



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του λαχανουόμενου ζιζανίου
Helminthotheca echioides (L.) Holub»

Στεφάνου Σταυρούλα-Παναγιώτα



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2022

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του λαχανευόμενου ζιζανίου
Helminthotheca echioides (L.) Holub»

Στεφάνου Σταυρούλα-Παναγιώτα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Καρκάνης Ανέστης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος
3. Λεβίζου Ευθυμία, Επίκουρη Καθηγήτρια, Μέλος

Βόλος, 2022

Αφιερωμένη στον πατέρα μου, που δεν πρόλαβε να την διαβάσει...

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	7
1.1. Ζιζάνιο	7
1.2. Η σημασία των ζιζανίων στην διατροφή	8
1.3. Άγρια βρώσιμα φυτά της Μεσογείου	8
1.4 Χοιροβότανο (<i>Helminthotheca echiodides</i> (L.) Holub)	10
1.4.1 Γενικές πληροφορίες	10
1.4.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά	11
1.4.3 Οικολογικές απαιτήσεις	12
1.4.4 Διάφορες χρήσεις	13
1.5. Αζωτο.....	13
1.5.1. Γενικά	13
1.5.2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φυλλωδών λαχανικών	14
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	17
2.1 Τοποθεσία εγκατάστασης του πειράματος	17
2.2 Πειραματικό σχέδιο	17
2.3 Μετρήσεις	19
2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	20
2.5 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.....	22
Κεφάλαιο 3ο : Αποτελέσματα	23
3.1 Διάμετρος ροζέτας	23
3.2 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος.....	26
3.3 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος	30
3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD.....	34
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση και Συμπεράσματα	39
4.1 Αξιολόγηση της επίδρασης του αζώτου στην ανάπτυξη του είδους <i>Helminthotheca echiodides</i> (L.) Holub	39
4.2 Συμπεράσματα	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
Παράρτημα-Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	50

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Ανέστη Καρκάνη, Αναπληρωτή Καθηγητή του εργαστηρίου Ζιζανολογίας και Επιβλέποντα Καθηγητή μου, για την ανάθεση, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε, καθώς και για την κατανόηση που μου έδειξε καθ' όλη την διεξαγωγή της πτυχιακής μου μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Καθηγητές της επιτροπής, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σπυρίδων Πετρόπουλο και την Επίκουρη Καθηγήτρια κα. Λεβίζου Ευθυμία για τον χρόνο που αφιέρωσαν στην ανάγνωση και αξιολόγηση της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου, Μαρία, και τους δικούς μου ανθρώπους που με στήριξαν με κάθε δυνατό τρόπο όλα αυτά τα χρόνια. Ιδιαίτερα, ευχαριστώ τις φίλες μου και πλέον συνάδελφους Ασκιανάκη Ροδάνθη και Ξηροφώτου Αικατερίνη-Σοφία για την εμπιστοσύνη και την υποστήριξη που μου έδειξαν τόσο κατά τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας όσο και στο σύνολο των σπουδών μας στη σχολή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το είδος *Helminthotheca echioides* (L.) Holub (κοινή ονομασία χοιροβότανο) είναι ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και το συναντάμε ως αυτοφύες σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Εκτός από την αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, το συγκεκριμένο ζιζάνιο είναι βρώσιμο είδος και συγκομίζεται στο στάδιο της ροζέτας. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και την απόδοση του φυτού *Helminthotheca echioides* (L.) Holub. Για την διερεύνηση του θέματος πραγματοποιήθηκε πείραμα σε φυτοδοχεία. Η σπορά πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2019 και τα φυτά συγκομίσθηκαν στις αρχές Μαΐου του 2020. Με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων έγινε διαχωρισμός των φυτοδοχείων σε τέσσερις ομάδες των 20 τεμαχίων. Οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν οι εξής: μάρτυρας (χωρίς λίπανση), λίπανση N5: 5 kg αζώτου/στρέμμα, λίπανση N10: 10 kg αζώτου/στρέμμα και λίπανση N15: 15 kg αζώτου/στρέμμα. Εφαρμόστηκε το λίπασμα ασβεστούχος νιτρική αμμωνία. Για τη μελέτη του θέματος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις διάφορων παραμέτρων (τιμές SPAD, διάμετρος ροζέτας, νωπό και ξηρό βάρος) σε τρία φυτοδοχεία ανά επέμβαση στις 4 και 19 Φεβρουαρίου, 11 Μαρτίου και 5 Μαΐου 2020. Τα δεδομένα των μετρήσεων φανέρωσαν ότι κατά την πρώτη μέτρηση δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15 για τη διάμετρο της ροζέτας. Η μικρότερη διάμετρος (9,32 cm) παρατηρήθηκε στον μάρτυρα και η μεγαλύτερη (11,62 cm) στη λίπανση N10. Για τις τρεις επόμενες μετρήσεις για αυτή την παράμετρο παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης οι διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15 ήταν μη σημαντικές για τις μετρήσεις 1, 3 και 4, ενώ υπήρξαν στατιστικές διαφορές στην 2^η μέτρηση. Η μικρότερη τιμή (34,37) καταγράφηκε στον μάρτυρα και η μεγαλύτερη (51,37) στη επέμβαση λίπανση N15. Όσον αφορά το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών του χοιροβότανου παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15 με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στην λίπανση N15. Συμπερασματικά, τα πειραματικά δεδομένα φανέρωσαν ότι η εφαρμογή N σε ποσότητες έως 15 kg/στρέμμα συμβάλει θετικά στην απόδοση (νωπή βιομάζα) του χοιροβότανου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.1.Ζιζάνιο

Ως ζιζάνιο μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε φυτό το οποίο έχει αναπτυχθεί σε χώρο και χρόνο όπου δεν είναι επιθυμητό (Monaco et al. 2002). Συνεπώς ως ζιζάνια μπορούν να χαρακτηριστούν αυτοφυή ή καλλιεργούμενα φυτά ανάλογα με το αν ο άνθρωπος τα επιθυμεί ή όχι εκεί που έχουν αναπτυχθεί. Για να χαρακτηριστεί ωστόσο ένα φυτό ζιζάνιο θα πρέπει να προκαλεί κάποια από τις επιδράσεις που αναφέρονται παρακάτω.

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται σε θρεπτικά στοιχεία, νερό και φως τα καλλιεργούμενα φυτά με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα και να μειώνεται η απόδοση της καλλιέργειας (Ελευθεροχωρινός 2014). Λόγω αλληλοπάθειας μειώνεται η ικανότητα φυτρώματος και η μετέπειτα ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Ο όρος αλληλοπάθεια επινοήθηκε από τον καθηγητή Hans Molisch το 1937 και υποδεικνύει διεγερτικές/ανασταλτικές βιοχημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών καθώς και των μικροοργανισμών (Narwal 1999). Κατά τον Zimdahl (2007) είναι μια σύνθετη λέξη που προέρχεται από την λέξη ‘allelo (αλλήλων)’ και τη ρίζα ‘pathos (πάθος)’ όπου την ερμήνευσε ως μια αρνητική επίδραση που υφίσταται ένα φυτό εξαιτίας των ουσιών που εκκρίνει κάποιο άλλο φυτό στο χώρο που αναπτύσσεται. Εκτός από τα προβλήματα που δημιουργούνται στις καλλιεργούμενες εκτάσεις λόγω της ταχείας εξάπλωσης τους σε αυτές, τα ζιζάνια υποβαθμίζουν τόσο αισθητικά όσο και ποιοτικά τους αστικούς χώρους γεγονός που τα καθιστά ανεπιθύμητα από τους ανθρώπους (Monaco et al. 2002).

Τα ζιζάνια με βάση τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, κατατάσσονται σε ετήσια, διετή και πολυετή. Τα ετήσια είναι είδη που ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε διάρκεια μικρότερη του έτους και διακρίνονται σε χειμερινά και εαρινά. Τα χειμερινά ή φθινοπωρινά ζιζάνια φυτρώνουν το φθινόπωρο και ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μέχρι την άνοιξη. Τα ετήσια εαρινά (ή ανοιξιάτικα ή καλοκαιρινά) ζιζάνια φυτρώνουν την άνοιξη και ολοκληρώνουν την ανάπτυξη τους μέχρι το χειμώνα. Διετή ονομάζονται τα ζιζάνια εκείνα που ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε δύο έτη και πολυετή εκείνα που τον ολοκληρώνουν σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Λόλας 2014).

1.2. Η σημασία των ζιζανίων στην διατροφή

Από την αρχαιότητα, τα άγρια φυτά χρησιμοποιούνται ευρέως στον παραδοσιακό Μεσογειακό πολιτισμό για διαφορετικούς σκοπούς, όπως για παραγωγή τροφής, φαρμάκων ακόμα και ρουχισμού (Petrooulos et al. 2018). Σύμφωνα με τους Yang και Keding (2009) είναι πλούσια πηγή βιταμινών (πχ. A, C, E), φυτικών ινών, αντιοξειδωτικών και μετάλλων και δικαίως χαρακτηρίζονται ως λειτουργικά τρόφιμα. Τα αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει πως τα αυτόχθονα πράσινα φυλλώδη λαχανικά τείνουν να έχουν πολύ χαμηλότερο θερμιδικό περιεχόμενο και γλυκαιμικό δείκτη σε σύγκριση με τα καλλιεργούμενα φυτά (Darkwa and Darkwa 2013).

Η ζήτηση τους για κατανάλωση είναι συνεχώς αυξανόμενη, γεγονός που προκαλεί έντονες ανησυχίες τόσο για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όσο και για την επάρκεια τους στην αγορά. Μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος καλλιέργειας άγριων βρώσιμων ειδών είναι η υδροπονική αφού χαρακτηρίστηκε ως η πιο αποτελεσματική για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, της επιλεκτικής διέγερσης της βιοσύνθεσης ορισμένων μεταβολιτών καθώς και της δυνατότητας μεταβολής του μέσου χρόνου ανάπτυξης τους (Maggini et al. 2012, Tomasi et al. 2015).

1.3. Άγρια βρώσιμα φυτά της Μεσογείου

Η μεσογειακή διατροφή είναι πλούσια σε παραδοσιακά πιάτα με άγρια βρώσιμα είδη μαγειρεμένα με διαφορετικούς τρόπους, όπως σούπες, πίτες, βραστά λαχανικά κ.α. (Ceccanti et al. 2018). Στον Πίνακα 1.1 φαίνονται κάποια από τα πιο γνωστά βρώσιμα ζιζάνια, ορισμένα από τα οποία βρίσκουν χρήσεις και σε άλλους κλάδους όπως η ιατρική. Παρακάτω δίνονται πληροφορίες για μερικά από αυτά.

Είδος	Κοινή Ονομασία	Οικογένεια	Εποχή βλάστησης	Βρώσιμο μέρος
<i>Taraxacum officinale</i>	Πικραλίδα	Asteraceae	Φθινόπωρο	Φύλλα
<i>Urtica dioica</i>	Τσουκνίδα	Urticaceae	Φθινόπωρο	Φύλλα, νεαροί βλαστοί
<i>Sonchus oleraceus</i>	Ζοχός	Asteraceae	Φθινόπωρο	Φύλλα ροζέτας
<i>Papaver rhoeas</i>	Παπαρούνα	Papaveraceae	Φθινόπωρο	Φύλλα ροζέτας
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Τραχύ βλίτο	Amaranthaceae	Άνοιξη	Φύλλα, νεαροί βλαστοί
<i>Portulaca oleracea</i>	Γλιστρίδα	Portulacaceae	Άνοιξη	Βλαστοί και φύλλα

Πίνακας 1.1. Εδώδιμα αυτοφυή είδη της Μεσογείου.

Papaver rhoeas: Οι σπόροι παπαρούνας έχουν γεύση ξηρού καρπού και χρησιμοποιούνται πολύ σε διάφορα αρτοσκευάσματα. Τα νεαρά φύλλα της παπαρούνας μπορούν να καταναλωθούν ωμά ή μαγειρεμένα και να χρησιμοποιηθούν για να αρωματίσουν σούπες, σαλάτες και πίτες. Χρησιμοποιούνται καλύτερα όταν είναι τρυφερά πριν το φυτό δημιουργήσει άνθη (Kew Gardens, 2021). Στην περιοχή της Τοσκάνης είναι πολύ συνηθισμένη πρακτική η συλλογή της ροζέτας στα τέλη του χειμώνα και την περίοδο της άνοιξης (Manganelli et al. 2002). Ως αφέψημα χρησιμοποιούνται οι ανώριμες κάψουλες ή το έγχυμα των πετάλων που περιέχουν ένα αλκαλοειδές που ονομάζεται ροεαδίνη (rheadine), το οποίο είναι ένα ήπιο ηρεμιστικό που βοηθάει κατά της νευρικής και της αϋπνίας (Ghoshoni and Sahraei 2014). Ενδεικτικά να σημειωθεί ότι το φυτό παρουσιάζει φαρμακευτικές, καλλυντικές και κτηνιατρικές χρήσεις (Manganelli et al. 2002).

Portulaca oleracea: Η κοινή γλιστρίδα είναι μέλος της οικογένειας Portulacaceae με σαρκώδη μίσχο και χυμώδη φύλλα και θεωρείται ένα από τα πιο διαδεδομένα ζιζάνια. Περιέχει ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, σε ποσοστό μεγαλύτερο από οποιοδήποτε άλλο φυλλώδες λαχανικό, τα οποία είναι σημαντικά για την πρόληψη καρδιακών προσβολών και την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Simopoulos 2004). Περιέχει διάφορα συστατικά που την καθιστούν ιδανική για κατανάλωση όπως βιταμίνες A, C και E, διάφορα μέταλλα όπως ασβέστιο, κάλιο, μαγνήσιο και σίδηρο, χρωστικές ουσίες και μετακυανίνες με ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Ezekwe et al. 1999). Σύμφωνα με την έρευνα των Mohamed και Hussein (1994) η υψηλότερη περιεκτικότητα σε φώσφορο, σίδηρο και μαγνήσιο καταγράφηκε στα φύλλα, τα οποία είναι και το κύριο τμήμα του φυτού που καταναλώνεται από τον άνθρωπο.

Sonchus oleraceus: Το συγκεκριμένο ζιζάνιο είναι ευρέως γνωστό ως ζοχός και είναι ενταγμένο στη μεσογειακή διατροφή από τα αρχαία χρόνια. Χρησιμοποιούνται κυρίως τα νεαρά φύλλα και οι ροζέτες την άνοιξη ωμά ή μαγειρεμένα. Από ανάλυση θρεπτικών που πραγματοποιήθηκε σε τρυφερά φύλλα τριών ειδών *Sonchus* (*S. asper* L., *S. oleraceus* L. και *S. tenerrimus* L.) από διαφορετικές τοποθεσίες στα νοτιοανατολικά της Ισπανίας προσδιορίστηκε η σύνθεση καθώς και η περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn και Mn), λιπαρά οξέα, βιταμίνη C, καροτενοειδή

και οξαλικό οξύ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα είδη *Sonchus* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διατροφικούς σκοπούς, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών που περιέχουν (Guil-Guerrero et al. 1998).

Taraxacum officinale: Η κοινή πικραλίδα ή ταραζάκο είναι ένα ανθοφόρο ποώδες πολυετές φυτό της οικογένειας Asteraceae. Θεωρείται συνήθως ζιζάνιο ωστόσο τα φύλλα, τα άνθη και οι ρίζες του χρησιμοποιούνται στη βοτανοθεραπεία ή ως τροφή. Έχει χαρακτηριστεί ως φυτό δείκτης καλίου και ασβεστίου στο έδαφος, καθώς προτιμά εδάφη με σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου και υψηλές συγκεντρώσεις καλίου και η ύπαρξής τους στον αγρό υποδηλώνει χαμηλό ποσοστό αερισμού του εδάφους (Sweetser 2021). Χρησιμοποιείται συνήθως ως πράσινη σαλάτα (Letchamo and Gosselin 1995). Εκχυλίσματα του φυτού έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή τυριού, λόγω της πήξης του γάλακτος και των πρωτεολυτικών ιδιοτήτων του (Akuzawa and Yokoyama 1988). Διάφορα τμήματα του φυτού χρησιμοποιούνται σε μια μεγάλη ποικιλία από σούπες, κύρια πιάτα, επιδόρπια και ποτά όπως τσάι (από αποξηραμένα φύλλα), κρασί (από ταξιανθίες ή φύλλα), μύρα, υποκατάστατο καφέ (χρησιμοποιώντας αποξηραμένες ρίζες που έχουν καβουρδιστεί και αλεσθεί) (Gail 1994, Dalby 1999, Bringle Clarke 1977). Σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και ανάπτυξη ριζών και βλαστών βρέθηκαν όταν καλλιεργήθηκε σε σύστημα υδροπονίας (Letchamo and Gosselin 1995). Ερευνητικές μελέτες δείχνουν ότι τα φύλλα πικραλίδας περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις φυτικών ινών, μετάλλων, βιταμινών (Α και C) και λιπαρών οξέων (Escudero et al. 2003). Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός από ένα πολύ θρεπτικό προϊόν βρίσκει πολυάριθμες φαρμακευτικές χρήσεις καθώς έχει διουρητικές, αντικαρκινικές, αντιβιοτικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Rasool and Sharma 2014).

1.4 Χοιροβότανο (*Helminthotheca echioides* (L.) Holub)

1.4.1 Γενικές πληροφορίες

Το είδος *Helminthotheca echioides* ή κοινώς χοιροβότανο ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Πίνακας 1.2), ενώ αλλιώς ονομάζεται *Picris echioides* L. ή *Helmintia echioides* (L.) Gaertn.

1.4.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το χοιροβότανο είναι ένα μονοετές ή διετές είδος, χειμερινό φυτό που φτάνει μέχρι 90 cm ύψος. Ο βιολογικός του κύκλος ξεκινάει τα τέλη του χειμώνα που φυτρώνουν οι σπόροι, οι οποίοι αποτελούν το μέσο πολλαπλασιασμού του φυτού. Έχει ορθόκλαδη ανάπτυξη με αρκετές διακλαδώσεις (Βασιλάκογλου κα Κίτσιος 2017).

Πίνακας 1.2. Συστηματική ταξινόμηση του χοιροβότανου.

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ	Angiospermae
ΟΜΟΤΑΞΙΑ	Magnoliopsida
ΤΑΞΗ	Asterales
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	Asteraceae
ΓΕΝΟΣ	<i>Helminthotheca</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>H. echoides</i>

Τα φύλλα του είναι πράσινα, χνουδωτά, τραχιά, καλυμμένα με τρίχες και στις δύο επιφάνειες, κολπωτά ή οδοντωτά. Τα κατώτερα φύλλα είναι οδοντωτά, έμμισχα και σχηματίζουν ροζέτα. Τα ανώτερα φύλλα έχουν εναλλασσόμενη διάταξη και είναι άμισχα. Σε αντίθεση με τα φύλλα οι κοτυληδόνες έχουν μικρό μίσχο μήκους 7 έως 9 mm, δεν καλύπτονται από τρίχες, έχουν στρογγυλό ή ωοειδές σχήμα, πράσινο χρώμα χωρίς να κοκκινίζει η κάτω επιφάνειά τους. Ο βλαστός όπως και τα φύλλα έχει τρίχες σε όλη την επιφάνεια του, πολυπλευρικό σχήμα με ορατές ραβδώσεις και πράσινο χρώμα (Hudson, 2016, Βασιλάκογλου κα Κίτσιος 2017).

Ο βλαστός διακλαδίζεται σε πλευρικούς βλαστούς στα άκρα των οποίων σχηματίζονται οι κεφαλές. Λόγω της διακλάδωσης που παρουσιάζει το χοιροβότανο, υπάρχουν πάνω από μια κεφαλές σε κάθε φυτό. Τα άνθη του ζιζανίου είναι μικρά ερμαφρόδιτα με κίτρινο χρώμα και φύονται στις κεφαλές. Το φυτό ανθοφορεί τέλη άνοιξης με αρχές καλοκαιριού την περίοδο από το Μάιο μέχρι και τον Ιούνιο και γονιμοποιείται από τις μέλισσες (Hudson, 2016). Ο καρπός του συγκεκριμένου είδους όπως και άλλων φυτών της οικογένειας Asteraceae είναι αχαίνιο, που ωριμάζει από το Ιούλιο μέχρι τον Οκτώβριο, με τα εξωτερικά αχαίνια να έχουν μήκος 3 με 3,5 mm, κυλινδρικό σχήμα και μικρό πάππο και τα εσωτερικά να είναι κυρτά από 2,5 έως 4 mm μήκος και πάππο ίδιου μήκους. Η ρίζα του είναι πασσαλώδης και δεν φτάνει σε μεγάλο βάθος. Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα του ζιζανίου που το διαφοροποιεί από

παρόμοιας μορφολογίας φυτά όπως τα είδη του γένους *Crepis* (πικραλίδα), *Taraxacum* (ταραξάκο) και *Sonchus* (ζοχός) είναι τα εξογκώματα λευκού χρώματος (Εικόνα 1.1) που παρατηρούνται στην πάνω επιφάνεια των φύλλων (Βασιλάκογλου κα Κίτσιος 2017).



Εικόνα 1.1. Φύλλα χοιροβότανου-λευκά εξογκώματα στην άνω επιφάνεια των φύλλων.

1.4.3 Οικολογικές απαιτήσεις

Το *H. echinoides* αναφέρεται ως ζιζάνιο σε καλλιέργειες αρωματικών φυτών και δενδροκαλλιέργειες. Συναντάται πολύ συχνά σε ακαλλιέργητες περιοχές, λιβάδια, σε τεχνικούς ή διαταραγμένους οικοτόπους και στις παρυφές των δρόμων όπου μπορεί να σχηματίσει πυκνές συστάδες. Ευδοκίμει σε όλους τους τύπους εδαφών, με προτίμηση κυρίως στα καλά στραγγιζόμενα, ξηρά ή υγρά εδάφη. Δεν αναπτύσσεται καλά σε μέρη με διαρκή σκίαση και προτιμά περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να εξαπλωθεί σε μεγάλες αποστάσεις μέσω των υδάτινων ροών (Hudson, 2016). Θερμοκρασία βάσης για το φύτεμα των σπόρων είναι οι 5,2 °C (Guillemin et al. 2013).

Το συγκεκριμένο είδος είναι ξενιστής του μύκητα *Verticillium dahliae*. Στην περιοχή Κρήτης οι Ligoixakis et al. (2002) μελέτησαν την προσβολή του μύκητα *Verticillium dahliae* σε 13 είδη ζιζανίων, όπου ένα εξ' αυτών ήταν το *H. echinoides*. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως το χοιροβότανο έχει μικρή ευαισθησία στον μύκητα και εμφανίζει συμπτώματα μαλασμού, χλώρωση, αποχρωματισμό και καστανή αποξήρανση των παλαιότερων φύλλων.

1.4.4 Διάφορες χρήσεις

Το χοιροβότανο είναι ένα βρώσιμο ζιζάνιο το οποίο συγκομίζεται από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη όταν τα φυτά είναι νεαρά (στάδιο ροζέτας). Επίσης, καταναλώνονται οι νεαροί βλαστοί και οι τρυφερές κορυφές ωμά ή μαγειρεμένα και σε συνδυασμό με άλλα φαγώσιμα χόρτα έτσι ώστε να ελαττώνεται η πικρή του γεύση. Οι Petropoulos et al. (2019) μελέτησαν την χημική σύνθεση και τις αντιμικροβιακές ιδιότητες εννιά βρώσιμων άγριων ειδών, συμπεριλαμβανομένου του *Picris echioides*. Τα αποτελέσματα για αυτό το είδος έδειξαν πως είχε υψηλή περιεκτικότητα σε δέκα φαινολικές ενώσεις με κύριες να καταγράφονται τα φλαβονοειδή και τα παράγωγα λουτεολίνης σε ποσοστό 91,1% και απιγενίνης 95% στην 1^η (μεταφύτευση τον Δεκέμβριο) και 2^η περίοδο (μεταφύτευση τον Μάρτιο) ανάπτυξης. Κατά τη δεύτερη περίοδο ανάπτυξης σημειώθηκε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις σε σχέση με την πρώτη. Το χοιροβότανο είναι ένα πολλά υποσχόμενο είδος καθώς εκτός από τα άφθονα θρεπτικά που περιέχει, οι συγγραφείς αναφέρουν την αντιμικροβιακή δράση του εκχυλίσματος του φυτού κατά των βακτηρίων *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus* και αντιμυκητιακή δράση κατά των μυκήτων *Penicillium ochrochloron* και *Aspergillus fumigatus* γεγονός που το καθιστά ικανό να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικό (Petropoulos et al. 2019).

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Πολωνία απομονώθηκαν από το *H. echioides* συστατικά με σκοπό τη δράση τους κατά τεσσάρων ειδών παρασιτικών εντόμων. Τα αποτελέσματα της έρευνας οδήγησαν στην απομόνωση καθαρής jacquinelin και της 8-deoxy lactucin, οι οποίες δρουν αποτρεπτικά κατά των εντόμων. Αντίστοιχη δράση είχαν και τα εκχυλίσματα του φυτού. Τα είδη των εντόμων καθώς και το στάδιο που επηρεάστηκε είναι τα εξής: ενήλικα άτομα του είδους *Sitophilus granaries*, ενήλικα άτομα και προνύμφες του είδους *Tribolium confusum* και προνύμφες του είδους *Trogoferma granarium* (Daniewski et al. 1989).

1.5. Άζωτο

1.5.1. Γενικά

Το άζωτο (N_2) το συναντάμε σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς στη Γη, αφού αποτελεί συστατικό διάφορων ουσιών όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλεϊκά οξέα, και βιταμίνες, ενώ σε αέρια μορφή είναι από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στην ατμόσφαιρα

με συγκέντρωση 79%. Το N_2 χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς μόνο όταν έχει δεσμευτεί ή όταν δημιουργεί ενώσεις με άλλα στοιχεία όπως το οξυγόνο και το υδρογόνο (Therios, 2005, Lamb et al. 2014). Διάφορα είδη ψυχανθών έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο συμβιώνοντας με βακτήρια του γένους *Rhizobium*. Αποτέλεσμα της συμβίωσης είναι ο σχηματισμός ριζομαζών στις ρίζες μέσα στα οποία τα αζωτοβακτήρια μετατρέπουν το N_2 σε αμμωνία (Vincent 1981). Να σημειωθεί ότι κάθε ψυχανθές είδος συμβιώνει με ένα συγκεκριμένο είδος *Rhizobium* (Vincent 1997). Ακόμη, το έδαφος εμπλουτίζεται με άζωτο μέσω των βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με το φαινόμενο των ηλεκτρικών εκκενώσεων (κεραυνούς) (Tuck 1976, Hill 1979). Το άζωτο απομακρύνεται από το έδαφος μέσω της απονιτροποίησης και της μετατροπής του αζώτου σε αέρια μορφή καθώς και μέσω της διαδικασίας της έκπλυσης όπου μεταφέρεται στα υπόγεια ύδατα (Graf et al. 2021).

Για το εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο έχουν αναπτυχθεί διάφορα ανόργανα λιπάσματα όπως η νιτρική αμμωνία ή το νιτρικό αμμώνιο (34-0-0) (Mitchell 2012). Είναι ένα λευκό στερεό κρυσταλλικό άλας εξαιρετικά διαλυτό στο νερό και χρησιμοποιείται κυρίως στη γεωργία ως λίπασμα. Ως φυσικό ορυκτό εξορυσσόταν στο παρελθόν στην έρημο Ατακάμα στη Χιλή, ενώ πλέον παράγεται χημικά σε βιομηχανίες λιπασμάτων (Zapp 2012).

Στα συνηθέστερα αζωτούχα λιπάσματα εντάσσεται και η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0), το οποίο εφαρμόζεται κατά την διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών, ενώ ενδείκνυται η χρήση του σε εδάφη με όξινο pH. Από το συνολικό άζωτο που περιέχει (26% N) το αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο βρίσκονται σε ίση αναλογία (50:50) (Therios 2005). Επίσης, ένα από τα πιο διαδεδομένα αζωτούχα λιπάσματα είναι η ουρία (46-0-0), η οποία περιέχει άζωτο σε υψηλή περιεκτικότητα (46%). Η ουρία μετά την εφαρμογή στο έδαφος διασπάται από το ένζυμο ουρεάση σε αμμωνία (Finch et al. 2014).

1.5.2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη φυλλωδών λαχανικών

Το άζωτο, αποτελεί το κυριότερο θρεπτικό συστατικό και η πρωταρχική του επίδραση στα φυτά όταν προστίθεται μέσω της λίπανσης είναι η αύξηση των αποδόσεων και η βελτίωση της ποιότητας τους (Graifenberg et al., 1989). Η εφαρμογή του αζώτου στα φυλλώδη λαχανικά πρέπει να γίνεται με βάση τις ανάγκες τους σε άζωτο αλλά και τη γονιμότητα του εδάφους για την αποφυγή της συγκέντρωσης υψηλών

ποσοτήτων νιτρικών στα φύλλα τους. Οι Karaman et al. (2000) μελέτησαν την επίδραση διαφορετικών εφαρμογών αζωτούχων λιπασμάτων στη συσσώρευση νιτρικών ιόντων στα χειμερινά λαχανικά που καλλιεργούνται στην περιοχή Tokat της Τουρκίας. Η περιεκτικότητα των λαχανικών σε νιτρικά ιόντα επηρεάζονταν από τον τύπο του εδάφους και το είδος των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και διαπιστώθηκε πως η περιεκτικότητα των λαχανικών σε νιτρικά αυξήθηκε με την αύξηση της γραμμικής εφαρμογής αζώτου (Gülser 2005).

Τα νιτρικά ιόντα αυτούσια δεν είναι πολύ τοξικά, όταν όμως αναχθούν σε νιτρώδη τότε μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό (Demiral et al. 2009). Σύμφωνα με τον Dich et al. (1996) το 72 έως 94% της συνολικής πρόσληψης των νιτρικών ιόντων από τον άνθρωπό γίνεται με την κατανάλωση λαχανικών. Αποτέλεσμα της υπερβολικής εφαρμογής αζωτούχων λιπασμάτων είναι η συσσώρευση νιτρικών αλάτων στα φυτά σε υψηλά επίπεδα. Συνεπώς πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατανάλωση ωμών λαχανικών με υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα, λόγω των επικίνδυνων επιπτώσεων που προκαλεί η συσσώρευση τους στην υγεία των ανθρώπων (VanLeeuwen 1998) και γι' αυτό το λόγο η παραγωγή προϊόντων με χαμηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα κρίνεται πολύ σημαντική (Mensinga et al. 2003).

Ακόμη, είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των φυλλωδών λαχανικών ως προς την ικανότητα τους να συγκεντρώσουν νιτρικά ιόντα. Το σπανάκι (*Spinacia oleracea* L.) κατατάσσεται στα λαχανικά με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα. Αυτό συμβαίνει λόγω του πολύ αποτελεσματικού συστήματος πρόσληψης και ενός αναποτελεσματικού συστήματος αναγωγής των νιτρικών ιόντων ή λόγω δυσμενούς συνδυασμού και των δύο (Maynard et al., 1976). Ο Briemer (1982) έδειξε ότι η περιεκτικότητα σε νιτρικά στο σπανάκι συσχετίστηκε θετικά με το διαθέσιμο άζωτο από πειράματα σε αγρό στην Ολλανδία. Τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά περιέχουν τα υψηλότερα επίπεδα νιτρικών (Prasad and Chetty 2008) με χαρακτηριστικό παράδειγμα το μαρούλι (Santamaria 2006). Τα αποτελέσματα του πειράματος που πραγματοποίησαν οι Liu et al. (2014) έδειξαν πως το μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) που λιπάνθηκε με οργανικά λιπάσματα (200 kg N ha⁻¹) είχε μακρύτερα και φαρδύτερα φύλλα, υψηλότερο βλαστό, και χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων σε σύγκριση με καλλιέργεια μαρουλιού που χρησιμοποιήθηκαν ανόργανα λιπάσματα. Η απελευθέρωση αζώτου στα οργανικά λιπάσματα είναι πιο αργή από αυτή στα ανόργανα λιπάσματα (Herencia et al. 2011).

Η συσσώρευση νιτρικών στα λαχανικά συχνά εξαρτάται από την ποσότητα και το είδος των θρεπτικών συστατικών που υπάρχει στο έδαφος και σχετίζεται με τον χρόνο εφαρμογής, την ποσότητα και τη σύνθεση των λιπασμάτων που εφαρμόζονται (Zhou et al. 2000). Τα φυτά συσσωρεύουν περισσότερα νιτρικά ιόντα καθώς αυξάνεται το επίπεδο λίπανσης με άζωτο (Chen et al. 2004), ενώ ο περιορισμός της διαθεσιμότητας αζώτου μειώνει σημαντικά την περιεκτικότητα σε νιτρικά (McCall and Willumsen 1999). Εφαρμογή αζώτου μία φορά στην αρχή του κύκλου καλλιέργειας είναι αποτελεσματική στον έλεγχο της συσσώρευσης νιτρικών, αφού η συγκέντρωσή τους μειώνονται όταν τα φυτά φτάνουν σε εμπορεύσιμο μέγεθος (Vieira et al. 1998).

Η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και η ένταση του φωτός είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα λαχανικά (Cantliffe 1973). Οι Tamme et al. (2009) παρατήρησαν πως οι συνθήκες φωτισμού επηρεάζουν τη δραστηριότητα της νιτρικής αναγωγής και μειώνουν τον ρυθμό μετατροπής των νιτρικών σε αμινοξέα, οδηγώντας σε υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών. Ως εκ τούτου, απαιτείται να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή αλόγιστης χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων, πρακτική που θα έχει θετική επίδραση στην ποιότητα των γεωργικών προϊόντων (Isherwood 2000), στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου (Anjana et al. 2007). Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι είναι σημαντικό για τα αυτοφυή φυλλώδη είδη να μελετηθεί η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης τόσο στην ανάπτυξη τους όσο και στην ποιότητά τους.

1.6 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης διάφορων επιπέδων αζώτου στην ανάπτυξη του λαχανοφύτου ζιζανίου *Helminthotheca echinoides* (L.) Holub. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση τεσσάρων επιπέδων αζώτου (N = 0 kg/στρέμμα, N = 5 kg/στρέμμα, N = 10 kg/στρέμμα, N = 15 kg/στρέμμα) στην ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος, ενώ αξιολογήθηκε και η επίδραση του αζώτου στη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα της ροζέτας.

Κεφάλαιο 2^ο : Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Τοποθεσία εγκατάστασης του πειράματος

Το πείραμα διεξήχθη σε υπαίθριο χώρο στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου το χρονικό διάστημα Οκτώβριος 2019-Μάιος 2020.

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Η σπορά του είδους χοιροβότανου (*Helminthotheca echioides*) έγινε σε φυτοδοχεία στις 30 Οκτωβρίου του 2019 (Εικόνα 2.1) και ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (Εικόνα 2.2). Τα ογδόντα φυτοδοχεία που χρησιμοποιήθηκαν είχαν χωρητικότητα 1 L και χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες, ενώ ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε τύρφη με pH 5,5 έως 6,5. Κάθε ομάδα φυτοδοχείων αποτελούνταν από 20 φυτοδοχεία,. Εφαρμόστηκε το ανόργανο λίπασμα ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0), ενώ σε κάθε φυτοδοχείο αναπτύχθηκαν 6 φυτά χοιροβότανου.



Εικόνα 2.1. Φυτοδοχεία κατά τη σπορά του είδους *Helminthotheca echioides*.

Οι επεμβάσεις του συγκεκριμένου πειράματος όπου μελετήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη του είδους *Helminthotheca echioides* ήταν οι εξής:

Μάρτυρας (0 μονάδες (kg) αζώτου/στρέμμα)

Λίπανση N5 (5 μονάδες αζώτου/στρέμμα)

Λίπανση N10 (10 μονάδες αζώτου/στρέμμα) και

Λίπανση N15 (15 μονάδες αζώτου/στρέμμα).



Εικόνα 2.2. Ανάπτυξη των φυτών του είδους *Helminthotheca echioides* στις 19-02-2020.

Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) και εφαρμόστηκε σε δύο ισόποσες δόσεις στις 22-01-2020 και 20-02-2020 αντίστοιχα. Την ημέρα της επιφανειακής εφαρμογής του λιπάσματος πραγματοποιήθηκε άρδευση έως τη πλήρη διάλυση του λιπάσματος, ενώ πριν την εφαρμογή του λιπάσματος και έγινε βοτάνισμα στα φυτοδοχεία με σκοπό την αποφυγή ανταγωνισμού των ζιζανίων με το καλλιεργούμενο φυτό.

2.3 Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος έγιναν 4 μετρήσεις στις 4 και 19 Φεβρουαρίου 2020, στις 11 Μαρτίου 2020 και στις 5 Μαΐου 2020. Λόγω της πανδημίας του κορωνοϊού δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο διάστημα 11 Μαρτίου έως τέλος Απριλίου. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν οι παρακάτω:

- **Διάμετρος της ροζέτας των φυτών:** Η μέτρηση της διαμέτρου των φυτών γινόταν σε έξι φυτά ανά φυτοδοχείο από τρία φυτοδοχεία ανά πειραματική επέμβαση.
- **Νωπό βάρος (υπέργειου τμήματος):** Η μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών γινόταν σε ζυγαριά ακριβείας μετά την κοπή όλων των φυτών από τρία φυτοδοχεία ανά πειραματική επέμβαση (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3. Επιλογή τριών φυτοδοχείων και κοπή όλων των φυτών για τη μέτρηση του νωπού βάρους.

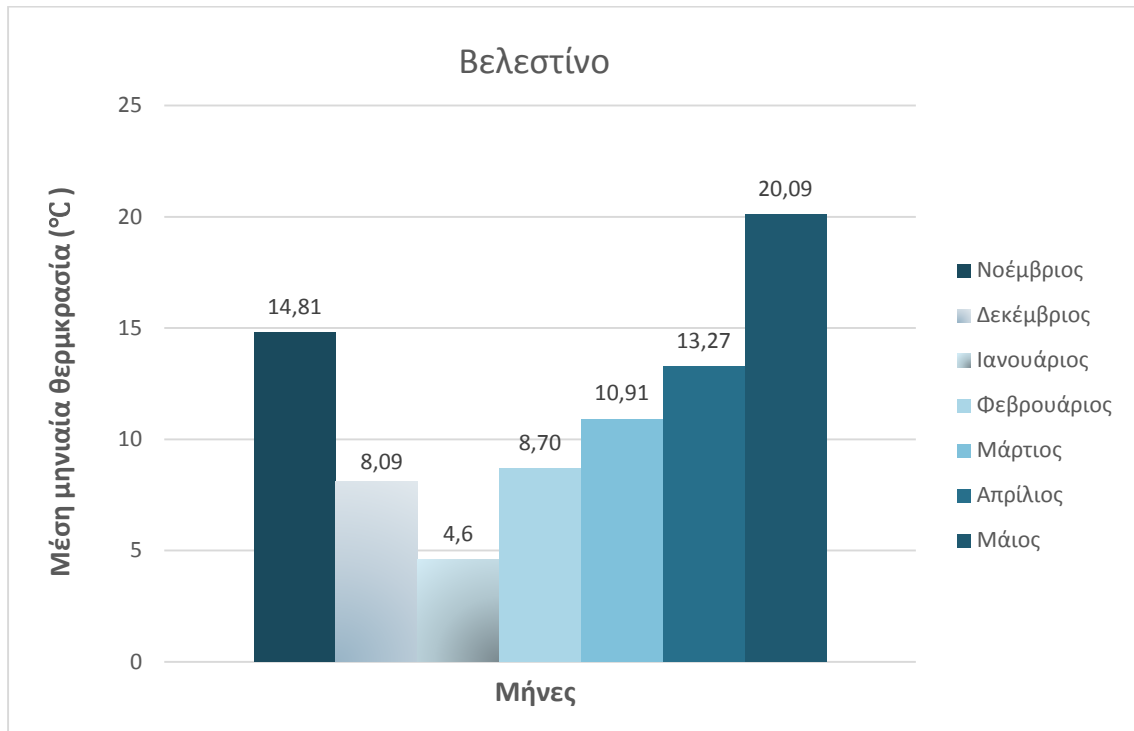
- **Ξηρό βάρος (υπέργειου τμήματος):** Τα φυτά που συλλέχθηκαν για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους αρχικά ξηράθηκαν σε κλίβανο στους 60°C για 72 h και στη συνέχεια ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας.
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD:** Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης προσδιορίστηκε αναλογικά με το όργανο SPAD-502 (Εικόνα 2.4). Σε κάθε μια από τις 4 μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν οι τιμές SPAD καταγράφηκαν σε όλα τα φυτά από 3 φυτοδοχεία ανά πειραματική επέμβαση.



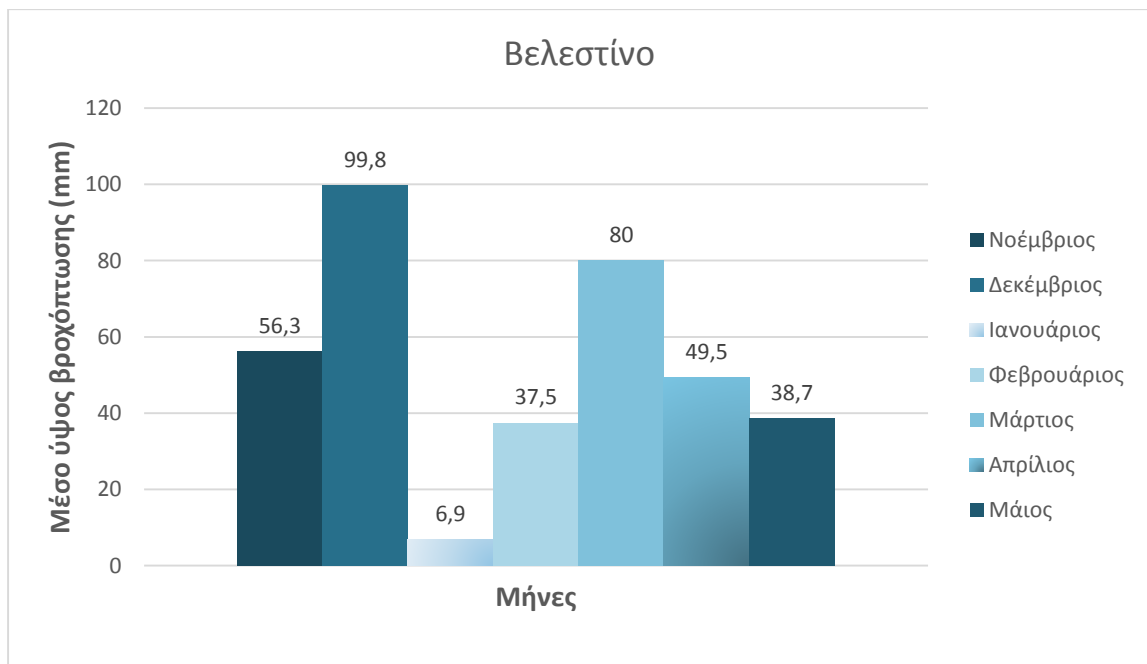
Εικόνα 2.4. Όργανο μέτρησης SPAD-502 της εταιρείας(Konica Minolta Optics Inc.).

2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στο μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος καταγράφηκαν η θερμοκρασία και η βροχόπτωση σε όλο το διάστημα διεξαγωγής του πειράματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι υψηλότερες τιμές των δύο παραμέτρων παρατηρήθηκαν τους μήνες Μάιο με μέση θερμοκρασία (20 °C) και Δεκέμβριο με μέσο ύψος βροχόπτωσης (99,8 mm). Ενώ αντίστοιχα η χαμηλότερη θερμοκρασία (4,6 °C) και το χαμηλότερο ύψος βροχής (6,9 mm) μετρήθηκε τον Ιανουάριο (Διαγράμματα 1.1 και 1.2).



Διάγραμμα 1.1. Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια του πειράματος (Νοέμβριος 2019-Μάιος 2020).



Διάγραμμα 1.2. Μέση μηνιαία βροχόπτωση στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια του πειράματος (Νοέμβριος 2019-Μάιος 2020).

2.5 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

Τα δεδομένα της διαμέτρου της ροζέτας, των τιμών SPAD, του νωπού και ξηρού βάρους αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA). Στην πρώτη φάση της στατιστικής ανάλυσης και με βάση το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε στο συγκεκριμένο πείραμα πραγματοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης. Στη δεύτερη φάση εφαρμόστηκε η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας $P=5\%$. Μέσω της δοκιμασίας αυτής έγινε η σύγκριση των τιμών των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος (μάρτυρας, λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15).

Κεφάλαιο 3ο : Αποτελέσματα

3.1 Διάμετρος ροζέτας

1^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα κατά την 1^η μέτρηση έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό τον προσδιορισμό της διαμέτρου της ροζέτας σε φυτά χοιροβότανου (Πίνακας 3.1). Οι τιμές κυμάνθηκαν από 9,32 έως 11,62 cm με τη μεγαλύτερη να παρατηρείται στην επέμβαση λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα).

Πίνακας 3.1. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά του χοιροβότανου (1^η μέτρηση/04-02-2020)

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	9,32 a*
Λίπανση N5	10,78 a
Λίπανση N10	11,62 a
Λίπανση N15	11,50 a
LSD _{5%}	-
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	3,429
Τιμή P	0,093
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

2^η Μέτρηση

Κατά τη 2^η μέτρηση τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας έδειξαν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του

πειράματος (Πίνακας 3.2). Η μικρότερη τιμή στη διάμετρο ροζέτας (10,62 cm) στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το λιπάσματα και η μεγαλύτερη (13,29 cm) στην λίπανση N15. Δεν σημειώθηκαν αξιολογικές διαφορές μεταξύ της λίπανσης N5 και της λίπανσης N10.

Πίνακας 3.2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά του χοιροβότανου (2^η μέτρηση/19-02-2020).

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	10,62 d*
Λίπανση N5	12,06 bc
Λίπανση N10	11,78 c
Λίπανση N15	13,29 a
LSD_{5%}	1,066
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	12,637
Τιμή P	0,005
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3^η Μέτρηση

Στην τρίτη αξιολόγηση υπήρξαν διαφορές μεταξύ των διαμέτρων ροζέτας στις τέσσερις επεμβάσεις του πειράματος (Πίνακας 3.3). Η μικρότερη τιμή της διαμέτρου (20,03 cm) μετρήθηκε στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε λίπασμα και η μεγαλύτερη (31,12 cm) στην λίπανση N15. Η διάμετρος της ροζέτας στην λίπανση N5 ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 12,26%, ενώ στη επέμβαση της μέγιστης δόσης εφαρμογής η μέση τιμή της διαμέτρου ήταν υψηλότερη κατά 35,64%.

Πίνακας 3.3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά του χοιροβότανου (3^η μέτρηση/11-03-2020)

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	20,03 d*
Λίπανση N5	22,83 c
Λίπανση N10	24,36 b
Λίπανση N15	31,12 a
LSD_{5%}	1,367
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	142,141
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

4^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τη διάμετρο της ροζέτας στην 4^η μέτρηση έδειξαν πως υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15. Οι τιμές διαμέτρου ροζέτας είχαν εύρος από 24,71 έως 36,50 cm, με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg/στρέμμα) οι οποίες διέφεραν κατά 32,30 % σε σχέση με την επέμβαση όπου δεν εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση.

Πίνακας 3.4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη διάμετρο της ροζέτας στα φυτά του χοιροβότανου (4^η μέτρηση/05-05-2020)

Επεμβάσεις	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Μάρτυρας	24,71 d*
Λίπανση N5	29,17 c
Λίπανση N10	30,53 b
Λίπανση N15	36,50 a
LSD_{5%}	1,262
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	177,855
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3.2 Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

Για τα δεδομένα του νωπού βάρους του χοιροβότανου σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και της λίπανσης N15, ενώ δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του μάρτυρα των επεμβάσεων λίπανση N10 και λίπανση N5. Οι μικρότερες τιμές του νωπού βάρους (1,44 g/φυτό) σημειώθηκαν στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το ανόργανο λίπασμα και το μεγαλύτερο νωπό βάρος (3,72 g/φυτό) μετρήθηκε στην λίπανση N15. Η νωπή βιομάζα στην επέμβαση όπου εφαρμόστηκαν 15 kg N/στρέμμα ήταν μεγαλύτερη κατά 61,29% σε σύγκριση με τη βιομάζα των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το αζωτούχο λίπασμα (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 1^η μέτρηση στις 04-02-2020.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	1,44 b*
Λίπανση N5	2,04 b
Λίπανση N10	2,29 b
Λίπανση N15	3,72 a
LSD_{5%}	1,139
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	8,632
Τιμή P	0,013
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

2^η Μέτρηση

Κατά τη 2^η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε 2 εβδομάδες μετά την 1^η μέτρηση τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας φανέρωσαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος. Οι τιμές του νωπού βάρους κυμάνθηκαν από 1,59 έως 4,28 g, με τις μεγαλύτερες να παρατηρούνται στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα) οι οποίες ήταν υψηλότερες κατά 62,85% συγκριτικά με τον μάρτυρα. Σημαντικό είναι να τονίσουμε ότι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανση N5 και λίπανση N10 (Πίνακας 3.6).

Πίνακας 3.6. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 2^η μέτρηση στις 19-02-2020.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	1,59 c*
Λίπανση N5	2,43 b
Λίπανση N10	2,72 b
Λίπανση N15	4,23 a
LSD_{5%}	0,319
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	142,887
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3^η Μέτρηση

Στα δεδομένα του νωπού βάρους της τρίτης μέτρησης σημειώθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων (Πίνακας 3.7). Οι τιμές κυμάνθηκαν από 4,04 έως 10,04 g με τη μικρότερη να σημειώνεται στην επέμβαση μάρτυρας και τη μεγαλύτερη στην λίπανση N15. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ της επέμβασης λίπανση N5 και λίπανση N10. Επίσης, συγκρίνοντας τις τιμές του μάρτυρα σε σχέση με τις τιμές στις επεμβάσεις των λιπάνσεων διαπιστώνουμε ότι η % διαφορά είναι μικρότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαφορές κατά την 2^η μέτρηση. Για παράδειγμα, το νωπό βάρος στην επέμβαση λίπανση 15N ήταν μεγαλύτερη κατά 59,76 % συγκριτικά με τον αμεταχειριστο μάρτυρα, ενώ η αντίστοιχη διαφορά στην προηγούμενη μέτρηση ήταν 62,85% όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Πίνακας 3.7. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 3^η μέτρηση στις 11-03-2020.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	4,04 c*
Λίπανση N5	7,38 b
Λίπανση N10	7,31 b
Λίπανση N15	10,04 a
LSD_{5%}	1,562
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	29,695
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

4^η Μέτρηση

Στην 4^η μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε 12 εβδομάδες μετά από την 1^η μέτρηση καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των επεμβάσεων λίπανση N5, λίπανση N10 και λίπανση N15, με τις τιμές να κυμαίνονται από 8,36 g στην επέμβαση μάρτυρας έως 15,19 g στην επέμβαση λίπανση N15. Η νωπή βιομάζα στην επέμβαση όπου εφαρμόστηκαν 15 kg N/στρέμμα ήταν μεγαλύτερη κατά 44,96% σε σύγκριση με τη βιομάζα των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το αζωτούχο λίπασμα (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.8. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 4^η μέτρηση στις 05-05-2020.

Επεμβάσεις	Νωπό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	8,36 d*
Λίπανση N5	10,99 c
Λίπανση N10	13,07 b
Λίπανση N15	15,19 a
LSD_{5%}	1,413
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	51,078
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3.3 Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

1^η Μέτρηση

Στην πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους του χοιροβότανου παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επιπέδων αζώτου. Το μικρότερο ξηρό βάρος (0,20 g/φυτό) μετρήθηκε στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε ανόργανο λίπασμα και το μεγαλύτερο (0,48 g/φυτό) στην λίπανση N15. Δεν υπήρξαν στατιστικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και επέμβασης λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα) και των επεμβάσεων λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα) και λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Η ξηρή βιομάζα στην επέμβαση όπου εφαρμόστηκαν 15 kg N/στρέμμα ήταν μεγαλύτερη κατά 58,33% σε σύγκριση με τη βιομάζα των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το αζωτούχο λίπασμα (Πίνακας 3.9).

Πίνακας 3.9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 1^η μέτρηση στις 04-02-2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	0,20 b*
Λίπανση N5	0,29 b
Λίπανση N10	0,34 ab
Λίπανση N15	0,48 a
LSD_{5%}	0,180
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	5,223
Τιμή P	0,041
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

2^η Μέτρηση

Κατά την 2^η μέτρηση σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων για το ξηρό βάρος του χοιροβότανου. Οι τιμές διακυμάνθηκαν από 0,24 έως 0,52 g, με την υψηλότερη να σημειώνεται στη λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν σημειώθηκαν μεταξύ των λιπάνσεων N5 και N15 (15 kg N/στρέμμα), καθώς επίσης και μεταξύ των επεμβάσεων λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα) και του μάρτυρα. Η ξηρή βιομάζα στην επέμβαση όπου εφαρμόστηκαν 15 kg N/στρέμμα ήταν μεγαλύτερη κατά 53,85% σε σύγκριση με τη βιομάζα των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το αζωτούχο λίπασμα (Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.10. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 2^η μέτρηση στις 19-02-2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος/ φυτό (g)
Μάρτυρας	0,24 b*
Λίπανση N5	0,34 b
Λίπανση N10	0,38 b
Λίπανση N15	0,52 a
LSD_{5%}	0,129
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	9,659
Τιμή P	0,010
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι κατά την 3^η μέτρηση για τη συγκεκριμένη παράμετρο (Πίνακας 3.11) υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος. Η μικρότερη τιμή ξηρού βάρους ήταν 0,56 g και η μεγαλύτερη 1,14 g, η οποία καταγράφηκε στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα) και λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα). Επίσης, συγκρίνοντας τις τιμές του μάρτυρα σε σχέση με τις τιμές στις επεμβάσεις των λιπάνσεων διαπιστώνουμε ότι η % διαφορά είναι λίγο μικρότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαφορές κατά την 2^η μέτρηση. Για παράδειγμα, το ξηρό βάρος στην επέμβαση λίπανση 15N ήταν μεγαλύτερη κατά 50,88% συγκριτικά με τον αμεταχειριστο μάρτυρα, ενώ η αντίστοιχη διαφορά στην προηγούμενη μέτρηση ήταν 53,85% όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Πίνακας 3.11. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 3^η μέτρηση στις 11-03-2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	0,56 c*
Λίπανση N5	0,82 b
Λίπανση N10	0,92 b
Λίπανση N15	1,14 a
LSD_{5%}	0,195
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	17,752
Τιμή P	0,002
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

4^η Μέτρηση

Κατά την 4^η και τελευταία μέτρηση για αυτή την παράμετρο υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τέσσερις επεμβάσεις (Πίνακας 12), ενώ οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές μεταξύ των λιπάνσεων N5 και N10. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,94 έως 3,46 g, με τη μεγαλύτερη να παρατηρείται στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Επίσης, συγκρίνοντας τις τιμές του μάρτυρα σε σχέση με τις τιμές στις επεμβάσεις των λιπάνσεων διαπιστώνουμε ότι η % διαφορά είναι λίγο μικρότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαφορές κατά την 3^η μέτρηση. Για παράδειγμα, το ξηρό βάρος στην επέμβαση λίπανση 15N ήταν μεγαλύτερη κατά 43,93 % συγκριτικά με τον αμεταχείριστο μάρτυρα, ενώ η αντίστοιχη διαφορά στην προηγούμενη μέτρηση ήταν 50,88% όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Πίνακας 3.12. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 4^η μέτρηση στις 05-05-2020.

Επεμβάσεις	Ξηρό βάρος/φυτό (g)
Μάρτυρας	1,94 c*
Λίπανση N5	2,59 b
Λίπανση N10	2,94 b
Λίπανση N15	3,46 a
LSD _{5%}	0,496
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	19,645
Τιμή P	0,002
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3.4 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-Τιμές SPAD

1^η Μέτρηση

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2^ο, η σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης καταγράφηκε αναλογικά με τη χρησιμοποίηση του οργάνου SPAD-502. Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων της 1^η μέτρησης έδειξαν ότι δεν υπήρχαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων N5, N10 και N15 (Πίνακας 13). Οι τιμές SPAD κυμάνθηκαν από 40,87 έως 45,93, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα).

Πίνακας 3.13. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 1^η μέτρηση στις 04-02-2020.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Μάρτυρας	40,87 a*
Λίπανση N5	43,37 a
Λίπανση N10	45,17 a
Λίπανση N15	45,93 a
LSD_{5%}	-
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	4,047
Τιμή P	0,069
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

2^η Μέτρηση

Κατά τη 2^η μέτρηση τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας ανέδειξαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων N5, N10 και N15 (Πίνακας 3.14). Οι τιμές SPAD κυμάνθηκαν από 34,37 έως 51,37, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται στη λίπανση N15. Δεν διαπιστώθηκαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των λιπάνσεων N5, N10 και N15, ενώ διαπιστώθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και τριών επιπέδων της λίπανσης. Οι τιμές SPAD στην επέμβαση λίπανση N5 ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με τον μάρτυρα κατά 26,83%, ενώ στη επέμβαση της μέγιστης δόσης εφαρμογής η μέση τιμή των τιμών SPAD ήταν αρκετά υψηλότερη (33,09%).

Πίνακας 3.14. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 2^η μέτρηση στις 19-02-2020.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Μάρτυρας	34,37 b*
Λίπανση N5	46,97 a
Λίπανση N10	46,60 a
Λίπανση N15	51,37 a
LSD_{5%}	5,928
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	18,166
Τιμή P	0,002
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

3^η Μέτρηση

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για την 3^η μέτρηση ανέδειξαν αξιόλογες διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων N5, N10 και N15. Η μικρότερη τιμή SPAD (41,27) καταγράφηκε στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το ανόργανο αζωτούχο λίπασμα και η μεγαλύτερη (50,93) στη λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), N10 (10 kg N/στρέμμα) και λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Επίσης, συγκρίνοντας τις τιμές του μάρτυρα σε σχέση με τις τιμές στις επεμβάσεις των λιπάνσεων διαπιστώνουμε ότι η % διαφορά είναι λίγο μικρότερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες διαφορές κατά την 3^η μέτρηση. Για παράδειγμα, οι τιμές SPAD στην επέμβαση λίπανση 15N ήταν μεγαλύτερη κατά 18,97% συγκριτικά με τον

αμεταχειρίστο μάρτυρα, ενώ η αντίστοιχη διαφορά στην προηγούμενη μέτρηση ήταν 33,09%.

Πίνακας 3.15. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 3^η μέτρηση στις 11-03-2020.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Μάρτυρας	41,27 b*
Λίπανση N5	47,50 a
Λίπανση N10	49,60 a
Λίπανση N15	50,93 a
LSD_{5%}	4,128
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	12,870
Τιμή P	0,005
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

4^η Μέτρηση

Κατά τη 4^η μέτρηση τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας έδειξαν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων του πειράματος (Πίνακας 16). Οι τιμές SPAD κυμάνθηκαν από 39,20 έως 47,70, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται στην επέμβαση λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα). Οι τιμές SPAD στην επέμβαση λίπανση N5 ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τον μάρτυρα κατά 9,89%, ενώ στη επέμβαση της μέγιστης δόσης εφαρμογής η μέση τιμή των τιμών SPAD ήταν αρκετά υψηλότερη (17,82%) συγκριτικά με τον αμεταχειρίστο μάρτυρα.

Πίνακας 3.16. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (μάρτυρας, λίπανση N5 (5 kg N/στρέμμα), λίπανση N10 (10 kg N/στρέμμα), λίπανση N15 (15 kg N/στρέμμα)) στη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) στα φυτά του χοιροβότανου κατά την 4^η μέτρηση στις 05-05-2020.

Επεμβάσεις	Τιμές SPAD
Μάρτυρας	39,20 d
Λίπανση N5	43,50 c
Λίπανση N10	45,97 b
Λίπανση N15	47,70 a
LSD_{5%}	0,914
Ανάλυσης της διακύμανσης	
Τιμή F	195,127
Τιμή P	<0,001
*Μέσες τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους με βάση την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (P=5%).	

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Αξιολόγηση της επίδρασης του αζώτου στην ανάπτυξη του είδους *Helminthotheca echioides* (L.) Holub

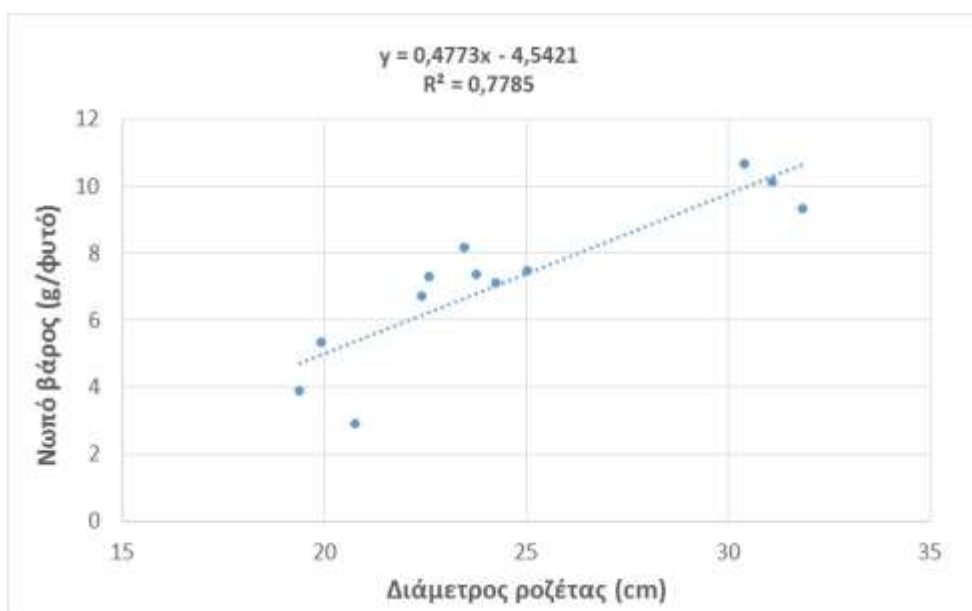
Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις με το όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (SPAD) έδειξαν πως η σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φυτά του χοιροβότανου που έλαβαν αζωτούχο λίπανση είναι υψηλότερη σε σύγκριση με αυτά του μάρτυρα. Επίσης, παρατηρήθηκε μια μείωση στην τιμή SPAD του μάρτυρα κατά τη δεύτερη μέτρηση, ενώ στις τρεις επεμβάσεις με αζωτούχο λίπανση υπήρξε αύξηση. Μετά την τρίτη μέτρησης όπου όλες οι τιμές αυξήθηκαν παρατηρήθηκε ελάττωση της συγκέντρωσης με τα επίπεδα των τιμών να κυμαίνονται κοντά στα αρχικά. Πιο συγκεκριμένα οι τελικές μετρήσεις έδειξαν μείωση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φυτά του μάρτυρα και μια αύξηση κατά 1,77 μονάδες στη τιμή SPAD στην επέμβαση 15 kg N/στρέμμα. Θα πρέπει να τονισθεί ότι παρόλο που τα ζιζάνια με θρεπτική αξία αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε φτωχά εδάφη τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι η λίπανση επηρεάζει θετικά τις φυσιολογικές παραμέτρους καθώς και την ανάπτυξη του. Σε πείραμα που πραγματοποίησαν Finimundy et al. (2020), διαπιστώσαν ότι η εφαρμογή του ανόργανου λιπάσματος 15-5-20 στην ποσότητα των 660 kg ha⁻¹ αύξησε τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης κατά 26,8% στα φύλλα του λαχανευόμενου ζιζανίου *Sanguisorba minor* Scop.



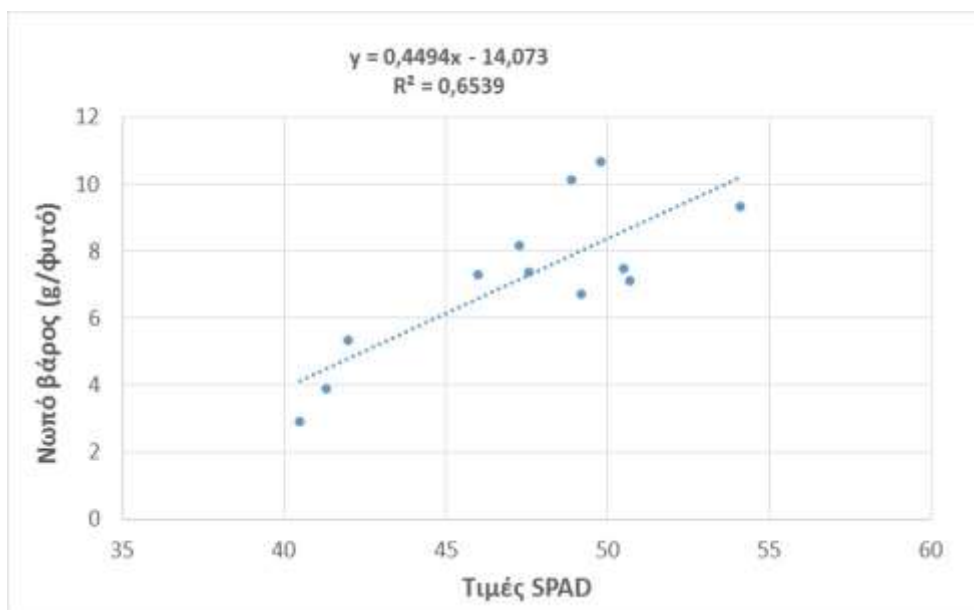
Εικόνα 4.1. Ανάπτυξη του χοιροβότανου στην επέμβαση λίπανση 15 kg N/στρέμμα.

Όσον αφορά τις τιμές που προέκυψαν για τις μετρήσεις της διαμέτρου της ροζέτας τα αποτελέσματα έδειξαν πως όσο αυξάνονταν οι μονάδες αζώτου τόσο μεγάλωνε η διάμετρος. Κατά την πρώτη μέτρηση η μεγαλύτερη αύξηση καταγράφηκε στην λίπανση 10 kg N/στρέμμα, ενώ στις υπόλοιπες τρεις η μεγαλύτερη ανάπτυξη παρατηρήθηκε στην λίπανση 15 kg N/στρέμμα.

Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του λιπάσματος ασβεστούχο νιτρική αμμωνία αύξησε σημαντικά το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του λαχανομένου ζιζανίου *Helminthotheca echioides* συγκριτικά με την επέμβαση του μάρτυρα όπου δεν πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του συγκεκριμένου λιπάσματος. Πιο συγκεκριμένα, στις τέσσερις επεμβάσεις που έλαβαν χώρα (0 kg N/στρέμμα, 5 kg N/στρέμμα, 10 kg N/στρέμμα, 15 kg N/στρέμμα), η μεγαλύτερη ανάπτυξη καταγράφηκε στην λίπανση 15 kg N/στρέμμα και η μικρότερη στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε το αζωτούχο ανόργανο λίπασμα (Εικόνες 4.1 και 4.2). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους και των παραμέτρων συγκέντρωσης της χλωροφύλλης και διάμετρος της ροζέτας σε όλες τις μετρήσεις (Διαγράμματα 4.1 και 4.2).



Διάγραμμα 4.1. Συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους και της διαμέτρου της ροζέτας (μέτρηση 11-03-2020).



Διάγραμμα 4.2. Συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους και της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (μέτρηση 11-03-2020).

Σε άλλη μελέτη οι Finimundy et al. (2020), διαπιστώσαν ότι η εφαρμογή του ανόργανου λιπάσματος 15-5-20 στην ποσότητα των 660 kg ha⁻¹ αύξησε τη νωπή βιομάζα του λαχανεύομενου ζιζανίου *Sanguisorba minor* κατά 62,4%. Επίσης, ο Nurhayati (2016) παρατήρησαν ότι η λίπανση βελτίωσε σημαντικά την απόδοση αλλά και την ποιότητα του ζωχού (*Sonchus arvensis* L.). Συγκεκριμένα ο παραπάνω ερευνητής βρήκε ότι η νωπή βιομάζα των φύλλων αυξήθηκε έως 34% στις επεμβάσεις της λίπανσης σε σχέση με το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα του πειράματός μας και των άλλων μελετών δείχνουν ότι είναι σημαντικό να βελτιστοποιηθεί η απόδοση των αυτοφυών λαχανεύομενων ζιζανίων με την εφαρμογή της κατάλληλης ποσότητας ανόργανων λιπασμάτων.

Παραπλήσια αποτελέσματα με το νωπό βάρος σημειώθηκαν και στην παράμετρο του ξηρού βάρους. Τα φυτά που λιπάνθηκαν με το ανόργανο αζωτούχο λίπασμα παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές κατά τις μετρήσεις για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Συνεπώς τη μεγαλύτερη επίδραση σε αυτόν τον παράγοντα και στις τέσσερις μετρήσεις είχε η επέμβαση λίπανση 15 kg N/στρέμμα.

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία δεν μελετήθηκε η επίδραση της λίπανσης στη χημική σύσταση των φύλλων του χοιροβότανου. Μελέτες σε άλλα αυτοφυή είδη έχουν

δείξει ότι η αζωτούχος λίπανση μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτιστοποίηση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος (Petropoulos et al., 2018; Chatzigianni et al. 2020; Petropoulos et al. 2021). Συγκεκριμένα, οι Petropoulos et al. (2021) εξέτασαν την επίδραση της λίπανσης με άζωτο στις φαινολικές και αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιείχαν τα φύλλα του είδους *Cichorium spinosum* L. (σταμναγκάθι) και αναφέρουν πως η ιδανική ποσότητα θρεπτικού διαλύματος είναι τα 200 mg L⁻¹ ολικού αζώτου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως σε αυτή τη συγκέντρωση τα φύλλα του *C. spinosum* διατήρησαν την υψηλότερη συγκέντρωση σε αντιοξειδωτικές ουσίες και φαινολικές ενώσεις όπως το κιχορικό οξύ που θεωρείται η κύρια φαινολική ένωση του φυτού. Επίσης, αναφέρεται πως αύξηση της ποσότητας αζωτούχου λίπανσης πάνω από τη συνιστάμενη μειώνει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των βιοδραστικών ουσιών στα φύλλα του φυτού, όπου είναι και το εμπορεύσιμο μέρος του. Συνεπώς, παρόλο που τα υψηλά ποσοστά αζώτου αυξάνουν τη συνολική απόδοση του φυτού θα πρέπει να γίνεται ορθή χρήση της λίπανσης προς αποφυγή υποβάθμισης της ποιότητας του σε αντιοξειδωτικά και θρεπτικά συστατικά (Petropoulos et al. 2021). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να ερευνηθεί η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στις βιοδραστικές ιδιότητες στο λαχανεύομενο αυτοφυές είδος *H. echinoides*, έτσι ώστε όταν καλλιεργείται να παράγεται ένα προϊόν πλούσιο σε θρεπτικά απαλλαγμένο από ουσίες επιβλαβείς (νιτρικά ιόντα) για τον άνθρωπο.



Εικόνα 4.2. Ανάπτυξη των φυτών του χοιροβότανου στα φυτοδοχεία όπου δεν εφαρμόστηκε η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (μάρτυρας).

4.2 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν συμπεραίνεται ότι βάση των αποτελεσμάτων του πειράματος καταγράφηκαν σημαντικά δεδομένα για την ανάπτυξη του λαχανοφύτου *Helminthotheca echoides* με την χρήση ή μη αζωτούχου λίπανσης και πιο συγκεκριμένα με την εφαρμογή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Σύμφωνα λοιπόν με την έκβαση του πειράματος, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του φυτού επηρεάστηκε σημαντικά από την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης.
- Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης συνέβαλε στην αύξηση της διαμέτρου ροζέτας όλων των φυτών που εξετάστηκαν.
- Η εφαρμογή του αζώτου επηρέασε σε σημαντικό βαθμό τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης που καταγράφηκε στα φύλλα του φυτού.
- Τη μικρότερη τιμή σε όλες τις παραμέτρους (νωπό, ξηρό βάρος, διάμετρος ροζέτας, συγκέντρωση χλωροφύλλης) και σε όλες τις μετρήσεις παρουσίασε η μεταχείριση του μάρτυρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι. και Δήμας Κ. 2017. Ζιζάνια-Σύγχρονος Οδηγός Αναγνώρισης και Αντιμετώπισης. Αθήνα, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 646.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4^η έκδοση). Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ.432.
- Λόλας Π. 2014. Ζιζάνια: αναγνώριση, μορφολογία, βιολογία, κατάταξη, ζημιές, ωφέλειες, διαχείριση. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 24-52.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Akuzawa R. and Yokoyama K. 1988. Trial cheese prepared with dandelion (*Taraxacum officinale*) extract. Japanese Journal of Dairy and Food Science, 37(2), A-39-A-44.
- Anjana S.U. and Muhammad I. 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. Agronomy for Sustainable Development, 27(1), 45-57.
- Bringle Clarke C. 1977. Edible and useful plants of California, Berkeley: University of California Press. p. 191. ISBN 978-0-520-03261-3.
- Cantliffe D.J. 1973. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus and potassium nutrition and light intensity. Agronomy Journal, 65, 563-565
- Ceccanti C., Landi M., Benvenuti S., Pardossi A. and Guidi L. 2018. Mediterranean Wild Edible Plants: Weeds or “New Functional Crops”. Molecules, 23(9), 2299. doi:10.3390/molecules23092299
- Chatzianni M., Ntatsi G., Livieratos I., Aliferis K.A. and Savvas D. 2020. Metabolic profile of two different *Cichorium spinosum* L. ecotypes as influenced by nitrogen form and supply levels. Acta Horticulturae, 1268, 51-58. doi: 10.17660/ActaHortic.2020.1268.7
- Chen B.M., Wang Z.H., Li S.X., Wang G.X., Song H.X. and Wang X.N. 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. Plant Science, 167, 635–643.
- Dalby R., 1999. The delightful dandelion. American Bee Journal, 13 (4), 300-301.

- Daniewski W.M., Gumuka M., Drozd B., Grabarczyk H. and Boszyk E., 1989. Sesquiterpene lactones. XXXVIII. Constituents of *Picris echioides* L. and their antifeedant activity. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 58(3), 351-354.
- Darkwa S. and Darkwa A.A. 2013. The use of indigenous green leafy vegetables in the preparation of Ghanaian dishes. *Food Processing and Technology*, 4, 12, 286. doi:10.4172/2157-7110.1000286
- Demiral M.A, Ay M., Soral F. and Tekin M. 2009. Effect of nitrogen on growth and nitrate accumulation of some leafy vegetables. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2): 3-7.
- Dich J., Jivinen R., Knekt P. and Penttil P.L. 1996. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the finish mobile clinic health examination survey. *Food Additives Contaminants*, 13, 541–552.
- Escudero N.L., De Arellano M.L., Fernández S., Albarracín G. and Mucciarelli S. 2003. *Taraxacum officinale* as a food source. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58: 1-10.
- Ezekwe M.O., Omara A.T. and Membrahtu T. 1999. Nutrition characterization of Purslane accessions as Influenced by planting data. *Plant Foods for Human Nutrition*, (Dordrendit), 54 (3),183 - 191.
- Finch H.J.S., Samuel A.M, and Lane G.P.F. 2014. Fertilisers and manures. Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. p. 63-91 <https://doi.org/10.1533/9781782423928.1.63>
- Finimundy T.C., Karkanis A., Fernandes Â., Petropoulos S.A, Calhelha R., Petrović J., Soković M., Rosa E., Barros L. and Ferreira I.C.F.R. 2020. Bioactive properties of *Sanguisorba minor* L. cultivated in central Greece under different fertilization regimes. *Food Chemistry*. 327, 127043. doi:10.1016/j.foodchem.2020.127043
- Gail P.A. 1994. The dandelion celebration: a guide to unexpected cuisine. Cleveland, OH, USA: Goosefoot Acres Press.
- Ghoshooni H. and Sahraei H. 2014. Pharmacological Properties of *Papaver rhoeas* L., *Annual Research & Review in Biology*, 4(24), 4445-4449.
- Graf J.S., Schorn S., Kitzinger K., Ahmerkamp S., Woehle C., Huettel B., Schubert C.J., Kuypers M.M.M. and Milucka J. 2021. Anaerobic endosymbiont generates energy for ciliate host by denitrification. *Nature*, 59 (7850), 445-450.
- Graifenberg A., Temperini O. and Giustiniani L. 1989. Fertilizing and the accumulation of nitrate in spinach. *Agrario*. 45(1), 57–61.

- Guil-Guerrero J.L., Giménez-Giménez A., Rodríguez-García I. and Torija-Isasa M.E. 1998. Nutritional composition of *Sonchus* species (*A. asper* L, *S. oleraceus* L and *S. tenerrimus* L). *Journal of the Science and Food Agriculture*, 76, 628–232.
- Guillemin, J.-P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel C., Munier-Jolain, N., Colbach, N. 2013. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53(1), 76-87.
- Gülser F. 2005. Effects of ammonium sulphate and urea on NO₃⁻ and NO₂⁻ accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. *Scientia Horticulturae*, 106, 330-340.
- Herencia J.F., García-Galavís P.A., Dorado J.A.R. and Maqueda C. 2011. Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. *Scientia Horticulturae*, 129, 882–888.
- Hill R.D. 1979. Atmospheric Nitrogen Fixation by Lightning, *Journal of the Atmospheric Sciences*. 37: 179–192.
- Hudson A. 2016. *Helminthotheca echioides* (bristly oxtongue). In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/116335>
- Isherwood K.F. 2000. Mineral fertilizer use and the environment. International Industry Association, United Nations Environment Program. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/30146>
- Karaman M.R., Brohi A.R., Günes A., İnal A. and Alpaslan M. 2000. Effects of regional nitrogen fertilization on nitrate accumulation of some winter vegetables grown in Tokat Region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 1-9.
- Kew Gardens. Plants of the World Online. "*Papaver rhoeas* (common poppy)". <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:306058-2>. Retrieved 24 December 2021
- Lamb J.A., Fernandez F.G. and Kaiser D.E. 2014. *Understanding Nitrogen in Soils*. University of Minnesota Extension.
- Letchamo W. and Gosselin A. 1995. Root and shoot growth and chlorophyll content of *Taraxacum officinale* provenances as affected by defoliation and debudding under organic and hydroponic cultivation. *Journal of Horticultural Science*, 70, 279-285.
- Ligoxigakis E.K., Vakalounakis D.J. and Thanassoulopoulos C.C., 2002. Weed hosts of *Verticillium dahliae* in Crete: susceptibility, symptomatology and significance. *Phytoparasitica*, 30(5), 511-518

- Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B. C. and Lai, H. Y. 2014. Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). International journal of Environmental Research and Public Health, 11(4), 4427–4440.
- Maggini R., Kiferle C., Guidi L., Pardossi A. and Raffaelli A. 2012. Growing medicinal plants in hydroponic culture. Acta Horticulturae, 952, 697–704.
- Manganelli U., Camangi R.E. and Tomei P.E. 2002. L'uso delle erbe nella tradizione rurale della Toscana, 1st ed.; ARSIA, EFFEEMME LITO srl: Firenze, Italy. ISBN 88-8295-028-X.
- Maynard D.N., Barker A.V., Minotti P.L. and Peck H.H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Advances in Agronomy, 28: 71-118
- McCall D. and Willumsen J. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil grown lettuce. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 74, 458–463.
- Mensinga T.T., Speijers G.J. and Meulenbelt J. 2003. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. Toxicological Reviews, 22, 41–51.
- Mitchell C.C. 2012. Nutrient Content of Fertilizer Materials [Online]. Alabama A&M and Auburn Universities. Available:https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2018/11/ANR-0174_NutrientContentFertilizerMaterials_103119L-1.pdf
- Mohamed A.I. and Hussein A.S. 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). Plant Foods and Human Nutrition, 45, 1–9.
- Monaco J.T., Weller S.C. and Ashton F.M., 2002. Weed Science: Principles and Practices, 4th ed. John Wiley and Sons, Inc. NY, USA. p. 671.
- Narwal S.S. 1999. Allelopathy update, Volume 2, Basic and Applied Aspects. Science Publishers, Inc. U.S.A. p. 204-252.
- Nurhayati, H. (2016). The effect of fertilizer to growth and quality of perennial sow-thistle (*Sonchus arvensis* L.). Acta Horticulturae, 1125, 325-332. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1125.42
- Petropoulos S.A., Karkanis A., Martins N. and Ferreira I.C.F.R. 2018. Edible halophytes of the Mediterranean basin: Potential candidates for novel food products. Trends in Food Science and Technology, 74, 69–84.
- Petropoulos S., Fernandes A., Karkanis A., Antoniadis V., Barros L. and Ferreira I.C.F.R. 2018 Nutrient solution composition and growing season affect yield and chemical composition of *Cichorium spinosum* plants. Scientia Horticulturae. 231, 97-107.

- Petropoulos S.A., Fernandes Â., 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., Fernandes Â., Karkanis A., Ntasti G., Barros L. and Ferreira I.C.F.R. 2021. Antioxidant activity and chemical composition of *Cichorium spinosum* L. in relation to nitrogen rate. *Acta Horticulturae*. 1326, 59-66 DOI:10.17660/ActaHortic.2021.1326.8
- Prasad S. and Chetty A.A. 2008. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. *Food Chemistry*, 106: 772–780.
- Rasool S. and Sharma B., 2014. *Taraxacum officinale*: a high value less known medicinal plant. *Annals of Plant Sciences*, 3(12), 908–915
- Santamaria P. 2006. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 10–17.
- Simopoulos A.P. 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research*, 37: 263–277.
- Sweetser R. 2021. Using Weeds to Read the Soil, *Old Farmer’s Almanac*. Available: <https://www.almanac.com/what-weeds-tell-you-about-your-soil>
- Tamme T., Reinik M. and Roasto M., 2009. Nitrates and Nitrites in Vegetables: Occurrence and Health Risks. In: Watson R.R., Preedy V.R, editors. *Bioactive Foods Promoting Health: Fruits and Vegetables*. Academic Press; Salt Lake City, UT, USA. pp. 307–321.
- Therios I. 2005. Mineral nutrition and fertilizers. Gartaganis Publications. Thessaloniki. Greece. E.U.
- Tomasi, N., Pinton, R., Dalla Costa, L., Cortella, G., Terzano, R., Mimmo, T., Scampicchio, M. and Cesco, S. 2015. New ‘solutions’ for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. *Trends in Food Science and Technology*. 46, 267–276.
- Tuck A.F. 1976. Production of nitrogen oxides by lightning discharges. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 102, 749–755.
- VanLeeuwen J. A. 1998. Human & animal health implications of elevated nitrate intake. In *Workshop on Nitrate-Agricultural Sources and Fate in the Environment - perspectives and direction*, Charlottetown, PEI, Canada. pp. 13-18.

- Vieira I.S., Vasconcelos E.P. and Monteiro A.A. 1998. Nitrate accumulation, yield and leaf quality of turnip greens in response to nitrogen fertilisation, Nutrient Cycle. In Agroecosystem. 51: 249–258.
- Vincent J.M. 1981. The Genus *Rhizobium*. In: Starr M.P., Stolp H., Trüper H.G., Balows A., Schlegel H.G. (eds) *The Prokaryotes*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-13187-9_67
- Vincent J.M. 1997. *Rhizobium*: General microbiology In: *A Treatise on Dinitrogen Fixation* pp 277-366 (eds) Hardy R. W.F. and Silver W.s. John Wiley and Sons.
- Yang R.Y. and Keding G.B. 2009. Nutritional contribution of important African indigenous vegetables, In *African Indigenous Vegetables in Urban Agriculture*, C. M. Shackleton, W. M. Parsquini, and A. W. Drescher, Eds., Earthscan, Virginia, p. 105–144.
- Zapp K.H. 2102. Ammonium Compounds in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim. doi:10.1002/14356007.a02_243
- Zhou Z.-Y., Wang M.-J. and Wang J.-S. 2000. Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China. *Food Reviews International*, 16, 61–76.
- Zimdahl R.L. 2007. *Fundamentals of Weed Science*. 3rd ed. Elsevier Inc., Oxford, UK p. 666.

Παράρτημα-Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Ονομασία επεμβάσεων όπως χρησιμοποιήθηκαν στο στατιστικό πρόγραμμα:

Control=Μάρτυρας

Fert A= Λίπανση N5

Fert B= Λίπανση N15

Fert C= Λίπανση N10

Ανάλυση διακύμανσης για τη διάμετρο της ροζέτας στην 1^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	10,072	3,357	3,429	0,093
Επαναλήψεις	2	1,130	0,565	0,577	0,590
Υπόλοιπο	6	5,875	0,979		
Σύνολο	11	17,077	1,552		

Ανάλυση διακύμανσης για τη διάμετρο της ροζέτας στην 2^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	10,787	3,596	12,637	0,005
Επαναλήψεις	2	0,662	0,331	1,164	0,374
Υπόλοιπο	6	1,707	0,285		
Σύνολο	11	13,157	1,196		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	2,667	1,066	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	1,511	1,066	0,013	Yes
fert B vs. fert A	1,233	1,066	0,030	Yes
fert A vs. control	1,433	1,066	0,017	Yes
fert A vs. fert C	0,278	1,066	0,547	No
fert C vs. control	1,156	1,066	0,038	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για τη διάμετρο της ροζέτας στην 3^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	199,722	66,574	142,141	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,645	0,322	0,688	0,538
Υπόλοιπο	6	2,810	0,468		
Σύνολο	11	203,177	18,471		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	11,089	1,367	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	8,289	1,367	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	6,767	1,367	<0,001	Yes
fert C vs. control	4,322	1,367	<0,001	Yes
fert C vs. fert A	1,522	1,367	0,034	Yes
fert A vs. control	2,800	1,367	0,002	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για τη διάμετρο της ροζέτας στην 4^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	212,981	70,994	177,855	<0,001
Επαναλήψεις	2	3,672	1,836	4,600	0,062
Υπόλοιπο	6	2,395	0,399		
Σύνολο	11	219,049	19,914		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	11,789	1,262	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	7,333	1,262	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	5,967	1,262	<0,001	Yes
fert C vs. control	5,822	1,262	<0,001	Yes
fert C vs. fert A	1,367	1,262	0,038	Yes
fert A vs. control	4,456	1,262	<0,001	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για το νοπό βάρος στην 1^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	8,417	2,806	8,632	0,013
Επαναλήψεις	2	1,369	0,684	2,106	0,203
Υπόλοιπο	6	1,950	0,325		
Σύνολο	11	11,736	1,067		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	2,280	1,139	0,003	Yes
fert B vs. fert A	1,684	1,139	0,011	Yes
fert B vs. fert C	1,434	1,139	0,022	Yes

fert C vs. control	0,846	1,139	0,119	No
fert C vs. fert A	0,249	1,139	0,611	No
fert A vs. control	0,596	1,139	0,248	No

Ανάλυση διακύμανσης για το νοπό βάρος στην 2^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	10,895	3,632	142,887	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,955	0,478	18,789	0,003
Υπόλοιπο	6	0,152	0,0254		
Σύνολο	11	12,002	1,091		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	2,636	0,319	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	1,804	0,319	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	1,513	0,319	<0,001	Yes
fert C vs. control	1,122	0,319	<0,001	Yes
fert C vs. fert A	0,290	0,319	0,067	No
fert A vs. control	0,832	0,319	<0,001	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για το νοπό βάρος στην 3^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	54,437	18,146	29,695	<0,001
Επαναλήψεις	2	1,362	0,681	1,115	0,388
Υπόλοιπο	6	3,666	0,611		
Σύνολο	11	59,466	5,406		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	6,008	1,562	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	2,729	1,562	0,005	Yes
fert B vs. fert A	2,663	1,562	0,006	Yes
fert A vs. control	3,345	1,562	0,002	Yes
fert A vs. fert C	0,0663	1,562	0,921	No
fert C vs. control	3,279	1,562	0,002	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για το νοπό βάρος στην 4^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	76,621	25,540	51,078	<0,001
Επαναλήψεις	2	0,364	0,182	0,364	0,709
Υπόλοιπο	6	3,000	0,500		
Σύνολο	11	79,985	7,271		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	6,830	1,413	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	4,202	1,413	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	2,127	1,413	0,010	Yes
fert C vs. control	4,703	1,413	<0,001	Yes
fert C vs. fert A	2,075	1,413	0,011	Yes
fert A vs. control	2,628	1,413	0,004	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για το ξηρό βάρος στην 1^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	0,127	0,0422	5,223	0,041
Επαναλήψεις	2	0,0121	0,00603	0,745	0,514
Υπόλοιπο	6	0,0485	0,00809		
Σύνολο	11	0,187	0,0170		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	0,283	0,180	0,008	Yes
fert B vs. fert A	0,198	0,180	0,036	Yes
fert B vs. fert C	0,148	0,180	0,090	No
fert C vs. control	0,135	0,180	0,117	No
fert C vs. fert A	0,0500	0,180	0,521	No
fert A vs. control	0,0846	0,180	0,293	Do Not Test

Ανάλυση διακύμανσης για το ξηρό βάρος στην 2^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	0,121	0,0402	9,659	0,010
Επαναλήψεις	2	0,00108	0,000542	0,130	0,880
Υπόλοιπο	6	0,0250	0,00416		

Σύνολο 11 0,147 0,0133

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	0,278	0,129	0,002	Yes
fert B vs. fert A	0,182	0,129	0,014	Yes
fert B vs. fert C	0,135	0,129	0,043	Yes
fert C vs. control	0,143	0,129	0,035	Yes
fert C vs. fert A	0,0471	0,129	0,406	No
fert A vs. control	0,0962	0,129	0,118	No

Ανάλυση διακύμανσης για το ξηρό βάρος στην 3^η μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	0,505	0,168	17,752	0,002
Επαναλήψεις	2	0,0249	0,0125	1,314	0,336
Υπόλοιπο	6	0,0569	0,00949		
Σύνολο	11	0,587	0,0534		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	0,572	0,195	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	0,318	0,195	0,007	Yes
fert B vs. fert C	0,222	0,195	0,032	Yes
fert C vs. control	0,350	0,195	0,005	Yes
fert C vs. fert A	0,0961	0,195	0,272	No
fert A vs. control	0,254	0,195	0,019	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για το ξηρό βάρος στην 4^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	3,639	1,213	19,645	0,002
Επαναλήψεις	2	0,0618	0,0309	0,500	0,630
Υπόλοιπο	6	0,370	0,0617		
Σύνολο	11	4,071	0,370		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
----------	---------------	------------------	---	-------------

fert B vs. control	1,516	0,496	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	0,868	0,496	0,005	Yes
fert B vs. fert C	0,523	0,496	0,042	Yes
fert C vs. control	0,993	0,496	0,003	Yes
fert C vs. fert A	0,346	0,496	0,139	No
fert A vs. control	0,648	0,496	0,019	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για τις τιμές SPAD στην 1^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	45,620	15,207	4,047	0,069
Επαναλήψεις	2	6,482	3,241	0,862	0,469
Υπόλοιπο	6	22,545	3,758		
Σύνολο	11	74,647	6,786		

Ανάλυση διακύμανσης για τις τιμές SPAD στην 2^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	479,722	159,907	18,166	0,002
Επαναλήψεις	2	9,245	4,623	0,525	0,616
Υπόλοιπο	6	52,815	8,802		
Σύνολο	11	541,782	49,253		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	17,000	5,928	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	4,767	5,928	0,097	No
fert B vs. fert A	4,400	5,928	0,119	No
fert A vs. control	12,600	5,928	0,002	Yes
fert A vs. fert C	0,367	5,928	0,885	No
fert C vs. control	12,233	5,928	0,002	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για τις τιμές SPAD στην 3^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	164,789	54,930	12,870	0,005
Επαναλήψεις	2	2,165	1,083	0,254	0,784
Υπόλοιπο	6	25,608	4,268		
Σύνολο	11	192,562	17,506		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	9,667	4,128	0,001	Yes
fert B vs. fert A	3,433	4,128	0,088	No
fert B vs. fert C	1,333	4,128	0,459	No
fert C vs. control	8,333	4,128	0,003	Yes
fert C vs. fert A	2,100	4,128	0,260	No
fert A vs. control	6,233	4,128	0,010	Yes

Ανάλυση διακύμανσης για τις τιμές SPAD στην 4^η μέτρηση

Πηγή μεταβλητότητας	DF	SS	MS	F	P
Επεμβάσεις	3	122,442	40,814	195,127	<0,001
Επαναλήψεις	2	5,772	2,886	13,797	0,006
Υπόλοιπο	6	1,255	0,209		
Σύνολο	11	129,469	11,770		

Συγκρίσεις των μέσων τιμών των επεμβάσεων

Σύγκριση	Διαφορά μέσων	LSD(alpha=0,050)	P	Diff >= LSD
fert B vs. control	8,500	0,914	<0,001	Yes
fert B vs. fert A	4,200	0,914	<0,001	Yes
fert B vs. fert C	1,733	0,914	0,004	Yes
fert C vs. control	6,767	0,914	<0,001	Yes
fert C vs. fert A	2,467	0,914	<0,001	Yes
fert A vs. control	4,300	0,914	<0,001	Yes