



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ**

**ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

**«Μελέτη της χρήσης της αζωτούχου λίπανσης και βιοδιεγερτών στην ατρακτυλίδα στην  
ανατολική Θεσσαλία»**

**Νταούτης Ιωάννης**



**Επιβλέπων καθηγητής: κ. Κυριάκος Γιαννούλης**

**Βόλος, 2024**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

**«Μελέτη της χρήσης της αζωτούχου λίπανσης και βιοδιεγερτών στην ατρακτυλίδα στην  
ανατολική Θεσσαλία»**

**«Study of the use of nitrogen fertilization and biostimulants on safflower in eastern  
Thessaly»**

**Νταούτης Ιωάννης**

**Επιβλέπων καθηγητής: κ. Κυριάκος Γιαννούλης**

**Τριμελής εξεταστική επιτροπή:**

- 1. κ. Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων**
- 2. κ. Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής**
- 3. κ. Δημήτριος Μπαρτζιάλης, ΕΔΙΠ**

**Βόλος, 2024**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου κ. Κυριάκο Γιαννούλη για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος και πρωτίστως για την υποστήριξη και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειράματος αλλά και της συγγραφής της διατριβής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστώ τον κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη για τις πολύτιμες συμβουλές και την βοήθεια που μου πρόσφερε σε πολλές περιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και της συγγραφής της εργασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δαναλάτο τον διευθυντή του εργαστηρίου καθώς και όλα τα υπόλοιπα μέλη του εργαστηρίου. Χωρίς την υποστήριξη των προαναφερθέντων δεν θα ήταν δυνατή σε καμία περίπτωση η ολοκλήρωση της διατριβής αυτής.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Περίληψη                                                        | 6  |
| 1. Εισαγωγή                                                     | 7  |
| 1.1 Γενικές πληροφορίες για το <i>Carthamus tinctorius</i> (L.) | 7  |
| 1.1.1 Καταγωγή του φυτικού είδους                               | 7  |
| 1.1.2 Καλλιέργεια στη σύγχρονη εποχή                            | 8  |
| 1.2 Κατάταξη του φυτικού είδους                                 | 9  |
| 1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά                                  | 9  |
| 1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού                      | 9  |
| 1.3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του σπόρου                     | 11 |
| 1.4 Βιολογικός κύκλος                                           | 11 |
| 1.5 Οικολογικές και υδατικές απαιτήσεις της καλλιέργειας        | 12 |
| 1.6 Λίπανση της καλλιέργειας                                    | 13 |
| 1.7 Εφαρμογή βιοδιεγερτών                                       | 14 |
| 1.8 Καταπολέμηση ζιζανίων                                       | 16 |
| 1.9 Συστατικά του αιθέριου ελαίου και του ελαίου των καρπών     | 17 |
| 1.10 Χρήσεις της ατρακτυλίδας                                   | 18 |
| 1.10.1 Φυτικά υπολείμματα και άνθη                              | 18 |
| 1.10.2 Σπόρος και έλαιο                                         | 19 |
| 2. Σκοπός                                                       | 20 |
| 3. Υλικά και Μέθοδοι                                            | 21 |
| 3.1 Τοποθεσία εγκατάστασης πειραματικής καλλιέργειας            | 21 |
| 3.2 Μετεωρολογικά δεδομένα                                      | 21 |
| 3.3 Σπορά καλλιέργειας                                          | 22 |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4 Χάραξη και επιφανειακή λίπανση της καλλιέργειας                      | 23 |
| 3.5 Εφαρμογή βιοδιεγερτών                                                | 24 |
| 3.6 Μέτρηση χλωροφύλλης των φύλλων                                       | 25 |
| 3.7 Ψεκασμός για την καταπολέμηση εντόμων                                | 26 |
| 3.8 Συλλογή δειγμάτων από την καλλιέργεια                                | 27 |
| 3.9 Θρυμματισμός δειγμάτων καλλιέργειας                                  | 28 |
| 3.10 Μετρήσεις NIR δειγμάτων της καλλιέργειας                            | 29 |
| 3.11 Επεξεργασία τελικών δειγμάτων                                       | 30 |
| 3.12 Απομάκρυνση αυτοφυούς βλάστησης κατά τη καλλιεργητική περίοδο       | 30 |
| 4. Αποτελέσματα - Συζήτηση                                               | 32 |
| 4.1 Ανάλυση μετρήσεων χλωροφύλλης φύλλων                                 | 32 |
| 4.2 Ανάλυση τιμών από την πρώτη λήψη δειγμάτων από την καλλιέργεια       | 34 |
| 4.3 Ανάλυση τιμών από τον διαχωρισμό και την ξήρανση του νωπού δείγματος | 36 |
| 4.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR φύλλων από την πρώτη δειγματοληψία         | 40 |
| 4.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR βλαστών από την πρώτη δειγματοληψία        | 41 |
| 4.6 Ανάλυση τιμών από την δειγματοληψία φυσιολογικώς ώριμων φυτών        | 42 |
| 4.7 Ανάλυση δείγματος υπολειμμάτων κεφαλών της ποικιλίας χωρίς αγκάθια   | 45 |
| 4.8 Ανάλυση δείγματος υπολειμμάτων κεφαλών της ποικιλίας με αγκάθια      | 46 |
| 4.9 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR ξηρών βλαστών                              | 47 |
| 4.10 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR καρπών                                    | 49 |
| 5. Συμπεράσματα                                                          | 51 |
| 6. Βιβλιογραφία                                                          | 52 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή εκπονήθηκε με σκοπό τη λήψη συμπερασμάτων για την απόκριση της καλλιέργειας σε εμπλουτισμό με άζωτο αλλά και τη μελέτη των επιδράσεων που μπορεί να έχει η εφαρμογή βιοδιεγερτών στην αύξηση, την απόδοση αλλά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού. Η πειραματική διαδικασία ξεκίνησε στις 25 Νοεμβρίου του 2022 και ολοκληρώθηκε στις 24 Ιουλίου του 2023. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες του είδους *Carthamus tinctorius*. Στο πείραμα εφαρμόστηκαν 2 επίπεδα λίπανσης με άζωτο και 4 διαφορετικοί συνδυασμοί βιοδιεγερτών. Στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες φυτών, η πρώτη έγινε κατά το στάδιο της επιμήκυνσης του κεντρικού στελέχους και η δεύτερη στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης των φυτών. Η ανάλυση των δεδομένων από την πρώτη δειγματοληψία έδειξε ότι η αζωτούχος λίπανση αύξησε την χλωροφύλλη στα φύλλα του φυτού, επίσης αύξησε το νωπό βάρος των φυτών και ως αποτέλεσμα αυτού αυξήθηκε και το ξηρών βάρος φύλλων και βλαστών. Για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτικών ιστών η μόνη διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε ήταν η μείωση των ακατέργαστων ινών στα φύλλα του φυτού στην περίπτωση της λίπανσης με άζωτο. Η ανάλυση των φυτικών τμημάτων της τελικής δειγματοληψίας έδειξε ότι για τα ποιοτικά χαρακτηρίστηκα μόνο η παράμετρος της πρωτεΐνης των βλαστών της ποικιλίας χωρίς αγκάθια αυξήθηκε λόγω της αζωτούχου λιπάνσεως. Στην περίπτωση των καρπών της ποικιλίας χωρίς αγκάθια η εφαρμογή βιοδιεγερτών όπως και ο συνδυασμός των βιοδιεγερτών με την λίπανση επηρέασε την περιεκτικότητα τους σε υγρασία, και τέλος η περιεκτικότητα των καρπών σε ελαίου επηρεάστηκε μόνο από τη χρήση βιοδιεγερτών.

## **ABSTRACT**

This thesis was prepared in order to draw conclusions on the response of the crop to nitrogen enrichment and to study the effects that the application of bio-stimulants can have on the growth, yield and quality characteristics of the plant. The experimental procedure started on 25 November 2022 and was completed on 24 July 2023. Two varieties of *Carthamus tinctorius* were used for the needs of the experiment. Two levels of nitrogen fertilization and four different combinations of bio-stimulants were applied in the experiment. During the growing season, 2 plant samplings were carried out, the first one during the elongation stage of the central stem and the second one during the physiological maturation stage of the plants. The analysis of the data from the first sampling showed that nitrogen fertilization increased chlorophyll in the leaves of the plant, also increased the fresh weight of the plants and as a result of this the dry weight of leaves and shoots increased. For the qualitative characteristics of plant tissues, the only difference observed was the reduction of crude fibers in the leaves of the plant in the case of nitrogen fertilization. The analysis of the plant parts of the final sampling showed that for the qualitative characteristics only the protein parameter of the shoots of the thornless variety increased due to nitrogen fertilization. In the case of the fruit of the thornless variety, the application of bio-stimulants as well as the combination of bio-stimulants and fertilization affected the moisture content of the fruit, and finally the oil content of the fruit was only affected by the use of bio-stimulants.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικές πληροφορίες για το *Carthamus tinctorius* (L.)

#### 1.1.1 Καταγωγή του φυτικού είδους:

Το είδος *Carthamus tinctorius* ή ατρακτυλίδα όπως αυτό αναφέρεται με την κοινή του ονομασία είναι φυτό το οποίο αναπτύσσεται και ευδοκimeί σε ξηροθερμικά κλίματα, το γεγονός αυτό βοήθησε στην ευρύτατη εξάπλωση και καλλιέργεια του φυτού σε διαφορετικά μέρη της Γης. Ο πρόγονος του σημερινού είδους με βάση αλληλουχίσεις του γονιδιώματος του φυτού φαίνεται είναι το είδος *Carthamus palaestinus*. Οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί για τον εντοπισμό της πρωταρχικής εξημέρωσης του φυτού δείχνουν ότι για πρώτη φορά εξημερώθηκε και καλλιεργήθηκε στην περιοχή της Εύφορης Ημισελήνου πριν από 4000 χρόνια. Τα σύγχρονα κράτη τα οποία απαρτίζουν την περιοχή της Εύφορης Ημισελήνου είναι το Ιράκ, η Συρία, ο Λίβανος, το Ισραήλ, η Παλαιστίνη, η Ιορδανία, η Αίγυπτος, η νοτιοανατολική περιοχή της Τουρκίας και οι δυτικές περιφέρειες του Ιράν. (Sardouei-Nasab et al., 2023; OECD, 2020). Ωστόσο με βάση τη μορφολογία του φυτού φαίνεται να υπάρχουν 10 κέντρα ομοιότητας σε διαφορετικές περιοχές της Γης. Αναλύσεις του γενετικού υλικού του πυρήνα των φυτών ανά το κόσμο απέδειξαν ότι υπάρχουν 5 διαφορετικές ομάδες φυτών που προέρχονται η πρώτη από την Ευρώπη, η δεύτερη από την Τουρκία, το Ιράν, το Ιράκ και το Αφγανιστάν, η τρίτη από το Ισραήλ, την Ιορδανία και τη Συρία, η τέταρτη από την Αίγυπτο και την Αιθιοπία και η πέμπτη από την Άπω Ανατολή, το Πακιστάν και την Ινδία. (Mark et al., 2010; Sardouei-Nasab. et. al., 2023).

#### 1.1.2 Καλλιέργεια στη σύγχρονη εποχή

Στη σύγχρονη εποχή η ατρακτυλίδα καλλιεργείται για εμπορικούς σκοπούς σε περιοχές της Ασίας, της βορειοανατολικής Αφρικής, της Ευρώπης, της Αμερικής και της Αυστραλίας. Η παγκόσμια παραγωγή σε σπόρο ατρακτυλίδας για το έτος 2018 ανέρχονταν στους 627.653 τόνους με κύρια παραγωγό χώρα το Καζακστάν που κατείχε το 34% της παγκόσμιας παραγωγής και στη συνέχεια ακολουθούν οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Ινδία που συγκεντρωτικά κατείχαν το υπόλοιπο 26% της παγκόσμιας παραγωγής (Oleynikova et al., 2021). Η ατρακτυλίδα καλλιεργείται σε πάνω από 60 κράτη σε όλο τον κόσμο με πρώτη σε κατάταξη διεθνώς παραγωγό χώρα την Ινδία με παραγωγή 800.000 τόνους ετησίως, στη συνέχεια ακολουθεί το Μεξικό με παραγωγή από 80.000 έως και 100.000 τόνους ετησίως, η



Αυστραλία η παραγωγή της οποίας κυμαίνεται από 10.000 μέχρι 20.000 τόνους το έτος, η Αργεντινή με ετήσια παραγωγή στους 10.000 τόνους και τέλος ο Καναδάς με παραγωγή περί τους 180.000 τόνους ανά έτος. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ατρακτυλίδας ξεκίνησε για πρώτη φορά το 1960 ωστόσο μέσα σε λίγα χρόνια εγκαταλείφθηκε λόγω των μικρών αποδόσεων της καλλιέργειας.(Papadopoulos et al., 2023).

## **1.2 Κατάταξη του φυτικού είδους**

Η ατρακτυλίδα είναι ένα πλατύφυλλο φυτό με ετήσιο βιολογικό κύκλο ζωής που χρησιμοποιείται κυρίως για την εξαγωγή ελαίου από τους σπόρους της. Η ατρακτυλίδα είναι διπλοειδές είδος και το γενετικό της οποίας διατάσσεται σε 24 χρωμοσώματα και ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Sardouei-Nasab et al., 2023). Η οικογένεια αυτή απαρτίζεται από φυτικά είδη τα οποία εμφανίζονται με τη μορφή θάμνων, δέντρων και ποών. Τα φύλλα των διαφόρων ειδών μπορεί απλά ή σύνθετα και να εκφύονται από τον βλαστό αντίθετα ή σε σπειροειδή διάταξη και σε σπάνιες περιπτώσεις κατά σπονδύλους. Η χαρακτηριστική ταξιανθία κεφαλή (capitula) της οικογένειας αποτελείται από μια σύνθετη ανθοδόχη η οποία μπορεί να είναι επίπεδη μέχρι και κωνικού σχήματος, όπου πάνω σε αυτή είναι δυνατό να αναπτύσσεται από ένα μοναδικό άνθος έως και μεγάλος αριθμός ανθέων σε άλλες περιπτώσεις, κάθε ένα από τα φυτά μπορεί να φέρει μία ή περισσότερες ταξιανθίες. Η οικογένεια των Asteraceae έχει υποδιαιρεθεί σε 10 υποοικογένειες με τα είδη τα οποία απαρτίζουν την οικογένεια αυτή να έχουν παγκόσμια διασπορά σε ποικίλα ενδιαίτηματα και διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (G. Simpson, 2017).

## **1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά**

### **1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού**

Η ατρακτυλίδα εξωτερικά φέρει ορισμένα κοινά μορφολογικά χαρακτηριστικά με το είδος *Onopordum acanthium* ή κοινώς Γαϊδουράγκαθο. Κατά τα πρώτα βλαστικά στάδια το φυτό αναπτύσσει επιμήκη τρυφερά φύλλα χρώματος ανοιχτού πράσινου τα οποία φέρουν μικρές οδοντώσεις είτε να είναι τελείως λεία. Επίσης τα φύλλα φέρουν ένα κεντρικό νεύρο και αρκετές διακλαδώσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φέρουν περιφερειακά της επιφάνειας τους αγκάθια είτε σε άλλες περιπτώσεις να είναι λεία. Τα εκπτυσσόμενα αγκάθια στην περιφέρεια των πραγματικών φύλλων είναι μεταμορφωμένα φύλλα τα οποία παρέχουν

προστασία έναντι φυτοφάγων ζώων αλλά και αντοχή στη ξηρασία. Ωστόσο κατά τα αρχικά στάδια του φυτρώματος και της ροζέτας τα φύλλα δεν αναπτύσσουν αγκάθια σε καμία ποικιλία. Μετά την ολοκλήρωση της αύξησης καθ' ύψος του κεντρικού στελέχους τα φύλλα δερματοποιούνται και αποκτούν σκούρο πράσινο χρώμα. Στο κάτω μέρος κάθε ανθοταξίας αναπτύσσονται βράκτια φύλλα τα οποία είναι δερματώδη, φέρουν αγκάθια και είναι αρκετά μικρότερα σε μήκος από τα υπόλοιπα φύλλα του φυτού (OECD, 2020; Knights and Knights Consulting, 2010). Ο βλαστός του φυτού αποτελείται από ένα κεντρικό στέλεχος και τις πλάγιες διακλαδώσεις που αναπτύσσονται πάνω σε αυτό, εξωτερικά ο βλαστός είναι σκληροποιημένος και εσωτερικά του φέρει εντεριώνη. Στη βάση του φυτού ο βλαστός έχει μεγαλύτερη διάμετρο και διακριτές αυλακώσεις και μπορεί να φέρει χρωματισμό από ανοιχτόχρωμο γκρι μέχρι και ανοιχτό πράσινο ενώ όσο αυξάνεται το ύψος η διάμετρος του μειώνεται. Το μήκος του βλαστού για τις διαφορετικές ποικιλίες του φυτού ξεκινά από 30 cm και μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 150 cm ανάλογα και με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το δυναμικό της εκάστοτε ποικιλίας αλλά και τις καλλιεργητικές επεμβάσεις (Knights and Knights, 2010). Οι διακλαδώσεις εμφανίζονται ανά 15 με 20 cm στα πλάγια του βλαστού. Στην κορυφή του κεντρικού στελέχους αλλά και των δευτερευόντων στελεχών του φυτού όπου αναπτύσσονται οι ταξιανθίες (Παπακώστα και Τασοπούλου, 2013). Οι ταξιανθίες του φυτού είναι κεφάλια και έχουν σχήμα σφαιρικό ενώ η διάμετρος τους μπορεί φτάνει τα 1,3-1,4 cm, το χρώμα των ανθέων μπορεί να κυμαίνεται από κίτρινο ή πιο σκούρο πορτοκαλί ωστόσο υπάρχουν ποικιλίες με άνθη λευκά και άλλες με κόκκινα. Ένα φυτό μπορεί να φέρει από 3 μέχρι και 50 ταξιανθίες ανάλογα με την καλλιεργητικές τεχνικές και εκάστοτε γενετικό δυναμικό των διαφορετικών ποικιλιών και κάθε ταξιανθία φέρει από 20 έως και 180 άνθη τα οποία περιέχουν συνολικά από 15 έως και 20 καρπούς. Κάθε άνθος αποτελείται από 5 ενωμένα στη βάση τους επιμήκη πέταλα τα οποία σχηματίζουν τη στεφάνη, επίσης υπάρχουν 5 ενωμένοι μεταξύ τους ανθήρες που περιβάλλουν το στίγμα. Οι ανθήρες περιέχουν από 150 έως 300 γυρεόκοκκους. Στη βάση της στεφάνης αναπτύσσεται η μονόχωρη ωοθήκη του άνθους η οποία μετά τη γονιμοποίηση της δίνει τον καρπό. Στο υπόγειο τμήμα του το φυτού αναπτύσσει μια ισχυρή πασσαλώδη ρίζα με πολλές πλευρικές ρίζες η οποία μπορεί να φτάνει σε βάθος από τα 2,5 μέχρι και τα 3 m, ωστόσο το μεγαλύτερο μέρος του ενεργού ριζικού συστήματος εντοπίζεται γύρω από τα πρώτα 30 cm βάθους του εδαφικού ορίζοντα (OECD, 2020).

### 1.3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του σπόρου

Οι καρποί της ατρακτυλίδας κατατάσσονται στην κατηγορία των αχαινίων. Εξωτερικά οι καρποί περιβάλλονται από το περικάρπιο η επιφάνεια τους είναι λεία χωρίς τριχίδια και ενίοτε φέρουν πάππο που χρησιμεύει στη διασπορά του σπόρου με τον άνεμο. Το χρώμα των καρπών συνήθως είναι λευκό και σπανιότερα γκρίζο ή φέρει στίγματα. Το βάρος χιλίων σπόρων φτάνει από 30 έως 45 g και έχουν μέγεθος τους από 6 έως και 10 mm (Παπακώστα και Τασοπούλου, 2013; OECD, 2020). Οι καρποί της ατρακτυλίδας είναι ελαιούχοι και περιέχουν έλαιο υψηλής ποιοτικής και διατροφικής αξίας με τα δύο κυριότερα λιπαρά οξέα να του ελαίου να είναι το ελαϊκό και λινελαϊκό οξύ (Poron and Kang, 2011). Τα συστατικά των ώριμων σπόρων είναι για τις περισσότερες ποικιλίες πάνω από 30% του ξηρού τους βάρους περιεκτικότητα σε έλαιο, 5-8% ποσοστό υγρασίας, 14-15% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, 32-40% ποσοστό ακατέργαστων ινών και τέφρα 2-7% (OECD, 2020; Bijanzadeh et al., 2022; Ergönül and Özbek, 2020).

### 1.4 Βιολογικός κύκλος

Η ατρακτυλίδα είναι ένα φυτό με ετήσιο κύκλο ανάπτυξης που μπορεί να καλλιεργηθεί είτε κατά την χειμερινή περίοδο όπως και τα χειμερινά σιτηρά είτε την εαρινή περίοδο όπως και οι εαρινές καλλιέργειες. Το φυτό όσον αφορά το βλαστικό κύκλο ανάπτυξης του παρουσιάζει 4 βλαστικά στάδια. Το πρώτο στάδιο αναφέρεται στην εμφάνιση των φυταρίων, την έκπτυξη δηλαδή των κοτυληδόνων από το έδαφος και στη συνέχεια τη δημιουργία των πρώτων πραγματικών φύλλων του φυτού έως και το στάδιο της ροζέτας. Ο χρόνος που απαιτείται για το φύτευμα του σπόρου μπορεί διαρκεί από 1 έως και 3 εβδομάδες και εξαρτάται από την περίοδο σποράς και κυρίως από την θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους (Mündel et al., 2004). Το δεύτερο στάδιο στην ανάπτυξη του φυτού είναι αυτό της ροζέτας. Η μέση διάρκεια του σταδίου αυτού κυμαίνεται από 20 έως 39 ημέρες (OECD, 2020). Η διάρκεια του σταδίου της ροζέτας καθορίζεται κυρίως από τη γενετική σύσταση της κάθε ποικιλίας και επηρεάζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος που επεκτείνει τη διάρκεια του σταδίου αυτού όταν αυτή είναι χαμηλή αλλά και από την πυκνότητα σποράς και τη φωτοπερίοδο. Συγκεκριμένα η διάρκεια του σταδίου αυτού επιμηκύνεται ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες καθώς ο σχηματισμός της ροζέτας χρησιμοποιείται για την διαχείμαση του φυτού με αποτέλεσμα το φυτό μπορεί να αντέξει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως και -7 °C (Παπακώστα και Τασοπούλου, 2013). Στο στάδιο αυτό επίσης αναπτύσσεται σε βάθος το

ριζικό σύστημα του φυτού πριν από την επιμήκυνση του στελέχους το οποίο είναι αρκετά βαθύτερο από το αντίστοιχο του σιταριού. Το τρίτο κατά σειρά βλαστικό στάδιο είναι το στάδιο της επιμήκυνσης του κεντρικού στελέχους του φυτού, η διάρκεια του σταδίου αυτού είναι σύντομη και ακολουθείται από το στάδιο της εμφάνισης και ανάπτυξης πλάγιων διακλαδώσεων επάνω στον κεντρικό βλαστό. Ο αριθμός των διακλαδώσεων κάθε βλαστού επηρεάζεται από τον γονότυπο της εκάστοτε ποικιλίας, μπορεί ωστόσο να επηρεαστεί σημαντικά και από περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά κυρίως και από την πυκνότητα των φυτών η οποία μειώνει τον αριθμό των πλευρικών διακλαδώσεων όσο αυτή αυξάνεται. Οι παράπλευροι αυτοί βλαστοί έχουν μήκος από 45 μέχρι και 75 cm. Τα αναπαραγωγικά στάδια του φυτού περιλαμβάνουν το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών, την ανθοφορία και τη φυσιολογική ωρίμανση των καρπών. Η ατρακτυλίδα είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος ωστόσο έντομα επικονιαστές όπως οι μέλισσες βοηθούν στην επίτευξη της μέγιστης απόδοσης της καλλιέργειας. Η άνθηση των κεφαλών του φυτού ξεκινά από την κορυφαία κεφαλή η οποία βρίσκεται στο ανώτατο άκρο του κεντρικού βλαστού και συνεχίζει διαδοχικά από την κορυφή έως τη βάση του φυτού και προηγείται στις διακλαδώσεις πρώτης τάξεως και έπειτα συνεχίζει στις επόμενες. Σε επίπεδο κεφαλής η ανθοφορία ξεκινά από την περιφέρεια προς το κέντρο και μπορεί να διαρκέσει από 3 έως και 5 ημέρες (OECD, 2020). Η διαδικασία της άνθησης μπορεί να διαρκέσει από 2 εβδομάδες έως και πάνω από 20 ημέρες ανάλογα με τη διαθέσιμη υγρασία, την πυκνότητα των φυτών και τη γενετική σύσταση της ποικιλίας (Mündel et al., 2004). Μετά το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών και την εμφάνιση των ταξιανθιών ακολουθεί γονιμοποίηση των ανθέων και η ωρίμανση των καρπών. Το στίγμα των ανθέων καθίσταται δεκτικό από 32 έως και 56 ώρες αφότου αυτό εκπτυχθεί (OECD, 2020). Το χρονικό διάστημα από τη στιγμή της γονιμοποίησης έως και την φυσιολογική ωρίμανση των καρπών διαρκεί από 30 έως 35 ημέρες. Δύο εβδομάδες μετά την ωρίμανση των καρπών έχει επέλθει πλήρης ξήρανση των βλαστικών τμημάτων και το φυτό είναι έτοιμο για συγκομιδή (Mündel et al., 2004).

### **1.5 Οικολογικές και υδατικές απαιτήσεις της καλλιέργειας**

Η ατρακτυλίδα είναι φυτό το οποίο δεν ευδοκιμεί σε τροπικά κλίματα αντιθέτως είναι προσαρμοσμένη σε ξηροθερμικές συνθήκες, εδάφη μέσης σύστασης και ουδέτερου pH θεωρούνται ιδανικά για την μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας. Η σπορά της καλλιέργειας κατά κύριο λόγο γίνεται με σπαρτική μηχανή σιτηρών και η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς

είναι από 50 έως 80 cm, υπολογίζεται ότι σε ένα μέτρο πάνω στη γραμμή σποράς βρίσκονται από 15 έως 35 φυτά (FAO, undated). Κατά το στάδιο της ροζέτας και της ανάπτυξης των ριζών το φυτό χρειάζεται μέση θερμοκρασία ημέρας από 15 μέχρι και 20 °C. Στους 5 °C το φύτεμα του σπόρου διαρκεί 16 ημέρες, ενώ στους 16 °C η εκβλάστηση του σπόρου διαρκεί 4 ημέρες. Κάτω από τους -2 °C σταματάει κάθε ζωτική λειτουργία του φυτού και νεκρώνονται όλοι οι φυτικοί ιστοί. Στο στάδιο του σχηματισμού του κεντρικού στελέχους, της καθ' ύψος αύξησης του φυτού αλλά και της ανθοφορίας η βέλτιστη μέση ημερήσια θερμοκρασία για την ανάπτυξη του φυτού κυμαίνεται από 20 έως 30 °C. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας εξαρτάται άμεσα από την εποχή σποράς, συγκεκριμένα όταν η σπορά της καλλιέργειας πραγματοποιηθεί το φθινόπωρο τότε η καλλιέργεια διαρκεί 200 με 230 ημέρες. Αντιθέτως εάν η σπορά πραγματοποιηθεί την εαρινή περίοδο τότε η καλλιέργεια έχει διάρκεια 120 με 160 ημέρες (FAO, Undated). Η ατρακτυλίδα μπορεί επιβιώσει σε συνθήκες χαμηλή υγρασίας και αλατότητας (Bijanzadeh et al., 2022). Συγκεκριμένα το φυτό εμφανίζει μέτρια ανθεκτικότητα στην αλατότητα, παρόλα αυτά σε τιμές πάνω από 14,5 mmhos/cm η απόδοση της καλλιέργειας μηδενίζεται (FAO, undated). Το ριζικό σύστημα του φυτού μπορεί να αξιοποιήσει εδαφική υγρασία σε βάθος μέχρι και 1,8 m (Mündel et al., 2004). Οι απαιτήσεις της καλλιέργειας σε νερό κυμαίνονται από 600 mm έως και 1200 mm για ολόκληρη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι απαιτήσεις του φυτού σε άρδευση εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε ποικιλίας αλλά και από την περιοχή όπου θα γίνει λάβει χώρα η καλλιέργεια (FAO, undated).

## 1.6 Λίπανση της καλλιέργειας

Η λίπανση της ατρακτυλίδας εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε αρδευόμενες καλλιέργειας όπου η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων είναι αποτελεσματικότερη και οι παραγωγοί στοχεύουν στη μέγιστη απόδοση των φυτών (Santos et al., 2018). Το κυριότερο ανόργανο στοιχείο για την ανάπτυξη του φυτού είναι το άζωτο καθώς επιδρά άμεσα στην αύξηση της βιομάζας και την ανάπτυξη του. Επίσης η αζωτούχος λίπανση συμβάλλει στο σχηματισμό μεγαλύτερου αριθμού ανθικών κεφαλών ανά φυτό με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής. Η λίπανση της καλλιέργειας θα πρέπει να γίνεται βάση εδαφολογικών αναλύσεων για την επίτευξη της καλύτερης θρέψης των φυτών. Τα δείγματα της ανάλυσης θα πρέπει να λαμβάνονται από τυχαίες θέσεις διάσπαρτα στον αγρό, για τα στοιχεία P και K το δείγμα θα πρέπει να λαμβάνεται από την επιφάνεια του εδάφους έως και 15 cm βάθος και για τα στοιχεία

N και S το δείγμα για την ανάλυση πρέπει να λαμβάνεται από βάθος τουλάχιστον 60 cm (Mündel et al., 2004). Οι ανάγκες της καλλιέργειας για θρέψη ξεκινούν από το στάδιο της ροζέτας στο φυτό ξεκινά να προσροφά άζωτο από το έδαφος σε μικρή κλίμακα. Κατά το στάδιο της επιμήκυνσης του κεντρικού στελέχους παρατηρείται μεγαλύτερος ρυθμός προσρόφησης αζώτου από το φυτό, ωστόσο ο υψηλότερος ρυθμός προσρόφησης παρατηρείται στο στάδιο πλήρους ανθοφορίας. Από το στάδιο της πλήρους άνθησης και έπειτα οι ανάγκες σε άζωτο σταδιακά μειώνονται με σταθερό ρυθμό και το μεγαλύτερο ποσοστό του απορροφούμενου αζώτου διοχετεύεται στους καρπούς. Σχεδόν το 50% του συνολικού αζώτου που προσλαμβάνει η καλλιέργεια από το έδαφος καταλήγει στους καρπούς. (CDFA, undated). Η αζωτούχος λίπανση θα πρέπει να χωρίζεται σε 2 εφαρμογές, η πρώτη εφαρμογή θα πρέπει να γίνεται ως βασική λίπανση με ενσωμάτωση του λιπάσματος και δεύτερη επιφανειακή εφαρμογή πραγματοποιείται στα τέλη του Χειμώνα έως τις αρχές της άνοιξης ώστε πιθανές βροχοπτώσεις να βοηθήσουν στη ενσωμάτωση και αφομοίωση του N από το ριζικό σύστημα των φυτών. Οι ανάγκες των φυτών σε πλήρως αρδευόμενη καλλιέργεια ανέρχονται από 6 μέχρι και 11 kg N, 1.5 έως 3 kg P και 2.5 μέχρι 4 kg K (FAO, undated). Συγκεκριμένα ανά 100 kg σπόρου απορροφώνται από το εδαφικό υπόστρωμα 0,5 kg N, 0,12 kg P, 0,38 kg K ανά 1000 m<sup>2</sup>. Συνήθως προστίθενται 6 με 14 kg N και σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε P προστίθενται 3-4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ανά 1000 m<sup>2</sup>. Ο P μπορεί να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του φυτού καθώς μπορεί να καθυστερήσει το βιολογικό κύκλο και περιορίσει την απόδοση της καλλιέργειας. Σε αρδευόμενες καλλιέργειες το S καλύπτεται από νερό της άρδευσης (Mündel et al., 2004). Λίπανση με K δεν απαιτείται εκτός και αν έχει διαπιστωθεί έλλειψη του στοιχείου από εδαφολογική ανάλυση. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση μπορεί να οδηγήσει σε βλαστομανία και να μειώσει την απόδοση σε καρπό της καλλιέργειας, επίσης μπορεί να μειώσει το ποσοστό του ελαίου στον καρπό και τον βαθμό του Ιωδίου, αντιθέτως αυξάνει την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη (GRDC, 2017; Παπακώστα και Τασοπούλου, 2013). Σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία αλλά και σε αργιλώδη εδάφη η καλλιέργεια αξιοποιεί και την προσθήκη μικροθρεπτικών όπως το Mn, το Fe και τον Zn (Knights et al., 2010)

## **1.7 Εφαρμογή βιοδιεγερτών**

Οι βιοδιεγέρτες είναι ουσίες οι οποίες υποβοηθούν την ανάπτυξη και ενισχύουν την άμυνα του φυτού απέναντι σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες όπως η ανεπάρκεια νερού

και η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων απαραίτητων για την ανάπτυξη του φυτού. Οι βιοδιεγέρτες δεν αποτελούν φυτοπροστατευτικά προϊόντα ωστόσο μπορούν να επάγουν την άμυνα του φυτού έναντι εχθρών και ασθενειών θέτοντας σε ετοιμότητα το ανοσοποιητικό του σύστημα. Επίσης προάγουν την ανάπτυξη και την αύξηση του φυτού χωρίς να αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για το ίδιο και εφαρμόζοντας τους σε μικρές ποσότητες σε αντίθεση με τα θρεπτικά στοιχεία τα οποία απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες από τα φυτά. Οι βιοδιεγέρτες κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες, την πρώτη κατηγορία αποτελούν τα σκευάσματα που περιέχουν χουμικά οξέα, τη δεύτερη αποτελούν αυτά που περιέχουν ορμόνες του φυτού και την τρίτη αυτά που περιέχουν αμινοξέα (du Jardin, 2015). Ο διαφυλλικός ψεκασμός της καλλιέργειας με βιοδιεγέρτη ο οποίος βασίζεται σε αμινοξέα και πακλובουτραζόλης ενός ρυθμιστή ανάπτυξης σε συνάρτηση και με το γενότυπο της εκάστοτε ποικιλίας μπορεί να μειώσει της αρνητικές επιδράσεις την υδατικής καταπόνησης του φυτού. Συγκεκριμένα η εφαρμογή των δύο αυτών βιοδιεγερτών μπορεί αυξήσει τη συγκέντρωση φωτοσυνθετικών χρωστικών και προλίνης στα φύλλα των φυτών της καλλιέργειας και επιπλέον ο διαφυλλικός ψεκασμός με τους βιοδιεγέρτες είναι δυνατό να ενισχύσει την σταθερότητα της κυτταρικής μεμβράνης και το ανοσοποιητικό σύστημα του φυτού αλλά και να αυξήσει την συγκέντρωση ξηρής βιομάζας στο φυτό καθώς και την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας (Davari et al., 2022). Οι βιοδιεγέρτες επίσης μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου, να ενισχύσουν την ανάπτυξη του φυτού σε όλα τα βλαστικά και αναπαραγωγικά στάδια (Lakhdari et al., 2020). Στην περίπτωση της ατρακυλίδας η χρήση βιοδιεγέρτη μπορεί να βελτιώσει τη θρέψη των φυτών σε έδαφος το οποίο δεν αρδεύεται και έχει χαμηλό ποσοστό περιεκτικότητας σε οργανική ουσία και να αυξήσει την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας. Σε συγκεκριμένη μελέτη αξιολογήθηκαν 4 διαφορετικές ουσίες ως βιοδιεγέρτες, η χολίνη, η χιτοζάνη, το σαλικυλικό οξύ και ο συνδυασμός Fe και Zn σε σύγκριση με ψεκασμό με απεσταγμένο νερό. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι στο αγροτεμάχιο το λιπάνθηκε με κοπριά αγροτικών ζώων τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε ο συνδυασμός Fe και Zn, ενώ σε διαφορετικό αγροτεμάχιο στο οποίο τα φυτά λιπάνθηκαν με χημικά λιπάσματα τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η χιτοζάνη και τέλος στο τεμάχιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας χωρίς λίπανση τη μεγαλύτερη απόδοση σε καρπό συγκριτικά με τις υπόλοιπες ουσίες έδωσαν τα φυτά τα οποία ψεκάστηκαν με χολίνη. Συνολικά συγκρίνοντας όλες τις μεταχειρίσεις μεταξύ τους οι υψηλότερες αποδόσεις λήφθηκαν από την μεταχείριση με τη χημική λίπανση και τον ψεκασμό με χιτοζάνη ως βιοδιεγέρτη επίσης, ο ψεκασμός με χιτοζάνη μπορεί να ενισχύσει την άμυνα του φυτού, να αποτρέψει την είσοδο παθογόνων μικροοργανισμών εντός του φυτού και να συνεισφέρει στη ρύθμιση του

ανοίγματος των στομάτων των φύλλων του φυτού αλλά στην πρόσληψη νερού από το έδαφος με αποτέλεσμα να ενισχύει την αντοχή του φυτού σε συνθήκες ξηρασίας του εδαφικού υποστρώματος (Janmohammadi and Sabaghnia, 2023).

### 1.8 Καταπολέμηση ζιζανίων

Η αυτοφυής βλάστηση μπορεί να καταστεί πρόβλημα σε μια καλλιέργεια ατρακτυλίδας καθώς ο χρόνος που μεσολαβεί από τη σπορά έως και την πλήρη κάλυψη του εδάφους από τα φυτά της καλλιέργειας μπορεί να διαρκέσει μέχρι και αρκετό καιρό ώστε η αυτοφυής βλάστηση να καταστείλει την ανάπτυξη των φυτών. Τα ζιζάνια μπορούν να μειώσουν την απόδοση καλλιέργειας έως και στο 1/4 του δυναμικού της. Τα κύρια φυτικά είδη που μπορούν να αποτελέσουν πρόβλημα για την καλλιέργεια είναι το γαϊδουράγκαθο, το άγριο φαγόπυρο και η άγρια βρώμη. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής προσπαρτικά για την καταπολέμηση των ζιζανίων εφαρμόζονται οι δραστικές EPTC για αγρωστώδη αλλά και πλατύφυλλα είδη. Για την καταπολέμηση των ίδιων φυτικών ειδών εφαρμόζονται και οι δραστικές ουσίες pendimethalin, trifluralin, ethalfluralin, S-metolachlor. Η καταπολέμηση μικρών σε μέγεθος πλατύφυλλων ζιζανίων πραγματοποιείται με τις ουσίες carfentrazone και sulfentrazone ωστόσο με την εφαρμογή των δύο συγκεκριμένων δραστικών μπορεί να προκληθεί τοξικότητα στα φυτά της καλλιέργειας για το λόγο αυτό συνιστάται η μη χρήση τους σε εδάφη με OM (οργανική ουσία) κάτω από 1,5% ή σε εδάφη με pH άνω του 7,6. Τέλος χρησιμοποιείται η δραστική pyroxasulfone για την καταπολέμηση ετήσιων αγρωστωδών και μικρών πλατύφυλλων ζιζανίων. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών και ενώ αυτά έχουν φυτρώσει εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα όπως το thifensulfuron το οποίο χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση μικρών ετήσιων πλατύφυλλων φυτών και συνιστάται η ταυτόχρονη εφαρμογή του με επιφανειοδραστικό λάδι για αποτελεσματικότερη συγκράτηση και απορρόφηση από τα φυτά. Ο χρόνος εφαρμογής της συγκεκριμένης δραστικής ουσίας πρέπει να απέχει τουλάχιστον 81 ημέρες από την συγκομιδή της καλλιέργειας. Επίσης εφαρμόζονται οι δραστικές sethoxydim και clethodim με τη προσθήκη επιφανειοδραστικού λαδιού κατά ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων ο χρόνος εφαρμογής των οποίων δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος από 70 ημέρες πριν το θερισμό της καλλιέργειας. Έως και 7 ημέρες πριν από τη συγκομιδή της παραγωγής μπορεί να εφαρμοστεί η δραστική glyphosate για την καταπολέμηση οποιουδήποτε είδους ζιζανίων. Η χρήση της δραστικής αυτής ουσίας πρέπει να αποφεύγεται όταν η καλλιέργεια προορίζεται για σποροπαραγωγή καθώς μειώνεται η βλαστική ικανότητα του



σπόρου. Τέλος μπορεί να χρησιμοποιηθεί χλωρικό νάτριο  $\text{NaClO}_3$  και η δραστική saflufenacil σε συνδυασμό με επιφανειοδραστικό λάδι έως και 7 ημέρες πριν τη συγκομιδή ως αποξηραντικό για την επίσπευση της ξήρανσης των φυτών σε χρονικό διάστημα μικρότερο από αυτό που θα απαιτούνταν για την πλήρη ξήρανση των φυτών με φυσικό τρόπο. Χημική αποξήρανση των φυτών μπορεί να πραγματοποιηθεί επίσης και με τη χρήση της δραστικής flumioxazin σε συνδυασμό με επιφανειοδραστικό λάδι έως και 5 ημέρες πριν τη συγκομιδή. Ωστόσο και αυτή η δραστική θα πρέπει να αποφεύγεται στην περίπτωση που η καλλιέργεια προορίζεται για την παραγωγή σπόρου σποράς καθώς μειώνει τη βλαστική του ικανότητα (Ikley, 2023). Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν εγκεκριμένες δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται ως ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμηση των ζιζανίων και έτσι η ζιζανιοκτονία θα πρέπει να περιορίζεται σε συγκεκριμένα καλλιεργητικά μέτρα και καλλιεργητικές τεχνικές για την μείωση της εμφάνισης ανταγωνιστικών φυτικών ειδών εντός της καλλιεργούμενης έκτασης. Τέτοια μέτρα είναι η χρήση πιστοποιημένου σπόρου σποράς απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων, η χρήση καθαρής μηχανής σποράς η οποία δεν φέρει κολλημένους σπόρους ζιζανίων και άλλες ξένες ύλες από προηγούμενες σπορές. Στην περίπτωση που γίνει εμπλουτισμός γίνει εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία που προέρχεται από κοπριά αυτή θα πρέπει και αυτή να είναι απαλλαγμένη από σπόρους ζιζανίων. Πριν από την από την προετοιμασία της σποροκλίνης μπορεί να προηγηθεί ελαφριά κατεργασία του εδάφους με σκοπό την μηχανική καταπολέμηση των ανεπτυγμένων ζιζανίων εφόσον το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες. Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί πρόγραμμα εναλλαγής καλλιεργειών όπου θα καλλιεργηθεί κάποιο φυτικό είδος με εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα σκευάσματα για την καλλιέργεια του και ανταγωνιστικό έναντι των ζιζανίων ώστε να μειωθεί ο συνολικός πληθυσμός τους. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών θα πρέπει να γίνεται χειρωνακτικό σκάλισμα για την απομάκρυνση των ζιζανίων. Τέλος η σπορά των σπόρων σε μικρές αποστάσεις ώστε να επιτευχθεί μεγάλη πυκνότητα φύτευσης μπορεί να αυξήσει τον ανταγωνισμό των καλλιεργούμενων φυτών έναντι στα ζιζάνια (Mündel et al., 2004).

## **1.9 Συστατικά του αιθέριου ελαίου και του ελαίου των καρπών**

Τα κυριότερα συστατικά του αιθέριου ελαίου των ανθέων του φυτού είναι το p-αλλυτολουόλιο, το ηνεικοσάνιο, το καρυοφυλλένιο και 1-ακετοξυτετραλίνη (Asgarpanah and Kazemivash, 2013). Το έλαιο το οποίο παράγεται μέσω ψυχρής έκθλιψης από τους σπόρους

της Ατρακτυλίδας έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες όπως το λινολεϊκό, το ελαϊκό οξύ και η βιταμίνη Ε. Διακρίνονται δύο τύποι ποικιλιών σύμφωνα με την του ελαίου σε λιπαρά οξέα. Ο πρώτος τύπος είναι οι λινολεϊκές ποικιλίες περιέχουν περίπου 70-80% λινολεϊκό οξύ (πολυακόρεστο οξύ) καθιστώντας το ένα βρώσιμο προϊόν που χρησιμοποιείται ως λάδι για σαλάτα και σε μαργαρίνες για επάλειψη. Ο δεύτερος τύπος είναι οι ελαϊκές ποικιλίες περιέχουν περίπου 80% ελαϊκό οξύ (μονοακόρεστο οξύ) και το λάδι αυτών χρησιμεύει ως μαγειρικό λάδι καθώς παραμένει σταθερό σε θερμική επεξεργασία ή ως ξηραντικό ή ημι-ξηραντικό λάδι για χρώματα και άλλες επικαλύψεις επιφανειών. Επιπλέον, το έλαιο της ατρακτυλίδας είναι πλούσιο σε α-τοκοφερόλη και σε φυτοστερόλες με κύριες τη β-σιτοστερόλη και τη στιγμαστερόλη. Οι κυριότερες πτητικές ενώσεις οι οποίες εντοπίζονται στο έλαιο της ατρακτυλίδας είναι παεονόλη, η α-ασαρόνη, η β-ασαρόνη, το παραξυλόλιο, το 1-μεθυλ-4-(2-προπενυλ)-βενζόλιο, το διαιθενυλ-βενζόλιο, το μεθυλβενζόλιο, η εξανάλη, η επτανάλη, η ακετοΐνη και η 2-οκτενάλη (Ergönül and Özbek, 2020).

## **1.10 Χρήσεις της ατρακτυλίδας:**

### **1.10.1 Φυτικά υπολείμματα και άνθη:**

Τα χλωρά μέρη του φυτού αποτελούν μια ιδιαίτερα καλή εναλλακτική τροφή για τα κτηνοτροφικά ζώα. Το καλύτερο στάδιο συγκομιδής του φυτού όταν αυτό προορίζεται για ζωοτροφή είναι το στάδιο του σχηματισμού των ανθοφόρων οφθαλμών ή το στάδιο του γεμίσματος των καρπών. Ωστόσο τα φύλλα και οι ανθοκεφαλές των εμπορικών ποικιλιών της ατρακτυλίδας που φέρουν δεν είναι κατάλληλα ως ζωοτροφή για τη σίτιση βοοειδών καθώς δημιουργούνται έλκη στο στόμα τους. Αντίθετα είναι κατάλληλη ζωοτροφή αιγοπροβάτων τα οποία έχουν σκληρή στοματική κοιλότητα που τους επιτρέπει να τρέφονται και με φυτικά είδη όπως η ατρακτυλίδα που φέρουν αγκάθια. Οι ποικιλίες χωρίς αγκάθια είναι κατάλληλες για χρήση ως ζωοτροφή και σε βοειδή (Emongor and Emongor, 2023). Πέρα από την χρήση των υπολειμμάτων της η ατρακτυλίδα χρησιμοποιείται κυρίως για βιομηχανικούς σκοπούς όπως η παραγωγή βιοντίζελ από το έλαιο των καρπών αλλά και για την παραγωγή χρωστικών παλαιότερα. Παρόλα αυτά λόγω του αυξημένου κόστους της πρώτης ύλης και της υψηλής διατροφικής αξίας του ελαίου δεν χρησιμοποιείται ευρέως ως βιοκαύσιμο. Οι κυριότερες ουσίες που έχουν καταγραφεί από όλα τα μέρη του φυτού είναι η καρθαμιδίνη και η ισοκαρθαμιδίνη, η σαφλαμίνη C, η λουτεολίνη, το κίτρινο υδροξυσαφλόρ A και το κίτρινο σαφλόρ A (Asgarpanah and Kazemivash, 2013). Οι δύο κύριες αποχρώσεις που παράγονται

από τα άνθη του φυτού είναι το κίτρινο και το κόκκινο. Οι χρωστικές ουσίες που παράγονται από τα άνθη του φυτού είναι κατάλληλες για χρήση στη βιομηχανία τροφίμων αλλά και την κλωστοϋφαντουργία. Το εμπόριο των ανθέων της ατρακτυλίδας ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένο σε χώρες της Άπω Ανατολής κατά τον 19ο αιώνα. Η καλλιέργεια του φυτού για την εξαγωγή χρωστικών από τα άνθη του οι οποίες χρησιμοποιούνταν για τον χρωματισμό μεταξιού και άλλων υλικών κυρίως εφαρμόστηκε πριν την ανακάλυψη και τη χρήση τεχνητών χρωστικών και συγκριμένα της ανιλίνης. Συγκεκριμένα το 1942 σταμάτησε ουσιαστικά το εμπόριο ατρακτυλίδας που προορίζονταν για την παραγωγή χρωστικής (Kumar, 2021). Τα φυτικά υπολείμματα της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά κατασκευής βιοδιασπώμενων συσκευασιών χάρη στην αυξημένη περιεκτικότητά τους σε λιγνοκυτταρινικές ουσίες (Melikoğlu et al., 2023). Τα άνθη εκτός από την παραγωγή χρωστικής σε μεγάλες ποσότητες αναφέρεται ότι μπορούν να λειτουργήσουν και ως καθαριστικό αλλά και για την μείωση της αρτηριακής πίεσης καθώς διαστέλλουν τις αρτηρίες.

### **1.10.2 Σπόρος και έλαιο**

Το έλαιο των σπόρων του φυτού περιέχει πληθώρα ακόρεστων λιπαρών οξέων, λιπιδίων, φαινολικών ενώσεων, τοκοφερολών καθώς και φυτοστερολών. Οι πολυφαινόλες έχουν εξαιρετική αντιοξειδωτική και αντιβακτηριδιακή δράση. Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί φαίνεται ότι το έλαιο του κάρθαμου φέρει σημαντικές ιδιότητες για την πρόληψη και τη θεραπεία ασθενειών. Το έλαιο των σπόρων της ατρακτυλίδας έχει ένα ευρύ φάσμα θεραπευτικών ιδιοτήτων για τον ανθρώπινο οργανισμό, συγκεκριμένα έχει αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες καθώς φέρει βακτηριοστατική, βακτηριοκτόνο αλλά και αντιμυκητιακή δράση. Το έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την πρόληψη δερματικών παθήσεων, την ενυδάτωση αλλά και την αναδόμηση του δέρματος, χρησιμοποιείται στη θεραπεία της ιλαράς ως υποκατάστατο του σαφράν καθώς και άλλων δερματικών ασθενειών. Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε υγιείς ανθρώπους αποδείχθηκε ότι η βρώση του ελαίου συστηματικά μειώνει το ποσοστό της κυκλοφορούσας οξειδωμένης χοληστερόλης στον οργανισμό, το δείκτη αρτηριακής ακαμψίας καθώς και την αρτηριακή πίεση. Η μακροχρόνια χρήση προϊόντων του φυτού αναστέλλει την δημιουργία νέων θρόμβων, ωστόσο συνεισφέρει και στην μείωση σχηματισμένων θρόμβων στο αίμα. (Singh and Nimbkar, 2016). Οι καρποί του φυτού χρησιμοποιούνται ολόκληροι ως εναλλακτική τροφή πτηνών αντικαθιστώντας τους σπόρους του ηλίανθου. Οι καρποί μπορούν επίσης να χρησιμοποιούνται

αλεσμένοι μέσα σε τρόφιμα και βιομηχανικά προϊόντα αλλά και στην παραγωγή σαπουνιού. Τα προϊόντα του φυτού αναστέλλουν την δημιουργία θρόμβων στο αίμα και η μακροχρόνια χρήση τους βοηθά στην μείωση ήδη υπαρχόντων θρόμβων και στην πρόληψη της υπερλιπιδιμίας, της αρτηριοσκλήρυνσης αλλά και της στεφανιαίας νόσου (Ergönül and Özbek, 2020; Khémiri et al., 2020). Το έλαιο της ατρακτυλίδας επίσης μπορεί να μειώσει τη βιωσιμότητα καρκινικών κυττάρων από 50% μέχρι και 62,5% (KURMAN et al., 2023). Το έλαιο για μεγάλο χρονικό διάστημα χρησιμοποιούνταν σε συγκεκριμένες δόσεις ως καθαρτικό, αντιπυρετικό, αναλγητικό είτε για αντιμετώπιση δηλητηριάσεων και άλλοτε για την αντιμετώπιση του πόνου της έμμηνου ρήσης, είτε για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης αιμορραγίας έπειτα από τον τοκετό. Επίσης χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης αλλά και για την πρόληψη του διαβήτη (Asgarpanah and Kazemivash et al., 2013).

## **2. ΣΚΟΠΟΣ**

Ο σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως αλλά και της εφαρμογής βιοδιεγερτών στην απόδοση σε βιομάζα αλλά και σε σπόρο, αλλά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας του σπόρου της ξηρικής καλλιέργειας της ατρακτυλίδας στη Θεσσαλία.

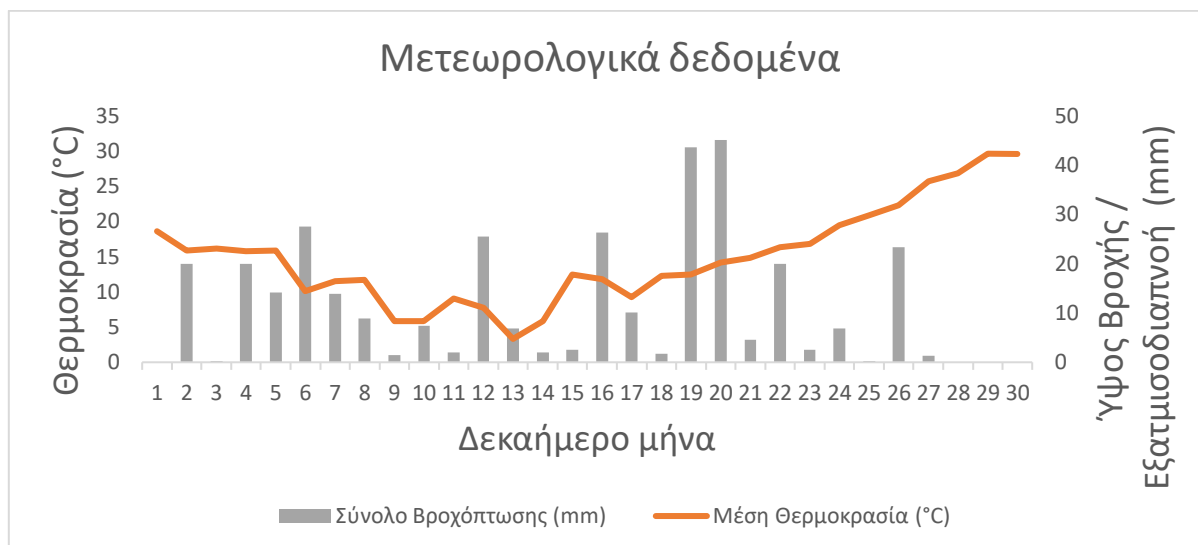
### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Τοποθεσία εγκατάστασης πειραματικής καλλιέργειας

Η πειραματική καλλιέργεια εγκαταστάθηκε στη περιοχή Βελεστίνο στο νομό Μαγνησίας στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε συντεταγμένες 39°23'59"N 22°45'14"E και με Γεωγραφικό Πλάτος 39,3998314 και Γεωγραφικό μήκος 22,7541495.

#### 3.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

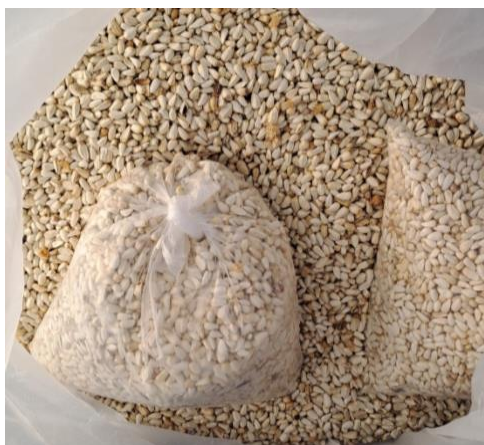
Για τις ανάγκες του πειράματος πραγματοποιήθηκε καταγραφή των μετεωρολογικών συνθηκών από το μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος στο Βελεστίνο από τον οποίο αντλήθηκαν δεδομένα για τη θερμοκρασία και το ύψος των βροχοπτώσεων για το χρονικό διάστημα το οποίο διήρκησε η πειραματική καλλιέργεια από τις 25 Νοεμβρίου του 2022 μέχρι και τις 24 Ιουλίου του 2023 όπου έγινε η συγκομιδή της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη τιμή μέσης θερμοκρασίας δεκαήμερου σημειώθηκε κατά το 3<sup>ο</sup> δεκάημερο του Ιουλίου με τιμή 29,63 °C, αντίθετα η χαμηλότερη τιμή μέσης θερμοκρασίας δεκαήμερου καταγράφηκε κατά το 1<sup>ο</sup> δεκάημερο του Φεβρουαρίου με μέση τιμή θερμοκρασίας στους 3,3 °C. Επίσης για το μέσο ύψος βροχόπτωσης δεκαήμερου η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε κατά το 1<sup>ο</sup> δεκάημερο του Απριλίου με τιμή 45,17 mm, ενώ το χαμηλότερο μέσο ύψος βροχόπτωσης δεκαήμερου καταγράφηκε κατά το 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup> αλλά και 3<sup>ο</sup> δεκάημερο του Ιουλίου όπου σημειώθηκε μηδενικό ύψος βροχόπτωσης. Το ύψος των βροχοπτώσεων από την ημέρα της σποράς μέχρι και την πρώτη δειγματοληψία της καλλιέργειας στις 9 Μαΐου του 2023 ανέρχονταν σε 174,7 mm, έπειτα το ύψος των βροχοπτώσεων από την πρώτη δειγματοληψία έως και την συγκομιδή της καλλιέργειας ανήλθε σε 191,45 mm. Το ύψος βροχοπτώσεων για την ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο ανήλθε σε 366,15 mm. Στο παρακάτω διάγραμμα ακολουθεί απεικόνιση των μέσων τιμών θερμοκρασίας ανά δεκάημερο και μέσων τιμών ύψους βροχοπτώσεων ανά δεκάημερο (Διάγραμμα 1).



**Διάγραμμα 1.** Μέση θερμοκρασία αέρα (°C) και βροχόπτωση (mm) ανά δεκαήμερο για το χρονικό διάστημα διεξαγωγής του πειράματος (Οκτώβριος 2022 έως Ιούλιος 2023).

### 3.3 Σπορά καλλιέργειας

Η σπορά της καλλιέργειας διεξήχθη στις 25 Νοεμβρίου του 2022. Πριν από τη σπορά της καλλιέργειας έγινε κατεργασία του εδάφους που προοριζόταν για πειραματική χρήση με βαθύ καλλιεργητή και έπειτα ακολούθησε διασπορά λιπάσματος με λιπασματοδιανομέα παρελκόμενο του γεωργικού ελκυστήρα. Για τον εμπλουτισμό του εδάφους χρησιμοποιήθηκε σύνθετο λίπασμα ως βασική λίπανση το οποίο είχε τίτλο περιεκτικότητας σε θρεπτικά 15-15-15 (+5SO<sub>3</sub>). Για την ενσωμάτωση του λιπάσματος, τον πλήρη θρυμματισμό των σβόλων και την ισοπέδωση του εδάφους ώστε αυτό να καταστεί κατάλληλο για σπορά χρησιμοποιήθηκε περιστροφικός, φερόμενος σβολοκόπτης δυναμοδοτούμενος από το σύστημα “ΡΤΟ” του γεωργικού ελκυστήρα. Το μήκος της καλλιέργειας ήταν 24 m, το πλάτος της 12 m και το συνολικό εμβαδόν της 288 m<sup>2</sup>. Στη συνέχεια ακολούθησε χάραξη των γραμμών σποράς με τρίννο ελαφρύ εδαφοκαλλιεργητή φερόμενο από μικρής ιπποδύναμης δένδροκομικό γεωργικό ελκυστήρα. Η πειραματική έκταση αποτελούνταν από 24 συνολικά γραμμές σποράς με 50 cm απόσταση μεταξύ των γραμμών. Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι ακολουθώντας τις χαραγμένες γραμμές, για κάθε γραμμή σποράς χρησιμοποιήθηκε η ακριβής ποσότητα των 110 g σπόρου και συνολικά για ολόκληρη την πειραματική έκταση χρησιμοποιήθηκαν 2,64 kg σπόρου (Εικόνα 1). Η ποσότητα σπόρου που θα απαιτούνταν για την σπορά 1000 m<sup>2</sup> θα ήταν ίση με 9,16 kg. Το βάθος σποράς ανέρχονταν σε 3 cm. Τέλος, ακολούθησε κυλίνδρισμα ολόκληρης της περιοχής για καλύτερη εγκατάσταση του σπόρου.



**Εικόνα 1.** Σπόρος σποράς σε σακούλα.

### **3.4 Χάραξη και επιφανειακή λίπανση της καλλιέργειας**

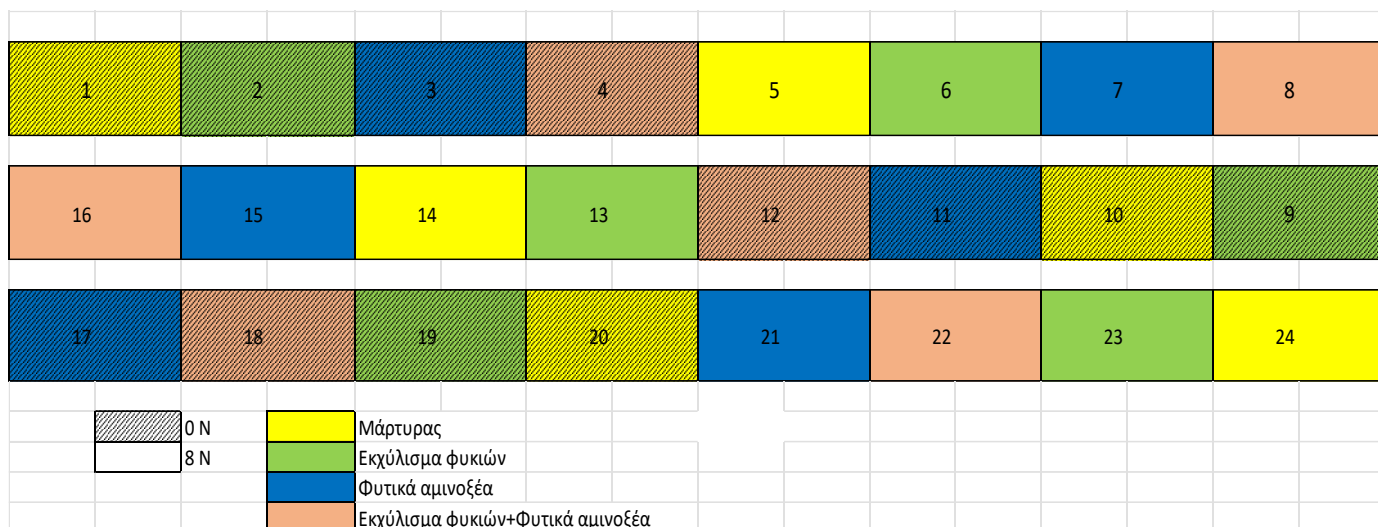
Στις 9 Μαρτίου του 2023 για την χάραξη της καλλιέργειας αρχικά τοποθετήθηκαν πάσσαλοι περιμετρικά των ορίων της έκτασης. Κάθε πάσσαλος τοποθετήθηκε σε απόσταση των 3 m από τον προηγούμενο κατά μήκος της γραμμής των φυτών και κάθετα των γραμμών τοποθετήθηκε ένας πάσσαλος ανά 8 σειρές φυτών. Στη συνέχεια οι πάσσαλοι ενώθηκαν μεταξύ τους με νήμα ώστε να σχηματιστούν τα τεμάχια (plots) του πειράματος (Εικόνα 2). Όσον αφορά τη λίπανση των φυτών της καλλιέργειας εφαρμόστηκαν 2 μεταχειρίσεις, στην πρώτη δεν εφαρμόστηκε καθόλου αζωτούχος λίπανση, ενώ στη δεύτερη εφαρμόστηκε λίπανση 8 μονάδων αζώτου ανά 1000m<sup>2</sup>. Επιφανειακή λίπανση έγινε στα plots με αριθμό 5,6,7,8,13,14,15,16,21,22,23,24 με αζωτούχο λίπασμα με περιεκτικότητα σε θρεπτικά 34,5-0-0 το οποίο διασκορπίστηκε με το χέρι. Η επιφάνεια η οποία λιπάνθηκε σε κάθε ένα από τα 3 blocks αντιστοιχούσε σε 48 m<sup>2</sup> για ολόκληρη την καλλιέργεια σε 144 m<sup>2</sup>. Για κάθε ένα block χρησιμοποιήθηκε ποσότητα 1,11 kg λιπάσματος η οποία ισομοιράστηκε σε 4 plots. Συνολικά για όλη την καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκαν 3,33 kg λιπάσματος. Για τον υπολογισμό της ποσότητας η οποία έπρεπε να εφαρμοστεί έγιναν υπολογισμοί για την απαιτούμενη ποσότητα N (1) και στη συνέχεια για την ποσότητα του λιπάσματος που έπρεπε να εφαρμοστεί (2).

$$(1): X_1 = 8 \cdot 48 / 1000 \Rightarrow$$

$$X_1 = 0,384 \text{ kg N}$$

$$(2): X_2 = 0,384 \cdot 100 / 34,5 \Rightarrow$$

$$X_2 = 1,11 \text{ kg}$$



**Εικόνα 2.** Πειραματικό σχέδιο

### 3.5 Εφαρμογή Βιοδιεγερτών

Στις 20 Μαρτίου του 2023 έγινε η εφαρμογή του πρώτου βιοδιεγέρτη στην καλλιέργεια σε συνολικά 6 διαφορετικά plots 2 για κάθε block. Η έκταση του κάθε plot ήταν 12 m<sup>2</sup> και η αναλογία του ψεκαστικού διαλύματος ήταν για κάθε plot ξεχωριστά 360 mL με όγκο δραστικής 1,2 mL και συνολικά για όλα τα plots που ψεκάστηκαν 100cc σε 30 L ψεκαστικού διαλύματος. Χρησιμοποιήθηκε βιοδιεγέρτης ο οποίος αποτελούνταν από εκχύλισμα φυκιών (B1) και η εφαρμογή του διαλύματος έγινε με ψεκαστήρα πλάτης (Εικόνα 3). Τα plots που ψεκάστηκαν είχαν αριθμό σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο 2,6,9,13,19,23. Στις 25 Απριλίου του 2023 έγινε η εφαρμογή βιοδιεγέρτη στην καλλιέργεια σε συνολικά 6 διαφορετικά plots 2 για κάθε block. Η έκταση του κάθε plot ήταν 12 m<sup>2</sup> και η αναλογία του ψεκαστικού διαλύματος ήταν για κάθε plot ξεχωριστά 360 mL με όγκο δραστικής 2,4 mL και συνολικά για όλα τα plots που ψεκάστηκαν 200cc σε 30 L ψεκαστικού διαλύματος. Χρησιμοποιήθηκε βιοδιεγέρτης ο οποίος αποτελούνταν από φυτικά αμινοξέα (B2) και η εφαρμογή του διαλύματος έγινε με ψεκαστήρα πλάτης. Ο βιοδιεγέρτης εφαρμόστηκε στα plots με αριθμό σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο 3,7,11,15,17,21.





**Εικόνα 3.** Ψεκαστήρας πλάτης ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για τον ψεκασμό των βιοδιαγεγερτών.

### **3.6 Μέτρηση χλωροφύλλης των φύλλων**

Στις 5 Απριλίου του 2023 πραγματοποιήθηκε μέτρηση χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών με ειδικό μετρητή χλωροφύλλης. Φύλλα τα οποία μετρήθηκαν τοποθετήθηκαν ανάμεσα από το μετρητή και από ένα έμβολο το οποίο έκλεινε πριν από κάθε μέτρηση (Εικόνα 4). Από το σύνολο των 24 plots καταγράφηκαν 240 διαφορετικές μετρήσεις, έγινε μέτρηση δηλαδή σε κάθε ένα plot ξεχωριστά 10 φύλλων από διαφορετικά φυτά το καθένα.



**Εικόνα 4.** Μετρητής φωτοσυνθετικής ικανότητας που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης των φύλλων.

### **3.7 Ψεκασμός για την καταπολέμηση εντόμων**

Στις 31 Μαρτίου του 2023 πραγματοποιήθηκε ο πρώτος ψεκασμός με εντομοκτόνο σε ολόκληρη την έκταση της καλλιέργειας για την μείωση του πληθυσμού των Μαύρων αφίδων, χρησιμοποιήθηκε διασυστηματικό εντομοκτόνο επαφής με δραστική ουσία thiacloprid. Το συγκεκριμένο σκεύασμα διατίθεται με τη μορφή πυκνού εναιωρήματος και εφαρμόζεται για την καταπολέμηση μυζητικών εντόμων και χρησιμοποιήθηκε σε συγκέντρωση 20 mL σκευάσματος στα 100 L ψεκαστικού διαλύματος. Στις 20 Μαρτίου του 2023 έγινε δεύτερος επαναληπτικό ψεκασμός με ίδιο σκεύασμα στην ίδια συγκέντρωση 20 mL σκευάσματος στα 100 L ψεκαστικού διαλύματος. Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε καθώς καταγράφηκε αύξηση του πληθυσμού των αφίδων (Εικόνα 5).



**Εικόνα 5.** Πληθυσμός μαύρων αφίδων στην κάτω επιφάνεια φύλλου καλλιεργούμενου φυτού.

### **3.8 Συλλογή δειγμάτων από την καλλιέργεια**

Στις 9 Μαΐου του 2023 έγινε κοπή δείγματος  $0,25 \text{ m}^2$  από κάθε plot, πριν από την λήψη του δείγματος έγινε μέτρηση του ύψους και αμέσως μετά την παραλαβή του δείγματος του βάρους των φυτών. Η δειγματοληψία έγινε με ψαλίδι χειρός σε ύψος περίπου 8 cm από το έδαφος, η μέτρηση του ύψους έγινε με μέτρο και του βάρους με ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας. Κάθε ένα από τα δείγματα συλλέχθηκε σε ξεχωριστές σακούλες αριθμημένες ώστε να αντιστοιχούν με την αρίθμηση των plots όπως ακριβώς είναι σημειωμένα στο πειραματικό σχέδιο. Έπειτα από μερικές ώρες έγινε επεξεργασία των δειγμάτων στο χώρο του ξηραντήριου της σχολής. Στο ξηραντήριο ζυγίστηκε το βάρος 2 μόνο φυτών ως βάρος υποδείγματος και στη συνέχεια ακολούθησε διαχωρισμός των φύλλων από τους βλαστούς και τοποθέτηση των βλαστών και των φύλλων σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες δειγμάτων οι οποίες ακολούθησαν την ακριβώς ίδια αρίθμηση με τις σακούλες του αγρού και τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο έως ότου φτάσουν το επιθυμητό ποσοστό υγρασίας. Στις 24 Ιουλίου του 2023 πραγματοποιήθηκε η τελική δειγματοληψία από την καλλιέργεια. Συγκεκριμένα από κάθε plot του πειραματικού τεμαχίου συγκομίσθηκαν 2 πλήρεις σειρές των φυτών τα οποία τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές για το κάθε plot σακούλες και ζυγίστηκε το συνολικό βάρος ολόκληρων των φυτών με ζυγαριά ακριβείας (Εικόνα 6). Στη συνέχεια με τα χέρια

διαχωρίστηκαν οι κεφαλές από τα στελέχη και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά σακουλάκια τα οποία ζυγίστηκαν μεμονωμένα.



**Εικόνα 6.** Ζυγαριά ακριβείας που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του ολικού βάρους του δείγματος της τελικής κοπής.

### **3.9 Θρυμματισμός δειγμάτων της καλλιέργειας**

Στις 1 Ιουνίου του 2023 έγινε θρυμματισμός της ξηρής βιομάζας όλων των δειγμάτων ξεχωριστά ανά plot του πειραματικού τεμαχίου και επανατοποθέτηση των τριμμένων πλέον δειγμάτων σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες με την ίδια αρίθμηση όπως και πριν. Το τρίψιμο έγινε σε ειδικό μηχάνημα το οποίο χρησιμοποιείται για τον θρυμματισμό φυτικών υπολειμμάτων. Στις 26 Οκτωβρίου του 2023 έγινε θρυμματισμός των βλαστών από κάθε plot ξεχωριστά στο ξηραντήριο της σχολής με τη χρήση του ίδιου μηχανήματος που χρησιμοποιήθηκε και για τον θρυμματισμό του πρώτου δείγματος της καλλιέργειας. Τα θρυμματισμένα τμήματα του βλαστού τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές αριθμημένες σακούλες.

### 3.10 Μετρήσεις NIR δειγμάτων της καλλιέργειας

Στις 20 Ιουνίου του 2023 έγινε η πρώτη φασματοφωτομετρική ανάλυση των αποξηραμένων δειγμάτων του βλαστού και των φύλλων που συγκομίσθηκαν κατά την πρώτη κοπή όσο ακόμη αυτά ήταν χλωρά και δεν είχαν ολοκληρώσει το βιολογικό τους κύκλο. Η ανάλυση έγινε ξεχωριστά για κάθε δείγμα. Στις 31 Οκτωβρίου του 2023 πραγματοποιήθηκε μέτρηση των δειγμάτων του ξηρού βλαστού της καλλιέργειας από την τελική κοπή ο οποίος είχε προηγουμένως τριφτεί στο χώρο του ξηραντήριου. Στις 2 Νοεμβρίου του 2023 μέτρηση NIR στο σπόρο της ποικιλίας με αγκάθια για κάθε πειραματικό τεμάχιο ξεχωριστά και στη συνέχεια έγινε μέτρηση στα υπολείμματα των κεφαλών της ποικιλίας χωρίς αγκάθια χωρίς το σπόρο (Εικόνα 7). Στις 3 Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκε μέτρηση NIR στο υπολείμματα των κεφαλών της ποικιλίας με αγκάθια. Στις 6 Νοεμβρίου του 2023 έγινε μέτρηση NIR στο σπόρο της ποικιλίας χωρίς αγκάθια ανά 3 σακουλάκια από plots που είχαν τις ίδιες εισροές κατά την περίοδο της καλλιέργειας.



**Εικόνα 7.** Μετρητής ξηρής βιομάζας NIR.

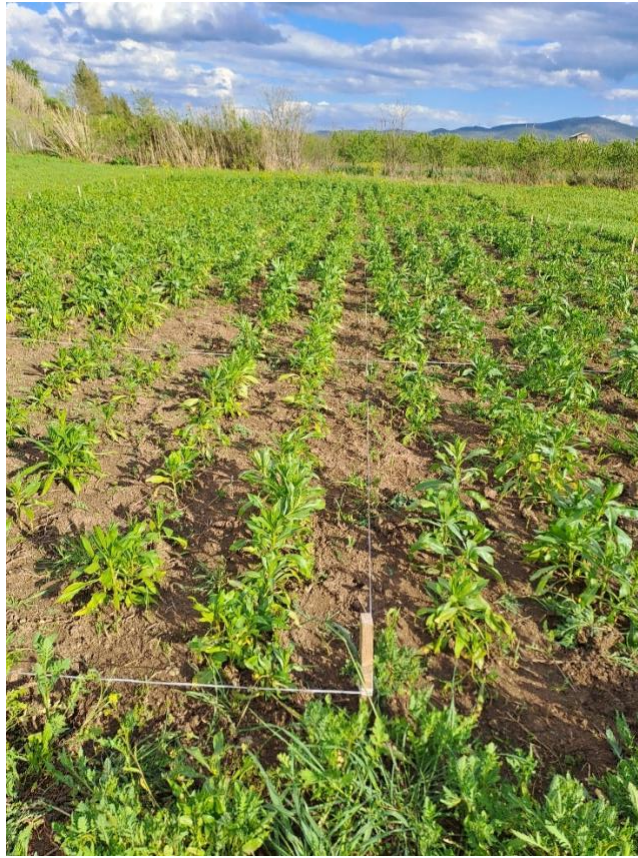
### **3.11 Επεξεργασία τελικών δειγμάτων**

Στις 24 και 25 Οκτωβρίου του 2023 έγινε διαχωρισμός των ανθικών κεφαλών ανά plot των δύο ποικιλιών οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά σακουλάκια στο χώρο του ξηραντήριου της σχολής. Στις 27 Οκτωβρίου πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του σπόρου από τις κεφαλές της ποικιλίας με αγκάθια. Για την επίτευξη του διαχωρισμού χρησιμοποιήθηκε τσιμεντόλιθος ώστε με την πίεση και την τριβή των κεφαλών αυτές να σκισθούν και να ελευθερωθεί ο σπόρος. Έπειτα ο σπόρος κοσκινίστηκε, φυσήχτηκε και τοποθετήθηκε σε ξεχωριστές σακούλες για κάθε plot. Τα υπολείμματα των κεφαλών τοποθετήθηκαν κι αυτά σε ξεχωριστές σακούλες και αποθηκεύτηκαν. Στις 6 Νοεμβρίου του 2023 έγινε διαχωρισμός του σπόρου από τις κεφαλές της ποικιλίας που δεν φέρει αγκάθια με την ίδια μέθοδο όπως και για τις κεφαλές της ποικιλίας με αγκάθια, έπειτα ακολούθησε διαχωρισμός των υπολειμμάτων των κεφαλών από τους σπόρους και κοσκίνισμα και φύσημα των σπόρων ώστε να προετοιμαστούν για την ανάλυση NIR.

### **3.12 Απομάκρυνση της αυτοφυούς βλάστησης κατά την καλλιεργητική περίοδο**

Στις 9 Μαρτίου του 2023 έγινε βοτάνισμα της καλλιέργειας με σκοπό την απομάκρυνση της αυτοφυούς βλάστησης από την καλλιεργούμενη έκταση. Στις 20 Μαρτίου του 2023 συνεχίστηκε το βοτάνισμα της καλλιέργειας για την απομάκρυνση των ζιζανίων. Στις 5 Απριλίου του 2023 έγινε το δεύτερο βοτάνισμα της καλλιέργειας χειρωνακτικά. Στις 25 Απριλίου του 2023 έγινε βοτάνισμα της πρώτης επανάληψης του πειράματος. Στις 8 Μαΐου του 2023 έγινε βοτάνισμα της δεύτερης επανάληψης του πειράματος. Στις 25 Μαΐου του 2023 έγινε βοτάνισμα της τρίτης επανάληψης του πειράματος (Εικόνα 8).





**Εικόνα 8.** Καλλιέργεια μετά το βοτάνισμα

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1 Ανάλυση μετρήσεων χλωροφύλλης φύλλων

Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη προέκυψε ότι μόνο ο παράγοντας της λίπανσης επηρέασε της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη. Συγκεκριμένα για την πρώτη περίπτωση όπου δεν εφαρμόστηκε καθόλου επιφανειακή αζωτούχος λίπανση η τιμή της χλωροφύλλης στα φύλλα ανέρχονταν στο 39,8 ενώ στην δεύτερη περίπτωση όπου εφαρμόστηκε αζωτούχος επιφανειακή λίπανση περί τις 8 λιπαντικές μονάδες η τιμή της χλωροφύλλης ανήλθε στο 51,8. Οι υπόλοιποι παράγοντες που ήταν οι δύο διαφορετικού τύπου βιοδιεγέρτες καθώς και ο συνδυασμός τους δεν έφεραν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα στις δύο λιπάνσεις θα μπορούσε να οφείλεται στο ότι το N συμμετάσχει στην φωτοσυνθετική διαδικασία και προάγει την βλαστική ανάπτυξη των φυτών με αποτέλεσμα η επαρκής διάθεση του στο φυτό να αυξάνει την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις βρίσκεται σε ποσοστό 17,3%, ποσοστό το οποίο δεν θεωρείται υψηλό και δεν θα μπορούσε να είναι πολύ μικρότερο διότι κατά τη διεξαγωγή του πειράματος συνετέλεσαν πολλοί περιβαλλοντικοί και άλλοι εξωγενής παράγοντες οι οποίοι επηρέασαν το αποτέλεσμα. Σε αντίστοιχα πειράματα τα οποία έχουν διεξαχθεί με φυτά ατρακτυλίδας φαίνεται ότι η αζωτούχος λίπανση αυξάνει την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη από το στάδιο της άνθησης μέχρι και την φυσιολογική ωρίμανση (Dordas and Sioulas, 2008), επίσης η αζωτούχος μπορεί να επηρεάσει θετικά τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης του φυτού (Shahrokhnia and Sepaskhah, 2017; de Anicésio et al., 2018). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης από τη μέτρηση χλωροφύλλης σε φύλλα η οποία διεξήχθη στις 5 Απριλίου του 2023 (Πίνακας 1).



**Πίνακας 1.** Στατιστική ανάλυση χλωροφύλλης φύλλων (Οι διαφορετικές τιμές της χλωροφύλλης είναι τιμές απορρόφησης στα 653 και στα 931 nm).

|                      |                         |                  |            |
|----------------------|-------------------------|------------------|------------|
|                      |                         |                  | CHLOROFYLL |
| Λίπανση              | 0 N                     |                  | 39,8       |
|                      | 8 N                     |                  | 51,8       |
|                      | L.S.D .05               |                  | 11,26      |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                  | 50,1       |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                  | 45,2       |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                  | 44,1       |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                  | 43,6       |
|                      | L.S.D .05               |                  | ns         |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ         | 45         |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ | 38,3       |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 38,5       |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ |            |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 37,3       |
|                      | 8 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ         | 55,2       |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ | 52,1       |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 49,7       |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ |            |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 50         |
| L.S.D .05            |                         |                  | ns         |
| CV %                 |                         |                  | 17,3       |

## 4.2 Ανάλυση τιμών από την πρώτη λήψη δειγμάτων από την καλλιέργεια

Η στατιστική επεξεργασία των τιμών για το ύψος και το χλωρό βάρος των φυτών έδειξε ότι καμία από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ άλλης παρά μόνο στην περίπτωση του χλωρού βάρους των φυτών όπου η μεταχείριση με μηδενικό επίπεδο λίπανσης N διέφερε στατιστικά σημαντικά από την μεταχείριση με εφαρμογή 8 λιπαντικών μονάδων N. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος της μεταχείρισης με μηδενική εφαρμογή αζώτου βρίσκεται στα 1350 g/m<sup>2</sup> ενώ της μεταχείρισης με 8 λιπαντικές μονάδες αζώτου στα 2218 g/m<sup>2</sup>. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι το N αποτελεί το κυριότερο στοιχείο για τη βλαστική αύξηση των φυτών καθώς συμμετάσχει στον σχηματισμό των πρωτεϊνών οι οποίες είναι το βασικό δομικό συστατικό των φυτικών κυττάρων. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε αντίστοιχη έρευνα όπου μελετήθηκε η επίδραση της αποστάσεως φύτευσης σε συνδυασμό με λίπανση της καλλιέργειας (Jaffar and Al-Refai, 2021; Koutroubas et al., 2021). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας στην περίπτωση του ύψους των φυτών ανέρχεται σε ποσοστό 13,3% και για την περίπτωση του χλωρού βάρους των φυτών σε 40,4%, το ποσοστό αυτό του δεύτερου συντελεστή παραλλακτικότητας δείχνει την μεγάλη διαφορά μεταξύ της αύξησης των φυτών των δύο διαφορετικών μεταχειρίσεων. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του ύψους και του χλωρού βάρους των φυτών από την δειγματοληψία στις 9 Μαΐου του 2023 (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2.** Στατιστική ανάλυση Ύψους φυτών και χλωρού βάρους φυτών.

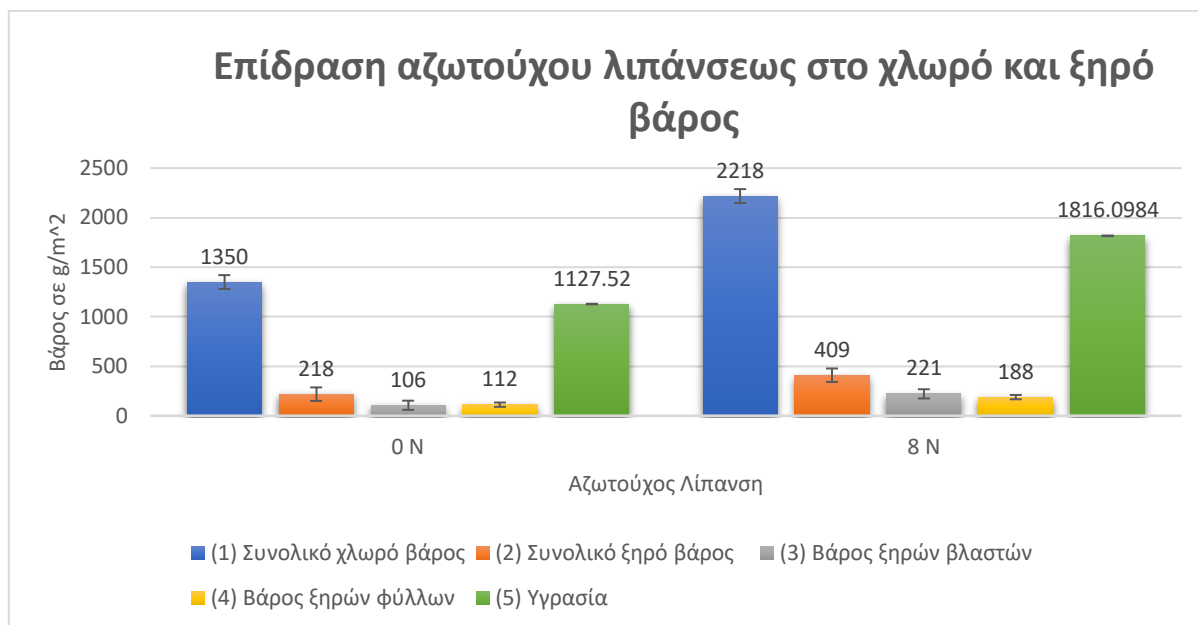
|                      |                         |                                     | HEIGHT<br>m | FRESH<br>WEIGHT<br>g/m2 |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Λίπανση              | 0 N                     |                                     | 0,895       | 1350                    |
|                      | 8 N                     |                                     | 0,988       | 2218                    |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns          | 139,3                   |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                     | 0,940       | 1895                    |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                     | 0,948       | 1934                    |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                     | 0,927       | 1517                    |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                     | 0,952       | 1789                    |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns          | ns                      |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 0,933       | 1908                    |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 0,913       | 1361                    |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 0,873       | 995                     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    |             |                         |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 0,860       | 1135                    |
|                      | 8 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 0,947       | 1883                    |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 0,983       | 2507                    |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 0,980       | 2040                    |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 1,043       | 2443                    |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns          | ns                      |
| CV %                 |                         |                                     | 13,300      | 40,4                    |

#### 4.3 Ανάλυση τιμών από τον διαχωρισμό και την ξήρανση του χλωρού δείγματος

Η στατιστική ανάλυση των μέσων τιμών των διαχωρισμένων ξηρών φύλλων και βλαστών έδειξε ότι καμιά από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις δεν διαφέρει σημαντικά από την άλλη όσον αφορά την περιεκτικότητα σε υγρασία αλλά και την ξηρά ουσία των δειγμάτων. Ωστόσο τα δύο διαφορετικά επίπεδα λίπανσης των 0 και 8 λιπαντικών μονάδων N φαίνεται να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους όσον αφορά το ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών και κατ' επέκταση το συνολικό ξηρό βάρος των δειγμάτων. Συγκεκριμένα για τα ξηρά φύλλα η μέση τιμή του βάρους τους για το μηδενικό επίπεδο αζωτούχου λιπάνσεως ανέρχονταν στα 112 g/m<sup>2</sup> ενώ για το επίπεδο λιπάνσεως στο οποίο εφαρμόστηκαν 8 μονάδες N η μέση τιμή του βάρους των ξηρών φύλλων βρισκόταν στα 188 g/m<sup>2</sup>. Για τον ξηρό βλαστό στο μηδενικό επίπεδο της λίπανσης N ο μέσος όρος του βάρους ανέρχονταν στα 106 g/m<sup>2</sup> και για το επίπεδο λίπανσης στις 8 μονάδες N ο μέσος όρος ανέρχονταν στα 221 g/m<sup>2</sup>. Για το συνολικό ξηρό βάρος για το επίπεδο χωρίς λίπανση με N η μέση τιμή βρισκόταν στα 218 g/m<sup>2</sup> και για το επίπεδο λίπανσης στις 8 μονάδες N στα 409 g/m<sup>2</sup>. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στο ότι η ενισχύθηκε η αύξηση των φυτών μέσω της αζωτούχου λιπάνσεως με αποτέλεσμα το τελικό βάρος της ξηρής βιομάζας να είναι και αυτό αυξημένο. Σε έρευνες οι οποίες διεξήχθησαν για την μελέτη των επιδράσεων της αζωτούχου λιπάνσεως καθώς και άλλων παραγόντων στην συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα διάφορα φυτικά μέρη φαίνεται ότι η αζωτούχος λίπανση σε συνδυασμό με τον αναπτυξιακό στάδιο του φυτού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία (Dordas and Sioulas, 2009; Steer and Harrigan, 1986). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για το συνολικό ξηρό βάρος ανέρχεται σε ποσοστό 44,6%, 49% για το βάρος των βλαστών, 40,9% για τα φύλλα, 2,3% για την περιεκτικότητα σε υγρασία και 11,2% για την ξηρή ουσία. Το ποσοστό της παραλλακτικότητας για την περιεκτικότητα σε υγρασία είναι ιδιαίτερα χαμηλό λόγω του ότι επηρεάζεται κυρίως από γενετικούς παράγοντες και δεν διαφοροποιείται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ο παρακάτω πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR από την δειγματοληψία στις 9 Μαΐου του 2023 (Πίνακας 3; Διάγραμμα 2; Διάγραμμα 3; Διάγραμμα 4).

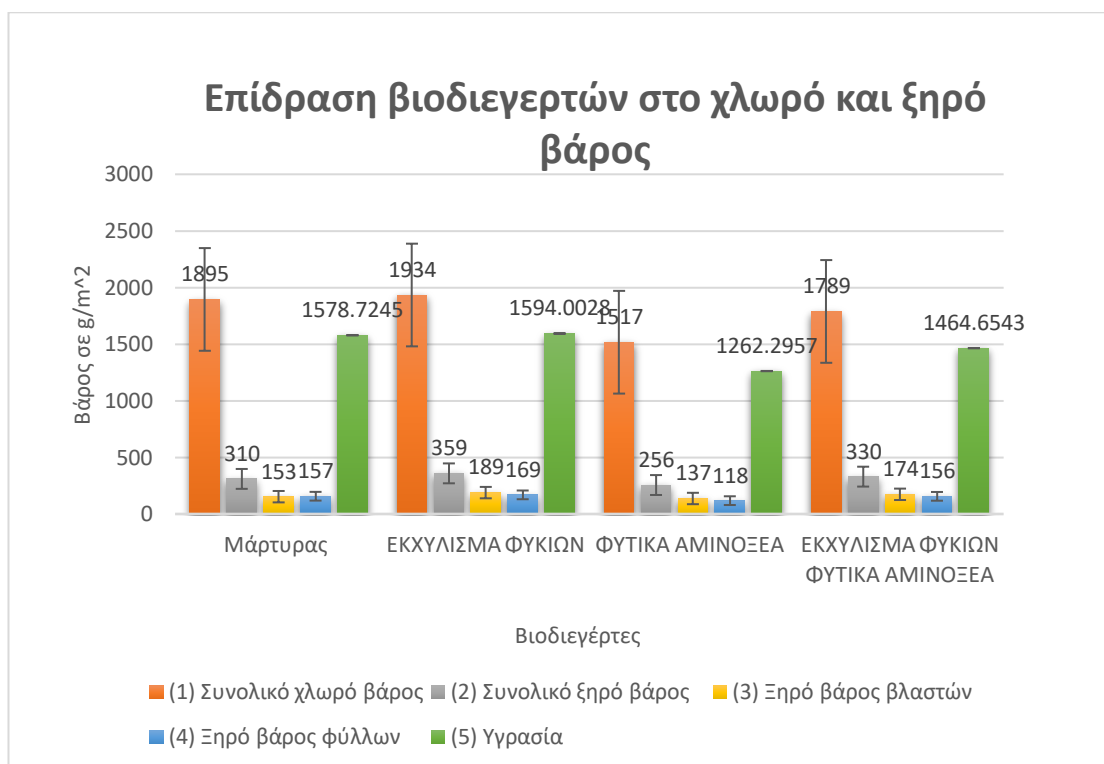
**Πίνακας 3.** Στατιστική ανάλυση Ολικού ξηρού βάρους/Ξηρού βάρους βλαστών/Ξηρού βάρους φύλλων/Υγρασίας/Ξηρής ουσίας.

|                      |                         |                                     | TOTAL<br>DRY<br>WEIGHT<br>g/m2 | DRY<br>WEIGHT<br>STEMS<br>g/m2 | DRY<br>WEIGHT<br>LEAVES<br>g/m2 | MOISTURE<br>% | DRY<br>MATTER<br>% |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------------|
| Λίπανση              |                         |                                     |                                |                                |                                 |               |                    |
|                      | 0 N                     |                                     | 218                            | 106                            | 112                             | 83,52         | 16,48              |
|                      | 8 N                     |                                     | 409                            | 221                            | 188                             | 81,88         | 18,12              |
| L.S.D .05            |                         |                                     | 136,4                          | 93                             | 43,8                            | ns            | ns                 |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                     | 310                            | 153                            | 157                             | 83,31         | 16,96              |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                     | 359                            | 189                            | 169                             | 82,42         | 17,58              |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                     | 256                            | 137                            | 118                             | 83,21         | 16,79              |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                     | 330                            | 174                            | 156                             | 81,87         | 18,13              |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns                             | ns                             | ns                              | ns            | ns                 |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 300                            | 142                            | 158                             | 83,42         | 16,58              |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 217                            | 106                            | 111                             | 84,08         | 15,92              |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 164                            | 83                             | 81                              | 83,36         | 16,64              |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 191                            | 91                             | 99                              | 83,24         | 16,76              |
|                      | 8 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 319                            | 164                            | 156                             | 83,20         | 16,80              |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 500                            | 272                            | 228                             | 80,77         | 19,23              |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 347                            | 191                            | 156                             | 83,06         | 16,94              |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 470                            | 257                            | 213                             | 80,51         | 19,49              |
|                      | L.S.D .05               |                                     |                                | ns                             | ns                              | ns            | ns                 |
| CV %                 |                         |                                     | 44,6                           | 49                             | 40,9                            | 2,3           | 11,2               |



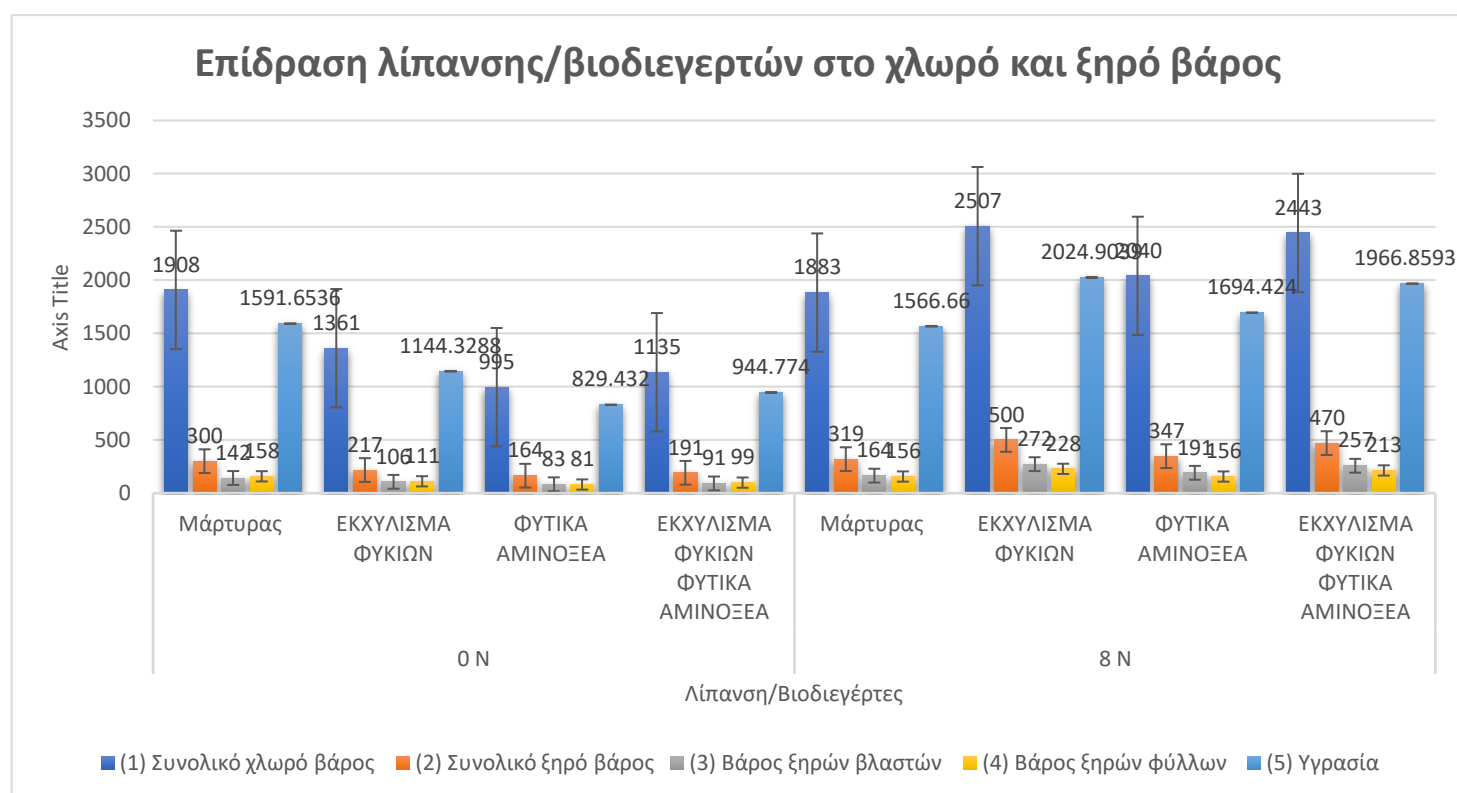
|   | LSD   | LSD/2  |
|---|-------|--------|
| 1 | 139,9 | 69,95  |
| 2 | 136,4 | 68,2   |
| 3 | 93    | 46,5   |
| 4 | 43,8  | 21,9   |
| 5 | 6,099 | 3,0495 |

**Διάγραμμα 2.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως στο χλωρό και ξηρό βάρος.



|   | LSD   | LSD/2  |
|---|-------|--------|
| 1 | 907   | 453,5  |
| 2 | 175,7 | 87,85  |
| 3 | 100,7 | 50,35  |
| 4 | 77,2  | 38,6   |
| 5 | 2,427 | 1,2135 |

**Διάγραμμα 3.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης των βιοδιεγερτών στο χλωρό και ξηρό βάρος.



|   | LSD   | LSD/2  |
|---|-------|--------|
| 1 | 1112  | 556    |
| 2 | 222,9 | 111,45 |
| 3 | 130   | 65     |
| 4 | 96,3  | 48,15  |
| 5 | 4,727 | 2,3635 |

**Διάγραμμα 4.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως σε συνδυασμό με τους βιοδιεγέρτες στο χλωρό και ξηρό βάρος.

#### 4.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR φύλλων από την πρώτη δειγματοληψία

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR φαίνεται ότι καμία από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ άλλης για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης εκτός από τον παράγοντα των ακατέργαστων ινών. Στην περίπτωση του παράγοντα των ακατέργαστων ινών ο μέσος όρος για τις μεταχειρίσεις χωρίς λίπανση αζώτου εμφανίζεται στατιστικώς μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν 8 λιπαντικές μονάδες αζώτου. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος για τις μεταχειρίσεις χωρίς λίπανση βρίσκονταν στο 17,54% και ο δεύτερος στο 16,66%. Ωστόσο σε αντίστοιχη έρευνα που διεξήχθη φαίνεται ότι η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει την παράμετρο των ακατέργαστων ινών (Danieli et al., 2011). Διαφορετική έρευνα έδειξε ότι τα φύλλα του φυτού επηρεάζονται σε μικρό βαθμό από την αζωτούχο λίπανση γεγονός το οποίο υποδεικνύει ότι ίσως τα φύλλα δεν ανταποκρίνονται στην λίπανση (MOHAMED et al., 2012). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα adf βρίσκεται στο 5,8%, για τον παράγοντα ash στο 4,8%, για τον παράγοντα ασβέστιο στο 3,9%, για τον παράγοντα ακατέργαστη ίνα στο 7,5%, για τον παράγοντα λιπαρά στο 3,8%, για τον παράγοντα υγρασία στο 2,7%, για τον παράγοντα ndf στο 3,8%, για τον παράγοντα φώσφορο στο 5,6% και για τον παράγοντα πρωτεΐνη στο 5,2%. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας σε όλους τους παράγοντες της ανάλυσης βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα καθώς επηρεάζονται κατ' εξοχήν από γενετικού παράγοντες τους οποίους καμία καλλιεργητική ή περιβαλλοντική παρέμβαση δεν μπορεί να διαφοροποιήσει. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης αποτελεσμάτων ανάλυσης NIR πράσινων φύλλων από την δειγματοληψία στις 9 Μαΐου του 2023 τα οποία ξηράθηκαν μέχρι τελικής ξήρανσης (Πίνακας 4).



**Πίνακας 4.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών φύλλων από την πρώτη δειγματοληψία.

|                      |                         |                                     | ADF   | ASH   | CALCIUM | CRUDE<br>FIBER | FAT   | MOISTURE | NDF   | PHOSPHORUS | PROTEIN |     |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------|-------|---------|----------------|-------|----------|-------|------------|---------|-----|
| Λίπανση              | 0 N                     |                                     | 19,06 | 10,91 | 0,4458  | 17,54          | 2,353 | 12,375   | 37,44 | 0,3008     | 21,35   |     |
|                      | 8 N                     |                                     | 18,33 | 10,88 | 0,4492  | 16,66          | 2,463 | 12,412   | 36,59 | 0,3108     | 21,45   |     |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns    | ns    | ns      | 0,249          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |     |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                     | 18,93 | 11,01 | 0,455   | 17,1           | 2,392 | 12,398   | 37,38 | 0,3133     | 21,62   |     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                     | 18,29 | 10,63 | 0,44    | 16,82          | 2,402 | 12,608   | 36,53 | 0,2983     | 20,82   |     |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                     | 18,88 | 11,26 | 0,455   | 16,96          | 2,423 | 12,257   | 37,21 | 0,315      | 22,15   |     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                     | 18,69 | 10,67 | 0,44    | 17,53          | 2,413 | 12,31    | 36,96 | 0,2967     | 21,02   |     |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns    | ns    | ns      | ns             | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |     |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 20,02 | 11,24 | 0,4633  | 17,63          | 2,367 | 12,297   | 38,78 | 0,32       | 22,06   |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 18,64 | 10,58 | 0,4333  | 17,38          | 2,34  | 12,573   | 36,92 | 0,29       | 20,58   |     |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 18,42 | 11,11 | 0,4467  | 16,58          | 2,403 | 12,367   | 36,55 | 0,3067     | 21,73   |     |
|                      | 8 N                     | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 19,18 | 10,7  | 0,44    | 18,59          | 2,3   | 12,263   | 37,53 | 0,2867     | 21,05   |     |
|                      |                         | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 17,83 | 10,78 | 0,4467  | 16,57          | 2,417 | 12,5     | 35,97 | 0,3067     | 21,18   |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 17,93 | 10,68 | 0,4467  | 16,27          | 2,463 | 12,643   | 36,14 | 0,3067     | 21,05   |     |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 19,35 | 11,4  | 0,4633  | 17,33          | 2,443 | 12,147   | 37,87 | 0,3233     | 22,57   |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 18,19 | 10,64 | 0,44    | 16,47          | 2,527 | 12,357   | 36,39 | 0,3067     | 20,99   |     |
|                      |                         | L.S.D .05                           |       | ns    | ns      | ns             | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      | ns  |
|                      |                         | CV %                                |       | 5,8   | 4,8     | 3,9            | 7,5   | 3,8      | 2,7   | 3,8        | 5,6     | 5,2 |

#### 4.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR βλαστών από την πρώτη δειγματοληψία

Από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR φαίνεται ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στη γενετική σύσταση των φυτών η οποία καθορίζει το εύρος των τιμών των παραγόντων αυτών, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διαφοροποίηση τους σε μεγάλο βαθμό από εξωγενής παράγοντες. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα φαίνεται να επιβεβαιώνεται και άλλες παρόμοιες έρευνες (Danieli et al., 2011). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα adf βρίσκεται στο 4,1%, για τον παράγοντα ash στο 11%, για τον παράγοντα ασβέστιο στο 6,9%, για τον παράγοντα ακατέργαστη ίνα στο 5,5%, για τον παράγοντα λιπαρά στο 7%, για τον παράγοντα υγρασία στο 12,8%, για τον παράγοντα ndf στο 3,2%, για τον παράγοντα φώσφορο στο 40,9% και για τον παράγοντα πρωτεΐνη στο 13,4%. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που αφορούν την ανάλυση NIR πράσινων βλαστών από την δειγματοληψία στις 9 Μαΐου του 2023 οι οποίοι ξηράθηκαν μέχρι τελικής ξήρανσης (Πίνακας 5).

**Πίνακας 5.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών βλαστών από την πρώτη δειγματοληψία.

|                      |                         |                                     | ADF   | ASH   | CALCIUM | CRUDE FIBER | FAT   | MOISTURE | NDF   | PHOSPHORUS | PROTEIN |      |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------|-------|---------|-------------|-------|----------|-------|------------|---------|------|
| Λίπανση              | 0 N                     |                                     | 27,48 | 3,903 | 0,2367  | 39,72       | 1,408 | 10,55    | 47,66 | 0,0475     | 6,38    |      |
|                      | 8 N                     |                                     | 25,81 | 3,656 | 0,2242  | 39,18       | 1,458 | 11,12    | 45,42 | 0,04       | 6,51    |      |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |      |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                     | 27,04 | 4,052 | 0,2417  | 39,64       | 1,447 | 10,75    | 47,19 | 0,05       | 6,9     |      |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                     | 27,12 | 3,65  | 0,23    | 39,98       | 1,365 | 10,64    | 47,08 | 0,035      | 6,14    |      |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                     | 26,09 | 3,615 | 0,2217  | 38,93       | 1,465 | 10,48    | 45,81 | 0,0467     | 6,09    |      |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                     | 26,33 | 3,8   | 0,2283  | 39,25       | 1,457 | 11,48    | 46,07 | 0,433      | 6,64    |      |
| L.S.D .05            |                         |                                     | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |      |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 27,5  | 4,263 | 0,25    | 39,24       | 1,42  | 10,79    | 47,86 | 0,0567     | 7,02    |      |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 28,91 | 3,867 | 0,2433  | 41,21       | 1,297 | 10,58    | 49,45 | 0,0333     | 6,16    |      |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 26,38 | 3,717 | 0,2267  | 38,36       | 1,497 | 10,44    | 46,19 | 0,0567     | 6,06    |      |
|                      | 8 N                     | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 27,12 | 3,763 | 0,2267  | 40,07       | 1,42  | 10,38    | 47,13 | 0,0433     | 6,27    |      |
|                      |                         | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 26,58 | 3,84  | 0,2333  | 40,03       | 1,473 | 10,7     | 46,52 | 0,0433     | 6,78    |      |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 25,34 | 3,433 | 0,2167  | 38,76       | 1,433 | 10,69    | 44,7  | 0,0367     | 6,12    |      |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 25,8  | 3,513 | 0,2167  | 39,49       | 1,433 | 10,52    | 45,43 | 0,0367     | 6,12    |      |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 25,54 | 3,837 | 0,23    | 38,44       | 1,493 | 12,57    | 45,02 | 0,0433     | 7,02    |      |
|                      |                         | L.S.D .05                           |       |       | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      | ns   |
|                      |                         | CV %                                |       |       | 4,1     | 11          | 6,9   | 5,5      | 7     | 12,8       | 3,2     | 40,9 |

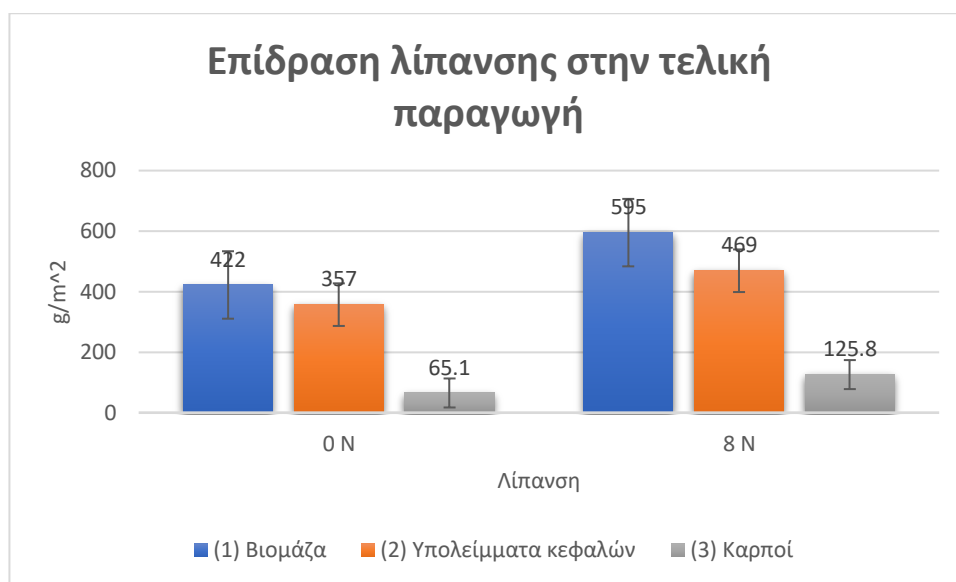
#### 4.6 Ανάλυση τιμών από την δειγματοληψία φυσιολογικώς ώριμων φυτών

Η στατιστική ανάλυση των μέσων τιμών του βάρους των δειγμάτων από την τελική δειγματοληψία έδειξε ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για καμία από τις μεταχειρίσεις οι οποίες εφαρμόστηκαν κατά την διάρκεια πειραματικής διαδικασίας. Όσον αφορά την απόδοση της καλλιέργειας σε σπόρο η μεγαλύτερη παραγωγή επιτεύχθηκε στη μεταχείριση όπου εφαρμόστηκαν 8 λιπαντικές μονάδες αζώτου και ο βιοδιεγέρτης των φυτικών αμινοξέων με τιμή 149,2 g/m<sup>2</sup> και η μικρότερη παραγωγή στην περίπτωση του μηδενικού επιπέδου αζωτούχου λιπάνσεως σε συνδυασμό με την εφαρμογή βιοδιεγέρτη εκχυλίσματος φυκιών όπου η απόδοση ανήλθε σε 41,6 g/m<sup>2</sup>. Στην περίπτωση της συνολικής παραχθείσας βιομάζας η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται με την εφαρμογή 8 λιπαντικών μονάδων αζώτου και τη χρήση φυτικών αμινοξέων ως βιοδιεγέρτη με τιμή 668 g/m<sup>2</sup> ενώ η χαμηλότερη τιμή παρατηρείται με την μηδενική εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως και την απουσία χρήσης βιοδιεγερτών με τιμή 384 g/m<sup>2</sup>. Οι διαφορετικές μεταχειρίσεις φαίνεται να επηρεάζουν την συνολική απόδοση της

καλλιέργειας ωστόσο σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης η επίδραση αυτή δεν είναι σημαντική. Σε αντίθεση με το συγκεκριμένο αποτέλεσμα σχετικές έρευνες απέδειξαν ότι η αζωτούχος λίπανση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη τελική απόδοση των φυτών σε σπόρο και βιομάζα (Jaffar and Al-Refai, 2021; MOHAMED et al., 2012). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα του Harvest Index βρίσκεται στο 24,3%, για τον παράγοντα της βιομάζας βρίσκεται στο 26,2%, για τον παράγοντα των υπολειμμάτων βρίσκεται στο 23,8% και για τον παράγοντα των σπόρων βρίσκεται στο 43,1%. Τα ποσοστά αυτά είναι αυξημένα σε σχέση με τα ποσοστά των παραλλακτικότητας των ποιοτικών χαρακτηριστικών καθώς οι συγκεκριμένοι παράγοντες επηρεάζονται και από εξωγενείς παραμέτρους όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και οι διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται. Ο παρακάτω πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης από την τελική δειγματοληψία στις 24 Ιουλίου του 2023 (Πίνακας 6; Διάγραμμα 5; Διάγραμμα 6; Διάγραμμα 7).

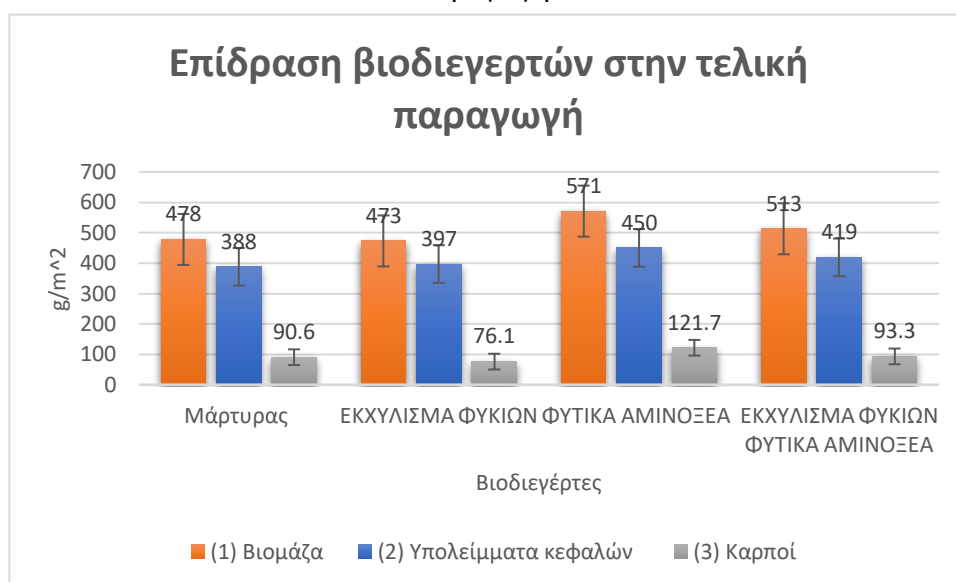
**Πίνακας 6.** Στατιστική ανάλυση Δείκτη συγκομιδής/Βιομάζας/Υπολειμμάτων/καρπών.

|                      |                         |                                     | Harvest<br>Index | BIOMASS<br>g/m <sup>2</sup> | RESIDUES<br>g/m <sup>2</sup> | SEEDS<br>g/m <sup>2</sup> |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Λίπανση              | 0 N                     |                                     | 0,15             | 422                         | 357                          | 65,1                      |
|                      | 8 N                     |                                     | 0,20             | 595                         | 469                          | 125,8                     |
|                      | L.S.D .05               |                                     | ns               | ns                          | ns                           | ns                        |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                     | 0,18             | 478                         | 388                          | 90,6                      |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                     | 0,15             | 473                         | 397                          | 76,1                      |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                     | 0,21             | 571                         | 450                          | 121,7                     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                     | 0,18             | 513                         | 419                          | 93,3                      |
|                      | L.S.D .05               |                                     | ns               | ns                          | ns                           | ns                        |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 0,16             | 384                         | 327                          | 56,3                      |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 0,10             | 402                         | 361                          | 41,6                      |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 0,20             | 474                         | 380                          | 94,2                      |
|                      | 8 N                     | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 0,16             | 430                         | 361                          | 68,2                      |
|                      |                         | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                            | 0,20             | 573                         | 448                          | 124,9                     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    | 0,20             | 543                         | 432                          | 110,6                     |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 0,22             | 668                         | 519                          | 149,2                     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 0,20             | 596                         | 478                          | 118,5                     |
|                      | L.S.D .05               |                                     | ns               | ns                          | ns                           | ns                        |
|                      | CV %                    |                                     | 24,30            | 26,2                        | 23,8                         | 43,1                      |



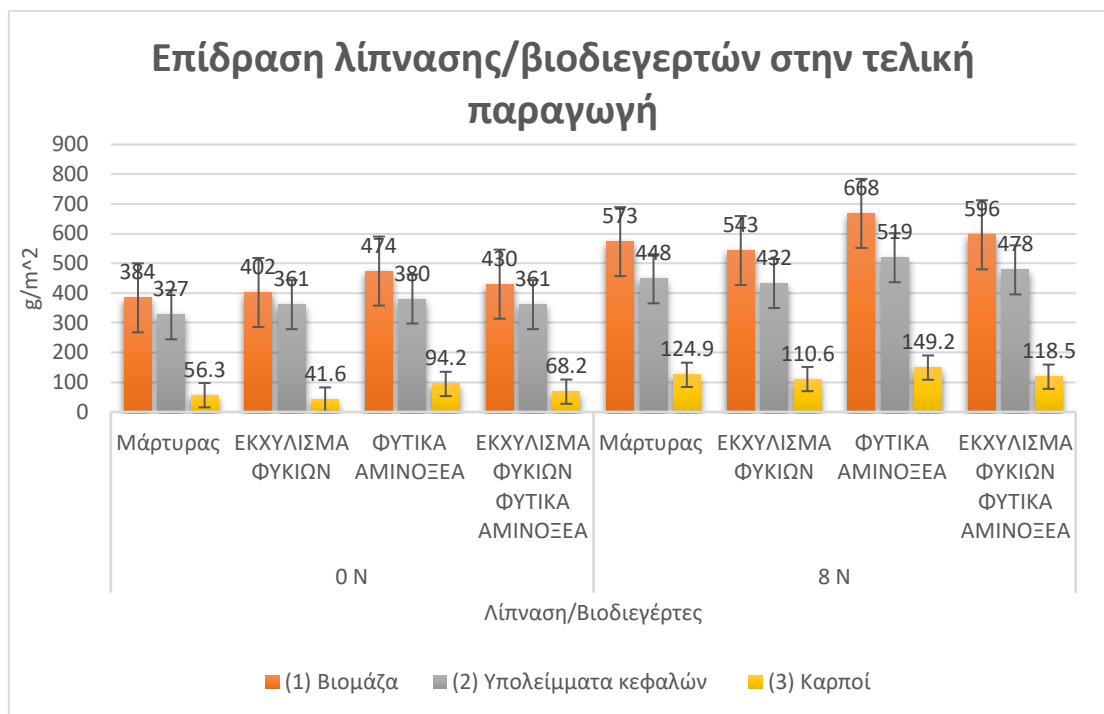
|   | LSD   | LSD/2  |
|---|-------|--------|
| 1 | 222,9 | 111,45 |
| 2 | 140,8 | 70,4   |
| 3 | 95,86 | 47,93  |

**Διάγραμμα 5.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως στην τελική παραγωγή.



|   | LSD   | LSD/2 |
|---|-------|-------|
| 1 | 167,9 | 83,95 |
| 2 | 123,8 | 61,9  |
| 3 | 51,72 | 25,86 |

**Διάγραμμα 6.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης των βιοδιεγερτών στην τελική παραγωγή.



**Διάγραμμα 7.** Διάγραμμα απεικόνισης της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως σε συνδυασμό με τους βιοδιεγέρτες στην τελική παραγωγή.

|   | LSD   | LSD/2  |
|---|-------|--------|
| 1 | 232,3 | 116,15 |
| 2 | 165,1 | 82,55  |
| 3 | 81,78 | 40,89  |

#### 4.7 Ανάλυση δείγματος υπολειμμάτων κεφαλών της ποικιλία χωρίς αγκάθια

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR φαίνεται ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα adf βρίσκεται στο 8,1%, για τον παράγοντα ash στο 6,7%, για τον παράγοντα ασβέστιο στο 5,3%, για τον παράγοντα ακατέργαστη ίνα στο 5,9%, για τον παράγοντα λιπαρά στο 8,2%, για τον παράγοντα υγρασία στο 3,7%, για τον παράγοντα ndf στο 5,5%, για τον παράγοντα φώσφορο στο 12,3% και για τον παράγοντα πρωτεΐνη στο 5,4%. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα ποσοστά του συντελεστή παραλλακτικότητας παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα για όλους του παράγοντες που αναλύθηκαν με τη μέθοδο NIR διότι επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από συγκεκριμένα γονίδια του φυτού και έτσι δεν είναι δυνατή η διαφοροποίηση των τιμών συγκεκριμένων παραγόντων πέρα από τα γενετικά

καθορισμένα όρια. Αντίστοιχα αποτελέσματα έδωσε και παρόμοια έρευνα σε φυτά ατρακτυλίδας (Dordas and Sioulas, 2009), αντιθέτως έρευνα η οποία διεξήχθη για τη μελέτη της επίδρασης της διαφυλλικής λίπανσης σε φυτά ατρακτυλίδας έδειξε ότι η λίπανση με τα στοιχεία N, P, K μπορεί να επηρεάσει τη σύσταση των υπολειμμάτων των κεφαλών (Mahmood, 2021). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των κεφαλών της ποικιλίας χωρίς αγκάθια από την δειγματοληψία στις 24 Ιουλίου του 2024 (Πίνακας 7).

**Πίνακας 7.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών κεφαλών ποικιλίας χωρίς αγκάθια.

|                      |                                  |                                  | ADF   | ASH   | CALCIUM | CRUDE FIBER | FAT   | MOISTURE | NDF   | PHOSPHORUS | PROTEIN |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|-------|---------|-------------|-------|----------|-------|------------|---------|
| Λίπανση              | 0 N                              |                                  | 20,89 | 4,618 | 0,2583  | 25,33       | 1,949 | 9,898    | 38,49 | 0,1117     | 8,983   |
|                      | 8 N                              |                                  | 20,22 | 4,697 | 0,2575  | 24,56       | 1,983 | 9,961    | 37,61 | 0,1167     | 9,228   |
|                      | L.S.D .05                        |                                  | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                         |                                  | 20,25 | 4,583 | 0,2567  | 24,85       | 2,012 | 9,802    | 37,68 | 0,1167     | 9,262   |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                 |                                  | 20,93 | 4,668 | 0,26    | 25,36       | 1,967 | 9,828    | 38,59 | 11,67      | 9,093   |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                  |                                  | 19,94 | 4,585 | 0,2533  | 24,76       | 1,977 | 9,962    | 37,25 | 0,1117     | 9,053   |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ |                                  | 21,08 | 4,793 | 0,2617  | 24,82       | 1,96  | 10,125   | 38,68 | 0,1117     | 9,013   |
|                      | L.S.D .05                        |                                  | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                              | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                         | 20,78 | 4,57  | 0,26    | 25,76       | 1,993 | 9,743    | 38,41 | 0,1133     | 9,24    |
|                      |                                  | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                 | 21,30 | 4,617 | 0,2633  | 26,33       | 1,967 | 9,98     | 39,17 | 0,11       | 8,97    |
|                      |                                  | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                  | 19,73 | 4,493 | 0,25    | 24,57       | 1,997 | 9,877    | 36,93 | 0,11       | 8,96    |
|                      | 8 N                              | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 21,74 | 4,793 | 0,26    | 24,67       | 1,84  | 9,99     | 39,45 | 0,1133     | 8,763   |
|                      |                                  | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                         | 19,72 | 4,597 | 0,2533  | 23,94       | 2,03  | 9,86     | 36,95 | 0,12       | 9,283   |
|                      |                                  | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                 | 20,56 | 4,72  | 0,2567  | 24,38       | 1,967 | 9,677    | 38,01 | 0,1233     | 9,217   |
|                      |                                  | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                  | 20,15 | 4,677 | 0,2567  | 24,96       | 1,977 | 10,047   | 37,57 | 0,1133     | 9,147   |
|                      |                                  | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 20,43 | 4,793 | 0,2633  | 24,96       | 1,96  | 10,26    | 37,92 | 0,11       | 9,263   |
|                      |                                  | L.S.D .05                        | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |
|                      |                                  | CV %                             | 8,10  | 6,7   | 5,3     | 5,9         | 8,2   | 3,7      | 5,5   | 12,3       | 5,4     |

#### 4.8 Ανάλυση δείγματος υπολειμμάτων κεφαλών της ποικιλία με αγκάθια

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR απέδειξε ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα adf βρίσκεται στο 6,1%, για τον παράγοντα ash στο 12,1%, για τον παράγοντα ασβέστιο στο 6,7%, για τον παράγοντα ακατέργαστη ίνα στο 7,7%, για τον παράγοντα λιπαρά στο 6,9%, για τον παράγοντα υγρασία στο 6%, για τον παράγοντα

ndf στο 4,2%, για τον παράγοντα φώσφορο στο 12,8% και για τον παράγοντα πρωτεΐνη στο 6,6%. Και στη συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει ο περιορισμός της διαφοροποίησης όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του δείγματος της ανάλυσης λόγω της γενετικής σύστασης του φυτού. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται και από αντίστοιχη έρευνα στην οποία αναφέρεται ότι η αζωτούχος λίπανση δεν επηρέασε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κεφαλών της ατρακτυλίδας (Dordas and Sioulas, 2009). Ωστόσο σε διαφορετική έρευνα φαίνεται ότι με τη διαφυλλική λίπανση της καλλιέργειας με τα 3 βασικά στοιχεία N, P, K η ξηρά ουσία αυξάνεται και επομένως η υγρασία των κεφαλών μειώνεται (Mahmood, 2021). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των κεφαλών της ποικιλίας με αγκάθια από την δειγματοληψία στις 24 Ιουλίου του 2024 (Πίνακας 8).

**Πίνακας 8.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών κεφαλών ποικιλίας με αγκάθια.

|                      |                         |                                  | ADF   | ASH  | CALCIUM | CRUDE FIBER | FAT   | MOISTURE | NDF   | PHOSPHORUS | PROTEIN |     |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------|------|---------|-------------|-------|----------|-------|------------|---------|-----|
| Λίπανση              |                         |                                  |       |      |         |             |       |          |       |            |         |     |
|                      | 0 N                     |                                  | 21,27 | 5,55 | 0,2842  | 22,94       | 1,784 | 10,7     | 39,07 | 0,13       | 10,07   |     |
|                      | 8 N                     |                                  | 21,51 | 5,51 | 0,2892  | 23,04       | 1,767 | 10,86    | 39,33 | 0,125      | 10,09   |     |
| L.S.D .05            |                         |                                  | ns    | ns   | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |     |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                                  | 20,4  | 5,28 | 0,275   | 23,07       | 1,858 | 10,64    | 37,97 | 0,125      | 9,8     |     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                                  | 22,16 | 5,47 | 0,2883  | 24,11       | 1,778 | 10,54    | 40,33 | 0,1317     | 10,33   |     |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                                  | 21,59 | 5,85 | 0,2967  | 21,91       | 1,727 | 11       | 39,37 | 0,135      | 10,28   |     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                                  | 21,42 | 5,51 | 0,2867  | 22,87       | 1,738 | 10,95    | 39,13 | 0,1183     | 9,91    |     |
| L.S.D .05            |                         |                                  | ns    | ns   | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |     |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                         | 19,9  | 5,27 | 0,2733  | 23,08       | 1,907 | 10,55    | 37,4  | 0,1267     | 9,99    |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                 | 22,84 | 5,73 | 0,2967  | 24,6        | 1,757 | 10,47    | 41,28 | 0,14       | 10,63   |     |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                  | 21,44 | 5,75 | 0,29    | 21,77       | 1,723 | 11,02    | 39,15 | 0,1333     | 9,96    |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 20,89 | 5,43 | 0,2767  | 22,3        | 1,75  | 10,78    | 38,45 | 0,12       | 9,71    |     |
|                      | 8 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ                         | 20,9  | 5,28 | 0,2767  | 23,06       | 1,81  | 10,73    | 38,55 | 0,1233     | 9,62    |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                 | 21,47 | 5,21 | 0,28    | 23,61       | 1,8   | 10,61    | 39,38 | 0,1233     | 10,03   |     |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                  | 21,74 | 5,96 | 0,3033  | 22,05       | 1,73  | 10,97    | 39,59 | 0,1367     | 10,6    |     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 21,94 | 5,58 | 0,2967  | 23,43       | 1,727 | 11,13    | 39,82 | 0,1167     | 10,11   |     |
|                      | L.S.D .05               |                                  |       | ns   | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      | ns  |
|                      | CV %                    |                                  |       | 6,1  | 12,1    | 6,7         | 7,7   | 6,9      | 6     | 4,2        | 12,8    | 6,6 |

#### 4.9 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR ξηρών βλαστών

Μέσω της στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR φαίνεται ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης εκτός από την περίπτωση του παράγοντα της πρωτεΐνης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο μέσος όρος της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης των βλαστών που δεν λιπάνθηκαν φαίνεται να είναι στατιστικά

μικρότερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο των φυτών που λιπάνθηκαν με 8 λιπαντικές μονάδες N. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό των πρωτεϊνών και παροχή του στα φυτά αυξάνει το ποσοστό της περιεχόμενης πρωτεΐνης στους φυτικούς ιστούς. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται από αντίστοιχη έρευνα η οποία έχει διεξαχθεί (Danieli et al., 2011). Επίσης ακόμη μία έρευνα αποδεικνύει ότι οι διαφορετικές πηγές αζωτούχου λιπάνσεως δύνανται να επηρεάσουν σημαντικά τη συνολική παραγωγή πρωτεΐνης του φυτού (Talebbeigi et al., 2018). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για τον παράγοντα adf βρίσκεται στο 3,7%, για τον παράγοντα ash στο 11,9%, για τον παράγοντα ασβέστιο στο 7,1%, για τον παράγοντα ακατέργαστη ίνα στο 4,5%, για τον παράγοντα λιπαρά στο 6,1%, για τον παράγοντα υγρασία στο 4,1%, για τον παράγοντα ndf στο 2,9%, για τον παράγοντα φώσφορο στο 61,8% και για τον παράγοντα πρωτεΐνη στο 7,3%. Τα ποσοστά του συντελεστή παραλλακτικότητας παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα διότι επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από τα γενετικά χαρακτηριστικά του φυτού και έτσι δεν είναι δυνατή η διαφοροποίηση των τιμών συγκεκριμένων παραγόντων πέρα από τα γενετικώς προκαθορισμένα όρια. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που αφορούν την ανάλυση NIR βλαστών από την δειγματοληψία στις 24 Ιουλίου του 2024 (Πίνακας 9).

**Πίνακας 9.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών ξηρών βλαστών.

|                      |                         |                  | ADF   | ASH   | CALCIUM | CRUDE FIBER | FAT   | MOISTURE | NDF   | PHOSPHORUS | PROTEIN |
|----------------------|-------------------------|------------------|-------|-------|---------|-------------|-------|----------|-------|------------|---------|
| Λίπανση              | 0 N                     |                  | 26,81 | 3,276 | 0,2242  | 42,63       | 1,493 | 9,733    | 46,81 | 0,0175     | 5,834   |
|                      | 8 N                     |                  | 26,64 | 3,428 | 0,2275  | 42,66       | 1,494 | 9,814    | 46,67 | 0,0208     | 6,377   |
| L.S.D .05            |                         |                  | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | 0,3447  |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                |                  | 26,72 | 3,313 | 0,2267  | 42,98       | 1,503 | 9,795    | 46,76 | 0,025      | 6,103   |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ        |                  | 26,75 | 3,36  | 0,2217  | 42,31       | 1,51  | 9,54     | 46,69 | 0,0183     | 6,033   |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ         |                  | 26,35 | 3,392 | 0,2283  | 41,74       | 1,513 | 9,887    | 46,32 | 0,0233     | 6,202   |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ |                  | 27,08 | 3,343 | 0,2267  | 43,54       | 1,448 | 9,873    | 47,19 | 0,01       | 6,085   |
| L.S.D .05            |                         |                  | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       | ns    | ns         | ns      |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                     | ΜΑΡΤΥΡΑΣ         | 26,71 | 3,057 | 0,22    | 43,21       | 1,503 | 9,68     | 46,68 | 0,0133     | 5,6     |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ | 26,45 | 3,343 | 0,22    | 41,38       | 1,547 | 9,307    | 46,2  | 0,0267     | 5,92    |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 26    | 3,453 | 0,23    | 40,97       | 1,55  | 10,02    | 45,88 | 0,0267     | 6,153   |
|                      | 8 N                     | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ |       |       |         |             |       |          |       |            |         |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 28,09 | 3,25  | 0,2267  | 44,94       | 1,373 | 9,927    | 48,47 | 0,0033     | 5,663   |
|                      |                         | ΜΑΡΤΥΡΑΣ         | 26,73 | 3,57  | 0,2333  | 42,76       | 1,503 | 9,91     | 46,85 | 0,0367     | 6,607   |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ | 27,04 | 3,377 | 0,2233  | 43,25       | 1,473 | 9,773    | 47,19 | 0,01       | 6,147   |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 26,7  | 3,33  | 0,2267  | 42,51       | 1,477 | 9,753    | 46,75 | 0,02       | 6,25    |
|                      |                         | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ |       |       |         |             |       |          |       |            |         |
|                      |                         | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ  | 26,07 | 3,437 | 0,2267  | 42,14       | 1,523 | 9,82     | 45,91 | 0,0167     | 6,507   |
| L.S.D .05            |                         |                  | ns    | ns    | ns      | ns          | ns    | ns       |       | 0,01866    | ns      |
| CV %                 |                         |                  | 3,7   | 11,9  | 7,1     | 4,5         | 6,1   | 4,1      | 2,9   | 61,8       | 7,3     |



#### 4.10 Ανάλυση αποτελεσμάτων NIR καρπών

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης NIR φαίνεται ότι καμία διαφορετική μεταχείριση του πειράματος δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από μια άλλη για κανέναν από τους διαφορετικούς παράγοντες της ανάλυσης για την ποικιλία με αγκάθια. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για την υγρασία του σπόρου αυτής της ποικιλίας ανέρχεται στο 4,9% και για την περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο στο 3,8%. Όσον αφορά την ποικιλία χωρίς αγκάθια εντοπίζονται σε δύο σημεία στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφορετικών μεταχειρίσεων που πραγματοποιήθηκαν. Η πρώτη περίπτωση αφορά τη μέση τιμή της υγρασίας σπόρου από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις των βιοδιεγερτών, επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στη υγρασία του σπόρου από τον συνδυασμό 2 διαφορετικών λιπάνσεων και των 4 διαφορετικών βιοδιεγερτών. Η δεύτερη περίπτωση αφορά την περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο η οποία παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τις 4 διαφορετικές μεταχειρίσεις με βιοδιεγέρτες όπου όλες οι μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους εκτός από την περίπτωση της εφαρμογής εκχυλίσματος φυκιών σε σύγκριση με την εφαρμογή του συνδυασμού του εκχυλίσματος φυκιών και των φυτικών αμινοξέων που δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας για την περιεκτικότητα του σπόρου σε υγρασία ανέρχεται σε 2,3% και για την περιεκτικότητα σε έλαιο στο 0,9%. Τα χαμηλά αυτά ποσοστά οφείλονται στην στενή σύνδεση αυτών των δύο παραγόντων με προκαθορισμένα γενετικά χαρακτηριστικά των 2 ποικιλιών. Έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί για την διαπίστωση της επίδρασης της αζωτούχου λιπάνσεως στα χαρακτηριστικά του σπόρου της ατρακτυλίδας αποδεικνύουν ότι σε συνδυασμό με τον γονότυπο των φυτών αλλά και άλλους παράγοντες η αζωτούχος λίπανση μπορεί να αυξήσει ή και να μειώσει την περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο σε περίπτωση υπερβολικής λίπανσης και στην περίπτωση της πρωτεΐνης παρατηρείται επίσης αύξηση του ποσοστού της με την αζωτούχο λίπανση (Bueno et al., 2020; Eryiğit et al., 2021). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που αφορούν ανάλυση NIR καρπών και των δύο ποικιλιών από την δειγματοληψία στις 24 Ιουλίου του 2024 (Πίνακας 10).

**Πίνακας 10.** Στατιστική ανάλυση ποιοτικών χαρακτηριστικών καρπών.

|                      | Ποικιλία με αγκάθια                 |                  |          |          | Ποικιλία χωρίς αγκάθια |          |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|----------|----------|------------------------|----------|
|                      |                                     |                  | MOISTURE | SEED OIL | MOISTURE               | SEED OIL |
| Λίπανση              |                                     |                  |          |          |                        |          |
|                      | 0 N                                 |                  | 4,75     | 39,87    | 3,8                    | 41,592   |
|                      | 8 N                                 |                  | 4,542    | 41,28    | 3,8                    | 41,183   |
| L.S.D .05            |                                     |                  | ns       | ns       | ns                     | ns       |
| Βιοδιεγέρτες         | Μάρτυρας                            |                  | 4,833    | 39,47    | 3,7                    | 40,6     |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    |                  | 4,617    | 40,33    | 3,75                   | 41,95    |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     |                  | 4,483    | 41,73    | 3,9                    | 41,25    |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ ΦΥΤΙΚΑ             |                  | 4,65     | 40,78    | 3,85                   | 41,75    |
| L.S.D .05            |                                     |                  | ns       | ns       | 0,1089                 | 0,4721   |
| Λίπανση Βιοδιεγέρτες | 0 N                                 | ΜΑΡΤΥΡΑΣ         | 5,033    | 38,07    | 3,6                    | 40,6     |
|                      |                                     | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ | 4,8      | 39,17    | 4                      | 42,5     |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 4,367            | 42,13    | 3,8      | 41,3                   |          |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ |                  |          |          |                        |          |
|                      |                                     | 4,8              | 40,13    | 3,8      | 41,967                 |          |
|                      |                                     | 8 N              | ΜΑΡΤΥΡΑΣ | 4,633    | 40,87                  | 3,8      |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ                    |                  | 4,433    | 41,5     | 3,5                    | 41,4     |
|                      | ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ                     | 4,6              | 41,33    | 4        | 41,2                   |          |
|                      | ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΦΥΚΙΩΝ<br>ΦΥΤΙΚΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ | 4,5              | 41,43    | 3,9      | 41,533                 |          |
| L.S.D. 05            |                                     |                  | ns       | ns       | 0,1419                 | ns       |
| CV %                 |                                     |                  | 4,9      | 3,8      | 2,3                    | 0,9      |

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσω της συγκεκριμένης μελέτης γίνεται φανερό ότι η αζωτούχος λίπανση μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και κατ' επέκταση την φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού κάνοντας έτσι την καλλιέργεια αποδοτικότερη.

Εκτός από την ενίσχυση της φωτοσύνθεσης η αζωτούχος λίπανση συμβάλλει στην αύξηση των φυτών κατά το στάδιο της επιμήκυνσης του κεντρικού στελέχους.

Η αζωτούχος λίπανση δύναται να αυξήσει επίσης το βάρος των ξηρών φυτικών τμημάτων. Ενώ παράλληλα μπορεί να μειώσει των παράγοντα των ακατέργαστων ινών σε φύλλα τα οποία βρίσκονται στο στάδιο της επιμήκυνσης του στελέχους.

Ωστόσο φαίνεται ότι η χρήση αζωτούχου λιπάνσεως ή βιοδιεγερτών είτε ο συνδυασμός των δύο δεν δύναται επηρεάσει σημαντικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κεφαλών του φυτού.

Αντίθετα, με την εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως αυξάνεται σημαντικά η περιεκτικότητα του βλαστού σε πρωτεΐνη στο στάδιο της φυσιολογικής ωριμότητας κατά το οποίο πραγματοποιείται η συγκομιδή με αποτέλεσμα να αποτελεί πιο θρεπτική τροφή στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή.

Στην περίπτωση των καρπών η χρήση βιοδιεγερτών καθώς και ο συνδυασμός τους με αζωτούχο λίπανση στην ποικιλία χωρίς αγκάθια κατά κύριο λόγο να αυξήσει την περιεκτικότητα του καρπού σε υγρασία.

Τέλος η χρήση βιοδιεγερτών στην περίπτωση της ποικιλίας χωρίς αγκάθια αυξάνει την περιεκτικότητα των καρπών σε έλαιο.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωση βιβλιογραφία

Abdipour Moslem, Younessi-Hmazekhanlu Mehdi, Ramazani Seyyed Hamid Reza, omidi Amir hassan, 2019. Artificial neural networks and multiple linear regression as potential methods for modeling seed yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Industrial Crops and Products. pp. 185-194.

Asgarpanah Jinous, Kazemivash Nastaran, 2013. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamus tinctorius* L. Chinese Journal of Integrative Medicine. 19. pp. 153-159.

Bijanzadeh Ehsan, Moosavi Seyed Mojtaba, Bahadori Fatemeh, 2022. Quantifying water stress of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars by crop water stress index under different irrigation regimes, Heliyon. Heliyon 8 (2022) e09010.

Blackshaw EN, Derksen. D. A. and Muendel, H –H, 1990. Herbicides for weed control in safflower (*Carthamus tinctorius*). Canadian Journal of Plant Science. pp. 237-245.

Bockisch Michael, 1998. Chapter 4 - Vegetable Fats and Oils, Fats and Oils Handbook. pp. 174-344.

Bueno Paulo de Lima, Santos Reginaldo Ferreira, Bassegio Douglas, Lewandoski Cristiano Fernando, Maziero Claudia Luiza, de Souza Diane Maschio, de Souza Samuel Nelson Melegari, Montiel Caroline Beal, 2020. Safflower genotypes affected by nitrogen fertilization in subtropical conditions. Australian Journal of crop Science.

California Department of Food and Agriculture. California Crop Fertilization Guidelines Sufflower. <https://www.cdfa.ca.gov/is/ffldr/frep/FertilizationGuidelines/Safflower.html>. (Πρόσβαση στις 1 Νοεμβρίου 2023).

Chapman Mark A., Hvala John, Strever Jason, Burke John M., 2010. Population genetic analysis of safflower (*Carthamus tinctorius*; Asteraceae) reveals a Near Eastern origin and five centers of diversity, American Journal of Botany. pp. 831-840.

Consensus Document on the Biology of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), 2020. Organisation for Economic Co-operation and Development. pp. 11-29.

Danieli Pier Paolo, Primi Riccardo, Ronchi Bruno, Ruggeri Roberto, Rossini Francesco, Del Puglia Salvatore, Cereti Carlo F., 2011. The potential role of spineless safflower (*Carthamus tinctorius* L. var. *inermis*) as fodder crop in central Italy. Department of Animal Science, University of Tuscia, Viterbo; Department of Crop Production, University of Tuscia, Viterbo, Italy. pp. 19-22.

Davari Kaziveh, Rokhzadi Asad, Mohammadi Khosro, Pasari Babak, 2022. Paclobutrazol and Amino Acid-Based Biostimulant as Beneficial Compounds in Alleviating the Drought Stress Effects on Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition. pp. 674-690.

DE ANICÉSIO ELLEN CRISTINA ALVES, BONFIM-SILVA ELLEN CRISTINA ALVES, DA SILVA TONNY JOSÉ ARAÚJO, PACHECO ADRIANO BICIONI, 2018. Nitrogen and potassium in safflower: Chlorophyll index, biometric characteristics and water use efficiency | Nitrogênio e potássio em cártamo: índice de clorofila, características biométricas e uso da água. Revista Caatinga, 31(2). pp. 424–433.

Deepmala Sehga, Soom Nath Raina, Rachhaya M. Devarumath, Tetsuo Sasanuma, Tetsuo Sasakuma, 2009. Nuclear DNA assay in solving issues related to ancestry of the domesticated diploid safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and the polyploid (*Carthamus*) taxa, and phylogenetic and genomic relationships in the genus *Carthamus* L. (Asteraceae). Molecular Phylogenetics and Evolution. pp. 631-644.

Dordas Christos A., Sioulas Christos, 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Industrial Crops and Products. pp. 75-85.

Dordas Christos A., Sioulas Christos, 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. Field Crops Research. pp. 35-43.

Emongor V.E., Emongor R.A., 2023. Chapter 24 - Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Neglected and Underutilized Crops Future Smart Food. pp. 683-731.

Ergönül Pelin Günc, Özbek Zeynep Aksoylu, 2020. Chapter 29 - Cold pressed safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. Cold Pressed Oils Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications. pp. 323-333.

Eryiğit, T., Aldemir, R., Kaya, A. R., Tuncturk, M., & Yildirim, B, 2021. The influence of nitrogen doses on yield and yield properties of safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties under micro-climate conditions of Igdir plain – Turkey. *Journal of Plant Nutrition*, 44(19). pp. 2840–2848.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/safflower/en/>. (Πρόσβαση στις 16 Νοεμβρίου 2023).

Grains Research & Development Corporation. Safflower Section 5 Nutrition and Fertilisers, 2017. GRDC. Grownotes.pp.8-9. [https://grdc.com.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0024/370581/GrowNote-Safflower-North-05-Nutrition.pdf](https://grdc.com.au/_data/assets/pdf_file/0024/370581/GrowNote-Safflower-North-05-Nutrition.pdf). (Πρόσβαση στις 18 Οκτωβρίου 2023).

Ikley Joe, 2023. North Dakota Weed Control, North Dakota State University. pp. 46.

Jaffar Razaq Abd-Alrab and Al-Refai Shaimaa Ibraheem, 2021. Effect distribution of plants and combination of fertilization (N.P.K) on some of growth, yield and its component of safflower. (*carthamus tinctorius* L.). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.735 012026

Janmohammadi Mohsen, Sabaghnia Naser. 2023. Effects of foliar spray of nano-micronutrient and growth regulators on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) performance. *Plant Nano Biology*. pp. 100045.

Jardin Patrick du, 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation, *Scientia Horticulturae*. pp.3-14. pp. 1420-1426.

Khémiri Ikram, Essghaier Badiaa, Sadfi-Zouaoui Najla, Bitri Lotfi, 2020. Antioxidant and Antimicrobial Potentials of Seed Oil from *Carthamus tinctorius* L. in the Management of Skin Injuries. *National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information*.pp.1-12.

Knights Sue, Knights SE, 2010. Raising the bar with better SAFFLOWER agronomy Agronomic information and safflower case studies. Grains Research and Development Corporation. pp. 20.

Koutroubas Spyridon D., Damalas Christos A., Fotiadis Sideris, 2021. Safflower assimilate remobilization, yield, and oil content in response to nitrogen availability, sowing time, and genotype. *Field Crops Research*. 108313

Kumar Sudheeran Pradeep, 2021. Chapter 7 - Safflower disease—a sustainable protection against *Alternaria carthami* L. *Food Security and Plant Disease Management*. pp. 127-148.

KURMAN Yener, DÜLGER Görkem, PASİN Özge, 2023. Investigation of the anticancer effects of some plant seed oils with medicinal uses. *Journal of Research in Pharmacy*. pp. 1594-1604.

La Bella Salvatore, Tuttolomondo Teresa, Lazzeri Luca, Matteo Roberto, Leto Claudio, Licata Mario, 2019. An Agronomic Evaluation of New Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Germplasm for Seed and Oil Yields under Mediterranean Climate Conditions, MDPI. pp. 468.

Lakhdari W., Dehliz A., Mlik R., Fethallah R., Benlamoudi W., Hammi H., Guasmi D., 2020. Bio-stimulant, what is its promoting effect on the cultivation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Organic Agriculture*. pp. 465-470.

Mahmood Hekmat Noori, 2021. Foliar and Fertigation Application of NPK Fertilizers Impact on Growth, Seed Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*. pp. 84-98.

Manvelian Jivani, Weisany Weria, Tahir Nawroz Abdul-razzak, Jabbari Hamid, Diyanat Marjan, 2021. Physiological and biochemical response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars to zinc application under drought stress. *Industrial Crops and Products*. pp. 114069.

Ma Xia, Hou Mingcai, Ma Miao, 2023. High interspecific competitiveness of the invasive plant *Xanthium italicum* Moretti severely reduces the yield and quality of *Carthamus tinctorius* L. *Scientific Reports*. pp. 4300 (2023).

Melikoğlu Arzu Yalçın, Tekin İdil, Hayatioğlu Nergiz, Ersus S eda, 2023. Development of environmentally friendly composite packaging films from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plant wastes. *Food Bioscience*. pp. 102991.

MOHAMED S.J., JELLINGS A.J. and FULLER M.P., 2012. EFFECT OF NITROGEN ON SAFFLOWER PHYSIOLOGY AND PRODUCTIVITY. *African Crop Science Journal*. pp. 225-237.

Mündel Hans-Henning, Blackshaw Robert E., Byers J. Robert, Huang Henry C., Johnson Daniel L., Keon Rick, Kubik Jerry, McKenzie Ross, Otto Brian, Roth Blair, and Stanford Kim, 2004. Safflower Production on the Canadian Prairies. Agriculture and Agri-Food in Canada. pp.1-14.

Oleynikova E M, Koltsova O M, Mateyeva S Z, Mateyeva A E, Mirsaidov M M, 2021. *Carthamus tinctorius* L. development and productivity under the influence of ecological and climatic factors. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. pp. 1-2.

Pace M. G., Israelsen C. E., Creech E., Allen N., 2015. Growing Safflower in Utah. Extension Utah State University. pp. 1-3.

Papadopoulos George, Mavroeidis Antonios, Roussis Ioannis, Kakabouki Ioanna, Stavropoulos Panteleimon, Bilalis Dimitrios, 2023. Evaluation of tillage & fertilization in *Carthamus tinctorius* L. using remote sensing. Smart Agricultural Technology. pp. 100158.

PELARACCI Simone, ROCCHI Lucia, ROMAGNOLI Francesco, BOGGIA Antonio, PAOLOTTI Luisa, 2022. Agricultural Co-Product Management: An LCAPerspective on the Use of Safflower Oilcake from Bio-Oil Production in Umbria Region, Italy. Environmental and Climate Technologies. pp. 25-26.

Popov Alexander M., Kang Daein, 2011. Chapter 118. Analgesic and Other Medicinal Properties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seeds. Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. pp. 995-1002.

Santos Reginaldo Ferreira, Bassegio Douglas, Sartori Maria Márcia Pereira, Zannoto Maurício Dutra, Silva Marcelo de Almeida, 2018. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield as affected by nitrogen fertilization and different water regimes. Acta Agronómica. pp. 264-269.

Sardouei-Nasab Somayeh, Nemati Zahra, Mohammadi-Nejad Ghasem, Haghi Reza, Blattner Frank R., 2023. Phylogenomic investigation of safflower (*Carthamus tinctorius*) and related species using genotyping-by-sequencing (GBS). Scientific Reports. Article number: 6212 (2023).

Shahrokhnia Mohammad Hossein, Sepaskhah Ali Reza, 2017. Physiologic and agronomic traits in safflower under various irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization. Industrial Crops and Products. pp. 126-139.



Singh Vrijendra, Nimbkar Nandini, 2016. Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production Opportunities and Constraints. Academic Press is an imprint of Elsevier. pp. 149-167.

Steer B.T., Harrigan E.K.S., 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Field Crops Research. pp. 221-231.

Talebbeigi Reza Moradi, Kazemeini Seyed Abdolreza, Ghadiri Hossein, Edal Mohsen, 2018. Split nitrogen sources effects on nitrogen use efficiency, yield and seed quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Italian Journal of Agronomy. pp. 303-309.

Velasco L., Fischer M., Fernandez-Martinez J. M., 2012. Short communication. Estimation of cross-fertilization rate in safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Spanish Journal of Agricultural Research. pp. 155-158.

Xin Leyu, Guo Limin, Edirs Salamet, Zhang Zepeng, Cai Chenyang, Yang Yongxing, Lian Yali, Yang Haiyan, 2022. An Efficient Deacidification Process for Safflower Seed Oil with High Nutritional Property through Optimized Ultrasonic-Assisted Technology, Chemical Compositions and Bioactivities of Foods. pp. 2305.

YOLCİ Muhammed Said, TUNÇTÜRK Rüveyde, 2022. The Effect of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer Applications on Some Quality and Biochemical Properties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences. pp. 740-742.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

Παπακώστα Δ.-Τασοπούλου, 2013. Μέρος τέταρτο. Κεφάλαιο 4. Βιομηχανικά φυτά .Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη. σελ. 515-533.

Simpson Michael G., 2017. Κεφάλαιο 8. ASTERALES. Συστηματική των Φυτών Εκδόσεις Utopia. Αγία Παρασκευή. Σελ. 458-464.