



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΛΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΜΣ «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ *Amaranthus
retroflexus* L. ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΩΣ ΖΩΟΤΡΟΦΗ»**

ΕΡΜΙΔΟΥ Δ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΜΣ «ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ *Amaranthus*
retroflexus L. ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΩΣ ΖΩΟΤΡΟΦΗ»

ΕΡΜΙΔΟΥ Δ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ *Amaranthus retroflexus* L. ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΩΣ ΖΩΟΤΡΟΦΗ»

ΕΡΜΙΔΟΥ Δ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΤΡΑΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην διεξαγωγή της.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντά μου Καθηγητή κο Δημήτριο Μπιλάλη όχι μόνο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου το συγκεκριμένο θέμα, αλλά και για τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής μου.

Θερμά ευχαριστώ και στην Επίκουρη Καθηγήτρια κα Παναγιώτα Παπαστυλιανού, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, η οποία μου παρείχε χρήσιμες συμβουλές και υποδείξεις για την πραγματοποίηση της μελέτης μου.

Ευχαριστίες οφείλω και στον Επίκουρο Καθηγητή κο Ηλία Τραυλό, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, για τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις της παρούσας μελέτης.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το εργαστήριο Φυσιολογίας, Θρέψης και Διατροφής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και συγκεκριμένα την κα Μαρία Γεωργιάδου, μέλος Ε.Τ.Ε.Π. και τους μεταπτυχιακούς και διδακτορικούς φοιτητές του εργαστηρίου, που με βοήθησαν με τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων μου.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω τους συμφοιτητές μου που μου χάρισαν την πολύτιμη βοήθειά τους τις φορές που τους χρειάστηκα στον πειραματικό αγρό και τους φίλους μου που είναι δίπλα μου και με στηρίζουν σε κάθε βήμα μου.

Τέλος, το πιο μεγάλο ευχαριστώ χρωστάω στην οικογένεια μου, στους γονείς μου Δημήτρη και Ρεβέκκα και στα αδέρφια μου Γιάννη, Βασίλη και Δήμητρα, για την απεριόριστη συμπαράσταση και υπομονή που δείχνουν σε κάθε απόφαση που λαμβάνω στη ζωή μου και για την δύναμη που μου δίνουν να συνεχίζω να παλεύω για να κατακτήσω τους στόχους μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του *Amaranthus retroflexus*, κοινώς βλίτο, για αξιοποίηση ως ζωοτροφή. Το πείραμα έλαβε χώρα στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από τους 11 Μαΐου μέχρι τους 30 Αυγούστου του 2018.

Για την πειραματική καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκε σπόρος βλίτου και εφαρμόστηκαν 4 επίπεδα λίπανσης: α) μάρτυρας (control), β) ανόργανη λίπανση (NPK), γ) οργανική λίπανση (compost) και δ) συνδυασμένη λίπανση (combination), δηλαδή συνδυασμός οργανικής και ανόργανης λίπανσης. Ο αγρός χωρίστηκε σε 16 ισομεγέθη τεμάχια και εφαρμόστηκε το Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο με 4 επαναλήψεις και 4 επεμβάσεις (λίπανση). Επιπλέον, εφαρμόστηκαν 3 κοπές, σε συγκεκριμένες ημερομηνίες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις συνθήκες βόσκησης των κτηνοτροφικών ζώων.

Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η πυκνότητα, το ύψος, το νωπό και το ξηρό βάρος φυτών, ενώ τα ποιοτικά ήταν η περιεκτικότητά τους σε ξηρή ουσία, τέφρα, ολικές αζωτούχες ουσίες, λιπαρές ουσίες, κλάσματα ινωδών ουσιών NDF – ADF και η απόδοση τους πρωτεΐνης των φυτών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι από τα 4 επίπεδα λίπανσης που εφαρμόστηκαν δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά κανένα χαρακτηριστικό ούτε ποσοτικό ούτε ποιοτικό, με εξαίρεση το νωπό βάρος και την τέφρα. Ωστόσο, έδωσαν ικανοποιητικά ποσοστά πρωτεϊνών και λιπαρών ουσιών και παρατηρήθηκαν αρκετές διαφορές για όλα τα χαρακτηριστικά, άλλες μικρότερες και άλλες μεγαλύτερες, μεταξύ των κοπών που εφαρμόστηκαν, κάτι που χρήζει απαραίτητη την διεξαγωγή περισσότερων πειραμάτων για το συγκεκριμένο φυτό.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορούν να αποτελέσουν την βάση για περαιτέρω διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τόσο τα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των βλίτων όσο και τους χημικούς τους σύστασης με σκοπό να αξιοποιηθούν ως τροφή για τα ζώα αλλά και για τον άνθρωπο.

Λέξεις κλειδιά: *Amaranthus retroflexus*, βλίτο, ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση

SUMMARY

In this field experiment the effect of organic and inorganic fertilization on quality and yield parameters of *Amaranthus retroflexus*, redroot pigweed, for use as food for livestock were determined. The experiment took place from the 11th of May until the 30th of August 2018 at the experiment field of the Agricultural University of Athens.

For the experiment seeds of redroot pigweed were used and 4 levels of fertilization were applied: a) control, b) inorganic fertilization (NPK), c) compost and d) combination of NPK and compost. The field was divided into 16 equal sized pieces and the Completely Randomized Design was implemented, with 4 levels of the factor fertilization and 4 replications. In addition, 3 cuts were applied, at specific dates representing the conditions of grazing of livestock.

The quantitative characteristics studied were density, height, fresh weight and dry weight of the plants, while the qualitative characteristics were the content of dry matter, ash, total proteins, fat, NDF-ADF and yield plant protein.

The results showed that none of the 4 fertilization levels were statistically significant, either quantitative or qualitative, with the exception of fresh weight and ash. However, they provided satisfactory percentages of proteins and fats, and several differences were observed for all the characteristics, among the cuts, which requires more experiments to be done for the specific species.

The results of this study can be used as a start for further exploration of the factors that affect both agronomic and qualitative characteristics of this plant and its chemical composition in order to be used as feed for animals as well as for humans.

Key words: *Amaranthus retroflexus*, pigweed, NPK, compost

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1. Γενικά.....	15
1.2. Ταξινόμηση	16
1.3. Κοινές ονομασίες:.....	16
1.4. Περιγραφή	17
1.5. Καταγωγή	18
1.6. Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	20
1.7. Λόγοι εξάπλωσης.....	22
1.8. Χρήσεις	23
1.9. Ευεγερτικές ιδιότητες.....	24
1.10. Αρνητικές επιπτώσεις σε οργανισμούς	25
1.11. Εχθροί και ασθένειες.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	29
3.1. Τοποθεσία και χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής.....	29
3.1.1. Τοποθεσία.....	29
3.1.2. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	29
3.1.3. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά.....	32
3.1.4. Πειραματικό σχέδιο	32
3.2. Σύστημα παραγωγής	34
3.2.1. Φυτικό υλικό.....	34
3.2.2. Λίπανση.....	34
3.3. Καλλιεργητικές εργασίες και φροντίδες	35
3.3.1. Εγκατάσταση του πειράματος	35
3.3.2. Πότισμα.....	36
3.3.3. Βοτάνισμα	36
3.3.4. Κοπές.....	37
3.4. Χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.....	37

3.4.1.	Ποσοτικά χαρακτηριστικά	37
3.4.2.	Προετοιμασία δειγμάτων	39
3.4.3.	Ποιοτικά χαρακτηριστικά	40
3.5.	Στατιστική ανάλυση.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		52
4.1.	Ποσοτικά χαρακτηριστικά	52
4.1.1.	Ύψος φυτών	52
4.1.2.	Νωπό βάρος φυτών.....	54
4.1.3.	Ξηρό βάρος φυτών.....	56
4.2.	Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	58
4.2.1.	Ξηρή Ουσία	58
4.2.2.	Τέφρα	60
4.2.3.	Ολικές αζωτούχες ουσίες (ΟΑΟ)	61
4.2.4.	Ολικές λιπαρές ουσίες (ΟΛΟ).....	63
4.2.5.	Κλάσματα ιωδών ουσιών	65
4.2.6.	Απόδοση πρωτεΐνης	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : Συσχετίσεις ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών.....		77

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Carolus Linnaeus (Wikipedia, 2018)	15
Εικόνα 2: <i>Amaranthus retroflexus</i> (εικόνα από προσωπικό αρχείο)	16
Εικόνα 3: <i>Amaranthus retroflexus</i> L. (Zimdahl, 2007).....	17
Εικόνα 4: Εξάπλωση <i>Amaranthus retroflexus</i> σε Ευρώπη, δυτική Ασία και Βόρεια Αφρική (Euro+Med, 2018).....	19
Εικόνα 5: Παγόσμια εξάπλωση του <i>Amaranthus retroflexus</i> , με κόκκινο συμβολίζεται η παρουσία του είδους, με μπλε η εκτενής εξάπλωσή του (CABI, 2018)	19
Εικόνα 6: Εξάπλωση του <i>Amaranthus retroflexus</i> στην Ελλάδα (Dimopoulos et al., 2013) 20	
Εικόνα 7: Δορυφορική απεικόνιση πειραματικού αγρού στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (η υπό μελέτη περιοχή διακρίνεται με κόκκινο περίγραμμα)- εικόνα από Google Earth	29
Εικόνα 8: Σχηματική Σχηματική απεικόνιση πειραματικού αγρού. Στο σχέδιο περιλαμβάνονται 4 επεμβάσεις (Μάρτυρας, Ανόργανη λίπανση, Οργανική λίπανση, Συνδυασμένη λίπανση) σε 4 επαναλήψεις	33
Εικόνα 9: Διαχωρισμός τεμαχίων και χάραξη γραμμών με γραμμοχαράκτη (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	35
Εικόνα 10: Πάνω αριστερά και δεξιά κατάκλυση με λάστιχο με το χέρι, κάτω γραμμές άρδευσης με λάστιχα ανά δύο γραμμές σποράς (εικόνα από προσωπικό αρχείο)	36
Εικόνα 11: Διαδικασία ξήρανσης φυτών σε κλίβανο και καταγραφής ξηρού βάρους (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	39
Εικόνα 12: Αριστερά μύλος άλεσης εργαστηρίου Γεωργίας, δεξιά μύλος άλεσης ζωοτροφών εργαστηρίου Φυσιολογίας, Θρέψεως και Διατροφής (εικόνα από προσωπικό αρχείο)	39
Εικόνα 13: Αποτέλεσμα Αποτέλεσμα της άλεσης των δυο μύλων, Η αριστερή εικόνα ανταποκρίνεται στον μύλο άλεσης του εργαστηρίου Γεωργίας και η δεξιά σε αυτόν του Φυσιολογίας, Θρέψεως και Διατροφής που έδωσε και την τελική μορφή των δειγμάτων (εικόνα από προσωπικό αρχείο)	40
Εικόνα 14: Δείγμα Δείγμα σε γυάλινο φιαλίδιο έτοιμο για ανάλυση ξηρής ουσίας (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	41
Εικόνα 15: Δείγμα σε κάψες πορσελάνης έτοιμες για ανάλυση τέφρας (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	43

Εικόνα 16: Σωλήνες Kjeldahl και αυτόματη συσκευή Foss - Kjelttec 8400 (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	45
Εικόνα 17: Συσκευή εκχύλισης Soxhlet (Soxtec Avanti 2055), φυσίγγιο κυτταρίνης.....	47
Εικόνα 18: Πάνω αριστερά ζύγιση 0.5 g δείγματος, δεξιά συγκόλληση σακιδίου, κάτω ζύγιση μικτού βάρους μετά από ανάλυση (εικόνα από προσωπικό αρχείο).....	50

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα	30
Διάγραμμα 2: Συνολική βροχόπτωση σε mm για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα	31
Διάγραμμα 3: Πορεία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στην περιοχή Βοτανικός για το έτος 2018.....	31
Διάγραμμα 4: Άθροισμα ύψους (cm) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.....	53
Διάγραμμα 5: Πορεία ύψους (cm) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	54
Διάγραμμα 6: Άθροισμα νωπού βάρους (g /m ²) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	55
Διάγραμμα 7: Πορεία νωπού βάρους (g /m ²) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα... ..	56
Διάγραμμα 8: Άθροισμα ξηρού βάρους (g /m ²) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	57
Διάγραμμα 9: Πορεία ξηρού βάρους (g /m ²) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα... ..	58
Διάγραμμα 10: Πορεία περιεκτικότητας ξηρής ουσίας (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	60
Διάγραμμα 11: Πορεία περιεκτικότητας τέφρας (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	61
Διάγραμμα 12: Άθροισμα περιεκτικότητας ολικών αζωτούχων ουσιών (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	62
Διάγραμμα 13: Πορεία περιεκτικότητας ολικών αζωτούχων ουσιών (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	63

Διάγραμμα 14: Άθροισμα περιεκτικότητας ολικων λιπαρών ουσιών (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	64
Διάγραμμα 15: Πορεία περιεκτικότητας ολικων λιπαρών ουσιών (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	65
Διάγραμμα 16: Πορεία περιεκτικότητας NDF (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	66
Διάγραμμα 17: Πορεία περιεκτικότητας ADF (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	67
Διάγραμμα 18: Συνολική απόδοση πρωτεΐνης (kg/στρ) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.	68
Διάγραμμα 19: Απόδοση πρωτεΐνης (kg/στρ) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα...	69

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

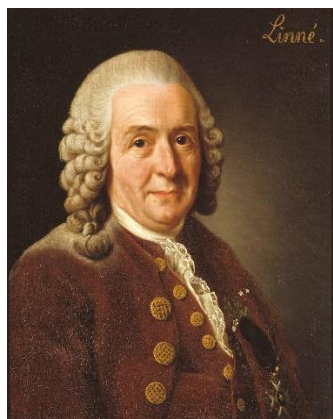
Πίνακας 1: Μετεωρολογικά δεδομένα για τους μήνες Μάιο μέχρι Αύγουστο του 2018 για την περιοχή Βοτανικός.....	30
Πίνακας 2: Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού	32
Πίνακας 3: Καταγραφή μετρήσεων τριών κοπών των φυτών.....	37
Πίνακας 4: Καταγραφή μετρήσεων ύψους και πυκνότητας φυτών.....	38
Πίνακας 5: Ημερομηνίες μετρήσεων νωπού - ξηρού βάρους.....	38
Πίνακας 6: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο ύψος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	52
Πίνακας 7: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	54
Πίνακας 8: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	56
Πίνακας 9: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στη ξηρή ουσία των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	59
Πίνακας 10: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στην τέφρα των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	60
Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στις ολικές αζωτούχες ουσίες των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	61
Πίνακας 12: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στις λιπαρές ουσίες των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	63
Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο κλάσμα NDF των ινωδών ουσιών των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	65
Πίνακας 14: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο κλάσμα ADF των ινωδών ουσιών των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα).....	66
Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στην απόδοση της πρωτεΐνης των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)	68

Πίνακας Π 1: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 1 ^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0.05$)	77
Πίνακας Π 2: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 2 ^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0.05$)	78
Πίνακας Π 3: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 3 ^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0.05$)	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Το *Amaranthus retroflexus*, κοινώς βλίτο, είναι ένα από τα διαδεδομένα ζιζάνια παγκοσμίως. Περιγράφηκε πρώτη φορά το 1753 από τον Carolus Linnaeus στο βιβλίο του «Species



Εικόνα 1: Carolus Linnaeus (Wikipedia, 2018)

Plantarum» και σχεδόν τριάντα χρόνια αργότερα τοποθετήθηκε στην οικογένεια Amaranthaceae από τον Antoine Laurent de Jussieu (Mitich, 1997) Ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae, η οποία περιλαμβάνει 174 γένη και περίπου 2500, κυρίως τροπικά και εύκρατα, είδη. Το γένος *Amaranthus* περιλαμβάνει περίπου 60-70 είδη (Encyclopaedia Britannica, 2016), αν και υπάρχουν αρκετές διαφωνίες ως προς τον ακριβή αριθμό τους (Assad *et al.*, 2017). Τα περισσότερα ευδοκούν σε θερμές και εύκρατες περιοχές, ενώ χαρακτηρίζονται ως δυσεξόντωτα κοσμοπολίτικα ζιζάνια που φύονται σε καλλιεργήσιμους και χέρσους τόπους, άλλα καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά για τις εντυπωσιακές ταξιανθίες τους ενώ ολιγάριθμα είδη καλλιεργούνται ως λαχανικά. Το γένος *Amaranthus* παρουσιάζει δυσχέρειες στην ταξινόμηση του και περίπλοκο ιστορικό ονοματολογίας λόγω των επαναλαμβανόμενων λαθών στη κατάταξη των ειδών που περιλαμβάνει. Η εποχή, η θρεπτική κατάσταση και ο τύπος καλλιέργειας αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν θεαματικά το φαινότυπο πολλών ειδών *Amaranthus* και γι' αυτό το λόγο παρουσιάζει έντονη φαινοτυπική ποικιλομορφία. Το ιδιόμορφο αυτό χαρακτηριστικό δημιούργησε πληθώρα ονομάτων και συνδυασμών σε όλα τα ταξινομικά επίπεδα. Στην Ελλάδα εξαπλώνονται 20 είδη του συγκεκριμένου γένους (Τουλάκου, 2013). Όσον αφορά στο είδος έχουν περιγραφεί περίπου 50 ποικιλίες, μορφές και υπομορφές (Costea *et al.*, 2003).

Η ονομασία «*Amaranthus*» έχει ελληνική ρίζα. Χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Διοσκουρίδη στο βιβλίο του «Περί Ύλης Ιατρικής» (4:57, Χωραφάς 2004) και προέρχεται από το α- (στερητικό) και τις λέξεις μαραίνω και άνθος, «αμάραντος», δηλαδή τα άνθη ορισμένων ειδών δεν μαραίνονται και μένουν στο φυτό για μεγάλο διάστημα (Gledhill, 2008). Ωστόσο, ο Διοσκουρίδης αναφερόταν στο φυτό ελίχρυσον (*Helychrisum* spp, πιθανότερα στο είδος *H. arenarium*, Costea *et al.*, 2003), ένα φυτό με χρυσοκίτρινα άνθη που χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Έλληνες για να στέφουν τα αγάλματα των θεών (Διοσκουρίδης 4:57, Χωραφάς 2004). Στη σύγχρονη Ελλάδα ορισμένα είδη *Amaranthus* ονομάζονται

αμάραντοι διότι δεν μαραίνονται ποτέ εξαιτίας της ξηρής φύσης των βρακτίων τους. Στην Ευρώπη αυτά τα είδη θεωρούνται σύμβολα αθανασίας, με διάφορες έννοιες – αθανασία ζωής, αρετών, αγάπης, ψυχής (Costea *et al.*, 2003). Η ονομασία του είδους προέρχεται από το λατινικό retro, «retroflexus», δηλαδή αυτό που κατευθύνεται προς τα πίσω και προς τα κάτω (Gledhill, 2008). Πράγματι, τα ώριμα άνθη του βλίτου έχουν μια χαρακτηριστική κάμψη προς τα πίσω (Zimdahl, 1989). Η ελληνική κοινή ονομασία «βλίτο» επίσης αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Διοσκουρίδη στο ίδιο βιβλίο (2:117, Χωραφάς, 2003) και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Τέλος, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η αγγλική κοινή του ονομασία, «pigweed», προήλθε από το γεγονός ότι το συγκεκριμένο φυτό φέεται και σε βοσκοτόπια όπου τρέφονται χοίροι (Wikipedia, 2018).

1.2. Ταξινόμηση



Εικόνα 2: *Amaranthus retroflexus* (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

- Domain: Eukaryota
- Kingdom: Plantae
- Phylum: Spermatophyta
- Subphylum: Angiospermae
- Class: Dicotyledonae
- Order: Caryophyllales
- Family: Amaranthaceae
- Genus: *Amaranthus*
- Species: *Amaranthus retroflexus*

1.3. Κοινές ονομασίες:

Αρχαία Ελληνικά: βλίτον

Ελληνικά: Βλίτο, Τραχύ βλίτο, Γλίστρος ή βλίστρο (Κρήτη)

English: Common Tumble Weed, Red-root Amaranth, Redroot Pigweed, Red Rooted Pigweed, Common Amaranth, Rough Pigweed (CABI, 2018, Costea *et al.*, 2003)

1.4. Περιγραφή

Το *A. retroflexus* είναι μόνοικη, ετήσια πόα με όρθιους βλαστούς που κυμαίνονται από 15-150 cm (Costea *et al.*, 2003, Dimopoulos *et al.*, 2013, europa). Οι βλαστοί μπορεί να είναι απλοί ή διακλαδισμένοι, ελαφρώς γωνιώδεις ή ραβδωτοί στο κάτω μέρος, με πυκνές τρίχες κυρίως στη βάση της ταξιανθίας (Costea *et al.*, 2003, Dimopoulos *et al.*, 2013, Tutin *et al.* 1964). Η ρίζα μπορεί να φτάσει μέχρι και 2 m βάθος, είναι παχιά και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους έχει χαρακτηριστικό κοκκινωπό χρώμα (redroot pigweed). Τα φύλλα του είναι 3 - 7 x 2 - 4 cm, σε σχήμα ρόμβου ή ωοειδή, κυματιστά, σχεδόν λεία χωρίς τρίχες (Dimopoulos *et al.*, 2013). Η ταξιανθία συνήθως είναι υπόλευκου-



Εικόνα 3: *Amaranthus retroflexus* L.

και είναι δύσκαμπτη με τραχιά υφή (Dimopoulos *et al.*, 2013), εξού και rough pigweed, Costea *et al.*, 2003). Αποτελείται από όρθια με ελαφριά κλίση προς τα μέσα πολυάριθμα άνθη, τα οποία είναι συνωστισμένα προς την κορυφή σε σφαιρική συστάδα (Dimopoulos *et al.*, 2013). Αρσενικά και θηλυκά άνθη φέρονται στο ίδιο φυτό. Οι βρακτεόλες (μικρότερα ή δευτερογενή βράκτια, συχνά εμφανιζόμενα σε μία πλευρά του ποδίσκου) είναι άκαμπτες με ακανθώδη άκρη, 3 – 6 mm, συνήθως δύο φορές μεγαλύτερες από το περιάνθιο (Strid, 2016), με υμενώδη περιθώρια. (Tutin *et al.* 1964, Zohary 1966) Το περιάνθιο αποτελείται από 5 υμενώδη τμήματα, μήκους 3mm και είναι γραμμικό σφηνοειδές προς αγκαθωτό, ρηχά ακρόκοιλο (Dimopoulos *et al.*, 2013). Ο καρπός είναι 2mm, ελλειψοειδής, συμπιεσμένος, μικρορυτιδώδης στο επάνω μέρος. Οι σπόροι είναι περίπου 1mm, φακοειδείς, με κηλίδες σχεδόν μαύρου χρώματος, λείοι, γυαλιστεροί (Zohary, 1966). Αριθμός χρωμοσωμάτων $2n=34$ (Costea *et al.*, 2003, Dimopoulos *et al.*, 2013, Tutin *et al.* 1964).

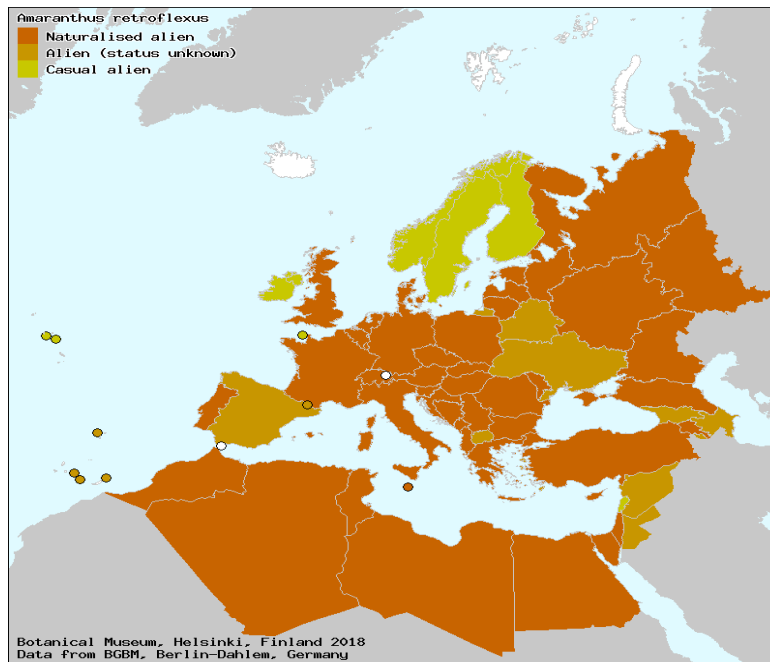
Φυτρώνει από τα μέσα της άνοιξης μέχρι τα μέσα του φθινοπώρου και πολλαπλασιάζεται με σπόρους. Κάθε φυτό μπορεί να παράξει εκατοντάδες χιλιάδες σπόρους (Weaver, 1980), ακόμα και όταν είναι πολύ μικρό (3-20 cm, Zimdahl, 2007). Οι σπόροι ωριμάζουν από τον Αύγουστο μέχρι και τον Οκτώβριο. Ένα τυπικό φυτό μπορεί να παράξει από 9.000 έως

120.000 σπόρους, ενώ η παραγωγή ενός μεγάλου φυτού μπορεί να ξεπεράσει τους 200.000 σπόρους. (Webber *et al.*, 2012). Εκτός από τον μεγάλο αριθμό σπόρων που παράγονται από ένα μόνο φυτό, οι σπόροι αυτοί μπορούν να μείνουν στα άνθη το χειμώνα, πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ μπορούν να επιβιώσουν στο έδαφος έως και 40 χρόνια (Webber *et al.*, 2012). Επιπλέον, χαρακτηρίζονται από διαφορετικό βαθμό λήθαργου και επομένως σταδιακό φύτρωμα, κάτι που δυσκολεύει πολύ την αντιμετώπισή του. Το μέγεθος των σπόρων και η δομή του στρώματος σπόρων διευκολύνουν τη διασπορά με το νερό, τα ζώα ή τα πουλιά και σε μικρότερο βαθμό με τον αέρα (Costea *et al.*, 2003). Η διασπορά τους μπορεί να ευνοηθεί και από την εφαρμογή γεωργικών τεχνικών, όπως το όργωμα (Baliouis, 2014). Η επικονίαση γίνεται κυρίως με τον άνεμο και με αυτεπικονίαση (Assad *et al.*, 2017), ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει και με έντομα (Mitich, 1997).

Είναι ένα από τα είδη του γένους *Amaranthus* που μπορεί ευδοκιμήσει σε ένα μεγάλο κλιματικό εύρος. (Costea *et al.*, 2003) Συναντάται σε αμμώδη, αργιλώδη και πηλώδη εδάφη, όξινα, ουδέτερα ή αλκαλικά. Μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά τόσο στα πολύ όξινα όσο και στα πολύ αλκαλικά εδάφη. Δεν αναπτύσσεται στην σκιά και προτιμά υγρά και καλά στραγγιζόμενα εδάφη, ενώ μπορεί να ανεχτεί και την ξηρασία (PFAF, 2007).

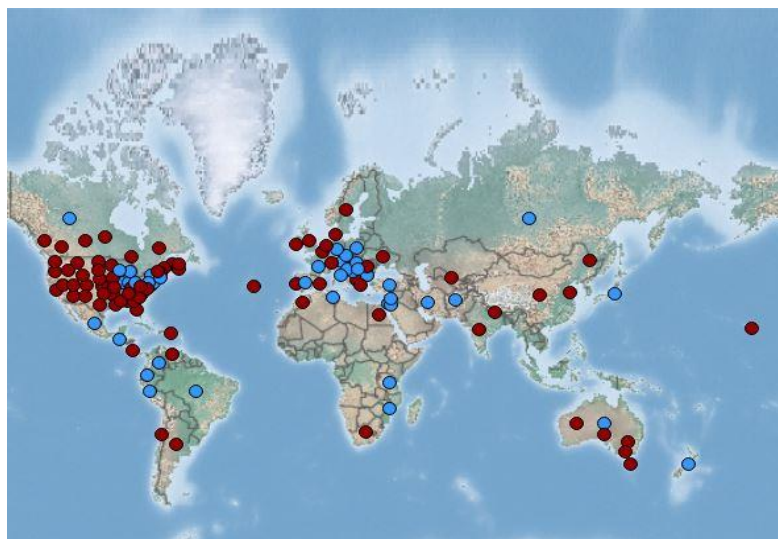
1.5. Καταγωγή

Είναι ιθαγενές της Βορείου Αμερικής (από το Μεξικό έως τον Καναδά). Υπάρχουν ενδείξεις ότι καλλιεργείτο 6700 π. Χ. ωστόσο η πρώτη επίσημη αναφορά γίνεται από τους Αζτέκους το 1400 μ. Χ. στον οποίον την κουλτούρα καταλαμβάνει εξέχουσα θέση μέχρι περίπου το Μεσαίωνα. Τα είδη του γένους *Amaranthus* αποτελούσαν την βασική τροφή των Αζτέκων, «huautli» όπως τα ονόμαζαν (Costea και Tardif, 2003) και τα χρησιμοποιούσαν και στις θρησκευτικές τους τελετές. Στις αρχές του 1500 μ. Χ. το Μεξικό κατακτήθηκε από τους Ισπανούς, με αποτέλεσμα την οριακή εξαφάνιση του γένους από την Αμερική (Assad *et al.*, 2017).



Εικόνα 4: Εξάπλωση *Amaranthus retroflexus* σε Ευρώπη, δυτική Ασία και Βόρεια Αφρική (Euro+Med, 2018)

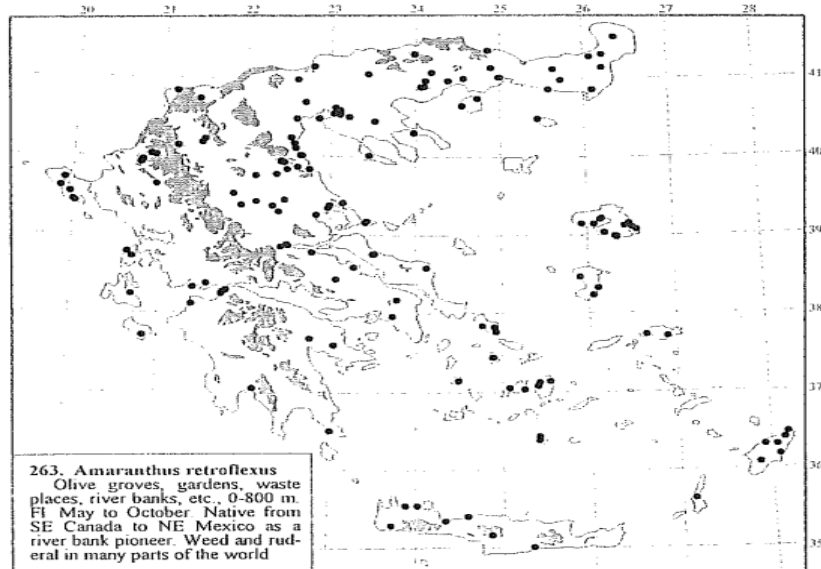
Την ίδια περίοδο εισήχθη στην Ισπανία και από εκεί εξαπλώθηκε και εγκλιματίστηκε σχεδόν σε ολόκληρη την Ευρώπη (εικόνα 3). Αρκετές δεκαετίες αργότερα, περίπου τον 19^ο αι., εξαπλώθηκε σε Αφρική και Ασία. Έκτοτε εξαπλώθηκε σε όλη την υφήλιο ως ζιζάνιο (εικόνα 4) (Assad *et al.*, 2017).



Εικόνα 5: Παγκόσμια εξάπλωση του *Amaranthus retroflexus*, με κόκκινο συμβολίζεται η παρουσία του είδους, με μπλε η εκτενής εξάπλωσή του (CABI, 2018)

Είναι ένα από τα κυρίαρχα ζιζάνια σε ετήσια ανοιξιάρια φυτά μεγάλης καλλιέργειας, κηπευτικά αλλά και σε αρκετές πολυετείς καλλιέργειες, όπως ελαιώνες. Συναντάται σε όχθες ποταμών (Costea *et al.*, 2003), σε χέρσα και ακαλλιέργητα χωράφια, σε κήπους, στις άκρες δρόμων, σε χώρους εναπόθεσης αποβλήτων (Mitich, 1997).

Στην Ελλάδα συναντάται σε όλη την επικράτεια και σε υψόμετρα 0-800m.



Εικόνα 6: Εξάπλωση του *Amaranthus retroflexus* στην Ελλάδα (Dimopoulos *et al.*, 2013)

1.6. Βιολογικά χαρακτηριστικά

Το γένος *Amaranthus* αποτελεί τυπικό εκπρόσωπο της λειτουργικής ομάδας των C₄ φυτών και παρουσιάζεται η χαρακτηριστική ανατομία τύπου Kranz σε φύλλα, κοτυληδόνες και βράκτια (Costea *et al.*, 2003). Τα κύτταρα του κολεού της δέσμης, τα οποία περιβάλλουν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, διαθέτουν παχύτερα κυτταρικά τοιχώματα και περιέχουν περισσότερους και μεγαλύτερους χλωροπλάστες σε σύγκριση με τα κύτταρα του μεσοφύλλου. Οι χλωροπλάστες των κυττάρων του κολεού περιέχουν σχετικά λιγότερα grana, γεγονός το οποίο καθιστά το PSII λιγότερο αποτελεσματικό (Sumbele, 2010). Το μεσόφυλλο περιέχει διάφορους τύπους χλωροπλάστων, καθένας από τους οποίους σχετίζεται με διαφορετικό τύπο κυττάρων και ποικίλλει στον βαθμό ανάπτυξης των grana και της διαμόρφωσης του περιφερειακού δικτύου (Costea *et al.* 2003, Fischer και Evert 1982). Όπως συμβαίνει και με άλλα είδη C₄, τα *Amaranthus* spp. εμφανίζουν υψηλές ταχύτητες φωτοσύνθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες και ένταση φωτός, περιορίζουν αποτελεσματικά τη λειτουργία της φωτοαναπνοής και η υψηλή συγγένεια της καρβοξυλάσης του

φωσφοενολοπυροσταφυλικού (PEP) για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) επιτρέπει στα φυτά αυτά να λειτουργούν αποδοτικά έστω και με μισόκλειστα στομάτια, περιορίζοντας τις απώλειες νερού, έχοντας με τον τρόπο αυτό υψηλή αποτελεσματικότητα διαπνοής σε σύγκριση με τα είδη C₃ (Sumbele 2010, Costea *et al.* 2003).

Λόγω της ιδιαίτερης φωτοσυνθετικής του ικανότητας σαν C₄ φυτό, το *A. retroflexus* χρησιμοποιείται συχνά σε συγκριτικές μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις του αυξημένου ατμοσφαιρικού CO₂ στην παραγωγικότητα των C₃ έναντι των C₄ φυτών. Συγκρίνοντας ένα C₃ φυτό (*Chenopodium album*) με το *A. retroflexus* φάνηκε ότι ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης του δεύτερου ήταν μεγαλύτερος από εκείνον του πρώτου είδους σε υψηλά επίπεδα εφαρμοζόμενου αζώτου (N), αλλά σε χαμηλά επίπεδα αζώτου συνέβαινε το αντίστροφο (Sage και Pearcy, 1987a). Επιπλέον, η έλλειψη N οδήγησε σε μείωση της κατανομής της ξηρής ύλης στα φύλλα και αύξηση των ριζών και του στελέχους (Gebauer *et al.*, 1987), καθώς και της νέκρωσης των φύλλων και της πρόωρης γήρανσης στο *A. retroflexus*, αλλά όχι στο *C. Album*. (Sage και Pearcy 1987a).

Παρόμοιο πείραμα που διεξήχθη από τους Sage και Pearcy την ίδια χρονιά έδειξε ότι το *A. retroflexus* είχε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού (water use efficiency- WUE) σε σύγκριση με το *C. album*. Η αγωγιμότητα των φύλλων αυξήθηκε γραμμικά με την περιεκτικότητα σε άζωτο των φύλλων και στα δύο είδη, αλλά ήταν υψηλότερη στο *C. album* από ότι στο *A. retroflexus*, σε οποιοδήποτε δεδομένο φωτοσυνθετικό ρυθμό. Η χρήση του νερού μειώθηκε με τη μείωση του αζώτου στο φύλλο στο *A. retroflexus*, αλλά όχι στο *C. album* (Sage και Pearcy 1987b).

Το *A. retroflexus*, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, μπορεί να θεωρηθεί φυτό μικρής ημέρας όσον αφορά στην ανθοφορία του. Φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μικρής ημέρας (8, 10, 12 ώρες) στους 20°C σε ειδικούς χώρους ανάπτυξης χρειάστηκαν 13 ημέρες για την έναρξη της ανθοφορίας. Αντίθετα, φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μεγάλης ημέρας (14,16 ώρες) χρειάστηκαν 41 ημέρες για να ανθίσουν. (Costea *et al.*, 2003)

Από τη μία, η ανθοφορία στις συνθήκες μικρής ημέρας επιτρέπει στα φυτά να αναδυθούν αργότερα για να ανθίσουν και να σποροπαράξουν πριν το χειμώνα. Από την άλλη, όμως, τα φυτά που εμφανίζονται νωρίς κάτω από συνθήκες μεγάλης ημέρας, έχουν μεγαλύτερη περίοδο βλάστησης, με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και να παράγουν περισσότερους σπόρους από τα φυτά που αναδύονται αργότερα υπό συνθήκες μικρής ημέρας (Costea *et al.*, 2003).

1.7. Λόγοι εξάπλωσης

Οι λόγοι που ευνοούν τον εγκλιματισμό του *A. retroflexus* σε οποιαδήποτε περιοχή εισβάλλει είναι οι εξής (Iamónico, 2010):

- Η σύντομη διάρκεια ζωής, που του επιτρέπει να προσαρμοστεί εύκολα στα ανθρώπινα οικοσυστήματα.
- Το μεγάλο του μέγεθος, που το βοηθάει να αναπτύξει υψηλή ανταγωνιστικότητα απέναντι σε άλλα είδη όσον αφορά οικολογικούς παράγοντες, όπως το φως και η οργανική ύλη του εδάφους.
- Η πληθυσμιακή του δομή (πυκνοί πληθυσμοί, πολύ διακλαδισμένα φυτά), που οδηγεί στη μείωση του μεγέθους του πληθυσμού αλλά και της ικανότητας διασποράς των ιθαγενών ειδών.
- Η φαινολογία του (χρόνος εμφάνισης – τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου, ταχύτητα ανάπτυξης, αργή ανθοφορία – έως Οκτώβριο), που μειώνει τον ανταγωνισμό από τα ιθαγενή είδη.
- Η επικονίαση με τον άνεμο, που διευκολύνει την εισβολή και την διασπορά του σε ανοιχτά περιβάλλοντα.
- Ο μεγάλος αριθμός των παραγόμενων σπόρων, η υψηλή ζωτικότητα τους και οι διάφοροι τρόποι διασποράς τους, που βοηθούν στον γρήγορο αποικισμό τους στα ξένα περιβάλλοντα.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν πλεονεκτήματα όσον αφορά στην εξάπλωση του *A. retroflexus*. Ως μόνο μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί το υψόμετρο. Πάνω από τα 1500m ο αριθμός και η πυκνότητα του πληθυσμού μπορεί να μειωθεί αρκετά, με συνέπεια να μειωθεί και η ανταγωνιστικότητά του (Iamónico, 2010). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην θερμοκρασία η οποία αποτελεί ένα σημαντικό οικολογικό παράγοντα για την παραγωγή, ανάπτυξη και ζωτικότητα των αδρανών σπόρων (Iamónico, 2010). Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι σε υψόμετρα χαμηλότερα των 1500m οι οικολογικοί παράγοντες που είναι σημαντικοί για την ανάπτυξη είναι το φως και η οργανική ύλη του εδάφους (Iamónico, 2010).

Ακόμα ένα γνώρισμα του *A. retroflexus* είναι ότι χαρακτηρίζεται από υψηλό φωτοσυνθετικό ρυθμό σε υψηλής έντασης ακτινοβολία, όπως και τα περισσότερα εισβάλλοντα είδη (Iamónico, 2010). Ο φωτοσυνθετικός ρυθμός ενισχύεται επιπλέον από την αύξηση των νιτρικών του εδάφους. Αυτή η αύξηση των νιτρικών ενισχύει επίσης την κυκλοφορία του νερού στα φύλλα, την αφομοίωση της οργανικής ουσίας καθώς και την εμφάνιση των νέων φυτών. Τα παραπάνω κάνουν την παρουσία αυτού του είδους στα συνανθρωπικά

(synanthropic) περιβάλλοντα ιδιαίτερα σημαντική, ενώ παρατηρείται και σε ημι-φυσικά (seminatural) περιβάλλοντα, δηλαδή σε περιβάλλοντα που είναι τροποποιημένα από την ανθρώπινη επιρροή, αλλά διατηρούν πολλά από τα φυσικά τους χαρακτηριστικά (Iamónico, 2010).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, *A. retroflexus* μπορεί να θεωρηθεί ως ένα συναθροπικό είδος που αποικίζει ανοιχτούς χώρους σε ανθρωπογενή περιβάλλοντα, σε μεσαία και χαμηλά ύψη. Ωστόσο, από την εισβολή τόσο του συγκεκριμένου όσο και άλλων παρόμοιων ξενικών ειδών, εμφανίζονται δύο τύποι επιπτώσεων (Iamónico, 2010). Ο πρώτος τύπος αφορά στις οικονομικές επιπτώσεις, καθώς λόγω της διασποράς στους αγρούς και του υψηλού ανταγωνισμού με τα καλλιεργούμενα είδη προκαλείται μείωση του γεωργικού εισοδήματος. Αποτελεί ζιζάνιο σε περισσότερα από 60 καλλιεργούμενα είδη σε πάνω από 70 χώρες παγκοσμίως (Costea *et al.*, 2003). Επιπλέον, όλα τα ξενικά είδη ευνοούνται από την έμμεση προσοχή του παραγωγού αλλά και από την αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού. Πέραν τούτου, πρέπει να λαμβάνεται υπ'όψιν και η δυνατότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα και άλλα χημικά. Ο δεύτερος τύπος αφορά στον οικολογικό αντίκτυπο που προκαλείται από την εισβολή (Iamónico, 2010). Οι μεγάλοι και πυκνοί πληθυσμοί προκαλούν μείωση της βιοποικιλότητας τόσο σε μικρή κλίμακα, με τη μείωση του πλούτου της χλωρίδας, όσο και σε μεγάλη κλίμακα, με την απώλεια της ποικιλομορφίας του τοπίου (Iamónico, 2010).

1.8. Χρήσεις

Πολλά είδη του γένους *Amaranthus* χρησιμοποιούνται κατά καιρούς στη διατροφή ανθρώπων και ζώων, ως διακοσμητικά φυτά ακόμα και σαν χρώμα σε βαφές (Mitch, 1997). Τα βλίτα ήταν από τα αγαπημένα τρόφιμα των Αζτέκων οι οποίοι τα καλλιεργούσαν τακτικά, ενώ ενθάρρυναν και τις γύρω περιοχές να κάνουν το ίδιο. Τρέφονταν τόσο με τα πράσινα μέρη των φυτών όσο και με τους σπόρους. Στοιβαζαν τα ώριμα φυτά και τα άφηναν να ξεραθούν και στη συνέχεια τα χτυπούσαν ώστε να απομακρύνουν τους σπόρους από τα υπόλοιπα φυτικά μέρη. Έπειτα έσπαγαν τους σπόρους και τους έτρωγαν ολόκληρους, όμως τους ήταν δύσκολο να μασήσουν τους μικροσκοπικούς σπόρους. Έτσι, πιο συχνά άλεθαν τους σπόρους, τους αναμείγνυαν με αραβοσιτάλευρα και χρησιμοποιούσαν το μείγμα για παρασκευή ψωμιού, κέικ ή άλλου είδους χυλού. Συχνά ανακάτευαν τα φυτά με μέλι ή άλλα γλυκά κολλώδη φυτικά μέρη διαφορετικών φυτών και δημιουργούσαν ποικίλα σχήματα και φιγούρες με σκοπό να χρησιμοποιηθούν σε θρησκευτικές τελετές και άλλες εκδηλώσεις

(Brenner *et al.*,2000). Οι νεαροί βλαστοί αλλά και τα υπόλοιπα πράσινα στελέχη των φυτών αποτελούσαν αγαπημένη τροφή και είτε τα μαγείρευαν είτε τα σερβίριζαν ως ωμή σαλάτα. Με το ίδιο τρόπο σερβίρονται μέχρι και σήμερα. Η γεύση τους είναι ήπια αλλά αρκετά ευχάριστη (Mitich, 1997). Στην Κίνα ήδη από την δεκαετία του '90 χρησιμοποιείται στο σιτηρέσιο πολλών ζώων, όπως βοοειδών, χοίρων, ορνίθων και ψαριών (Brenner *et al.*, 2000). Σύμφωνα με τους Costea *et al.* (2003) το *A. retroflexus* μπορεί να έχει και κάποια πιθανά οφέλη ως φαρμακευτικό φυτό, σε συστήματα φυτοεξυγίανσης και ως πηγή γονιδίων σε προγράμματα αναπαραγωγής με καλλιεργούμενα είδη του γένους *Amaranthus*. Επιπλέον, έχει αναγνωριστεί ως συσσωρευτής μετάλλων (Assad *et al.*, 2017) και πιο συγκεκριμένα έχει αποδειχθεί ότι είναι καλύτερο από το *Brassica juncea* L. στην απομάκρυνση ραδιονουκλεϊδίων του καισίου-137 (Cs-137) και του στροντίου-90 (⁹⁰Sr) από μολυσμένα εδάφη, κυρίως λόγω του υψηλότερου ποσοστού συσσώρευσης βιομάζας (Costea *et al.*, 2003). Τέλος, έχει βρεθεί ότι έχει υψηλό βαθμό συσσώρευσης σουλφαδιμεθοξίνης, ενός αντιμικροβιακού φαρμάκου που χορηγείται στα ζώα και υπάρχει σε γεωργικές εκτάσεις που αποτελούνται από στρώματα ιλύος (Costea *et al.*, 2003).

1.9. Ευεγερτικές ιδιότητες

Τα φύλλα και οι βλαστοί του *A. retroflexus* μπορούν να συγκριθούν με καλλιεργούμενα λαχανικά όσον αφορά στο θρεπτικό περιεχόμενό τους, ιδιαίτερα στο Ca, παρότι περιέχουν υψηλές ποσότητες οξαλικών. Τόσο τα οξαλικά όσο και τα νιτρικά μπορούν να απομακρυνθούν με το νερό μαγειρέματος. Τα ώριμα φυτά είναι κατάλληλα για ζωοτροφές καθώς παρέχουν 20 - 30% πρωτεΐνες και πάνω από 40% υδατοδιαλυτούς υδατάνθρακες στους υπέργειους ιστούς (Costea *et al.*, 2003). Συγκεκριμένα τα φύλλα αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεΐνης A και C καθώς και σιδήρου (Fiorito, 2017). Οι Moyer και Hironaka (1993) διαπίστωσαν ότι η αφομοιωσιμότητα της πρωτεΐνης του *A. Retroflexus* ήταν παρόμοια με εκείνη ενός είδους βρώμου (*Bromus biebersteinii* Roem and Schutt) και το ενεργειακό περιεχόμενο ήταν παρόμοιο με εκείνο της μηδικής (*Medicago sativa* L.). Επιπλέον, από λίγες έρευνες που έχουν γίνει πάνω στη χημική σύσταση των βλίτων έχει διαπιστωθεί ότι περιέχουν χρήσιμα λιπαρά οξέα όπως λινολεϊκό οξύ, απαραίτητα αμινοξέα και άμυλο (Fiorito, 2017). Ωστόσο είναι πολύ σημαντικό να γίνουν αρκετές ακόμα έρευνες με σκοπό να κατανοηθεί η πλήρης χημική του σύσταση.

1.10. Αρνητικές επιπτώσεις σε οργανισμούς

Τα περισσότερα είδη του γένους *Amaranthus* μπορούν να προκαλέσουν δηλητηρίαση στα ζώα άμα καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες, δεν προκαλούν όμως διαταραχές στους ανθρώπους όταν καταναλώνονται με μέτρο (Mitich, 1997). Τα φύλλα και τα στελέχη περιέχουν συχνά υψηλά επίπεδα νιτρικών ανιόντων (NO_3^-), καθώς και οξαλικά ανιόντα (έως και 30% του ξηρού βάρους- Munro, 1993), τα οποία έχουν αναφερθεί ότι προκαλούν ασθένεια ή ακόμη και θάνατο σε πρόβατα, χοίρους και νεαρούς μόσχους (Costea *et al.*, 2003, Ziska και Dukes, 2011). Οι πρώτες αναφορές για δηλητηρίαση των βοοειδών από το *A. retroflexus* έγιναν ήδη από το 1963 (Zadnik *et al.*, 2008). Συνήθως η δηλητηρίαση λαμβάνει χώρα στον τόπο βόσκησης, κυρίως κατά την περίοδο ξηρασίας, όταν δεν είναι διαθέσιμη η κατάλληλη ζωοτροφή με αποτέλεσμα τα βοοειδή να καταναλώνουν μεγάλες – τοξικές ποσότητες του συγκεκριμένου φυτού (Zadnik *et al.*, 2008). Δηλητηρίαση προκαλείται όταν τα νιτρικά στο σιτηρέσιο ξεπεράσουν το 1% σε ξηρό βάρος ή τα 1500 ppm στο νερό (Munro, 1993). Η τοξικότητα φαίνεται να σχετίζεται με το είδος του ζώου, καθώς η τροφοδότηση κουνελιών με βλίτα δεν προκάλεσε εμφανή νεφροτοξικότητα (Dinu *et al.*, 2017), όπως συνέβη σε βοοειδή και χοίρους. Άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με την τοξικότητα είναι η ποσότητα που θα καταναλωθεί, το μέγεθος και η γενικότερη υγεία του ζώου και η συγκέντρωση των επιβλαβών ουσιών στο φυτό (Ziska και Dukes, 2011). Η ποσότητα των νιτρικών στους ιστούς των φυτών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, το τμήμα του φυτού που καταναλώνεται, τη λίπανση ακόμα και τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού (καιρικές συνθήκες, ασθένειες, χρήση ζιζανιοκτόνων κ.α.) (Rasby *et al.*, 2014).

Σύμφωνα με το Καναδικό Σύστημα Πληροφόρησης Δηλητηριωδών Φυτών τα συμπτώματα που προκαλούνται στα βοοειδή μπορεί να είναι νευρικότητα του ζώου, πρήξιμο, γρήγορη αναπνοή, δύσπνοια, χαμηλή αντοχή στην άσκηση, αλλαγή χρώματος στο αίμα, διαστολή αιμοφόρων αγγείων με αποτέλεσμα περιφερειακή ανεπάρκεια, οίδημα νεφρών, καφέ βλεννογόνοι, σοβαρή νέφρωση, κοιλιακή δυσκαμψία, παλινδρόμηση, άμβλωση μέχρι και θάνατος (Rasby *et al.*, 2014, Munro, 1993). Παρόμοια συμπτώματα παρουσιάζονται και στους χοίρους, όπου παρατηρείται οίδημα νεφρών, σοβαρή νέφρωση, κοιλιακή δυσκαμψία, τρέμουλο, αδυναμία, δυσκολία στο βάδισμα, θάνατος (Munro, 1993).

Διάφορα μέρη των φυτών παράγουν δευτερογενείς χημικές ουσίες που έχουν αναφερθεί ότι έχουν αλληλοπαθητικές επιδράσεις στα καλλιεργούμενα είδη. Υπολείμματα του *A. retroflexus* που έμειναν στο χωράφι κατά την διάρκεια του χειμώνα, μείωσαν τις αποδόσεις

της καλλιέργειας σόγιας την επόμενη χρονιά από 14 έως 20% (Costea *et al.*, 2003). Σε άλλο πείραμα, η ενσωμάτωση 8g υπολειμμάτων ξηρής ουσίας του *A. retroflexus* ανά kg εδάφους, στο πεδίο, μείωσε το ύψος των φυτών και την συνολική απόδοση σε καλλιέργεια σιταριού (Costea *et al.*, 2003).

Η γύρη που μεταφέρεται με τον άνεμο μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις στους ανθρώπους τους καλοκαιρινούς μήνες, μεταξύ Ιουλίου και Αυγούστου (Costea *et al.*, 2003).

Οι Basci *et al.* (2006) σε πείραμά τους έδειξαν ότι η φρέσκια γύρη που συλλέγεται από τα φυτά του *A. retroflexus*, μετά από ενυδάτωση, απελευθερώνει σωματίδια τα οποία έχουν αναπνεύσιμο μέγεθος. Επιπλέον, έδειξαν ότι οι αλλεργιογόνες πρωτεΐνες αυτών των σωματιδίων της γύρης μπορεί δρουν συναρτήσει της ανάπτυξης ισχυρής αλλεργικής φλεγμονής (Basci *et al.*, 2006). Ωστόσο, τόσο η αύξηση του CO₂ όσο και η αλλαγή του κλίματος μπορούν να μεταβάλλουν την παραγωγή της γύρης και την απόσταση στην οποία μπορεί να μεταφερθεί (Ziska και Dukes, 2011).

1.11. Εχθροί και ασθένειες

Στην Ευρώπη το γένος *Amaranthus* έχει αρκετούς εχθρούς. Τα περισσότερα είδη είναι έντομα και ανήκουν στην τάξη των λεπιδοπτέρων (Lepidoptera) και πιο συγκεκριμένα στις οικογένειες Gelechiidae, Noctuidae και Pyralidae και ακολουθούν οι οικογένειες Agromyzidae και Drosophilidae από τα Diptera και κάποια είδη της οικογένειας Aphididae από τα Hemiptera. Επιπλέον, προσβολές έχουν παρατηρηθεί και από είδη των οικογενειών Curculionidae (τάξη Coleoptera) και Thripidae (τάξη Thysanoptera) (El Aydam και Bürki, 1997). Επιπρόσθετα, το γένος μπορεί να προσβληθεί και ορισμένους νηματώδεις (Costea *et al.*, 2003). Αξίζει να σημειωθεί ότι περισσότερες προσβολές έχουν παρατηρηθεί στην Αμερική και έχουν καταγραφεί αρκετά είδη από περισσότερες οικογένειες και τάξεις από ότι στην Ευρώπη. Αυτό είναι κατανοητό καθώς στην Ευρώπη το συγκεκριμένο γένος μόλις τις τελευταίες δεκαετίες έχει απασχολήσει τους επιστήμονες, επομένως δεν έχει μελετηθεί εις βάθος.

Εκτός, όμως, από εχθρούς το γένος μπορεί να προσβληθεί και από ασθένειες, κυρίως μύκητες. Τα περισσότερα είδη ανήκουν στα γένη *Alternaria*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma* και *Verticillium*. Κάποια βακτήρια που επίσης μπορεί να προσβάλλουν το γένος είναι τα *Pseudomonas* spp και *Xanthomonas* spp. (Costea *et al.*, 2003).

Τέλος, το *A. retroflexus* μπορεί να γίνει ξενιστής για είδη οροβάγγης (*Orobanche* spp) και κουσκούτας (*Cuscuta* spp) (Costea *et al.*, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το *Amaranthus retroflexus*, κοινώς τραχύ βλίτο, είναι γνωστό στους ανθρώπους ήδη από τον 15 αιώνα από τους Αζτέκους, οι οποίοι το χρησιμοποιούσαν τόσο για την διατροφή των ανθρώπων όσο και για τον ζώων. Ωστόσο, είναι ένα είδος που δεν έχει μελετηθεί, παρά ελάχιστα, καθώς σε παγκόσμια κλίμακα θεωρείται ως παρείσακτο είδος - ζιζάνιο - για τις περισσότερες καλλιέργειες. Λίγες έρευνες έχουν γίνει για την χημική σύσταση των φυτικών μερών και των σπόρων του αλλά και για τους παράγοντες που επηρεάζουν τα ποσοτικά και ποιοτικά του χαρακτηριστικά.

Έτσι, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης στα ποιοτικά και ορισμένα ποσοτικά χαρακτηριστικά του *Amaranthus retroflexus* με σκοπό την αξιοποίηση της βιομάζας του στην διατροφή των κτηνοτροφικών ζώων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. Τοποθεσία και χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής

3.1.1. Τοποθεσία

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις γεωργικές εκτάσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού στην Αθήνα, και πιο συγκεκριμένα στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του αγρού είναι γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 59' 02.21''$ Β και γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 42' 08.23''$ Α. Επιπλέον, βρίσκεται σε υψόμετρο 30 m από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 7: Δορυφορική απεικόνιση πειραματικού αγρού στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (η υπό μελέτη περιοχή διακρίνεται με κόκκινο περίγραμμα)- εικόνα από Google Earth

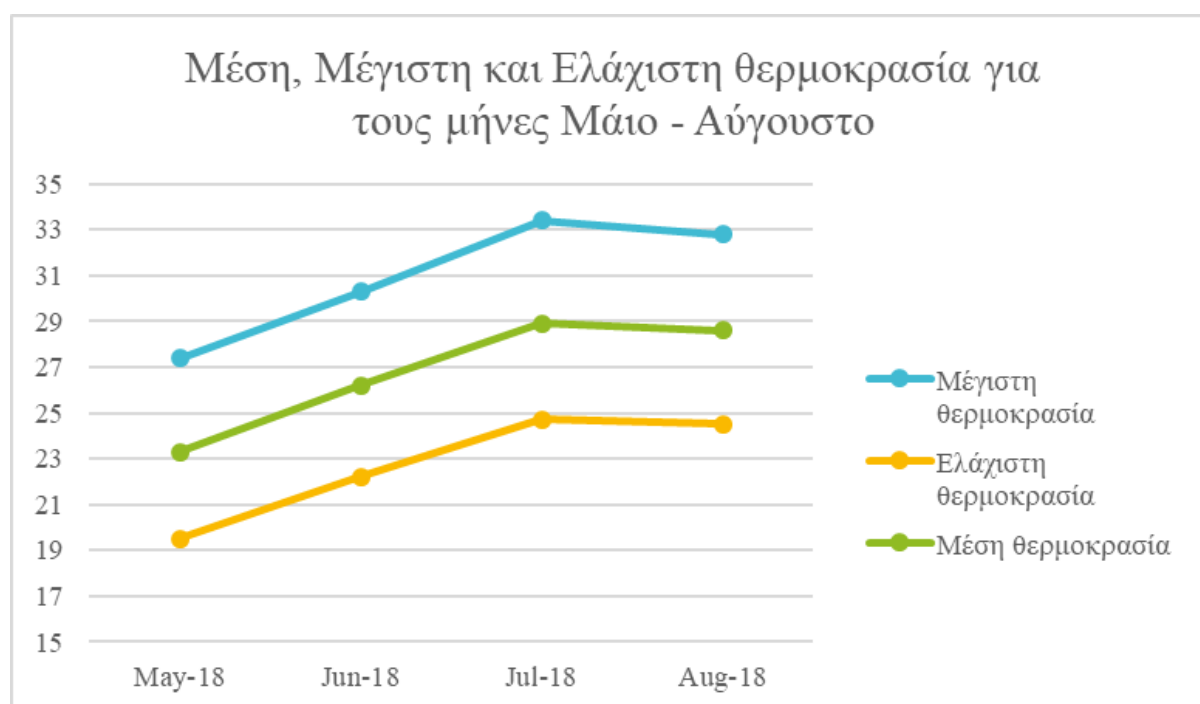
3.1.2. Μετεωρολογικά δεδομένα

Στον πίνακα XX καταγράφονται η μέση μέγιστη θερμοκρασία, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία, η μέση ημερήσια θερμοκρασία (διάγραμμα 1), η συνολική βροχόπτωση (διάγραμμα 2) καθώς και η μέση ταχύτητα του ανέμου για του μήνες κατά του οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα στον αγρό. Τα δεδομένα πάρθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην Αθήνα και συγκεκριμένα από το Γκάζι (μετεωρολογικός σταθμός Αθήνα - Γκάζι LGB9). Ακολούθως, υπάρχει και διάγραμμα

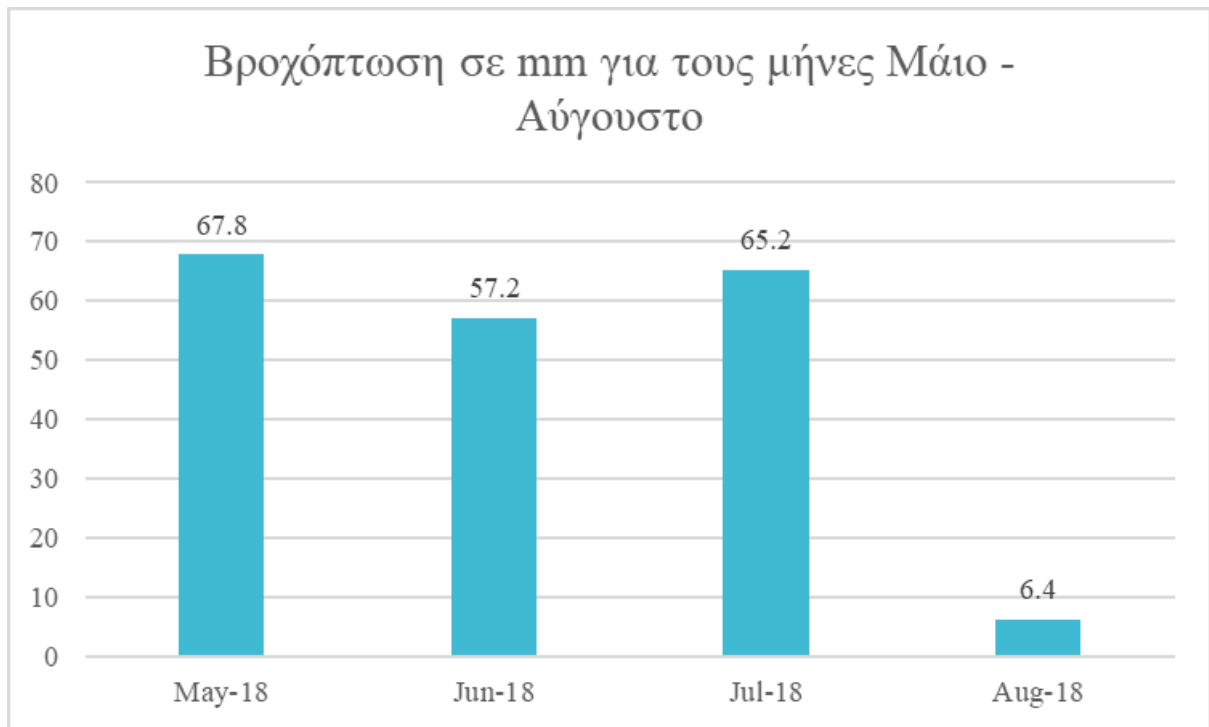
(διάγραμμα 3) στο οποίο απεικονίζονται η βροχόπτωση σε mm και η μέση θερμοκρασία για όλο το έτος 2018.

Πίνακας 1: Μετεωρολογικά δεδομένα για τους μήνες Μάιο μέχρι Αύγουστο του 2018 για την περιοχή Βοτανικός

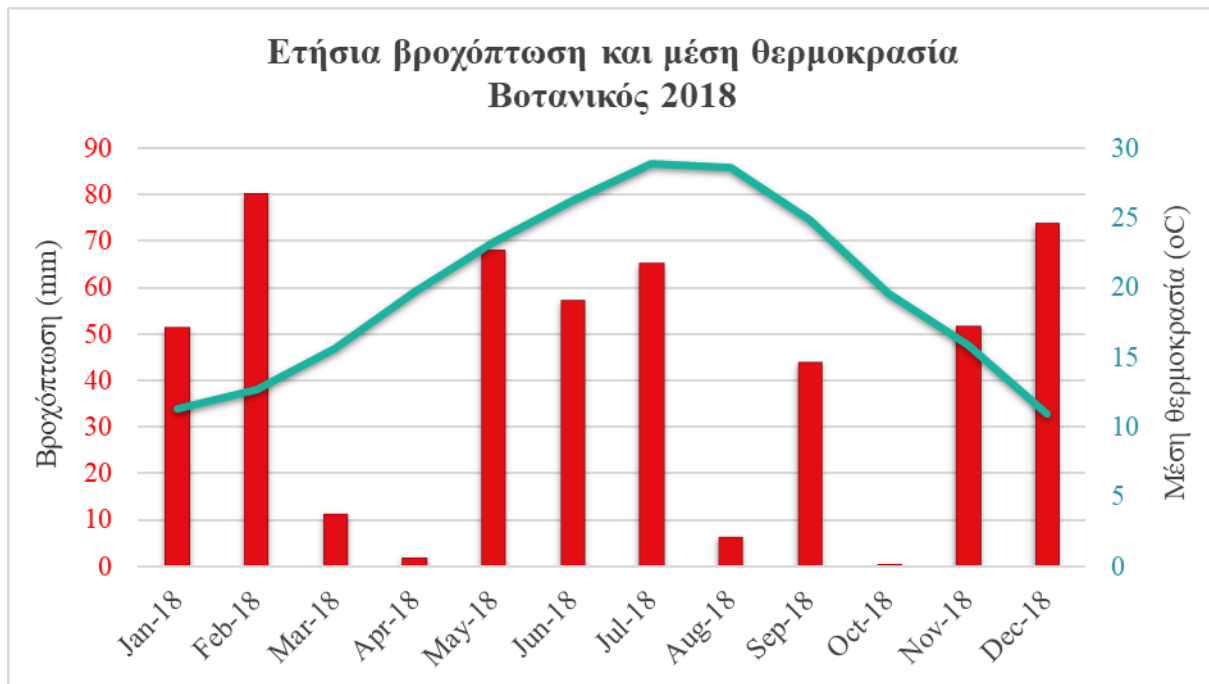
Μήνας 2018	Μέση max θ (°C)	Μέση min θ (°C)	Μέση ημερήσια θ (°C)	Βροχόπτωση (mm)	Μέση ταχύτητα ανέμου (km/h)
Μάιος	27.4	19.5	23.3	67.8	4.6
Ιούνιος	30.3	22.2	26.2	57.2	4.5
Ιούλιος	33.4	24.7	28.9	65.2	3.7
Αύγουστος	32.8	24.5	28.6	6.4	6.2



Διάγραμμα 1: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα



Διάγραμμα 2: Συνολική βροχόπτωση σε mm για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα



Διάγραμμα 3: Πορεία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στην περιοχή Βοτανικός για το έτος 2018

3.1.3. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Στον πίνακα 2 φαίνεται η εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού όπου εγκαταστάθηκε η πειραματική καλλιέργεια των φυτών. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλώδες (CL 35,9% άμμος, 29,8% άργιλος και 35,9% ιλύς) και διακρίνεται από ικανοποιητική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, ενώ έχει ελαφρώς αλκαλικό pH.

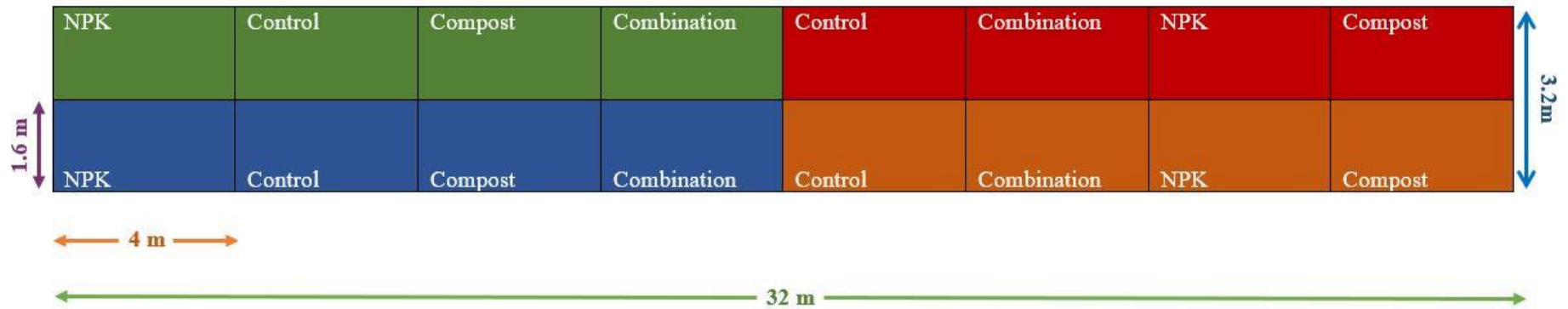
Πίνακας 2: Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού





Μετρούμενο μέγεθος	Τιμή	Περιγραφή
CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO ⁻³	104.3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (κατά Olsen)	9.95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7.29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλοπηλώδες

3.1.4. Πειραματικό σχέδιο

Για το συγκεκριμένο πείραμα ακολουθήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο καθώς η αξιολόγηση έγινε με μια μόνο παράμετρο, τη λίπανση. Οι επαναλήψεις ήταν 4 όπως και οι επεμβάσεις: Μάρτυρας (control), δηλαδή απουσία λίπανσης, Ανόργανη λίπανση (NPK), Οργανική λίπανση (compost) και Συνδυασμένη λίπανση (combination), δηλαδή συνδυασμός ανόργανης και οργανικής λίπανσης. Ο πειραματικός αγρός είχε μήκος 32 m και πλάτος 3.2 m, καταλαμβάνοντας συνολική έκταση 102.4 m². Χωρίστηκε σε ισομεγέθη τεμάχια μήκους 4 m και πλάτους 1.6 m, έχοντας το καθένα έκταση 6.4 m². Συνολικά, δημιουργήθηκαν 16 τεμάχια, 4 για κάθε επανάληψη. Η λίπανση (ανα δύο τεμάχια) εφαρμόστηκε με τυχαία σειρά.

Η σχηματική απεικόνιση του αγρού όπως διαμορφώθηκε για τις ανάγκες του πειράματος φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 8.



Επανάληψη 1	
Επανάληψη 2	
Επανάληψη 3	
Επανάληψη 4	

Μάρτυρας	Control
Ανόργανη λίπανση	NPK
Οργανική λίπανση	Compost
Συνδυασμένη λίπανση	Combination

Εικόνα 8: Σχηματική απεικόνιση πειραματικού αγρού. Στο σχέδιο περιλαμβάνονται 4 επαναλήψεις (Μάρτυρας, Ανόργανη λίπανση, Οργανική λίπανση, Συνδυασμένη λίπανση) σε 4 επαναλήψεις

3.2. Σύστημα παραγωγής

3.2.1. Φυτικό υλικό

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν σπόρος βλίτου. Η σπορά στον πειραματικό αγρό έγινε στις 15 Μαΐου του 2018. Ο αγρός χωρίστηκε σε 16 τεμάχια, εφαρμόστηκε λίπανση και στη συνέχεια ανοίχτηκαν σε κάθε τεμάχιο 4 γραμμές - αυλάκια βάθους 10 cm και μήκους 4 m. Ακολούθησε σπορά με το χέρι και κάλυψη των γραμμών με χώμα. Η ποσότητα του σπόρου για όλο τον αγρό ήταν 1 kg . Σε κάθε τεμάχιο σπάρθηκαν 62.5 gr, έτσι κάθε γραμμή περιείχε 15.6 gr σπόρου.

3.2.2. Λίπανση

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα 4 επίπεδα λίπανσης που εφαρμόστηκαν στον αγρό ήταν μάρτυρας (control), ανόργανη λίπανση (NPK), οργανική λίπανση (compost) και συνδυασμένη λίπανση (combination).

Μάρτυρας

Στα τεμάχια του μάρτυρα δεν εφαρμόστηκε καμία ποσότητα λιπάσματος. Μετά την αρχική κατεργασία του εδάφους, ανοίχτηκαν αυλάκια και έγινε η σπορά.

Ανόργανη λίπανση

Σε κάθε τεμάχιο 6.4 m² που εφαρμόστηκε ανόργανη λίπανση, ενσωματώθηκαν 240 gr λιπάσματος 40-0-0 σε μορφή ουρίας, το οποίο αντιστοιχεί σε 37.5 kg αζώτου (N) το στρέμμα. Η διασπορά του λιπάσματος έγινε ομοιόμορφα με το χέρι, ενσωματώθηκε με ανακάτεμα στο έδαφος και στη συνέχεια έγινε η σπορά. Δεν πραγματοποιήθηκε συμπληρωματική λίπανση στη διάρκεια του πειράματος.

Οργανική λίπανση

Στα τεμάχια που δέχτηκαν οργανική λίπανση, ενσωματώθηκαν 1.75 kg βιολογικού λιπάσματος compost (60% οργανική ουσία, 3% οργανικό άζωτο), το οποίο αντιστοιχεί σε 273.5 kg το στρέμμα. Ομοίως με την ανόργανη λίπανση, η διασπορά έγινε ομοιόμορφα με το χέρι, ενσωματώθηκε με ανακάτεμα και ακολούθησε η σπορά.

Συνδυασμένη λίπανση

Στη συνδυασμένη λίπανση δημιουργήθηκε για κάθε τεμάχιο μίγμα οργανικού και ανόργανου λιπάσματος σε ποσότητες 1 kg και 125 gr, αντίστοιχα. Ακολούθησε ομοιόμορφη διασπορά με το χέρι, ανακάτεμα και σπορά.

Η παραπάνω διαδικασία με τις αντίστοιχες ποσότητες λιπασμάτων ακολουθήθηκε για όλα τα τεμάχια και στις 4 επαναλήψεις.

3.3. Καλλιεργητικές εργασίες και φροντίδες

3.3.1. Εγκατάσταση του πειράματος

Στις 30 Απριλίου πραγματοποιήθηκε όργωμα του πειραματικού αγρού σε βάθος 25 cm και ακολούθησε φρεζάρισμα σε βάθος 15 cm. Στις 11 Μαΐου έγινε η χάραξη των τεμαχίων τα οποία διαχωρίστηκαν με πασσαλάκια (εικόνα 9). Τρεις ημέρες μετά, στις 14 Μαΐου, έγινε η ενσωμάτωση των λιπασμάτων με τσουγκράνα σε όλα τα τεμάχια και με τη βοήθεια γραμμοχαράκτη (εικόνα 9) δημιουργήθηκαν οι γραμμές σποράς (4 ανά τεμάχιο) οι οποίες είχαν απόσταση 40 cm η μια από την άλλη. Ανάμεσα σε κάθε επανάληψη δημιουργήθηκε διάδρομος 80 cm για διευκόλυνση των καλλιεργητικών φροντίδων. Τέλος, στις 15 Μαΐου πραγματοποιήθηκε η σπορά του φυτικού υλικού στις γραμμές σποράς, με το χέρι για εξασφάλιση ομοιομορφίας. Οι γραμμές καλύφθηκαν με χώμα και ακολούθως έγινε εφαρμογή του πρώτου ποτίσματος.



Εικόνα 9: Διαχωρισμός τεμαχίων και χάραξη γραμμών με γραμμοχαράκτη (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.3.2. Πότισμα

Τις δέκα πρώτες μέρες πραγματοποιήθηκε πότισμα ανά δύο ημέρες με το σύστημα της κατάκλισης με λάστιχο στο χέρι ενώ στη συνέχεια εγκαταστάθηκε σύστημα στάγδην άρδευσης (εικόνα 10). Σε κάθε επανάληψη τοποθετήθηκαν 2 λάστιχα ανά δύο γραμμές σποράς και οι σταλάκτες ήταν τοποθετημένοι πάνω στις γραμμές άρδευσης ανά 25 cm. Με το παραπάνω σύστημα το πότισμα αραιώθηκε σε 1 φορά την εβδομάδα. Η τελευταία άρδευση πραγματοποιήθηκε στις 10 Αυγούστου.



Εικόνα 10: Πάνω αριστερά και δεξιά κατάκλιση με λάστιχο με το χέρι, κάτω γραμμές άρδευσης με λάστιχα ανά δύο γραμμές σποράς (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.3.3. Βοτάνισμα

Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφαρμόστηκε βοτάνισμα τον πρώτο μήνα για τη διαχείριση της ανεπιθύμητης βλάστησης. Το βοτάνισμα γινόταν ανά τρεις ημέρες με σκαλιστήρι επί και μεταξύ των γραμμών. Μετά τον πρώτο μήνα δεν χρειάστηκε να

επαναληφθεί βοτάνισμα διότι λόγω κυρίως του μεγέθους των βλίτων εμφανίστηκαν ελάχιστα ζιζάνια.

3.3.4. Κοπές

Κατά την διάρκεια του πειράματος εφαρμόστηκαν 3 κοπές της βιομάζας, των οποίων η συχνότητα αντιπροσωπεύει την βόσκηση σε πραγματικές συνθήκες. Η 1^η έγινε στο βλαστικό στάδιο όπου τα φυτά ήταν ακόμα μικρά, η 2^η κατά την διάρκεια της άνθησης και η 3^η λίγο πριν ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος των φυτών, δηλαδή αφού είχε αναπτυχθεί και η ταξικαρπία τους. Στις αναλύσεις κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθεί όλο το υπέργειο τμήμα, δηλαδή φύλλα, βλαστοί, ταξιανθίες (2^η κοπή) και ταξικαρπίες (3^η κοπή) διότι σε πραγματικές συνθήκες τα ζώα δεν ξεχωρίζουν βλαστούς, φύλλα ή καρπούς κατά την διάρκεια της βόσκησης. Οι ημερομηνίες καταγραφής των κοπών φαίνονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: Καταγραφή μετρήσεων τριών κοπών των φυτών

Κοπή	Ημερομηνία	Ημέρες Από Σπορά (ΗΑΣ)
1 ^η	28/6	44
2 ^η	19/7	65
3 ^η	30/8	107

3.4. Χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν

Τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά χωρίστηκαν σε 2 κατηγορίες, σε ποσοτικά και ποιοτικά. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αφορούσαν στο ύψος, στην πυκνότητα και στο νωπό - ξηρό βάρος των φυτών. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αφορούσαν στη ξηρή ουσία, τέφρα, ολικές αζωτούχες ουσίες, λιπαρές ουσίες και στα κλάσματα ινωδών ουσιών NDF και ADF. Επίσης, μελετήθηκε και η απόδοση πρωτεΐνης.

3.4.1. Ποσοτικά χαρακτηριστικά

3.4.1.1. Πυκνότητα φυτών

Η πρώτη μέτρηση για την πυκνότητα των φυτών πραγματοποιήθηκε την 35η ημέρα από την σπορά και ακολούθησαν άλλες τρεις (πίνακας 4). Τοποθετήθηκε τυχαία quadrat 30 × 30 cm σε κάθε τεμάχιο, με τρόπο που να μην πλησιάζει τα όρια των τεμαχίων. Μετρήθηκε ο αριθμός των φυτών και στη συνέχεια έγινε αναγωγή στο τετραγωνικό μέτρο. Η αναγωγή έγινε για όλες τις μετρήσεις.

3.4.1.2. Ύψος φυτών

Ένας από τους δείκτες αύξησης που αξιολογήθηκαν ήταν το ύψος των φυτών. Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις τοποθετήθηκε τυχαία quadrat σε κάθε τεμάχιο. Επιλέχθηκαν τυχαία τρία φυτά από το κάθε quadrat. Για όλα τα φυτά μετρήθηκε η απόσταση από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το ακραίο μερίστωμα του στελέχους. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος του ύψους των φυτών για το κάθε τεμάχιο. Οι ημερομηνίες καταγραφής του ύψους φαίνονται στον πίνακα 4. Συνολικά, από όλες τις μετρήσεις καταγράφηκε το ύψος από 192 φυτά.

Πίνακας 4: Καταγραφή μετρήσεων ύψους και πυκνότητας φυτών

Μέτρηση	Ημερομηνία	Ημέρες Από Σπορά (ΗΑΣ)
1 ^η	19/6	35
2 ^η	28/6	44
3 ^η	19/7	65
4 ^η	30/8	107

3.4.1.3. Νωπό – ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Από κάθε quadrat που τοποθετήθηκε στο κάθε τεμάχιο, κόπηκαν όλα τα φυτά, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες (οι οποίες είχαν προηγουμένως αριθμηθεί για κάθε τεμάχιο ξεχωριστά) και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Γεωργίας, όπου ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και καταγράφηκε το νωπό τους βάρος. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στον κλίβανο όπου παρέμειναν για 48 με 72 ώρες στους 70 °C μέχρι την πλήρη ξήρανσή τους. Μετά το πέρας των 48-72h ζυγίστηκαν στον ίδιο ζυγό ακριβείας και καταγράφηκε το ξηρό τους βάρος. Οι ημερομηνίες καταγραφής του νωπού - ξηρού τους βάρους φαίνεται στον πίνακα 5. Τα αποτελέσματα ανάχθηκαν σε gr / m².

Πίνακας 5: Ημερομηνίες μετρήσεων νωπού - ξηρού βάρους

Μέτρηση	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος
1 ^η	28/6	30/6
2 ^η	19/7	21/7
3 ^η	30/8	2/9



Εικόνα 11: Διαδικασία ξήρανσης φυτών σε κλίβανο και καταγραφής ξηρού βάρους (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.2. Προετοιμασία δειγμάτων

Μετά την καταγραφή του ξηρού βάρους όλα τα δείγματα αλέστηκαν σε ειδικούς μύλους του εργαστηρίου Γεωργίας (εικόνα 12) (χονδροειδές άλεσμα) και στη συνέχεια σε μύλους άλεσης ζωοτροφών του εργαστηρίου Φυσιολογίας, Θρέψεως και Διατροφής προκειμένου να γίνουν σκόνη σαν αλεύρι. Στην εικόνα 13 φαίνεται το δείγμα μετά το άλεσμα και με τους δύο μύλους. Αυτό το στάδιο είναι αναγκαίο καθώς οι χημικές αναλύσεις που ακολούθησαν είχαν την προϋπόθεση αλεσμένου δείγματος για περισσότερη ομοιομορφία και κατά συνέπεια πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Το πρώτο άλεσμα των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στις 12-13-14 Σεπτεμβρίου. Λίγες μέρες αργότερα έγινε και το δεύτερο άλεσμα.



Εικόνα 12: Αριστερά μύλος άλεσης εργαστηρίου Γεωργίας, δεξιά μύλος άλεσης ζωοτροφών εργαστηρίου Φυσιολογίας, Θρέψεως και Διατροφής (εικόνα από προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 13: Αποτέλεσμα της άλεσης των δυο μύλων, Η αριστερή εικόνα ανταποκρίνεται στον μύλο άλεσης του εργατηρίου εργαστηρίου Γεωργίας και η δεξιά σε αυτόν του Φυσιολογίας, Θρέψεως και Διατροφής που έδωσε και την τελική μορφή των δειγμάτων (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

3.4.3.1. Προσδιορισμός ξηρής ουσίας (ΞΟ)

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας, παρά το γεγονός ότι αποτελεί μία από τις απλούστερες αναλύσεις που γίνονται στις ζωοτροφές, είναι εξαιρετικής σημασίας και πραγματοποιείται πριν από κάθε άλλη ανάλυση. Η σημασία του προσδιορισμού της ΞΟ έγκειται στο ότι στην ΞΟ περιέχονται όλα τα θρεπτικά συστατικά των ζωοτροφών (αζωτούχες, λιπαρές και ελεύθερες αζώτου εκχυλισματικές ουσίες, ανόργανα στοιχεία κλπ.). Άρα υψηλή τιμή ΞΟ (συνεπώς χαμηλή υγρασία) σε μία ζωοτροφή, συνεπάγεται κατά κανόνα υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και υψηλή θρεπτική αξία, σε σύγκριση με μία όμοια ζωοτροφή χαμηλότερης ΞΟ. Επιπλέον, υψηλή τιμή ΞΟ συνεπάγεται χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, κάτι που διευκολύνει την αποθήκευση των ζωοτροφών. Τέλος, η ΞΟ αποτελεί μέτρο σύγκρισης μεταξύ ζωοτροφών της ίδιας κατηγορίας, ως προς την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά. Για το λόγο αυτό, τα αποτελέσματα των υπολοίπων χημικών αναλύσεων εκφράζονται κατά κανόνα ως επί % της ΞΟ της ζωοτροφής (όχι ως επί % της νωπής).

Ο προσδιορισμός της ΞΟ στηρίζεται στην αρχή της ξήρανσης του δείγματος της ζωοτροφής, σε θερμοκρασία 103°C και ατμοσφαιρική πίεση περιβάλλοντος (1 Atm), μέχρι σταθερού

βάρους. Η απώλεια του βάρους εκφράζει την περιεκτικότητα σε υγρασία και αντίστροφα, το βάρος που απομένει εκφράζει την περιεκτικότητα σε ΞΟ. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864).

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Γυάλινα φιαλίδια (μαζί με τα καλύμματά τους) τοποθετούνται σε κλίβανο στους 103°C για τουλάχιστον 2 ώρες.
- Μεταφέρονται σε ξηραντήρα με τα καλύμματά τους κλειστά και ψύχονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Ζυγίζονται καλυμμένα με ακρίβεια 0.1 mg και προστίθενται περίπου 3 g κατάλληλου προετοιμασμένου δείγματος.
- Καταγράφεται το μικτό βάρος φιαλιδίου - δείγματος (εικόνα 14) και τοποθετούνται σε προθερμασμένο κλίβανο στους 103°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), όπου παραμένουν περίπου 8 ώρες.
- Μεταφέρονται σε ξηραντήρα, για δεύτερη φορά, με τα καλύμματά τους κλειστά και ψύχονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Ζυγίζεται το μικτό βάρος φιαλιδίου - ξηρού δείγματος με ακρίβεια 0,1mg.

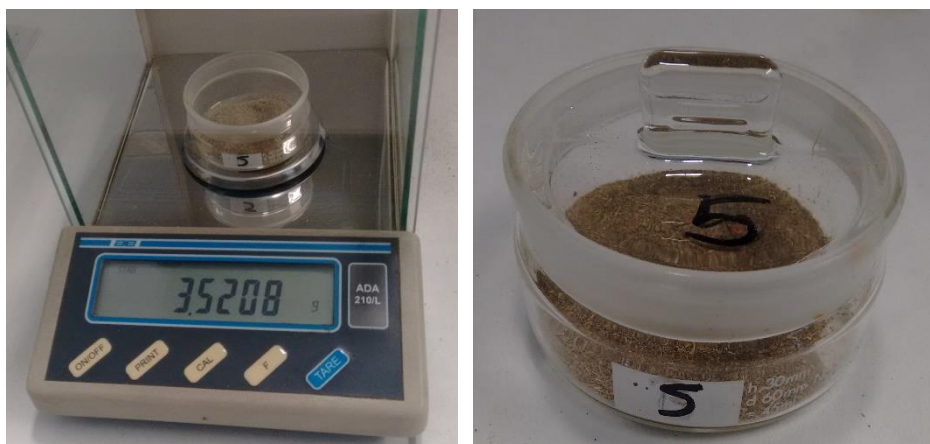
Για τον υπολογισμό της ΞΟ χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\text{ΞΟ (\%)} = [(W_2 - W_0) \times 100] / (W_1 - W_0)$$

Όπου: W_0 = βάρος κενού φιαλιδίου με το κάλυμμα (g)

W_1 = μικτό βάρος φιαλιδίου και δείγματος (g)

W_2 = μικτό βάρος φιαλιδίου και δείγματος μετά την ξήρανση (g)



Εικόνα 14: Δείγμα Δείγμα σε γυάλινο φιαλίδιο έτοιμο για ανάλυση ξηρής ουσίας (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3.2. Προσδιορισμός ολικής τέφρας (T)

Ο προσδιορισμός της τέφρας στις ζωοτροφές είναι απαραίτητος καθώς βοηθά στην εκτίμηση της οργανικής ουσίας (ΟΟ), η οποία περιέχει τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά για τα ζώα. Η ολική τέφρα αποτελείται από την αδιάλυτη τέφρα, που δεν είναι χρήσιμη στα ζώα και τη διαλυτή, η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Στις ζωοτροφές φυτικής προέλευσης η σύσταση της τέφρας παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι υψηλές τιμές τέφρας σε φυτικής προέλευσης ζωοτροφές αποτελούν ένδειξη ρύπανσης με γαιώδεις προσμίξεις.

Ο προσδιορισμός της ολικής τέφρας στηρίζεται στην αρχή της πυράκτωσης του δείγματος της ζωοτροφής, σε υψηλή θερμοκρασία έτσι ώστε να γίνει καύση της ΟΟ. Η απώλεια του βάρους εκφράζει την περιεκτικότητα σε ΟΟ και αντίστροφα το μη πτητικό ανόργανο τμήμα που μένει αποτελεί την τέφρα. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864).

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Κάψες πορσελάνης τοποθετούνται στον κλίβανο στους 103°C για τουλάχιστον 2 ώρες.
- Μεταφέρονται σε ξηραντήρα και ψύχονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Ζυγίζονται με ακρίβεια 0.1 mg και προστίθενται περίπου 2 g κατάλληλα προετοιμασμένου δείγματος (εικόνα 15).
- Καταγράφεται το μικτό βάρος κάψας-δείγματος και τοποθετούνται σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 550°C ($\pm 20^\circ\text{C}$), όπου παραμένουν περίπου 5-6 ώρες.
 - Η αποτέφρωση θεωρείται πλήρης όταν το υπόλειμμα αποκτήσει γκριζωπό χρώμα
- Μεταφέρονται σε ξηραντήρα για δεύτερη φορά και ψύχονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Ζυγίζεται το μικτό βάρος κάψας - τέφρας με ακρίβεια 0.1mg.

Για τον προσδιορισμό της ολικής τέφρας χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$T (\%) = [(W_2 - W_0) \times 100] / (W_1 - W_0)$$

Όπου: W_0 = βάρος κενής κάψας (g)

W_1 = μικτό βάρος κάψας και δείγματος (g)

W_2 = μικτό βάρος κάψας και δείγματος μετά την αποτέφρωση (g)



Εικόνα 15: Δείγμα σε κάψες πορσελάνης έτοιμες για ανάλυση τέφρας (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3.3. Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών (ΟΑΟ)

Οι ολικές αζωτούχες ουσίες προσδιορίζονται ως άζωτο (N) και αντιπροσωπεύουν τόσο τις πραγματικές πρωτεΐνες (κυρίως αμινοξέα και πεπτίδια), όσο και τις μη πρωτεϊνικής φύσης (ΜΠΦΝ) αζωτούχες ουσίες (αμμωνία, ουρία, τα νιτρικά άλατα, αμίνες κλπ.). Οι πρώτες είναι τα άμεσα δομικά στοιχεία για το σχηματισμό των ζωικών πρωτεϊνών, ενώ οι ΜΠΦΝ μπορούν να αξιοποιηθούν για το σκοπό αυτό μόνο από τα μηρυκαστικά ζώα (παραγωγή μικροβιακής πρωτεΐνης από τα βακτήρια της μεγάλης κοιλίας). Η αναλογία του (N) των πρωτεϊνών προς το υπόλοιπο N (το ΜΠΦΝ) εξαρτάται από το είδος της ζωοτροφής και την κατηγορία στην οποία ανήκει (χονδροειδής ή συμπυκνωμένη, φυτικής ή ζωικής προέλευσης). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864) και συγκεκριμένα η μέθοδος Kjeldahl.

Το N των πρωτεϊνών και των ΜΠΦΝ ουσιών των ζωοτροφών μετατρέπεται σε ανόργανο N [θειικό αμμώνιο-(NH₄)₂SO₄] με πυκνό θειικό οξύ παρουσία καταλύτη. Στη συνέχεια, το (NH₄)₂SO₄ μετατρέπεται σε θειικό νάτριο (Na₂SO₄) με καυστικό νάτριο (40% NaOH) και απελευθερώνεται αμμωνία (NH₃), η οποία συλλέγεται με απόσταξη σε ειδικό διάλυμα βορικού οξέος (receiver solution) και τιτλοδοτείται με διάλυμα HCl γνωστής κανονικότητας. Για τον υπολογισμό των ΟΑΟ, το προσδιοριζόμενο άζωτο πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή F= 6,25 (συντελεστής για χονδροειδείς ζωοτροφές).

Αναλυτικότερα η διαδικασία που ακολουθείται χωρίζεται σε δύο στάδια και είναι η εξής:

Στάδιο I → Καύση

- Σε καθαρό σωλήνα Kjeldahl (250 ml), ζυγίζεται 0.5 g κατάλληλου προετοιμασμένου δείγματος με ακρίβεια 0.1 mg.

- Μετά τη ζύγιση προστίθεται σε κάθε σωλήνα ένα δισκίο καταλύτη Kjeldahl και 13 ml πυκνού H_2SO_4 (96-98%) με τη χρήση δοσομετρικής αντλίας. Ακολουθεί ελαφριά ανάδευση του σωλήνα.
- Στη συνέχεια, οι σωλήνες μεταφέρονται στην εστία καύσης με ειδικό στατό (εικόνα 16), συνδέονται με τον πολλαπλό απαγωγό (για την ασφαλή απομάκρυνση των ατμών του οξέος κατά την καύση) και θερμαίνονται στους $420\text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 10\text{ }^\circ\text{C}$) για 1 ώρα.
- Μετά το πέρας της καύσης οι σωλήνες απομακρύνονται από την εστία και ψύχονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (με τον απαγωγό, για περίπου 30-45 min).

Στάδιο II → Απόσταξη και τιτλοδότηση

- Μετά την ψύξη, ο κάθε σωλήνας μεταφέρεται σε αυτόματη συσκευή (Foss - Kjeltec 8400 εικόνα 16), τοποθετείται σε ειδική θέση και σφραγίζεται.
- Μέσα στο σωλήνα προστίθενται αυτόματα 80 ml κρύου απιονισμένου νερού (για την διαλυτοποίηση των θεικών αλάτων) και 50 ml διαλύματος 40% NaOH.
- Στη συνέχεια μέσω ατμογεννήτριας εισέρχεται στο σωλήνα ατμός, ο οποίος αναδύει το μείγμα και υποβοηθάει στην αντίδραση του $(NH_4)_2SO_4$ με το NaOH για τη γρήγορη απελευθέρωση της NH_3 .
- Η εκλύομενη NH_3 συμπυκνώνεται και υγροποιείται στον ψυκτήρα της συσκευής και συλλέγεται σε ειδικό δοχείο, στο οποίο έχουν προστεθεί αυτόματα 30 ml διαλύματος υποδοχής (receiver solution).
- Στη συνέχεια γίνεται αυτόματη τιτλοδότηση με διάλυμα 0.1N HCl (μέσω ενσωματωμένης δοσομετρικής αντλίας), μέχρις πλήρους εξουδετέρωσης της NH_3 .

Για τον προσδιορισμό του N χρησιμοποιείται ο τύπος :

$$N (\%) = [(V\delta - V\tau) \times 0,1 \times 0,4] / W \times 10$$

Όπου: $V\delta$ = όγκος (ml) 0.1N HCl που απαιτήθηκε για το δείγμα

$V\tau$ = όγκος (ml) 0.1N HCl που απαιτήθηκε για το τυφλό δείγμα

0,1 = η κανονικότητα του διαλύματος HCl

1,4 = τα mg αζώτου που αντιστοιχούν σε κάθε ml 0.1N HCl για την τιτλοδότηση της NH_3

10 = συντελεστής μετατροπής από mg/g σε %

W = βάρος δείγματος (g)

Το N (%) μετατρέπεται σε ΟΑΟ, ως εξής: ΟΑΟ (%)=N (%) × F.

Όπου F = 6,25 (συντελεστής για χονδροειδείς ζωοτροφές)



Εικόνα 16: Σωλήνες Kjeldahl και αυτόματη συσκευή Foss - Kjeltec 8400 (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3.4. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών (ΟΛΟ)

Οι ολικές λιπαρές ουσίες περιέχουν κυρίως λιπαρά οξέα που παρέχουν ενέργεια, δομικά στοιχεία για το σχηματισμό του ζωικού λίπους και αποτελούν πηγή βιταμινών, ενώ μερικές φορές συμπεριλαμβάνουν και λιποδιαλυτές ουσίες (βιταμίνες, χρωστικές ουσίες, κηρούς κλπ.), περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με τη ζωοτροφή.

Τα ουδέτερα λίπη αποτελούν το κύριο συστατικό του αιθερικού εκχυλίσματος για το σύνολο των ζωοτροφών και είναι το κυριότερο κλάσμα για τη θρέψη των ζώων. Έχουν υψηλή θερμότητα καύσης και μεγάλη πεπτικότητα. Για το λόγο αυτό η μεγαλύτερη περιεκτικότητα μιας ζωοτροφής σε ουδέτερα λίπη αυξάνει την ενεργειακή της αξία. Τα υπόλοιπα συστατικά του αιθερικού εκχυλίσματος απαντώνται σε μικρή αναλογία και με εξαίρεση τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E, K) δεν κατατάσσονται στα θρεπτικά συστατικά. Αν μάλιστα περιέχονται σε μεγάλα ποσοστά, υποβιβάζεται η θρεπτική αξία της ζωοτροφής.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η αναλυτική τακτική Weende Henneberg και Stohmann (1864) και συγκεκριμένα η μέθοδος Soxhlet, κατά την οποία δε γίνεται διαιτητικός διαχωρισμός των ουσιών του αιθερικού εκχυλίσματος και για αυτό τους δίνεται η ονομασία ολικές λιπαρές ουσίες.

Ο προσδιορισμός των ΟΛΟ στηρίζεται στην εκχύλιση του κλάσματος εκείνου της ζωοτροφής, το οποίο περιέχει ουδέτερα λίπη (γλυκερίδια λιπαρών οξέων), ελεύθερα λιπαρά οξέα, λιποδιαλυτές χρωστικές και βιταμίνες, αιθέρια έλαια, ρητίνες, στερόλες και άλλες ουσίες, με χρήση οργανικού διαλύτη. Ο διαλύτης αποστάζεται και το υπόλειμμα ξηραίνεται, ζυγίζεται και αντιπροσωπεύει τις ΟΛΟ.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Ζυγίζονται 2 g δείγματος με ακρίβεια 0.1 mg και μεταφέρονται στο φυσίγγιο κυτταρίνης με τη μεταλλική στεφάνη, το οποίο πωματίζεται με τεμάχιο βαμβακιού.
- Στη συνέχεια τα φυσίγγια τοποθετούνται για 1 ώρα σε κλίβανο (στους 103°C), ώστε να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας, διότι δυσχεραίνει την εκχύλιση.
- Ζυγίζεται το ειδικό ποτήρι από αλουμίνιο, το οποίο προηγουμένως έχει προξηρανθεί (στους 103°C για 1 ώρα) και ψυχθεί μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος εντός ξηραντήρα.
- Τα φυσίγγια αναρτώνται στη συσκευή εκχύλισης Soxhlet (Soxtec Avanti 2055) με τη χρήση ειδικών στατό (6 κάθε φορά) σε ειδικές θέσεις με μαγνήτη (εικόνα 17).
- Στα ποτήρια αλουμινίου προστίθενται περίπου 70 ml πετρελαϊκού αιθέρα με χρήση δοσομετρικής αντλίας.
- Στη συνέχεια γίνεται βρασμός στους 80°C για 75 min, κατά τη διάρκεια του οποίου εκχυλίζονται οι ΟΛΟ μέσα στα ποτήρια.
- Τα ποτήρια με το υπόλειμμα των ΟΛΟ μεταφέρονται σε κλίβανο, όπου ξηραίνονται στους 103°C για 30 min.
- Στη συνέχεια ψύχονται σε ξηραντήρα και ζυγίζεται το μεικτό βάρος τους με ακρίβεια 0.1 mg.

Για τον προσδιορισμό των ΟΛΟ χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\text{ΟΛΟ (\%)} = [(W_2 - W_0) \times 100] / W_1$$

Όπου: W_0 = βάρος κενού ποτηριού (g)

W_1 = βάρος δείγματος (g)

W_2 = μικτό βάρος ποτηριού και λίπους (g)



Εικόνα 17: Συσκευή εκχύλισης Soxhlet (Soxtec Avanti 2055), φυσίγγιο κυτταρίνης και ειδικό ποτήρι από αλουμίνιο (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3.5. Προσδιορισμός δομικών πολυσακχαριτών (κλασμάτωση ινωδών ουσιών)

Οι υδατάνθρακες (πολυσακχαρίτες) αποτελούν πηγή ενέργεια για τους οργανισμούς και παρουσιάζουν εξαιρετικά μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τη φύση τους. Μία γενική κατάταξη διακρίνει τους πολυσακχαρίτες ανάμεσα σε αποθηκευτικούς (μη δομικούς) και δομικούς. Οι αποθηκευτικοί αποτελούν τη μορφή με την οποία τα φυτά αποθηκεύουν την ενέργεια που χρειάζονται στο κυτταρόπλασμα τους και περιλαμβάνουν σύνθετους πολυσακχαρίτες, όπως το άμυλο (αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη) στους δημητριακούς καρπούς. Οι δομικοί αποτελούν μία πιο πολύπλοκη, ως προς τη σύστασή της, κλάση πολυσακχαριτών. Ένας αναλυτικός χαρακτηρισμός των δομικών πολυσακχαριτών επιτυγχάνεται με την τακτική Van Soest.

Σύμφωνα με αυτή προσδιορίζονται τρία κλάσματα δομικών πολυσακχαριτών: α) το NDF (Neutral Detergent Fiber) που αντιπροσωπεύει το σύνολο των κυτταρικών τοιχωμάτων που είναι αδιάλυτα στο διάλυμα ουδέτερης αντίδρασης (NDS) της μεθόδου και περιλαμβάνει την κυτταρίνη, τις ημικυτταρίνες και τη λιγνίνη, β) το ADF (Acid Detergent Fiber) που αντιπροσωπεύει το σύνολο των κυτταρικών τοιχωμάτων που είναι αδιάλυτα στο διάλυμα όξινης αντίδρασης (ADS) της μεθόδου και περιλαμβάνει την κυτταρίνη και τη λιγνίνη, και γ) το ADL (Acid Detergent Lignin) που περιλαμβάνει μόνο τη λιγνίνη. Ο αναλυτικός προσδιορισμός των παραπάνω κλασμάτων των δομικών πολυσακχαριτών, δίνει πολύτιμες πληροφορίες για το βαθμό αξιοποίησης, άρα τη θρεπτική αξία, των διαφόρων ζωοτροφών. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν μόνο τα κλάσματα NDF και ADF.

Κατά τη τακτική Van Soest, το ίδιο δείγμα της ζωοτροφής (κατόπιν εκχύλισης με αιθέρα) υποβάλλεται σε διαδοχικό βρασμό (πέψη) αρχικά με το διάλυμα ουδέτερης αντίδρασης (NDS), στη συνέχεια με το διάλυμα όξινης αντίδρασης (ADS).

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Ζυγίζονται ειδικά σακίδια με ακρίβεια 0.1 mg, αφού προηγουμένως έχουν σημανθεί με ανεξίτηλο μαρκαδόρο.
- Ζυγίζονται 0.45-0.55 g δείγματος με ακρίβεια 0.1 mg, απευθείας μέσα στα σακίδια. Έπειτα τα σακίδια θερμοσυγκολλούνται (σφραγίζονται ανά ένα) στα 4 περίπου mm από την πάνω (ανοικτή) πλευρά (εικόνα 18).
- Τα σακίδια τοποθετούνται ανά 3 σε 8 ειδικές θήκες (μέγιστο 24 σακίδια) και τοποθετούνται σε συσκευή πέψης (ANKOM200, ANKOM Technology). Πάνω στις θήκες τοποθετείται ειδικό βαρίδι για να κρατάει τα δείγματα εντός του χρησιμοποιούμενου διαλύματος.
- Προστίθενται στο δοχείο της συσκευής περίπου 1800-1900 ml NDS διαλύματος.
- Η συσκευή σφραγίζεται και ενεργοποιείται η ανάδευση και η θέρμανση (100°C). Τα δείγματα παραμένουν (πέπτονται) για 75 min συνολικά.
- Εν συνεχεία, απενεργοποιείται η συσκευή, απομακρύνεται το διάλυμα από ειδική βαλβίδα, η συσκευή ανοίγεται και τα σακίδια ξεπλένονται 3 φορές με 1900 ml θερμού (70-90°C) απιονισμένου νερού.
- Τα σακίδια βγαίνουν από τη συσκευή, πιέζονται ελαφρά για να απομακρυνθεί η περίσσεια ποσότητα νερού και τοποθετούνται σε κλίβανο στους 103° C για αρκετές ώρες (στην συγκεκριμένη περίπτωση παρέμειναν στον κλίβανο για ένα βράδυ).
- Έπειτα, τα σακίδια ψύχονται σε ξηραντήρα μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος και καταγράφεται το μικτό βάρος με ακρίβεια 0.1 mg.

Για τον προσδιορισμό του NDF χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\text{NDF (\%)} = [W_3 - (W_1 \times C_1)] \times 100 / W_2$$

Όπου: W_1 = βάρος σακιδίου (g)

W_2 = βάρος δείγματος (g)

W_3 = μικτό βάρος μετά την ξήρανση (g)

C_1 = Συντελεστής διόρθωσης κενού σακιδίου (μέσος όρος μικτό βάρος μετά την ξήρανση διαιρούμενο με το αρχικό βάρος σακιδίου)

- Ακολούθως, τα σακίδια τοποθετούνται ξανά στις ειδικές θήκες της συσκευής και προστίθενται στο δοχείο περίπου 1800-1900 ml ADS διαλύματος.
- Η συσκευή σφραγίζεται και ενεργοποιείται η ανάδευση και η θέρμανση (100°C). Τα δείγματα παραμένουν (πέπτονται) για 60 min συνολικά.
- Κατόπιν, απενεργοποιείται η συσκευή, απομακρύνεται το διάλυμα από ειδική βαλβίδα, η συσκευή ανοίγεται και τα σακίδια ξεπλένονται 3 φορές (ή μέχρι το διήθημα να είναι ουδέτερο) με 1900 ml θερμού (70-90°C) απιονισμένου νερού.
- Τα σακίδια βγαίνουν από τη συσκευή, πιέζονται ελαφρά για να απομακρυνθεί η περίσσεια ποσότητα νερού και τοποθετούνται σε κλίβανο στους 103°C για 2 - 4 ώρες (ομοίως, παρέμειναν στον κλίβανο για ένα βράδυ).
- Τέλος, τα σακίδια ψύχονται σε ξηραντήρα μέχρις θερμοκρασίας περιβάλλοντος και καταγράφεται το μικτό βάρος με ακρίβεια 0.1 mg.

Για τον προσδιορισμό του ADF χρησιμοποιείται ο τύπος

$$ADF (\%) = [W_3 - (W_1 \times C_1)] \times 100 / W_2$$

Όπου: W_1 = βάρος σακιδίου (g)

W_2 = βάρος δείγματος (g)

W_3 = μικτό βάρος μετά την ξήρανση (g)

C_1 = Συντελεστής διόρθωσης κενού σακιδίου (μέσος όρος μικτό βάρος μετά την ξήρανση διαιρούμενο με το αρχικό βάρος σακιδίου)



Εικόνα 18: Πάνω αριστερά ζύγιση 0.5 g δείγματος, δεξιά συγκόλληση σακιδίου, κάτω ζύγιση μικτού βάρους μετά από ανάλυση (εικόνα από προσωπικό αρχείο)

3.4.3.6. Απόδοση πρωτεΐνης

Ο όρος απόδοση πρωτεΐνης αναφέρεται στην ποσότητα της πρωτεΐνης που θα δώσουν τα φυτά που έχουν καλλιεργηθεί σε ένα στρέμμα. Είναι σημαντικό να μελετηθεί καθώς δίνει σημαντικές πληροφορίες τόσο για την ανάπτυξη όσο και για την ενεργειακή αξία των φυτών. Υπολογίστηκε με πολλαπλασιασμό του ποσοστού των ΟΑΟ με το ξηρό βάρος και στη συνέχεια έγινε αναγωγή στο στρέμμα.

3.5. Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα Statistica 7 (StatSoft Inc., Tulsa, OK 74104, USA). Έγινε ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τα δεδομένα του πειράματος και μελετήθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ όλων των υπό μελέτη χαρακτηριστικών. Κατόπιν, δημιουργήθηκαν διαγράμματα στα οποία απεικονίζεται η εξέλιξη των υπό μελέτη χαρακτηριστικών στην διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας και scatterplots για να αποτυπωθούν κάποιες από τις πιο ισχυρές συσχετίσεις. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτιμήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0.05$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η σύγκριση όλων των αποτελεσμάτων έγινε με βάση ένα παράγοντα, τον παράγοντα λίπανση. Η λίπανση που εφαρμόστηκε στον αγρό, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 ήταν τόσο οργανική όσο και ανόργανη. Τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε 2 κατηγορίες, με βάση ορισμένα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αφορούσαν στο ύψος, στην πυκνότητα και στο νωπό - ξηρό βάρος των φυτών. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αφορούσαν στη ξηρή ουσία, τέφρα, ολικές αζωτούχες ουσίες, λιπαρές ουσίες και στα κλάσματα ινωδών ουσιών NDF και ADF.

4.1. Ποσοτικά χαρακτηριστικά

Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν τα εξής:

- Ύψος φυτών
- Νωπό Βάρος
- Ξηρό Βάρος

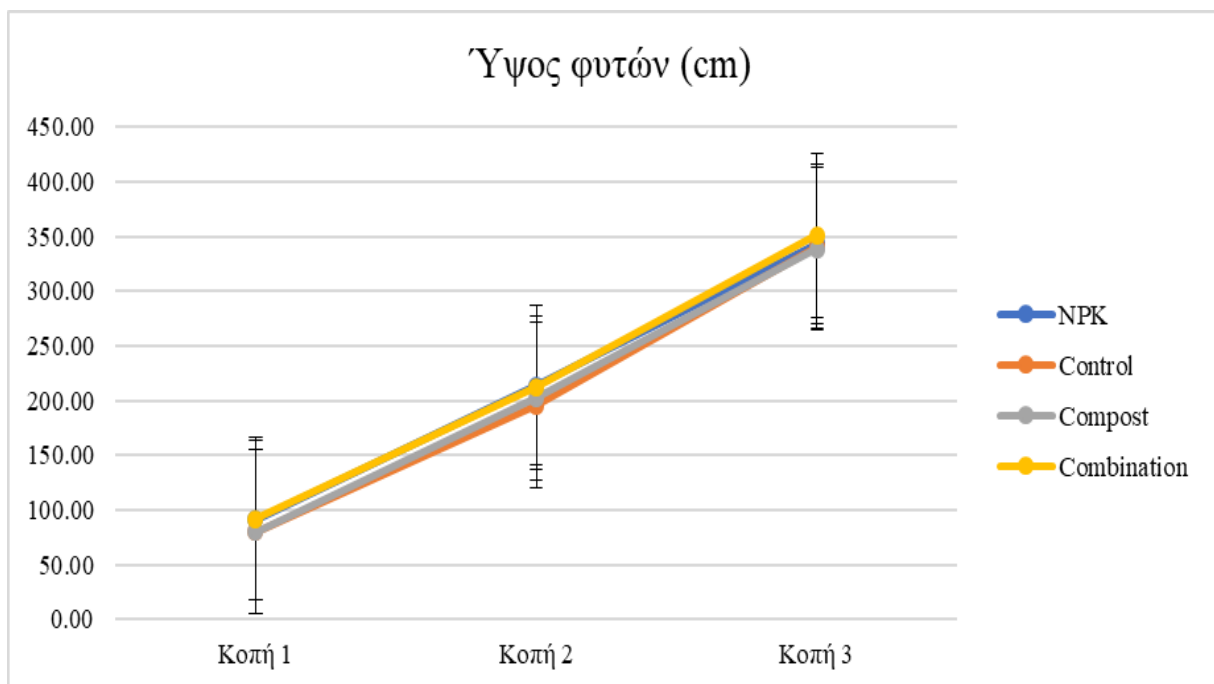
4.1.1. Ύψος φυτών

Από την ανάλυση διασποράς (ANOVA) φαίνεται ότι το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα από τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης που εφαρμόστηκαν, σε καμία από τις 3 κοπές που έγιναν. Στον πίνακα 6 φαίνεται ότι το p-value είναι μεγαλύτερο από 0.05, και όχι μικρότερο (ή ίσο) όπως θα ήταν το αναμενόμενο, επομένως δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στο ύψος των φυτών όσον αφορά στα επίπεδα της λίπανσης.

Πίνακας 6: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο ύψος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

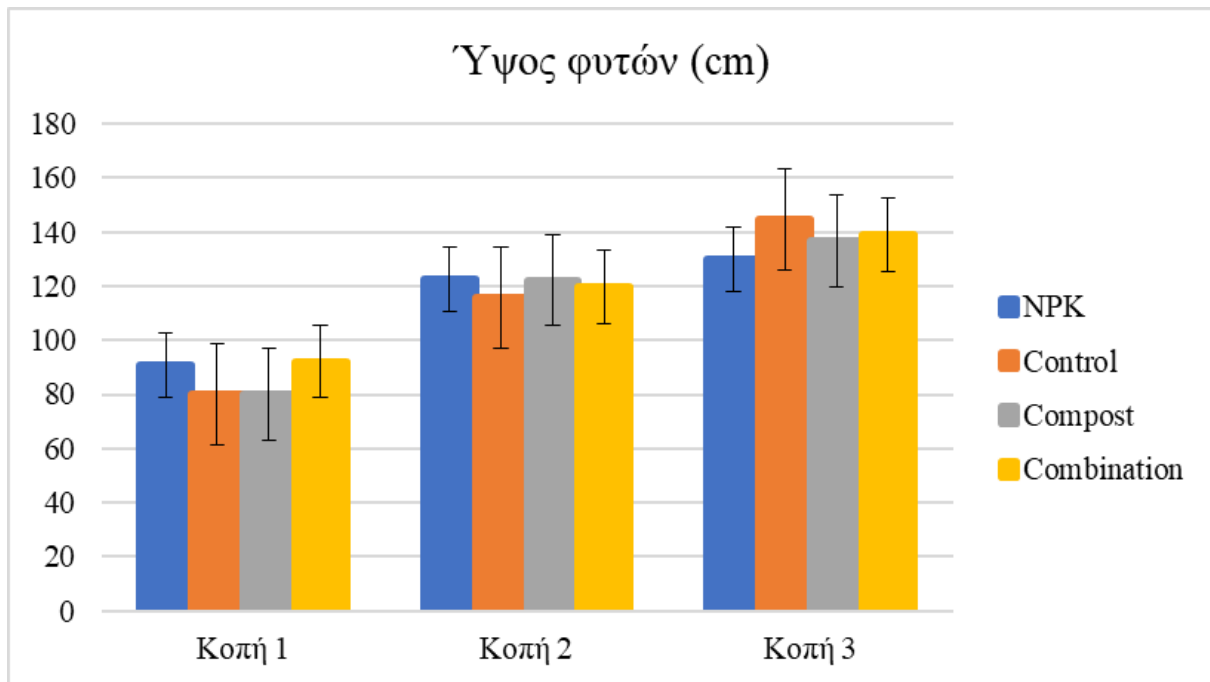
		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	528.1	3	176.0	1.3583	0.302309
	Σφάλμα	1555.0	12	129.6		
Κοπή 2	Λίπανση	128.0	3	42.7	0.696	0.572194
	Σφάλμα	736.0	12	61.3		
Κοπή 3	Λίπανση	466.4	3	155.5	1.303	0.318708
	Σφάλμα	1432.2	12	119.3		

Στο διάγραμμα 4 φαίνεται η αύξηση του ύψους των φυτών από την 1^η μέχρι την τελευταία μέτρηση συνολικά, σε συνάρτηση με τα 4 επίπεδα λίπανσης. Παρατηρείται αύξηση του ύψους για όλα τα επίπεδα λίπανσης με τη συνδυασμένη λίπανση (combination) να υπερτερεί ελάχιστα έναντι των υπολοίπων, ενώ δεν φαίνεται να υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις τιμές για κανένα επίπεδο λίπανσης.



Διάγραμμα 4: Άθροισμα ύψους (cm) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα

Το παραπάνω φαίνεται πιο καθαρά στο διάγραμμα 5, όπου σημειώνεται η πορεία του ύψους των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά. Παρατηρείται λοιπόν, ότι στην 1^η κοπή η ανόργανη (NPK) και η συνδυασμένη λίπανση (combination) υπερτερούν έναντι των υπολοίπων, ενώ στην 3^η η απουσία λίπανσης (control) έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η απουσία λίπανσης (control) προκάλεσε και την πιο ομοιόμορφη αύξηση του ύψους των φυτών.



Διάγραμμα 5: Πορεία ύψους (cm) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.1.2. Νωπό βάρος φυτών

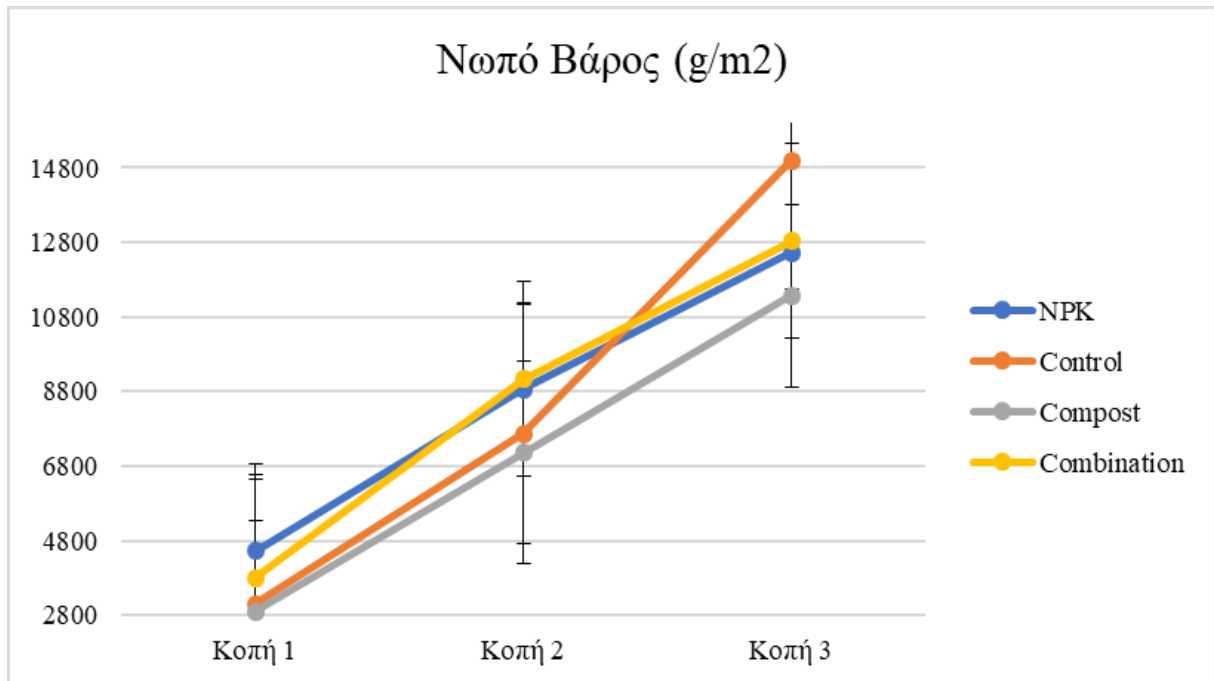
Στον πίνακα 7 φαίνεται η ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το νωπό βάρος των φυτών. Παρατηρείται ότι το νωπό βάρος δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το επίπεδο της λίπανσης (p -value > 0.05), ωστόσο στην 3^η κοπή το p -value είναι οριακά μεγαλύτερο του 0,05, τόσο που μπορεί να θεωρηθεί ίσο του 0.05. Σε αυτή την περίπτωση, φαίνεται ότι το νωπό βάρος επηρεάστηκε από το επίπεδο λίπανσης.

Πίνακας 7: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	6580949	3	2193650	1.2746	0.327335
	Σφάλμα	20652932	12	1721078		
Κοπή 2	Λίπανση	2864321	3	954774	0.3462	0.792543
	Σφάλμα	33092099	12	2757675		
Κοπή 3	Λίπανση	36756327	3	12252109	3.39710	0.053609
	Σφάλμα	43279691	12	3606641		

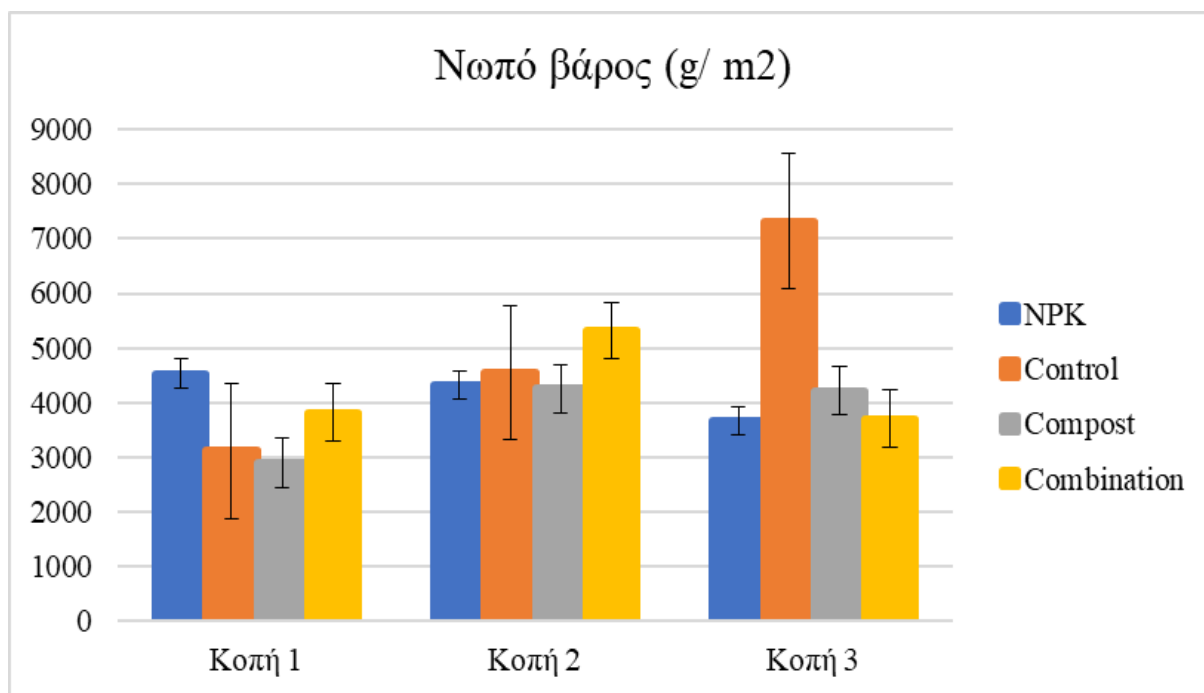
Στο διάγραμμα 6 φαίνεται ότι υπάρχει μια συνολική αύξηση του νωπού βάρους για όλα τα επίπεδα λίπανσης, με την ανόργανη λίπανση (NPK) να υπερτερεί (με μικρή διαφορά) των

υπολοίπων στην 1^η κοπή και τη συνδυασμένη λίπανση (combination) στην 2^η κοπή. Αντίθετα, στην 3^η κοπή η απουσία λίπανσης (control) παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές με μεγαλύτερη διαφορά από τα υπόλοιπα επίπεδα, για το νωπό βάρος, κάτι που εξηγεί και την τιμή του p-value, όπως αυτή διαμορφώνεται από την ανάλυση διασποράς. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η οργανική λίπανση (compost) προκάλεσε μια σταθερή αύξηση του νωπού βάρους των φυτών.



Διάγραμμα 6: Άθροισμα νωπού βάρους (g /m²) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

Ωστόσο, κοιτάζοντας το διάγραμμα 7, στο οποίο καταγράφεται η πορεία του νωπού βάρους για την κάθε κοπή ξεχωριστά, παρατηρείται μια μικρή διαφοροποίηση των τιμών. Η ανόργανη λίπανση (NPK) παρουσιάζει μια πτωτική πορεία, η συνδυασμένη (combination) όπως και η οργανική (compost) παρουσιάζουν μια αυξομείωση, ενώ η απουσία λίπανσης (control) παρουσιάζει ανοδική πορεία, δίνοντας στην 3^η κοπή τη μεγαλύτερη τιμή και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες λιπάνσεις. Το παραπάνω μπορεί να εξηγήσει και τα αποτελέσματα που έδωσε η ανάλυση διασποράς (ANOVA).



Διάγραμμα 7: Πορεία νωπού βάρους (g /m²) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.1.3. Ξηρό βάρος φυτών

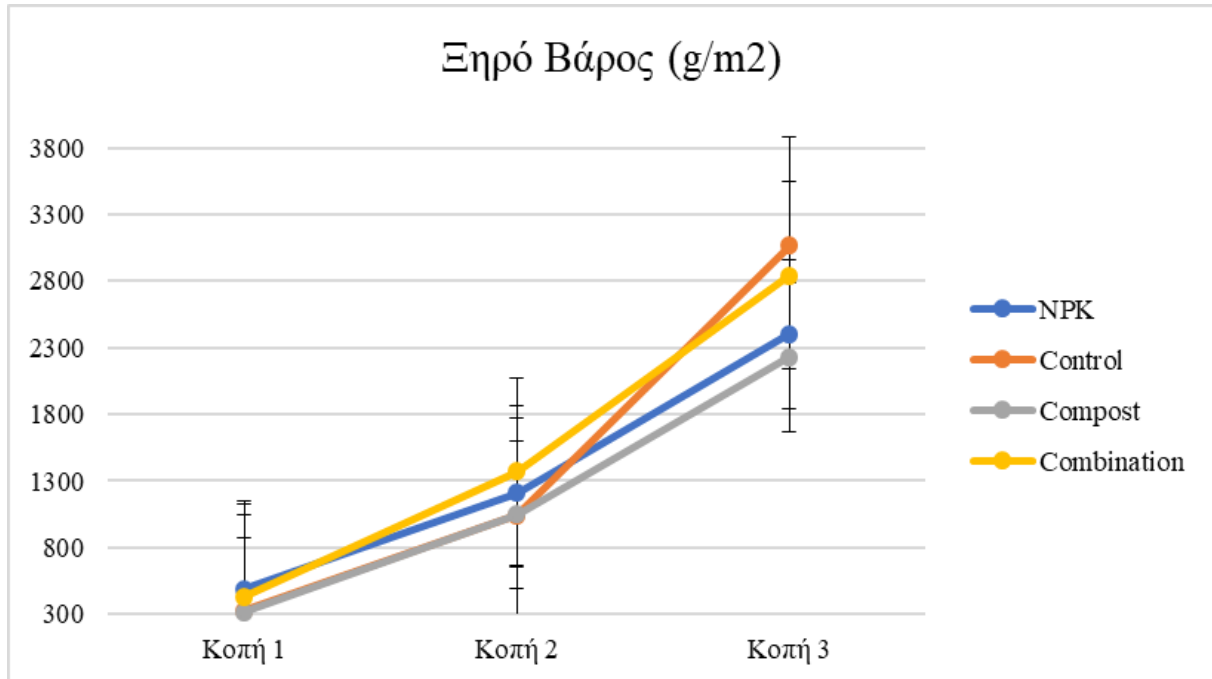
Από τον πίνακα 8 παρατηρείται ότι το ξηρό βάρος των φυτών δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το επίπεδο λίπανσης, καθώς και για τις 3 κοπές η τιμή σημαντικότητας (p-value) είναι μεγαλύτερη του 0.05.

Πίνακας 8: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	79315	3	26438	1.3640	0.300693
	Σφάλμα	232598	12	19383		
Κοπή 2	Λίπανση	146296	3	48765	0.7944	0.520214
	Σφάλμα	736628	12	61386		
Κοπή 3	Λίπανση	1862469	3	620823	2.4243	0.116313
	Σφάλμα	3073002	12	256083		

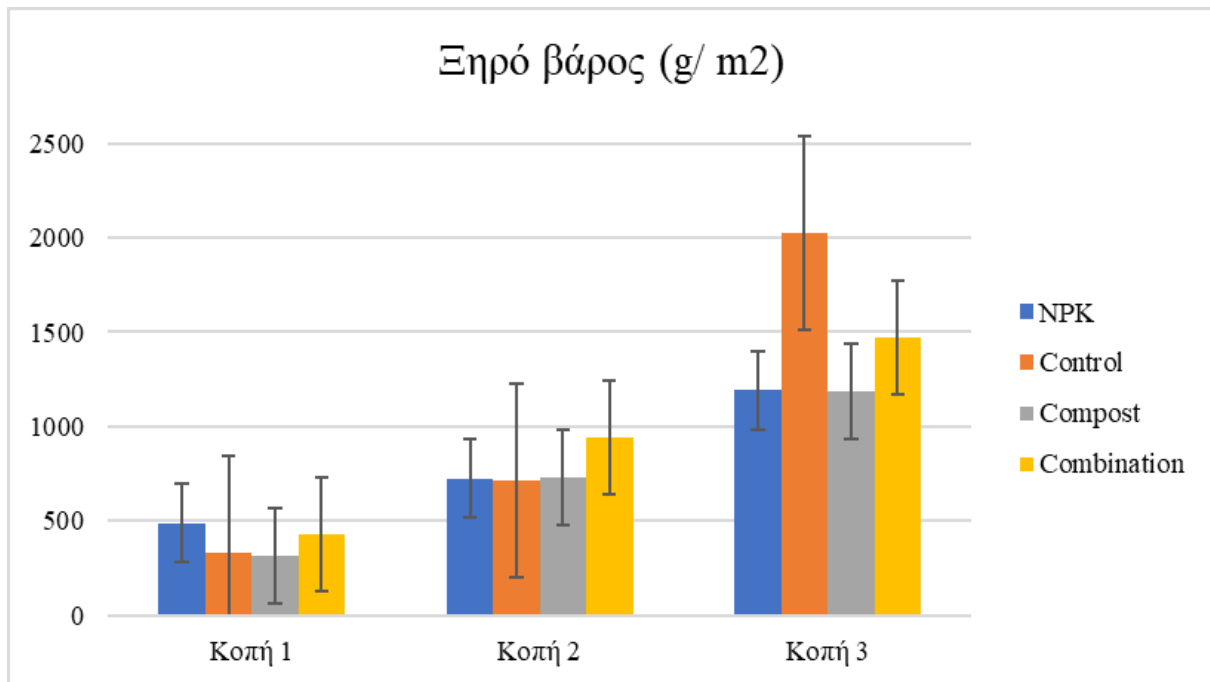
Στο διάγραμμα 8 φαίνεται ότι το ξηρό βάρος μεταβλήθηκε με παρόμοιο τρόπο και στα 4 επίπεδα λίπανσης τόσο για την 1^η όσο και για την 2^η κοπή, ωστόσο στην 3^η κοπή η απουσία λίπανσης (control) φαίνεται να προκάλεσε μεγαλύτερη αύξηση του ξηρού βάρους σε σχέση

με τα υπόλοιπα επίπεδα, ακολουθούμενη από τη συνδυασμένη λίπανση (combination). Αυτό είναι λογικό αφού η απουσία λίπανσης (control) έδωσε και το μεγαλύτερο νωπό βάρος στην 3^η κοπή.



Διάγραμμα 8: Άθροισμα ξηρού βάρους (g/m²) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

Το παραπάνω παρατηρείται και στο διάγραμμα 9, όπου καταγράφεται η πορεία του ξηρού βάρους των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά. Παρατηρείται ότι στις 2 πρώτες κοπές και τα 4 επίπεδα λίπανσης έδωσαν παρόμοιες τιμές με μια μικρή διαφορά της ανόργανης (NPK) στην 1^η και της συνδυασμένης λίπανσης (combination) στην 2^η κοπή, ενώ και στο συγκεκριμένο διάγραμμα είναι φανερή η διαφοροποίηση του μάρτυρα (control), δηλαδή της απουσίας λίπανσης στην 3^η κοπή.



Διάγραμμα 9: Πορεία ξηρού βάρους (g /m²) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν τα εξής:

- Ξηρή ουσία
- Τέφρα
- Ολικές Αζωτούχες Ουσίες
- Λιπαρές ουσίες
- Κλάσματα Ινωδών Ουσιών NDF – ADF

Μεταξύ των άλλων, υπολογίστηκε και η απόδοση της πρωτεΐνης των φυτών σε kg/στρέμμα.

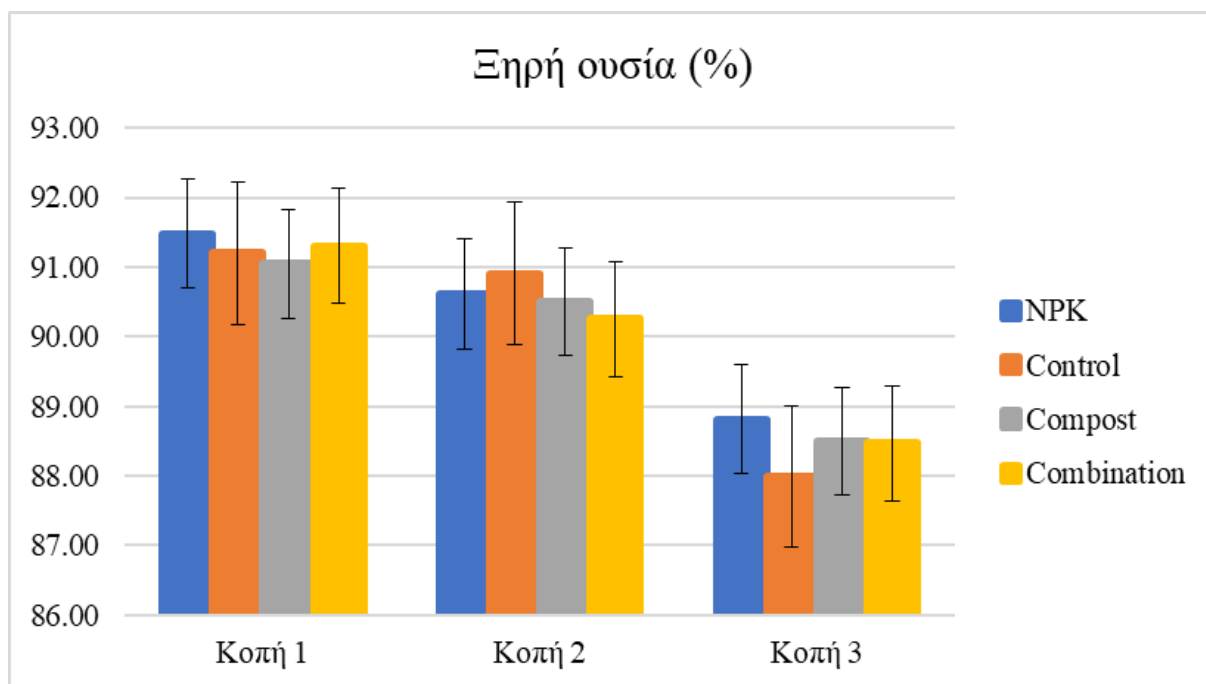
4.2.1. Ξηρή Ουσία

Από την ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 9) προκύπτει ότι το p-value είναι μεγαλύτερο του 0.05, επομένως η ξηρή ουσία των φυτών φαίνεται να μην επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τη λίπανση σε καμία από τις 3 κοπές που έγιναν.

Πίνακας 9: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στη ξηρή ουσία των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	0.4	3	0.1	0.6	0.623616
	Σφάλμα	2.7	12	0.2		
Κοπή 2	Λίπανση	0.9	3	0.3	0.9	0.488087
	Σφάλμα	4.1	12	0.3		
Κοπή 3	Λίπανση	1.4	3	0.5	0.26	0.850212
	Σφάλμα	21.0	12	1.8		

Στο διάγραμμα 10 παρατηρείται ότι στην 1^η κοπή τα φυτά έδωσαν αυξημένη ξηρή ουσία, άρα είχαν χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Καθώς, όμως, προχωράει η ανάπτυξη των φυτών (2^η-3^η κοπή) παρατηρείται μείωση της ξηρής ουσίας. Επιπλέον, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ξηρής ουσίας στην 3^η κοπή το έδωσαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν στην ανόργανη λίπανση (NPK) και το μικρότερο αυτά που αναπτύχθηκαν σε απουσία λίπανσης (control), ενώ ενδιάμεση κατάσταση παρουσίασαν αυτά που αναπτύχθηκαν στην οργανική (compost) και στη συνδυασμένη (combination) λίπανση. Τέλος, μεγαλύτερη πτώση του ποσοστού της περιεκτικότητας (μείωση 3.2%) σε ξηρή ουσία εμφανίζεται στην απουσία λίπανσης (control).



Διάγραμμα 10: Πορεία περιεκτικότητας ξηρής ουσίας (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

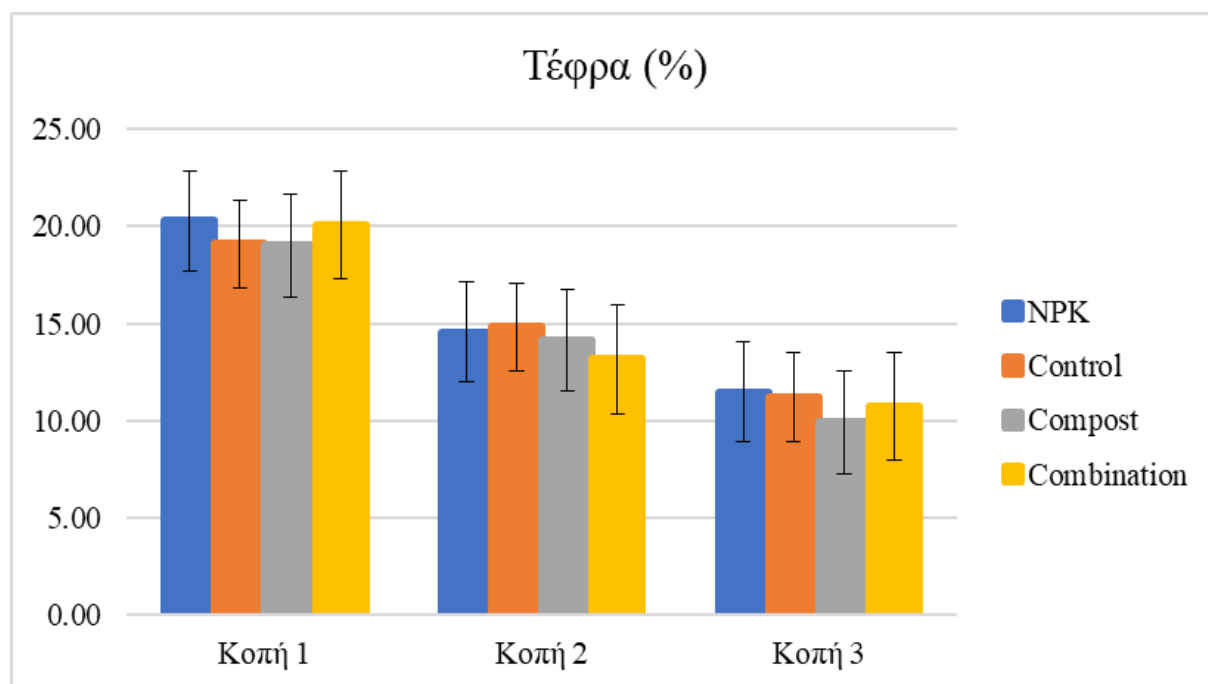
4.2.2. Τέφρα

Από την ανάλυση διασποράς (ANOVA , πίνακας 10) που έγινε για την τέφρα των φυτών παρατηρείται τιμή μεγαλύτερη του 0.05 για το p-value για την 1^η κοπή, που σημαίνει ότι τον πρώτο ενάμιση μήνα η λίπανση δεν προκάλεσε κάποια αξιοσημείωτη μεταβολή στην τέφρα. Ωστόσο, στην 2^η και 3^η κοπή το p-value είναι μικρότερο του 0.05, δηλαδή σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ο παράγοντας λίπανση φάνηκε να επηρέασε στατιστικά σημαντικά την ολική τέφρα των φυτών καθώς προχωρούσε η ανάπτυξη τους από τον 2^ο μήνα και ύστερα.

Πίνακας 10: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στην τέφρα των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	5.094	3	1.698	1.056	0.403598
	Σφάλμα	19.290	12	1.607		
Κοπή 2	Λίπανση	6.307	3	2.102	3.924	0.036500
	Σφάλμα	6.430	12	0.536		
Κοπή 3	Λίπανση	5.610	3	1.870	4.917	0.018726
	Σφάλμα	4.563	12	0.380		

Στο διάγραμμα 11 παρατηρείται μείωση του ποσοστού της τέφρας των φυτών για όλα τα επίπεδα λίπανσης. Παρατηρείται ότι από την 1^η στην 2^η κοπή προκλήθηκε πιο απότομη μείωση του ποσοστού, περίπου 4.5 - 7% σε σχέση με τη μείωση που προκλήθηκε από την 2^η στην 3^η, περίπου 3 - 4.2% , ενώ μεγαλύτερη συνολική μείωση της τάξης του 9,3% προκάλεσε η επίδραση της συνδυασμένης λίπανσης (combination).



Διάγραμμα 11: Πορεία περιεκτικότητας τέφρας (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.2.3. Ολικές αζωτούχες ουσίες (ΟΑΟ)

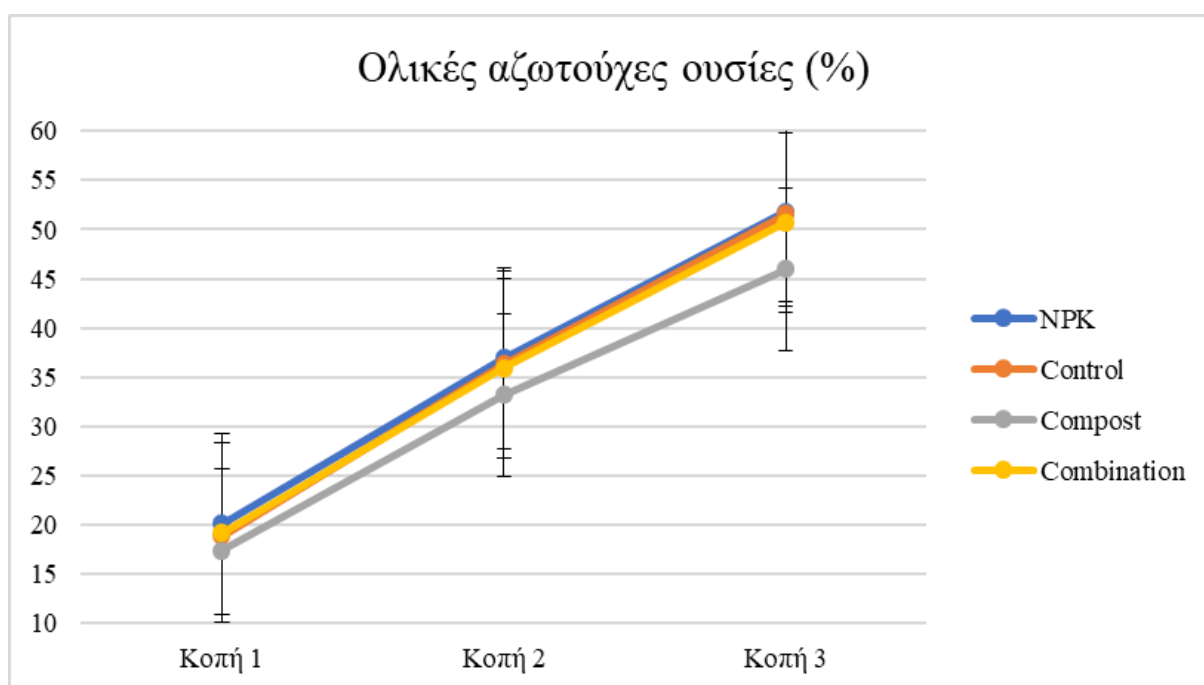
Η ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 11) για τις ΟΑΟ έδειξε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5% η περιεκτικότητά τους στους ιστούς των φυτών δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το επίπεδο της λίπανσης (p -value > 0.05 και στις 3 κοπές).

Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στις ολικές αζωτούχες ουσίες των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	15.146	3	5.049	0.975	0.436539
	Σφάλμα	62.120	12	5.177		
Κοπή 2	Λίπανση	5.074	3	1.691	1.083	0.393424

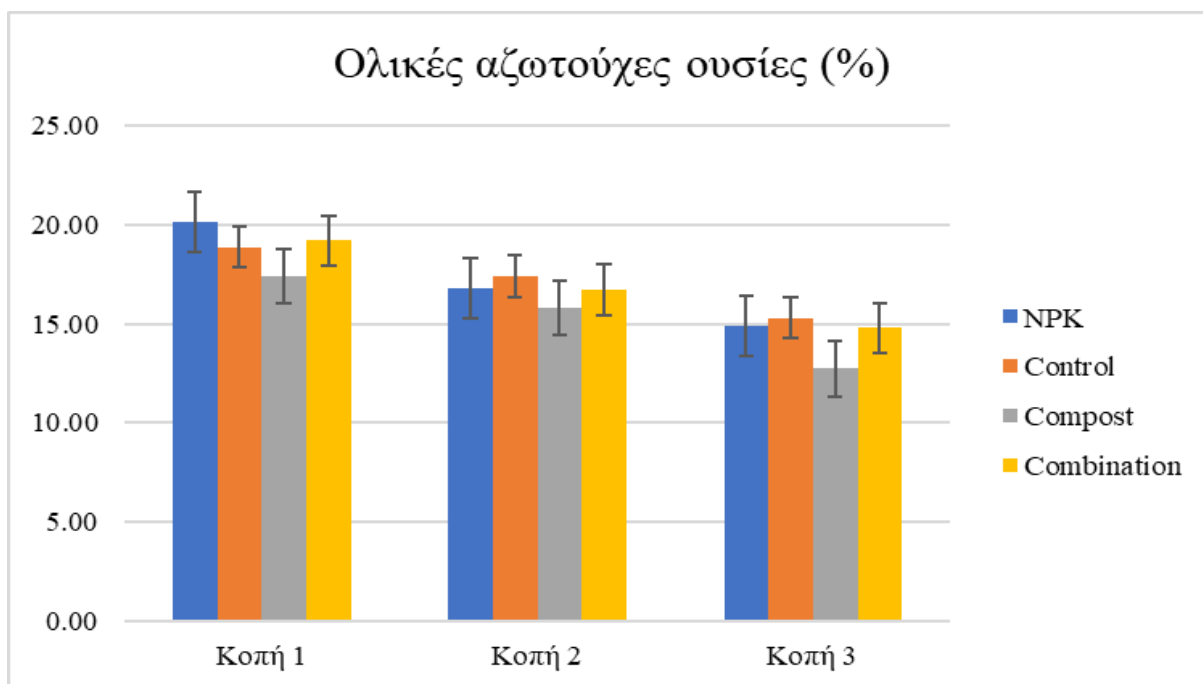
	Σφάλμα	18.741	12	1.562		
Κοπή 3	Λίπανση	15.954	3	5.318	1.5230	0.258982
	Σφάλμα	41.903	12	3.492		

Το αποτέλεσμα που δόθηκε από την ANOVA μπορεί να ενισχυθεί και από το διάγραμμα που διαμορφώθηκε για την περιεκτικότητα των φυτών σε ΟΑΟ (διάγραμμα 12). Παρατηρείται ότι κανένα επίπεδο λίπανσης δεν επηρέασε ιδιαίτερα την περιεκτικότητα των φυτών σε ΟΑΟ καθώς όλα έδωσαν παρόμοιες τιμές. Μικρή εξαίρεση αποτελεί η οργανική λίπανση (compost) η οποία έδωσε τις μικρότερες τιμές για την περιεκτικότητα σε ΟΑΟ καθόλη την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών, δηλαδή και στις 3 κοπές.



Διάγραμμα 12: Άθροισμα περιεκτικότητας ολικών αζωτούχων ουσιών (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

Παρόμοια εικόνα παρουσιάζει και το διάγραμμα 13, στο οποίο καταγράφεται η πορεία περιεκτικότητας ΟΑΟ των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά. Παρατηρείται ότι υπάρχει πτώση των ΟΑΟ από την 1^η στην 3^η κοπή και για τα 4 επίπεδα λίπανσης, με την οργανική λίπανση (compost) να δίνει τις μικρότερες τιμές.



Διάγραμμα 13: Πορεία περιεκτικότητας ολικών αζωτούχων ουσιών (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

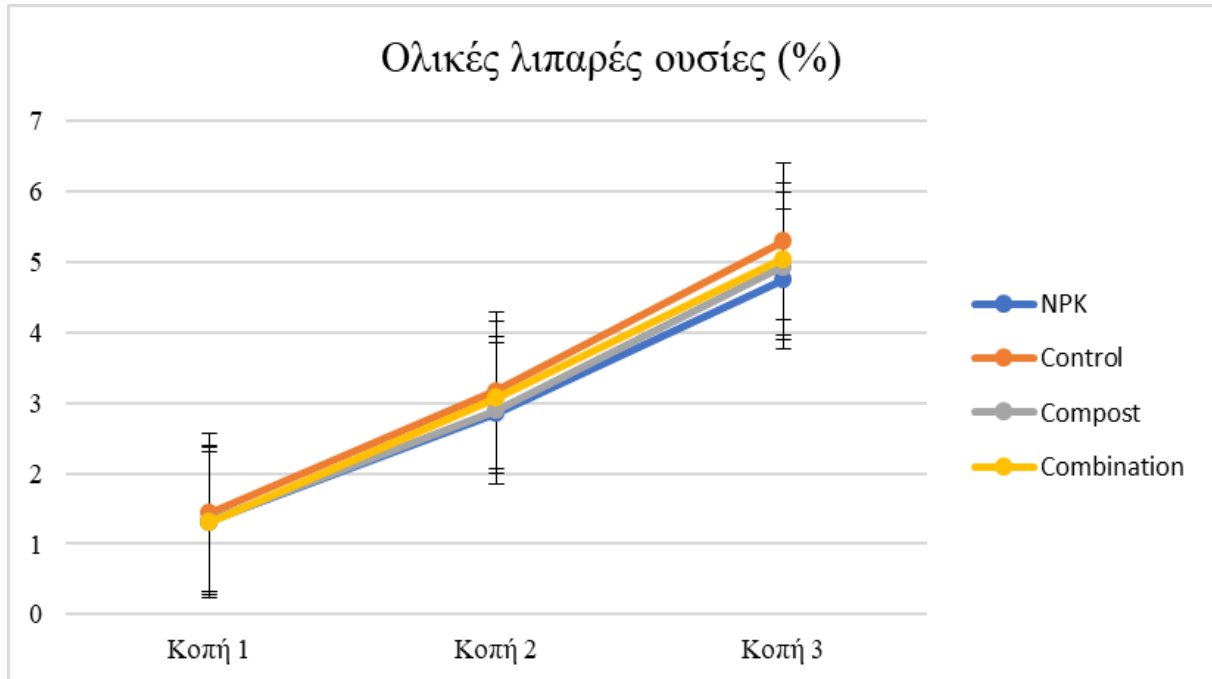
4.2.4. Ολικές λιπαρές ουσίες (ΟΛΟ)

Η περιεκτικότητα των φυτών σε λιπαρές ουσίες είναι ένα ακόμα ποιοτικό χαρακτηριστικό που φαίνεται να μην επηρεάστηκε από το επίπεδο της λίπανσης. Αυτό συμπεραίνεται από την ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 12) σύμφωνα με την οποία το p -value είναι μεγαλύτερο του 0.05 και για τις 3 κοπές, άρα δεν σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων που εφαρμόστηκαν σε κάθε τεμάχιο.

Πίνακας 12: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στις λιπαρές ουσίες των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

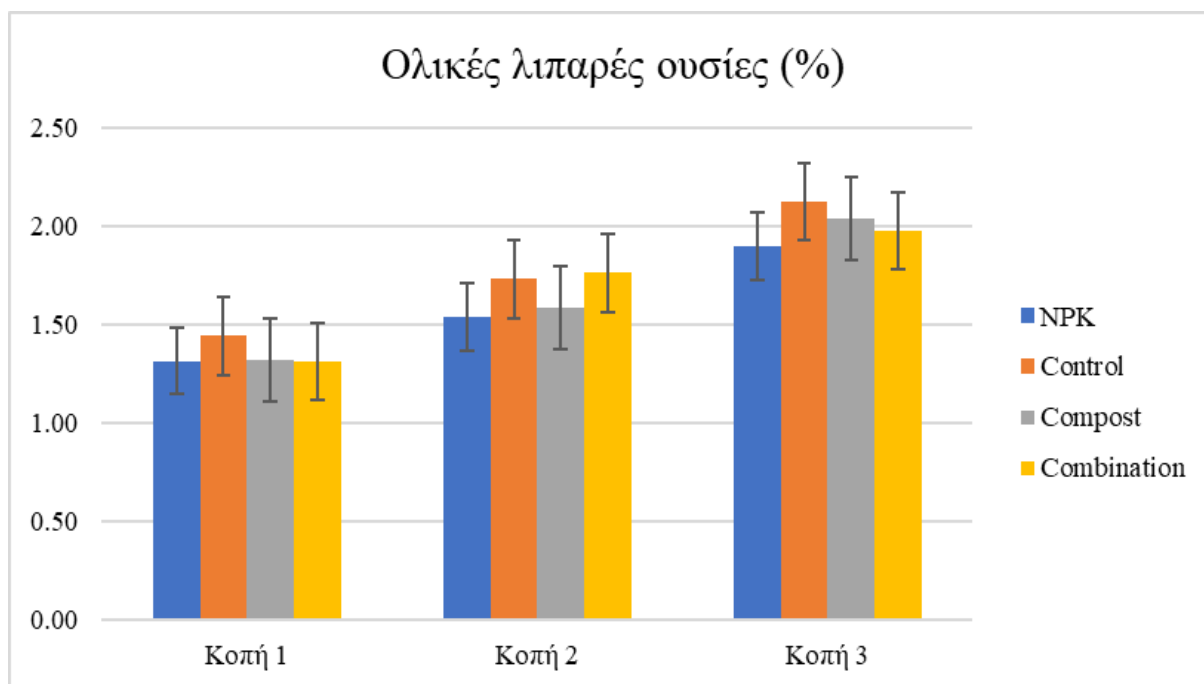
		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	0.04952	3	0.01651	0.4077	0.750287
	Σφάλμα	0.48585	12	0.04049		
Κοπή 2	Λίπανση	0.14507	3	0.04836	1.503	0.263900
	Σφάλμα	0.38612	12	0.03218		
Κοπή 3	Λίπανση	0.10980	3	0.03660	0.4134	0.746450
	Σφάλμα	1.06240	12	0.08853		

Στο διάγραμμα 14 φαίνεται ότι τα 4 επίπεδα λίπανσης δεν προκάλεσαν διαφορές στην περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε ΟΛΟ, παρά το γεγονός ότι με την πάροδο των ημερών υπήρξε άνοδος των ΟΛΟ στα φυτά.



Διάγραμμα 14: Άθροισμα περιεκτικότητας ολικών λιπαρών ουσιών (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

Μια πιο ξεκάθαρη εικόνα δίνει το διάγραμμα 15, στο οποίο καταγράφεται η πορεία της περιεκτικότητας των ΟΛΟ για την κάθε κοπή ξεχωριστά. Παρατηρείται ότι υπάρχει άνοδος των ΟΛΟ με μικρές διαφορές για τα 4 επίπεδα λίπανσης. Επιπλέον, παρατηρείται ότι τις μικρότερες τιμές έδωσε η ανόργανη λίπανση (NPK), ενώ τις μεγαλύτερες η απουσία λίπανσης (control).



Διάγραμμα 15: Πορεία περιεκτικότητας ολικών λιπαρών ουσιών (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.2.5. Κλάσματα ινωδών ουσιών

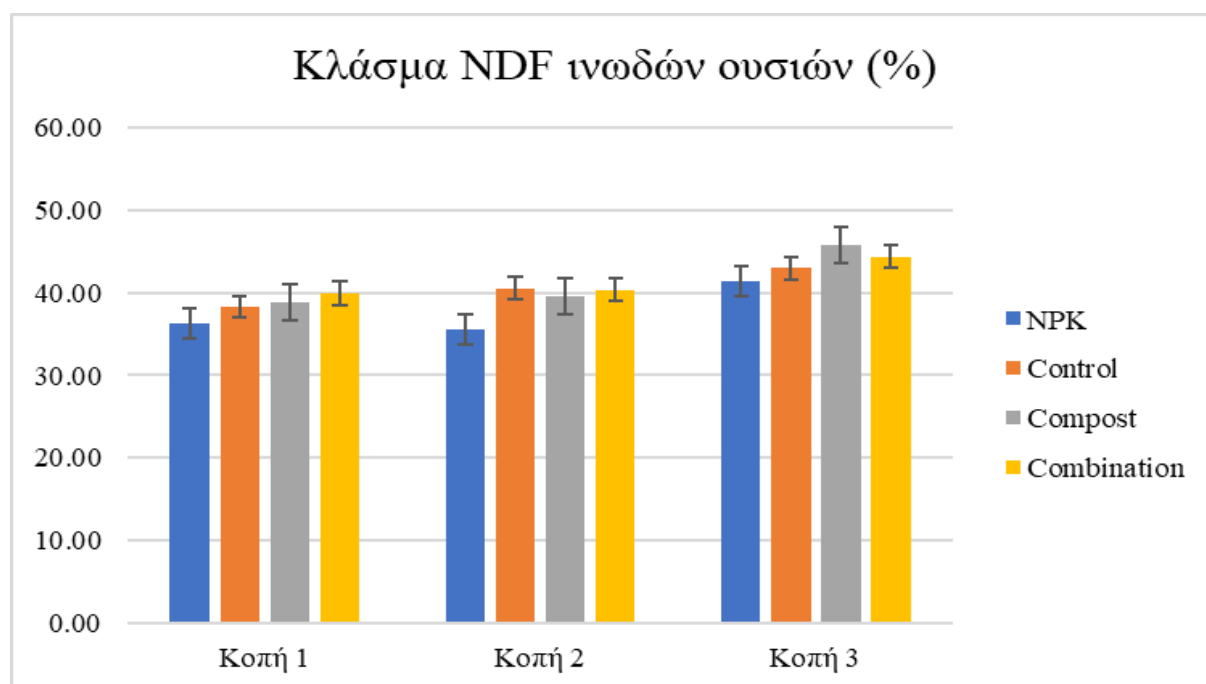
4.2.5.1. NDF

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, το NDF είναι το κλάσμα των ινωδών ουσιών το οποίο περιλαμβάνει την κυτταρίνη, τις ημικυτταρίνες και τη λιγνίνη των κυτταρικών τοιχωμάτων. Από την ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 13) φαίνεται ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5% επίσης δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τα 4 επίπεδα λίπανσης.

Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο κλάσμα NDF των ινωδών ουσιών των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	15.25	3	5.08	2.128	0.150029
	Σφάλμα	28.68	12	2.39		
Κοπή 2	Λίπανση	3.04	3	1.01	0.166	0.916974
	Σφάλμα	73.13	12	6.09		
Κοπή 3	Λίπανση	40.34	3	13.45	2.046	0.161217
	Σφάλμα	78.89	12	6.57		

Το παραπάνω ενισχύεται και με το διάγραμμα 16 στο οποίο παρατηρείται ότι όλα τα επίπεδα λίπανσης έδωσαν σχεδόν ταυτόσημες τιμές και για τις 3 κοπές. Αυτό σημαίνει ότι καθόλη την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών καμία λίπανση δεν μπόρεσε να επηρεάσει την σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων των υπό μελέτη φυτών.



Διάγραμμα 16: Πορεία περιεκτικότητας NDF (%) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

4.2.5.2. ADF

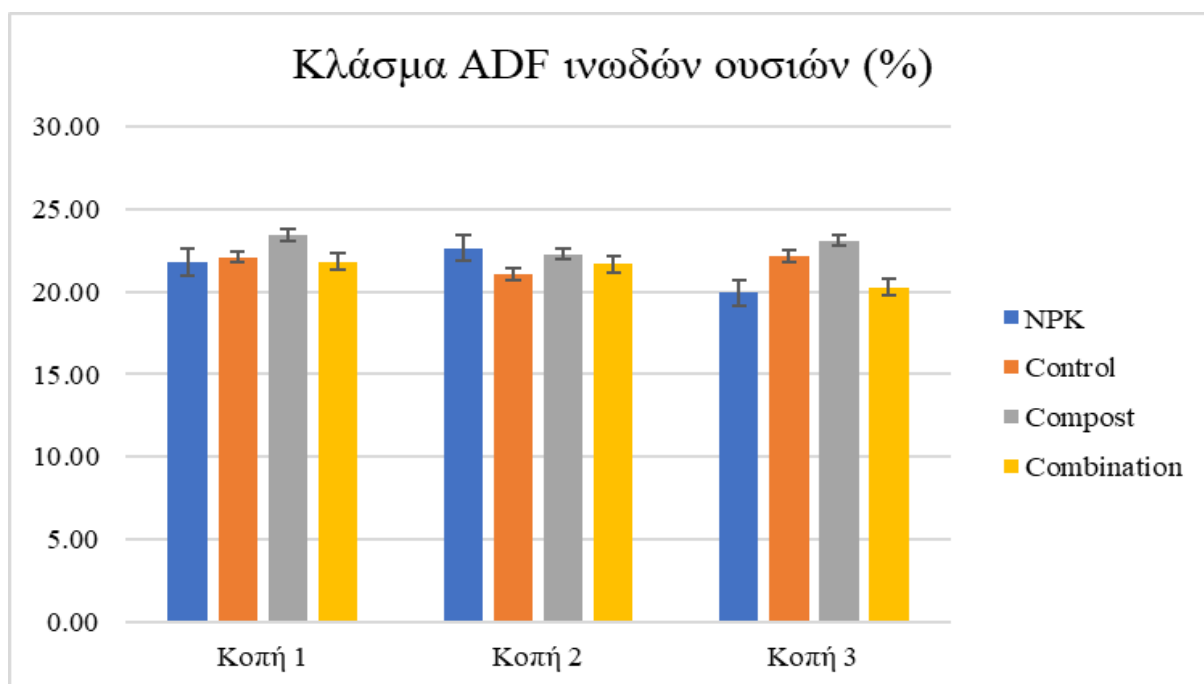
Το ADF είναι εκείνο το κλάσμα των ινωδών ουσιών που περιλαμβάνει τις ημικυτταρίνες και τη λιγνίνη των κυτταρικών τοιχωμάτων. Ομοίως με το NDF, έτσι και το ADF σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 14) δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το επίπεδο της λίπανσης.

Πίνακας 14: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στο κλάσμα ADF των ινωδών ουσιών των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	7.474	3	2.491	0.541	0.663020
	Σφάλμα	55.219	12	4.602		
Κοπή 2	Λίπανση	5.738	3	1.913	0.292	0.830512
	Σφάλμα	78.641	12	6.553		

Κοπή 3	Λίπανση	27.840	3	9.280	1.507	0.262748
	Σφάλμα	73.870	12	6.156		

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης διασποράς (ANOVA) απεικονίζεται στο διάγραμμα 17, στο οποίο φαίνεται ότι και στις 3 κοπές τα 4 επίπεδα λίπανσης έδωσαν παρόμοιες τιμές. Επιπλέον, παρατηρείται μια μικρή αυξομείωση των τιμών (μείωση από την 1^η στην 2^η κοπή και στη συνέχεια αύξηση στην 3^η κοπή). Ωστόσο, αυτή η αυξομείωση είναι παρόμοια και στα 4 επίπεδα λίπανσης.



Διάγραμμα 17: Πορεία περιεκτικότητας ADF (%) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

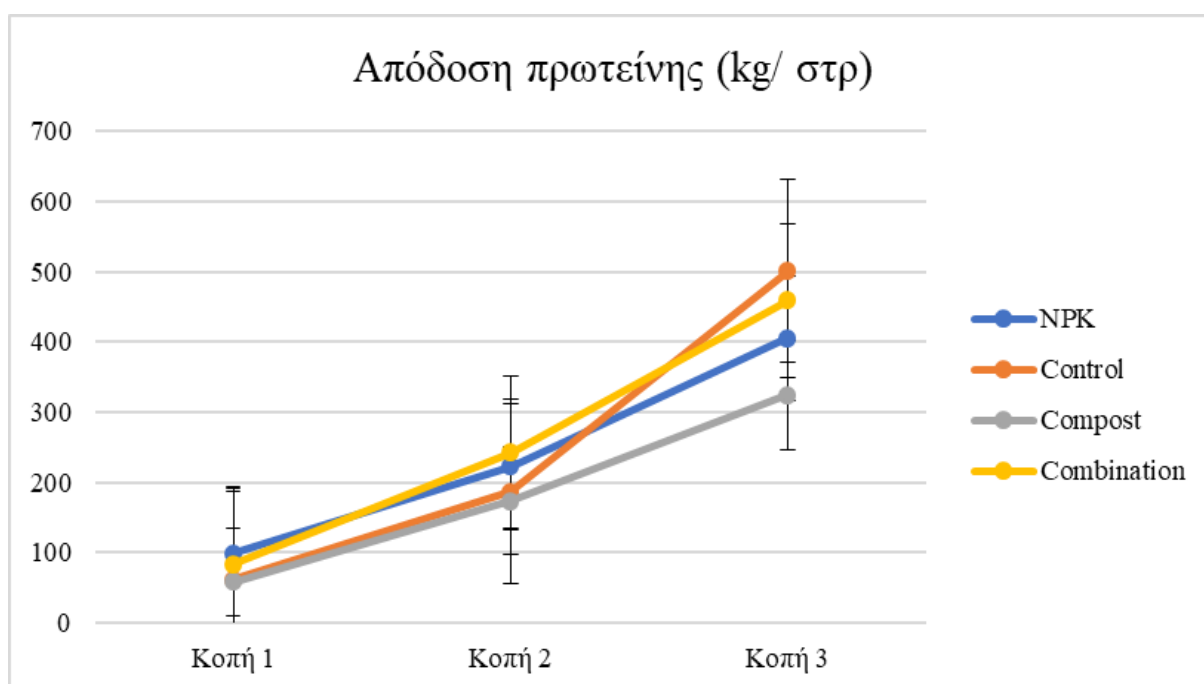
4.2.6. Απόδοση πρωτεΐνης

Σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς (ANOVA, πίνακας 15) φαίνεται ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ο παράγοντας της λίπανσης δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την απόδοση της πρωτεΐνης σε καμία από τις 3 κοπές που πραγματοποιήθηκαν.

Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) της επίδρασης της λίπανσης στην απόδοση της πρωτεΐνης των φυτών και για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα)

		SS	DF	MS	F	p
Κοπή 1	Λίπανση	4438.92	3	1479.64	1.45203	0.276751
	Σφάλμα	12228.14	12	1019.01		
Κοπή 2	Λίπανση	4171.8	3	1390.6	0.6621	0.591054
	Σφάλμα	25203.2	12	2100.3		
Κοπή 3	Λίπανση	60429.7	3	20143.2	2.52365	0.107022
	Σφάλμα	95781.2	12	7981.8		

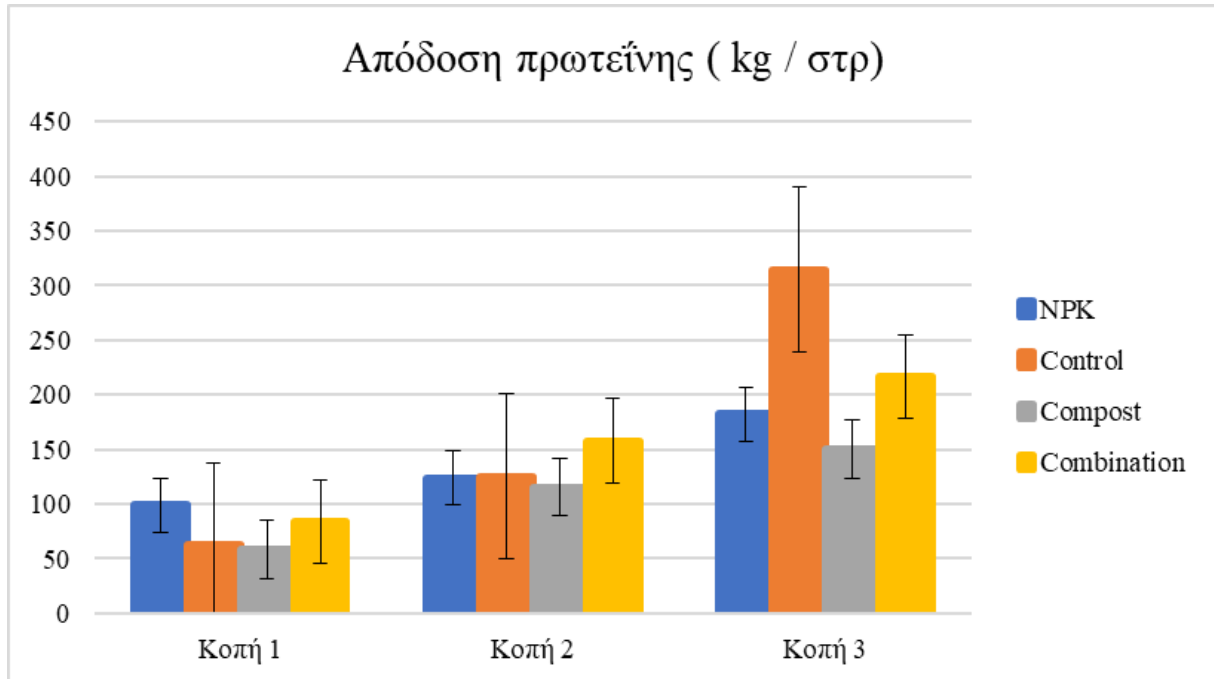
Στο διάγραμμα 18, στο οποίο καταγράφεται η συνολική αύξηση της απόδοσης πρωτεΐνης, παρατηρείται παρόμοια αύξηση των τιμών στην 1^η και στην 2^η κοπή, ενώ στην 3^η κοπή υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση, με την απουσία λίπανσης (control) να δίνει τις μεγαλύτερες τιμές και την οργανική λίπανση (control) τις μικρότερες.



Διάγραμμα 18: Συνολική απόδοση πρωτεΐνης (kg/στρ) των φυτών για τις 3 κοπές (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

Το παραπάνω φαίνεται και στο διάγραμμα 19, στο οποίο καταγράφεται η πορεία της απόδοσης πρωτεΐνης για την κάθε κοπή ξεχωριστά. Και εδώ παρατηρείται ότι στην 3^η κοπή η

απουσία λίπανσης (control) έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά στα κιλά της πρωτεΐνης στο στρέμμα, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα 3 επίπεδα λίπανσης που έδωσαν σχετικώς παρόμοιες τιμές.



Διάγραμμα 19: Απόδοση πρωτεΐνης (kg/στρ) των φυτών για την κάθε κοπή ξεχωριστά (44, 65, 107 ΗΑΣ, αντίστοιχα). Με την κατακόρυφη γραμμή συμβολίζεται το τυπικό σφάλμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον τρόπο που διεξήχθη το πείραμα της παρούσας εργασίας και με βάση τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο παράγοντας της λίπανσης, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του *Amaranthus retroflexus*.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στα ποσοτικά χαρακτηριστικά του βλίτου, το ύψος των φυτών δεν φάνηκε να επηρεάζεται από τη λίπανση δεδομένου ότι όλα τα δείγματα κυμαινότουσαν σε παρόμοιες τιμές και για τα 4 επίπεδα λίπανσης, καθόλη την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας. Ωστόσο, τόσο το νωπό όσο και το ξηρό βάρος φάνηκαν να έχουν μια διαφοροποίηση στις τιμές τους αναφορικά με τα επίπεδα λίπανσης, παρά το γεγονός ότι στατιστικά σημαντικά δεν επηρεάστηκαν από τον συγκεκριμένο παράγοντα. Η διαφοροποίηση αυτή παρατηρείται πιο έντονα στην 3^η κοπή και στα τεμάχια που δεν έλαβαν καμία μεταχείριση, δηλαδή στα τεμάχια του μάρτυρα (control). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι στην ανάλυση συμπεριλήφθηκε και η ταξικαρπία των φυτών, κάτι που μπορεί να επηρέασε τις τελικές τιμές, καθώς επίσης και από την συχνότητα των κοπών, η οποία αν ήταν πιο συχνή να επηρέαζε διαφορετικά τα αποτελέσματα. Επιπλέον, είναι πιθανό αυτά τα χαρακτηριστικά να επηρεάστηκαν και από προηγούμενες επεμβάσεις που είχε δεχτεί ο αγρός πριν πραγματοποιηθεί το παρόν πείραμα.

Συνεχίζοντας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, η ξηρή ουσία δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τον παράγοντα της λίπανσης, παρόλα αυτά παρουσίασε μείωση καθώς ολοκληρώνονταν η καλλιέργεια. Αυτό εξηγείται με βάση την φυσιολογία των φυτών, δηλαδή τα φυτά ολοκληρώνουν σταδιακά τον βιολογικό τους κύκλο μέχρι να φτάσουν στο σημείο που δεν μπορούν να δώσουν άλλες κοπές. Σύμφωνα με τους Bosworth *et al.* (1980), τα βλίτα δίνουν περίπου 69% ξηρή ουσία, ωστόσο στην παρούσα εργασία τα φυτά έδωσαν περίπου 90% ξηρή ουσία, παρά την μείωση που είχαν.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που παρουσίασε μείωση με την πάροδο των ημερών είναι η τέφρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τέφρα είναι το μόνο από τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά που φάνηκε να επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τον παράγοντα της λίπανσης. Στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι τα φυτά είχαν περίπου 15% τέφρα, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την βιβλιογραφία. Αναφορικά, οι Harding και Egge (1917) βρήκαν ποσοστό 4,88% και ο Woo (1919) ποσοστό 4,2%. Ωστόσο, οι Hill και Rawate το 1982 βρήκαν τέφρα σε ποσοστό 22,2%. Η τέφρα ουσιαστικά αντιπροσωπεύει το σύνολο των ιχνοστοιχείων και

αλάτων που περιέχονται στους ιστούς των φυτών. Πιθανόν τα βλίτα να συσσωρεύουν αρκετές ποσότητες ιχνοστοιχείων και αλάτων στους ιστούς τους, ωστόσο χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Προχωρώντας, οι ολικές αζωτούχες ουσίες, δηλαδή οι πρωτεΐνες που περιέχονται στα φυτά, δεν επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από τη λίπανση, όμως έδωσαν ικανοποιητικά ποσοστά της τάξεως του 15-20%. Επιπλέον, παρουσίασαν μείωση μετά το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, όπως διαπίστωσαν και οι Bosworth *et al.* (1980), οι οποίοι βρήκαν ότι στο βλαστικό στάδιο τα φυτά είχαν 23,9% πρωτεΐνες, ενώ στο στάδιο ανάπτυξης της ταξικαρπίας το ποσοστό έπεσε στο 10,6%. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας σύμφωνα με τα οποία στο βλαστικό στάδιο τα φυτά είχαν 18,9% πρωτεΐνες οι οποίες έπεσαν στο 14,4% στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης. Σύμφωνα με τον Woo (1919), οι Pammel & Dox βρήκαν ότι το συγκεκριμένο είδος έχει περίπου 15,5% πρωτεΐνες, ενώ ο ίδιος σε πείραμα που έκανε βρήκε ότι περιέχουν περίπου 15% πρωτεΐνες.

Όσον αφορά στις ολικές λιπαρές ουσίες, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% δεν επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από τον παράγοντα της λίπανσης, παρόλα αυτά παρουσίασαν αύξηση με την πάροδο των ημερών από το 1,35% στο 2%. Το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο από αυτό που βρέθηκε σε άλλες έρευνες - Harding και Egge (1917) 8,4% και Woo (1919) 7,7% - ωστόσο αξίζει να ερευνηθεί παραπάνω διότι τα φυτά μπορεί να περιέχουν χρήσιμα για τα ζώα λιπαρά οξέα.

Εν συνεχεία, ούτε τα κλάσματα των ινωδών ουσιών NDF και ADF επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από τα 4 επίπεδα της λίπανσης, όμως παρέμειναν σε ένα σταθερό επίπεδο όσον αφορά τη λίπανση αλλά και τις κοπές. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι τα βλίτα περιέχουν 40,4% NDF και 21,8% ADF. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας με άλλες παρόμοιες φαίνεται ότι έχουν βρεθεί παρόμοιες τιμές. Οι Marten και Anderson (1975) βρήκαν ADF σε ποσοστό 20,9%. Χρειάζεται να γίνει επιπλέον έρευνα για να αποδειχθεί αν όντως παραμένουν σταθερά τα κλάσματα ή αν υπάρχει κάποιος παράγοντας που τα επηρεάζει, εν τούτοις αυτή η σταθερότητα φαίνεται να αποτελεί ένα καλό στοιχείο για την καλλιέργεια των βλίων.

Τέλος, η απόδοση πρωτεΐνης επίσης δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη λίπανση, πάραυτα παρουσιάζει μια διαφοροποίηση στην 3^η κοπή και κυρίως στα τεμάχια του μάρτυρα κάτι που είναι φυσιολογικό δεδομένου ότι προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των πρωτεϊνών με το ξηρό βάρος των φυτών. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η απόδοση της

πρωτεΐνης της συγκεκριμένης πειραματικής καλλιέργειας, κάνοντας την κατάλληλη αναγωγή, ανέρχεται, κατά μέσο όρο, στα 141 kg πρωτεϊνών ανά στρέμμα.

Συγκρίνοντας τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά μεταξύ τους, για την κάθε κοπή ξεχωριστά, (παράρτημα, πίνακες Π1, Π2, Π3) προκύπτει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ τέφρας και πρωτεϊνών στην 1^η και 3^η κοπή και αρνητική συσχέτιση μεταξύ πρωτεϊνών και κλάσματος ADF και στις 3 κοπές, ενώ ισχυρή θετική συσχέτιση εμφανίζεται και μεταξύ των κλασμάτων των ινωδών ουσιών NDF και ADF και στις 3 κοπές. Επιπλέον, αρνητική συσχέτιση παρατηρείται και μεταξύ τέφρας και κλάσματος ADF για την 1^η και 3^η κοπή. Η απόδοση πρωτεΐνης, επίσης, παρουσιάζει ισχυρή θετική συσχέτιση με το νωπό και το ξηρό βάρος και στις 3 κοπές. Τέλος, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι όσον αφορά στις λιπαρές ουσίες δεν παρατηρείται καμία παρόμοια συσχέτιση σε καμία από τις 3 κοπές.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτει ότι το βλίτο αν και αζωτόφιλο φυτό δεν επηρεάστηκε από τον παράγοντα της λίπανσης. Γενικά είναι ένα φυτό που αντιδρά περισσότερο στην άρδευση παρά στη λίπανση, οπότε κρίνεται απαραίτητο να γίνουν περισσότερες έρευνες για να καθοριστούν οι περιβαλλοντικοί και μη παράγοντες που το επηρεάζουν. Επιπλέον, κρίνεται σκόπιμο να γίνουν πειράματα με διαφορετικές αναλογίες λιπασμάτων αλλά και περισσότερους συνδυασμούς παραγόντων για να βρεθεί πως επηρεάζονται τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά.

Επιπροσθέτως, είναι αναγκαίο να γίνουν περισσότερες χημικές αναλύσεις ώστε να βρεθεί η ακριβής χημική του σύσταση με σκοπό να κατανοηθεί σε τι βαθμό περιέχει νιτρικά και οξαλικά, που το προσδίδουν δηλητηριώδη δράση, καθώς και χρήσιμα για τα ζώα χημικά στοιχεία και ενώσεις. Λόγω των νιτρικών και οξαλικών θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως συστατικό σε μίγματα ζωοτροφών και όχι μόνο του, επομένως πρέπει να γίνουν και μελέτες που θα καθορίσουν την πιο κατάλληλη αναλογία με την οποία θα συμμετέχει στα εκάστοτε μίγματα.

Εν κατακλείδι, το *Amaranthus retroflexus*, κοινώς βλίτο, είναι ένα πολλά υποσχόμενο φυτό στο οποίο δεν έχει δοθεί ακόμα η σημασία που το αξίζει. Έχει σταθερή βιομάζα σε διάφορους τύπους εδαφών που επιτρέπει την καλλιέργειά του σε διάφορες περιοχές που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν με άλλα είδη. Γενικότερα, δίνει σημαντικές και σταθερές ποσότητες φυτομάζας και πρωτεϊνών καθώς και άλλων απαραίτητων για τη σωστή διατροφή των ζώων στοιχείων, που το καθιστά πολύ καλό κτηνοτροφικό φυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Assad, R., Reshi, A. Z., Jan, S., Rashid I. (2017). Biology of Amaranths. *The Botanical Review*. 83 (4): 382–436.
- Bacsi, A., Choudhury, B. K., Dharayiya, N., Sur, S., Boldogh, I. (2006). Subpollen particles: Carriers of allergic proteins and oxidases. *The Journal of allergy and clinical immunology*. 118 (4): 844-850
- Baliouisis, E. (2014). Recent Data from The Flora of The Island of Limnos (Ne Aegean, Greece): New Alien Invasive Species Affecting the Agricultural Economy of The Island. *Edinburgh Journal of Botany* 71 (2): 275 – 285
- Bosworth, S. C., Hoveland, C. S., Buchanan, G. A., Anthony, W. B. (1980). Forage Quality of Selected Warm-Season Weed Species. *Agronomy Journal*, Vol. 72: 1050-1054
- Brenner, D. M., Baltensperger, D. D., Kulakow, P. A., Lehmann, J. W., Myers, R. L., Slabbert, M. M. and Sleugh, B. B. (2000). Genetic resources and breeding of *Amaranthus*. *Plant Breeding Review*. 19: 227–112.
- CABI. (2018) *Amaranthus retroflexus* (redroot pigweed) Διαθέσιμο στο: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/4652> [ανάκτηση 18/9/2018]
- Costea, M., Tardif F.J. (2003) The Name of The Amaranth: Histories of Meaning. *SIDA* 20(3): 1073-1083
- Costea, M., Weaver S.E., Tardif F.J. (2003). The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 84: 631–668.
- Dimopoulos, P., Raus, Th., Bergmeier, E., Constantinidis, Th., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., Tzanoudakis, D. (2013). Vascular plants of Greece: an annotated checklist. *Englera* 31.
- Dinu, M., Anghel, A. J., Olaru O. T., Şeremet O. C., Calalb, T., Cojocarui-Toma, M., Negreş, S., Hovanet M. V., Zbârcea, C. E., Ancuceanu, R. (2017). Toxicity Investigation of An Extract of *Amaranthus Retroflexus* L. (Amaranthaceae) Leaves. *Farmacica*. 65 (2): 289- 294
- Rasby, R. J., Anderson, B. E., Kononoff, P. J. (2014). Nitrates in Livestock Feeding. *NebGuide*.
- Encyclopaedia Britannica. (2016). List of plants in the family Amaranthaceae. Διαθέσιμο στο: <https://www.britannica.com/topic/list-of-plants-in-the-family-Amaranthaceae-2042049> [ανάκτηση 6/1/2019]

- El Aydam, M., Bürki, H. M. (1997). Biological control of noxious pigweeds in Europe: a literature review of the insect species associated with *Amaranthus* species worldwide. *Biocontrol News and Information* 18: 11N–20N
- Fiorito, S., Epifano, F., Palmisano, R., Genovese, S. (2017). A re-investigation of the phytochemical composition of the edible herb *Amaranthus retroflexus* L. *Journal of Pharmacy and Biomedical Analysis*. 143: 183-187.
- Fisher, D.G., Evert R.F. (1982) Studies on The Leaf of *Amaranthus Retroflexus* (Amaranthaceae): Morphology and Anatomy. *American Journal of Botany*. 69(7): 1133-1147.
- Gebauer, G., Schuhmacher M.I., Krstic, B., Rehder, H., Ziegler, H. (1987). Biomass production and nitrate metabolism of *Atriplex hortensis* L. (C3 plant) and *Amaranthus retroflexus* L. (C4 plant) in cultures at different levels of nitrogen supply. *Oecologia* (Berlin) 72:303-314.
- Gledhill, D. (2008). The names of plants. 4th edition, New York: Cambridge University Press
- Harding, E.P., Egge, W. A. (1917). A Proximate Analysis of The Seed of The Common Pigweed, *Amaranthus Retroflexus*. *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 10 (7): 529-530
- Hill, R. M., Rawate, P. D. (1982). Evaluation of Food Potential, Some Toxicological Aspects, and Preparation of a Protein Isolate from the Aerial Part of Amaranth (Pigweed). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 30 (3): 465-468
- Iamónico, D. (2010). Biology, life-strategy and invasiveness of *Amaranthus retroflexus* L. (Amaranthaceae) in central Italy: preliminary remarks. *Botanica Serbica*. 34 (2): 137-145.
- Marten, G. C., Andersen, R. N. (1975). Forage Nutritive Value and Palatability of 12 Common Annual Weeds. *Crop Science*. 15: 821-827
- Mitich, L.W. (1997). Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Technology*. 11 (1) : 199-202.
- Moyer, J. R., Hironaka, R. (1993). Digestible energy and protein content of some annual weeds, alfalfa, bromegrass, and tame oats. *Canadian Journal of Plant Science*. 73: 1305-1308
- Munro, D. B. (1993). Canadian Poisonous Plants Information System, Agriculture and Agri-Food Canada No. 1993-1B. Modified 2009. Διαθέσιμο στο:

- https://www.pssurvival.com/PS/Food/Edible_Plants/Canadian_Poisonous_Plants_Information_System_2010.pdf [ανάκτηση 25/1/2019]
- New World Encyclopedia. (2016). Amaranth. Διαθέσιμο στο:
<http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Amaranth> [ανάκτηση 24/10/2018]
- Παπαδομηγελάκης, Γ. (2013). Εργαστηριακές Ασκήσεις Βρωματολογίας: Χημικές Αναλύσεις Ζωοτροφών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Plants for A Future. (2007). *Amaranthus retroflexus* L. Διαθέσιμο στο:
<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Amaranthus+retroflexus> [ανάκτηση 18/9/2018]
- Sage, R. F., Percy, W. R. (1987a). The nitrogen use efficiency of C3 and C4 plants. I. Leaf nitrogen, growth, and biomass partitioning in *Chenopodium album* L. and *Amaranthus retroflexus* L. *Plant Physiol.* 84: 954–958.
- Sage, R. F., Percy, W. R. (1987b). The nitrogen use efficiency of C3 and C4 plants. I. Leaf nitrogen effects on the gas exchange characteristics of *Chenopodium album* L. and *Amaranthus retroflexus* L. *Plant Physiol.* 84: 959–963.
- Strid, A. (2016) Atlas of the Aegean flora. Englera 33
- Sumbele, S.A. (2010) Φωτοσυνθετικά Χαρακτηριστικά Αντιπροσωπευτικών Φυτικών Ειδών του Μεσογειακού Οικοσυστήματος. Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τουλάκου, Γ. (2013). Η επίδραση της πενίας άνθρακα στους κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου και στο μεταβολικό πρότυπο του *Amaranthus* sp. (κ.ν. βλήτο): μεταβολική ανάλυση. Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- The Euro+Med PlantBase. (2018) *Amaranthus retroflexus* Διαθέσιμο στο:
http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=449891&size=medium
[ανάκτηση 26/10/2019]
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H. (1964). Flora Europaea Vol 1. Psilotaceae to Platanaceae. United Kingdom: Cambridge University Press
- Weaver, S. E., McWilliams E.L. (1980). The Biology of Canadian Weeds. 44. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Wats. And *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science* 60: 1215-1234
- Webber, C.L., Shrefler, J.W., Brandenberger, L.P. (2012). Organic Weed Control. In: Herbicides - Environmental Impact Studies and Management Approaches. Ed. Alvarez-Fernandez R. InTech Διαθέσιμο στο:

<https://www.intechopen.com/books/herbicides-environmental-impact-studies-and-management-approaches/organic-weed-control> [ανάκτηση 3/1/2019]

Wikipedia (2018). *Amaranthus retroflexus* Διαθέσιμο στο:

https://en.wikipedia.org/wiki/Amaranthus_retroflexus [ανάκτηση 25/10/2018)

Woo, M. L. (1919). Chemical Constituents of *Amaranthus Retroflexus*. *Botanical Gazette*. 68 (5): 313-344

Χωραφάς, (2004). Διοσκουρίδου: Περί ύλης ιατρικής 'Δ, Αθήνα: Γεωργιάδης «Βιβλιοθήκη των Ελλήνων»

Zadnik, T., Staric, J., Klinkon, M., Cigler, T., Jezek, J. (2008). Poisoning Associated with Ingestion of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in Cattle – Case Report. *The Open Veterinary Science Journal*. 2: 127-129

Zimdahl, R. L. (2004). *Weed-Crop Competition: A Review*. 2th edition. USA: Blackwell Publishing

Zimdahl, R. L. (2007). *Fundamentals of Weed Science*. USA: Elsevier Inc.

Ziska, L.H., Dukes, J. S. (2011). *Weed Biology and Climate Change*. USA: Blackwell Publishing Lt.

Zohary, M. (1966). *Flora Palaestina Part One*. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : Συσχετίσεις ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών

Πίνακας Π 1: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 1^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (p< 0.05)

	<i>Ύψος</i>	<i>Ποκνότητα</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>Τέφρα</i>	<i>ADF</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>
ΟΑΟ	.5269 p=.036	-.6202 p=.010	.6740 p=.004	.6259 p=.010	.6926 p=.003	.7013 p=.002	-.8668 p=.000	.7414 p=.001
	<i>Ύψος</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>ADF</i>		
Απόδοση πρωτεΐνης	.7414 p=.001	.9658 p=.000	.9840 p=.000	.7369 p=.001	.7414 p=.001	-.5221 p=.038		
	<i>Ποκνότητα</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>		
Ύψος	-.5277 p=.036	.7422 p=.001	.7467 p=.001	.7277 p=.001	.5269 p=.036	.7414 p=.001		
	<i>Ύψος</i>	<i>Ποκνότητα</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>		
Ξηρή ουσία	.7277 p=.001	-.5717 p=.021	.6978 p=.003	.7029 p=.002	.6926 p=.003	.7369 p=.001		
	<i>Ύψος</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>			
Ξηρό βάρος	.7467 p=.001	.9660 p=.000	.7029 p=.002	.6259 p=.010	.9840 p=.000			
	<i>Ύψος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>			
Νωπό βάρος	.7422 p=.001	.9660 p=.000	.6978 p=.003	.6740 p=.004	.9658 p=.000			
	<i>Τέφρα</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>NDF</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>				
ADF	-.6192 p=.011	-.8668 p=.000	.5373 p=.032	-.5221 p=.038				
	<i>Ύψος</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>					
Ποκνότητα	-.5277 p=.036	-.5717 p=.021	-.6202 p=.010					
	<i>ΟΑΟ</i>	<i>ADF</i>						
Τέφρα	.7013 p=.002	-.6192 p=.011						
	<i>ADF</i>							
NDF	.5373 p=.032							

Πίνακας Π 2: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 2^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (p< 0.05)

	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ΟΑΟ</i>	<i>ΟΛΟ</i>
Πυκνότητα	-.5828	-.5646	-.5143
	p=.018	p=.023	p=.042
	<i>Πυκνότητα</i>	<i>Τέφρα</i>	<i>ΟΑΟ</i>
Ξηρή ουσία	-.5828	.7110	.5368
	p=.018	p=.002	p=.032
	<i>Πυκνότητα</i>	<i>Ξηρή ουσία</i>	<i>ADF</i>
ΟΑΟ	-.5646	.5368	-.5613
	p=.023	p=.032	p=.024
	<i>ΟΑΟ</i>	<i>ΟΛΟ</i>	<i>NDF</i>
ADF	-.5613	-.6181	.6041
	p=.024	p=.011	p=.013
	<i>Πυκνότητα</i>	<i>ADF</i>	
ΟΛΟ	-.5143	-.6181	
	p=.042	p=.011	
	<i>Ύψος</i>	<i>ADF</i>	
NDF	.5511	.6041	
	p=.027	p=.013	
	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	
Απόδοση πρωτεΐνης	.9246	.9732	
	p=.000	p=.000	
	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>	
Νωπό βάρος	.9216	.9246	
	p=.000	p=.000	
	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>	
Ξηρό βάρος	.9216	.9732	
	p=.000	p=.000	
	<i>NDF</i>		
Ύψος	.5511		
	p=.027		
	<i>Ξηρή ουσία</i>		
Τέφρα	.7110		
	p=.002		

Πίνακας Π 3: Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις (r) των υπό μελέτη χαρακτηριστικών για την 3^η κοπή, σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p < 0.05$)

	<i>Τέφρα</i>	<i>ΟΛΟ</i>	<i>NDF</i>	<i>ADF</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>
ΟΛΟ	.7151	.5567	-.8013	-.7876	.6051
	p=.002	p=.025	p=.000	p=.000	p=.013
	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>ΟΛΟ</i>		
Απόδοση πρωτεΐνης	.8447	.9695	.6051		
	p=.000	p=.000	p=.013		
	<i>ΟΛΟ</i>	<i>NDF</i>	<i>ADF</i>		
Τέφρα	.7151	-.7891	-.6830		
	p=.002	p=.000	p=.004		
	<i>Τέφρα</i>	<i>ΟΛΟ</i>	<i>ADF</i>		
NDF	-.7891	-.8013	.6517		
	p=.000	p=.000	p=.006		
	<i>Τέφρα</i>	<i>ΟΛΟ</i>	<i>NDF</i>		
ADF	-.6830	-.7876	.6517		
	p=.004	p=.000	p=.006		
	<i>Πυκνότητα</i>	<i>Νωπό βάρος</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>		
Ξηρό βάρος	-.5297	.8898	.9695		
	p=.035	p=.000	p=.000		
	<i>Πυκνότητα</i>	<i>ΟΛΟ</i>			
Ύψος	-.5964	.6106			
	p=.015	p=.012			
	<i>Ύψος</i>	<i>Ξηρό βάρος</i>			
Πυκνότητα	-.5964	-.5297			
	p=.015	p=.035			
	<i>Ξηρό βάρος</i>	<i>Απόδοση πρωτεΐνης</i>			
Νωπό βάρος	.8898	.8447			
	p=.000	p=.000			
	<i>Ύψος</i>	<i>ΟΛΟ</i>			
ΟΛΟ	.6106	.5567			
	p=.012	p=.025			