



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου
χοιροβότανου (*Helminthotheca echiioides* (L.) Holub)

Ευθύμιος Παούρης



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2024

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echiioides* (L.) Holub)

Αγγλικός Τίτλος: Impact of organic and inorganic fertilization on growth of weed bristly oxtongue (*Helminthotheca echiioides* (L.) Holub)

Ευθύμιος Παούρης

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή

- Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Χρήστος Αθανασίου, Καθηγητής (Μέλος)
- Σπυρίδων Πετρόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής (Μέλος)

Βόλος, 2024

Πρόλογος

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στη μελέτη της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echiioides* (L.) Holub) ενός είδους που συναντάμε συχνά σε διάφορες καλλιέργειες. Για το σκοπό αυτό έγιναν μετρήσεις χαρακτηριστικών ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος αλλά και του ριζικού συστήματος των φυτών. Στις μετρήσεις αυτές καταγράφηκε ο αριθμός φύλλων της ροζέτας, η διάμετρος της ροζέτας, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος και τέλος το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών.

Επίσης, θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέπων Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την επιλογή του θέματος της πτυχιακής μου αλλά και για τις συμβουλές του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησής της. Επιπλέον, ο Καθηγητής κ. Χρήστος Αθανασίου συνέβαλε σημαντικά ως μέλος της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κατά το σχεδιασμό του πειράματος, την παροχή του οργανικού λιπάσματος που παράχθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας και για όλους αυτούς τους λόγους τον ευχαριστώ θερμά. Ακόμη, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο για το χρόνο που διέθεσε για τη διόρθωση του τελικού κειμένου της εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τη γιαγιά μου για τη στήριξη και τη βοήθεια που μου έχουν παρέχει όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή – Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	8
1.1. Ζιζάνιο	8
1.2. Οικογένεια Asteraceae	8
1.3. Φαρμακευτικές ιδιότητες της οικογένειας Asteraceae	9
1.4. <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub-Γενική ταξινόμηση	9
1.4.1. Βοτανική περιγραφή του είδους <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub	9
1.4.2. Χρήσεις-Ιδιότητες του είδους <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub	11
1.4.3. Οικολογικές απαιτήσεις του είδους <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub	11
1.4.5. <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub και μύκητες	12
1.4.6. Αρνητική επίδραση του είδους <i>Helminthotheca echiodes</i> (L.) Holub	12
1.5. Λιπάσματα	12
1.5.1. Αζωτούχος λίπανση	13
1.5.2. Αρνητικές επιδράσεις της ανόργανης λίπανσης	14
1.5.3. Οργανικά λιπάσματα	14
1.6. Οργανικό λίπασμα Insect frass	15
1.6.1. Χρήσεις του οργανικού λιπάσματος Insect frass	15
1.7. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	16
Κεφάλαιο 2^ο : Υλικά και Μέθοδοι	17
2.1. Γενικά	17
2.2. Πειραματικό σχέδιο	17
2.3. Καλλιεργητικές φροντίδες	20
2.4. Μετρήσεις	21
2.5. Μετεωρολογικά δεδομένα	23
2.6. Στατιστικά ανάλυση	26
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	27
3.1. Αριθμός φύλλων	27
3.2. Συγκέντρωση της χλωροφύλλης	31

3.3. Διάμετρος ροζέτας	36
3.4. Νωπό βάρος	41
3.5. Ξηρό βάρος	46
3.6. Νωπό βάρος ρίζας	51
3.7. Ξηρό βάρος ρίζας	52
3.8. Λόγος ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος	53
Κεφάλαιο 4^ο : Συζήτηση και Συμπεράσματα	55
4.1. Επίδραση του οργανικού λιπάσματος insect frass στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανου (<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	55
4.2. Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία	61
Ελληνική βιβλιογραφία	61
Ξένη βιβλιογραφία	61

Περίληψη

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echinoides* (L.) Holub). Το συγκεκριμένο είδος είναι ένα πλατύφυλλο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και ανταγωνίζεται τις καλλιέργειες προκαλώντας τη μείωση των αποδόσεων, αλλά παράλληλα είναι και εδώδιμο είδος. Το πείραμα έλαβε χώρα στον εξωτερικό χώρο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών στον Βόλο Μαγνησίας κατά την περίοδο Νοέμβριος 2022 έως Απρίλιος 2023. Ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 15 φυτοδοχεία σε κάθε μια από τις 5 μεταχειρίσεις του πειράματος. Για την ανόργανη λίπανση χρησιμοποιήθηκε ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) στην ποσότητα των 10 μονάδων N/στρέμμα, ενώ το οργανικό λίπασμα insect frass που εφαρμόστηκε στο συγκεκριμένο πείραμα είναι προϊόν της εκτροφής του εντόμου *Tenebrio molitor* L. σε τρεις δόσεις (0,5%, 1% και 2%). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι τόσο η οργανική όσο και η ανόργανη λίπανση επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη του ζιζανίου. Πιο συγκεκριμένα κατά τη μέτρηση του αριθμού των φύλλων παρατηρούμε ότι όλες οι μεταχειρίσεις είχαν μια αυξητική τάση με την πάροδο του χρόνου, ενώ στην τελική μέτρηση ο αριθμός των φύλλων ήταν μεγαλύτερος κατά 29,7% στην μεταχείριση του ανόργανου λιπάσματος συγκριτικά με το μάρτυρα όπου δεν εφαρμόστηκε λίπανση. Αντίθετα για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης παρατηρήθηκε μια πτώση των τιμών SPAD κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στις μεταχειρίσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass και του μάρτυρα. Στις μετρήσεις για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας καθώς και του βάρους (νωπό και ξηρό) του υπέργειου τμήματος των φυτών μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπήρχε μια υπεροχή των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα κατά τις πρώτες μετρήσεις έναντι του ανόργανου λιπάσματος. Επίσης, στη τελική μέτρηση τόσο για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος όσο και για τη διάμετρο της ροζέτας οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στην ανόργανη λίπανση, ενώ για το ξηρό βάρος της ρίζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος (1,07 g/φυτό) και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2% (0,69-0,79 g/φυτό). Συμπερασματικά, τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανόργανη αζωτούχος λίπανση συνέβαλε στη μεγαλύτερη ανάπτυξη του ζιζανίου συγκριτικά με την οργανική λίπανση.

Abstract

The aim of this dissertation was to study the impact of organic and inorganic fertilization on the growth of bristly oxtongue (*Helminthotheca echioides* (L.) Holub), a broad-leaved weed belonging to the Asteraceae family that competes with crops, causing a reduction in yields, but is also an edible species. The experiment was conducted at the outdoor area of the University of Thessaly in Volos, Magnesia, during the period from November 2022 to April 2023. The randomized complete block design was followed, with 15 plant pots for each of the 5 experiment treatments. For inorganic fertilization, calcium ammonium nitrate (26-0-0) was used at a rate of 10 units of N/hectare. On the other hand, the organic insect frass fertilizer applied in this experiment is a product derived from mealworm (*Tenebrio molitor* L.) excrement, in three doses (0.5%, 1%, and 2%). The measurement results showed that both organic and inorganic fertilization had a positive effect on the growth of bristly oxtongue. Specifically, the number of plant leaves increased over time for all treatments, and in the final measurement, the number of leaves was 29.7% higher in the inorganic fertilizer treatment compared to the control where no fertilization was applied. However, there was a decrease in SPAD values during measurements for chlorophyll concentration in the treatments with organic fertilizer insect frass and the control. In measurements of rosette diameter and the weight (fresh and dry) of the aboveground part of the plants, there was a superiority in the treatments where organic fertilizer was applied during the initial measurements compared to the inorganic fertilizer. In the final measurement, both the dry weight of the aboveground part and the rosette diameter recorded higher values in the inorganic fertilization treatment. However, no statistically significant differences were observed in the dry weight of the roots between the inorganic fertilizer (1.07 g/plant) and the treatments with organic fertilizer insect frass at doses of 1% and 2% (0.69-0.79 g/plant). In conclusion, the above results indicate that inorganic nitrogen fertilization contributed to greater bristly oxtongue growth compared to organic fertilization.

Κεφάλαιο 1ο : Εισαγωγή - Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

1.1 Ζιζάνιο

Σύμφωνα με τη Ζιζανιολογική Εταιρία των Η.Π.Α. (Weed Science Society of America 2023) ζιζάνιο είναι «κάθε φυτό που προκαλεί οικονομικές απώλειες ή οικολογικές ζημιές ή επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων και ζώων ή είναι ανεπιθύμητο όπου αυξάνεται». Τα ζιζάνια μπορούν να προκαλέσουν πληθώρα προβλημάτων που δεν περιορίζονται μόνο στις καλλιέργειες αλλά αφορούν και την οικολογική υποβάθμιση, επηρεάζουν τη δομή και τη λειτουργία των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων καθώς και την αυτοφυή πανίδα και χλωρίδα (Invasive Plants and Animals Committee 2016). Πιο συγκεκριμένα, μπορούν υποβαθμίσουν τόσο αισθητικά όσο και ποιοτικά αστικούς χώρους, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις έχει αναφερθεί ότι τα ζιζάνια λόγω της αύξησης της βιομάζας μπορούν να οδηγήσουν στην έκκληση πυρκαγιάς, αλλάζοντας τη σύνθεση και τη δομή της αυτοφυούς βλάστησης (Invasive Plants and Animals Committee 2016). Τέλος μπορούν να υπάρξουν ως ξενιστές επιβλαβών οργανισμών τόσο για τις καλλιέργειες όσο και για τον άνθρωπο. Παρόλα αυτά τα ζιζάνια μπορεί να έχουν θετική επίδραση στο έδαφος αφού χρησιμοποιούνται ως χλωρή λίπανση ή για κομποστοποίηση και χρησιμεύουν ως ζωοτροφή ή ως φυλλώδη λαχανικά με ευεργετικές διατροφικές και φαρμακευτικές ιδιότητες. Τα ζιζάνια κατατάσσονται με βάση τη μορφολογία των φύλλων τους σε πλατύφυλλα και στενόφυλλα, ενώ διαχωρίζονται σε χειμερινά και θερινά με βάση την εποχή φυτρώματος και την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου (Ελευθεροχωρινός 2014). Τέλος, σε ετήσια, διετή και πολυετή διακρίνονται με κριτήριο τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου (Ελευθεροχωρινός 2014).

1.2 Οικογένεια Asteraceae

Η οικογένεια Asteraceae είναι μία από τις πιο γνωστές και πιο πολυπληθείς οικογένειες των αγγειόσπερμων με περίπου 23.600 είδη και 1590 με 1620 γένη (Simpson 2017). Η οικογένεια αυτή αποτελείται από ποώδη κυρίως και σπανίως από δενδρώδη και θαμνώδη φυτά. Η ταξιανθία (κεφάλιο) αποτελεί το χαρακτηριστικότερο γνώρισμα της οικογένειας και σχηματίζεται στη κορυφή των βλαστών. Τα κεφάλια είναι διατεταγμένα σε διάφορους σχηματισμούς και υπάρχουν 5 τύποι: δισκοειδή, δισκόμορφα, ακτινωτά, γλωσσοειδή και δίχειλα. Τα άνθη είναι επίγυνα και

ερμαφρόδιτα. Ο κάλυκας ή αλλιώς πάππος χρησιμεύει για τη διασπορά των σπερμάτων. Τέλος, ο καρπός των ειδών αυτής της οικογένειας ονομάζεται αχάινιο (Simpson 2017).

1.3 Φαρμακευτικές ιδιότητες της οικογένειας Asteraceae

Φυτά της οικογένειας Asteraceae χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια στη διατροφή του ανθρώπου και στην ιατρική. Πολλά φυτά από αυτή την οικογένεια παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις οι οποίες οφείλονται σε ουσίες όπως πολυφαινόλες, φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή και τριτερπένια (Rolnik and Olas 2021). Τα εκχυλίσματά τους αποτελούν βάση πολλών φαρμάκων φυτικής προέλευσης με την αντιφλεγμονώδη δράση τους να ενισχύουν το ανοσοποιητικό του ανθρώπου (Jafarinia and Jafarinia 2019).

1.4 *Helminthotheca echioides* (L.) Holub - Γενική ταξινόμηση

Το *Helminthotheca echioides* (L.) Holub είναι ένα ετήσιο ή διετές είδος, χειμερινό και πλατύφυλλο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae. Συνώνυμα του είναι τα: *Helmintia echioides* (L.) Gaertn. Και *Picris echioides* (L.). Στα αγγλικά η κοινή ονομασία του είναι bristly oxtongue, ενώ μερικά ελληνικά κοινά ονόματα είναι η πικραλίδα, η χοιρομουρίδα (Βασιλάκογλου 2017) και το χοιροβότανο. Το ζιζάνιο αυτό έχει καταγωγή από τη Νότια Ευρώπη και την περιοχή της Μεσογείου, βρίσκεται σε ακαλλιέργητα και καλλιεργούμενα χωράφια, στα περιθώρια των δρόμων αλλά και σε οπωρώνες ή αμπελώνες (Fischer 1978). Η συστηματική κατάταξη του ζιζανίου παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.1. (CABI Compendium 2023, USDA 2023).

1.4.1 Βοτανική περιγραφή του είδους *Helminthotheca echioides* (L.) Holub

Είναι δικοτυλήδονο φυτό, όρθιας έκφυσης και μπορεί να φτάσει μέχρι το ύψος των 90 cm με τον βλαστό να έχει χρώμα πράσινο και σχήμα πολυπλευρικό με ερυθρές ραβδώσεις και τρίχες (Βασιλάκογλου 2017). Το φύλλο έχει ευδιάκριτο κεντρικό νεύρο, έχει τραχιά υφή και τρίχες το οποίο αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του ζιζανίου (Εικόνα 1.1). Τα άνθη είναι κίτρινα και ερμαφρόδιτα και ο καρπός είναι

αχαίνιο όπως και σε άλλα φυτά της οικογένειας Asteraceae (Βασιλάκογλου 2017). Η ρίζα είναι πασσαλώδης όπως και σε όλα τα δικοτυλήδονα είδη. Τέλος, αναπαράγεται με σπόρο ο οποίος παρουσιάζει μεγάλη βλαστικότητα (Karkanis et al. 2022).

Πίνακας 1.1. Συστηματική κατάταξη του *Helminthotheca echioides* (L.) Holub (CABI Compendium 2023; USDA 2023).

Βασίλειο	Plantae
Φύλο	Spermatophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Asteraceae
Γένος	<i>Helminthotheca</i>
Είδος	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub



Εικόνα 1.1 Χαρακτηριστικά εξογκώματα και τρίχες στα φύλλα φυτών του ζιζανίου *Helminthotheca echioides* (L.) Holub.

1.4.2 Χρήσεις-Ιδιότητες του είδους *Helminthotheca echioides* (L.) Holub

Το χοιροβότανο διαθέτει όλες τις ευεργετικές ιδιότητες που προαναφέρθηκαν για την οικογένεια *Astetaceae* όντας μέλος αυτής και πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με μελέτη του Petropoulos et al. (2019) είναι πλούσιο σε τοκοφερόλες, οργανικά οξέα και φλαβονοειδή. Επιπλέον, παρουσιάζει σημαντική αντιμικροβιακή δράση κατά του *Bacillus cereus*, της *Salmonella typhimurium* και του *Penicillium ochrochloron*. Ακόμη, έχει αναφερθεί ότι τα φυτά της οικογένειας *Asteraceae* μπορούν να αναστέλλουν παράσιτα πρωτόζωων όπως το *Plasmodium*, το *Trypanosoma* και την *Leishmania* (Panda and Luyten 2018). Σε έρευνα του Fokialakis et al. (2006) διαπιστώθηκε η αντιμικροβιακή δράση του χοιροβότανου έναντι στο είδος *Leishmania donovani* ενώ παράλληλα βρέθηκε δεν έχει κυτταροτοξική δράση στα θηλαστικά. Για τους παραπάνω λόγους, τα άγρια χόρτα παίζουν σημαντικό ρόλο στην παραδοσιακή διατροφή της Κρήτης. Είναι πολύτιμες πηγές βιταμινών, αντιοξειδωτικών και μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Vardavas et al. 2006). Σύμφωνα με την κα. Ψαρουδάκη (2012) σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στους κατοίκους των χωριών του οροπεδίου της Ζίρου, διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο είδος καταναλώνονται σε ποσοστό 91,3% ως βραστό χόρτο αλλά και ως ωμό ή τσιγαριστό. Το βράσιμο του είδους όμως προκαλεί γενική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης και των πολυφαινολών (Savo et al. 2019). Αντίθετα, σύμφωνα με την Boari et al. (2013) το μαγείρεμα στον ατμό και στα μικροκύματα μπορούν να αυξήσουν την συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και το ξηρό βάρος του χοιροβότανου.

1.4.3 Οικολογικές απαιτήσεις του είδους *Helminthotheca echioides* (L.) Holub

Το χοιροβότανο συναντάται σε εδάφη όλων των τύπων πλούσια σε άζωτο και θρεπτικά στοιχεία, όμως προτιμά εδάφη με καλή στράγγιση και ξηρό ή υγρό έδαφος με pH από ελαφρώς όξινο ως ουδέτερο και βασικό (ήπια αλκαλικό), ενώ μπορεί να αναπτυχθεί ακόμα και σε πολύ αλκαλικά εδάφη (Plants for a future 2023). Δεν μπορεί να αναπτυχθεί στη σκιά (Plants for a Future 2023), ενώ παρουσιάζει αντοχή στο ψύχος την οποία διαπιστώσαμε και κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος. Ανθίζει από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο και οι σπόροι ωριμάζουν από τον Ιούλιο έως τον Οκτώβριο (Plants for a Future 2023). Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τον Karkanis et al. (2022) διαπιστώθηκε ότι η πρώιμη σπορά του χοιροβότανου (14

Οκτωβρίου) είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου της ροζέτας και του νωπού βάρους σε σχέση με μια οψιμότερη σπορά (13 Νοεμβρίου). Η θερμοκρασία βάσης των σπόρων του φυτού είναι 5,2°C, ενώ το υδατικό δυναμικό βάσης είναι -0,79 MPa (Guillemin et al. 2012). Τέλος, οι Touahar et al, (2020) πραγματοποίησαν πείραμα για την αξιολόγησή της ικανότητας των σπόρων να βλαστήσουν κάτω από τέσσερις μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι οι σπόροι του *Picris echinoides* αλλά και άλλων έξι ζιζανίων έχουν μεγαλύτερο ποσοστό φυτρωτικότητας όταν υπόκεινται σε μηχανικό σκαριφάρισμα και η μεταχείριση με γιββερελικό οξύ (GA3) έναντι της ψυχρής στρωμάτωσης στους 0°C και 4°C.

1.4.5. *Helminthotheca echinoides* (L.) Holub και μύκητες

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Κρήτη από τους Ligoixigakis et al. (2002), παρατηρήθηκε ότι το χοιροβότανο είναι ξενιστής του μύκητα *Verticillium dahliae* και παρουσιάζει μια μικρή ευπάθεια σε αυτόν προκαλώντας του συμπτώματα. Τέλος, σε πείραμα των Bilalis et al. (2011) παρατηρήθηκε ότι η μυκόρριζα μπορεί να σχηματίσει αποικίες στις ρίζες του ζιζανίου προκαλώντας αύξηση της βιομάζας και της πυκνότητας αυτού.

1.4.6 Αρνητική επίδραση του είδους *Helminthotheca echinoides* (L.) Holub

Πέρα από τις ευεργετικές του ιδιότητες, το χοιροβότανο αποτελεί ένα ζιζάνιο το οποίο προκαλεί αρνητικές συνέπειες στις καλλιέργειες. Μελέτες κάνουν αναφορά για παρουσία του ζιζανίου σε καλλιέργειες όπως το σιτάρι και το ρεβίθι (Saavedra et al. 1989, Hidalgo et al. 1990). Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου ζιζανίου χρησιμοποιούνται τόσο η χημική μέθοδος με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων όσο και η μηχανική μέθοδος για την καταπολέμηση του μεταξύ των γραμμών σποράς των καλλιεργειών.

1.5 Λίπασμα

Λίπασμα είναι οποιαδήποτε ουσία που αν προστεθεί στο έδαφος συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών εφοδιάζοντας τα με θρεπτικά στοιχεία τα οποία συμβάλλουν τόσο

στην αύξηση της γονιμότητας του έδαφος όσο και της παραγωγής των καλλιεργειών (Μουρκίδης 1982, Πολυράκης 2003). Τα λιπάσματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα οργανικά και τα ανόργανα (Πολυράκης 2003). Τα ανόργανα λιπάσματα περιέχουν σε μεγάλες ποσότητες τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά, ενώ διακρίνονται σε απλά ή σύνθετα (Πολυράκης 2003). Ένα από τα πιο κοινά ανόργανα, απλά, αζωτούχα λιπάσματα είναι η ασβεστούχος νιτρική αμμώνια (26-0-0). Το συγκεκριμένο λίπασμα κατάλληλο για όλους τους τύπους εδαφών και όλων των καλλιεργειών αλλά κυρίως κατάλληλο για όξινα εδάφη με $pH < 7$. Πρόκειται για ένα κοκκώδες, επιφανειακό και υδατοδιαλυτό λίπασμα (Θεριός 2021).

1.5.1 Αζωτούχος λίπανση

Το άζωτο είναι ένα από τα πιο απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετά πειράματα τα οποία εξετάζουν την επίδραση της αζωτούχου λιπάνσεως σε διαφορετικές δόσεις. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Karkanis et al. (2022) όπου αξιολογήθηκε η επίδραση της εφαρμογής ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας (26-0-0) στο χοιροβότανο διαπιστώθηκε ότι είχε θετική επίδραση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, στη διάμετρο της ροζέτας, τον αριθμό των φύλλων και στο νωπό βάρος του φυτού του χοιροβότανου. Σε άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε από την Στεφάνου (2022) όπου αξιολογήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (26-0-0) στην ανάπτυξη του *H. echinoides* διαπίστωσε επίσης ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της δόσης του λιπάσματος και της ανάπτυξης του ζιζανίου. Η μεγαλύτερη δόση του λιπάσματος που χρησιμοποίησε δηλαδή 15 μονάδες αζώτου (15 kg/στρέμμα) είχε ως αποτέλεσμα την καταγραφή της μεγαλύτερης τιμής νωπού, ξηρού βάρους του φυτού και της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (τιμή SPAD). Σε άλλο πείραμα των Antonopoulos et al. (2014) όπου εφαρμόστηκε νιτρική αμμωνία σε δόσεις 75 ppm και 100 ppm σε τρεις ποικιλίες μαϊντανού (ιταλικός, γαλλικός και μαϊντανός τύπου Αμβούργου) διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή της μεγαλύτερης δόσης αζώτου (N) αυξάνει την απόδοση και την ποιότητα του μαϊντανού χωρίς να επηρεάζει το άρωμα.

1.5.2 Αρνητικές επιδράσεις της ανόργανης λίπανσης

Έχει παρατηρηθεί ότι λόγω της έντονης χρήσης ανόργανων λιπασμάτων προκαλούνται πολλά προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων καθώς και ρύπανση του περιβάλλοντος (Sharma και Chetani 2017). Η έκπλυση των ανόργανων λιπασμάτων οδηγεί σε σημαντική υποβάθμιση της γονιμότητας των εδαφών και ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, των λιμνών και των ποταμών. Αυτή η ρύπανση με τη σειρά της μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην υγεία των ανθρώπων (Πολυράκης 2003, Sharma και Chetani 2017). Τα ανόργανα λιπάσματα είναι πιο επιβλαβή από τα οργανικά, αλλά τα οργανικά έχουν το μειονέκτημα ότι είναι βραδείας αποδέσμευσης (Hazra 2016).

1.5.3 Οργανικά λιπάσματα

Τα οργανικά λιπάσματα έχουν την ικανότητα μέσω της οργανικής ουσίας που περιέχουν να επηρεάζουν θετικά τις φυσικές και λοιπές ιδιότητες του εδάφους. Ωστόσο, δεν περιέχουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων και είναι βραδείας αποδέσμευσης σε σχέση με τα ανόργανα. Η προέλευσή τους μπορεί να είναι φυτική (φυτικά υπολείμματα), ζωική (κοπριά) ή μικτή (Πολυράκης 2003). Για τη μείωση και την εξάλειψη των αρνητικών επιπτώσεων για την υγεία και το περιβάλλον των ανόργανων λιπασμάτων που προαναφέρθηκαν, έχουν αναπτυχθεί πολλά είδη οργανικών λιπασμάτων (Carroll et al. 2023). Η περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα και άζωτο μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων με αποτέλεσμα τόσο τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους όσο και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Singh et al. 2020). Σύμφωνα με τον Πολυράκη (2003) και τους Singh et al. (2020) οι τρεις βασικές κατηγορίες των οργανικών λιπασμάτων είναι : α) η ζωική κοπριά, β) το κομπόστ και γ) η χλωρή λίπανση. Όσο αναφορά την κοπριά η σύστασή της εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το είδος του ζώου από το οποίο προέρχεται (πουλερικό, πρόβατο, βοοειδές και άλογο), η διατροφή του ζώου (σιτηρέσιο) καθώς και ο τρόπος ζύμωσης και διατήρησης της κοπριάς. Η κοπριά συμβάλλει στη βελτίωση του εδάφους αυξάνοντας την υδατοχωρητικότητα, τον αερισμό και την αποστράγγισή του (Θεριός 2021). Το κομπόστ αποτελεί ένα τύπο οργανικού λιπάσματος όπου γίνεται ανακύκλωση όλων των οργανικών υπολειμμάτων φυτικής ή ζωικής προέλευσης και τα οποία με τη διαδικασία

της αερόβιας αποδόμησης μετατρέπονται σε χούμο (compost). Η χλωρή λίπανση είναι μια πρακτική κατά την οποία ένα φυτικό είδος καλλιεργείται με σκοπό τη διακοπή του βιολογικού του κύκλου και ενσωμάτωσή του στο έδαφος στο στάδιο του φυτού (άνθηση) που έχει τη μέγιστη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων και κυρίως αζώτου (Πολυράκη 2003).

1.6. Οργανικό λίπασμα Insect frass

Λόγω του αυξημένου πληθυσμού μια εναλλακτική λύση για παραγωγής τροφής είναι η εκτροφή εντόμων τόσο για τη διατροφή του ανθρώπου όσο και των ζώων. Αυτή η λύση είναι μια εναλλακτική για την παραγωγή πρωτεΐνης αλλά και μιας βιώσιμης γεωργίας και κυκλικής οικονομίας. Τα έντομα που εκτρέφονται αναμένεται τα επόμενα χρόνια φαίνεται να αυξηθούν ραγδαία όχι μόνο για τροφή αλλά και για τα περιττώματα τους που μπορούν χρησιμοποιηθούν ως οργανικό λίπασμα. Τα ανόργανα λιπάσματα μπορούν να αντικατασταθούν από τα οργανικά λιπάσματα όπως παραδείγματος χάρη το insect frass που αποτελεί ένα παραπροϊόν της εκτροφής εντόμων (Poveda et al. 2021, Houben et al. 2020)

1.6.1 Χρήσεις του οργανικού λιπάσματος Insect frass

Οι επιδράσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass τόσο στη ανάπτυξη όσο και στην απόδοση των καλλιεργειών έχει μελετηθεί σε ορισμένες μελέτες. Σε πείραμα που διεξήχθη από τον Houben et al. (2020) για τις πιθανές χρήσεις του insect frass από το είδος *Tenebrio molitor* L. ως λίπασμα, έγινε η σύγκριση του με ανόργανο λίπασμα αντίστοιχης ποσότητας θρεπτικών και διαπιστώθηκε ότι το insect frass μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μερική ή πλήρη αντικατάσταση των ανόργανων λιπασμάτων (N-P-K). Τα παραπάνω καθιστούν το insect frass πολύ σημαντικό στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητας των ανόργανων λιπασμάτων (Houben et al. 2020). Σε άλλο πείραμα των Carroll et al. (2023) για να εξετάσει τις επιπτώσεις του insect frass που προέρχεται από περιττώματα από το είδος *Hermetia illucens* L. στη καλλιέργεια τεσσάρων δημητριακών στην Ιρλανδία, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι γενικά το insect frass έχει καλές δυνατότητες σε συστήματα παραγωγής δημητριακών χαμηλής εισροής και βιολογικής καλλιέργειας. Μια άλλη

μελέτη έδειξε ότι το insect frass του φυτοφάγου εντόμου *Mamestra brassicae* L. είχε υψηλότερη περιεκτικότητα σε άζωτο όταν οι προνύμφες του εντόμου είχαν τραφεί από το είδος *Brassica rapa* L. var. *perviridis* Bailey που είχε δεκτή λίπανση σε σχέση με τις προνύμφες που είχαν τραφεί από το ίδιο φυτό χωρίς λίπανση (Kagata and Ohgushi 2012). Το insect frass από το είδος *T. molitor* σύμφωνα με τον Blakstad et al. (2023) θα μπορούσε να είναι καλή πηγή λιπάσματος και ένας προωθητής της άμυνας των φυτών. Τέλος, σε πείραμα των Beesigamukama et al. (2022) πραγματοποιήθηκε μια συγκριτική μελέτη των insect frass από 9 διαφορετικά έντομα (*H. illucens*, *T. molitor*, *Scapsipedus icipe* Hugel and Tanga, *Bombyx mori* L., *Gryllus bimaculatus* De Geer, *Gonimbrasia krucki* Nudaurelia, *Pachnoda sinuata* L., *Schistocerca gregaria* Forsskal, *Oryctes rhinoceros* L.). Όλα τα λιπάσματα αυτά είχαν επάρκεια σε διάφορα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Το λίπασμα του είδους *H. illucens* είχε υψηλότερες περιεκτικότητες αζώτου και καλίου σε σύγκριση με άλλα, ενώ το λίπασμα που προέρχεται από το *Gryllus bimaculatus* είχε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα φωσφόρου.

1.7. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echinoides* (L.) Holub). Συγκεκριμένα μελετήθηκε η επίδραση της δόσης του οργανικού λιπάσματος insect frass που προέρχεται από την εκτροφή του εντόμου *Tenebrio molitor* L. συγκριτικά με την εφαρμογή αζωτούχου ανόργανου λιπάσματος.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Γενικά

Στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 πραγματοποιήθηκε πείραμα πού αποσκοπούσε στη μελέτη της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echiioides*).

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Το πείραμα έλαβε χώρα στον εξωτερικό χώρο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών στον Βόλο Μαγνησίας. Ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 15 φυτοδοχεία ανά επέμβαση. Οι μεταχειρίσεις που επιλέχθηκαν να μελετηθούν στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία ήταν οι εξής:

1. Μάρτυρας: Δεν εφαρμόστηκε λίπανση
2. Ανόργανη αζωτούχος λίπανση 10 μονάδες N/στρέμμα (λίπασμα 26-0-0 (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία): 19,2 Kg/στρέμμα)
3. Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5% (350 Kg/στρέμμα)
4. Οργανικό λίπασμα insect frass 1% (700 Kg/ στρέμμα)
5. Οργανικό λίπασμα insect frass 2% (1400 Kg/ στρέμμα)

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε φυτοδοχεία (πειραματικές μονάδες) χωρητικότητας 2 L. Ο αριθμός των φυτοδοχείων που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν 75 (5 μεταχειρίσεις x 15 φυτοδοχεία ανά μεταχείριση). Στην εικόνα 2.1 παρουσιάζεται η διάταξη των φυτοδοχείων για κάθε μεταχείριση του πειράματος.

Ως υπόστρωμα ανάπτυξης του ζιζανίου επιλέχθηκε αμμοαργιλοπηλώδες έδαφος με pH ελαφρώς αλκαλικό (7,4). Η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε την 1 Νοεμβρίου του 2022 όπου ζυγίστηκε σε πλαστικά σακουλάκια με τη βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας

ποσότητα insect frass ίση με 7,5 g, 15 g και 30 g που αντιστοιχεί στις επεμβάσεις οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, 1% και 2%, αντίστοιχα. Η φυτικοχημική ανάλυση του συγκεκριμένου οργανικού λιπάσματος παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα 2.1. Το οργανικό λίπασμα που εφαρμόστηκε στο συγκεκριμένο πείραμα είναι προϊόν της εκτροφής του εντόμου *Tenebrio molitor* L. που πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος από την Ερευνητική Ομάδα του Καθηγητή κ. Χρήστου Αθανασίου.

Πίνακας 2.1. Φυτικοχημική ανάλυση του οργανικού λιπάσματος insect frass.

Φυτικοχημικές παράμετροι	Τιμή
Λόγος C/N	13,2
Ολικό Άζωτο (TN)	34364 mg/Kg
pH	5,5
Ολικό CaCO ₃	0%
Οργανική Ουσία	90,4 %
Ειδ. Ηλ. Αγωγιμότητα- (EC)	33,6 mS/cm
Μαγνήσιο (Mg)	6036 mg/Kg
Νιτρικό Άζωτο (N-NO ₃)	103 mg N-NO ₃ /Kg
Φώσφορος (P)	3813 mg/Kg
Κάλιο (K)	22339 mg/Kg
Χαλκός (Cu)	13,1 mg/Kg
Ψευδάργυρος (Zn)	38,6 mg/Kg
Μαγγάνιο (Mn)	107 mg/Kg
Σίδηρος (Fe)	39,1 mg/Kg
Βόριο (B)	20,3 mg/Kg
Νάτριο (Na)	486 mg/Kg



Εικόνα 2.1. Διάταξη των φυτοδοχείων κατά την 1^η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 15-02-2023.

Το οργανικό λίπασμα αρχικά εφαρμόστηκε στην επιφάνεια του εδάφους και στη συνέχεια έγινε η ενσωμάτωση του (Εικόνα 2.2)



Εικόνα 2.2. Ενσωμάτωση insect frass σε φυτοδοχεία σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο στις 1-11-22

Την επόμενη μέρα από την εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος πραγματοποιήθηκε η σπορά του ζιζανίου *Helminthotheca echinoides* σε γραμμές με βάθος <1 cm και κάλυψη των σπόρων με τύρφη. Ο σπόρος του ζιζανίου που χρησιμοποιήθηκε συλλέχθηκε από την περιοχή Άγιος Γεώργιος Δομοκού της Περιφερειακής Ενότητας Φθιώτιδας το δεύτερο δεκαήμερο του Αυγούστου. Οι σπόροι φύτρωσαν επιτυχώς στις 9 Νοεμβρίου του 2022 (Εικόνα 2.3.) Στις 10 Ιανουαρίου του 23 πραγματοποιήθηκε ζύγιση του ανόργανου λιπάσματος (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία 26-0-0) και εφαρμογή του στην ποσότητα των 5 μονάδων αζώτου ανά στρέμμα. Ένα μήνα αργότερα στις 15 Φεβρουαρίου του 2023 πραγματοποιήσαμε μια δεύτερη εφαρμογή του ίδιου λιπάσματος στην ίδια δόση σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο. Τέλος, πραγματοποιήθηκε αραίωμα των φυτών σε κάθε φυτοδοχείο και διατήρηση των πιο εύρωστων έτσι ώστε να παραμείνουν 4 φυτά ανά φυτοδοχείο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε δυο φορές με διάστημα ενός μηνός στις 8-12-22 και στις 13-1-23 αντίστοιχα.



Εικόνα 2.3. Φύτρωμα των σπόρων του χοιροβότανου στις 09/11/2022. Διακρίνεται η γραμμική σπορά του ζιζανίου.

2.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

Κατά τα πρώτα στάδια φυτρώματος εφαρμόστηκε το βιολογικό κοχλιοκτόνο BIO Sluxx με δραστική ουσία τον φωσφορικό σίδηρο με σκοπό την καταπολέμηση των σαλιγκαριών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές κατά το πρώιμο αυτό

στάδιο των φυτών. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε βοτάνισμα των φυτών από τα άλλα είδη ζιζανίων όποτε αυτό κρίθηκε απαραίτητο. Τέλος, η άρδευση των φυτών πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος λαμβάνοντας υπόψιν και τις ανάγκες και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.



Εικόνα 2.4. Διάταξη των τεσσάρων φυτών σε κάθε φυτοδοχείο μετά το τελικό αραίωμα.

2.4. Μετρήσεις

Για τη μελέτη τις επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε 3 φυτοδοχεία ανά επέμβαση στις ημερομηνίες: 15/2, 1/3, 13/3, 24/3 και 3/4 του 2023. Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν την καταγραφή διαφόρων χαρακτηριστικών ανάπτυξης του ζιζανίου. Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καταγράφηκε ο αριθμός φύλλων της ροζέτας, η διάμετρος της ροζέτας, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, το νωπό και ξηρό βάρος του φυτού και τέλος το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών.

Πειραματική διαδικασία

- **Αριθμός φύλλων ροζέτας:** Σε κάθε ένα από τα 4 φυτά του κάθε φυτοδοχείου μετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων της στο στάδιο της ροζέτας που αποτελεί βασικό στάδιο της ανάπτυξης του φυτού.

- **Διάμετρος ροζέτας:** πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια χάρακα η καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας για όλα τα φυτά του κάθε φυτοδοχείου (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5. Ανάπτυξη των φυτών στις διάφορες μεταχειρίσεις (HB1: μάρτυρας, HB2: ανόργανη αζωτούχος λίπανση (10 μονάδες N/στρέμμα), HB3: Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, HB4: Οργανικό λίπασμα insect frass 1% , HB5: Οργανικό λίπασμα insect frass 1,5%) στην 1^η μέτρηση.

- **Συγκέντρωση της χλωροφύλλης:** Η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του οργάνου SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.). Για τον υπολογισμό έγινε μέτρηση της τιμής SPAD των πιο ώριμων φύλλων κάθε φυτού των φυτοδοχείων.
- **Νωπό βάρος:** Σε ζυγαριά ακριβείας έγινε καταγραφή του νωπού βάρους κάθε φυτού.
- **Ξηρό βάρος:** Με την βοήθεια κλιβάνου τα δείγματα που ζυγίστηκαν για το νωπό τους βάρος ξηράθηκαν σε κλίβανο για 72 ώρες στους 60 °C και στην συνέχεια ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας και καταγράφηκε το ξηρό τους βάρος.

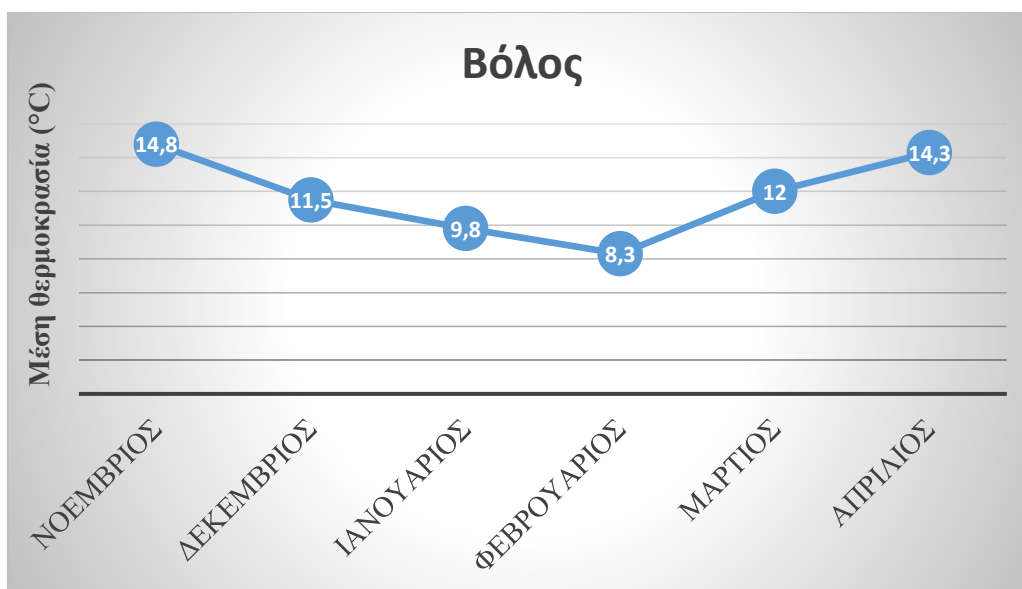
- **Νωπό βάρος ριζών:** Στις 3-4-2023 μετά το πέρας της τελευταίας καταμέτρησης των άνω χαρακτηριστικών αφαιρέθηκε το περιεχόμενο των φυτοδοχείων και τοποθετήθηκε σε σακουλάκια με αποσκληρυντικό νερού. Δύο μέρες αργότερα στις 5-4-2023 με την βοήθεια κόσκινου έγινε διαχωρισμός των ριζών από το έδαφος. Εν συνεχεία, οι ρίζες μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και καταγράφηκε το νωπό τους βάρος (Εικόνα 2.6).
- **Ξηρό βάρος ριζών:** Με τη βοήθεια κλιβάνου πραγματοποιήθηκε η ξήρανση των ριζών. Τα δείγματα παρέμειναν στον κλίβανο για 72 ώρες στους 60 °C και στη συνέχεια ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας και καταγράφηκε το ξηρό τους βάρος.



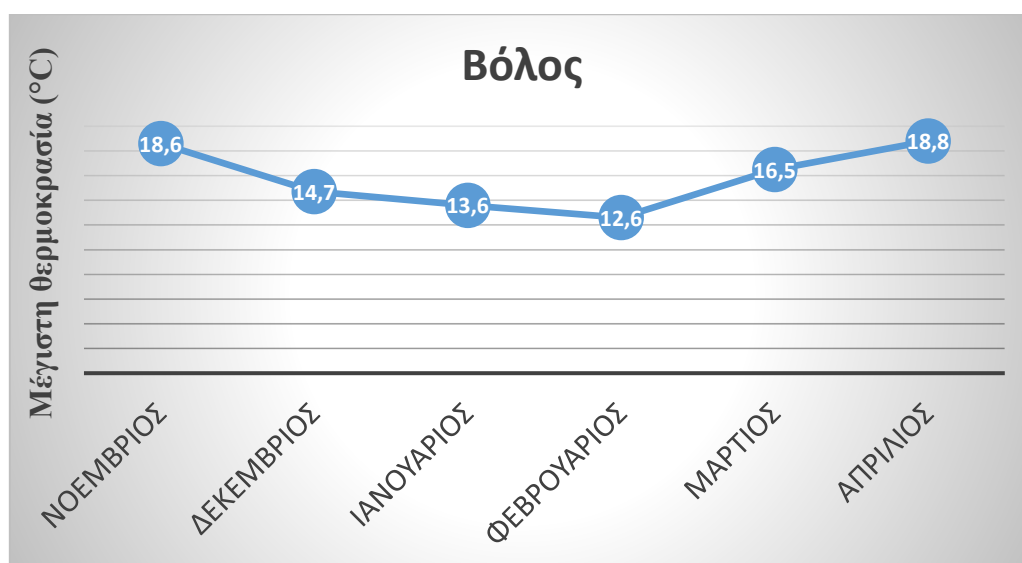
Εικόνα 2.6. Ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στις διάφορες μεταχειρίσεις του πειράματος (HB1: μάρτυρας, HB2: ανόργανη αζωτούχος λίπανση (10 μονάδες N/στρέμμα), HB3: Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, HB4: Οργανικό λίπασμα insect frass 1% , HB5: Οργανικό λίπασμα insect frass 1,5%).

2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα

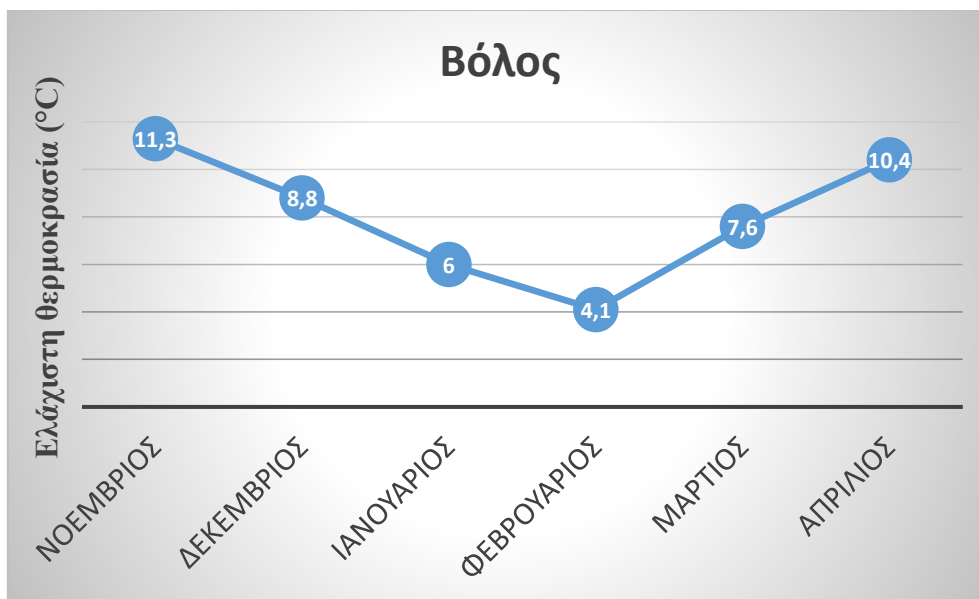
Τα μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούν τη μέση μηνιαία θερμοκρασία, τη μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία, την ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία και το μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης κατά τους μήνες διεξαγωγής του πειράματος απεικονίζονται στα διαγράμματα 2.1, 2.2, 2.3 και 2.4 αντίστοιχα. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα παρατηρούμε ότι η ελάχιστη μέση θερμοκρασία των 8,3°C παρατηρήθηκε το μήνα Φεβρουάριο του 2023. Τέλος, τον Δεκέμβριο του προηγούμενου έτους παρατηρήθηκε το χαμηλότερο ύψος βροχόπτωσης (16,4 mm).



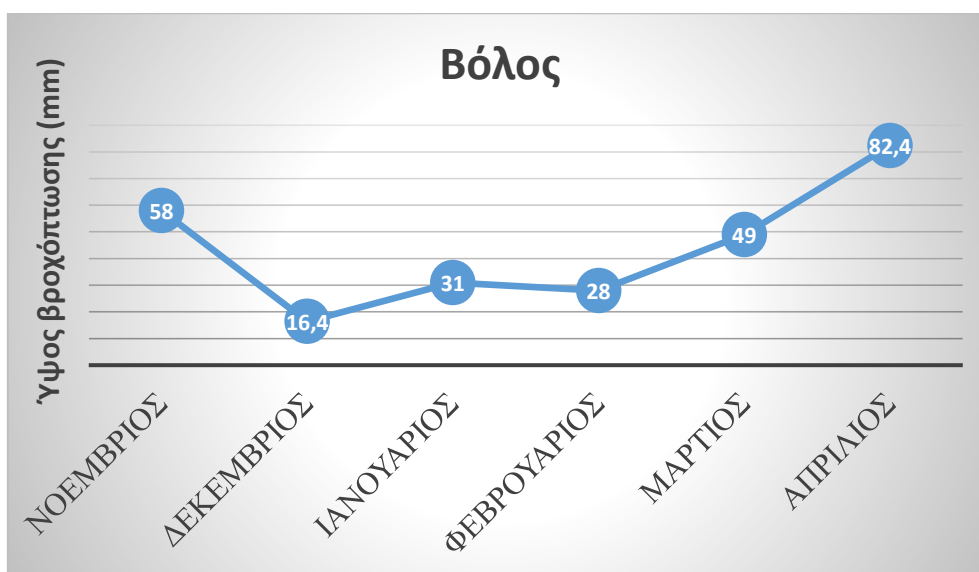
Διάγραμμα 2.1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2022- Απρίλιος 2023).



Διάγραμμα 2.2. Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2022- Απρίλιος 2023).



Διάγραμμα 2.3. Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2022- Απρίλιος 2023).



Διάγραμμα 2.4. Ολικό μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Νοέμβριος 2022- Απρίλιος 2023).

2.6. Στατιστική ανάλυση

Στην αρχική φάση της επεξεργασίας των πειραματικών δεδομένων με τη βοήθεια του υπολογιστικού φύλλου Excel υπολογίστηκε το τυπικό σφάλμα των μέσων τιμών κάθε επέμβασης για όλες τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία. Στη συνέχεια για τη διαπίστωση της ύπαρξης ή μη στατιστικά σημαντικών διαφορών έγινε ανάλυση της διακύμανσης με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA) και σύγκριση των μέσων τιμών των πέντε μεταχειρίσεων με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD test) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=5\%$. Τέλος, με τη χρήση του υπολογιστικού φύλλου Excel υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων του πειράματος. Για την τελευταία διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν τα πειραματικά δεδομένα της τελευταίας μέτρησης.

Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα

3.1. Αριθμός φύλλων

1η Μέτρηση στις 105 ΗΜΣ (ημέρες μετά τη σπορά)

Η πρώτη μέτρηση για την καταγραφή του αριθμού των φύλλων ανά φυτό πραγματοποιήθηκε 103 ημέρες μετά την σπορά (15-2-2023) και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P=0,029$). Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι το οργανικό λίπασμα insect frass 2% διέφερε σημαντικά σε σχέση με τον μάρτυρα, το ανόργανο λίπασμα καθώς και το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση του 0.5% (Πίνακας 3.1). Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δόσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass 1% και 2%. Στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων (7,4) ενώ στη μεταχείριση του μάρτυρα ο μικρότερος (4,9). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός φύλλων της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% ήταν κατά 24,3% μεγαλύτερος από την ανόργανη λίπανση και κατά 33,8% μεγαλύτερος από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.1. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στον αριθμό των φύλλων του χοιροβότανου (1^η μέτρηση 15-2-23). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	4,9 ± 0,51 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	5,6 ± 0,46 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	5,5 ± 0,25 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	6,5 ± 0,38 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	7,4 ± 0,51 α
LSD _{5%}	1,469
Ανάλυση διασποράς	
F	4,750
P	0,029

2η Μέτρηση στις 119 ΗΜΣ

Η δεύτερη μέτρηση για την καταγραφή του αριθμού φύλλων ανά φυτό πραγματοποιήθηκε στις 119 ΗΜΣ (1-3-2023). Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων μεταχειρίσεων, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.2). Ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων ανά φυτό καταγράφηκε στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (9,8) και ο μικρότερος στον μάρτυρα (6,6). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός φύλλων της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% ήταν κατά 11,2% μεγαλύτερος από τον ανόργανη λίπανση και κατά 32,7% μεγαλύτερος από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.2. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στον αριθμό των φύλλων του χοιροβότανου (2^η μέτρηση 1-3-2023). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	6,6 ± 0,08 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	8,7 ± 0,36 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	8,5 ± 0,38 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	9,1 ± 0,85 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	9,8 ± 0,66 α
LSD_{5%}	1,666
Ανάλυση διασποράς	
F	5,364
P	0,021

3η Μέτρηση στις 131 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση για την 3η μέτρηση που αφορά τον αριθμό φύλλων ανά φυτό πραγματοποιήθηκε στις 13 ΗΜΣ (13-3-2023) και έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς

σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Επιπλέον παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και του ανόργανου λιπάσματος. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 0,5%, καθώς και μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (Πίνακας 3.3). Ο μεγαλύτερος αριθμός φύλλων ανά φυτό καταγράφηκε στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (10,6) και ο μικρότερος στον μάρτυρα (7,7). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός φύλλων της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% ήταν κατά 9,4% μεγαλύτερος από την ανόργανη λίπανση και κατά 27,4% μεγαλύτερος από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.3. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στον αριθμό των φύλλων του χοιροβότανου (3^η μέτρηση 13-3-2023). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	7,7 ± 0,32 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	9,6 ± 0,60 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	9,0 ± 0,52 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	9,4 ± 0,46 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	10,6 ± 0,34 α
LSD_{5%}	1,647
Ανάλυση διασποράς	
F	4,292
P	0,038

4η Μέτρηση στις 142 ΗΜΣ

Η τέταρτη μέτρηση για την καταγραφή του αριθμού φύλλων ανά φυτό πραγματοποιήθηκε στις 142 ΗΜΣ (24-4-2023). Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι

υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με εξαίρεση τη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%. Επιπλέον, διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 0,5% και 1,5%. Αντίθετα δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.4). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός φύλλων της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% ήταν κατά 27,8% μεγαλύτερος από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.4. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στον αριθμό των φύλλων του χοιροβότανου (4^η μέτρηση 24-4-2023). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	7,8 ± 0,22 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	11,6 ± 0,63 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	9,4 ± 0,17 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	9,8 ± 0,00 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	10,8 ± 0,76 αβ
LSD_{5%}	1,637
Ανάλυση διασποράς	
F	7,919
P	0,007

5η Μέτρηση στις 152 ΗΜΣ

Η τελευταία μέτρηση για τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό πραγματοποιήθηκε στις 152 ΗΜΣ (3-4-2023) και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P < 0,001$). Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με όλες τις μεταχειρίσεις όπως επίσης και το

ανόργανο λίπασμα με μόνη εξαίρεση τη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass 2% όπου δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (Πίνακας 3.5). Ο αριθμός φύλλων της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% είναι κατά 23,9% μεγαλύτερος από το μάρτυρα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό για την επέμβαση του οργανικού λιπάσματος insect frass 2% έχει αυξηθεί σε σχέση με την πρώτη μέτρηση κατά 32,1%.

Πίνακας 3.5. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα(ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στον αριθμό των φύλλων του χοιροβότανου (5^η μέτρηση 3-4-2023). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	8,3 ± 0,58 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	11,8 ± 0,14 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	9,5 ± 0,38 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	10,6 ± 0,30 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	10,9 ± 0,36 αβ
LSD_{5%}	1,137
Ανάλυση διασποράς	
F	14,420
P	<0,001

3.2 Συγκέντρωση της χλωροφύλλης

1η Μέτρηση στις 105 ΗΜΣ

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου κατά την πρώτη μέτρηση στις 105 ΗΜΣ έδειξε ότι δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (P=0,072). Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης της χλωροφύλλης παρατηρήθηκε στο οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% (42,3),

ενώ η χαμηλότερη στο μάρτυρα (28,7) (Πίνακας 3.6). Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης για τη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass 2% ήταν κατά 9,0% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 32,2% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.6. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου (1η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
Μάρτυρας	28,7 ± 5,74 α
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	38,5 ± 0,54 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	37,2 ± 0,47 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	41,0 ± 1,85 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	42,3 ± 0,48 α
LSD_{5%}	-
Ανάλυση διασποράς	
F	3,265
P	0,072

2η Μέτρηση στις 119 ΗΜΣ

Η δεύτερη μέτρηση για την καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε στις 119 ΗΜΣ και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P=0,002$). Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι το ανόργανο λίπασμα διέφερε σημαντικά σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Πίνακας 3.7). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης καταγράφηκε στη μεταχείριση ανόργανο λίπασμα (55,7) και η μικρότερη στον

μάρτυρα (45,3). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φυτοδοχείων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 0,5% και 2% ήταν μεγαλύτερες από τον μάρτυρα μόνο κατά 4% και 2,8% αντίστοιχα.

Πίνακας 3.7. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου (2η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
Μάρτυρας	45,3 ± 3,12 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	55,7 ± 1,94 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	47,2 ± 1,29 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	45,6 ± 1,63 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	46,6 ± 2,16 β
LSD_{5%}	7,069
Ανάλυση διασποράς	
F	3,965
P	0,046

3η Μέτρηση στις 131 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση για την 3η μέτρηση που αφορά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε στις 131 ΗΜΣ (13-3-2023) και έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές του ανόργανου λιπάσματος με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων που εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.8). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης καταγράφηκε στη μεταχείριση ανόργανο λίπασμα (45,1) και η μικρότερη στον

μάρτυρα (34,7). Τέλος η συγκέντρωση της χλωροφύλλης για τη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% βρέθηκε κατά 15,4% μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρα.

Πίνακας 3.8. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου (3η μέτρηση).

Μεταχειρίσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
Μάρτυρας	34,7 ± 1,33 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	45,1 ± 1,80 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	38,1 ± 0,79 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	40,2 ± 0,40 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	41,0 ± 0,52 β
LSD_{5%}	4,005
Ανάλυση διασποράς	
F	9,674
P	0,004

4η Μέτρηση στις 142 ΗΜΣ

Η τέταρτη μέτρηση για την καταγραφή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε στις 142 ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του οργανικού λιπάσματος insect frass ανεξαρτήτως της δόσης που εφαρμόστηκε καθώς και του ανόργανου λιπάσματος με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.9). Τέλος, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης για τη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% βρέθηκε κατά 13,5% μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρα.

Πίνακας 3.9. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου (4η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
Μάρτυρας	33,3 ± 0,57 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	44,8 ± 1,05 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	36,9 ± 0,97 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	37,4 ± 1,00 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	38,5 ± 0,33 β
LSD_{5%}	2,925
Ανάλυση διασποράς	
F	21,853
P	<0,001

5η Μέτρηση στις 152 ΗΜΣ

Η τελευταία μέτρηση για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε στις 152 ΗΜΣ (3-4-2023) και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P < 0,001$). Συγκεκριμένα υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.10). Στο οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 1% η τιμή SPAD είναι κατά 13% μεγαλύτερη από το μάρτυρα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης για όλες τις

μεταχειρίσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass παρουσιάζει μια πτωτική τάση σε σχέση με το χρόνο.

Πίνακας 3.10. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης του χοιροβότανου (5η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
Μάρτυρας	31,4 ± 0,33 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	53,6 ± 2,43 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	35,8 ± 1,68 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	36,1 ± 0,53 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	34,8 ± 1,10 β
LSD_{5%}	4,647
Ανάλυση διασποράς	
F	37,784
P	<0,001

3.3 Διάμετρος ροζέτας

1η Μέτρηση στις 105 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της πρώτης μέτρησης στις 105 ΗΜΣ για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών του ζιζανίου χοιροβότανο φανερώνει ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι ο μάρτυρας διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις με μόνη εξαίρεση το ανόργανο λίπασμα όπου δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.11). Στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% καταγράφηκε η μεγαλύτερη διάμετρος ροζέτας (8,1 cm), ενώ στη μεταχείριση του μάρτυρα η μικρότερη (3,9 cm). Τέλος, αξίζει να

σημειωθεί ότι η διάμετρος ροζέτας της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect frass 2% ήταν κατά 43,2% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 51,9% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.11. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη διάμετρο της ροζέτας του χοιροβότανου (1η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	3,9 ± 0,17 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	4,6 ± 0,49 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	6,3 ± 0,23 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	7,3 ± 0,30 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	8,1 ± 0,15 α
LSD_{5%}	1,003
Ανάλυση διασποράς	
F	33,149
P	<0,001

2η Μέτρηση στις 119 ΗΜΣ

Η δεύτερη μέτρηση για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας πραγματοποιήθηκε στις 119 ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.12). Στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% καταγράφηκε η μεγαλύτερη διάμετρος ροζέτας (8,2 cm), ενώ στη μεταχείριση του μάρτυρα η μικρότερη (4,0 cm). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η διάμετρος ροζέτας της μεταχείρισης οργανικό λίπασμα insect

frass 2% ήταν κατά 8,5% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 51,2% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.12. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη διάμετρο της ροζέτας του χοιροβότανου (2η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	4,0 ± 0,20 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	7,5 ± 0,29 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	6,9 ± 0,58 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	7,5 ± 0,58 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	8,2 ± 0,35 α
LSD_{5%}	1,540
Ανάλυση διασποράς	
F	11,835
P	0,002

3η Μέτρηση στις 131 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση για την 3η μέτρηση που αφορά τη διάμετρο της ροζέτας πραγματοποιήθηκε στις 131 ΗΜΣ (13-3-2023) και έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές του μάρτυρα και των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.13). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η διάμετρος της ροζέτας των μεταχειρίσεων οργανικό λίπασμα insect frass 0,5% και 2% ήταν μεγαλύτερη από τον μάρτυρα κατά 32,8% και 31,0%, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.13. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη διάμετρο της ροζέτας του χοιροβότανου (3η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	5,8 ± 0,45 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	11,7 ± 0,61 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	7,7 ± 0,70 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	7,6 ± 0,37 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	8,4 ± 0,52 β
LSD_{5%}	1,713
Ανάλυση διασποράς	
F	16,803
P	<0,001

4η Μέτρηση στις 142 ΗΜΣ

Η τέταρτη μέτρηση για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας πραγματοποιήθηκε στις 142 ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass (Πίνακας 3.14). Επιπλέον, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μια αυξητική τάση για όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τις τρεις προηγούμενες μετρήσεις. Τέλος, διακρίνουμε ότι η διάμετρος της ροζέτας των μεταχειρίσεων οργανικό λίπασμα insect frass 1% και 2% ήταν μεγαλύτερες από τον μάρτυρα κατά 30,2% και 38,9%, αντίστοιχα.

Πίνακας 3.14. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη διάμετρο της ροζέτας του χοιροβότανου (4η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	6,0 ± 0,10 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	14,9 ± 0,87 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	8,6 ± 0,41 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	8,6 ± 0,29 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	9,5 ± 0,45 α
LSD_{5%}	1,347
Ανάλυση διασποράς	
F	64,083
P	<0,001

5η Μέτρηση στις 152 ΗΜΣ

Η τελευταία μέτρηση για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας πραγματοποιήθηκε στις 152 ΗΜΣ (3-4-2023) και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P=0,005$). Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι το ανόργανο λίπασμα διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με όλες τις μεταχειρίσεις (Πίνακας 3.15.). Το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% είναι κατά 21,6% μεγαλύτερο από το μάρτυρα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή της διαμέτρου της ροζέτας για τη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass 2% έχει αυξηθεί σε σχέση με την πρώτη μέτρηση κατά 27%.

Πίνακας 3.15. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στη διάμετρο της ροζέτας του χοιροβότανου (5η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	8,7 ± 0,23 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	15,3 ± 1,69 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	10,1 ± 0,52 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	10,5 ± 0,34 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	11,1 ± 0,02 β
LSD_{5%}	2,766
Ανάλυση διασποράς	
F	8,588
P	0,005

3.4 Νωπό βάρος

1η Μέτρηση στις 105 ΗΜΣ

Η αρχική μέτρηση για την καταγραφή του νωπού βάρους των φυτών του ζιζανίου χοιροβότανο πραγματοποιήθηκε στις 105 ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων ανέδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass. Αντίθετα δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ανόργανου λιπάσματος (Πίνακας 3.16). Η μεγαλύτερη τιμή νωπού βάρους παρατηρείται για τη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (0,99 g/φυτό), ενώ η μικρότερη για τον μάρτυρα (0,10 g/φυτό). Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του νωπού βάρους για το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% είναι μεγαλύτερη κατά 89,9% σε σχέση με το μάρτυρα και κατά 72,7% σε σχέση με το ανόργανο λίπασμα.

Πίνακας 3.16. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος του χοιροβότανου (1η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,10 ± 0,01 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,27 ± 0,08 γδ
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,40 ± 0,04 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,65 ± 0,06 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,99 ± 0,10 α
LSD_{5%}	0,218
Ανάλυση διασποράς	
F	26,906
P	<0,001

2η Μέτρηση στις 119 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση για την 2η μέτρηση που αφορά την καταγραφή του νωπού βάρους των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 119 ΗΜΣ και έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με μόνη εξαίρεση τη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass 0,5% (Πίνακας 3.17). Η μεγαλύτερη τιμή νωπού βάρους καταγράφηκε στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (1,20 g/φυτό) και η μικρότερη στον μάρτυρα (0,22 g/φυτό). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή του νωπού βάρους για το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% ήταν κατά 22,5% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 81,7% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.17. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος του χοιροβότανου (2η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,22 ± 0,02 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,93 ± 0,03 βα
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,60 ± 0,10 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,82 ± 0,19 βα
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	1,20 ± 0,29 α
LSD_{5%}	0,562
Ανάλυση διασποράς	
F	4,588
P	0,032

3η Μέτρηση στις 131 ΗΜΣ

Η τρίτη μέτρηση για την καταγραφή του νωπού βάρους των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 131 ημέρες ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αναδεικνύει ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του οργανικού λιπάσματος insect frass 2% και του μάρτυρα, ενώ αντίθετα δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και της μεταχείρισης του οργανικού λιπάσματος insect frass 0,5% (Πίνακας 3.18). Τέλος, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων του οργανικού λιπάσματος 0,5% και 1%.

Πίνακας 3.18. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος του χοιροβότανου (3η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,45 ± 0,05 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	2,05 ± 0,35 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,64 ± 0,04 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,86 ± 0,16 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	1,26 ± 0,13 β
LSD_{5%}	0,501
Ανάλυση διασποράς	
F	17,172
P	<0,001

4η Μέτρηση στις 142 ΗΜΣ

Η προτελευταία μέτρηση για την καταγραφή των νωπού βάρους πραγματοποιήθηκε στις 142 ΗΜΣ. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της στατιστικής επεξεργασίας αναδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σχεδόν μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Εξαίρεση αποτελεί το ζευγάρι μάρτυρας και οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 0,5% όπου η στατιστική ανάλυση φανέρωσε ότι δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο αυτών μεταχειρίσεων (Πίνακας 3.19). Τέλος, οι τιμές του νωπού βάρους για τις μεταχειρίσεις οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, 1% και 2% ήταν μεγαλύτερες από τον μάρτυρα κατά 26,7%, 46,3% και 60,9% αντίστοιχα.

Πίνακας 3.19. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος του χοιροβότανου (4η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,66 ± 0,10 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	3,60 ± 0,13 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,90 ± 0,08 δ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	1,23 ± 0,03 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	1,69 ± 0,04 β
LSD_{5%}	0,311
Ανάλυση διασποράς	
F	150,859
P	<0,001

5η Μέτρηση στις 152 ΗΜΣ

Η πέμπτη μέτρηση για την καταγραφή του νωπού βάρους των φυτών έλαβε χώρα στις 152 ΗΜΣ και έπειτα από στατιστική ανάλυση των δεδομένων της καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 2% (Πίνακας 3.20). Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μια αυξητική τάση για όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις.

Πίνακας 3.20. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος του χοιροβότανου (5η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	2,31 ± 0,33 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	5,61 ± 0,75 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	3,54 ± 0,39 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	4,45 ± 0,29 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	4,69 ± 0,34 αβ
LSD_{5%}	1,570
Ανάλυση διασποράς	
F	6,751
P	0,011

3.5 Ξηρό βάρος

1η Μέτρηση στις 105 ΗΜΣ

Η αρχική μέτρηση για την καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών του ζιζανίου χοιροβότανο πραγματοποιήθηκε στις 105 ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων φανέρωνει ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του οργανικού λιπάσματος insect frass. Αντίθετα, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ανόργανου λιπάσματος (Πίνακας 3.21). Η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους παρατηρείται για τη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (0,27 g/φυτό) ενώ η μικρότερη για τον μάρτυρα (0,03 g/φυτό). Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του ξηρού βάρους για το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% είναι μεγαλύτερη κατά 74,1% σε σχέση με το μάρτυρα και κατά 88,9% σε σχέση με το ανόργανο λίπασμα.

Πίνακας 3.21. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος του χοιροβότανου (1η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,03 ± 0,01 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,07 ± 0,02 γδ
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,12 ± 0,02 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,18 ± 0,02 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,27 ± 0,03 α
LSD_{5%}	0,0691
Ανάλυση διασποράς	
F	19,385
P	<0,001

2η Μέτρηση στις 123 ΗΜΣ

Η στατιστική ανάλυση για την 2η μέτρηση που αφορά την καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 123 ΗΜΣ και έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των υπόλοιπων μεταχειρίσεων με μόνη εξαίρεση τη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass 0,5% (Πίνακας 3.22). Η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους καταγράφηκε στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 2% (0,31 g/φυτό) και η μικρότερη στον μάρτυρα (0,05 g/φυτό). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή του ξηρού βάρους για το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% ήταν κατά 38,7% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 83,9% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.22. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος του χοιροβότανου (2η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,05 ± 0,00 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,19 ± 0,01 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,16 ± 0,03 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,20 ± 0,05 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,31 ± 0,05 α
LSD_{5%}	0,117
Ανάλυση διασποράς	
F	6,665
P	0,012

3η Μέτρηση στις 135 ΗΜΣ

Η τρίτη μέτρηση για την καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 135 ημέρες ΗΜΣ. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αναδεικνύει ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 2% και του μάρτυρα, ενώ αντίθετα δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 0,5% (Πίνακας 3.23). Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε μια αύξηση των τιμών των για τις μεταχειρίσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass στις δόσεις 0,5%, 1% και 2% σε σχέση με την πρώτη μέτρηση στις 15/02/2023 κατά 29,4%, 25,0% και 22,6% αντίστοιχα.

Πίνακας 3.23. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα(ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος του χοιροβότανου (3η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,06 ± 0,01 β
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,31 ± 0,05α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,17 ± 0,06 β
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,24 ± 0,08 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,35 ± 0,07 α
LSD_{5%}	0,189
Ανάλυση διασποράς	
F	9,913
P	0,048

4η Μέτρηση στις 146 ΗΜΣ

Η τέταρτη μέτρηση για την καταγραφή των ξηρού βάρους πραγματοποιήθηκε στις 146 ΗΜΣ. Η ανάλυση των δεδομένων της στατιστικής επεξεργασίας αναδεικνύουν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Εξαίρεση αποτελεί το ζευγάρι του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 0,5% με το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 1% όπου δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο αυτών μεταχειρίσεων (Πίνακας 3.24). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή του ξηρού βάρους για το οργανικό λίπασμα insect frass στη δόση 2% ήταν κατά 47,5% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

Πίνακας 3.24. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος του χοιροβότανου (4η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,21 ± 0,04 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,78 ± 0,02 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,28 ± 0,02 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,31 ± 0,02 γ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,40 ± 0,02 β
LSD_{5%}	0,0649
Ανάλυση διασποράς	
F	127,202
P	<0,001

5η Μέτρηση στις 156 ΗΜΣ

Η τελευταία μέτρηση για την καταγραφή του ξηρού βάρους των φυτών έλαβε χώρα στις 156 ΗΜΣ και έπειτα από στατιστική ανάλυση των δεδομένων της καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα στατιστικώς σημαντικά διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων οργανικό λίπασμα insect frass 0,5% και 1% (Πίνακας 3.25). Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μια αυξητική τάση για όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις.

Πίνακας 3.25. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος του χοιροβότανου (5η μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,25 ± 0,04 δ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,79 ± 0,09 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,30 ± 0,04 γδ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,39 ± 0,03 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,45 ± 0,02 β
LSD_{5%}	0,126
Ανάλυση διασποράς	
F	30,176
P	<0,001

3.6 Νωπό βάρος ρίζας

Στη τελευταία μέτρηση όλων των παραπάνω χαρακτηριστικών ανάπτυξης του ζιζανίου χοιροβότανο και αφού είχε πραγματοποιηθεί διαχωρισμός των ριζών από το έδαφος έγινε η καταγραφή του νωπού βάρους των ριζών. Τα δεδομένα της στατιστικής ανάλυσης της μέτρησης αυτής παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2% (Πίνακας 3.26).

Πίνακας 3.26. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο νωπό βάρος της ρίζας του χοιροβότανου (μέτρηση). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Νωπό βάρος ρίζας (g/φυτό)
Μάρτυρας	2,31 ± 0,33 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	5,61 ± 0,75 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	3,54 ± 0,49 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	4,45 ± 0,29 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	4,69 ± 0,34 αβ
LSD_{5%}	1,672
Ανάλυση διασποράς	
F	5,954
P	0,016

3.7 Ξηρό βάρος ρίζας

Το ξηρό βάρος μετρήθηκε μετά την ολική ξήρανση των δειγμάτων του νωπού βάρους της ρίζας σε ξηραντήριο. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων τους φανέρωσε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ανόργανου λιπάσματος καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης του οργανικού λιπάσματος insect frass στις δόσεις 1 και 2%. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2% (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.27. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο ξηρό βάρος της ρίζας του χοιροβότανου (μέτρηση 156 ΗΜΣ). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	Ξηρό βάρος ρίζας (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,28 ± 0,01 γ
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	1,07 ± 0,26 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	0,54 ± 0,11 βγ
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	0,69 ± 0,06 αβ
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	0,79 ± 0,04 αβ
LSD_{5%}	0,461
Ανάλυση διασποράς	
F	4,371
P	0,036

3.8 Λόγος ξηρού βάρους ρίζας προς ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Τέλος, μια ακόμη παράμετρος που υπολογίστηκε είναι ο λόγος του ξηρού βάρους της ρίζας προς το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος. Η ανάλυση των δεδομένων της στατιστικής επεξεργασίας των μεταχειρίσεων αυτής της μέτρησης φανέρωσε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P=0,492$). Από τα δεδομένα που καταγράφηκαν μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η μέγιστη τιμή του λόγου καταγράφηκε στη μεταχείριση οργανικό λίπασμα insect frass 0,5% (1,94), ενώ η χαμηλότερη για το μάρτυρα (1,20). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμή του λόγου των ξηρών βαρών της ρίζας και του υπέργειου τμήματος στη μεταχείριση του οργανικού λιπάσματος insect frass στη δόση 0,5% ήταν κατά 32,0% μεγαλύτερη από την ανόργανη λίπανση και κατά 38,2% μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.

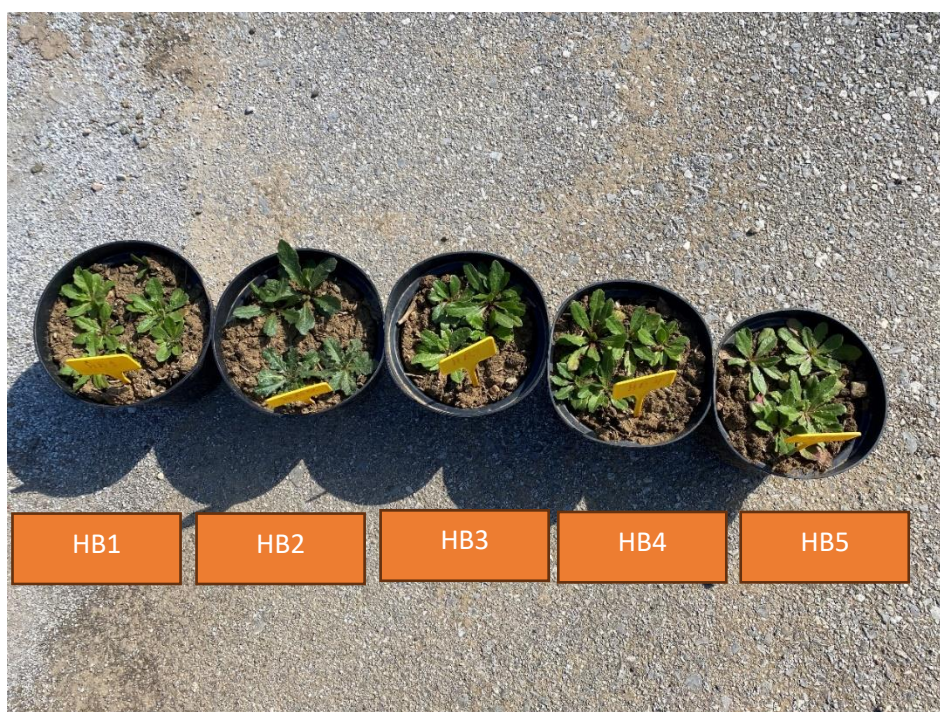
Πίνακας 3.28. Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης (μάρτυρας, 10 μονάδες N/στρέμμα (ανόργανο λίπασμα 26-0-0), οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%, οργανικό λίπασμα insect frass 1% και οργανικό λίπασμα insect frass 2%) στο λόγο του ξηρού βάρους (Ξ.Β) της ρίζας προς το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του χοιροβότανου (μέτρηση στις 156 ΗΜΣ). Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

Μεταχειρίσεις	ΞΒ ρίζας/ΞΒ υπέργειου τμήματος (g/φυτό)
Μάρτυρας	1,20 ± 0,29 α
Ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα)	1,32 ± 0,19 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 0,5%	1,94 ± 0,57 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 1%	1,83 ± 0,33 α
Οργανικό λίπασμα insect frass 2%	1,78 ± 0,14 α
LSD_{5%}	-
Ανάλυση διασποράς	
F	0,932
P	0,492

Κεφάλαιο 4ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Επίδραση του οργανικού λιπάσματος insect frass στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο (*Helminthotheca echinoides* (L.) Holub)

Τα αποτελέσματα του παραπάνω πειράματος έδειξαν ότι τόσο η οργανική όσο και η ανόργανη λίπανση επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω για την ανόργανη λίπανση χρησιμοποιήθηκε ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) στην ποσότητα των 10 μονάδων N/στρέμμα, ενώ το οργανικό λίπασμα insect frass εφαρμόστηκε σε τρεις δόσεις (0,5%, 1% και 2%). Κατά τη μέτρηση του αριθμού των φύλλων παρατηρούμε ότι όλες οι μεταχειρίσεις είχαν μια ανοδική τάση κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των φυτών, ενώ στην τελική μέτρηση οι τιμές του αριθμού των φύλλων ήταν μεγαλύτερες κατά 29,7% στην μεταχείριση του ανόργανου λιπάσματος συγκριτικά με το μάρτυρα όπου δεν εφαρμόστηκε λίπανση. Αντίθετα για τις τιμές SPAD παρατηρήθηκε τάση μείωσης τους κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των φυτών τόσο στις μεταχειρίσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass όσο και του μάρτυρα (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1. Ανάπτυξη των φυτών του ζιζανίου χοιροβότανο στις διάφορες μεταχειρίσεις (HB1: μάρτυρας, HB2: ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα) HB3: insect frass 0,5% HB4: insect frass 1%, HB5: insect frass 2%) στις 13-3-23.

Το ανόργανο λίπασμα κατά τη δεύτερη μέτρηση είχε την υψηλότερη τιμή SPAD (55,7) που καταγράφηκε ενώ ο μάρτυρας κατέγραψε την χαμηλότερη (28,7) από όλες τις μεταχειρίσεις. Πείραμα που υλοποιήθηκε από την Liava et al. (2021) έδειξε ότι η εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων σε φυτά γαϊδουράγκαθου (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) αύξησε τόσο τη διάμετρο της ροζέτας των φυτών όσο και το ύψος των βλαστών, το υπέργειο ξηρό βάρος των φυτών και τη περιεκτικότητα της χλωροφύλλης α+β στα φύλλα (Liava et al. 2021). Οι μετρήσεις για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας καθώς και του βάρους (νωπό και ξηρό) του υπέργειου τμήματος των φυτών έδειξαν ότι υπήρχε μια υπεροχή των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα κατά τις πρώτες μετρήσεις έναντι του ανόργανου λιπάσματος, ενώ παρατηρήθηκε το αντίθετο στις τελευταίες μετρήσεις (Εικόνα 4.2). Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τον Petropoulos et al. (2020) σχετικά με την ανταπόκριση του *Centaurea raphanina* subsp. *mixta* στην επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (0 έως 600 ppm) η υψηλότερη απόδοση επιτεύχθηκε στο χαμηλότερο επίπεδο αζώτου (200 ppm αζώτου) χωρίς υποβάθμιση του τελικού προϊόντος (Petropoulos et al. 2020), ενώ οι Karkanis et al. (2022) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε φυτά χοιροβότανου παρατήρησαν ότι η αζωτούχος λίπανση είχε σημαντική επίδραση στη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φύλλα του ζιζανίου. Επίσης, σε πείραμα των Petropoulos et al. (2018) στο φυτό στραμναγκάθι (*Cichorium spinosum* L.) έδειξε ότι η λίπανση με άζωτο είχε σημαντική επίδραση τόσο στην απόδοση όσο και την ποιότητα των φύλλων του. Το insect frass μπορεί να συμβάλλει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους καθώς και να συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών (Chavez και Uchanski 2021). Στην τελική μέτρηση τόσο για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος όσο και για τη διάμετρο της ροζέτας οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στην ανόργανη λίπανση, ενώ για το ξηρό βάρος της ρίζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος (1,07 g/φυτό) και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2% (0,69-0,79 g/φυτό). Τέλος, στο νωπό βάρος ρίζας σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης καθώς και μεταξύ του μάρτυρα και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2% (Εικόνα 4.3). Σε άλλο πείραμα του Hénault-

Ethier et al. (2023) βρέθηκε ότι η βιομάζα των φυτών που είχαν δεχτεί οργανικό λίπασμα insect frass ήταν κατά μέσο όρο 16,5 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με του μάρτυρα.



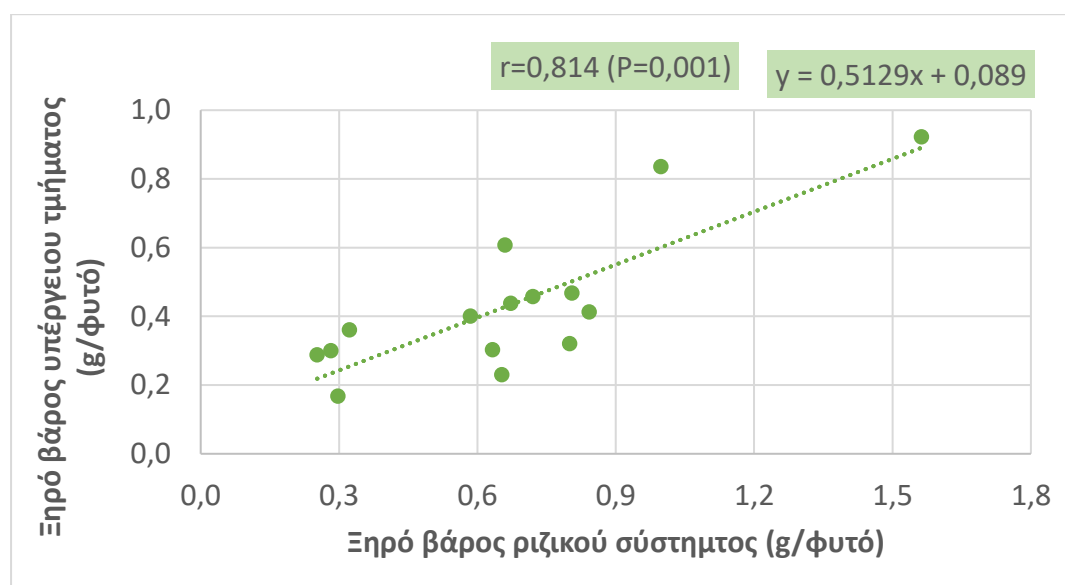
Εικόνα 4.2. Ανάπτυξη των φυτών του ζιζανίου χοιροβότανο στις διάφορες μεταχειρίσεις (HB1: μάρτυρας, HB2: ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα) HB3: insect frass 0,5% HB4: insect frass 1%, HB5: insect frass 2%) στις 13-3-23.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος τους (Διάγραμμα 4.1) δείχνοντας ότι τη σημαντική επίδραση του μεγέθους του ριζικού συστήματος για την ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος των φυτών. Τέλος,

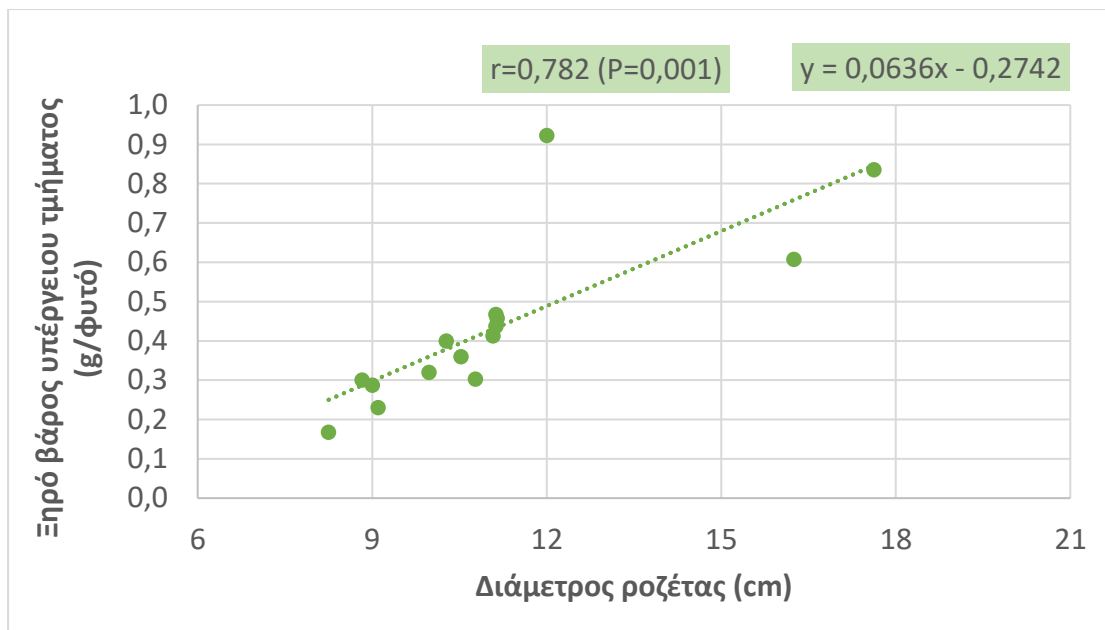
διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση και μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών και της διαμέτρου της ροζέτας τους (Διάγραμμα 4.2).



Εικόνα 4.3. Ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των σε όλες τις μεταχειρίσεις του πειράματος (HB1: μάρτυρας, HB2: ανόργανο λίπασμα (10 μονάδες N/στρέμμα) HB3: insect frass 0,5% HB4: insect frass 1%, HB5: insect frass 2%) στην τελευταία μέτρηση.



Διάγραμμα 4.1. Γραμμική συσχέτιση ($r=0,814$, $P=0,001$) μεταξύ του μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος του χοιροβότανου κατά την τελευταία δειγματοληψία.



Διάγραμμα 4.2. Γραμμική συσχέτιση ($r=0,782$, $P=0,001$) μεταξύ του ξηρού βάρους υπέργειου τμήματος και της διαμέτρου της ροζέτας του χοιροβότανου κατά τη τελική δειγματοληψία του Απριλίου.

4.2. Συμπεράσματα

Τα δεδομένα που ελήφθησαν σε αυτό το πείραμα φυτοδοχείων που είχε ως σκοπό της αξιολόγησης της ανάπτυξης του φυτού χοιροβότανο υπό την επίδραση ανόργανης (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία) και οργανικής λίπανσης (insect frass). Από τα πειραματικά δεδομένα και την ανάλυση τους προκύπτουν τα παρακάτω:

1. Τόσο η οργανική όσο και η ανόργανη λίπανση επηρέασαν θετικά στην ανάπτυξη του ζιζανίου χοιροβότανο, όμως η ανόργανη αζωτούχος λίπανση συνέβαλε στη μεγαλύτερη ανάπτυξη του ζιζανίου συγκριτικά με την οργανική λίπανση.
2. Οι μικρότερες τιμές σε όλες τις παραμέτρους (αριθμός φύλλων, νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου και ριζικού τμήματος, διάμετρος ροζέτας, σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης) και σε όλες τις δειγματοληψίες σημειώθηκαν στη μεταχείριση του μάρτυρα.
3. Για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης σημειώθηκε πτωτική τάση των τιμών SPAD κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στις μεταχειρίσεις του οργανικού λιπάσματος insect frass και του μάρτυρα. Το ανόργανο λίπασμα είχε την υψηλότερη

τιμή SPAD που καταγράφηκε 55,7 ενώ ο μάρτυρας κατέγραψε την χαμηλότερη όλων που ήταν 28,7.

4. Κατά τις πρώτες μετρήσεις υπήρχε μια υπεροχή των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα έναντι του ανόργανου λιπάσματος στη διάμετρο της ροζέτας, της νωπής και της ξηρής βιομάζας του υπέργειου τμήματος των φυτών.

5. Στη παράμετρο του νωπής και ξηρής βιομάζας της ρίζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις 1% και 2%.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι. και Δήμας Κ., 2017. Ζιζάνια, σύγχρονος οδηγός αναγνώρισης και αντιμετώπισης. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ.: 250-251.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4η έκδοση). Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ.:1-432.
- Θεριός Ι.Ν., 2021. Ανόργανη Θρέψη & Λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη, σελ.: 1-873.
- Μουρκίδης Γ.Α., 1982. Γεωργική Χημεία Β'. Θρέψη Φυτού και Λιπάσματα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Θεσσαλονίκη, σελ.: 1-224.
- Πολυράκης Γ.Θ., 2003. Περιβαλλοντική Γεωργία. Εκδόσεις Ψύχαλος. Αθήνα, σελ.:1-461.
- Στεφάνου Σ.Π., 2022. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του λαχανευόμενου ζιζανίου *Helminthotheca echinoides* (L.) Holub. Πτυχιακή Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, σελ.:1-56.
- Ψαρουδάκη Ε., 2019. Τα αυτοφυή λαχανευόμενα φυτά στο οροπέδιο της Ζίρου και η κατανάλωσή τους από τους κατοίκους της περιοχής σήμερα. Πτυχιακή Εργασία. Τεχνολογικό και Εκπαιδευτικό ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας, σελ.: 51, 92, 147.

Ξένη βιβλιογραφία

- Antonopoulos A., Karapanos I.C., Petropoulos S.A. and Passam H.C. 2014. The effect of two levels of ammonium nitrate application on the yield of plain-leaf, curly-leaf and turnip-rooted parsley and the quality and essential oil composition of the leaves before and after storage in a partially dehydrated form. *Fascicula Biologie*, 21: 65-69.

- Beesigamukama D., Subramanian S. and Tanga C.M., 2022. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Scientific Reports*, 12: 7182.
- Bilalis D., Karkanis A., Konstantas A., Patsiali S. and Triantafyllidis V., 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi: A blessing or a curse for weed management in organic olive crops? *Australian Journal of Crop Science*, 5: 858-864.
- Blakstad J. I., Strimbeck R., Poveda J., Bones A. M. and Kissen R., 2023. Frass from yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) as plant fertilizer and defense priming agent. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 53:102862.
- Boari F., Celofa M., Di Gioia F., Pace B., Serio F. and Cantore V., 2013. Effect of cooking methods on antioxidant activity and nitrate content of selected Mediterranean plants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64: 870-876.
- CABI Compendium, 2023. *Helminthotheca echiioides* (bristly oxtongue). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.116335#toidentity> CABI (Πρόσβαση στις 4/12/2023).
- Carroll A., Fitzpatrick M., Hodge S., 2023. The effects of two organic soil amendments, biochar and insect frass fertilizer, on shoot growth of cereal seedlings. *Plants*, 12: 1071.
- Chavez M. and Uchanski M., 2021. Insect left-over substrate as plant fertiliser. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5): 683-694.
- Fisher B.B., 1978. *Growers Weed Identification Handbook*. Agriculture & Natural Resources. pp. 1-680.
- Fokialakis N., Kalpoutzakis E. and Tekwani B.L., 2007. Evaluation of the antimalarial and antileishmanial activity of plants from the Greek island of Crete. *Journal of Natural Medicines*, 61: 38-45.
- Guillemin J.-P., Gardarin A., Granger S., Reibel C., Munier-Jolain N. and Colbach N., 2012. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53: 76-87.

- Hazra G., 2016. Different types of eco-friendly fertilizers: An overview. *Sustainability in Environment*, 1:54-70.
- Hénault-Ethier L., Reid B., Hotte N., Paris N., Quinche M., Lachance C. and Vandenberg G. 2023. Growth trials on vegetables, herbs, and flowers using mealworm frass, chicken manure, and municipal compost. *ACS Agricultural Science & Technology*, 3(3): 249-259.
- Hidalgo B., Saavedra M. and Garcia-Torre, L., 1990. Weed flora of dryland crops in the Córdoba region (Spain). *Weed Research*, 30: 309-318.
- Houben D., Daoulas G., Faucon M.P. and Dulaurent A.M., 2020. Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. *Scientific Reports*, 10: 4659.
- Invasive Plants and Animals Committee 2016. Australian Weeds Strategy 2017 to 2027, Australian Government Department of Agriculture and Water Resources, Canberra. pp. 1-43.
- Jafarinia M. and Jafarinia M., 2019. A Review of medicinal properties of some Asteraceae family plants on immune system. *Report of Health Care*, 5(2): 1-7.
- Kagata H. and Ohgushi T., 2012. Positive and negative impacts of insect frass quality on soil nitrogen availability and plant growth. *Population Ecology*, 54: 75-82.
- Karkanis A., Tsoutsoura G., Ntanovasili E., Mavroviti V. and Ntatsi G., 2022. Bristly ox tongue (*Helminthotheca echioides* (L.) Holub) responses to sowing date, fertilization scheme, and chitosan application. *Agronomy*, 12:3028.
- Liava V., Karkanis A. and Tsiropoulos N. 2021. Yield and silymarin content in milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) fruits affected by the nitrogen fertilizers. *Industrial Crops and Products*, 171: 113955.
- Ligoxigakis E.K., Vakalounakis D.J. and Thanassouloupoulos C.C., 2002. Weed hosts of *Verticillium dahliae* in Crete: Susceptibility, symptomatology and significance. *Phytoparasitica*, 30: 511-518.
- Panda S.K. and Luyten W., 2018. Antiparasitic activity in Asteraceae with special attention to ethnobotanical use by the tribes of Odisha, India. *Parasite*, 25:10.

- Petropoulos S. A., Fernandes A., Tzortzakis N., Sokovic M., Ciric A, Barros L. and Ferreira I.C.F.R., 2019. Bioactive compounds content and antimicrobial activities of wild edible Asteraceae species of the Mediterranean flora under commercial cultivation conditions. *Food Research International*, 119: 859-868.
- Petropoulos S. A., Fernandes Â., Dias M. I., Pereira C., Calhelha R. C., Ivanov M. and Barros L. 2020. The effect of nitrogen fertigation and harvesting time on plant growth and chemical composition of *Centaurea raphanina* subsp. *mixta* (DC.) runemark. *Molecules*, 25(14):3175
- Plants for the Future, 2023. *Picris echioides* L. <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Picris+echioides> (Πρόσβαση στις 4/12/2023)
- Poveda J., 2021. Insect frass in the development of sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41: 5.
- Rolnik A. and Olas B., 2021. The Plants of the Asteraceae Family as Agents in the Protection of Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22: 3009.
- Saavedra M., Garcia-Torres L., Hernandez-Bermej, E. and Hidalgo B., 1989. Weed flora in the Middle Valley of the Guadalquivir, Spain. *Weed Research*, 29: 167-179.
- Savo V., Salomone F., Mattoni E., Tofani D. and Caneva G., 2019. Traditional Salads and Soups with Wild Edible Plants as a source of Antioxidants: A Comparative Chemical Analysis of Five Species Growing in Central Italy. *Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019: 6782472.
- Sharma A. and Chetani R., 2017. A review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 5:677-680.
- Simpson M.G., 2017. Συστηματική των φυτών. Εκδόσεις Utopia, Αθήνα. σελ: 458-464.

- Singh T. B., Ali A., Prasad M., Yadav A., Shrivastav P., Goyal D. And Dantu P. K. 2020. Role of organic fertilizers in improving soil fertility. In: Naeem, M., Ansari, A., Gill, S. (eds) Contaminants in Agriculture. Springer, Cham. pp. 61-77.
- Touahar A., Bensellam E.H. and Zidane L.N 2020. Optimization of weed seed dormancy by chemical and physical treatments. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 21: 38-45.
- USDA, 2023. *Picris echioides* L., bristly oxtongue. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=HEEC3> (Πρόσβαση στις 2/12/2023).
- Vardavas C.I., Majchrzak D., Wagner K.H., Elmadfa I. and Kafatos A., 2006. Lipid concentrations of wild edible greens in Crete. Food Chemistry, 99: 822-834.
- Weed Science Society of America, 2023. WSSA Glossary terms and definitions <https://wssa.net/wssa/wssa-glossary/#C23> (Πρόσβαση στις 2/12/2023).