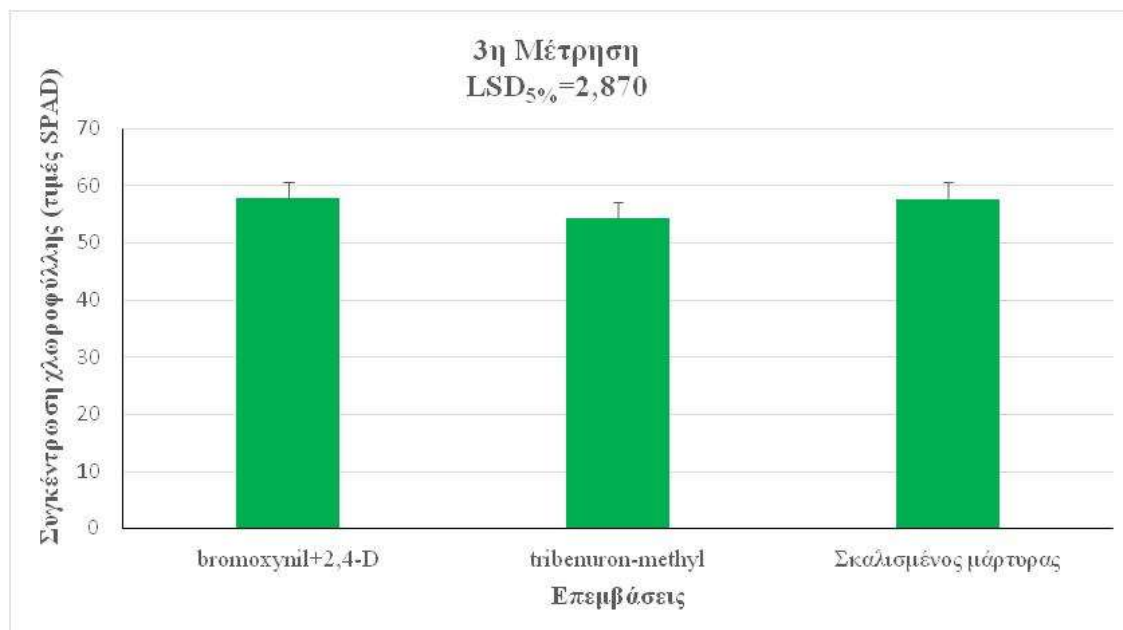
πρέπει να τονισθεί ότι η στατιστική ανάλυση δεν φανέρωσε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 7. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του σιταριού στις 17/4/2019.

3^η Μέτρηση

Οι μεγαλύτερες τιμές στην τρίτη καταγραφή της χλωροφύλλης στα φύλλα του σιταριού παρατηρήθηκαν αυτή την φορά στο bromoxynil+2,4-D (57,9 τιμή SPAD), αντιθέτως η χαμηλότερη τιμή χλωροφύλλης σημειώθηκε στα τεμάχια που εφαρμόσαμε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl (54,3 τιμή SPAD). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ των μεταχειρίσεων σκαλισμένος μάρτυρας και tribenuron-methyl, αλλά και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα. Όσον αφορά τις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας η ανάλυση των δεδομένων φανέρωσε ότι δεν σημειώθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ τους (Διάγραμμα 8).



Διάγραμμα 8. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του σιταριού στις 7/5/2019.

3.4 Νωπό βάρος

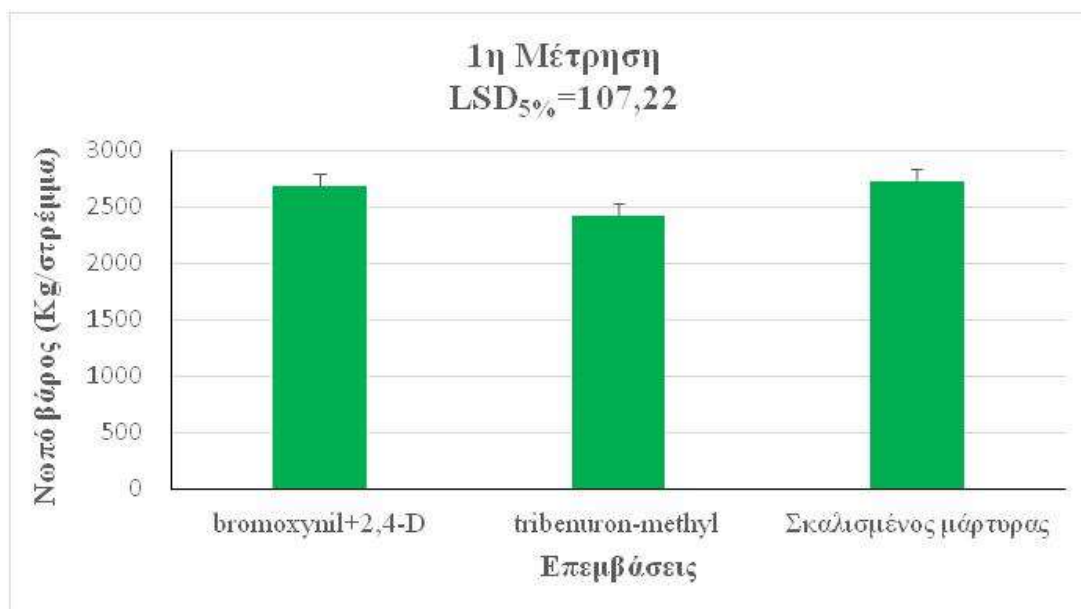
1^η Μέτρηση

Στην 1η καταγραφή του νωπού βάρους του σιταριού οι υψηλότερες τιμές μετρήθηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα (2732,1 Kg/στρέμμα), όμως η μικρότερη τιμή του βάρους διαπιστώθηκε στο tribenuron-methyl (2418,3 Kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της συγκεκριμένης παραμέτρου έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις σκαλισμένος μάρτυρας και tribenuron-methyl, όπως και ανάμεσα στις δύο χημικές μεταχειρίσεις. Αντιθέτως, μεταξύ του bromoxynil+2,4-D και του σκαλισμένου μάρτυρα δεν εντοπίστηκαν διαφορές (Διάγραμμα 9).

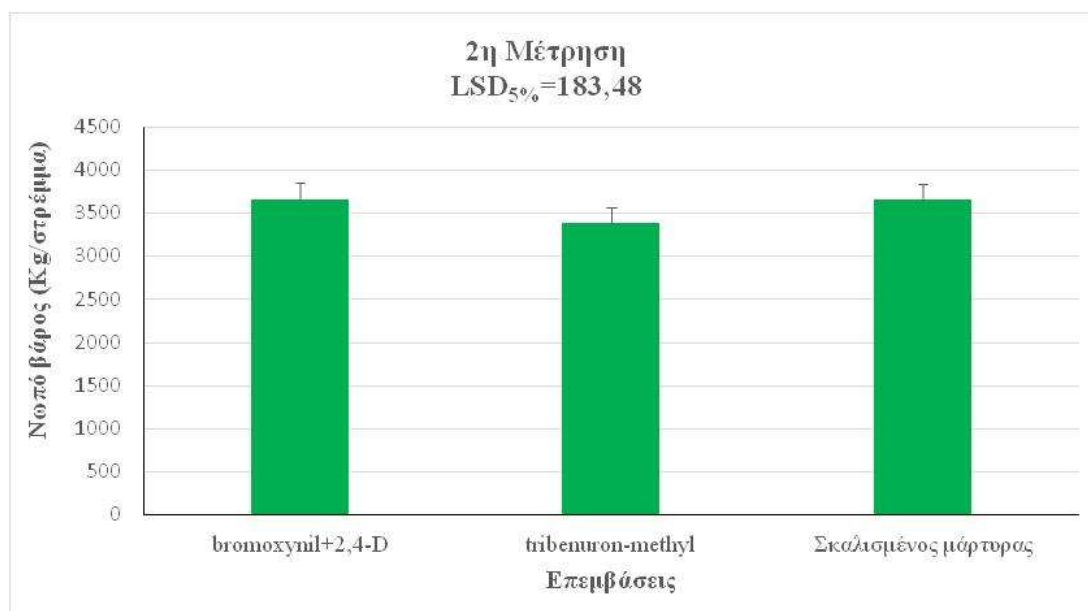
2^η Μέτρηση

Οι υψηλότερες τιμές στην δεύτερη μέτρηση του νωπού βάρους του σιταριού σημειώθηκαν στο μείγμα bromoxynil+2,4-D (3664 Kg/στρέμμα) και η μικρότερη τιμή στο tribenuron-methyl (3387,2 Kg/στρέμμα). Στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν ανάμεσα στον σκαλισμένο μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο tribenuron-

methyl όπως και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τη συγκεκριμένη παράμετρο ανάμεσα στο bromoxynil+2,4-D και τον σκαλισμένο μάρτυρα όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 10.



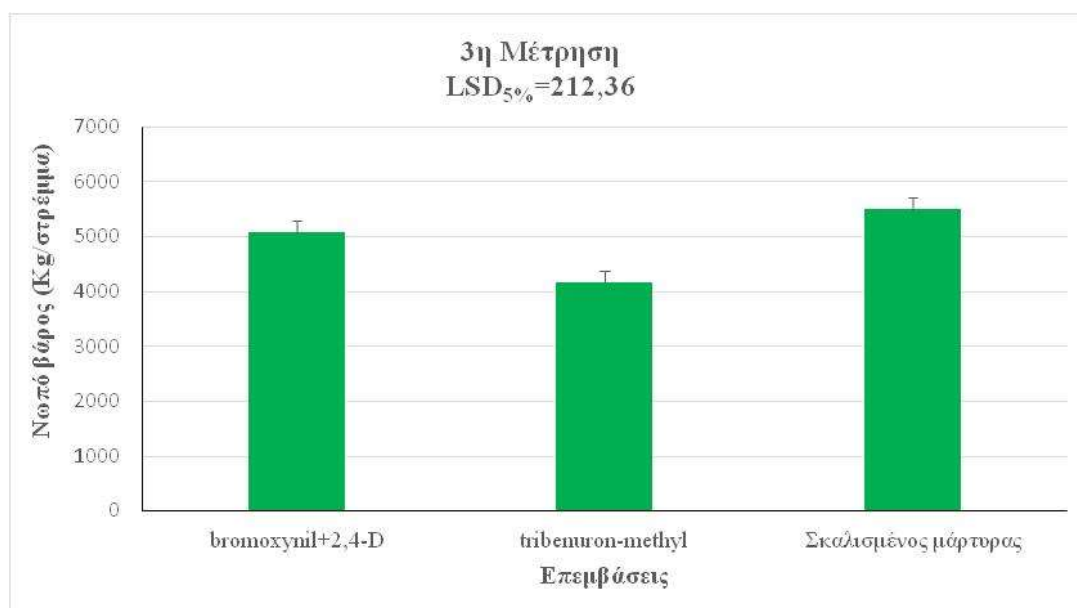
Διάγραμμα 9. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο νωπό βάρος του σιταριού στις 2/4/2019.



Διάγραμμα 10. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο νωπό βάρος του σιταριού στις 17/4/2019.

3^η Μέτρηση

Κατά την τρίτη μέτρηση του νωπού βάρους του σιταριού, οι υψηλότερες τιμές μετρήθηκαν στα τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα (5502,2 Kg/στρέμμα), ενώ η μικρότερη τιμή του προέκυψε στη μεταχείριση tribenuron-methyl (4163,2 Kg/στρέμμα). Τέλος, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις σκαλισμένος μάρτυρας και tribenuron-methyl καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 11.

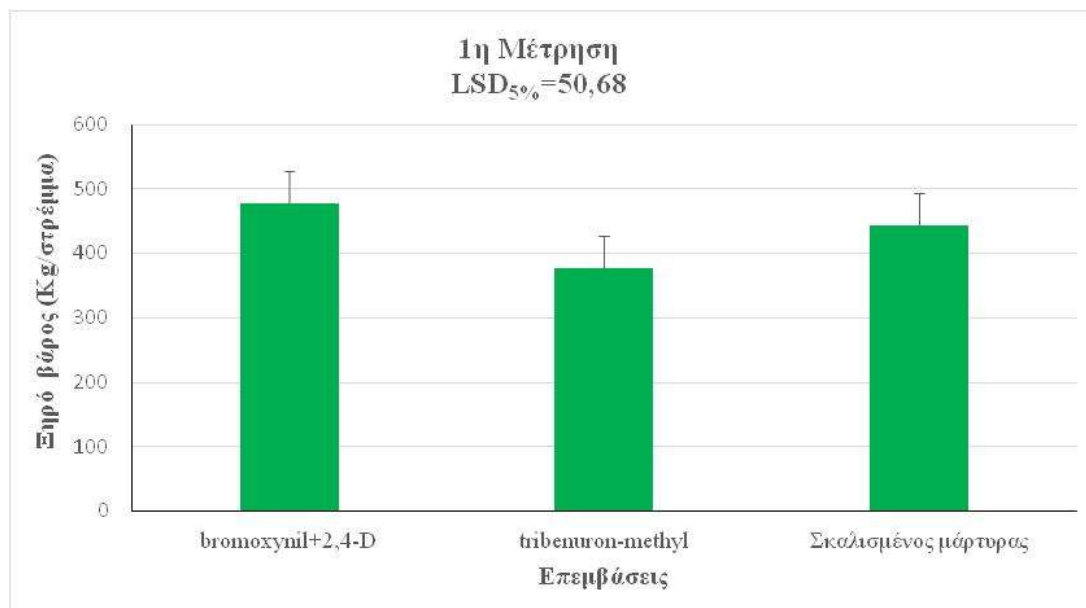


Διάγραμμα 11. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο νωπό βάρος του σιταριού στις 7/5/2019.

3.5 Ξηρό βάρος

1^η Μέτρηση

Η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους σιταριού στην πρώτη μέτρηση (Διάγραμμα 12) παρουσιάστηκε στο μείγμα bromoxynil+2,4-D (478,3 Kg/στρέμμα), ενώ στο tribenuron-methyl μετρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές της συγκεκριμένης παραμέτρου (376,8 Kg/στρέμμα). Η στατιστική ανάλυση φανέρωσε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του tribenuron-methyl και των άλλων μεταχειρίσεων, ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



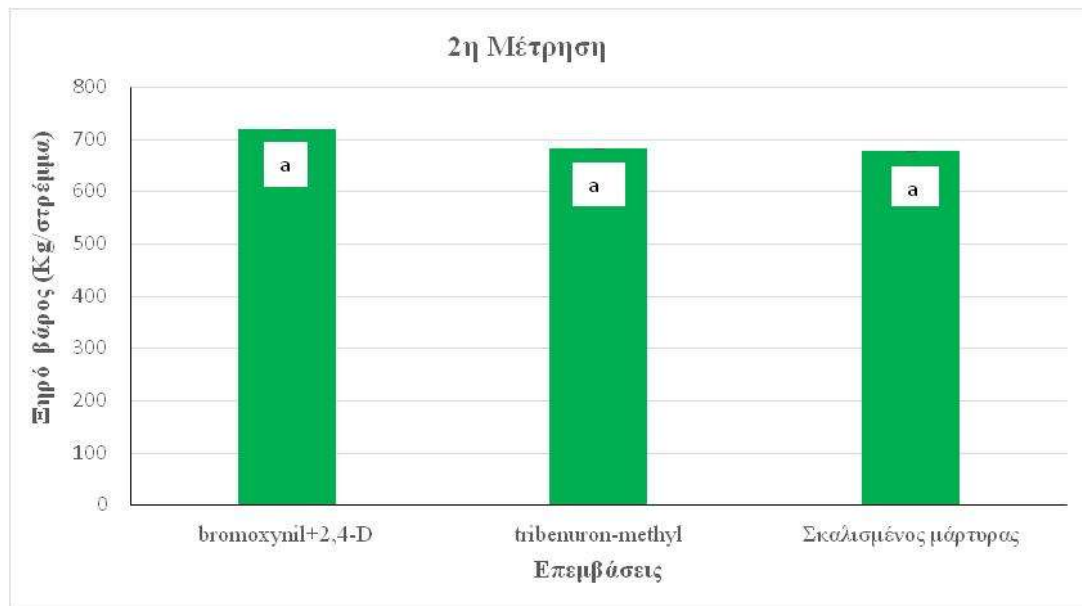
Διάγραμμα 12. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ξηρό βάρος του σιταριού στις 2/4/2019.

2^η Μέτρηση

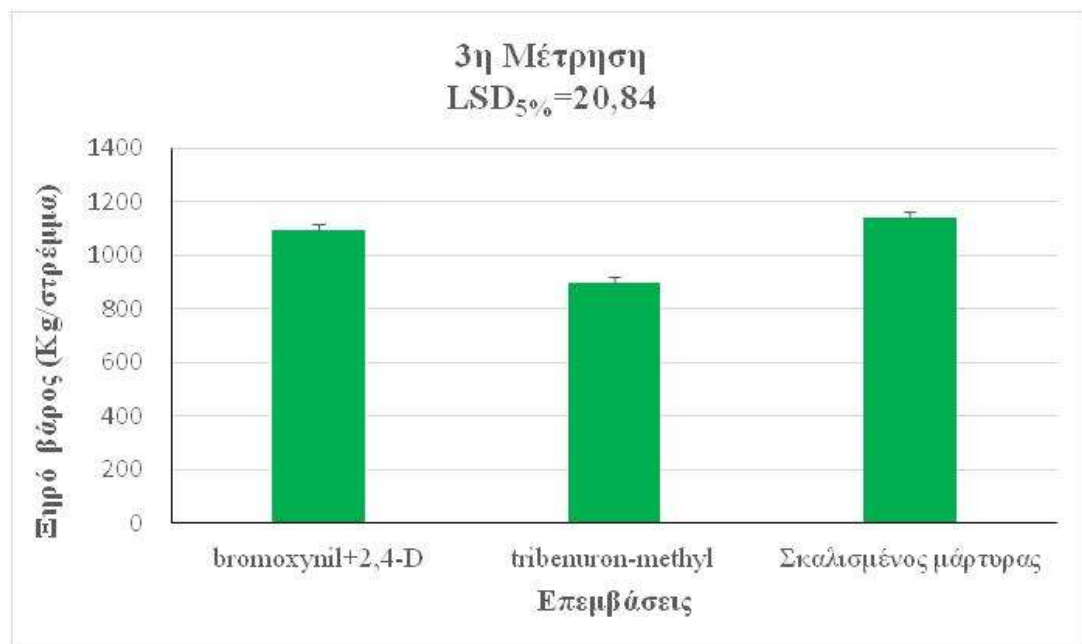
Το υψηλότερο ξηρό βάρος της δεύτερης μέτρησης σημειώθηκε στο μείγμα bromoxynil+2,4-D (719,2 Kg/στρέμμα), ενώ το μικρότερο βάρος μετρήθηκε στον σκαλισμένο μάρτυρα (678,3 Kg/στρέμμα). Ωστόσο, η στατιστική ανάλυση δεν φανέρωσε διαφορές ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις του συγκεκριμένου πειράματος.

3^η Μέτρηση

Στη τελευταία δειγματοληψία, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στο σκαλισμένο μάρτυρα (1142,4 Kg/στρέμμα) και το χαμηλότερο ξηρό βάρος στην μεταχείριση του tribenuron-methyl (897,5 Kg/στρέμμα). Η στατιστική ανάλυση έδειξε διαφορές μεταξύ και των τριών μεταχειρίσεων του συγκεκριμένου πειράματος.



Διάγραμμα 13. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ξηρό βάρος του σιταριού στις 17/4/2019.

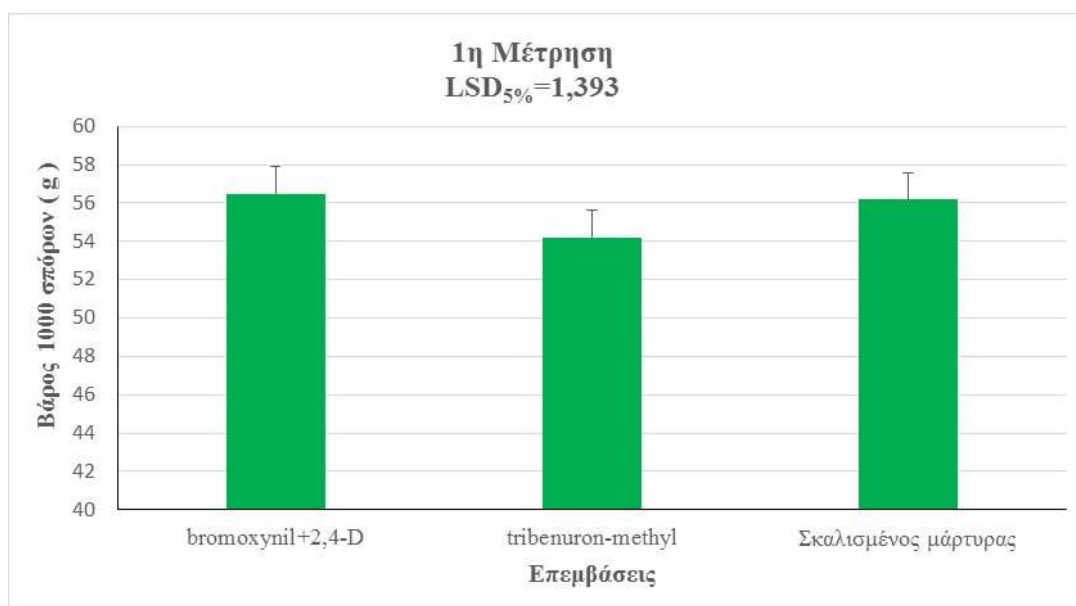


Διάγραμμα 14. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ξηρό βάρος του σιταριού στις 7/5/2019.

3.6 Βάρος 1000 σπόρων

Οι υψηλότερες τιμές για το βάρος των 1000 σπόρων μετρήθηκαν στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D (56,49 g), ενώ το μικρότερο βάρος στην επέμβαση tribenuron-

methyl (54,47 g). Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις σκαλισμένος μάρτυρας και bromoxynil+2,4-D (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 15. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο βάρος των 1000 σπόρων του σιταριού.

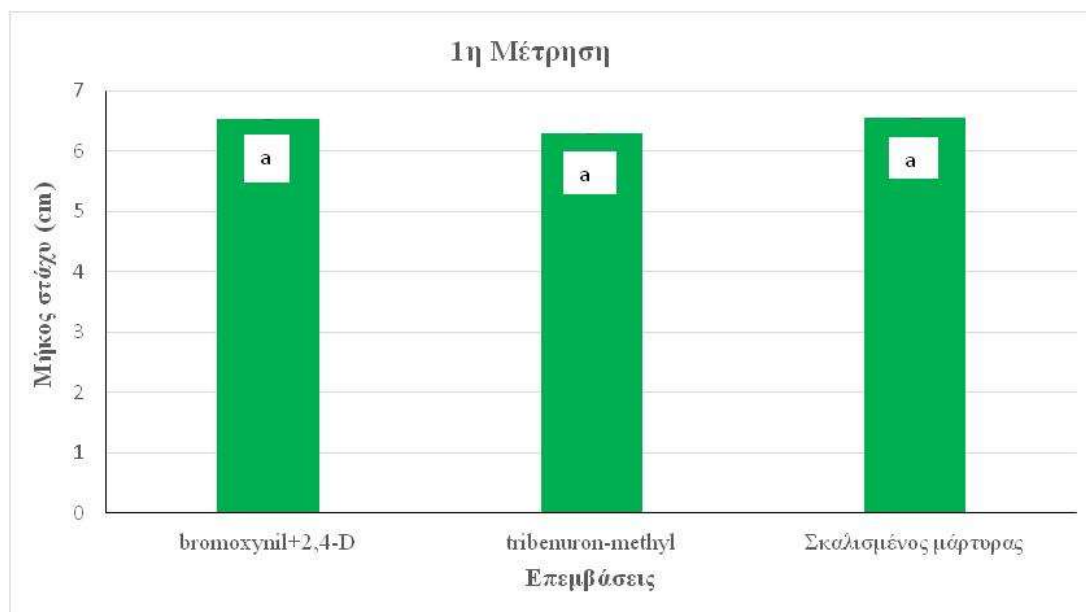
3.7 Μήκος στάχυ

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν πως το μεγαλύτερο μήκος στάχυ βρέθηκε στο σκαλισμένο μάρτυρα (6,6 cm), ενώ το μικρότερο μήκος στάχυ στην επέμβαση με tribenuron-methyl (6,3 cm). Όμως όπως έδειξε η στατιστική ανάλυση δεν φανέρωσε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις του πειράματος (Διάγραμμα 16).

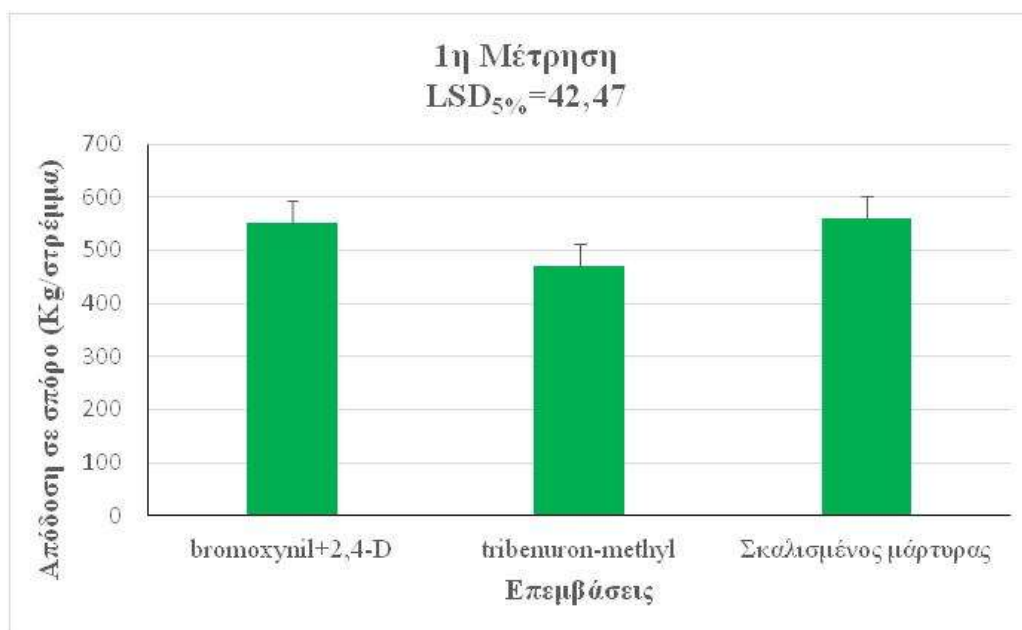
3.8 Απόδοση σε σπόρο

Η υψηλότερη απόδοση σε σπόρο σημειώθηκε στα τεμάχια του σκαλισμένου μάρτυρα (560,1 Kg/στρέμμα), ενώ η χαμηλότερη απόδοση εντοπίστηκε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (470,9 Kg/στρέμμα). Σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τη συγκεκριμένη παράμετρο τόσο μεταξύ των μεταχειρίσεων tribenuron-methyl και σκαλισμένος μάρτυρας, όσο και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα. Επίσης,

δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας.



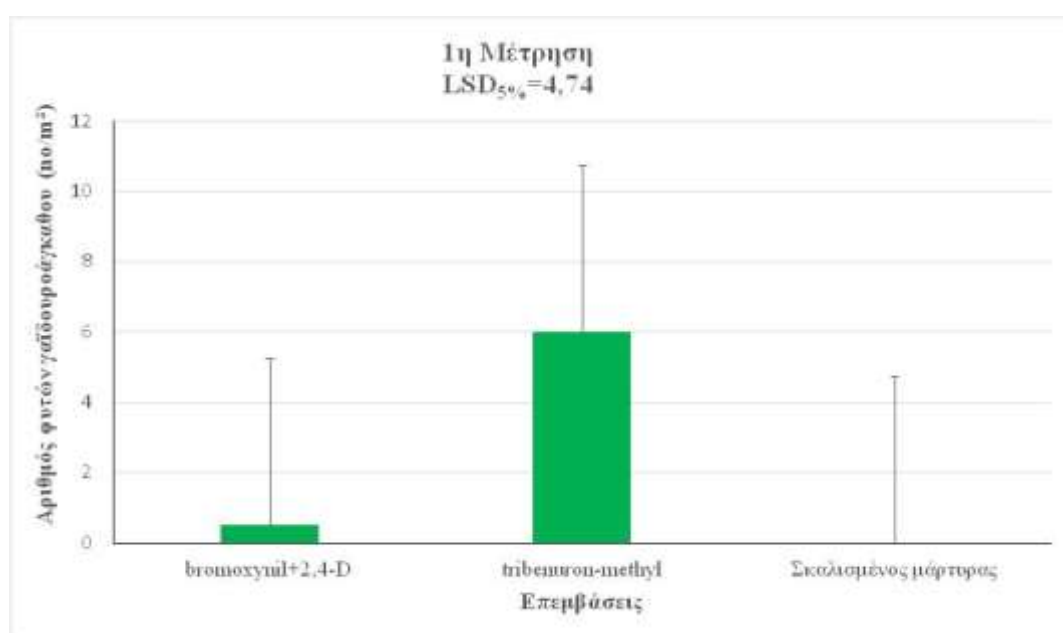
Διάγραμμα 16. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο μήκος των στάχων του σιταριού.



Διάγραμμα 17. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στην απόδοση σε σπόρο του σιταριού.

3.9 Αριθμός γαϊδουράγκαθου

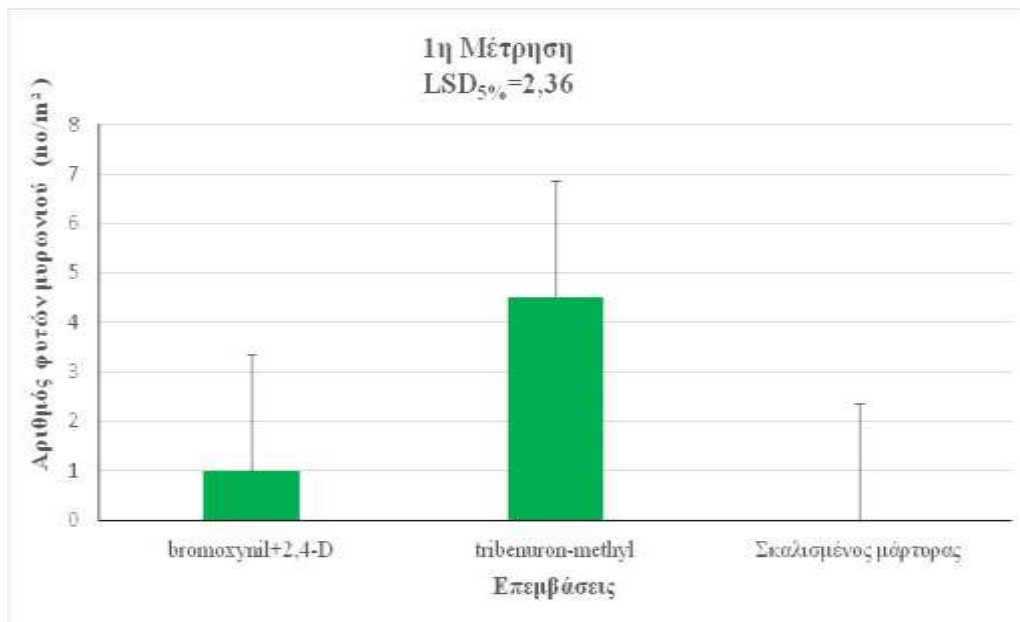
Ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών του γαϊδουράγκαθου διαπιστώθηκε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (6,0 φυτά/m²) και ο μικρότερος αριθμός βρέθηκε στο τεμάχιο του σκαλισμένου μάρτυρα (0 φυτά/m²). Επίσης, καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο ανάμεσα στο ζιζανιοκτόνου tribenuron-methyl και το σκαλισμένο μάρτυρα, όσο και μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων. Δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας.



Διάγραμμα 18. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στον αριθμό φυτών του γαϊδουράγκαθου.

3.10 Αριθμός μυρωνιού

Στην μέτρηση για τον αριθμό του μυρωνιού, ο μεγαλύτερος αριθμός φυτών εντοπίστηκε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (4,5 φυτά/m²) ενώ ο μικρότερος παρατηρήθηκε στο τεμάχιο του σκαλισμένου μάρτυρα (0 φυτά/m²). Η στατιστική ανάλυση για τη συγκεκριμένη παράμετρο φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο ανάμεσα στις μεταχειρίσεις tribenuron-methyl και σκαλισμένος μάρτυρας, όσο και μεταξύ των δύο ζιζανιοκτόνων. Ωστόσο, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν αναδείχθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές



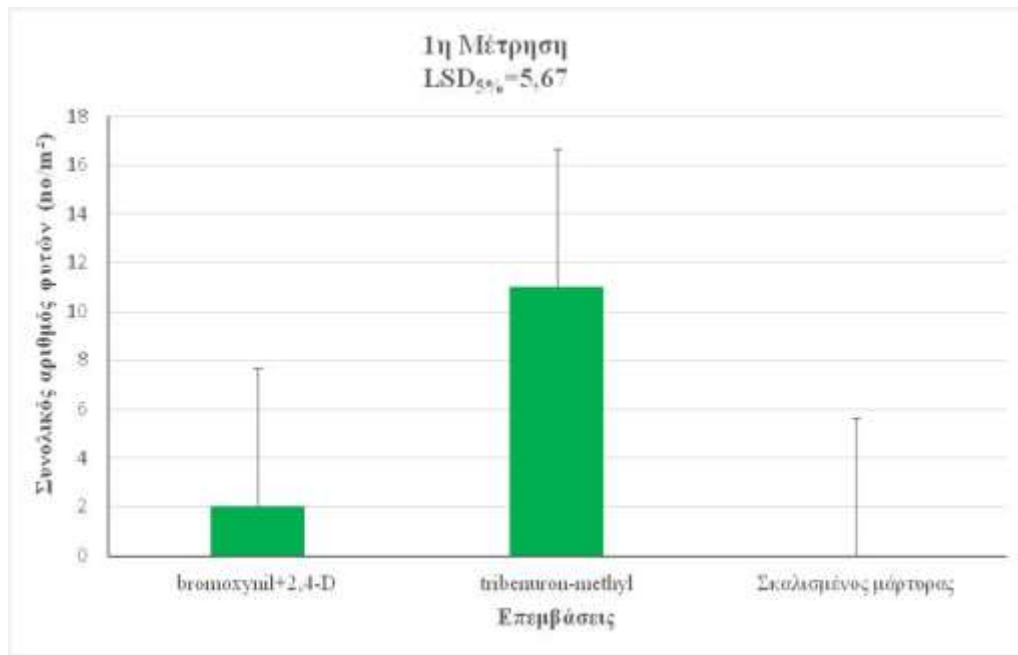
Διάγραμμα 19. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στον αριθμό του μυρωνιού.

3.11 Συνολικός αριθμός ζιζανίων

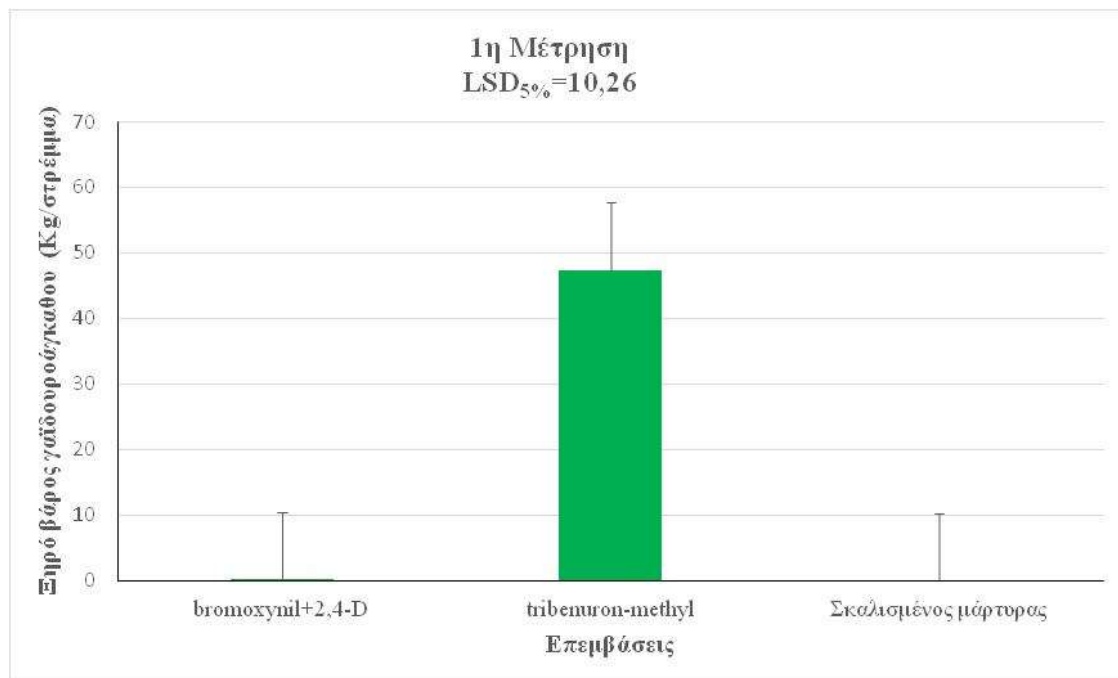
Η μεγαλύτερη πυκνότητα όλων των ειδών των ζιζανίων μετρήθηκε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (11,0 φυτά/μ²) και ο μικρότερος αριθμός τους στον σκαλισμένο μάρτυρα (0 φυτά/μ²). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο ανάμεσα στις μεταχειρίσεις tribenuron-methyl και σκαλισμένος μάρτυρας, όσο και μεταξύ των δύο χημικών επεμβάσεων. Επιπρόσθετα πρέπει να σημειωθεί πως δεν αναδείχθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας (Διάγραμμα 20).

3.12 Ξηρό βάρος γαϊδουράγκαθου

Για το ζιζάνιο γαϊδουράγκαθο η μεγαλύτερη τιμή του ξηρού βάρους υπολογίστηκε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (47,5 Kg/στρέμμα), ενώ στον σκαλισμένο μάρτυρα καταγράφηκε η χαμηλότερη τιμή ξηρού βάρους (0 Kg/στρέμμα). Η στατιστική ανάλυση φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl και τις άλλες μεταχειρίσεις, ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν διαπιστώθηκαν διαφορές όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 21.



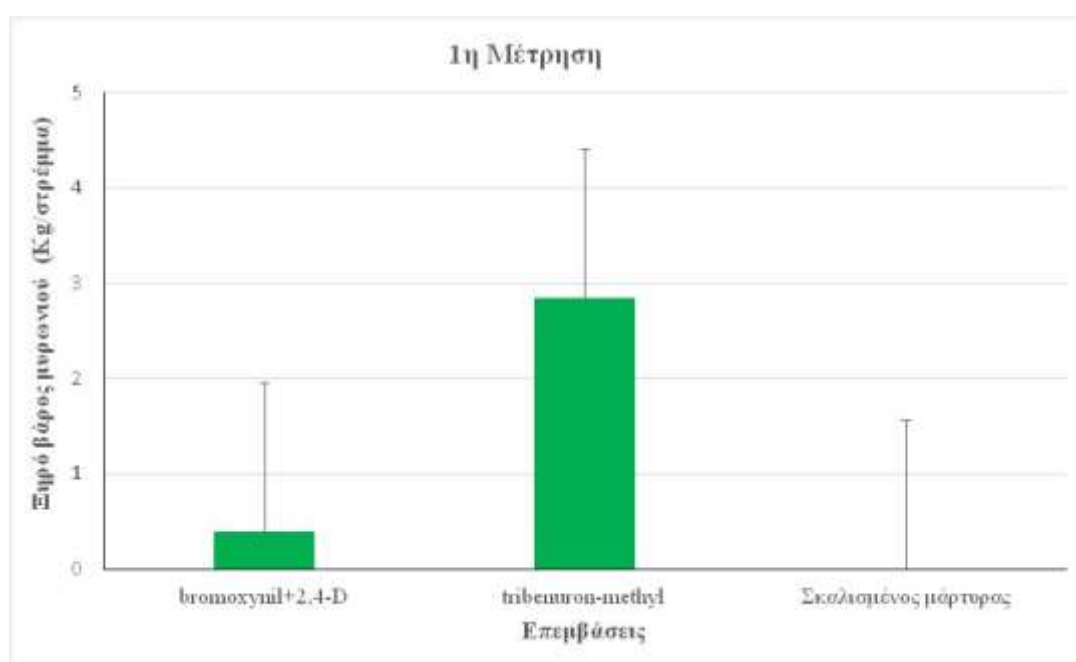
Διάγραμμα 20. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στον συνολικό αριθμό των ζιζανίων.



Διάγραμμα 21. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου.

3.13 Ξηρό βάρος μυρωνιού

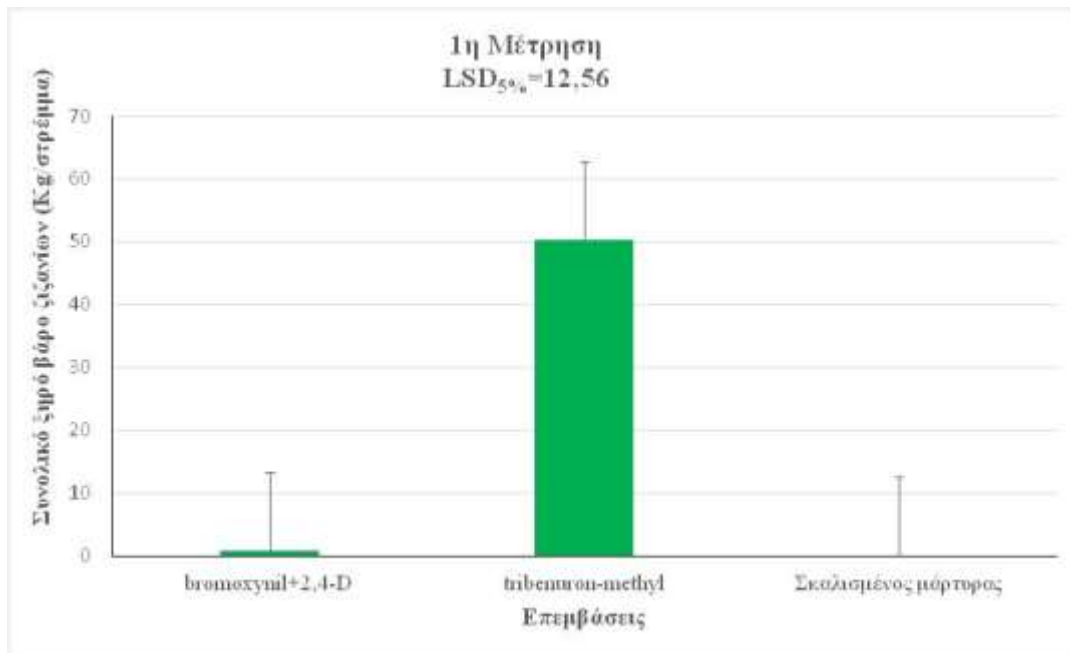
Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος του μυρωνιού προέκυψε στην επέμβαση με tribenuron-methyl (2,84 Kg/στρέμμα) και οι μικρότερες τιμές του μετρήθηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα (0 Kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία αυτών των στοιχείων δεν εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας, ενώ αντιθέτως μεταξύ της μεταχείρισης του tribenuron-methyl και των άλλων μεταχειρίσεων σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22. Επίδραση δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο ξηρό βάρος του μυρωνιού.

3.14 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

Η επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl εμφάνισε το υψηλότερο ξηρό βάρος όλων των ειδών των ζιζανίων (50,4 Kg/στρέμμα) και το τεμάχιο του σκαλισμένου μάρτυρα το χαμηλότερο. Ανάμεσα στον σκαλισμένο μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl, όπως και ανάμεσα στα δύο ζιζανιοκτόνα προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τέλος, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D και σκαλισμένος μάρτυρας δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 23 Επίδραση δύο μεταφωτοτικών ζιζανιοκτόνων (bromoxynil+2,4-D και tribenuron-methyl) στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων.

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1. Αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων

Οι μετρήσεις του πειράματος φανέρωσαν αξιόλογες διαφορές στην αποτελεσματικότητα των δύο μεταφτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι του γαϊδουράγκαθου. Παρατηρήθηκε ότι για το γαϊδουράγκαθο το πιο αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο είναι το bromoxynil+2,4-D, αποτέλεσμα το οποίο αναφέρεται και σε παλαιότερη έρευνα των Khan et al. (2009) όπου αναφέρει ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του πληθυσμού γαϊδουράγκαθου σε καλλιέργεια σιταριού και είναι εύκολα διαθέσιμο στο εμπόριο. Αντιθέτως, το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl παρουσίασε μικρότερο ποσοστό αποτελεσματικότητας έναντι στο γαϊδουράγκαθο και όπως αναφέρει και ο Nosratti et al. (2020) το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα για τον έλεγχο αρκετών δικότυλων ζιζανίων.



Εικόνα 4.1. Ολική ξήρανση του γαϊδουράγκαθου σε τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το μείγμα bromoxynil+2,4-D.

Επιπροσθέτως, για την καταπολέμηση του μυρωνιού διαπιστώθηκε ότι το bromoxynil+2,4-D είναι αρκετά πιο αποτελεσματικό σε σύγκριση με το tribenuron-methyl όπως επιβεβαιώθηκε και από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Με βάση την αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε σε διάφορες βάσεις δεδομένων δεν βρέθηκαν πειραματικές μελέτες για τη χημική καταπολέμηση του μυρωνιού σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών.

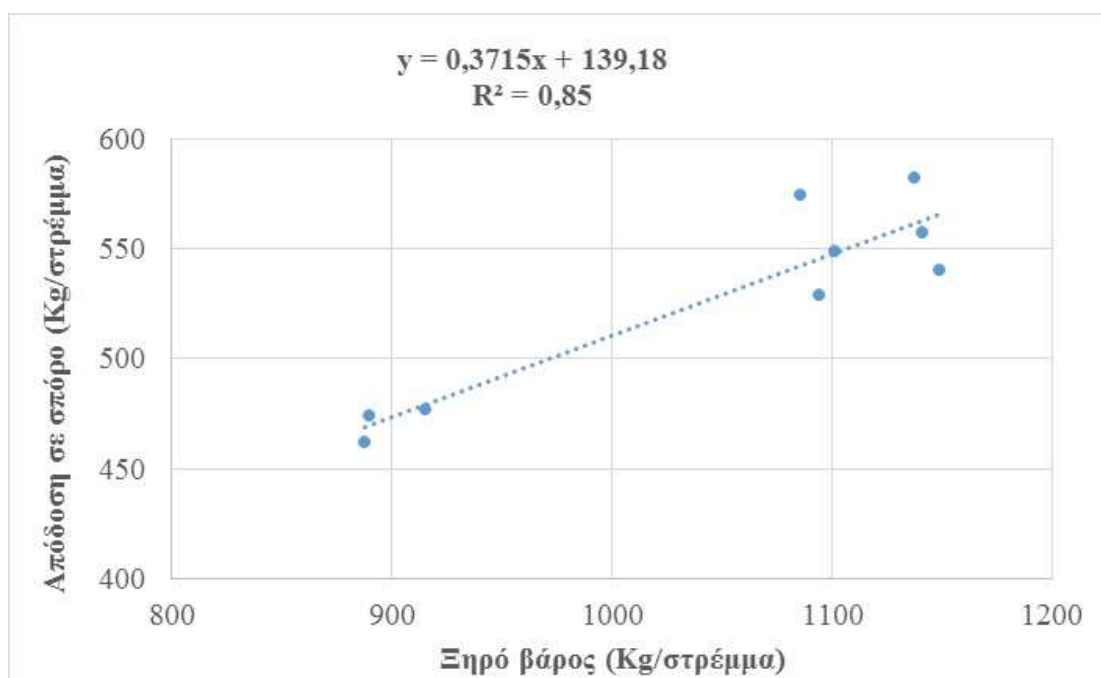


Εικόνα 4.2. Ανάπτυξη γαιδουράγκαθου στη μεταχείριση του tribenuron-methyl.

4.2. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας

Με βάση όλων όσων αναλύθηκαν στην παραπάνω ενότητα το μεγαλύτερο ύψος και μήκος στάχυ, το υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος, το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων και παράλληλα η μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης και απόδοση σε σπόρο εντοπίστηκε στην μεταχείριση bromoxynil+2,4-D . Αντιθέτως οι μικρότερες τιμές όσων αναφέρθηκαν παραπάνω εμφανίστηκαν στις επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου tribenuron-methyl. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος πεδίου φανέρωσαν ότι το bromoxynil+2,4-D αύξησε την απόδοση της καλλιέργειας και

την ανάπτυξη των φυτών του σιταριού, ενώ το tribenuron-methyl τη μείωσε σε σχέση και με τον σκαλισμένο μάρτυρα που είχε υψηλές επιδόσεις. Η μείωση της απόδοσης στα τεμάχια του tribenuron-methyl οφείλεται στη μειωμένη αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου έναντι των κύριων ζιζανίων που καταγράφηκαν στον συγκεκριμένο πειραματικό αγρό. Συγκεκριμένα, η επέμβαση με tribenuron-methyl δεν ήταν αποτελεσματική ενάντια στο γαϊδουράγκαθο και επιβεβαιώνει ότι το γαϊδουράγκαθο σαν ζιζάνιο ανταγωνίζεται έντονα το σιτάρι με αποτέλεσμα αρχικά την ανάρθρωση της ανάπτυξης των φυτών και τελικά τη μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας. Η θετική συσχέτιση ($r=0,922$, $P<0,001$) που διαπιστώθηκε ανάμεσα στη ξηρή βιομάζα του σιταριού και της απόδοσης σε σπόρο επιβεβαιώνει το παραπάνω αποτέλεσμα (Διάγραμμα 4.1). Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι το γαϊδουράγκαθο είναι ένα ανταγωνιστικότατο ζιζάνιο το οποίο πρέπει να ελέγχεται ώστε να έχουμε υψηλές αποδόσεις στην καλλιέργεια του σιταριού χωρίς να διακυβεύονται τα κέρδη των αγροτών (Rehman et al. 2019). Επίσης, αυτή η άποψη επίσης ενισχύεται με μία έρευνα των Khan and Marwat (2006) όπου επισημαίνεται ότι το γαϊδουράγκαθο μείωσε σημαντικά την απόδοση του σιταριού.



Διάγραμμα 4.1. Γραμμική συσχέτιση μεταξύ της ξηρής βιομάζας του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού και της απόδοσης σε σπόρο.

Σε πρόσφατη έρευνα των Veisi και Moeini (2019) αναφέρεται ότι το bromoxynil+2,4-D μπορεί να ελέγξει τα περισσότερα ζιζάνια και παράλληλα να αυξήσει την απόδοση της καλλιέργειας. Σε συμφωνία είναι επίσης και με την έρευνα των Javaid και Tanveer (2013) στην οποία τονίζεται ότι η το bromoxynil έδωσε μέγιστη απόδοση και βελτίωσε σημαντικά τα συστατικά της απόδοσης του σιταριού. Αντίθετα τα αποτελέσματα μας διαφωνούν με μία παλαιότερη έρευνα των Fenni et al. (2001) όπου αναφέρεται ότι η χρήση του ζιζανιοκτόνου tribenuron-methyl αύξησε την απόδοση του σιταριού. Τα διαφορετικά αποτελέσματα των παραπάνω ερευνητών οφείλονται στη υψηλή αποτελεσματικότητα του tribenuron-methyl σε άλλα είδη ζιζανίων που διαπιστώθηκαν σε αυτά τα πειράματα.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι στο πείραμα δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας στο bromoxynil+2,4-D, ενώ παρατηρήθηκε χλώρωση στα φύλλα του σιταριού στα φυτά όπου εφαρμόστηκε το tribenuron-methyl. Αυτό το συμπέρασμα, είναι από την μία σύμφωνο με το πείραμα του Soltani et al. (2006) στο οποία παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή tribenuron-methyl και bromoxynil δεν προκάλεσε καμία τοξικότητα, ενώ από την άλλη είναι αντίθετο με το αποτέλεσμα μιας άλλης έρευνας όπου διαπιστώθηκε ότι το bromoxynil+2,4-D προκάλεσε τοξικότητα στο φύλλωμα του σκληρού σιταριού σε ορισμένες περιπτώσεις (Karkanis et al. 2018).

Τα κύρια συμπεράσματα που εξάγονται από τα αποτελέσματα των μετρήσεων των διαφόρων παραμέτρων της καλλιέργειας του σιταριού αλλά και των ζιζανίων είναι τα εξής:

- ✓ Στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο που ανήκει στη χημική ομάδα των σουλφονουριών (tribenuron-methyl) παρατηρήθηκε χλώρωση στα φύλλα, όπως καταγράφηκε και από τη καταγραφή της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (τιμή SPAD).
- ✓ Το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας ενάντια στα ζιζάνια γαϊδουράγκαθο και μυρώνι καταγράφηκε στο ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D.
- ✓ Στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο tribenuron-methyl καταγράφηκε μείωση της απόδοσης εξαιτίας της μειωμένης αποτελεσματικότητας του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στα ζιζάνια γαϊδουράγκαθο και μυρώνι.

- ✓ Τέλος, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο μετρήθηκε και πάλι στη μεταχείριση με bromoxynil+2,4-D, ενώ δεν καταγράφηκε φυτοτοξικότητα στο συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Δαναλάτος Ν., 2005. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (χειμερινά σιτηρά και καρποδοτικά ψυχανθή), Βόλος.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. και Γιαννοπολίτης Κ.Ν. 2009. Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις ΑγροΤύπος. σελ. 270.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4^η Έκδοση). Αθήνα. Εκδόσεις ΑγροΤύπος. σελ. 432.
- Θανασουλόπουλος Κ., 1996. Μυκητολογικές ασθένειες φυτών μεγάλης καλλιέργειας. Εκδόσεις Ζήτη. σελ. 224.
- Κιαδήμου Σ.Μ., 2019. Πτυχιακή εργασία: Ζιζάνια των χειμερινών σιτηρών. Τμήμα Γεωπονίας, Σχολή Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Παπακώστα–Τασοπούλου Δ., 2012. Ειδική Γεωργία, Σιτηρά και Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Σουΐπας Σ.Δ., 2014. Χαρακτηριστικά βιολογίας, μορφολογίας, ανταγωνιστικότητας, αντιμετώπισης και γεωργίας ακριβείας του ζιζανίου μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*). Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥπΑΑΤ), 2013. Οδηγίες Ολοκληρωμένης Φυτοπροστασίας στην καλλιέργεια του σίτου. Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής. Ανακτήθηκε στις 14/09/2020 από: <http://www.opengov.gr/ypaat/wpcontent/uploads/downloads/2013/07/sitari.pdf>.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥπΑΑΤ), 2020. Κατάλογος δραστικών ουσιών κατά καλλιέργεια. Ανακτήθηκε στις 14/09/2020 από: http://www.minagric.gr/syspest/syspest_crops.aspx.

Ξένη

Arampatzis D.A., Karkanis A.C., Tsiropoulos N.G., 2019. Silymarin content and antioxidant activity of seeds of wild *Silybum marianum* populations growing in Greece. *Annals of Applied Biology*. 174: 61-73.

Bozzini A., 1988. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In Fabriani G and Lintas C (ed). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC, Minnesota, USA. pp. 1-16.

Carruthers S.P., 1986. *Alternative Enterprises for Agriculture in the UK*. Centre for Agricultural Strategy, University of Reading. ISBN: 0704909820.

Clarke F.R., Clarke J.M. and Knox R.E., 2002. Inheritance of stem solidness in eight durum wheat crosses. *Canadian Journal of Plant Science*. 82: 661-664.

Clarke J.M., McCaig T.N, DePauw R.M., Knox R.E., Ames N.P., Clarke F.R., Fernandez M.R., Marchylo B.A. and Dexter J.E., 2005. Commander durum wheat. *Canadian Journal of Plant Scienc*. 85: 901-904.

Dexter J.E. and Sarkar A.K., 2003. FLOUR | Roller Milling Operations. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, pp. 2535-2543.

Donmez E., Sears R.G., Shroyer J.P. and Paulsen G.M., 2000. Evaluation of winter durum wheat for Kansas. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Publication No. 00-172-S.

FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. (Ανακτήθηκε στις 10/09/2020 από <http://faostat.fao.org/>)

Fenni M., Shakir A.N., Maillet J. 2001. Comparative efficacy of five herbicides on winter cereal weeds in semi-arid region of Algeria. *Mededelingen*

(Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. 66: 791-795.

Janů P. and Lovecká P., 2014. Toxicological hazards of herbicides bromoxynil and ioxynil. *Chemicke Listy*. 108(2): 141-147.

Javaid M.M., Tanveer A. 2013. Optimization of application efficacy for POST herbicides with adjuvants on three-cornered Jack (*Emex australis* Steinheil) in wheat. *Weed Technology*. 27: 437-444.

Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J. and Tabaxi E.I., 2016. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe, in: Travlos, I.S., Bilalis, D.J., Chachalis, D., *Weed and pest control: Molecular biology, practices and environmental impact*. Nova Science Publishers, Inc. USA. pp. 1-15.

Karkanis A., Vellios E., Grigoriou F., Gkrimpizis T., Giannouli P. 2018. Evaluation of efficacy and compatibility of herbicides with fungicides in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under different environmental conditions: Effects on grain yield and gluten content. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 46: 601-607.

Khan M.A., Blackshaw, R.E., 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.

Khan M.A., Marwat K.B. 2006. Impact of crop and weed densities on competition between wheat and *Silybum marianum* Gaertn. *Pakistan Journal of Botany*. 38 (4): 1205-1215.

Knossow N., Siebner H. and Bernstein, A., 2020. Isotope analysis method for the herbicide bromoxynil and its application to study photo-degradation processes. *Journal of Hazardous Materials*. 388: 122036.

Konstantinou G., 2016. *Sinapis arvensis* L. - (*Sinapis alba*). Biodiversity of Cyprus by NGO Protection of the Natural Heritage and the Biodiversity of Cyprus: <http://biodiversitycyprus.blogspot.com/2016/03/sinapis-arvensis-l-sinapisalba-cyprus.html>.

- Kumar A. and Jnanesha A.C., 2017. Cultivation and Post-Harvest Technology of Milk Thistle (*Silybum marianum*). CSIR-Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Research Centre, Boduppal, Hyderabad, Telangana State, India. vol 5 (1): 74-76.
- Mukherjee I., Das T.K., Kumar A., Sarkar B. and Sharma K.K., 2015 Behavior and bioefficacy of tribenuron-methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigated agro-ecosystem in India. Environmental Monitoring and Assessment. 187(10): 610.
- Nosratti I., Sabeti P., Chaghamirzaee G., Heidari H. 2020. Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. Crop Protection. 134: art. no. 104371.
- Palamarchuk A., 2005. Selection strategies for traits relevant for winter and facultative durum wheat". In: Royo C, Nachit MM, Di Fonzo N, Araus JL, Pfeiffer WH, Slafer GA (eds) Durum wheat breeding. Current approaches and future strategies. Haworth Press, New York. 2: 599–644.
- Rehman A., Qamar R., Safdar M.E., Rehman A.-U., Javeed H.M.R., Shoaib M., Maqbool R., Abbas T. 2019. Influence of competitive duration of blessed milkthistle (*Silybum marianum*) with wheat. Weed Technology. 33: 280-286.
- Schilling A.S., Abaye A.O., Griffey C.A., Branna D.E., Alleya M.M. and Pridgena T.H., 2003. Adaptation and performance of winter durum wheat in Virginia. Agron Journal. 95: 642-651.
- Solah V.A., Fenton H.K. and Crosbie G.B., 2016. Wheat: grain structure of wheat and wheat-based products. Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Food and Health, pp. 470-477.
- Soltani N., Shropshire C., Sikkema P.H. 2006. Responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to autumn applied post-emergence herbicides. Crop Protection. 4: 346-349.
- 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.

USDA, 2015. Foreign Agricultural Service. Grain and Feed Annual. GAIN Report No: TR5016, 30 617th, Ankara, Turkey.

Veisi M. and Moeini M.M., 2019. Effect of bromoxynil + 2, 4-D (Buctril universal 56 ec) in comparison with common herbicides in wheat. Ecology, Environment and Conservation. 25(1): 136-140.

Veisi M., 2019. Chemical management of broad-leaved weeds in irrigated wheat. Ecology, Environment and Conservation. 25(1): 48-54.

Zand E., Baghestani M.A., AghaAlikhani M., Soufizadeh S., Khayami M.M., PourAzar R., Sabeti P., Jamali M., Bagherani N., and Forouzesh, S., 2010. Chemical control of weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection. 29: 1223-1231.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Ανάλυση της διακύμανσης για το ύψος των φυτών κατά την 1η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	78,988	39,494	55,155	0,001
Replications	2	2,691	1,346	1,879	0,266
Residual	4	2,864	0,716		
Total	8	84,543	10,568		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	6,444	1,918	<0,001	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	0,333	1,918	0,655	No
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	6,111	1,918	<0,001	Yes

2. Ανάλυση της διακύμανσης για το ύψος των φυτών κατά την 2η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	104,222	52,111	18,038	0,010
Replications	2	11,556	5,778	2,000	0,250
Residual	4	11,556	2,889		
Total	8	127,333	15,917		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	7,667	3,853	0,005	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	1,000	3,853	0,511	No
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	6,667	3,853	0,009	Yes

3. Ανάλυση της διακύμανσης για το ύψος των φυτών κατά την 3η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	42,889	21,444	2,316	0,215
Replications	2	4,963	2,481	0,268	0,778
Residual	4	37,037	9,259		
Total	8	84,889	10,611		

4. Ανάλυση της διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών κατά την 1η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	0,0244	0,0122	0,395	0,697
Replications	2	0,173	0,0863	2,790	0,174
Residual	4	0,124	0,0309		
Total	8	0,321	0,0401		

5. Ανάλυση της διακύμανσης για τον αριθμό των αδελφιών κατά την 2η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	0,0726	0,0363	0,246	0,793
Replications	2	0,222	0,111	0,754	0,527
Residual	4	0,590	0,147		
Total	8	0,884	0,111		

6. Ανάλυση της διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 1η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	254,527	127,263	38,027	0,002
Replications	2	5,947	2,973	0,888	0,479
Residual	4	13,387	3,347		
Total	8	273,860	34,232		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	11,733	4,147	0,001	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	0,967	4,147	0,553	No
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	10,767	4,147	0,002	Yes

7. Ανάλυση της διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 2η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	7,069	3,534	1,201	0,390
Replications	2	4,016	2,008	0,682	0,556
Residual	4	11,771	2,943		
Total	8	22,856	2,857		

8. Ανάλυση της διακύμανσης για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά την 3η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	24,309	12,154	7,583	0,044
Replications	2	3,282	1,641	1,024	0,437
Residual	4	6,411	1,603		
Total	8	34,002	4,250		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	3,567	2,870	0,026	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,167	2,870	0,880	No
control vs. tribenuron methyl	3,400	2,870	0,030	Yes

9. Ανάλυση της διακύμανσης για το νωπό βάρος των φυτών κατά την 1η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	172231,438	86115,719	38,491	0,002
Replications	2	177,950	88,975	0,0398	0,961
Residual	4	8949,266	2237,317		
Total	8	181358,654	22669,832		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	313,770	107,228	0,001	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	46,083	107,228	0,299	No
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	267,687	107,228	0,002	Yes

10. Ανάλυση της διακύμανσης για το νωπό βάρος των φυτών κατά την 2η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	152290,068	76145,034	11,624	0,022
Replications	2	3437,335	1718,667	0,262	0,782
Residual	4	26202,961	6550,740		
Total	8	181930,364	22741,295		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	276,787	183,480	0,014	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	1,693	183,480	0,981	No
control vs. tribenuron methyl	275,093	183,480	0,014	Yes

11. Ανάλυση της διακύμανσης για το νωπό βάρος των φυτών κατά την 3η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	2812290,845	1406145,423	160,234	<0,001
Replications	2	9823,010	4911,505	0,560	0,611
Residual	4	35102,217	8775,554		
Total	8	2857216,072	357152,009		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	1339,070	212,364	<0,001	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	421,916	212,364	0,005	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	917,153	212,364	<0,001	Yes

12. Ανάλυση της διακύμανσης για το ξηρό βάρος των φυτών κατά την 1η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	15956,401	7978,201	15,965	0,012
Replications	2	1929,880	964,940	1,931	0,259
Residual	4	1998,968	499,742		
Total	8	19885,249	2485,656		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	101,451	50,678	0,005	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	34,632	50,678	0,131	No
control vs. tribenuron methyl	66,819	50,678	0,022	Yes

13. Ανάλυση της διακύμανσης για το ξηρό βάρος των φυτών κατά την 2η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	3009,678	1504,839	0,730	0,537
Replications	2	33,546	16,773	0,00813	0,992
Residual	4	8250,229	2062,557		
Total	8	11293,453	1411,682		

14. Ανάλυση της διακύμανσης για το ξηρό βάρος των φυτών κατά την 3η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	100930,093	50465,046	597,015	<0,001
Replications	2	328,490	164,245	1,943	0,257
Residual	4	338,116	84,529		
Total	8	101596,699	12699,587		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	244,915	20,842	<0,001	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	48,448	20,842	0,003	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	196,467	20,842	<0,001	Yes

15. Ανάλυση της διακύμανσης για το βάρος των 1000 σπόρων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	9,192	4,596	12,175	0,020
Replications	2	0,0387	0,0193	0,0513	0,951
Residual	4	1,510	0,377		
Total	8	10,741	1,343		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
bromoxynil+2 vs. tribenuron m	2,283	1,393	0,010	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,312	1,393	0,568	No
control vs. tribenuron methyl	1,971	1,393	0,017	Yes

16. Ανάλυση της διακύμανσης για το μήκος του στάχυ

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	0,117	0,0586	3,686	0,124
Replications	2	0,0818	0,0409	2,572	0,191
Residual	4	0,0636	0,0159		
Total	8	0,263	0,0328		

17. Ανάλυση της διακύμανσης για την απόδοση σε σπόρο

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	14432,297	7216,149	20,563	0,008
Replications	2	648,688	324,344	0,924	0,468
Residual	4	1403,748	350,937		
Total	8	16484,733	2060,592		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
control vs. tribenuron methyl	89,234	42,468	0,004	Yes
control vs. bromoxynil+2,4-D	9,345	42,468	0,574	No
bromoxynil+2,4-D vs. tribenuron methyl	79,889	42,468	0,006	Yes

18. Ανάλυση της διακύμανσης για την πυκνότητα του γαϊδουράγκαθου

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	66,500	33,250	7,600	0,043
Replications	2	15,500	7,750	1,771	0,281
Residual	4	17,500	4,375		
Total	8	99,500	12,438		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	6,000	4,742	0,025	Yes
tribenuron methyl vs. bromoxynil+2,4-D	5,500	4,742	0,032	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,500	4,742	0,784	No

19. Ανάλυση της διακύμανσης για την πυκνότητα του μυρωνιού

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	33,500	16,750	15,462	0,013
Replications	2	0,667	0,333	0,308	0,751
Residual	4	4,333	1,083		
Total	8	38,500	4,813		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	4,500	2,360	0,006	Yes
tribenuron m vs. bromoxynil+2	3,500	2,360	0,015	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	1,000	2,360	0,305	No

20. Ανάλυση της διακύμανσης για την συνολική πυκνότητα των ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	206,000	103,000	16,480	0,012
Replications	2	32,000	16,000	2,560	0,192
Residual	4	25,000	6,250		
Total	8	263,000	32,875		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	11,000	5,667	0,006	Yes
tribenuron methyl vs. bromoxynil+2,4-D	9,000	5,667	0,012	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	2,000	5,667	0,383	No

21. Ανάλυση της διακύμανσης για το ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	4480,807	2240,404	109,289	<0,001
Replications	2	35,495	17,748	0,866	0,487
Residual	4	81,999	20,500		
Total	8	4598,301	574,788		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	47,445	10,264	<0,001	Yes
tribenuron methyl vs. bromoxynil+2,4-D	47,220	10,264	<0,001	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,225	10,264	0,954	No

22. Ανάλυση της διακύμανσης για το ξηρό βάρος του μυρωνιού

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	14,167	7,084	14,732	0,014
Replications	2	0,678	0,339	0,706	0,546
Residual	4	1,923	0,481		
Total	8	16,769	2,096		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	2,835	1,572	0,007	Yes
tribenuron m vs. bromoxynil+2	2,445	1,572	0,012	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,390	1,572	0,529	No

23. Ανάλυση της διακύμανσης για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	5000,288	2500,144	81,415	<0,001
Replications	2	44,359	22,180	0,722	0,540
Residual	4	122,835	30,709		
Total	8	5167,483	645,935		

Comparisons for factor: **Treatments**

Comparison	Diff of Means	LSD(0,05)	P	Diff >= LSD
tribenuron methyl vs. control	50,360	12,562	<0,001	Yes
tribenuron methyl vs. bromoxynil+2,4-D	49,635	12,562	<0,001	Yes
bromoxynil+2,4-D vs. control	0,725	12,562	0,880	No