



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
κοινός ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.)

Αγγελική Χαριτωμένη Ασπρογέρακα



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Βόλος, 2024

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: Επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου κοινός ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.)

Αγγλικός Τίτλος: Effects of organic and inorganic fertilization on growth of weed common sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.)

Αγγελική Χαριτωμένη Ασπρογέρακα

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή

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

Βόλος, 2024

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Η παρακάτω πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο να μελετηθεί η επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου κοινός ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.). Για τη μελέτη του θέματος έγιναν μετρήσεις διαφόρων χαρακτηριστικών όπως είναι ο αριθμός των φύλλων, η διάμετρος της ροζέτας στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού, το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα καθώς και το νωπό και το ξηρό βάρος ρίζας.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου έδωσε κατά την διάρκεια της συγγραφής της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανασίου και τον κ. Πετρόπουλο για το χρόνο που αφιέρωσαν για να μελετήσουν την πτυχιακή μου εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τη μητέρα και τον πατέρα μου για την στήριξη που μου έδωσαν.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	8
1.1. Ζιζάνια-Γενικά στοιχεία	8
1.2. Ζιζάνιο κοινός ζωχός	8
1.2.1. Μορφολογία του ζιζανίου κοινός ζωχός	9
1.2.2. Εδαφικές συνθήκες-Προσαρμοστικότητα	10
1.2.3. Διασπορά	10
1.2.4. Φωτοσύνθεση	10
1.2.5. Διαχείριση του ζιζανίου	10
1.2.6. Αλληλοπαθητική ικανότητα	10
1.3. Ιδιότητες της οικογένειας Asteraceae-Σύνθετα	11
1.4. Ιδιότητες του ζιζανίου κοινός ζωχός	11
1.5. Λίπανση του ζωχού	12
1.6. Λίπασμα	13
1.6.1. Οργανικά λιπάσματα	13
1.6.2. Κοπριά	13
1.6.3. Χλωρή λίπανση	14
1.7. Οργανικό λίπασμα insect frass	14
1.7.1. Χρήσεις του insect frass	14
1.8. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	16
Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι	17
2.1. Περιοχή πραγματοποίησης του πειράματος	17
2.2. Πειραματικό σχέδιο	17
2.3. Καλλιεργητικές φροντίδες	21
2.4. Μετρήσεις	21
2.5. Μετεωρολογικά δεδομένα	23
2.6. Στατιστική ανάλυση	24
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	26

3.1. Αριθμός φύλλων	26
3.2. Δείκτης SPAD	30
3.3. Διάμετρος ροζέτας	35
3.4. Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος	40
3.5. Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος	45
3.6. Νωπό βάρος ριζικού συστήματος	50
3.7. Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος	51
3.8. Αναλογία του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος	52
Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα	54
4.1. Επίδραση του insect frass στην ανάπτυξη του ζιζανίου ζωχός	54
4.2. Συμπεράσματα	58
Βιβλιογραφία	60
Ελληνική βιβλιογραφία	60
Αγγλική βιβλιογραφία	60

Περίληψη

Ο ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.) ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και είναι πλατύφυλλο αυτοφύες φυτό και κοινό ζιζάνιο σε σιτηρά, ενώ η κατανάλωση του στο στάδιο της ροζέτας παρουσιάζει ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία του ανθρώπου. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας μου είναι η μελέτη της ανάπτυξης του ζιζανίου ζωχός σε διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης (ανόργανη και οργανική). Η πειραματική διαδικασία (Νοέμβριος 2022 έως Απρίλιο 2023) πραγματοποιήθηκε στον υπαίθριο χώρο της σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε φυτοδοχεία (πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων) και η κάθε μέτρηση πραγματοποιούνταν σε τρία φυτοδοχεία ανά πειραματική επέμβαση και συνολικά σε 12 φυτά. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το ανόργανο λίπασμα 26-0-0 (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία: 10 Kg N/στρέμμα) και το οργανικό λίπασμα insect frass στις δόσεις των 350, 700 και 1400 Kg/στρέμμα το οποίο ενσωματώθηκε στο έδαφος πριν τη σπορά του ζωχού. Εκτός των παραπάνω 4 επεμβάσεων υπήρχε και μια επέμβαση όπου δεν έγινε εφαρμογή λιπάσματος και αποτέλεσε τον μάρτυρα του πειράματος. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν τον μήνα Φεβρουάριο και ολοκληρώθηκαν τον Απρίλιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι παράμετροι που μετρήθηκαν επηρεάστηκαν θετικά από τη λίπανση. Πιο συγκεκριμένα, για τον αριθμό των φύλλων των φυτών παρατηρήθηκε ότι στα φυτοδοχεία που είχαν δεχτεί insect frass είχαν τις μεγαλύτερες τιμές. Αντίθετα, δεν καταγράφηκαν σημαντικές επιδράσεις του insect frass στις τιμές SPAD σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Κατά το τελικό στάδιο ανάπτυξης της ροζέτας του φυτού η διάμετρος που είχαν τα φυτά στον μάρτυρα είχαν την μικρότερη τιμή (7,6 cm). Όσον αφορά το ξηρό βάρος ανά φυτό σημειώθηκε ότι η δόση 1400 Kg/στρέμμα σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξης του φυτού είχε την μεγαλύτερη τιμή. Για το νωπό βάρος του ριζικού τμήματος καταγράφηκε ότι ήταν θετική η επίδραση του insect frass (3,62-4,01 g/φυτό) σε οποιαδήποτε δόση αφού το λίπασμα 26-0-0 είχε τη δεύτερη μικρότερη τιμή (2,72 g/φυτό) μετά από αυτή του μάρτυρα (1,88 g/φυτό). Η ίδια θετική επίδραση καταγράφεται και στο ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος όπου η μεγαλύτερη τιμή είναι 0,93 g/φυτό και μετρήθηκε στην επέμβαση insect frass 1400 Kg/στρέμμα. Συμπερασματικά, η ανάπτυξη του ζιζανίου ευνοήθηκε τόσο από την ανόργανη όσο και από την οργανική λίπανση.

Abstract

The sow thistle (*Sonchus oleraceus* L.) belongs to the Asteraceae family and is a broadleaved wild plant commonly found as a weed in cereals. Its consumption at the rosette stage presents health-promoting properties for humans. The aim of my dissertation is to study the growth of sow thistle under different fertilization treatments (inorganic and organic). The experimental process (November 2022 to April 2023) took place in the outdoor area of the School of Agricultural Sciences at the University of Thessaly. The experiment was set up in pots based on randomized complete block design and each measurement was conducted on three pots per experimental treatment, totaling 12 plants. The fertilizers used were the inorganic fertilizer 26-0-0 (calcium ammonium nitrate: 100 g N/ha) and the organic fertilizer insect frass at doses of 3500, 7000, and 14000 Kg/hectare, which was incorporated into the soil before sow thistle sowing. In addition to the above treatments, there was a control treatment with no fertilizer application. Measurements began in February and were completed in April. The results showed that all measured parameters were positively influenced by fertilization. Specifically, for the number of plant leaves, the pots that received insect frass had the highest values. However, no significant effects of insect frass on SPAD values were recorded at all stages of plant development. In the final stage of rosette development, the plants in the control treatment had the smallest diameter (7.6 cm). Regarding the dry weight per plant, the dose of 14000 Kg/hectare had the highest value throughout the plant's growth. For the fresh weight of the root system, the positive impact of insect frass (3.62-4.01 g/plant) was noted at any dose, as the 26-0-0 fertilizer had the second smallest value (2.72 g/plant) after the control treatment (1.88 g/plant). The same positive effect was observed in the dry weight of the root system, with the highest value recorded in the treatment with insect frass at 14000 Kg/hectare (0.93 g/plant). In conclusion, the growth of sow thistle was favored by both inorganic and organic fertilization.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

1.1.Ζιζάνια-Γενικά στοιχεία

Ως ζιζάνιο θεωρείται κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί οπουδήποτε και οποτεδήποτε δεν είναι επιθυμητό (Ελευθεροχωρινός 2020). Κατ’ αυτό τον τρόπο η έννοια είναι σχετική αφού τα ίδια φυτά σε διαφορετικό χωροχρόνο μπορεί να έχουν επιθυμητές και θετικές επιδράσεις. Πολλά είδη ζιζανίων μπορεί να παράγουν αδρανείς σπόρους οι οποίοι βρίσκονται σε λήθαργο και δεν μπορούν να ολοκληρώσουν τον κύκλο τους ακόμη και όταν βρίσκονται υπό ευνοϊκές συνθήκες (Qaderi 2023). Ο λήθαργος σύμφωνα με τους Vivian et al. (2008) μπορεί να είναι πρωτογενής κατά τα πρώτα στάδια σχηματισμού του σπόρου ή δευτερογενής και να οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες.

1.2. Ζιζάνιο κοινός ζωχός

Ο κοινός ζωχός έχει επιστημονικό όνομα : *Sonchus oleraceus* L. και ανήκει στην οικογένεια των Asteraceae. Το όνομά του στα αγγλικά είναι: annual sowthistle, common sowthistle, sowthistle και hare’s lettuce (Fisher 1978, Βασιλάκογλου και Δήμας 2016, Mohler et al. 2021). Το ζιζάνιο αυτό συναντάται ως ιθαγενές είδος στην Ευρώπη και την Ασία (Βασιλάκογλου και Δήμας 2016). Η συστηματική κατάταξη του ζιζανίου κοινός ζωχός παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1. Συστηματική κατάταξη του είδους κοινός ζωχός (USDA 2023).

Βασίλειο	Plantae
Φύλο	Spermatophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Asteraceae
Γένος	<i>Sonchus</i>
Είδος	<i>S. oleraceus</i> L.
Κοινά ονόματα	Κοινός ζωχός

1.2.1. Μορφολογία του ζιζανίου κοινός ζωχός

Πρόκειται για ένα δικοτυλήδονο φυτό το οποίο έχει όρθια έκφυση και μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 150 cm, ενώ η ρίζα είναι πασσαλώδης και σχηματίζει πολλές διακλαδώσεις (CABI Compendium 2023). Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης σχηματίζει ροζέτα με διάμετρο έως 25 cm, ενώ ο βλαστός του είναι πράσινος, κυλινδρικός και περιέχει γαλακτοφόρο υγρό (Coleman et al. 2021). Τα φύλλα είναι ωχρο-πράσινα, ωοειδή και με τραχιά υφή (Εικόνα 1.1.). Τα άνθη είναι κίτρινα και έχουν μέγεθος 10 έως 15 mm (Coleman et al. 2021), ενώ σχηματίζονται σε ομάδες από 1 έως 5 άνθη στην άκρη των βλαστών (Mohler et al. 2021). Αναπαράγεται με σπόρους και φυτρώνει από το τέλος του χειμώνα μέχρι και το τέλος της άνοιξης για αυτό το λόγο μπορεί να χαρακτηριστεί ως χειμερινό φυτό. Οι σπόροι του διασπείρονται με την βοήθεια του ανέμου (Βασιλάκογλου και Δήμας 2016). Ο καρπός είναι αχάινιο και ο σπόρος καστανός και επιμήκης (CABI Compendium 2023). Προτιμά τα πηλώδη και αμμώδη εδάφη τα οποία είναι πλούσια σε άζωτο και θρεπτικά στοιχεία (Βασιλάκογλου 2004).



Εικόνα 1.1. Φύλλα του κοινού ζωχού στο στάδιο της ροζέτας.

1.2.2. Εδαφικές συνθήκες-Προσαρμοστικότητα

Ο κοινός ζωχός προτιμά καλά στραγγισμένο αλλά υγρό έδαφος και pH από 5 έως 8, αλλά μπορεί να αναπτυχθεί με επιτυχία σε μια σειρά από διαφορετικούς τύπους εδάφους και είναι ανεκτικό σε αλατούχα εδάφη (Coleman et al. 2021). Τέλος, για την βλάστηση των σπόρων απαιτούνται υψηλά επίπεδα εδαφικής και υγρασίας, ενώ η βλάστηση τους είναι περιορισμένη σε $pH > 8$ (Mohler et al. 2021).

1.2.3. Διασπορά

Οι σπόροι του κοινού ζωχού διαθέτουν πάππο, ο οποίος βοηθά στη διασπορά των σπόρων με τη βοήθεια του ανέμου (Chauhan et al. 2015).

1.2.4. Φωτοσύνθεση

Όσον αφορά τον φωτοσυνθετικό μηχανισμό του κοινού ζωχού κατατάσσεται στα φυτά C3 (Mohler et al. 2021).

1.2.5. Διαχείριση του ζιζανίου

Οι Chauhan et al. (2015) σε πείραμα που εκτέλεσαν για την διαχείριση του ζιζανίου κατέληξαν στο γεγονός ότι οι πρακτικές ελέγχου του ζιζανίου πρέπει να έχουν στόχο το να σταματήσουν την παραγωγή σπόρων. Επειδή όμως η παραπάνω μέθοδος δεν αρκεί θα πρέπει να εφαρμοστούν και ζιζανιοκτόνα για τον αποτελεσματικότερο έλεγχο του.

1.2.6. Αλληλοπαθητική ικανότητα

Για την αλληλοπαθητική ικανότητα του κοινού ζωχού, ο Hassan (2020) σε μελέτη πεδίου που πραγματοποίησε για να εξετάσει το αλληλοπαθητικό δυναμικό των υπολειμμάτων του ζωχού σε καλλιέργεια σιταριού διαπίστωσε ότι τα τμήματα του χωραφιού που είχαν τα υπολείμματα είχαν λιγότερα ζιζάνια, πυκνότητα αλλά και βιομάζα λόγω του αλληλοπαθητικού δυναμικού που παρουσιάζει το συγκεκριμένο

είδος. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα υπολείμματα του ζωχού θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων για τη μείωση των ζιζανίων στις χειμερινές καλλιέργειες.

1.3. Ιδιότητες της οικογένειας Asteraceae - Σύνθετα

Στην οικογένεια Asteraceae ανήκουν 23.600 είδη όπως πόες, θάμνοι και αναρριχώμενα φυτά μερικά από τα οποία διαθέτουν γαλακτοφόρους αγωγούς (Simpson 2017). Σημαντικά καλλιεργούμενα φυτά της οικογένειας αυτής είναι τα παρακάτω: μαρούλι (*Lactuca sativa* L.), αγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.) και ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.) (Simpson 2017). Στα φυτά της οικογένειας Asteraceae έχουν βρεθεί πολλές βιοδραστικές - βιοενεργές ενώσεις όπως αιθέρια έλαια, πολυσακχαρίτες και φλαβονοειδή τα οποία έχουν βιολογικές δράσεις όπως γαστροπροστατευτική, αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική (García-Herrera et al. 2014). Επίσης, περιέχουν ουσίες όπως ταννίνες και αλκαλοειδή οι οποίες έχουν υποσχόμενες δυνατότητες για χρήση στην ιατρική και τη διατροφή. Είδη Asteraceae καλλιεργούνται ευρέως και πολλά μη καλλιεργούμενα είδη καταναλώνονται ως πράσινα λαχανικά αφού όπως έδειξε και η έρευνα του García-Herrera et al. (2014) περιέχουν σε υψηλή περιεκτικότητα ίνες (2,3-13,4 g/100 g), K (375-1772 mg/100 g) και Ca (16-472 mg/100 g) σε σύγκριση με τα περισσότερα συμβατικά λαχανικά. Έτσι αποτελούν πολύτιμη πηγή θρεπτικών στοιχείων στη διατροφή του ανθρώπου (García-Herrera et al. 2014).

1.4. Ιδιότητες του ζιζανίου κοινός ζωχός

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε αναδείχτηκε ότι τα μη καλλιεργούμενα λαχανικά, τα φύλλα των οποίων καταναλώνονται, είναι πολύ καλές πηγές βιοδραστικών ενώσεων. Τα φύλλα του ζωχού είναι πλούσια σε τοκοφερόλες. Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα άτομα που εμφανίζουν την τάση ανάπτυξης λίθων στα νεφρά θα πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του είδους αυτού λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε οξαλικό οξύ (Morales et al. 2014). Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τον Ou et al. (2015) έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα του κοινού ζωχού είχαν καλύτερα αποτελέσματα μείωσης της προκαλούμενης από το στρες

πρόωρης γήρανσης από τις αντίστοιχες θεραπείες με ασκορβικό οξύ. Έτσι τα παραπάνω φανερώνουν τη δυνατότητα των *εκχυλισμάτων του κοινού ζωχού* ως ένας αντιγηραντικός παράγοντας. Σε πείραμα που έγινε σε ποντίκια στην Κίνα από τον Li et al. (2018) διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός σπόρων κάνναβης και του ζωχού παρείχε επαρκή ποσότητα θρεπτικών στοιχείων ικανή να προάγει την υγεία και τη μακροζωία. Οι ποντικοί που κατανάλωναν αυτά τα δύο είχαν βελτιωμένη γνωστική λειτουργία. Σε αντίστοιχη έρευνα με αρουραίους για να τη διαπίστωση των αντιφλεγμονωδών δράσεων του εκχυλίσματος του κοινού ζωχού έδειξε αξιοσημείωτα αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα σε οίδημα που προκλήθηκε από την ουσία καραγενάνη (Vilela et al. 2010). Ο Hassan et al. (2018) διεξήγαγαν μελέτη με σκοπό την αξιολόγηση του πλούσιου υπολείμματος του κοινού ζωχού σε φαινολικά σε καλλιέργεια φασολιού (*Phaseolus vulgaris* L.). Τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνητών έδειξαν ότι η εφαρμογή των υπολειμμάτων του κοινού ζωχού σε ποσότητα 150 έως 300 Kg/στρέμμα προκάλεσε τη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών, της απόδοσης της καλλιέργειας και της ποιότητας των σπόρων. Αυτά τα υπολείμματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη βιολογική γεωργία για τη παραγωγή σπόρων με βελτιωμένη θρεπτική αξία.

1.5. Λίπανση του ζωχού

Ο κοινός ζωχός αν και αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη ανταποκρίνεται στη αζωτούχο λίπανση. Σύμφωνα με τον Chrysargyris και Tzortzakis (2023) παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών του ζωχού αυξήθηκε με την αύξηση του επιπέδου αζώτου έως ένα συγκεκριμένο όριο. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι και άλλα ζιζάνια της οικογένειας Asteraceae ανταποκρίνονται στην αζωτούχο λίπανση. Οι Liava et al. (2021) αναφέρουν ότι η αζωτούχος λίπανση είχε θετική επιρροή στο μήκος της ροζέτας, τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης αλλά και το βάρος του υπέργειου τμήματος του κουφάγκαθου (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). Ο Platis et al. (2023) σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια ελιάς ανέδειξαν ότι η ανόργανη λίπανση και η εφαρμογή κοπριάς επηρέασαν θετικά την ξηρή βιομάζα διαφόρων ειδών ζιζανίων μεταξύ των οποίων και ο κοινός ζωχός.

1.6. Λίπασμα

Η εφαρμογή των λιπασμάτων είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων στις καλλιέργειες αλλά ευνοεί και την ανάπτυξη των ζιζανίων. Σύμφωνα με τον Μουρκίδη (1982) ως λίπασμα θεωρείται κάθε ουσία η οποία όταν προστεθεί στο έδαφος το προμηθεύει με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται τα φυτά για την ανάπτυξη τους. Ως μονάδα λιπάσματος θεωρείται η ποσότητα που περιέχει ένα χιλιόγραμμο από το θρεπτικό στοιχείο, ενώ πλήρες ονομάζεται ένα λίπασμα που περιέχει τα κύρια μακροστοιχεία N, P και K.

1.6.1. Οργανικά λιπάσματα

Τα οργανικά λιπάσματα είναι πηγή οργανικής ουσίας και περιέχουν διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Με την εφαρμογή αυτών των οργανικών λιπασμάτων διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους χωρίς να εφαρμόζονται συνθετικά. Πρόκειται για λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης, ενώ αποτελούν πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους (Shaji 2021). Επίσης, ο Xu et al. (2024) αναφέρουν ότι αντικατάσταση του ανόργανου N με οργανικό λίπασμα μείωσε το αποτύπωμα άνθρακα (C) και αποτελεί βιώσιμη λύση για την εντατική παραγωγή λαχανικών. Με αυτό τον τρόπο περιορίζεται η υποβάθμιση του εδάφους. Σε εδάφη όπου υπάρχει χαμηλή οργανική ουσία θα μπορούσε να βελτιωθεί η γονιμότητα του εδάφους χρησιμοποιώντας οργανικά λιπάσματα (Antoniadis et al. 2023). Ένα από τα κυριότερα οργανικά λιπάσματα θεωρείται η κοπριά (Μουρκίδης 1982).

1.6.2. Κοπριά

Η κοπριά βελτιώνει την υδατοχωρητικότητα, τον αερισμό αλλά και την αποστράγγιση του εδάφους, ενώ το είδος του ζώου, το σιτηρέσιο που χρησιμοποιείται, το είδος της στρωμνής, ο τρόπος ζύμωσης και διατήρησης της κοπριάς επηρεάζουν την σύσταση της (Θεριός 2021). Η κοπριά περιέχει άζωτο και άλλα θρεπτικά στοιχεία και η απελευθέρωση τους γίνεται αργά (Θεριός 2021). Η κοπριά είναι προϊόν της ανάμιξης των περιττωμάτων και ούρων διάφορων ζώων με άχυρο ή οποιοδήποτε άλλο υλικό στρωμνής (Μουρκίδης 1982).

1.6.3. Χλωρή λίπανση

Ως χλωρή λίπανση θεωρείται η λίπανση κατά την οποία ενσωματώνονται στο έδαφος το υπέργειο τμήμα των καλλιεργειών με σκοπό την προσθήκη αζώτου στο έδαφος αλλά και την αύξηση της οργανικής ουσίας. Για παράδειγμα τα ψυχανθή αποτελούν πολύ καλή λύση χλωρής λίπανσης (Θεριός 2021) λόγω της ικανότητας τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας μέσω των φυματίων που σχηματίζουν στο ριζικό τους σύστημα. Η χλωρή λίπανση σε πείραμα που έγινε από τον Yu et al. (2024) φάνηκε ότι είχε θετική επίδραση στην ενίσχυση των ενζυμικών δραστηριοτήτων του εδάφους, ενώ παράλληλα συνέβαλε στη μεγιστοποίηση της απόδοσης του σιταριού.

1.7. Οργανικό λίπασμα insect frass

Τα ολοένα και περισσότερα συσσωρευμένα απόβλητα αλλά και η ρύπανση αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες (Beesigamukama et al. 2022). Λόγω των έντονων σημερινών ρυθμών αύξησης του πληθυσμού είναι αναγκαία μια πιο βιώσιμη παραγωγή τροφίμων (Smink and Huulgaard 2022). Η κυκλική οικονομία (CE) συνεισφέρει στη βιώσιμη ανάπτυξη και η χρήση εντόμων και περιττωμάτων τους αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της κυκλικής αυτής οικονομίας αφού από τα έντομα αυτά μπορούν να παραχθούν χρήσιμα προϊόντα όπως πρωτεΐνη και το insect frass (Εικόνα 1.2) τα οποία έπειτα επιστρέφουν στον κύκλο παραγωγής (Smink and Huulgaard 2022; Moruzzo et al. 2021). Σύμφωνα με τους Chavez και Uchanski (2021) πέρα από την παραγωγικότητα και την αύξηση της ανάπτυξης, το insect frass διατηρεί την γονιμότητα του εδάφους αποτελώντας σημαντικό παράγοντα μειωμένης της έκπλυσης και της επικράτησης ασθενειών και παθογόνων. Τέλος, η χρήση του insect frass σαν λίπασμα δίνει τη δυνατότητα αντικατάστασης των ανόργανων λιπασμάτων (Houben et al. 2021).

1.7.1. Χρήσεις του insect frass

Το insect frass αποτελείται από υπολείμματα περιττωμάτων κατά την εκτροφή διάφορων εντόμων όπως το *Tenebrio molitor* L. με στόχο να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα (Fuertes-Mendizábal et al. 2023). Η εντομοκομποστοποίηση

αποτελεί προσιτή και βιώσιμη λύση για την ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων που παρέχει πρόσθετα οφέλη για την υγεία του εδάφους και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Beesigamukama 2022). Η Fuertes-Mendizábal et al. (2023) σε πείραμα που έγινε εφαρμογή insect frass σε συνδυασμό με βιοδιεγερτικό σε φυτά μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) διαπίστωσε ότι λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε οργανική ουσία έχει πολλές δυνατότητες ως οργανικό λίπασμα αυξάνοντας τη εναέρια βιομάζα του μαρουλιού, ενώ ενίσχυσε την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το φυτό αλλά και ευνόησε την μικροβιακή ποικιλότητα της ριζόσφαιρας.



Εικόνα 1.2. Οργανικό λίπασμα insect frass.

Σε πείραμα που έγινε από τους Antoniadis et al. (2023) με περιττώματα του *T. molitor* σε καλλιέργεια σπανακιού (*Spinacia oleracea* L.) βρέθηκε ότι υπήρξε αύξηση της οργανικής ουσίας, της βιομάζας του σπανακιού και του ρυθμού πρόσληψης του N. Γενικά το insect frass αποτελεί πολύ σημαντικό εδαφοβελτιωτικό λόγω του οργανικού C και N που προσθέτει στο έδαφος. Μετά από εφαρμογή του insect frass σε καλλιέργεια του ηλίανθου επιτεύχθηκε επαρκής θρέψη με P, K, Ca και S (Blakstad 2023). Σε πείραμα όπου αξιολογήθηκε το insect frass από διάφορα είδη εντόμων οι Beesigamukama et al. (2022) βρήκαν ότι τα συγκεκριμένα οργανικά λιπάσματα είχαν επαρκείς συγκεντρώσεις και περιεκτικότητα σε άζωτο (N), φώσφορο (P), κάλιο (K), αλλά και σε άλλα θρεπτικά (ασβέστιο, μαγνήσιο και θείο) καθώς και ιχνοστοιχεία όπως το μαγγάνιο, ο χαλκός, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, το βόριο και το νάτριο. Επιπλέον, το λίπασμα frass που ελήφθη από ορισμένα είδη εντόμων προκάλεσε μέτρια

έως υψηλή φυτοτοξικότητα (Beesigamukama et al. 2022). Γενικά σύμφωνα με τους Caron-Garant et al. (2023) αποτελεί ένα φιλικό προς το περιβάλλον λίπασμα και εμφανίζει ιδιότητες βιοδιεγερτών λόγω της περιεκτικότητας του σε χιτοζάνη/χιτίνη, ευεργετικούς μικροοργανισμούς και άλλα βιοενεργά συστατικά. Παρόλα αυτά όμως στην γηραιά ήπειρο δεν υπάρχει ακόμη νομοθεσία για αυτή τη χρήση ως λίπασμα (Houben et al. 2021).

1.8. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η αξιολόγηση της ανάπτυξης του ζιζανίου κοινός ζωχός υπό την επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης. Επίσης, στόχος της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης του νέου οργανικού λιπάσματος insect frass στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου ζιζανίου.

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Περιοχή πραγματοποίησης του πειράματος

Στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και συγκεκριμένα στην πόλη του Βόλου το 2023-2022 πραγματοποιήθηκε πείραμα με στόχο την αξιολόγηση της επίδρασης της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη του ζιζανίου κοινός ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.).

2.2. Πειραματικό σχέδιο

Στον εξωτερικό χώρο της Σχολής διεξήχθη το παρακάτω πείραμα φυτοδοχείων με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν 5 και περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα 2.1. Το pH του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στα φυτοδοχεία ήταν 7,4. Τα φυτοδοχεία είχαν χωρητικότητα 2 L και ο συνολικός αριθμός τους 75.

Πίνακας 2.1. Περιγραφή των πέντε επεμβάσεων του πειράματος.

Επεμβάσεις		Περιγραφή
1.	Μάρτυρας	Δεν πραγματοποιήθηκε εφαρμογή λιπάσματος οργανικού ή ανόργανου
2.	10 N	Εφαρμόστηκε το ανόργανο λίπασμα 26-0-0 (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία) σε ποσότητα 10 Kg N/στρέμμα
3.	Insect frass 0,5%	350 Kg/στρέμμα
4.	Insect frass 1%	700 Kg/στρέμμα
5.	Insect frass 2%	1400 Kg/στρέμμα

Για την πραγματοποίηση του πειράματος συλλέχθηκαν σπόροι το 2^ο δεκαήμερο του Ιουνίου από πληθυσμό ζωχού σε αγρό της περιοχής του Δομοκού. Κατά την 1^η

Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκε το πρώτο και βασικό βήμα που είναι το ζύγισμα της ποσότητας του insect frass (οργανικού λίπασμα) σε ποσότητες των 7,5 g, 15 g και 30 g που αντιστοιχούν στις επεμβάσεις 3, 4 και 5 που περιγράφονται στον παραπάνω πίνακα. Το οργανικό λίπασμα παράχθηκε στη μονάδα εκτροφής του εντόμου *Tenebrio molitor* L. στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας και αποτελείται κυρίως από τα περιττώματα του εντόμου. Οι ιδιότητες του λιπάσματος αναλύονται στον πίνακα 2.2. Πολύ σημαντικό να τονιστεί είναι ότι οι ποσότητες των παραπάνω γραμμαρίων τοποθετήθηκαν σε 45 φυτοδοχεία όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1.

Οι ποσότητες αυτές ενσωματώθηκαν μέσα στο έδαφος και η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 2 Νοεμβρίου 2022 την ημέρα ενσωμάτωσης του λιπάσματος, ενώ 5 μέρες αργότερα οι σπόροι του ζωχού φύτρωσαν επιτυχώς. Για την σπορά του ζωχού ανοίχθηκαν δύο γραμμές και στη συνέχεια καλύφθηκαν οι σπόροι με μαύρη τύρφη. Μετά την κάλυψη των σπόρων πραγματοποιήθηκε άρδευση.



Εικόνα 2.1. Εφαρμογή επιφανειακά του Insect frass πριν την ενσωμάτωση του στο έδαφος.

Ένα μήνα μετά τη σπορά και ύστερα από συνεχή επίβλεψη της προόδου της ανάπτυξης των φυτών έγινε αραίωμα των φυτών όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2 με σκοπό να παραμείνουν όσο το δυνατόν τα πιο αναπτυγμένα φυτά και να μειωθούν οι

συνθήκες ανταγωνισμού. Ένα δεύτερο αραιώμα έγινε τον Ιανουάριο του 2023. Ως αποτέλεσμα του αραιώματος ήταν να προκύψουν σε μια ευθύγραμμη διάταξη φυτά που μπορούσαν να αναπτυχθούν χωρίς έντονο ανταγωνισμό και να γίνουν οι μετρήσεις πιο εύκολα (Εικόνα 2.3).

Πίνακας 2.2. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του οργανικού λιπάσματος insect frass που παράχθηκε σε μονάδα εκτροφής του εντόμου *Tenebrio molitor* L.

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



Εικόνα 2.2. Ανάπτυξη των φυτών πριν το αρχικό αραιώμα.



Εικόνα 2.3. Διάταξη των φυτών μετά το αρχικό αραίωμα.

Στις 10 Ιανουαρίου του 2023 ζυγίστηκαν τα γραμμάρια του ανόργανου λιπάσματος που θα εφαρμοζόταν. Το λίπασμα 26-0-0 (ασβεστούχος νιτρική αμμωνία) εφαρμόστηκε σε δύο δόσεις των 5 μονάδες αζώτου (N) σε καθένα από τα 15 φυτοδοχεία της επέμβασης. Η αρχική εφαρμογή έγινε στις 10 Ιανουαρίου του 2023, ενώ η δεύτερη έγινε στις 15 Φεβρουαρίου. Το 2^ο αραίωμα έγινε 3 μέρες μετά την εφαρμογή της 1^{ης} δόσης του ανόργανου λιπάσματος (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4. Διάταξη των φυτών του ζωχού μετά το 2^ο αραίωμα.

2.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

Μετά την έναρξη του φυτρώματος και μέχρι το 2^ο αραίωμα υπήρχε μέριμνα για την αποφυγής προσβολής από τα σαλιγκάρια. Για το λόγο αυτό τοποθετήθηκε το σκεύασμα SLUXX HP με δραστική ουσία φωσφορικό σίδηρο επιφανειακά σε κάθε φυτοδοχείο. Επιπλέον, όποτε κρινόταν αναγκαίο και εφόσον οι καιρικές συνθήκες το επέβαλαν πραγματοποιούνταν άρδευση. Καθοριστικής σημασίας για την κάλυψη ανάπτυξη των φυτών του ζωχού ήταν το βοτάνισμα για την απομάκρυνση άλλων ειδών ζιζανίων.

2.4. Μετρήσεις

Για την έρευνα της επιρροής της ανόργανης και της οργανικής λιπάνσεως στην ανάπτυξη του ζιζανίου κοινός ζωχός εκτελέστηκαν μετρήσεις ανά τρία δοχεία σε κάθε μία από τις επεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, με διαφορά 15 ημερών για να υπάρχει ικανοποιητική ανάπτυξη από την μια μέτρηση στην άλλη έγιναν οι μετρήσεις στις παρακάτω ημερομηνίες κατά το έτος 2023: 15^η Φεβρουαρίου, 1^η Μαρτίου, 13^η Μαρτίου, 24^η Μαρτίου και 3^η Απριλίου. Στις παραπάνω ημερομηνίες έγινε η καταγραφή του αριθμού των φύλλων, της διαμέτρου της ροζέτας, της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης τω φύλλων, του νωπού και του ξηρού βάρους του φυτού αλλά και του ριζικού συστήματος.

- **Αριθμός φύλλων** → Έγινε καταμέτρηση του συνολικού αριθμού των φύλλων της ροζέτας για κάθε ένα από τα τέσσερα φυτά που υπήρχαν στο κάθε φυτοδοχείο.
- **Διάμετρος ροζέτας** → Για αυτή την καταμέτρηση χρειάστηκε ένας χάρακας με τον οποίο υπολογίστηκε η μέγιστη διάμετρος κάθε ροζέτας.
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης** → Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης (τιμές SPAD) υπολογίστηκε με τη βοήθεια του οργάνου SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc). Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης, από κάθε ένα από τα συνολικά 4 φυτά του φυτοδοχείου, έγινε μέτρηση των τιμών SPAD στα φύλλα με τον πιο έντονο χρωματισμό (Εικόνα 2.5).
- **Νωπό βάρος φυτού** → Πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας.

- **Ξηρό βάρος φυτού**→Ομοίως με το νωπό βάρος, με την διαφορά ότι το ξηρό βάρος μετρήθηκε αφού πρώτα τα φυτά ξηράθηκαν για 72 ώρες στους 60°C σε ξηραντήριο με σκοπό την απώλεια υγρασίας.
- **Νωπό βάρος ριζικού συστήματος**→Μετά το πέρας των παραπάνω μετρήσεων το έδαφος του κάθε φυτοδοχείου μεταφέρθηκε σε σακούλες που περιείχαν νερό και αποσκληρυντικό για την απομάκρυνση του εναπομείναντα εδάφους. Έπειτα με την βοήθεια νερού και κόσκινου απομακρύνθηκαν πλήρως τα τεμαχίδια εδάφους και οι ρίζες μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Ζιζανιολογίας (Εικόνα 2.6) για την μέτρηση του βάρους.
- **Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος**→Τελευταίο βήμα για την μέτρηση του ξηρού βάρους ήταν η ξήρανση τους στο ξηραντήριο για 72 ώρες στους 60°C.



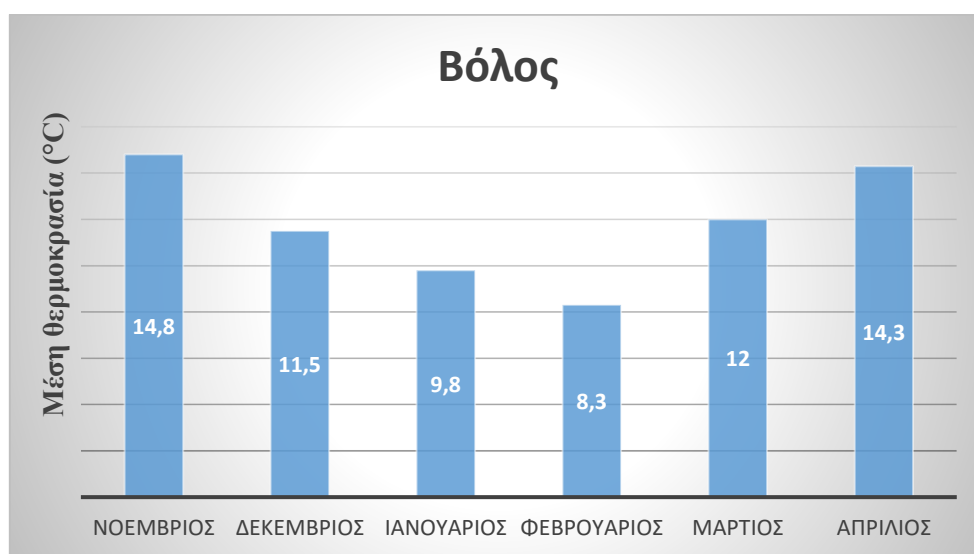
Εικόνα 2.5. Φορητό όργανο μέτρηση των τιμών SPAD και χάρακας για την μέτρηση της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών του κάθε φυτοδοχείου.



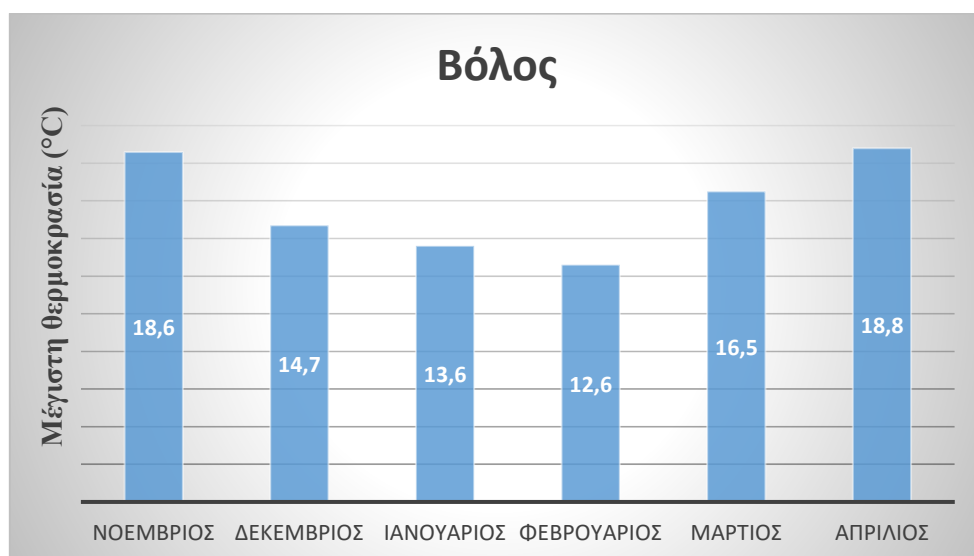
Εικόνα 2.6. Ριζικό σύστημα των φυτών του ζωχού στις διάφορες επεμβάσεις.

2.5. Μετεωρολογικά δεδομένα

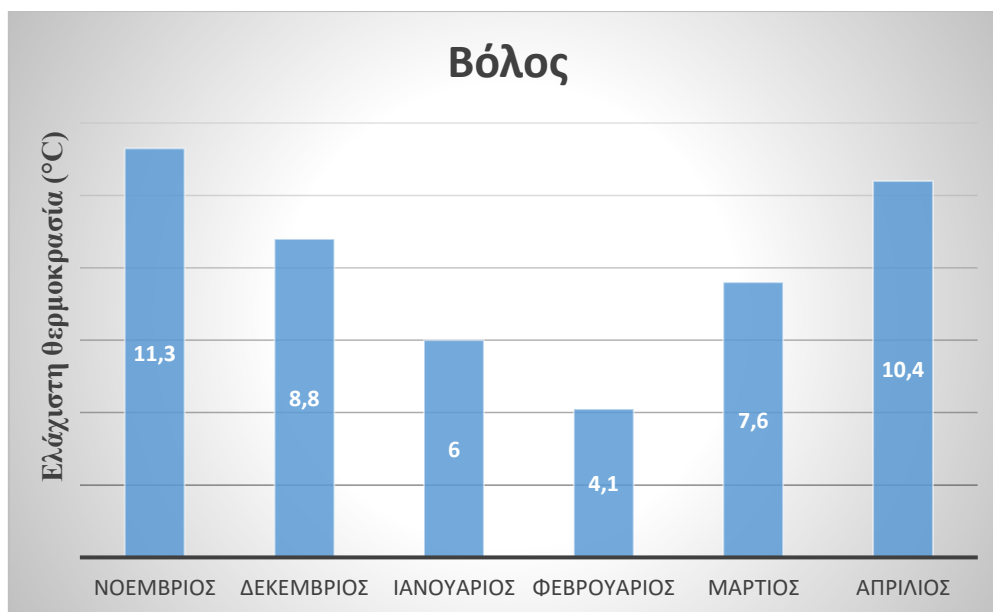
Στα παρακάτω γραφήματα απεικονίζονται η μέση θερμοκρασία (Γράφημα 2.1), η μέγιστη θερμοκρασία (Γράφημα 2.2), η ελάχιστη θερμοκρασία (Γράφημα 2.3) καθώς και το ύψος βροχόπτωσης (Γράφημα 2.4) για κάθε ένα από τους μήνες της περιόδου όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Η μέγιστη θερμοκρασία καταγράφηκε τον μήνα Απρίλιο, ενώ αντίθετα η χαμηλότερη τιμή των χιλιοστών βροχής που «έπεσαν» ήταν κατά τον μήνα Δεκέμβριο.



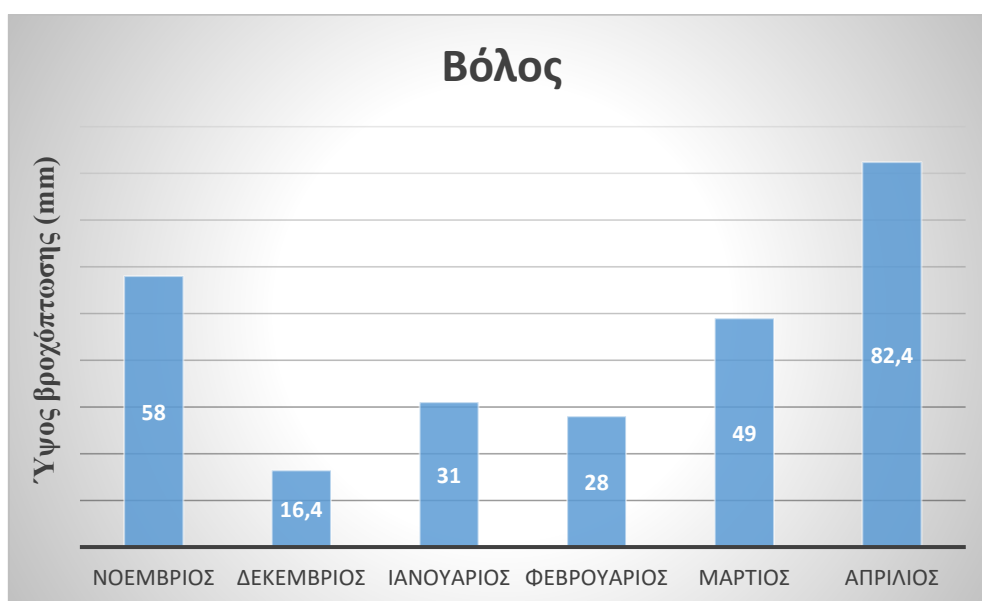
Γράφημα 2.1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τους μήνες υλοποίησης του πειράματος.



Γράφημα 2.2. Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τους μήνες υλοποίησης του πειράματος.



Γράφημα 2.3. Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τους μήνες υλοποίησης του πειράματος.



Γράφημα 2.4. Ύψος βροχόπτωσης κατά τους μήνες υλοποίησης του πειράματος.

2.6. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που πάρθηκαν και αφορούσαν τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών που αναφέρθηκαν παραπάνω έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA). Στο πρώτο

στάδιο της στατιστικής ανάλυσης πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς και στο δεύτερο στάδιο η σύγκριση των μέσων με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD test) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επιπρόσθετα για τα δεδομένα της τελευταίας μέτρησης σε υπολογιστικό φύλλο Excel (Microsoft Office 2019) έγινε η ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών που καταγράφηκαν. Τέλος, τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέση τιμή των 3 επαναλήψεων, ενώ υπολογίστηκε και το τυπικό σφάλμα του κάθε μέσου με το υπολογιστικό φύλλο Excel.

Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα

3.1. Αριθμός φύλλων

Μέτρηση 1^η: 15/02/2023

Ύστερα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων του αριθμού των φύλλων του ζωχού που καταγράφηκαν κατά την πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Φεβρουάριο προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Παρόλο το παραπάνω αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης στα φυτοδοχεία που εφαρμόστηκε η μεγαλύτερη ποσότητα (1400 Kg/στρέμμα) του οργανικού λιπάσματος insect frass παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων ήταν ο μεγαλύτερος κατά 13,9% συγκριτικά με τον αντίστοιχο αριθμό που μετρήθηκε στον μάρτυρα (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Αριθμός φύλλων του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 1^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 15 Φεβρουαρίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	6,2 ± 0,17 α
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	6,8 ± 0,08 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	7,1 ± 0,08 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	6,9 ± 0,08 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	7,2 ± 0,60 α
LSD _{5%}	-
Ανάλυση διασποράς	
F	2,027
P	0,183

Μέτρηση 2^η: 01/03/2023

Η επόμενη μέτρηση του αριθμού των φύλλων έγινε στις αρχές Μαρτίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P=0,015$). Αναλυτικά, μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκαν 700 Kg insect frass ανά στρέμμα ο μέσος όρος του αριθμού των φύλλων ανά φυτό ήταν 8,2, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 6,7. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις ανόργανο λίπασμα και insect frass 700 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Αριθμός φύλλων του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 2^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 1^η Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	$6,7 \pm 0,65\gamma$
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	$6,9 \pm 0,55 \beta\gamma$
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	$7,6 \pm 0,30 \beta\gamma$
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	$8,2 \pm 0,36 \alpha\beta$
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	$9,4 \pm 0,17 \alpha$
LSD _{5%}	1,452
Ανάλυση διασποράς	
F	6,112
P	0,015

Μέτρηση 3^η: 13/03/2023

Η τρίτη καταγραφή του χαρακτηριστικού έγινε στις 13 Μαρτίου όπου και παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ ορισμένων επεμβάσεων,

ενώ δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του οργανικού λιπάσματος που εφαρμόστηκε στη ποσότητα των 1400 Kg/στρέμμα και της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Ίδιο αποτέλεσμα σημειώθηκε και στον μάρτυρα σε σύγκριση με το ανόργανο λίπασμα. Τέλος, παρατηρείται ότι η μέση μεγαλύτερη τιμή (10,5) του αριθμού των φύλλων καταγράφεται στην επέμβαση με τη μεγαλύτερη ποσότητα insect frass (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3. Αριθμός φύλλων του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 3^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	7,1 ± 0,39 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	8,8 ± 0,22 αβ
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	9,5 ± 0,61 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	8,5 ± 0,80 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	10,5 ± 0,66 α
LSD _{5%}	2,058
Ανάλυση διασποράς	
F	4,096
P	0,043

Μέτρηση 4^η: 24/03/2023

Η επόμενη μέτρηση έγινε στις 24 Μαρτίου όπου η στατιστική ανάλυση ανέδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Όμως, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της επέμβασης 350 Kg/στρέμμα του οργανικού λιπάσματος και του ανόργανου λιπάσματος όπως και

μεταξύ της επέμβασης 700 Kg/στρέμμα του οργανικού λιπάσματος και του ανόργανου λιπάσματος. Ο αριθμός φύλλων των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία που έγινε εφαρμογή του insect frass στη δόση των 350 Kg/στρέμμα ήταν κατά 6,86% μεγαλύτερος από τον αριθμό των φύλλων που καταγράφηκε στα φυτά που είχαν δεχτεί την εφαρμογή του λιπάσματος 26-0-0 (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Αριθμός φύλλων του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 4^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	7,5 ± 0,14 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	9,5 ± 0,75 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	10,2 ± 0,36 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	10,4 ± 0,36 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	11,9 ± 0,58 α
LSD _{5%}	1,589
Ανάλυση διασποράς	
F	10,868
P	0,003

Μέτρηση 5^η: 03/04/2023

Στη τελευταία μέτρηση που έγινε στις 3 Απριλίου, η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ποσότητα του insect frass 700 Kg ανά στρέμμα είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή (9,6), ενώ το λίπασμα 26-0-0 είχε μέση τιμή 9,2 (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. Αριθμός φύλλων του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 5^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 3 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Αριθμός φύλλων/φυτό
Μάρτυρας	7,1 ± 0,17 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	9,2 ± 0,30 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	8,2 ± 0,95 αβ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	9,6 ± 0,51 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	9,5 ± 0,36 α
LSD _{5%}	1.738
Ανάλυση διασποράς	
F	3,949
P	0,047

3.2. Δείκτης SPAD

Μέτρηση 1^η: 15/02/2023

Η πρώτη μέτρηση για τον δείκτη της χλωροφύλλης SPAD έγινε στις 15 Φεβρουαρίου 2023. Η στατιστική ανάλυση ($p < 0,05$) ανέδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Για παράδειγμα μεταξύ των επεμβάσεων του insect frass 1400 Kg/στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος διαπιστώθηκε μεγάλη διαφορά με τις τιμές που μετρήθηκαν να είναι 34,4 και 38,3, αντίστοιχα (Πίνακας 3.6). Επίσης, διαφορές στατιστικώς σημαντικές διαπιστώθηκαν και ανάμεσα στο ανόργανο λίπασμα και στις επεμβάσεις του μάρτυρα ή του insect frass 700 Kg/στρέμμα.

Πίνακας 3.6. Δείκτης χλωροφύλλης SPAD του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 1^η μέτρηση στις 15 Φεβρουαρίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	34,5 ± 0,23 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	38,3 ± 1,13 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	36,1 ± 0,72 αβ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	34,8 ± 0,46 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	34,4 ± 0,38 β
LSD _{5%}	2,319
Ανάλυση διασποράς	
F	5,562
P	0,019

Μέτρηση 2^η: 01/03/2023

Η δεύτερη μέτρηση για τον δείκτη της χλωροφύλλης SPAD υλοποιήθηκε την 1 Μαρτίου. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι μεταξύ των επεμβάσεων insect frass 350 Kg/στρέμμα (μικρή δόση) και της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ ο μέσος όρος του δείκτη SPAD ήταν αντίστοιχα 38,7 και 49,8, με το ανόργανο λίπασμα να σημειώνει τη μεγαλύτερη τιμή (Πίνακας 3.7). Τέλος, δεν φανέρωσε η στατιστική ανάλυση διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του insect frass ανεξαρτήτως της δόσης εφαρμογής του.

Πίνακας 3.7. Δείκτης χλωροφύλλης SPAD του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 2^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 1 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	38,7 ± 0,95 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	49,8 ± 2,41 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	38,7 ± 1,07 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	38,5 ± 1,05 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	37,3 ± 1,17 β
LSD _{5%}	4,299
Ανάλυση διασποράς	
F	15,353
P	<0,001

Μέτρηση 3^η: 13/03/2023

Η τρίτη μέτρηση για τον δείκτη της χλωροφύλλης SPAD εκτελέστηκε στις 13 Μαρτίου. Συγκεκριμένα, μεταξύ των επεμβάσεων insect frass 1400 Kg/στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος 26-0-0 σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Αντίθετα, μεταξύ των μάρτυρα και της επέμβασης insect frass 350 Kg/στρέμμα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Ομοίως, δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του insect frass. Τη μεγαλύτερη τιμή SPAD καταγράψαμε στα φυτοδοχεία όπου έγινε εφαρμογή της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Δείκτης χλωροφύλλης SPAD του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδεςN/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 3^η μέτρηση για την μέτρηση του δείκτη SPAD η οποία πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD/φυτό
Μάρτυρας	37,8 ± 0,87 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	48,6 ± 0,78 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	37,4 ± 0,50 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	35,9 ± 2,86 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	38,2 ± 0,68 β
LSD _{5%}	4,437
Ανάλυση διασποράς	
F	14,022
P	0,001

Μέτρηση 4^η: 24/03/2023

Η τέταρτη μέτρηση για τον δείκτη της χλωροφύλλης SPAD εκτελέστηκε στις 24 Μαρτίου. Μεταξύ των επεμβάσεων insect frass 700 Kg/στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος 26-0-0 υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως και μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και του μάρτυρα όπου δεν εφαρμόστηκε λίπασμα. Ο δείκτης SPAD είναι μεγαλύτερος κατά ποσοστό 15,8% στα φυτά που είχαν λιπανθεί με την ασβεστούχο νιτρική αμμωνία σε σύγκριση με τη μικρή δόση του insect frass (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9. Δείκτης χλωροφύλλης SPAD του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 4^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2023.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	36,4 ± 1,72 βγ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	46,7 ± 0,63 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	39,3 ± 1,33 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	38,4 ± 0,19 βγ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	35,3 ± 0,54 γ
LSD _{5%}	3,212
Ανάλυση διασποράς	
F	20,628
P	<0,001

Μέτρηση 5^η: 03/04/2023

Η πέμπτη και τελευταία μέτρηση για τον δείκτη της χλωροφύλλης SPAD έγινε στις 3 Απριλίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκε το λίπασμα 26-0-0 που είχε τιμή του δείκτη 43,3, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 31. Ομοίως παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και όλων των επεμβάσεων του insect frass (δόσεις 350, 700 και 1400 Kg/στρέμμα) (Πίνακας 3.10), ενώ μεταξύ των τριών δόσεων του οργανικού λιπάσματος δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές.

Πίνακας 3.10. Δείκτης χλωροφύλλης SPAD του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 5^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 3 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Δείκτης SPAD
Μάρτυρας	31,0 ± 0,64 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	43,3 ± 0,13 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	32,3 ± 0,44 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	32,6 ± 0,57 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	32,5 ± 0,95 β
LSD _{5%}	2,142
Ανάλυση διασποράς	
F	58,738
P	<0,001

3.3. Διάμετρος ροζέτας

Μέτρηση 1^η: 15/02/2023

Η πρώτη μέτρηση για τη διάμετρο της ροζέτας έγινε στις 15 Φεβρουαρίου 2023. Κατά τη μέτρηση αυτή αναδείχτηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων όπου εφαρμόστηκε insect frass στις δόσεις των 700 και 1400 Kg/στρέμμα. Αντίθετα, δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και του μάρτυρα όπως και μεταξύ του insect frass 350 Kg/στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος. Τη μεγαλύτερη μέση τιμή της διαμέτρου της ροζέτας (7,4 cm) την καταγράψαμε στην επέμβαση insect frass 1400 Kg/ στρέμμα (Πίνακας 3.11).

Πίνακας 3.11. Διάμετρος ροζέτας του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 1^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 15 Φεβρουαρίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	3,7 ± 0,10 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	5,3 ± 0,42 βγ
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	5,3 ± 0,29 βγ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	6,2 ± 0,12 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	7,4 ± 1,08 α
LSD _{5%}	1,764
Ανάλυση διασποράς	
F	6,233
P	0,014

Μέτρηση 2^η: 01/03/2023

Η δεύτερη καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας έγινε την 1 Μαρτίου όπου και παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των άλλων επεμβάσεων. Αντίθετα, δεν σημειώθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ του insect frass 350 Kg/στρέμμα και του insect frass 700 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.12).

Πίνακας 3.12. Διάμετρος ροζέτας του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 2^η Μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε κατά στις 1 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	4,4 ± 0,60 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	6,5 ± 0,02 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	5,9 ± 0,68 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	6,4 ± 0,32 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	7,9 ± 0,27 α
LSD _{5%}	1,367
Ανάλυση διασποράς	
F	8,971
P	0,005

Μέτρηση 3^η: 13/03/2023

Επόμενη καταμέτρηση της διαμέτρου της ροζέτας έγινε στα μέσα Μαρτίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Αναλυτικά, μεταξύ της επέμβασης όπου εφαρμόστηκαν 1400 Kg ανά στρέμμα insect frass και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκε το λίπασμα 26-0-0 δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ ο μέσος όρος της διαμέτρου της ροζέτας ήταν 7,9 cm στην επέμβαση του insect frass, ενώ για το λίπασμα 26-0-0 η τιμή ήταν 9,7 cm. Ομοίως δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ του ανόργανου λιπάσματος και των άλλων επεμβάσεων του insect frass (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.13. Διάμετρος ροζέτας του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 3^η Μέτρηση για την μέτρηση του διαμέτρου της ροζέτας η οποία πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	5,5 ± 0,07 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	9,7 ± 0,03 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	8,0 ± 0,45 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	8,2 ± 1,41 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	7,9 ± 0,33 β
LSD _{5%}	2,160
Ανάλυση διασποράς	
F	5,305
P	0,022

Μέτρηση 4^η: 24/03/2023

Κατά τη 4^η μέτρηση διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Επίσης, μεταξύ της επέμβασης όπου εφαρμόστηκαν 700 Kg insect frass ανά στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος 26-0-0 σημειώθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Ο μέρος όρος της διαμέτρου της ροζέτας ήταν 10,2 cm στην επέμβαση insect frass 700 Kg/στρέμμα, ενώ για την επέμβαση όπου εφαρμόστηκε το ανόργανο λίπασμα η τιμή ήταν 12,1 cm η οποία ήταν και η μεγαλύτερη (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14. Διάμετρος ροζέτας του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 4^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	6,4 ± 0,31 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	12,1 ± 1,43 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	8,7 ± 0,12 βγ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	10,2 ± 0,26 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	9,8 ± 0,54 αβ
LSD _{5%}	2,326
Ανάλυση διασποράς	
F	8,397
P	0,006

Μέτρηση 5^η: 03/04/2023

Τελευταία καταγραφή του χαρακτηριστικού έγινε στις 3 Απριλίου όπου και παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων. Αντίθετα, μεταξύ του insect frass και της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανεξαρτήτως της δόσης όπου εφαρμόστηκε (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Διάμετρος ροζέτας του ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 5^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 3 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	7,6 ± 0,69 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	12,6 ± 1,31 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	12,3 ± 1,09 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	11,2 ± 0,14 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	12,3 ± 0,08 α
LSD _{5%}	2,558
Ανάλυση διασποράς	
F	7,184
P	0,009

3.4. Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος

Μέτρηση 1^η: 15/02/2023

Η πρώτη μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών έγινε στα μέσα Φεβρουαρίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (P=0,118). Στα φυτοδοχεία όπου εφαρμόστηκαν 700 Kg insect frass ανά στρέμμα ο μέρος όρος του νωπού βάρους ήταν 0,47 g/φυτό, ενώ για την επέμβαση όπου εφαρμόστηκε ανόργανο λίπασμα η τιμή ήταν 0,42 g/φυτό (Πίνακας 3.16.).

Πίνακας 3.16. Νωπό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 1^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις Φεβρουαρίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,25 ± 0,08 α
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,42 ± 0,09 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,38 ± 0,02α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,47 ± 0,02 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,64 ± 0,16 α
LSD _{5%}	-
Ανάλυση διασποράς	
F	2,581
P	0,118

Μέτρηση 2^η: 01/03/2023

Από τη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Μάρτιο προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων ($P < 0,001$). Μεταξύ του μάρτυρα και της δόσης insect frass 1400 Kg /στρέμμα υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά, ενώ την μεγαλύτερη τιμή (1,11 g/φυτό) από όλες τις επεμβάσεις έχει η ποσότητα 1400 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.1). Επίσης, δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του λιπάσματος 26-0-0 και του insect frass όταν εφαρμόστηκε στις δόσεις 350 και 700 Kg /στρέμμα.

Πίνακας 3.17. Νωπό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 2^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 1 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,28 ± 0,07 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,62 ± 0,06 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,60 ± 0,08 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,75 ± 0,09 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	1,11 ± 0,03 α
LSD _{5%}	0,199
Ανάλυση διασποράς	
F	24,373
P	<0,001

Μέτρηση 3^η: 13/03/2023

Η τρίτη καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας έγινε στις 13 Μαρτίου όπου και παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$). Συγκεκριμένα, διαφορές που αξίζει να σημειωθούν υπήρξαν μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων του insect frass (Πίνακας 3.18). Δε υπήρξαν διαφορές τόσο μεταξύ των τριών δόσεων του insect frass όσο και μεταξύ της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας και του insect frass ανεξαρτήτως της δόσης εφαρμογής του.

Πίνακας 3.18. Νωπό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 3^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 13^η Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,42 ± 0,03 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδεςN/στρέμμα)	1,15 ± 0,15 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,99 ± 0,17 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,87 ± 0,20 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	1,20 ± 0,02 α
LSD _{5%}	0,454
Ανάλυση διασποράς	
F	5,099
P	0,024

Μέτρηση 4^η: 24/03/2023

Η τέταρτη μέτρηση για το νωπό βάρος ανά φυτό πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου με τη στατιστική ανάλυση ($P < 0,001$) να αναδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, ο μάρτυρας διέφερε με όλες τις άλλες επεμβάσεις, ενώ του insect frass 1400 Kg/στρέμμα και του ανόργανου λιπάσματος 26-0-0 δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τη μεγαλύτερη τιμή του νωπού βάρους (1,84 g/φυτό) καταγράψαμε στο ανόργανο λίπασμα 26-0-0 (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.19. Νωπό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 4^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,56 ± 0,03 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	1,84 ± 0,24 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	1,26 ± 0,06 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	1,64 ± 0,06 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	1,72 ± 0,05 α
LSD _{5%}	0,403
Ανάλυση διασποράς	
F	17,620
P	<0,001

Μέτρηση 5^η: 03/04/2023

Η πέμπτη και τελευταία μέτρηση για το νωπό βάρος έγινε στις 3 Απριλίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$). Αναλυτικά, μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκε το ανόργανο λίπασμα 26-0-0 παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική, διαφορά, ενώ ο μέρος όρος της τιμής του νωπού βάρους ανά φυτό ήταν 1,80 g, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 0,61 g που ήταν και η πιο μικρή. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανο λίπασμα και των επεμβάσεων του insect frass ανεξαρτήτως της ποσότητας εφαρμογής του (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.20. Νωπό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 5^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 3 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,61 ± 0,04 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	1,80 ± 0,37 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	1,75 ± 0,28 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	1,93 ± 0,27 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	1,88 ± 0,33 α
LSD _{5%}	0,852
Ανάλυση διασποράς	
F	4,498
P	0,034

3.5. Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Μέτρηση 1^η: 15/02/2023

Η πρώτη μέτρηση για το ξηρό βάρος έγινε στις 15 Φεβρουαρίου. Κατά τη μέτρηση αυτή αναδείχτηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα η επέμβαση insect frass 1400 Kg/στρέμμα διέφερε με τον μάρτυρα. Αντίθετα, μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκε insect frass στη δόση 350 Kg/στρέμμα δεν υπάρχει στατιστική διαφορά καθώς και ο μέρος όρος της τιμής του ξηρού βάρους ανά φυτό ήταν 0,11 g, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 0,06 g. Τη μεγαλύτερη μέση τιμή του ξηρού βάρους (0,16 g/φυτό) είχε η δόση του insect frass 1400 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.21).

Πίνακας 3.21. Ξηρό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 1^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε κατά την 15^η μέρα του Φεβρουαρίου 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,06 ± 0,01 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,11 ± 0,02 αβ
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,09 ± 0,00 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,12 ± 0,01 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,16 ± 0,03 α
LSD _{5%}	0,055
Ανάλυση διασποράς	
F	5,010
P	0,026

Μέτρηση 2^η: 01/03/2023

Η επόμενη μέτρηση του ξηρού βάρους έγινε στις αρχές Μαρτίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P=0,004$). Αναλυτικά, μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκαν 700 Kg insect frass ανά στρέμμα ο μέσος όρος του ξηρού βάρους ανά φυτό ήταν 0,14 g, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 0,07 g. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν μεταξύ του μάρτυρα και της μικρής δόσης του insect frass. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές για τις επεμβάσεις με το ανόργανο λίπασμα και την επέμβαση insect frass 700 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.22. Ξηρό βάρος ανά φυτό ζωκού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 Kg N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 2^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 1^η Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,07 ± 0,03 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδεςN/στρέμμα)	0,12 ± 0,02 βγ
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,12 ± 0,01 βγ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,14 ± 0,02 β
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,23 ± 0,01 α
LSD _{5%}	0,0595
Ανάλυση διασποράς	
F	9,730
P	0,004

Μέτρηση 3^η: 13/03/2023

Η τρίτη μέτρηση για το ξηρό βάρος ανά φυτό έγινε στις 13 Μαρτίου. Η ανάλυση της διασποράς έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μεταξύ της επέμβασης insect frass 1400 Kg /στρέμμα και των άλλων επεμβάσεων με εξαίρεση την επέμβαση insect frass 700 Kg/στρέμμα διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, μεταξύ των φυτών του μάρτυρα και των φυτών που έχουν δεχτεί την ποσότητα insect frass 350 Kg/στρέμμα δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Τη μικρότερη τιμή ξηρού βάρους ανά φυτό ζωκού (0,1 g/φυτό) καταγράψαμε στον μάρτυρα (Πίνακας 3.23).

Πίνακας 3.23. Ξηρό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 3^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,10 ± 0,03 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,14 ± 0,02 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,13 ± 0,04 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,17 ± 0,03 αβ
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,24 ± 0,02 α
LSD _{5%}	0,0917
Ανάλυση διασποράς	
F	4,044
P	0,044

Μέτρηση 4^η: 24/03/2023

Η τέταρτη μέτρηση για το ξηρό βάρος πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου. Επειδή το $p < 0,001$ που υπολογίστηκε στην ανάλυση της διασποράς διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα, ο μάρτυρας διέφερε με όλες τις άλλες επεμβάσεις. Μεταξύ όμως των επεμβάσεων του insect frass 700 ή 1400 Kg /στρέμμα και του ανόργανου 26-0-0 δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ο μέσος όρος του ξηρού βάρους είναι μεγαλύτερος στα φυτά που έχουν δεχτεί insect frass στην ποσότητα των 1400 Kg/στρέμμα (Πίνακας 3.24.).

Πίνακας 3.24. Ξηρό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 4^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,12 ± 0,01 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,33 ± 0,02 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,24 ± 0,01 β
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,31 ± 0,02 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,34 ± 0,03 α
LSD _{5%}	0,0619
Ανάλυση διασποράς	
F	24,128
P	<0,001

Μέτρηση 5^η: 03/04/2023

Η πέμπτη και τελευταία μέτρηση για το ξηρό βάρος έγινε στις 3 Απριλίου. Κατά τη μέτρηση αυτή διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,016$). Αναλυτικά, μεταξύ του μάρτυρα και της επέμβασης όπου εφαρμόστηκε το λίπασμα 26-0-0 παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική διαφορά ενώ ο μέρος όρος του ξηρού βάρους ανά φυτό ήταν 0,36 g για το λίπασμα 26-0-0, ενώ για τον μάρτυρα η τιμή ήταν 0,13 g. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανο λίπασμα και του insect frass ανεξαρτήτως της δόσης εφαρμογής του τελευταίου λιπάσματος (Πίνακας 3.25).

Πίνακας 3.25. Ξηρό βάρος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) κατά την 5^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στις 3 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,13 ± 0,02 β
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,36 ± 0,05 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,28 ± 0,04 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,33 ± 0,04 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,38 ± 0,05 α
LSD _{5%}	0,132
Ανάλυση διασποράς	
F	5,922
P	0,016

3.6. Νωπό βάρος ριζικού συστήματος

Ύστερα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων του νωπού βάρους του ριζικού συστήματος που καταγράφηκαν τον μήνα Απρίλιο προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των άλλων επεμβάσεων, ενώ μεταξύ των τριών δόσεων του insect frass δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές. Αξίζει να σημειώσουμε ότι στα φυτοδοχεία που εφαρμόστηκε η μεγαλύτερη ποσότητα (1400 Kg/στρέμμα) του insect frass το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος ήταν μεγαλύτερο κατά 53,1% συγκριτικά με τον αντίστοιχο βάρος που μετρήθηκε στον μάρτυρα (Πίνακας 3.26.).

Πίνακας 3.26. Νωπό βάρος του ριζικού συστήματος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) στην μέτρηση που έγινε στις 5 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος ριζικού συστήματος (g/φυτό)
Μάρτυρας	1,88 ± 0,17 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	2,72 ± 0,33 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	3,62 ± 0,29 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	3,79 ± 0,08 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	4,01 ± 0,28 α
LSD _{5%}	0,856
Ανάλυση διασποράς	
F	11,399
P	0,002

3.7. Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Ύστερα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος που καταγράφηκαν κατά την τελευταία δειγματοληψία που έγινε στις αρχές Απριλίου προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, ο μάρτυρας διέφερε με όλες τις άλλες επεμβάσεις, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών δόσεων του insect frass. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι στα φυτοδοχεία που εφαρμόστηκε η μικρότερη ποσότητα (350 Kg/στρέμμα) του οργανικού λιπάσματος insect frass παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος του ξηρού βάρους ρίζας ανά φυτό ήταν ο μεγαλύτερος κατά 47,7% συγκριτικά με τον αντίστοιχο βάρος που μετρήθηκε στον μάρτυρα (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.27. Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος ανά φυτό ζωχού όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) στην μέτρηση που έγινε στις 5 Απριλίου του 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος (g/φυτό)
Μάρτυρας	0,45 ± 0,06 γ
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	0,71 ± 0,06 β
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	0,86 ± 0,08 αβ
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	0,91 ± 0,04 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	0,93 ± 0,05 α
LSD _{5%}	0,174
Ανάλυση διασποράς	
F	14,431
P	<0,001

3.8. Αναλογία του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος

Ύστερα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της αναλογίας του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος/ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος που καταγράφηκαν στις αρχές Απριλίου προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 3.28). Παρόλο το παραπάνω αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης, στα φυτοδοχεία που εφαρμόστηκε η μικρότερη ποσότητα (350 Kg/στρέμμα) του οργανικού λιπάσματος insect frass καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή της συγκεκριμένης αναλογίας (Πίνακας 3.28).

Πίνακας 3.28. Αναλογία του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος όπως επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης (μάρτυρας, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), insect frass (350 Kg/στρέμμα), insect frass (700 Kg/στρέμμα) και insect frass (1400 Kg/στρέμμα) στην μέτρηση που έγινε στις 3 Απριλίου 2023. Για τις επεμβάσεις των οποίων οι μέσες τιμές ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

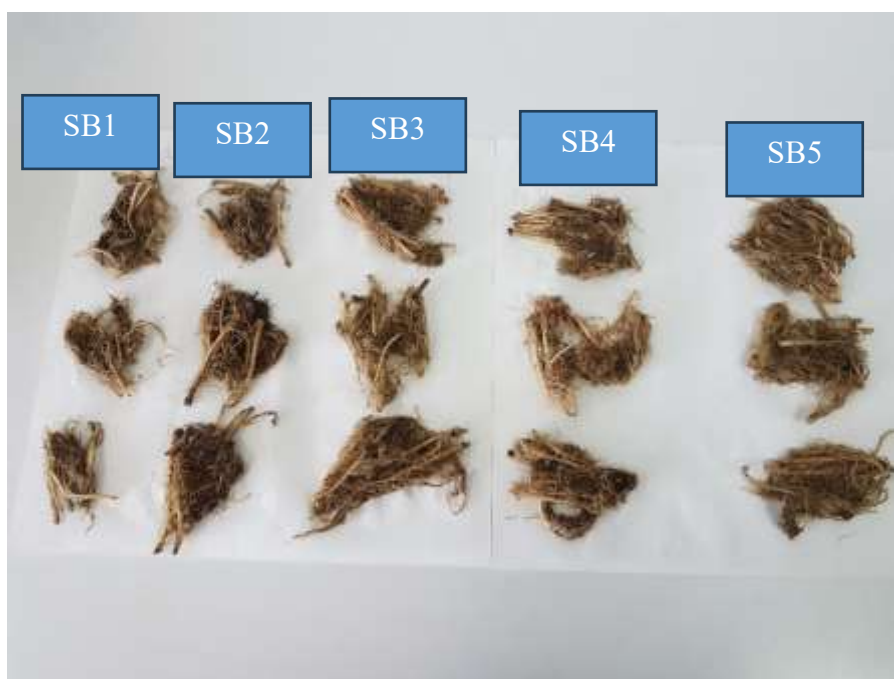
Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος/ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος
Μάρτυρας	3,68 ± 1,07 α
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα)	2,04 ± 0,36 α
Insect frass (350 Kg/στρέμμα)	3,26 ± 0,67 α
Insect frass (700 Kg/στρέμμα)	2,81 ± 0,24 α
Insect frass (1400 Kg/στρέμμα)	2,55 ± 0,33 α
LSD _{5%}	-
Ανάλυση διασποράς	
F	1,212
P	0,377

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1. Επίδραση του insect frass στην ανάπτυξη του ζιζανίου ζωχός

Το ζιζάνιο ζωχός είναι κοινό σε διάφορες φθινοπωρινές καλλιέργειες, ενώ παρουσιάζει διατροφική αξία καθώς καταναλώνεται σε διάφορες περιοχές της χώρας μας στο στάδιο της ροζέτας των φυτών. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το συγκεκριμένο είδος ανταποκρίνεται τόσο στην ανόργανη λίπανση (10 Kg/στρέμμα) όσο και στην οργανική λίπανση με το insect frass το οποίο στο πείραμα μας εφαρμόστηκε στις ποσότητες των 350, 700 και 1400 Kg/στρέμμα. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε δεν έχει μελετηθεί η επίδραση του οργανικού λιπάσματος insect frass στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου φυτού.

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι τόσο το νωπό όσο και το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος επηρεάστηκαν θετικά από την εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος insect frass με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στις δόσεις των 700 και 1400 Kg/στρέμμα (Εικόνα 4.1). Οι τιμές αυτές διέφεραν στατιστικώς σημαντικά τόσο με την επέμβαση του ανόργανου λιπάσματος όσο και από τον μάρτυρα.



Εικόνα 4.1. Ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε όλες τις μεταχειρίσεις του πειράματος (SB1: μάρτυρας, SB2: ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), SB3: insect frass (350 Kg/στρέμμα), SB4: insect frass (700 Kg/στρέμμα) και SB5: insect frass (1400 Kg/στρέμμα)).

Σε πρόσφατη εργασία των Antoniadis et al. (2023) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια σπανακιού (*Spinacia oleracea* L.) βρέθηκε ότι η αύξηση της δόσης του insect frass (προέλευση της εκτροφής του εντόμου *Tenebrio molitor*) από 0,25% σε 1% συνέβαλε στη σημαντική βελτίωση της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος καθώς το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των ριζών μετρήθηκε στη επέμβαση όπου εφαρμόστηκε η μέγιστη δόση του οργανικού λιπάσματος insect frass. Σε άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε άλλα φυτά σημειώθηκε αύξηση του ξηρού βάρους των ριζών του βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.), του μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) και του μαϊντανού (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) με την αύξηση της ποσότητας του λιπάσματος HexaFrass™ (παραπροϊόν της εκτροφής του εντόμου *Hermetia illucens* L. που περιέχει περίπου 60% οργανική ουσία) μέχρι ένα επίπεδο μετά το οποίο παρατηρήθηκε μείωση των τιμών του ξηρού βάρους (Borkent and Hodge 2021).

Σε αντίθεση με το ξηρό βάρος των ριζών, οι μεγαλύτερες τιμές της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης καταγράφηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες στην επέμβαση της ανόργανης λίπανσης δείχνοντας τη σημαντική επίδραση του N για την αύξηση της χλωροφύλλης στα φύλλα κάτι που έχει παρατηρηθεί και σε άλλα ζιζάνια όπως το γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) σε έρευνα που πραγματοποίησαν η Liava et al. (2022). Συγκεκριμένα, σε αυτή τη μελέτη βρέθηκαν αρκετά υψηλότερες τιμές SPAD στη μέγιστη δόση του ανόργανου λιπάσματος (125 Kg N στρέμμα) σε σχέση με την οργανική λίπανση με κοπριά. Επίσης, σε μελέτη των Antoniadis et al. (2023) βρέθηκε ότι η αύξηση της δόσης του insect frass από 0,25% σε 1% συνέβαλε στη σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α+β σε καλλιέργεια σπανακιού.

Όσον αφορά την επίδραση τόσο της ανόργανης όσο και του συγκεκριμένου οργανικού λιπάσματος τα αποτελέσματα μας έδειξαν σαφή υστέρηση της ανάπτυξης των φυτών του μάρτυρα σε σχέση με όλες τις άλλες επεμβάσεις του πειράματος. Συγκεκριμένα σε όλες τις μετρήσεις, ο μικρότερος αριθμός των φύλλων μετρήθηκε στον μάρτυρα, ενώ σε όλες τις μετρήσεις εκτός από τη τελευταία μέτρηση η επέμβαση insect frass στη δόση των 1400 Kg/στρέμμα υπερείχε σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις

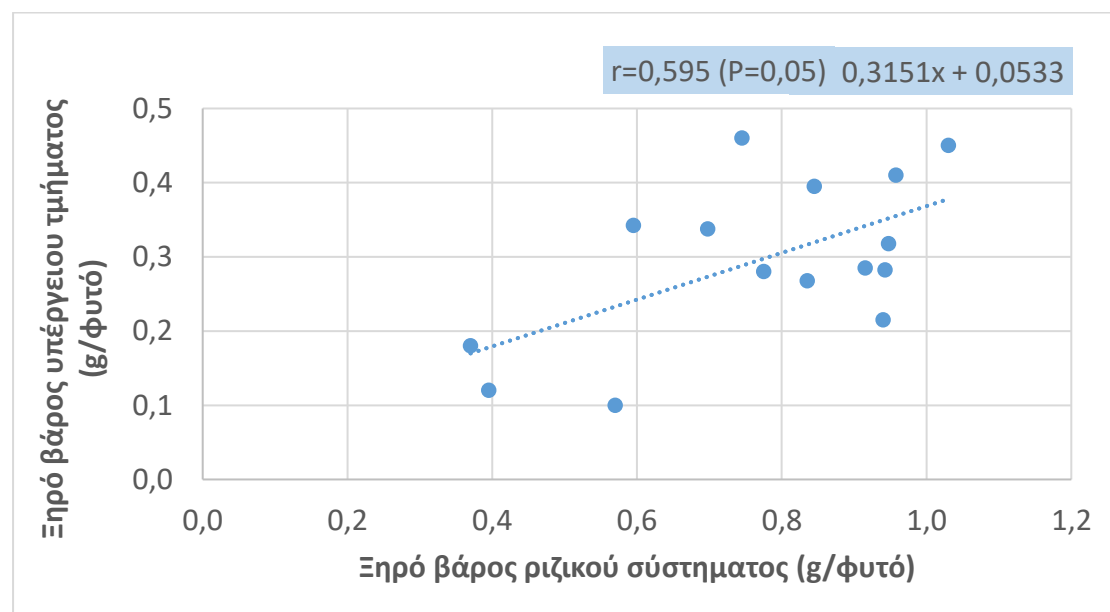
της λίπανσης, ενώ στη τελευταία μέτρηση δεν σημειώθηκαν διαφορές στατιστικών σημαντικές με την ανόργανη λίπανση.

Για τη διάμετρο της ροζέτας τα αποτελέσματα του πειράματος μας έδειξαν ότι στις πρώτες δύο μετρήσεις οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν στη μέγιστη δόση του insect frass (Εικόνα 4.2), ενώ στις άλλες μετρήσεις παρατηρήθηκε μεγαλύτερη διάμετρος στην επέμβαση της ανόργανης λίπανσης με ασβεστούχο νιτρική αμμωνία. Το παραπάνω αποτέλεσμα ίσως οφείλεται στη γρήγορη αποδέσμευση των θρεπτικών στοιχείων από το οργανικό λίπασμα με αποτέλεσμα κατά τα τελικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών να παρατηρείται μικρότερος ρυθμός ανάπτυξης σε σχέση με το ανόργανο λίπασμα. Δηλαδή, είναι πιθανόν ότι στις τελευταίες μετρήσεις δεν καλύφθηκαν οι ανάγκες σε N από το insect frass σε σχέση με το ανόργανο λίπασμα στο οποίο καταγράφηκαν και οι μεγαλύτερες τιμές SPAD. Μεγαλύτερη επίδραση στη διάμετρο της ροζέτας του γαϊδουράγκαθου της αζωτούχου λίπανσης με ασβεστούχο νιτρική αμμωνία σημειώθηκε και στη μελέτη της Liava et al. (2022)

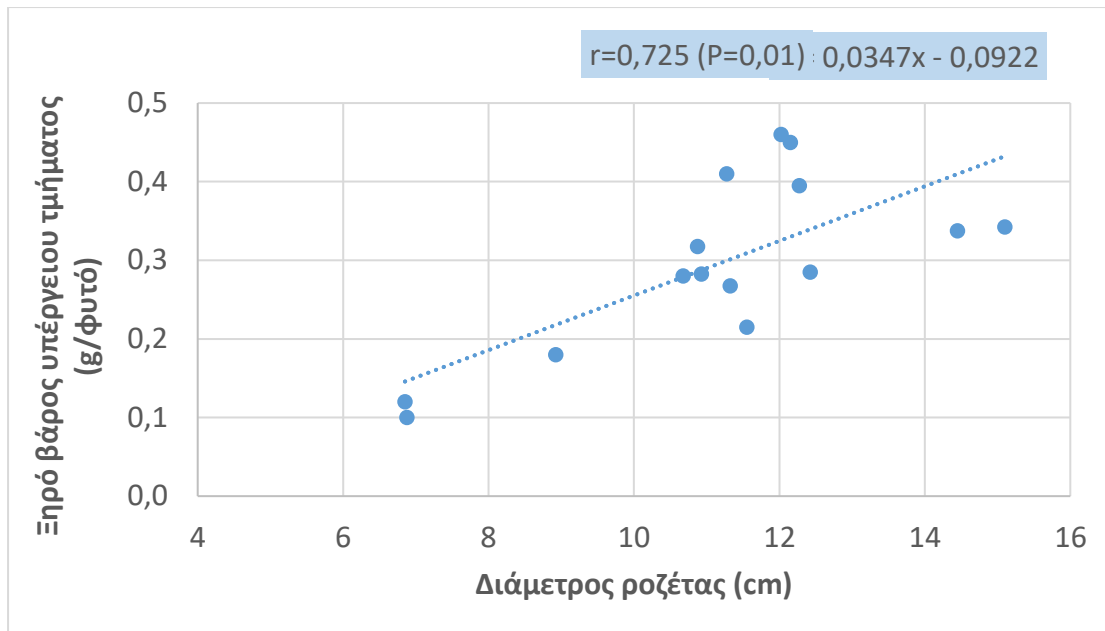


Εικόνα 4.2. Ανάπτυξη των φυτών του ζωχού σε όλες τις επεμβάσεις του πειράματος (SB1: μάρτυρας, SB2: ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (10 μονάδες N/στρέμμα), SB3: insect frass (350 Kg/στρέμμα), SB4: insect frass (700 Kg/στρέμμα) και SB5: insect frass (1400 Kg/στρέμμα)) στις 24/03/2023.

Για το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, οι μικρότερες τιμές μετρήθηκαν στον μάρτυρα και οι μεγαλύτερες τιμές στη μέγιστη δόση του insect frass, χωρίς να παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με την ανόργανη λίπανση στις τελευταίες δύο μετρήσεις. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος τόσο με το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος (Διάγραμμα 4.1) όσο και με τη διάμετρο της ροζέτας (Διάγραμμα 4.2). Στην μελέτη των Fuertes-Mendizábal et al. (2023) βρέθηκε ότι το insect frass αύξησε τη βιομάζα σε φυτά μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.). Τέλος, θετική επίδραση του insect frass στη ξηρή βιομάζα βρέθηκε και στο σπανάκι (Antoniadis et al. 2023).



Διάγραμμα 4.1. Θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος ($r=$).



Διάγραμμα 4.2. Θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών του ζωχού.

4.2. Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του πειράματος είναι αντιληπτό ότι τόσο η εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος insect frass όσο και η εφαρμογή του ανόργανου λιπάσματος ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας (26-0-0) επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών του ζιζανίου ζωχός. Πιο συγκεκριμένα, από τα παραπάνω δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων προκύπτουν τα εξής:

- ✓ Η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού φύλλων σε όλες τις δειγματοληψίες βρέθηκε στα φυτά που λιπάνθηκαν με insect frass στη δόση των 1400 Kg/στρέμμα.
- ✓ Η μεγαλύτερη μέση τιμή για τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (τιμές SPAD) μετρήθηκε σε φυτά που δέχτηκαν 10 μονάδες αζώτου από το ανόργανο λίπασμα ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας.
- ✓ Κατά τις 2 πρώτες μετρήσεις για την καταγραφή της διαμέτρου της ροζέτας βρέθηκε ότι τα φυτά που είχαν τη μεγαλύτερη διάμετρο ήταν αυτά που είχαν δεχτεί την μεγαλύτερη ποσότητα του οργανικού λιπάσματος insect frass (1400

Kg/στρέμμα). Ο μάρτυρας είχε σε όλες τις μετρήσεις τις χαμηλότερες τιμές της ροζέτας συγκριτικά με αυτές που καταγράφηκαν στις άλλες μεταχειρίσεις.

- ✓ Η εφαρμογή τόσο της ανόργανης όσο και της οργανικής λίπανσης με insect frass επηρέασε τις τιμές του νωπού και του ξηρού βάρους των φυτών καθώς σε όλες τις επεμβάσεις της λίπανσης μετρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το μάρτυρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι. και Δήμας Κ., 2017. Ζιζάνια, σύγχρονος οδηγός αναγνώρισης και αντιμετώπισης. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ.:124-125
- Βασιλάκογλου Ι., 2004. ZIZANIA, Αναγνώριση & Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, σελ.: 62-63.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ., 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4η έκδοση). Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ.: 1-432.
- Θεριός Ι., 2021. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Δ. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη, σελ.:757-800
- Μουρκίδης Γ.Α., 1982. Γεωργική Χημεία Β'. Θρέψη Φυτού και Λιπάσματα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Θεσσαλονίκη, σελ.: 224.

Αγγλική βιβλιογραφία

- Antoniadis V., Molla A., Grammenou A., Apostolidis V., Athanassiou C.G. Rumbos C. I. and Levizou E. 2023. Insect Frass as a novel organic soil fertilizer for the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea*): Effects on soil properties, plant physiological parameters, and nutrient status. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, pp.1-10. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01451-9>
- Beesigamukama D., Gómez-Brandón M. and Tanga C.M. 2023. Potential of entomocomposting toward soil pathogen suppression. In Fate of Biological Contaminants During Recycling of Organic Wastes, Elsevier, pp. 47-70.
- 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.

- 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.
- Borkent S., and Hodge S. 2021. Glasshouse evaluation of the black soldier fly waste product HexaFrass™ as an organic fertilizer. *Insects*, 12: 977.
- CABI Compendium, 2023. *Sonchus oleraceus* (common sowthistle). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.50584> (Πρόσβαση στις 5/12/2023)
- Caron-Garant E., Massenet A., Lange S. F., Warburton C. and Charbonneau P., 2022. The future of frass: a sustainable fertilizer with biostimulation properties. In XXXI International Horticultural Congress (IHC2022): International Symposium on Plant Nutrition, Fertilization, Soil Management, Angers, Pays de la Loire, France. pp. 33-40.
- Chauhan B.S., Widderick M., Werth J., Cook T., 2015. Northern IWM factsheet. Common sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.): Ecology and management. The State of Queensland, Department of Agriculture and Fisheries, 2015. pp. 1-4.
- Chavez M. and Uchanski M., 2021. Insect left-over substrate as plant fertiliser. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5): 683-694.
- Chrysargyris A. and Tzortzakis N., 2023. Optimising fertigation of hydroponically grown sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.): The impact of the nitrogen source and supply concentration. *Agricultural Water Management*, 289: 108528.
- Coleman M., Kristiansen P., Sindel B. and Fyfe C., 2021. Common Sowthistle (*Sonchus oleraceus*): Weed management guide for Australian vegetable production. School of Environmental and Rural Science, University of New England, Armidale. v 1.0; April 2021. pp. 1-12.
- Fisher B.B., 1978. Growers Weed Identification Handbook. Agriculture & Natural Resources. pp.1-680.

- Fuertes-Mendizábal T., Salcedo I., Huérfano X., Riga P., Estavillo J. M., Ávila Blanco D. and Duñabeitia M.K. 2023. Mealworm frass as a potential organic fertilizer in synergy with PGP-based biostimulant for lettuce plants. *Agronomy*, 13(5): 1258.
- García-Herrera P., Sánchez-Mata M.C., Cámara M., Fernández-Ruiz V., Díez-Marqués C., Molina M. And Tardío J., 2014. Nutrient composition of six wild edible Mediterranean Asteraceae plants of dietary interest. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34: 163-170.
- Hassan M.O., Saleh A.M. and Abdelgawad H., 2018. *Sonchus oleraceus* residue improves nutritive and health-promoting value of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A metabolic study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2092-2100.
- Hassan M.O., 2020. Allelopathic interference of *Sonchus oleraceus* L. with wheat and the associated weeds: A field study. *Acta Ariciculturae Slovenica*, 115: 123-131.
- Houben D., Daoulas G. and Dulaurent A.M., 2021. Assessment of the short-term fertilizer potential of mealworm frass using a pot experiment. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5: 714596.
- Li X.-Y., Lui Y.-H., Wang B., Chen C.-Y., Zhang H.-M. and Kang J.X., 2018. Identification of a sustainable two-plant diet that effectively prevents age-related metabolic syndrome and extends lifespan in aged mice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 51: 16-26.
- 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.
- Liava V., Karkanis A., Danalatos N., Tsiropoulos, N. 2022. Effects of two varieties and fertilization regimes on growth, fruit, and silymarin yield of milk thistle Crop. *Agronomy*. 12, 105.
- Mohler C.L., Teasdale J.R. and DiTommaso A., 2021. Manage weeds on your farm: A guide to ecological strategies. *Sustainable Agriculture Research and Education (SARE)*. pp. 1-416.

- Morales P., Ferreira I.C.F.R., Carvalho A.M., Sánchez-Mata M.C, Cámara M., Fernández-Ruiz V., Pardo-de-Santayana M., Tardío J. 2014. Mediterranean non-cultivated vegetables as dietary sources of compounds with antioxidant and biological activity. *LWT - Food Science and Technology* 55(1): 389-396.
- Moruzzo R., Riccioli F., Espinosa Diaz S., Secci C., Poli G. and Mancini S., 2021. Mealworm (*Tenebrio molitor*): potential and challenges to promote circular economy. *Animals*, 11(9): 2568.
- Ou Z.Q., Rades T., McDowell A. 2015. Anti-ageing effects of *Sonchus oleraceus* L.(pūhā) leaf extracts on H₂O₂-induced cell senescence. *Molecules*, 20: 4548-4564.
- Platis P., Damalas C.A. and Koutroubas S.D., 2023. Weed flora composition in a young olive orchard as affected by fertilizer types. *Phytoparasitica*, 51: 133-1146.
- Qaderi M.M., 2023. Environmental regulation of weed seed dormancy and germination. *Seeds*, 2(3): 259-277.
- Shaji H., Chandran V. and Mathew L., 2021. Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture*. Academic Press. pp. 231-245.
- Simpson M.G., 2017. Συστηματική των φυτών. Εκδόσεις Utopia, Αθήνα. σελ: 458–464.
- Smink C.K. and Huulgaard R.D., 2022. Waste Not, Want Not: The Regulatory Barriers of Upcycling Frass. In *Circular Economy Supply Chains: From Chains to Systems*, Emerald Publishing Limited, pp. 271-279.
- USDA, 2023. *Sonchus oleraceus* L., common showthistle. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=SOOL> (Πρόσβαση στις 5/12/2023)

- Vilela F.C., Bitencourt A.D., Cabral L.D., Franqui L.S., Soncini R. and Giusti-Paiva A., 2010. Anti-inflammatory and antipyretic effects of *Sonchus oleraceus* in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 127: 737-741.
- Vivian R., Silva A.A., Gimenes Jr.M., Fagan E.B., Ruiz S.T. and Labonia V., 2008. Seed dormancy as a survival mechanism: Brief review. *Planta Daninha*, 26: 695-706.
- Xu X., Bi R., Song M., Dong Y., Jiao Y., Wang B. and Xiong Z., 2024. Organic substitutions enhanced soil carbon stabilization and reduced carbon footprint in a vegetable farm. *Soil and Tillage Research*, 236: 105955.
- Yu R., Zhang H., Chang F., Song J., Wang J., Wang X. and Li Y., 2024. Mixed sowing of Feed rape and *Vicia villosa* can substitute nitrogen fertilizer to improve soil multifunctionality in the Hetao irrigation District. *Catena*, 235: 107617.