



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΕΙΦΟΡΟΣ & ΒΙΩΣΙΜΗ ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«Επίδραση της άρδευσης και εφαρμογής βιοδιεγερτών
στην απόδοση και ποιότητα της σόγιας»**



**Διαμαντή Χρυσάνθη
Βόλος, 2023**

«Επίδραση της άρδευσης και εφαρμογής βιοδιεγερτών
στην απόδοση και ποιότητα της Σόγιας»

“Irrigation and biostimulant application effect on the yield and quality of soya bean”

ΔΙΑΜΑΝΤΗ ΧΡΥΣΑΝΘΗ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

- 1. Δαναλάτος Νικόλαος:** Καθηγητής (Επιβλέπων)
Εργαστήριο Γεωργίας και
Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών
Γεωπονικής Σχολής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- 2. Γιαννούλης Κυριάκος:** Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)
Εργαστήριο Γεωργίας και
Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών
Γεωπονικής Σχολής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- 3. Παυλή Ουρανία:** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια (Μέλος)
Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών
Γεωπονικής Σχολής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Copyright © *ΧΡΥΣΑΝΘΗ ΔΙΑΜΑΝΤΗ*, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Αφιερωμένη

Στον σύζυγό μου Δημήτρη, χωρίς την ηθική και οικονομική στήριξη του δε θα είχα την ευκαιρία να πραγματοποιήσω αυτό το υπέροχο ταξίδι γνώσεων και εμπειριών. Τον ευχαριστώ θερμά που στέκεται δίπλα μου στις εύκολες και δύσκολες στιγμές.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο που μου εμπιστεύτηκε την εκπόνηση της παρούσας διατριβής. Με την αμέριστη καθοδήγηση του, την υποστήριξη του και την υπομονή του έγινε πραγματικότητα η ολοκλήρωση και η συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γιαννούλη Κυριάκο για το ενδιαφέρον και τη συμπαράσταση του στη διάρκεια του πειραματικού μέρους.

Ένα εγκάρδιο ευχαριστώ στο σύζυγο μου για την παραχώρηση του πειραματικού αγρού και για την προσωπική εργασία και την καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια του πειραματικού μέρους.

Η εξαγωγή των σπόρων από τους λοβούς και ο διαχωρισμός σπόρων – βιομάζας θα ήταν πολύ δύσκολος και χρονοβόρος χωρίς την πολύτιμη βοήθεια του πεθερού μου, της πεθεράς μου και των φίλων της Αρετή, Κωνσταντία και Λίτσα. Τους ευχαριστώ θερμά.

Ευχαριστώ την Agroland Αφοί Κατσή και ιδιαίτερα τον κ. Δημοσθένη Κατσή για την προσφορά του βιοδιαγέρτη Vita Intense AA της Hellifert

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς μου και τις φίλες μου Βάσω και Δώρα που αναλάμβαναν την φύλαξη των παιδιών καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού. Χωρίς τη βοήθειά τους δεν θα ήταν εφικτό να παρακολουθήσω τα μαθήματα.

Περίληψη

Η σόγια είναι η σημαντικότερη καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων παγκοσμίως καθώς αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα φυτικά είδη. Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για την παραγωγή τροφίμων ενώ καλύπτει και τις διατροφικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ζώων.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα σύγχρονα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα δεν αρκούν για την προστασία της καλλιέργειας απέναντι σε αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις. Ταυτόχρονα η χρήση αρκετών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων μειώνεται ή και απαγορεύεται λόγω των αρνητικών επιπτώσεών τους για την υγεία. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη για πραγματοποίηση καλλιεργητικών διεργασιών αλλά και για τη χρήση νέων σκευασμάτων για την προστασία των καλλιεργειών και διατήρηση ή και βελτίωση της παραγωγικότητας.

Τέτοια σκευάσματα είναι και οι βιοδιεγέρτες. Μόλις πρόσφατα ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται ευρέως και προσφέρουν αρκετές θετικές ιδιότητες στα καλλιεργούμενα φυτικά είδη όπως η προαγωγή της άμυνας των φυτών, η προστασία από παθογόνα κι έντομα, η αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και η αύξηση της διαθεσιμότητας θρεπτικών συστατικών στα φυτά.

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της άρδευσης αλλά και τριών διαφορετικών βιοδιεγερτών στην απόδοση και στην ποιότητα της σόγιας.

Το πείραμα διεξήχθη σε αγρόκτημα που βρίσκεται στο Ασημοχώρι Καρδίτσας

Σπάρθηκαν 16 σειρές σπόρων σόγιας, πρώτης γενιάς, ποικιλίας Glycine max.

Οι τρεις βιοδιεγέρτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο VITA INTENSE AA της εταιρείας HELLIFERT, ο KELPAK της εταιρείας BASF και ο AMALGEROL της εταιρείας ELANCO.

Το μισό πειραματικό αγροτεμάχιο, δηλαδή οι οκτώ σειρές δέχτηκαν όλο το απαιτούμενο νερό που χρειαζότανε η καλλιέργεια και οι άλλες οκτώ τη μισή ποσότητα νερού. Η κάθε μία πειραματική επέμβαση περιλάμβανε τρεις βιοδιεγέρτες και έναν μάρτυρα σε τρεις επαναλήψεις η κάθε μία.

Μετά τη συγκομιδή μετρήθηκαν ο αριθμός φυτών σε ένα τετραγωνικό μέτρο, το ύψος τους, οι αριθμοί λοβών ανά φυτό, το βάρος του νωπού σπόρου (απόδοση) και το βάρος της νωπής βιομάζας.

Στη συνέχεια σπόροι και βιομάζα αφού ξηράνθηκαν μετρήθηκαν τα ξηρά βάρη των σπόρων και της βιομάζας και ακολούθησε η ανάλυση με τη μέθοδο NIR.

Με τη μέθοδο NIR μετρήθηκαν όσο αφορά τους σπόρους η περιεκτικότητα σε υγρασία, έλαιο, πρωτεΐνη, ξηρή στάχτη και ξηρή ίνα και για τη βιομάζα η περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνη, στάχτη, ουδέτερη απορρυπαντική ίνα, όξινη απορρυπαντική ίνα, ακατέργαστη ίνα, λίπη, ασβέστιο και φωσφόρο.

Οι δύο διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης (50% και 100%), επηρέασαν στατιστικώς σημαντικά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά στην καλλιέργεια σόγιας (το ύψος των φυτών, τον αριθμό λοβών ανά φυτό και την απόδοση).

Οι δύο διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης επηρέασαν στατιστικώς το βάρος του νωπού σπόρου (απόδοση), την περιεκτικότητα της υγρασία, της στάχτης και των λιπών της ξηρής βιομάζας.

Οι διαφορετικοί βιοδιεγέρτες που εφαρμόστηκαν (VITA INTENSE AA HELLIFERT KELPAK BASF και AMALGEROL ELANCO) δεν επηρέασαν στατιστικώς σημαντικά κανένα από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά ενώ από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν στατιστικώς σημαντικά επηρεάστηκε μόνο η περιεκτικότητα της στάχτης του σπόρου.

Τέλος η αλληλεπίδραση των δυο διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το ύψος των φυτών, τον αριθμό λοβών ανά φυτό, το βάρος του νωπού σπόρου (απόδοση), το βάρος της νωπής βιομάζας, την περιεκτικότητα της στάχτης του σπόρου, της υγρασία και της στάχτης της ξηρής βιομάζας.

Λέξεις κλειδιά : άμυνα φυτών, σόγια, γονίδια, βιοδιεγέρτες, παραγωγικότητα

Summary

Soybean is the most important oilseed crop in the world as it is one of the most important plant species. It has been used since ancient times for food production and meets the nutritional needs of farm animals.

In many cases modern plant protection products are not sufficient to protect the crop against abiotic and biotic stresses. At the same time, the use of several plant protection products is being reduced or even banned due to their negative health effects. This leads to the need to carry out cultivation processes by additionally using new formulations, including the so called biostimulants, to protect crops and maintain or even improve their productivity.

Biostimulants begun recently to be widely used bringing about various positive effects to crops such as promoting plant defense, protection against pathogens and insects, increasing productivity and increasing the availability of nutrients to plants.

In the present study, the effect of irrigation and 3 different biostimulants on soybean plants was studied.

The experiment was conducted on a farm located in Asimochori, Karditsa

16 rows of soybean seeds, first generation, Glycine max variety, were sown.

The three biostimulants used were VITA INTENSE AA from the HELLIFERT, KELPAK from the BASF company and AMALGEROL from the ELANCO company.

Half of the experimental plot, i.e. the eight rows received all the required water needed by the crop and the other eight received half the amount of water. Each experimental intervention included three biostimulators and one control in three replicates each.

After harvest, the number of plants per square meter, their height, pod numbers per plant, fresh seed weight (yield) and fresh biomass weight were measured.

Then seeds and biomass after they were dried, the dry weights of the seeds and biomass were measured and the analysis was followed by the NIR method.

With the NIR method, the moisture content, oil, protein, dry ash and dry fiber were measured for the seeds and for the biomass the moisture content, protein, ash, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude fiber, fats, calcium and phosphorus.

The two different irrigation interventions (50% and 100%), statistically significantly affected the quantitative traits in the soybean crop (plant height, number of pods per plant and yield).

The two different irrigation interventions statistically affected fresh seed weight (yield), moisture, ash and fat content of the dry biomass.

The applied biostimulants (VITA INTENSE AA HELLIFERT, KELPAK BASF and AMALGEROL ELANCO) did not statistically significantly affect any of the quantitative characteristics, while of the qualitative ones measured statistically significantly, only the seed ash content was affected.

Finally, the interaction of the two different levels of irrigation and the different biostimulators statistically significantly affected the height of the plants, the number of pods per plant, the weight of the fresh seed (yield), the weight of the fresh biomass, the ash content of the seed, the moisture and dry biomass ash.

Key-words : plant defense, soybean, genes, biostimulants, crop productivity

«Εγώ, η Χρυσάνθη Διαμαντή, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος»

Χρυσάνθη Διαμαντή

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Χρυσάνθη Διαμαντή»

Νικόλαος Δαναλάτος

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	1
1.1	Γενικά για τη Σόγια	1
1.1.1	Ιστορικά στοιχεία	1
1.1.2	Η καλλιέργεια της Σόγιας	1
1.1.3	Βοτανικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά	2
1.1.4	Σύσταση καρπού	3
1.1.5	Καλλιεργητικά στοιχεία	5
1.1.6	Κλιματικές απαιτήσεις	5
1.1.7	Εδαφικές απαιτήσεις	6
1.1.8	Λίπανση	7
1.1.9	Άρδευση	9
1.1.10	Σημασία άρδευσης στην καλλιέργεια σόγιας.....	9
1.1.11	Χρήσεις και παραγόμενα προϊόντα	11
1.2	Βιοδιεγέρτες	14
1.2.1	Γενικά περί βιοδιεγερτών	14
1.2.2	Κατηγορίες και δράση	15
1.2.3	Μέθοδοι εφαρμογής	20
1.2.4	Οφέλη κι επίδραση χρήσης	21
1.2.5	Προκλήσεις και προοπτικές	23
1.3	Σκοπός εργασίας	25
2	Υλικά και Μέθοδοι	26
2.1	Γενικά	26
2.2	Προετοιμασία εδάφους.....	26
2.3	Σπορά	26
2.4	Βιοδιεγέρτες που χρησιμοποιήθηκαν.....	26
2.5	Πειραματικές επεμβάσεις.....	26
2.6	Πότισμα – Εφαρμογή βιοδιεγερτών.....	27
2.7	Συγκομιδή	28
3	Αποτελέσματα	29
3.1	Αριθμός φυτών ανά στρέμμα	29

3.2 Ύψος φυτών	31
3.3 Αριθμός λοβών ανά φυτό	33
3.4 Βάρος νωπού σπόρου	35
3.5 Βάρος νωπής βιομάζας	37
3.6 Ποσοστό υγρασίας σπόρου.....	39
3.7 Έλαιο σπόρου.....	41
3.8 Πρωτεΐνη σπόρου	43
3.9 Ξηρή στάχτη σπόρου	45
3.10 Ξηρή ίνα σπόρου	47
3.11 Υγρασία ξηρής βιομάζας	49
3.12 Πρωτεΐνη ξηρής βιομάζας.....	51
3.13 Στάχτη ξηρής βιομάζας.....	53
3.14 Neutral detergent fiber ξηρής βιομάζας	55
3.15 Acid detergent fiber ξηρής βιομάζας	57
3.16 Ακατέργαστη ίνα ξηρής βιομάζας	59
3.17 Λίπη ξηρής βιομάζας	61
3.18 Ασβέστιο ξηρής βιομάζας.....	63
3.19 Φώσφορος ξηρής βιομάζας.....	65
4 Συζήτηση	66
5 Συμπεράσματα	75
6 Παράρτημα	84
7 Βιβλιογραφία	103

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για τη Σόγια

1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η σόγια προέρχεται από την Ανατολική Ασία και καλλιεργείται εδώ και χιλιετίες στην Κίνα. Η εξημέρωση της άγριας σόγιας (*Glycine soja*) πιστεύεται ότι έγινε κατά τη διάρκεια της δυναστείας Shang, 1700-1100 π.Χ. (Shea et al., 2020).

Αποτελεί αυτοφυή καλλιέργεια και μια από τις παλαιότερες ελαιούχες καλλιέργειες στον κόσμο. Η σόγια αποτελεί σημαντική πηγή διατροφικών πρωτεϊνών, ελαίων και ανόργανων συστατικών για ανθρώπους και ζώα, ενώ επίσης συμβάλλει στην πρόληψη αρκετών χρόνιων ασθενειών (Kahraman, 2017).

Η σόγια είναι η σημαντικότερη καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων και ζωοτροφών, η οποία αντιπροσωπεύει το 58% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ελαιούχων σπόρων και το 69% της κατανάλωσης πρωτεϊνούχων αλεύρων από τα ζώα. Σε αυτό συμβάλλει το υψηλό επίπεδο πρωτεϊνών της (σχεδόν 40% του βάρους του σπόρου), καθώς και η περιεκτικότητα σε πολύτιμα έλαια και ανόργανα συστατικά (Kahraman, 2017).

1.1.2 Η καλλιέργεια της Σόγιας

Η σόγια (*Glycine max*) είναι ένα από τα πιο κερδοφόρα, ευέλικτα και διατροφικά σημαντικά όσπρια στον κόσμο. Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών, με ένα ευρύ φάσμα διαχειριστικών προσεγγίσεων και εφαρμογών τελικού χρήστη. Το 2018, παρήχθησαν πάνω από 398 εκατομμύρια τόνοι σόγιας σε παγκόσμιο επίπεδο, αντιπροσωπεύοντας το 61% της συνολικής παραγωγής ελαιούχων σπόρων και το 6% της παγκόσμιας χρήσης καλλιεργήσιμης γης. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Βραζιλία και η Αργεντινή παρήγαγαν περίπου το 81% της παγκόσμιας παραγωγής σόγιας, αντιπροσωπεύοντας το 34%, 32% και 15% αντίστοιχα. Η σύνθεση των σπόρων σόγιας και τα κύρια συστατικά της, το αλεύρι και το λάδι, αποτελούν κινητήριες δυνάμεις πίσω από την παραγωγή της καλλιέργειας, η οποία έχει αυξηθεί από το 1987 κατά περίπου 350% (World Soybean Production, 2018).

Παρά το γεγονός ότι δεν είναι πλέον ο κορυφαίος παραγωγός, η Κίνα και άλλα ασιατικά έθνη συνεχίζουν να καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες παραδοσιακών και νέων ποικιλιών σόγιας. Το 2018, η Κίνα ήταν ο κορυφαίος αγοραστής σόγιας από τις Ηνωμένες Πολιτείες, αγοράζοντας περισσότερα από 3 δισεκατομμύρια δολάρια (Shea et al., 2020).

1.1.3 Βοτανικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το γένος *Glycine*, στο οποίο ανήκει η σόγια, έχει επικαιροποιηθεί αρκετές φορές. Ο Hermann (1962) ταξινόμησε το *Glycine* σε τρία υπογένη. Έξι άγρια πολυετή είδη που ενδημούν στην Αυστραλία, τη Νότια Κίνα, τα νησιά του Νότιου Ειρηνικού, τις Φιλιππίνες και τη Φορμόζα ομαδοποιήθηκαν στο υπογένος *Leptocytus* (Ταϊβάν). Το *Glycine* περιλαμβάνει δύο είδη (*Glycine petitiata* από την Αιθιοπία και *Glycine javanica* από την Ινδία και τη Μαλαισία (Μαλαισία). Το *Glycine javanica* είχε δύο υποείδη: *Glycine micrantha*, το οποίο είχε τέσσερις παραλλαγές, και *Glycine pseudojavanica*, το οποίο είχε μία ποικιλία. Και τα δύο ήταν ενδημικά στην Αφρική. Στο υπογένος *Soja* συμπεριέλαβε την καλλιεργούμενη σόγια [*G. max* (L.) Merr.] και το *G. ussuriensis* Regel and Maack.

Ο Verdcourt (1966) αμφισβήτησε τη γνησιότητα του *G. javanica* L. καθώς περιέχει $2n = 22$ ή 44 χρωμοσώματα και τα χρωμοσώματα (μορφολογία) είναι μεγαλύτερα από εκείνα των άλλων ειδών *Glycine*. Διατήρησε τη γενική ονομασία και συνέστησε την ονομασία του είδους *G. wightii* (R. Grah. Ex Wight and Arn.) Verdcourt. Τροποποίησε την ονομασία του γένους *Glycine* L. που ορίστηκε από τον Hermann (1962) σε *Glycine* Willd., καθώς και τις ονομασίες δύο υπογενών του *Glycine* : το υπογένος *Leptocytus* και το υπογένος *Leptocytus* (Benth.) *Glycine* το υπογένος *Glycine* Hermann έγινε συνώνυμο- το υπογένος *Soja* (Moench) Hermann παρέμεινε αμετάβλητο. Το *Glycine wightii* (Arnott) Verdcourt αφαιρέθηκε αργότερα από το γένος *Glycine* από τον Lackey (1977) και μετονομάστηκε σε *Neonotonia wightii* (Wight and Arn.) J.A. Lackey. Το *Glycine* χωρίζεται τώρα σε δύο υπογένη.

Η σόγια είναι πολυετές φυτό. Αρχικά αναπτύσσει τις κύριες ρίζες ακολουθούμενες από την παραγωγή ενός τεράστιου αριθμού δευτερευουσών ριζών. Μέσω της παραγωγής ριζικών κονδύλων, οι ρίζες δημιουργούν συμβιωτική σχέση με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια *Bradyrhizobium japonicum*. Τα φύλλα του σπόρου (αρχικό ζεύγος απλών κοτυληδόνων-στάδιο VE), τα απλά πρωτογενή φύλλα, τα πτεροειδώς τρίφυλλα φύλλα και τα προφύλλα (ένα ζεύγος απλών φύλλων μήκους 1 mm στη βάση κάθε πλευρικού κλάδου) είναι οι τέσσερις τύποι φύλλων που παρατηρούνται στη σόγια (Lersten and Carlson, 2004). Για τη σόγια, η περίοδος μεταξύ της έκπτυξης και της εμφάνισης του πρώτου βλαστού (περίπου 6-8 εβδομάδες) ονομάζεται βλαστική περίοδος. Το κλίμα και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που υπάρχουν κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης καθορίζουν το τελικό μέγεθος του φυτού και τον συνολικό αριθμό των ανθικών θέσεων. Η ανάπτυξη του φυτού ξεκινάει αργά, στη συνέχεια επιταχύνεται και τελικά επιβραδύνεται και πάλι καθώς το φυτό πλησιάζει στην

κανονική ωριμότητα. Ο τύπος βλαστού μπορεί να είναι σταθερός, ημι-σταθερός ή απροσδιόριστος.

Μετά τη βλαστική ανάπτυξη, τα φυτά σόγιας υποβάλλονται σε αναπαραγωγικές φάσεις. Οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί ωριμάζουν σε ανθοδέσμες. Από 20% έως 80% των ανθέων αναπτύσσονται νωρίς και δίνουν αρχικά λίγους λοβούς (Carlson and Lersten 2004). Σε γενικές γραμμές, τα πρώτα και τα τελευταία άνθη που παράγονται είναι τα πιο πιθανά να αποτύχουν. Τα άνθη της σόγιας έχουν σωληνοειδή κάλυκα που αποτελείται από πέντε άνισα σέπαλα και πενταμερή στεφάνη. Η στεφάνη αποτελείται από ένα τυπικό (οπίσθιο πέταλο πανό), δύο πλευρικά φτερά και δύο πρόσθια πέταλα καρίνας που βρίσκονται σε επαφή αλλά δεν ενώνονται. Οι στήμονες είναι τοποθετημένοι σε δακτύλιο γύρω από το στίγμα, εξασφαλίζοντας την αυτογονιμοποίηση.

Το γυναικοειδές αποτελείται από μια ωοθήκη, ένα στύλο και ένα στίγμα. Στην ωοθήκη μπορούν να σχηματιστούν έως και τέσσερα ωάρια. Οι στήμονες ομαδοποιούνται σε δύο σπείρες, με πέντε στήμονες στην εξωτερική σπείρα και τέσσερις στήμονες στην εσωτερική σπείρα. Σε έναν στήμονα, οι δύο σπείρες των εννέα ανθέρων ευθυγραμμίζονται σε μια ενιαία σπείρα. Γύρω από το αναπτυσσόμενο γυναικοειδές, οι μεγαλύτεροι και παλαιότεροι ανθήρες εναλλάσσονται με τους μικρότερους και νεότερους ανθήρες. Ο δέκατος ελεύθερος στήμονας είναι ο τελευταίος που αναδύεται. Η σόγια είναι έντονα αυτογονιμοποιούμενη, με φυσική διασταύρωση συχνά μικρότερη από 1%, επειδή οι στήμονες είναι ανυψωμένοι, σχηματίζοντας ένα δακτύλιο γύρω από το στίγμα. Ως αποτέλεσμα, η γύρη εκπέμπεται απευθείας στην επιφάνεια του στίγματος, εξασφαλίζοντας την αυτογονιμοποίηση (Carlson και Lersten 2004).

Ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές μεταβλητές, οι σπόροι αναπτύσσονται μεταξύ 50 και 80 ημερών μετά τη λίπανση. Ο σπόρος της σόγιας δεν έχει ενδοσπέρμιο και αποτελείται από δύο μεγάλες σαρκώδεις κοτυληδόνες, ένα υποκοτύλιο, ένα μικροκύτταρο, ένα λοφίο με κεντρική σχισμή και μια ράχη (Carlson και Lersten, 2004).

1.1.4 Σύσταση καρπού

Η σόγια περιέχει 35-40% πρωτεΐνες κατά ξηρό βάρος, με το 90% να αποτελείται από δύο αποθηκευτικές σφαιρίνες, την 11S-γλυκινίνη και την 7S-κονγλυκινίνη. Αυτές οι πρωτεΐνες περιλαμβάνουν όλα τα κρίσιμα αμινοξέα για την ανθρώπινη διατροφή, καθιστώντας τα προϊόντα σόγιας σχεδόν εξίσου πλούσια σε πρωτεΐνες με τις ζωικές πηγές αλλά με λιγότερα κορεσμένα λιπαρά και χωρίς χοληστερόλη. Η αιμαγλουτινίνη, οι αναστολείς της θρυψίνης, η

αμυλάση και οι λιποξυγενάσες είναι άλλα φυσιολογικά ενεργά πρωτεϊνικά συστατικά που βρίσκονται στη σόγια. Η σόγια, σύμφωνα με τη μέθοδο πηγής "Protein Digestibility Corrected Amino Acid" του FDA, δεν είναι μόνο μια πρωτεΐνη υψηλής ποιότητας, αλλά θεωρείται επίσης ότι διαδραματίζει προληπτικές και θεραπευτικές λειτουργίες σε μια ποικιλία διαταραχών (Dixit et al., 2011).

Η σόγια περιέχει περίπου 19% έλαιο, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου είναι τριγλυκερίδια. Το σογιέλαιο έχει υψηλό ποσοστό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA), με 55% λινολεϊκό οξύ και 8% -λινολενικό οξύ στο σύνολο των λιπαρών οξέων (Dixit et al., 2011). Το λινολεϊκό οξύ στο σογιέλαιο είναι ένα απαραίτητο λιπαρό οξύ (EFA) που ανήκει στην οικογένεια των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) -6 και εξυπηρετεί ζωτικούς διατροφικούς και φυσιολογικούς σκοπούς. Ακόμη και το -λινολενικό οξύ είναι ένα EFA που ανήκει στην οικογένεια των -3 λιπαρών οξέων και είναι ζωτικής σημασίας για τη ρύθμιση ποικίλων μεταβολικών διεργασιών. Το λινολεϊκό οξύ, από την άλλη πλευρά, καθιστά το σογιέλαιο ταγγισμένο λόγω της παρουσίας λιποξυγενάσης στο έλαιο. Τα δευτερεύοντα συστατικά του ακατέργαστου σογιέλαιου είναι τα φωσφολιπίδια, που ονομάζονται συλλογικά λεκιθίνη, καθώς και οι φυτοστερόλες και οι τοκοφερόλες (Liu, 2007).

Σχετικά με την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, η σόγια περιέχει 35% υδατάνθρακες, η πλειονότητα των οποίων είναι μη αμυλούχοι πολυσακχαρίτες. Περιλαμβάνει επίσης ολιγοσακχαρίτες, συμπεριλαμβανομένης της σταχυόζης (4%) και της ραφινόζης (1,1%). Η σταχυόζη έχει δομή γαλακτόζης-γαλακτόζης-γλυκόζης-φρουκτόζης, ενώ η ραφινόζη έχει δομή γαλακτόζης-γλυκόζης-φρουκτόζης. Οι πολυσακχαρίτες αποτελούνται κυρίως από αδιάλυτες διαιτητικές ίνες. Τα απόβλητα τυροπήγματος σόγιας (Okara) περιλαμβάνουν διαλυτούς πολυσακχαρίτες με την υποκείμενη δομή γαλακτουρονικό οξύ. Οι διαλυτοί πολυσακχαρίτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να επηρεάσουν τις φυσικές ιδιότητες διαφόρων τροφίμων εκτός από το να χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα διαιτητικών ινών (Espinosa – Martos & Ruperez, 2006).

Σχετικά με την περιεκτικότητα σε βιταμίνες, η σόγια αποτελεί μεγαλύτερη πηγή βιταμινών Β από ό,τι τα δημητριακά, αν και τους λείπει η Β12 και η βιταμίνη C. Οι τοκοφερόλες (Liu, 1997) είναι καλά φυσικά αντιοξειδωτικά που βρίσκονται στο σογιέλαιο. Η 116 α-τοκοφερόλη, η 34 β-τοκοφερόλη, η 737 γ-τοκοφερόλη, και η 275 δ-τοκοφερόλη υπάρχουν σε ίχνη (mg/kg) στο σογιέλαιο. Η σόγια περιέχει επίσης 5% ανόργανα άλατα. Έχει υψηλή συγκέντρωση σε K, P, Ca, Mg και Fe. Η φερριτίνη σόγιας μπορεί να παρέχει αρκετή ποσότητα σιδήρου (Sugano, 2005).

Οι ισοφλαβόνες είναι ένα είδος ετεροκυκλικής φυτικής φαινόλης, γνωστής ως φλαβονοειδή. Άλλες υποκατηγορίες φλαβονοειδών εκτός από τις ισοφλαβόνες περιλαμβάνουν φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβανόλες, ωρόνες, κόκκινες και μπλε χρωστικές ανθοκυνίνης και χαλκόνες. Στις ισοφλαβόνες, ο φαινυλικός δακτύλιος Β συνδέεται με τον δακτύλιο 1,4-βενζοπυρόνης στη θέση 3. Η σόγια είναι η πιο παραγωγική πηγή ισοφλαβονών στη φύση (έως 3 mg/g ξηρού βάρους), ενώ περιέχει τρία είδη αγλυκονών ισοφλαβονών: δαϊδζεΐνη, γενιστεΐνη και γλυκιτεΐνη, κάθε μία από τις οποίες έχει τρεις γλυκοζιτικές μορφές εκτός από τη μορφή της αγλυκόνης της. Η δαϊδζεΐνη, η γενιστεΐνη και οι γλυκοζίτες τους αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 90% της συνολικής περιεκτικότητας σε ισοφλαβόνες, αλλά η γλυκετεΐνη και οι γλυκοζίτες της αποτελούν ένα ελάχιστο συστατικό (10%).

Οι ισοφλαβόνες είναι δομικά παρόμοιες με την οιστραδιόλη των θηλαστικών και μπορούν να συνδεθούν και με τις δύο ισομορφές του υποδοχέα οιστρογόνων (ER), κερδίζοντας έτσι το προσωνύμιο φυτοοιστρογόνα. Αν και οι ισοφλαβόνες δεν είναι απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τη ζωή, μπορούν να έχουν πολλά καλά οφέλη για την υγεία και μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στη διατήρηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής (Messina, 1997).

1.1.5 Καλλιεργητικά στοιχεία

Όσον αφορά στις μεθόδους παραγωγής, τις γεωγραφικές τοποθεσίες ανάπτυξης και την ποικιλομορφία των τελικών χρήσεων, η σόγια είναι μία από τις πιο ευπροσάρμοστες καλλιέργειες. Κατά συνέπεια, κατά την προετοιμασία ενός χωραφίου για την καλλιέργεια σόγιας, υπάρχουν διάφορες γεωπονικές μέθοδοι που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ενώ οι διαδικασίες κατεργασίας και λίπανσης χρησιμοποιούνται ευρέως από τους αγρότες, οι προδιαγραφές των τεχνικών μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τις προσωπικές προτιμήσεις, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το κόστος. Ιστορικά, η μηχανική και μη μηχανική κατεργασία του εδάφους θεωρούνταν ως βασική δραστηριότητα για την αύξηση της παραγωγής και της αξίας των καλλιεργειών. Ενώ η κατεργασία του εδάφους παραμένει ένα βασικό εργαλείο, η πρόσφατη έρευνα έχει επιβεβαιώσει τους κινδύνους της υπερβολικής κατεργασίας, καθώς και τα πιθανά οφέλη της διατήρησης του εδάφους και των εργασιών χωρίς κατεργασία (Shea et al., 2020).

1.1.6 Κλιματικές απαιτήσεις

Η σόγια είναι κάπως ανθεκτική στην ξηρασία και απαιτεί τουλάχιστον 400 χιλιοστά ομοιόμορφα κατανεμημένου νερού κατά τη διάρκεια της τρίμηνης έως τετράμηνης βλαστικής της ανάπτυξης. Η υψηλή απαίτηση σε υγρασία είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια

των σταδίων της βλάστησης, της άνθησης και του σχηματισμού λοβών. Σε περιοχές όπου η σόγια καλλιεργείται υπό συνθήκες βροχής, προτιμώνται ποικιλίες μικρής διάρκειας. Ωστόσο, η ωρίμανση απαιτεί ξηρό καιρό. Η σόγια ευδοκimeί σε θερμά, υγρά κλίματα. Οι θερμοκρασίες του εδάφους πρέπει να είναι πάνω από 15°C για υγιές φύτευμα και 20-25 °C για ανάπτυξη.

Η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη της σόγιας είναι 18-26 °C (Allen et al., 2018) ωστόσο η ανάπτυξη μπορεί να αρχίσει και να τελειώσει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, καθώς οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 5 έως 8 °C ενώ οι χαμηλές θερμοκρασίες και οι μέτριοι παγετοί προς το τέλος της βλαστικής ανάπτυξης προάγουν την ωρίμανση. Η ανάπτυξη των φυτών επιταχύνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας έως και 28-30 °C. Οι περισσότεροι τύποι σόγιας επιταχύνουν σημαντικά την ανάπτυξη παράλληλα με τη μείωση του μήκους της ημέρας. Ο χρόνος ωρίμανσης της σόγιας αυξάνεται κατά τα βροχερά έτη (Ashlock, 2014).

Οι αποδόσεις της σόγιας μειώνονται καθώς η θερμοκρασία αποκλίνει από τη βέλτιστη (Pedersen et al., 2004). Η διαθεσιμότητα της υγρασίας καθ' όλη τη διάρκεια από την άνθηση έως το σχηματισμό των λοβών είναι κρίσιμη για την παραγωγή. Η βροχόπτωση αποτελεί σημαντική συνιστώσα της απόδοσης της σόγιας στα περισσότερα μοντέλα παλινδρόμησης. Τόσο η ανεπαρκής όσο και η υπερβολική βροχόπτωση μειώνουν τις αποδόσεις (Penalba et al., 2007). Οι αποδόσεις άλλων περιοχών αποδεικνύεται ότι εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, με μικρή επίδραση από τις βροχοπτώσεις. Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στα μέσα και τα τέλη του εικοστού αιώνα, η παραγωγικότητα της σόγιας βελτιώνεται με την αύξηση των βροχοπτώσεων αλλά οι μεταβολές της απόδοσης στην Άπω Ανατολή οφείλονται κυρίως στο έλλειμμα θερμότητας (Novikova et al., 2020).

Η σόγια αναπτύσσεται καλά μεταξύ 0 και 2000 m πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Οι αργά ωριμάζοντες τύποι μπορεί να χρειαστούν έως και 180 ημέρες (6 μήνες) για να ωριμάσουν σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 2000 m, αν και αποδίδουν περισσότερο από τους πρώιμα ωριμάζοντες τύπους (Novikova et al., 2020).

1.1.7 Εδαφικές απαιτήσεις

Η σόγια μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορους τύπους εδαφών, αλλά ευδοκimeί καλύτερα σε άμμο-αργιλώδη και αργιλικά αλλουβιακά εδάφη με υψηλή γονιμότητα. Τα εδάφη πρέπει να είναι καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα, με pH 6-6,5.

1.1.8 Λίπανση

Παρά το γεγονός ότι η ατμόσφαιρα περιέχει 78% αέριο άζωτο (N), τα φυτά δεν μπορούν να το χρησιμοποιήσουν άμεσα. Τα φυτά μπορούν να αξιοποιήσουν μόνο το αμμώνιο-N και το νιτρικό-N. Η σόγια είναι ψυχανθές που γενικά παράγει αρκετό N μέσω μιας συμβιωτικής αλληλεπίδρασης με βακτήρια δέσμευσης N του είδους *Bradyrhizobium japonicum*. Το φυτό παρέχει υδατάνθρακες και θρεπτικά συστατικά στα βακτήρια σε αυτή τη συμβιωτική σχέση, ενώ τα βακτήρια μετατρέπουν αέριο άζωτο από το περιβάλλον σε αμμώνιο-N για χρήση από το φυτό.

Η μόλυνση της σόγιας από βακτήρια που δεσμεύουν N και η συμβιωτική δέσμευση N είναι μια περίπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει τόσο το βακτήριο όσο και το φυτό. Τα κατάλληλα είδη βακτηρίων που δεσμεύουν το N πρέπει να υπάρχουν στο έδαφος, είτε με εμβολιασμό από σπόρο είτε με εμβολιασμό στη ζώνη του σπόρου κατά τη φύτευση.

Τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια προσελκύονται στις ρίζες της σόγιας από χημικά στοιχεία με τη μορφή χημικών ουσιών φλαβονοειδών που παράγονται από τη ρίζα της σόγιας (Subramanian et al., 2007). Όταν τα βακτήρια έρχονται σε επαφή με τα ριζικά τριχίδια, μια χημική ουσία της ρίζας τα συνδέει με το κυτταρικό τοίχωμα των ριζικών τριχιδίων. Το βακτήριο παράγει μια ουσία που προκαλεί την περιέλιξη και το ράγισμα της ριζικής τρίχας, επιτρέποντας στα βακτήρια να εισέλθουν στο κύτταρο και να αρχίσουν να τροποποιούν τη δομή του φυτικού κυττάρου για τη δημιουργία κονδύλων (Oldroyd & Downie, 2008).

Τα βακτήρια κατοικούν σε διαμερίσματα που ονομάζονται βακτηριοειδή, τα οποία μπορεί να αριθμούν έως και 10.000 σε κάθε όζο. Κάθε βακτηριοειδές λούζεται με θρεπτικά συστατικά από το φυτό-ξενιστή και το βακτηριοειδές χρησιμοποιεί το ένζυμο νιτρογενάση, το οποίο αποτελείται από μία πρωτεΐνη με βάση το Fe-Mo (σίδηρο-μολυβδαίνιο) και δύο πρωτεΐνες με βάση το Fe (σίδηρο), για να μετατρέψει το αέριο N₂ από τον αέρα του εδάφους σε NH₄. Η IDC (σιδηροπενική χλώρωση) μπορεί να προκαλέσει ανεπαρκή οζώδη ανάπτυξη.

Η απόδοση της σόγιας ανταποκρίνεται θετικά στην εφαρμογή P εάν οι εδαφολογικές εξετάσεις είναι χαμηλές και πολλοί παραγωγοί προτιμούν να εφαρμόζουν λίπανση P μαζί με το σπόρο.

Οι απαιτήσεις σε κάλιο είναι χαμηλότερες για τη σόγια από ό,τι για το καλαμπόκι. Ωστόσο, σε μια αμειψισπορά καλαμποκιού και σόγιας, η λίπανση για υψηλότερα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων είναι σημαντική. Παρόλο που το κρίσιμο επίπεδο εδάφους για το K με τη μέθοδο εκχύλισης οξικού αμμωνίου 1-N είναι μόνο 100 έως 150 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) για τη

σόγια, ανάλογα με τα είδη αργίλου, το κρίσιμο επίπεδο για το K στο καλαμπόκι μπορεί να φτάσει τα 200 ppm. Επομένως, η προσθήκη K για την αντικατάσταση αυτού που μπορεί να αφαιρέσει η καλλιέργεια σόγιας θα καταστήσει τη λίπανση του καλαμποκιού λιγότερο επώδυνη από οικονομική και υλικοτεχνική άποψη το έτος πριν από το καλαμπόκι. Επομένως, η προσθήκη λίγου K κατά τη χρονιά της σόγιας μπορεί να βελτιώσει τις αποδόσεις του καλαμποκιού το επόμενο έτος, εάν το έδαφος ανταποκρίνεται σε αύξηση των τιμών του K στις δοκιμές εδάφους. Τα πολύ αμμώδη εδάφη δεν θα αυξήσουν τις τιμές K λόγω των χαμηλών τιμών ανταλλαγής κατιόντων.

Τα τελευταία 40 χρόνια έχουν διεξαχθεί δοκιμές φυλλικής λίπανσης σε περιοχές καλλιέργειας σόγιας. Οι αντιδράσεις της απόδοσης σε μεμονωμένα θρεπτικά στοιχεία ή σε συνδυασμούς θρεπτικών στοιχείων που εφαρμόζονται στο φύλλωμα δεν έχουν οδηγήσει σε σταθερές αντιδράσεις της απόδοσης. Περιστασιακά καταγράφεται απόκριση στην απόδοση, αλλά η μεγάλη πλειονότητα των πειραμάτων και των δοκιμών στη γεωργική εκμετάλλευση δεν οδήγησε σε αύξηση της απόδοσης και μερικές φορές καταγράφηκε μείωση της απόδοσης (Mallarino et al., 2001).

Ορισμένες από τις ασυνήθιστες αυξήσεις των αποδόσεων σε εφαρμογές NPK στο φύλλωμα σχετίζονται με τη χαμηλή διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους. Οι υπόλοιπες αυξήσεις της απόδοσης δεν έχουν εξηγηθεί. Η συχνότητα των αυξήσεων των αποδόσεων σε όλες τις μελέτες είναι τόσο χαμηλή και τόσο απρόβλεπτη που η φυλλική εφαρμογή NPK στη σόγια δεν συνιστάται ως οικονομικά επικερδής διαχειριστική πρακτική.

Η σόγια απαιτεί θείο (S) για την κανονική ανάπτυξη και εξέλιξη- ωστόσο, η σόγια φαίνεται να χρησιμοποιεί και να λαμβάνει το διαθέσιμο S καλύτερα από την canola, τα μικρά σιτηρά και το καλαμπόκι. Μια καλύτερη στρατηγική λίπανσης με S θα ήταν να γνωρίζει κανείς τα τοπικά εδάφη και να λαμβάνει υπόψη του τις βροχοπτώσεις του παρελθόντος για να προσδιορίσει αν μπορεί να χρειαστεί S κάθε εποχή. Εάν τα εδάφη είναι αργιλώδη ή πιο χονδροειδή σε υφή και η φθινοπωρινή περίοδος ήταν υγρή, οι χιονοπτώσεις ήταν κανονικές έως άνω του κανονικού και/ή η άνοιξη ήταν υγρή πριν από τη φύτευση, η εφαρμογή 10 κιλών S σε θειική μορφή (θειικό αμμώνιο ή γύψος) μπορεί να είναι χρήσιμη.

Στα εδάφη που υποστηρίζουν τη χλώρωση λόγω έλλειψης σιδήρου, η αιτιώδης εδαφική κατάσταση είναι η παρουσία ανθρακικών αλάτων του εδάφους (CO_3^{2-}). Καθώς το έδαφος γίνεται πιο υγρό, η ποσότητα των ανθρακικών αλάτων που διαλύονται αυξάνεται, παράγοντας το διττανθρακικό ανιόν (HCO_3^-). Τα διττανθρακικά εξουδετερώνουν την οξύτητα γύρω από

τις ρίζες των φυτών και καθιστούν αναποτελεσματική την πρωτεΐνη μείωσης του Fe που εκκρίνεται από τις ρίζες (Zocchi et al., 2007).

Ο Fe είναι κινητός στο φυτό από το φύτρωμα μέχρι το πρώτο μονοφυλλώδες φύλλο της σόγιας. Ο Fe ακινητοποιείται στο φυτό όταν εμφανίζεται το πρώτο τρίφυλλο φύλλο και πρέπει να προσλαμβάνεται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου για να αποφευχθεί η έλλειψη.

Οι ρίζες της σόγιας ξεκινούν την τεχνική απορρόφησης Fe με την οξίνιση του εδαφικού περιβάλλοντος ακριβώς γύρω από τη ρίζα της σόγιας. Ένα όξινο εδαφικό περιβάλλον απαιτείται για τη λειτουργία μιας πρωτεΐνης που μειώνει τον Fe και εκκρίνεται από τη ρίζα της σόγιας. Εάν η ρίζα παραμένει όξινη, η πρωτεΐνη που μειώνει τον Fe έρχεται σε επαφή με τον οξειδωμένο σίδηρο και τον μετατρέπει σε διαλυτό σιδηρούχο σίδηρο, τον οποίο το φυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει (Mallarino et al., 2001).

1.1.9 Άρδευση

Η καλλιέργεια της σόγιας απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού καθώς απαιτεί ήδη από την σπορά έως την ωρίμανση των φυτών 4 – 7 ποτίσματα, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Για το φύτρωμα του σπόρου θα πρέπει να απορροφηθεί νερό ίσο με το ήμισυ του βάρους του.

Έως και την άνθιση οι απαιτήσεις σε νερό δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες ενώ θα πρέπει να αποφεύγονται τα ποτίσματα ώστε τα φυτά να αναπτυχθούν προς τα πάνω. Από την έναρξη της ανθοφορίας όμως οι απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται και φτάνουν στο μέγιστο κατά την περίοδο γεμίσματος των λοβών των σπόρων. Ανεπαρκής άρδευση κατά την περίοδο της έναρξης της άνθισης οδηγεί σε μη φυσιολογική ανθόρροια με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής (Σπάθη, 2007).

1.1.10 Σημασία άρδευσης στην καλλιέργεια της σόγιας

Οι αβιοτικοί στρεσογόνοι παράγοντες αποτελούν κίνδυνο για την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια, ενώ ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς. Περίπου το 41% της έκτασης του πλανήτη ταξινομείται σαν ξηρή γη και οι ταχείες κλιματικές αλλαγές, όπως το στρες της ξηρασίας, αυξάνονται παγκοσμίως. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της σημασίας παροχής νερού στις καλλιέργειες.

Στην σόγια η ξηρασία μειώνει την παραγωγή κατά 40% (Marinho et al., 2022) ωστόσο, ανάλογα με το στάδιο και το βαθμό της καταπόνησης, η απώλεια αυτή μπορεί να αυξηθεί έως και 80%. Οι κύριες και αισθητές επιπτώσεις της ξηρασίας μπορούν να παρατηρηθούν στα

φυτά σόγιας (Han et al., 2022). Το στρες ξηρασίας έχει αρνητικό αντίκτυπο στο φύτρωμα της σόγιας και σε όλα τα άλλα στάδια ανάπτυξης (Igiehon et al., 2021).

Η ξηρασία έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες στην ανάπτυξη των σπόρων κατά το αναπαραγωγικό στάδιο. Πολυάριθμες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι η ξηρασία έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στα φυτά σόγιας καθώς και σε άλλες κοινές καλλιέργειες όπως τα φασόλια (Marinho et al., 2022) και οι καλλιέργειες σησαμιού (Boureima et al., 2011). Η ευπάθεια της σόγιας σε συνθήκες λειψυδρίας σχετίζεται με το στάδιο ανάπτυξής της. Οι σύντομες και μέτριες ελλείψεις νερού στη σόγια έχουν συνήθως μικρή επίδραση στην απόδοση ή την ποιότητα (Vaghar et al., 2020). Κατά τη διάρκεια του σταδίου ανάπτυξης, η καλλιέργεια σόγιας είναι ιδιαίτερα επιρρεπής σε περιστατικά ξηρασίας. Το στρες ξηρασίας ενισχύει το ριζικό σύστημα κατά το στάδιο των σποροφύτων, το οποίο είναι ευεργετικό για την ανάπτυξη της σόγιας, αλλά ενδέχεται να αυξήσει την ποσότητα νερού που απαιτείται για το γέμισμα των λοβών (Zhengbin et al., 2011). Από την άλλη, η εμφάνιση ξηρασίας κατά την περίοδο της άνθισης μειώνει σημαντικά την τελική ποσότητα καρπών κατά τη συγκομιδή.

Σε αρκετές περιοχές καλλιέργειας, η άρδευση δεν αποτελεί οικονομικά αποδοτική στρατηγική για τη διαχείριση μεγάλων αγρών σόγιας, καθώς είναι δαπανηρή. Ως αποτέλεσμα, οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες, ιδίως εκείνες που μπορούν να βλαστήσουν σε χαμηλά επίπεδα νερού, θεωρούνται ως μία από τις πιο βιώσιμες δυνατότητες. Η σόγια έχει μεγαλύτερη αντοχή στην ξηρασία σε σχέση με το καλαμπόκι. (Marinho et al., 2022) και διαφέρει στις διαφορετικές περιοχές. Οι ανθεκτικές στην ξηρασία ποικιλίες είναι πιθανότερο να υιοθετηθούν από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται υπό κανονικές συνθήκες. Θα πρέπει να υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ ευαίσθητων και ανεκτικών ποικιλιών (Kim et al., 2022).

Η ξηρασία επιδρά αρνητικά στην παραγωγή και την ποιότητα της σόγιας (Xiong et al., 2021). Η ξηρασία μειώνει τη στοματική αγωγιμότητα, τη συνολική βιομάζα, την απόδοση και άλλες σημαντικές παραμέτρους (Basal and Szabó, 2020).

Το στρες ξηρασίας συνδέεται επίσης με αλλαγές στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και στο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρονίων. Τα δραστικά είδη οξυγόνου (ROS) προκαλούν οξείδωση στα φυτά και διαταράσσουν πολυάριθμες διεργασίες, οι οποίες στη συνέχεια συσσωρεύονται σε τεράστιες ποσότητες και προκαλούν γονιδιακές μεταβολές, διάσπαση πρωτεϊνών και αδρανοποίηση ενζύμων (Mahajan and Tuteja, 2005).

Οι ROS σε υψηλότερες ποσότητες προκαλούν κυτταρικές βλάβες και έχουν αντίκτυπο σε διάφορες διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της βλάστησης και της ανάπτυξης της σόγιας

(Dowling and Simmons, 2009). Το στρες ξηρασίας μειώνει τον λόγο ανάπτυξης της σόγιας κατά τη φάση της πλήρωσης των κόκκων μειώνοντας τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και διαταράσσοντας την αλυσίδα προσφοράς αφομοιωμένων που μετατρέπονται σε μείγματα αποθήκευσης. Προηγούμενες έρευνες ανακάλυψαν ότι το συνηθισμένο και σοβαρό στρες ξηρασίας μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη των σπόρων κατά 9 έως 35 τοις εκατό (Nakagawa et al., 2018). Σε 7 ημέρες στρες ξηρασίας, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα των σπόρων σόγιας μειώθηκε κατά 9 τοις εκατό. Τα δεδομένα αυτά συμβάλλουν σε νέες γνώσεις σχετικά με τις διεργασίες του στρες ξηρασίας και τις γενετικές τεχνικές. Η ξηρασία μειώνει σημαντικά το απόθεμα ξηρής ουσίας και τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα (Cui et al., 2021).

Η θερμοκρασία των φύλλων αυξάνεται λόγω της απώλειας του ψυκτικού αποτελέσματος που προκαλείται από τη μειωμένη δραστηριότητα διαπνοής (Igiehon et al., 2021). Η έλλειψη νερού μειώνει την ανάπτυξη των φυτικών κυττάρων, αυξάνει τη διαπερατότητα των μεμβρανών και προκαλεί κυτταρικό θάνατο. Οι βασικές μεταβολές, οι οποίες περιλαμβάνουν την αυξημένη ανάπτυξη της ρίζας και το κλείσιμο των στομάτων, συνδέονται με μια ποικιλία γονιδίων και μονοπατιών, συμπεριλαμβανομένης της μεταγωγής σήματος, της διάσπασης πρωτεϊνών, της ισορροπίας παραγωγής φυτοορμονών και της διάσπασης υδατανθράκων (Fu et al., 2022). Επιπλέον, η ξηρασία προκαλεί μεταβολές στη σύνθεση λίπους, πρωτεΐνης και υδατανθράκων των σπόρων σόγιας. Το στρες ξηρασίας μείωσε τη φωτοχημική απόδοση της σόγιας. Ομοίως, η καταπόνηση ξηρασίας μείωσε σημαντικά την παραγωγή σπόρων (Chandra et al., 2021).

1.1.11 Χρήσεις και παραγόμενα προϊόντα

Εδώ και σχεδόν 1.000 χρόνια, οι Ασιάτες καταναλώνουν σόγια σε διάφορες μορφές. Αυτές οι τροφές σόγιας έχουν σταδιακά ενσωματωθεί στους δυτικούς πολιτισμούς και στις δυτικές δίαιτες κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Υπάρχουν διάφορες επιλογές τροφίμων σόγιας που είναι διαθέσιμες στον πλανήτη σήμερα. Ορισμένες παρασκευάζονται με σύγχρονες τεχνικές επεξεργασίας σε τεράστιους οργανισμούς τροφίμων, ενώ άλλες παρασκευάζονται με πιο παραδοσιακούς τρόπους ή ακόμη και από μία μόνο οικογένεια.

➤ Γάλα σόγιας

Το γάλα σόγιας είναι ένα παραδοσιακό ρόφημα του ανατολικού πολιτισμού που περιέχει οκτώ σημαντικά αμινοξέα για τον άνθρωπο. Η διαδικασία θέρμανσης δρα ως αδρανοποιητής, αφαιρώντας τη γεύση φασολιού που υπάρχει στο γάλα σόγιας. Το ακατέργαστο γάλα σόγιας

χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων σόγιας, όπως το τόφου, το γιαούρτι σόγιας και τα τυριά (Guzeler & Yildrum, 2016).

➤ Τοφού

Το τοφού σόγιας είναι το πηγμένο γάλα σόγιας που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τυριού. Ένα τρόφιμο υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες που είναι δημοφιλές στα ασιατικά έθνη, ιδιαίτερα μεταξύ των χορτοφάγων. Παρασκευάζεται από χημικές ουσίες τροφίμων όπως χλωριούχο ασβέστιο, χλωριούχο μαγνήσιο, θεικό μαγνήσιο, θεικό ασβέστιο, οξικό οξύ και κιτρικό οξύ κατά τη θερμική πήξη πρωτεϊνών του γάλακτος σόγιας. Το κιτρικό οξύ και το υδροξείδιο του νατρίου βοηθούν στο σχηματισμό και τη συμπίεση του πηγματος για την εξαγωγή του ορού γάλακτος. Διαπιστώνεται ότι όταν χρησιμοποιείται θεικό μαγνήσιο για την πήξη, επιτυγχάνεται υψηλή απόδοση τόφου (Guzeler & Yildrum, 2016).

Το τοφού απαρτίζεται από 28,3% ολικά στερεά, 15,4% πρωτεΐνες και 9% λίπους όπως και 62 mg/100g Ca και 580 mg/100g F. Η αναλογία νερού προς σόγια, ο χρόνος και η θερμοκρασία του γάλακτος σόγιας, η επεξεργασία άλεσης, η θερμική επεξεργασία και ο ρυθμός θέρμανσης, η ταχύτητα ανάδευσης σε διάφορα σημεία της διαδικασίας, η θερμοκρασία ρύθμισης, ο τύπος και η συγκέντρωση των πηκτικών, η μέθοδος προσθήκης του πηκτικού στο γάλα σόγιας, το βάρος και ο χρόνος του τύπου τυροπήγματος είναι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του τόφου (Guzeler & Yildrum, 2016).

➤ Σάλτσα σόγιας

Η σάλτσα σόγιας είναι ένα ζυμωμένο καρύκευμα σόγιας που προέρχεται από την Κίνα πριν από 2.500 χρόνια. Παράγεται από τους μύκητες *Aspergillus oryzae* ή/και *Aspergillus soyae*. Η ζυμωμένη πάστα πιέζεται, με αποτέλεσμα να προκύπτει υγρό. Αυτή η νόστιμη σάλτσα μπαχαρικών είναι σήμερα δημοφιλής τόσο στην ασιατική όσο και στην αμερικανική κουζίνα. Η θερμοκρασία και η συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη διαδικασία παρασκευής. Η έρευνά μας έδειξε ότι οι καλύτερες θερμοκρασίες για την πρωτεάση και την αμυλάση ήταν στην περιοχή των 50-55 °C. Ωστόσο, η πρωτεάση δεν ήταν σταθερή στους 55 °C και διατηρήθηκε μόνο σε ποσοστό περίπου 20%. Οι βέλτιστες συνθήκες για την προϋδρόλυση του koji για την παρασκευή σάλτσας σόγιας προσδιορίστηκαν σε 5% χλωριούχο νάτριο και ζύμωση στους 45 °C (Feng et al., 2013).

➤ **Μίσο (Miso)**

Το *miso* είναι ένα παραδοσιακό ιαπωνικό ζυμωμένο τρόφιμο που παρασκευάζεται από σόγια, ρύζι ή/και κριθάρι, καθώς και από αλάτι και μύκητες. Διαφορετικά είδη μυκήτων βοηθούν στην παραγωγή διαφόρων γεύσεων *miso*. Το *miso* χρησιμοποιείται σήμερα στη μαγειρική λόγω της πλούσιας γεύσης του και των θρεπτικών του ιδιοτήτων. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε θρεπτικά συστατικά και πολλών βιοδραστικών συστατικών, τα τελευταία χρόνια παράγονται περισσότερα προϊόντα σόγιας, από συμπληρώματα διατροφής μέχρι κτηνοτροφικά προϊόντα (Guzeler & Yildrum, 2016).

➤ **Σογιέλαιο**

Το σογιέλαιο είναι ένα φυτικό έλαιο που προέρχεται από σπόρους σόγιας. Είναι ένα από τα πιο δημοφιλή μαγειρικά έλαια. Για την παρασκευή σογιέλαιου, οι σπόροι σόγιας θρυμματίζονται, προσαρμόζονται ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία, θερμαίνονται στους 60-88 °C (140-190 °F), σχηματίζονται νιφάδες και εκχυλίζονται με διαλύτη εξάνιο. Το έλαιο εξευγενίζεται, αναμιγνύεται για διάφορες χρήσεις και περιστασιακά υδρογονώνεται. Τα έλαια σόγιας, τόσο τα υγρά όσο και τα μερικώς υδρογονωμένα, προσφέρονται ως "φυτικά έλαια" ή ως συστατικά σε διάφορα επεξεργασμένα γεύματα. Η πλειονότητα του υπολειμματικού υπολείμματος (αλεύρι σόγιας) χορηγείται στα ζώα.

➤ **Γάλα σόγιας**

Το γάλα αυτό προέρχεται από σόγια και έχει υψηλή διατροφική αξία. Δεν περιέχει λακτόζη, γλουτένη ή καφεΐνη. Είναι χαμηλό σε λιπαρά και πλούσιο σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα και πρωτεΐνες. Έχει κρεμώδη υφή και γεύση που μοιάζει με φουντούκι. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σόγιας σε μεταλλικά στοιχεία, όπως ασβέστιο, φώσφορο και σίδηρο, είναι υψηλότερη από εκείνη του αγελαδινού γάλακτος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση του αγελαδινού γάλακτος σε διάφορες διαδικασίες. Ωστόσο, η προτίμησή του και η γεύση φασολιών έχουν επιζήμιο αντίκτυπο σε ορισμένους πελάτες. Για τους πελάτες αυτούς διατίθεται στην αγορά γάλα σόγιας με γεύση σόγιας. Λόγω των χαμηλών επιπέδων κορεσμένων λιπαρών οξέων και χοληστερόλης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή γαλακτοειδών γλυκισμάτων (Guzeler & Yildrum, 2016).

➤ **Υποκατάστατο κρέατος**

Η σόγια επιλέγεται έναντι των πρωτεϊνών κρέατος, αυγών και γαλακτοκομικών προϊόντων λόγω του φθηνού κόστους και του μεγάλου θρεπτικού της περιεχομένου. Ως υποκατάστατο

του κρέατος, οι πρωτεΐνες σόγιας μπορούν να μεταποιηθούν σε μια ποικιλία προϊόντων. Τα στοιχεία αυτά, τα οποία διατίθενται σε αποξηραμένη ή κατεψυγμένη μορφή, είναι αρκετά συγκρίσιμα και ταιριάζουν στο χρώμα του κατάλληλου κρέατος. Αποτελούν εξαιρετικές επιλογές για μια vegan διατροφή. Τα στοιχεία αυτά έχουν ελαστική και κάπως σπογγώδη υφή που λειτουργεί καλά σε μπιφτέκια, βραστά και σάλτσες (Guzeler & Yildrum, 2016).

1.2. Βιοδιεγέρτες

1.2.1 Γενικά περί βιοδιεγερτών

Ο όρος βιοδιεγέρτες έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει ενώσεις που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών αλλά δεν είναι ούτε θρεπτικά, ούτε βελτιωτικά εδάφους, ούτε εντομοκτόνα. Ο ορισμός δεν είναι αρκετά σαφής όμως γενικότερα εντοπίζονται δύο βασικά χαρακτηριστικά που διαχωρίζουν τα βιοδιεγερτικά από άλλους παράγοντες ανάπτυξης και προστασίας των φυτών. Οι βιοδιαγέρτες μπορεί να είναι οποιοδήποτε φάρμακο ή συνδυασμός χημικών ουσιών φυσικής προέλευσης ή μικροοργανισμοί που ενισχύουν την ποιότητα των καλλιεργειών χωρίς να προκαλούν βλάβες αρνητικές παρενέργειες.

Με την πάροδο των ετών, ο όρος "βιοδιεγέρτης" χρησιμοποιήθηκε σταδιακά στην επιστημονική βιβλιογραφία, διευρύνοντας το φάσμα των ουσιών και των τρόπων δράσης (Calvo et al., 2014).

Στην πραγματικότητα όμως αναφέρεται σε κάθε παράγοντα που είναι ωφέλιμος για τα φυτά, αλλά δεν είναι ούτε θρεπτικό, ούτε φυτοφάρμακο, ούτε βελτιωτικό εδάφους. Σε κάποιο βαθμό, τα βιοδιεγερτικά ορίζονται πρώτα από το τι δεν είναι, κάνοντας μια διαχωριστική γραμμή μεταξύ των βιοδιεγερτικών και δύο άλλων συχνά χρησιμοποιούμενων κατηγοριών ουσιών που σχετίζονται με τα φυτά και τις καλλιέργειες: τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα.

Ο βιοδιεγέρτης αποτελεί κάθε ουσία ή μικροοργανισμό που εφαρμόζεται στα φυτά με σκοπό την ενίσχυση της θρεπτικής απόδοσης, της ανοχής σε αβιοτικές καταπονήσεις και/ή των ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας, ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά. Κατ' επέκταση κάθε εμπορικό προϊόν που περιέχει μίγματα τέτοιων ουσιών αποτελεί έναν βιοδιεγέρτη.

Στους βιοδιεγέρτες περιλαμβάνονται ένζυμα, πρωτεΐνες, αμινοξέα, μικροθρεπτικά συστατικά και άλλες ουσίες. Τα φυσικά διεγερτικά, όπως οι φαινόλες, το σαλικυλικό οξύ, τα χουμικά και φουλβικά οξέα ή οι πρωτεϊνικές υδρολύσεις, αναφέρονται συχνά ως βιοδιεγέρτες. Οι οργανισμοί όπως οι μύκητες και τα βακτήρια που επηρεάζουν τη σύνθεση των ειδών των

οργανισμών που υπάρχουν στο έδαφος ή στα φυτά αποτελούν μια σημαντική κατηγορία βιοδιεγερτικών για τα φυτά. Η παρουσία τους μπορεί να επιταχύνει τις διαδικασίες αποικοδόμησης ή να μειώσει τον αριθμό των ομάδων μυκήτων και βακτηρίων. Τα *Glomus intraradices*, *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma reesei* και *Heteroconium chaetospora* είναι κοινά βιοδιεγερτικά. Τα *Arthrobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Ochrobactrum spp.*, *Bacillus spp.* και *Rhodococcus spp.* είναι όλα ωφέλιμα βακτήρια (Calvo et al., 2014).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι βιοδιεγέρτες δεν μπορούν να οριστούν ως λιπάσματα επειδή δεν παρέχουν θρεπτικά συστατικά απευθείας στα φυτά. Όμως μπορούν να διευκολύνουν την απόκτηση θρεπτικών συστατικών υποστηρίζοντας μεταβολικές διεργασίες στο έδαφος και στα φυτά. Παράδειγμα τέτοιας δραστηριότητας είναι η διευκόλυνση της ανάπτυξης των αψιδωτών μυκορριζικών μυκήτων που μεταφέρουν θρεπτικά συστατικά στο φυτό-ξενιστή.

1.2.2 Κατηγορίες και δράση

➤ Χουμικά και φουλβικά οξέα

Οι χουμικές ουσίες είναι φυσικά στοιχεία της οργανικής ύλης του εδάφους που προκύπτουν από τη διάσπαση φυτικών, ζωικών και μικροβιακών αποβλήτων, καθώς και από τη μεταβολική δραστηριότητα των βακτηρίων του εδάφους που χρησιμοποιούν αυτά τα υποστρώματα.

Αποτελούν ομάδες ετερογενών ουσιών που ταξινομούνται προηγουμένως ως χουμίνες, χουμικά οξέα και φουλβικά οξέα με βάση το μοριακό βάρος και τη διαλυτότητά τους. Αυτές οι χημικές ουσίες παρουσιάζουν επίσης περίπλοκη δυναμική σύνδεσης/διάσπασης σχηματίζοντας υπερμοριακά κολλοειδή, τα οποία ρυθμίζονται από τις ρίζες των φυτών μέσω της απελευθέρωσης πρωτονίων και εξιδρώματος (Rose et al., 2014).

Η αλληλεπίδραση των οργανικών υπολειμμάτων, των μικροοργανισμών και των ριζών των φυτών έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό χουμικών ενώσεων και των συμπλόκων τους στο έδαφος. Κάθε προσπάθεια χρησιμοποίησης χουμικών ενώσεων για την προώθηση της ανάπτυξης των φυτών και της απόδοσης των καλλιεργειών πρέπει να βελτιστοποιεί αυτές τις αλληλεπιδράσεις προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτό εξηγεί γιατί η χορήγηση χουμικών ενώσεων - διαλυτών κλασμάτων χουμικών και φουλβικών οξέων - οδηγεί σε ποικίλες, αλλά συνολικά καλές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Μια πρόσφατη ανάλυση τυχαίων επιδράσεων των χουμικών οξέων που εφαρμόστηκαν σε φυτά

(Rose et al., 2014) διαπίστωσε συνολική αύξηση του ξηρού βάρους κατά 24% για τους βλαστούς και 26% για τις ρίζες (Rose et al., 2014).

Η ανομοιογένεια στις επιδράσεις των χουμικών οξέων συνδέονται με την πηγή προέλευσής τους, τις συνθήκες περιβάλλοντος, τη μονάδα υποδοχής, καθώς και τη δόση και τη μέθοδο χορήγησης χουμικών οξέων. Προέρχονται από οργανική ύλη που έχει υποστεί φυσική χουμοποίηση (π.χ. τύρφη ή ηφαιστειακά εδάφη), κομπόστ και βερμικο-κομπόστ ή ορυκτά αποθέματα (λεονταρίτης, μια μορφή οξείδωσης του λιγνίτη) (Rose et al., 2014).

Επιπλέον, τα γεωργικά υποπροϊόντα, αντί να αποσυντίθενται στο έδαφος ή με την κομποστοποίηση, μπορούν να διασπώνται και να οξειδώνονται ελεγχόμενα με χημικές διεργασίες, οδηγώντας σε "ουσίες που ομοιάζουν με χουμικά", οι οποίες προτείνονται ως υποκατάστατα των φυσικών χουμικών οξέων.

Οι χουμικές ενώσεις έχουν αναγνωριστεί εδώ και καιρό ως σημαντική συμβολή στη γονιμότητα του εδάφους, καθώς επιδρούν στις φυσικές, φυσικοχημικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η πλειονότητα των βιοδιεγερτικών επιδράσεών τους σχετίζεται με τη βελτίωση της θρέψης των ριζών μέσω διαφόρων οδών. Μία από αυτές είναι η βελτιωμένη απορρόφηση μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών λόγω της αυξημένης ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους που περιέχει τα πολυανιονικές χουμικές ενώσεις, καθώς και η αυξημένη διαθεσιμότητα φωσφόρου λόγω της παρέμβασης των χουμικών ενώσεων στην καταβύθιση φωσφορικού ασβεστίου. Η ενεργοποίηση των H⁺-ΑΤΡασών της πλασματικής μεμβράνης, οι οποίες μετατρέπουν την ελεύθερη ενέργεια που παρέχεται από την υδρόλυση του ATP σε διαμεμβρανικό ηλεκτροχημικό δυναμικό που απαιτείται για την εισαγωγή νιτρικών και άλλων θρεπτικών συστατικών, είναι μια άλλη ουσιώδης συμβολή των χουμικών ενώσεων στη πρόσληψη θρεπτικών από τις ρίζες (Rose et al., 2014).

➤ Υδρολυμένες πρωτεΐνες κι άλλες αζωτούχες ενώσεις

Αποτελούν ενώσεις που λαμβάνονται με χημική και ενζυματική υδρόλυση πρωτεϊνών από αγροβιομηχανικά υποπροϊόντα, τόσο από φυτικές πηγές (υπολείμματα καλλιεργειών) όσο και από ζωικά απόβλητα (π.χ. επιθηλιακοί ιστοί) (Rose et al., 2014). Οι συνθέσεις πρωτεϊνών/πεπτιδίων και ελεύθερων αμινοξέων αυτών των υδρολυμάτων κυμαίνονται από 1-85% (κ.β.) και 2-18% (κ.β.), αντίστοιχα. Η αλανίνη, η αργινίνη, η γλυκίνη, η προλίνη, το γλουταμικό, η γλουταμίνη, η βαλίνη και η λευκίνη είναι τα κύρια αμινοξέα.

Άλλα αζωτούχα μόρια περιλαμβάνουν τις βηταΐνες, τις πολυαμίνες και τα "μη πρωτεϊνικά αμινοξέα", τα οποία διαφοροποιούνται στα ανώτερα φυτά αλλά χαρακτηρίζονται ελάχιστα όσον αφορά τους φυσιολογικούς και οικολογικούς τους ρόλους. Η βηταΐνη γλυκίνη είναι μια ειδική περίπτωση παραγώγου αμινοξέος με γνωστές αντι-στρεσογόνες ιδιότητες (Vranova et al., 2011).

Μια σειρά προϊόντων με βάση τις πρωτεΐνες έχει αποδειχθεί ότι διεγείρουν την ανάπτυξη των φυτών και βελτιώνουν την ανοχή σε βιοτικές και αβιοτικές προκλήσεις. Αυτές οι δράσεις τόνωσης των φυτών φαίνεται να είναι ανεξάρτητες από τη διατροφική επίδραση ενός συμπληρώματος πηγής αζώτου (Ertani et al. 2009).

Έχει διαπιστωθεί ότι οι υδρολυμένες πρωτεΐνες βελτιώνουν την απορρόφηση του αζώτου και τον μεταβολισμό του άνθρακα και του αζώτου. Ο Maini (2006) εξέτασε την πρώιμη βιβλιογραφία και διαπίστωσε ότι το Siapton αύξησε τη δραστηριότητα της NAD-εξαρτώμενης αφυδρογονάσης του γλουταμινικού, της νιτρικής αναγωγάσης και της μηλικής αφυδρογονάσης στον αραβόσιτο. Τα ευρήματα αυτά επεκτάθηκαν από τους (Schiavon et al. 2008), οι οποίοι απέδειξαν ότι ένα υδρολυτικό πρωτεΐνης μηδικής που εφαρμόστηκε σε υδροπονικά καλλιεργούμενο αραβόσιτο αύξησε τη δραστηριότητα τριών ενζύμων του κύκλου του τρικαρβοξυλικού οξέος (μηλική αφυδρογονάση, ισοκιτρική αφυδρογονάση και κιτρική συνθάση) και πέντε ενζύμων αναγωγής και αφομοίωσης του N (νιτρική αναγωγάση, νιτρώδη αναγωγάση, συνθετάση της γλουταμίνης, γλουταμινική συνθάση και ασπαρτική αμινοτρανσφεράση). Η RT-PCR έδειξε αυξημένη γονιδιακή έκφραση των τριών ενζύμων του κύκλου TCA, της νιτρικής αναγωγάσης και της συνθετάσης της ασπαραγίνης στις ρίζες μετά τη χορήγηση υδρολυτικού αλφάλα. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα υδρολύματα πρωτεϊνών μπορούν να αυξήσουν την απορρόφηση του αζώτου στα φυτά συντονίζοντας τον μεταβολισμό του C και του N (Ertani et al. 2009).

Ακόμα αποδείχτηκε πως ορισμένα αμινοξέα, όπως η προλίνη και η βεταΐνη, καθώς και τα παράγωγα και τα πρόδρομά τους, επάγουν αμυντικές αποκρίσεις των φυτών και αυξάνουν την ανοχή των φυτών σε διάφορες αβιοτικές καταπονήσεις, όπως η αλατότητα, η ξηρασία, η θερμοκρασία και οι οξειδωτικές συνθήκες (Ertani et al., 2013).

Η βηταΐνη γλυκίνη, ένα N-μεθυλο-υποκατεστημένο παράγωγο γλυκίνης, και η προλίνη λειτουργούν ως οσμολύτες, προστατεύοντας τις πρωτεΐνες, τα ένζυμα και τις μεμβράνες από τις μετουσιωτικές επιδράσεις των υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων και των μη φυσιολογικών θερμοκρασιών (Ahmad et al., 2013). Η συσσώρευση βηταΐνης γλυκίνης και προλίνης

συνδέεται συχνά με αυξημένη ανοχή στο στρες και έχει διαπιστωθεί ότι η εξωγενής επεξεργασία αυτών των χημικών ουσιών βελτιώνει την ανοχή σε αβιοτικούς παράγοντες στρες σε διάφορα ανώτερα φυτά η σόγια, μηδική και το ρύζι (Reis et al., 2012).

Έχει αποδειχθεί ότι η βηταΐνη γλυκίνη και η προλίνη απομακρύνουν τα αντιδραστικά είδη οξυγόνου και επάγουν την έκφραση γονιδίων που ανταποκρίνονται στο αλατούχο στρες, καθώς και γονιδίων που εμπλέκονται σε μεταγραφικούς παράγοντες, στη διακίνηση μεμβρανών και στα αντιδραστικά είδη οξυγόνου, εκτός από το ρόλο τους στη σταθεροποίηση πρωτεϊνών και μεμβρανών (Liang et al., 2013).

Άλλα αμινοξέα επηρεάζουν την ανοχή στο αβιοτικό στρες. Η εξωγενής χορήγηση γλουταμινικού και/ή ορνιθίνης, πρόδρομων ουσιών της προλίνης, μπορεί επίσης να βελτιώσει την αντίσταση στο στρες από αλατότητα (Chang et al., 2010). Η αργινίνη, η οποία είναι απαραίτητη για την αποθήκευση και τη μεταφορά αζώτου στα φυτά, έχει βρεθεί ότι αυξάνεται σε απόκριση σε αβιοτικό και βιοτικό στρες. Τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα β-αμινοβουτυρικό οξύ (BABA) και γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA) ενισχύουν την ανθεκτικότητα των φυτών σε αβιοτικούς και βιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες και υποτίθεται ότι λειτουργούν ως ενδογενή σηματοδοτικά μόρια (Zimmerli et al., 2008).

➤ **Χιτοζάνη κι άλλα πολυμερή**

Η χιτοζάνη είναι μια αποακετυλιωμένη εκδοχή του βιοπολυμερούς χιτίνη που παράγεται τόσο φυσικά όσο και βιομηχανικά. Πολυμερή και олиγομερή μεταβλητών και ρυθμιζόμενων μεγεθών χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων, καλλυντικών, φαρμάκων και γεωργικών προϊόντων. Οι φυσιολογικές επιδράσεις των ολιγομερών χιτοζάνης στα φυτά οφείλονται στην ικανότητά τους να δεσμεύουν ένα ευρύ φάσμα κυτταρικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων του DNA, της πλασματικής μεμβράνης και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος, καθώς και ειδικών υποδοχέων που εμπλέκονται στην ενεργοποίηση αμυντικών γονιδίων, με τρόπο παρόμοιο με τους εκλυτικούς παράγοντες της άμυνας των φυτών. Η χιτίνη και η χιτοζάνη φαίνεται να έχουν ξεχωριστούς υποδοχείς και μονοπάτια σηματοδότησης (Katiyar et al., 2015).

➤ **Ανόργανα συστατικά**

Τα ανόργανα στοιχεία είναι χημικά συστατικά που διεγείρουν την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για ορισμένα είδη, αλλά δεν απαιτούνται από όλα τα φυτά (Pilon-Smits et al., 2009). Τα πέντε πιο σημαντικά ανόργανα στοιχεία είναι το Al, το Co, το

Na, το Se και το Si, τα οποία βρίσκονται στο έδαφος και στα φυτά ως διάφορα ανόργανα άλατα και ως αδιάλυτες μορφές, όπως το άμορφο πυρίτιο ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) στα διάφορα είδη σιτηρών. Αυτές οι ευεργετικές επιδράσεις μπορεί να είναι συστατικές, όπως οι εναποθέσεις πυριτίου που ενισχύουν τα κυτταρικά τοιχώματα, ή να εκδηλώνονται σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές καταστάσεις, όπως η επίθεση παθογόνων για το σελήνιο και το οσμωτικό στρες για το νάτριο. Συνεπώς, τα ευεργετικά στοιχεία ορίζονται όχι μόνο από τις χημικές ιδιότητές τους, αλλά και από τις ειδικές συνθήκες στις οποίες μπορούν να ανιχνευθούν οι ευνοϊκές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών και στην απόκριση στο στρες. Σε αρκετές περιπτώσεις η βιοδραστικότητα ορισμένων σύνθετων βιοδιεγερτών, όπως τα εκχυλίσματα φυκιών, περιλαμβάνει τις φυσιολογικές λειτουργίες ανόργανων συστατικών που περιέχονται σε αυτά (Pilon-Smits et al., 2009).

Βιβλιογραφικά εντοπίζονται διάφορες θετικές επιδράσεις των στοιχείων που σχετίζονται με την βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών, την ποιότητα των φυτικών προϊόντων καθώς και την ανοχή στις αβιοτικές καταπονήσεις. Ταυτόχρονα παρουσιάζουν και ήπιες μυκητοκτόνες δράσεις (Deliopoulos et al., 2010). Παρόλο που ο τρόπος δράσης τους δεν έχει καθοριστεί πλήρως, αρκετές από αυτές τις ανόργανες ενώσεις επηρεάζουν την οσμωτική ομοιόσταση, το pH καθώς και την οξειδοαναγωγική ομοιόσταση, την ορμονική σηματοδότηση καθώς και τα ένζυμα που συμμετέχουν στην απόκριση στο στρες. Η δράση τους σαν βιοδιεγέρτες σχετίζονται με την βελτίωση της ανθεκτικότητας στον στρες καθώς και την μυκητοκτόνο του δράση όπως και το γεγονός πως αποτελούν πηγή θρεπτικών συστατικών (Deliopoulos et al., 2010).

➤ Ωφέλιμοι μικροοργανισμοί

Οι μύκητες αλληλοεπιδρούν με τις ρίζες των φυτών με διάφορους τρόπους, που κυμαίνονται από τις αμοιβαίες συμβιώσεις (στις οποίες τα δύο είδη ζουν σε στενή γειτνίαση μεταξύ τους και σχηματίζουν αμοιβαία επωφελείς συνεργασίες) έως τον παρασιτισμό. Τα φυτά και οι μύκητες έχουν συν-εξελιχθεί από τη δημιουργία των χερσαίων φυτών και η ιδέα του συνεχούς αλληλοβοήθειας-παρασιτισμού είναι σημαντική για την περιγραφή της ποικίλης ποικιλίας των συνδέσεων που προέκυψαν με την πάροδο του χρόνου. Οι μυκορριζικοί μύκητες είναι μια ποικιλόμορφη συλλογή οργανισμών που σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με περίπου το 90% όλων των φυτικών ειδών (Johnson and Graham, 2013).

Οι μύκητες αλληλοεπιδρούν με τις ρίζες των φυτών με διάφορους τρόπους, που κυμαίνονται από τις αμοιβαίες συμβιώσεις (στις οποίες τα δύο είδη ζουν σε στενή γειτνίαση μεταξύ τους

και σχηματίζουν αμοιβαία επωφελείς συνεργασίες) έως τον παρασιτισμό (Behie and Bidochka, 2014).

Ακόμα τα βακτήρια αλληλεπιδρούν με τα φυτά με διάφορους τρόπους (Ahmad et al., 2008): ii) οι βακτηριακές θέσεις εκτείνονται από το έδαφος στο εσωτερικό των κυττάρων, με ενδιάμεσες θέσεις γνωστές ως ριζόσφαιρα και ριζοπλαίσιο επίπεδο, iii) οι ενώσεις μπορεί να είναι παροδικές ή μόνιμες, ενώ ορισμένα βακτήρια μεταδίδονται ακόμη και κάθετα μέσω του σπόρου, (iv) οι ρόλοι που επηρεάζουν τη ζωή των φυτών περιλαμβάνουν τη συμμετοχή στους βιο-γεωχημικούς κύκλους, την παροχή θρεπτικών ουσιών, την αυξημένη αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών ουσιών, την επαγωγή ανθεκτικότητας σε ασθένειες, την αύξηση της ανοχής σε αβιοτικό στρες και τον έλεγχο της μορφογένεσης από ρυθμιστές ανάπτυξης των φυτών (Ahmad et al., 2008).

Εντός αυτής της ταξινομικής, λειτουργικής και οικολογικής ποικιλίας, θα πρέπει να εξεταστεί και μία άλλη μεγάλη κατηγορία βιοδιεγερτών: τα αμοιβαία, ριζοσφαιρικά PGPR ("ριζοβακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών"). Το *Rhizobium* και παρόμοια taxa πωλούνται ως βιολιπάσματα, τα οποία είναι μικροβιακά εμβολιαστικά που βοηθούν τα φυτά να απορροφήσουν θρεπτικά συστατικά.

Πολλά βακτηριακά είδη παράγουν ρυθμιστές της ανάπτυξης των φυτών και η επίδρασή τους στην ανάπτυξη των φυτών περιγράφεται εδώ και περισσότερα από 30 χρόνια. Οι βιοδιεγέρτες μικροοργανισμοί, όπως τα συμβιωτικά ριζοβακτήρια, μπορούν να αλλάξουν την αρχιτεκτονική των ριζών και να διεγείρουν την ανάπτυξη των φυτών παράγοντας ή αποικοδομώντας τις πρωτογενείς ομάδες φυτικών ορμονών (Behie and Bidochka, 2014).

1.2.3 Μέθοδοι εφαρμογής

Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να εφαρμοστούν στο έδαφος ως εδαφικά παρασκευάσματα (σκόνες, κόκκοι ή διαλύματα) ή ως υγρά προϊόντα ψεκασμού φυλλώματος (Kocira et al., 2018). Οι βιοδιεγέρτες που περιλαμβάνουν χουμικές χημικές ουσίες και ενώσεις αζώτου εφαρμόζονται συχνά απευθείας στο έδαφος, ενώ χρησιμοποιούνται ψεκασμοί φυλλώματος με διάφορα φυτικά εκχυλίσματα και εκχυλίσματα φυκιών. Ακόμα μπορούν να προστεθούν στα συστήματα άρδευσης και να απορροφηθούν από τα φυτά μαζί με το νερό.

Οι βιοδιεγέρτες χρησιμοποιούνται σε τακτική βάση κατά τη διάρκεια του βλαστικού σταδίου ή προληπτικά, δηλαδή αφού αρχίσει να μειώνεται η ζωτική ενέργεια του φυτού. Χορηγούνται μία φορά κατά την εμφάνιση ενός γεγονότος υψηλής καταπόνησης, όπως ο παγετός (Kocira et al., 2015).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη στο έδαφος δεν είχε τόσο μεγάλη επιτυχία όσο η εφαρμογή του στα φύλλα. Η εφαρμογή του βιοδιεγέρτη στο φύλλωμα των φυτών έχει αποδειχτεί από έρευνες πως οδηγεί σε αύξηση της ποσότητας τόσο των μικρο- όσο και των μακρο- θρεπτικών συστατικών στα φύλλα του αραβόσιτου. Επιπλέον οι βιοδιεγέρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη μορφή βιομάζας ή αλεύρου φυκιών, ωστόσο αυτή η τεχνική έχει σημαντικά μειονεκτήματα. Συνήθως όμως οι βιοδιεγέρτες εντοπίζονται σε μορφή έτοιμη προς χρήση ή σε σκόνη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδατικού διαλύματος (Tejada et al., 2016).

Για την εφαρμογή των βιοδιεγερτών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι κίρκαδοί ρυθμοί των φυτών. Οι βιοδιεγέρτες θα πρέπει να χορηγούνται πρώτα το πρωί, όταν τα στομάτια είναι ανοιχτά και ο ρυθμός απορρόφησης είναι υψηλότερος (Gorii et al., 2018). Ψεκάζονται επίσης απευθείας στους συγκομισμένους καρπούς. Οι βιοδιεγέρτες που περιλαμβάνουν εκχυλίσματα από *Sargassum spp.*, *Laminaria spp.* και *A. nodosum* αποδείχθηκε ότι ενισχύουν σημαντικά τη διάρκεια ζωής και την αποθήκευση των πορτοκαλιών (Du Jardin, 2015).

1.2.4 Οφέλη και επίδραση χρήσης

Η δημοτικότητα των βιοδιεγερτικών στη γεωργία συνδέεται με τη δυνατότητα απόκτησης μεγαλύτερων αποδόσεων χωρίς να χρειάζεται να σταματήσει η παραγωγή οικολογικών καλλιεργειών. Πολυάριθμες επιστημονικές έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι οι βιοδιεγέρτες οδηγούν σε αύξηση της φυτικής παραγωγής (Garcia-Martinez et al., 2010). Για τον υπολογισμό της απόδοσης χρησιμοποιείται συνήθως η ποσότητα των καρπών που συλλέγονται από ένα μεμονωμένο φυτό ή αγροτεμάχιο. Η απόδοση καθορίζεται από τον τύπο του βιοδιεγερτικού που χρησιμοποιείται, τη δοσολογία, την τεχνική εφαρμογής και το είδος του φυτού. Η αυξημένη παραγωγή συνδέεται συχνά με τη βελτίωση της ποιότητας των λαχανικών ή των φρούτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στη βιολογική γεωργία, όπου απαγορεύονται τα συνθετικά λιπάσματα (Milic et al., 2018).

Έχει αποδειχθεί η ευεργετική επίδραση των βιοδιεγερτικών με βάση τα χουμικά, φουλβικά και καρβοξυλικά οξέα στην παραγωγή καρπών βερίκοκου (Tarantino et al., 2018). Η παραγωγή των δέντρων ελέγχου ήταν 12 kg καρπών/δέντρο, αλλά μετά την εφαρμογή χουμικών και φουλβικών οξέων μαζί, καθώς και καρβοξυλικών οξέων σε ξεχωριστή δοκιμή, η απόδοση των δέντρων αυξήθηκε σε 21 kg καρπών/δέντρο και 19 kg καρπών/δέντρο, αντίστοιχα. Αυτή η σύνδεση, ωστόσο, ανακαλύφθηκε μόλις το δεύτερο έτος χρήσης του βιοδιεγερτικού. Η απόδοση των δέντρων ελέγχου ήταν υψηλότερη από εκείνη των φυτών που

είχαν υποστεί επεξεργασία με βιοδιεγερτικά που περιείχαν χουμικά και φουλβικά οξέα κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

Ταυτόχρονα οι βιοδιεγέρτες οδήγησαν σε μείωση του βάρους των καρπών κατά 15%. Οι ερευνητές περιέγραψαν αυτό το φαινόμενο ως ανταγωνισμό των καρπών για θρεπτικά συστατικά (Morales-Payan, 2013). Οι βιοδιεγέρτες που περιέχουν φαινολικές χημικές ουσίες, όπως το νατριούχο παρα-νιτροφαινόλαιο, το νατριούχο ορτο-νιτροφαινόλαιο και το νατριούχο 5-nitroguajakolan, αποδείχθηκαν αποτελεσματικά σκευάσματα για τον θάμνο του σμέουρου. Ο ψεκασμός φύλλων με φαινολικές ενώσεις είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής σμέουρων κατά 20 %. Όταν ψεκάστηκε ένα βιοδιεγερτικό που περιείχε φαινολικές ενώσεις στην ποικιλία σμέουρων "Polka", επιτεύχθηκε η μέγιστη απόδοση (απόδοση = 23,03 kg/τεμάχιο), ενώ η απόδοση στον έλεγχο ήταν 18,28 kg/τεμάχιο (Grajkowski & Ochmian, 2007).

Ακόμα οι βιοδιεγέρτες σχετίστηκαν και με αύξηση στις διαστάσεις των παραγόμενων καρπών. Οι έρευνες έδειξαν πως παρόλο που οι επιδράσεις δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές παρατηρείται μία ελαφριά αύξηση στις διαστάσεις των καρπών όπως στην περίπτωση αγγουριών που εφαρμόστηκαν βιοδιεγέρτες χουμικών οξέων και αμινοξέων σε συγκεντρώσεις 3g/l (Javadimoghadam et al., 2015).

Σύμφωνα με έρευνες οι ιδανικοί βιοδιεγέρτες προάγουν την ανάπτυξη των φυτικών ειδών μέσα από μία αλληλοεπίδραση με μικροοργανισμούς. Ο αψιδωτός μυκορριζικός μύκητας και τα βακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών είναι δύο παραδείγματα και η εφαρμογή τους είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους της τομάτας. Ο συνδυασμός των αψιδωτών μυκορριζικών μυκήτων που περιλάμβανε μύκητες των ακόλουθων ειδών παρήγαγε καλό αποτέλεσμα : *Rhizophagus spp.*, *Rhizophagus aggregatus*, *Septoglycus viscosum*, *Claroideoglossum etunicatum*, *Claroideoglossum claroideum* και άλλα είδη βακτηρίων που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών (El – Nemr et al., 2012).

Τα βιοδιεγερτικά μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις μηχανικές ιδιότητες, όπως η σκληρότητα των φρούτων και των λαχανικών. Τα βιοδιεγερτικά, ανάλογα με το είδος τους, μπορεί να σκληρύνουν τα κυτταρικά τοιχώματα, περιορίζοντας το μέγεθός τους. Επίσης βελτιώνουν την ευκαμψία των κυτταρικών τοιχωμάτων επιμηκώνουν τη διάρκεια ζωής των φρούτων και των λαχανικών για κατανάλωση, ενώ παράλληλα διευκολύνουν την αποθήκευση. Κατά τη διάρκεια δύο ετών χρήσης βιοδιεγερτικών, βιοδιεγερτικά με βάση

καρβοξυλικά, χουμικά και φουλβικά οξέα, καθώς και βιοπολυμερή πολυσακχαριτών, βελτίωσαν τη μηχανική αντοχή των καρπών βερίκοκου (Tarantino et al., 2018).

Ακόμα οι βιοδιεγέρτες μπορούν να μεταβάλλουν τα χημικά χαρακτηριστικά των φρούτων και των λαχανικών, όπως η ξηρή μάζα, η οξύτητα και η περιεκτικότητα σε βιταμίνες. Η χημική σύσταση του φρούτου έχει άμεσο αντίκτυπο στην γευστικότητά του. Τα φρούτα με περιεκτικότητα σε διαλυτά μεγαλύτερη από 12Brix λέγεται ότι έχουν εξαιρετική γεύση. Η μέση τιμή των διαλυτών στερεών στα βερίκοκα κατά το πρώτο έτος χρήσης βιοδιεγερτικών που περιλαμβάνουν βιοπολυμερή πολυσακχαριτών, χουμικά και φουλβικά οξέα και καρβοξυλικά οξέα ήταν 10,7Brix. Οι γευστικές ιδιότητες των φρούτων αυξήθηκαν δραματικά κατά το δεύτερο έτος χρήσης αυτών των βιοδιεγερτικών, όπως καταδεικνύεται από την αύξηση του επιπέδου διαλυτών στερεών σε μέσο όρο 14,1Brix (Grajkowski & Ochmian, 2007).

Τέλος οι βιοδιεγέρτες έχουν θετικό αντίτυπο στην διαδικασία φωτοσύνθεσης των φυτών. Η εφαρμογή νανοσωματιδίων σαλικυλικού οξέος-χιτοζάνης ως βιοδιεγερτικό αύξησε το επίπεδο χλωροφύλλης στο καλαμπόκι. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φύλλα αραβοσίτου ελέγχου ήταν 10,72 mg/g, αλλά η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φύλλα αραβοσίτου που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με βιοδιεγερτικό (συγκέντρωση 0,01% - 0,16%) κυμάνθηκε από 16,43mg/g έως 25,88mg/g κατά μέσο όρο. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φυτών που αντιμετωπίστηκαν μόνο με χιτοζάνη και σαλικυλικό οξύ μειώθηκε κατά μέσο όρο σε 9,24 mg/g και 9,79 mg/g (Kumarasiwamy et al., 2019).

1.2.5 Προκλήσεις και προοπτικές

Αρχικά το κύριο πρόβλημα με τους βιοδιεγέρτες σχετίζεται με το γεγονός πως εντοπίζονται διάσπαρτοι νόμοι σχετικά με αυτούς καθώς δεν εντοπίζεται κάποια νομοθεσία (Garnett et al., 2013).

Ένας τρόπος ανάπτυξης της αγοράς είναι οι σχετικά υψηλές επενδύσεις των εταιρειών σε έρευνα και ανάπτυξη (μεταξύ 3% και 10% του ετήσιου κύκλου εργασιών των μελών της EBIC που συμμετείχαν στην έρευνα), οι οποίες συμβάλλουν στην επέκταση του καταλόγου των βιοδιεγερτικών και των βιομηχανικών διαδικασιών για την παραγωγή και τη διαμόρφωσή τους. Οι προκλήσεις για την ανάπτυξη των βιοδιεγερτικών είναι επιστημονικής, τεχνικής και κανονιστικής φύσης (Du Jardin, 2015).

Η σύνθεση και η ανάμειξη των βιοδιεγερτικών με άλλα λιπαντικά υλικά ή/και φυτοπροστατευτικά μέσα αποτελούν τεχνικά εμπόδια. Αρκετοί βιοδιεγέρτες έχουν σχεδιαστεί

για να βελτιώνουν την αποδοτικότητα της χρήσης των θρεπτικών συστατικών και οι συνδυασμοί λιπασμάτων και βιοδιεγερτικών θα πρέπει να συντονιστούν. Κατά τη διαμόρφωση των βιολογικών λιπασμάτων πρέπει να αναζητηθούν θετικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροβιολογικών συστατικών των μιγμάτων βιοδιέγερσης, αφενός, και μεταξύ του εμβολιαστικού βιοδιέγερσης και του μόνιμου ριζικού/ενδοσφαιρικού μικροβιόκοσμου, αφετέρου. Υπάρχουν τεχνικές δυσκολίες όσον αφορά την παρακολούθηση των καλλιεργειών και την επιλογή του εάν, τότε και πώς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται βιοδιεγέρτες (Garnett et al., 2013).

Το πρόβλημα είναι πιο περίπλοκο από ό,τι με οποιοδήποτε άλλο φυτοπροστατευτικό προϊόν, όπου ο επιπολασμός των επιβλαβών οργανισμών και των ασθενειών είναι σχετικά εύκολο να προσδιοριστεί και να μετρηθεί και υπάρχουν επιδημιολογικά μοντέλα για τη βελτιστοποίηση των εφαρμογών με φυτοφάρμακα. Με τις αβιοτικές καταπονήσεις, οι οποίες συχνά αλληλεπιδρούν στον αγρό, είναι δύσκολο να μετρηθούν και συνήθως ποσοτικοποιούνται εκ των υστέρων οι ζημιές στην απόδοση. Η αποδοτικότητα της χρήσης των θρεπτικών στοιχείων είναι επίσης δύσκολο να εκτιμηθεί και η απόφαση να χρησιμοποιηθεί ένα αβιοδιεγερτικό για να στοχεύσει σε αυτή την ποιότητα δικαιολογείται ελάχιστα από τα παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά των φυτών στον αγρό (Du Jardin, 2015).

Τα ρυθμιστικά ζητήματα περιλαμβάνουν την ταξινόμηση βιοδιεγερτικών και την αξιολόγηση πριν από τη διάθεση στην αγορά, καθώς και την πνευματική ιδιοκτησία. Μέχρι στιγμής, είναι άγνωστο εάν και πού θα ρυθμιστούν οι βιοδιεγέρτες ως τέτοιοι, δηλαδή θα αναγνωριστούν ως διακριτή ρυθμιστική κατηγορία από την εθνική ή υπερεθνική νομοθεσία. Οι ισχύοντες κανόνες για τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα επιτρέπουν την ασφαλή διάθεση βιοδιεγερτικών στην αγορά στα περισσότερα μέρη του κόσμου και πρέπει να διευκρινιστούν οι λόγοι που τα καθιστούν χωριστή ρυθμιστική κατηγορία. Ένα τέτοιο επιχείρημα είναι η μοναδικότητα των βιοδιεγερτικών όσον αφορά στον μηχανισμό δράσης τους (μέσω της απόκρισης του φυτού) και τις επιθυμητές επιδράσεις (στην αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών ουσιών, την ανοχή στο αβιοτικό στρες και την ποιότητα του προϊόντος), κάτι που μπορεί να δικαιολογεί συγκεκριμένους κανόνες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας (Du Jardin, 2015).

Η παροχή κατευθύνσεων και η εγγύηση κανονιστικής βεβαιότητας στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των βιοδιεγερτικών, εκτός από την αξιολόγηση κινδύνου, είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της αγοράς, και αυτό θα μπορούσε να διευκολυνθεί από υπερεθνικούς νόμους. Μια άλλη ανησυχία είναι η εναρμόνιση της

αγοράς, καθώς η σύνδεση των βιοδιεγερτών με τα λιπάσματα έχει οδηγήσει σε σημαντικές διαφορές στον τρόπο διάθεσης τους στην αγορά από χώρα σε χώρα. Επιπλέον, η υιοθέτηση μιας *suī generis* στρατηγικής για βιοδιεγέρτες μπορεί να βοηθήσει τις ρυθμιστικές αρχές να βελτιστοποιήσουν τη γεφύρωση δεδομένων με ισχύοντες κανόνες και μητρώα, όπως αυτά του κανονισμού REACH (ΕΚ αριθ. 1907/2006 σχετικά με την καταχώριση, την αξιολόγηση, την έγκριση και τον περιορισμό των χημικών ουσιών) (Garnett et al., 2013).

Τέλος μία πρόκληση για τους βιοδιεγέρτες είναι η πνευματική ιδιοκτησία. Η κατοχύρωση με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και η απαγόρευση αντιγράφων/αντίστροφης μηχανικής βιοδιεγερτικών ενώσεων μερικές φορές είναι δύσκολο να επιτευχθούν. Η πρωτοτυπία του προϊόντος και το καθεστώς καινοτομίας του, όπως απαιτείται από τη δυνατότητα κατοχύρωσης με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, μπορεί να είναι δύσκολο να αποδειχθεί, επομένως οι εταιρείες συχνά κατοχυρώνουν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τις βιομηχανικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή βιοδιεγερτικών. Οι τεχνικές προστασίας δεδομένων σε συνδυασμό με την απαιτούμενη καταχώριση βιοδιεγερτικών θα αυξήσουν την προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας. Οι διαδικασίες ανταλλαγής δεδομένων που συνδέονται με την καταχώριση βιοδιεγερτικών χημικών ουσιών ή μικροοργανισμών θα βοηθούσαν τη βιομηχανία βιοδιεγερτών να ανθίσει ενθαρρύνοντας τις βιομηχανικές ανταλλαγές και συνεργασίες (Du Jardin, 2015).

1.3 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, είναι να μελετήσει την επίδραση τριών διαφορετικών βιοδιεγερτών και την επίδραση της άρδευσης στην απόδοση και την ποιότητα του σπόρου σόγιας σε συνθήκες αγρού. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκε μία ποικιλία σόγιας η οποία ψεκάστηκε μία φορά με τρεις διαφορετικούς βιοδιεγέρτες. Στα πειραματικά τεμάχια αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα τόσο με την αναγκαία ποσότητα άρδευσης που χρειάζεται η καλλιέργεια για να αναπτυχθεί πλήρως όσο και με τη μισή ποσότητα άρδευσης. Αρχικά συλλέχτηκαν τα φυτά και μετρήθηκε το συνολικό βάρος τους, το ύψος τους και ο αριθμός των λοβών ανά φυτό. Στη συνέχεια μετρήθηκαν το βάρος του σπόρου και της βιομάζας πριν και μετά από ξήρανση πέντε ημερών. Για να καταγραφεί η περιεκτικότητα στους σπόρους σε υγρασία, έλαιο, πρωτεΐνη, ξηρή στάχτη και ξηρή ίνα και για την ξηρή βιομάζα η περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνη, στάχτη, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ακατέργαστη ίνα, λίπη, ασβέστιο και φωσφόρο χρησιμοποιήθηκε αναλυτής NIR του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Γενικά

Το πείραμα διεξήχθη σε αγρόκτημα που βρίσκεται στο Ασημοχώρι Καρδίτσας και είναι ιδιοκτησία του κυρίου Δημήτρη Κουτσιούμπα, πλάτους 8m, μήκους 90m και συνολικού εμβαδού 7,2 m².

2.2 Προετοιμασία εδάφους

Την προηγούμενη καλλιεργητική χρονιά στο αγροτεμάχιο είχε σπαρθεί σκληρό σιτάρι. Τον Ιούλιο μετά τη συγκομιδή του σιταριού έγινε βαθιά άροση του αγροτεμαχίου με ripper. Ακολούθησε τον Νοέμβριο καλλιεργητής βαρέου τύπου με 30 ελάσματα και τον Φεβρουάριο καλλιεργητής προετοιμασίας. Τον Μάρτιο έγινε λίπανση με 10 μονάδες λιπάσματος 8-24-24 του Groupa Azoty και ακολούθησε ενσωμάτωση. Πριν τη σπορά τον Απρίλιο έγινε ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνων Stomp (45% β/ο Pendimethalin) της BASF και Cottonex (50% Fluometuron) της General Info.

2.3 Σπορά

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι σόγιας, πρώτης γενιάς, ποικιλίας Glycine max, προέλευσης Σερβίας και έγινε εμβολιασμός με το αζωτοβακτήριο *Rhizobium japonicum*.

Η σπορά της σόγιας έγινε στις 7 Μαΐου 2022. Σπάρθηκαν 21 σπόροι σόγιας το μέτρο, με απόσταση μεταξύ των σειρών στα 47 cm. Συνολικά σπάρθηκαν δέκα έξι σειρές.

2.4 Βιοδιεγέρτες που χρησιμοποιήθηκαν

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες. Ο KELPAK BASF ο οποίος είναι φυσικός βιοδιεγέρτης με εκχύλισμα φυκιών του είδους *Ecklonia maxima* και βελτιώνει την καρπόδεση και τη ριζοβολία των νεόφυτων δένδρων. Είναι εγκεκριμένο και για χρήση σε καλλιέργειες που ακολουθούν βιολογική γεωργία (BASF, 2019). Ο AMALGEROL ELANCO περιέχει αιθέρια έλαια, εκχυλίσματα φυτών και φυκιών, ο οποίος ενισχύει την φυτική ανάπτυξη, βελτιώνει την ποιότητα και την παραγωγή τόσο σε εκτατικές καλλιέργειες, όσο και σε οπωροκηπευτικά. Επιταχύνει την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων και βελτιώνει τη δομή τη ποιότητα του εδάφους (ELANKO ΕΛΛΑΣ, 2021) και ο Vita Intense AA Hellifert, ο οποίος περιέχει Άζωτο, Ουρικό Άζωτο, Οξείδιο του Καλίου, Οργανική Ύλη, Οργανικό Άζωτο, Αμινοξέα και εκχυλίσματα φυκιών.

2.5 Πειραματικές επεμβάσεις

Πραγματοποιήθηκαν δύο πειραματικές επεμβάσεις που αφορούσαν το νερό άρδευσης. Το μισό πειραματικό αγροτεμάχιο, δηλαδή οι οκτώ σειρές δέχτηκαν όλο το απαιτούμενο νερό

που χρειαζότανε η καλλιέργεια και οι άλλες οκτώ τη μισή ποσότητα νερού. Η κάθε μία πειραματική επέμβαση περιλάμβανε τρεις βιοδιεγέρτες και έναν μάρτυρα σε τρεις επαναλήψεις η κάθε μία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

50% ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (1η)	100 % ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (1η)
50% VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (2η)	100 % VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (2η)
50% KELPAK BASP (B2) (3η)	100 % KELPAK BASP (B2) (3η)
50% AMALGEROL ELANCO (B3) (4η)	100 % AMALGEROL ELANCO (B3) (4η)
50% KELPAK BASP (B2) (5η)	100 % KELPAK BASP (B2) (5η)
50% ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (6η)	100 % ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (6η)
50% AMALGEROL ELANCO (B3) (7η)	100 % AMALGEROL ELANCO (B3) (7η)
50% VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (8η)	100 % VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (8η)
50% AMALGEROL ELANCO (B3) (9η)	100 % AMALGEROL ELANCO (B3) (9η)
50% VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (10η)	100 % VITA INTENSE AA HELLIFERT (B1) (10η)
50% ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (11η)	100 % ΜΑΡΤΥΡΑΣ (Μ1) (11η)
50% KELPAK BASP (B2) (12η)	100 % KELPAK BASP (B2) (12η)

Εικόνα 1: Απεικόνιση των μεταχειρίσεων όπως έλαβαν χώρα στο χωράφι.

2.6 Πότισμα – Εφαρμογή βιοδιεγέρτων

- Στις 7/5/2022 αμέσως μετά τη σπορά ποτίστηκε όλο το αγροτεμάχιο.
- Στις 18/5/2022 υπήρξε μεγάλη βροχόπτωση και πλημμύρισε η περιοχή.
- Στις 15/6/2022 υπήρξε μεγάλη βροχόπτωση και πλημμύρισε εκ νέου η περιοχή.
- Στις 30/6/2022 ποτίστηκε το μισό πειραματικό που δέχθηκε το 100% νερό.
- Στις 4/7/2022, ποτίστηκε το μισό πειραματικό που δέχθηκε το 100% νερό.
- Στις 9/7/2022, υπήρξε μεγάλη βροχόπτωση.
- Στις 16/7/2022, οι 3 διαφορετικοί βιοδιεγέρτες εφαρμόστηκαν στα φυτά σόγιας με ψεκασμό σε αναλογία 200 gr ανά στρέμμα και ποτίστηκε όλο το πειραματικό αγρόκτημα.
- Στις 20/7/2022 πότισμα ποτίστηκε όλο το πειραματικό αγρόκτημα.
- Στις 12/8/2022 ποτίστηκε όλο το πειραματικό αγρόκτημα.
- Στις 17/8/2022 ποτίστηκε το μισό πειραματικό που δέχθηκε το 100% νερό.

2.7 Συγκομιδή

Το πείραμα τερματίστηκε στις 13 Σεπτεμβρίου 2022.

Αφού μετρήθηκε ο αριθμός φυτών σε ένα τετραγωνικό μέτρο συλλέχθηκαν ολόκληρα τα φυτά σόγιας από αυτό και ζυγίστηκαν. Στη συνέχεια κρατήθηκαν και μετρήθηκαν από τα μισά φυτά το ύψος τους και οι αριθμοί λοβών ανά φυτό. Η διαδικασία αυτή έγινε χωριστά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.

Ακολούθησε η χειρωνακτική εξαγωγή των σπόρων από τους λοβούς, καθαρίστηκαν από τις ξένες ύλες και έγινε διαχωρισμός σπόρων και βιομάζας. Αφού τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακουλάκια οι σπόροι και η βιομάζα με τις αντίστοιχες ετικέτες που αφορούσαν την κάθε μεταχείριση μετρήθηκαν τα νωπά βάρη σπόρων και βιομάζας και μπήκαν στο ξηραντήριο για ξήρανση στις 16 Σεπτεμβρίου 2022.

Στις 21 Σεπτεμβρίου βγήκαν από το ξηραντήριο και αφού έγινε η μέτρηση των ξηρών βαρών των σπόρων και της βιομάζας ακολούθησε η ανάλυση με τη μέθοδο NIR.

Η μέθοδος NIR (Near-infrared spectroscopy) είναι μια φασματοσκοπική τεχνική που εκμεταλλεύεται την εγγύς υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (από 780 nm έως 2500 nm). Οι συνήθεις χρήσεις περιλαμβάνουν τη διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή, την ουρολογία (συστολή της ουροδόχου κύστης), τη νευρολογία, την αθλητιατρική, την αποκατάσταση και τη λειτουργική νευροαπεικόνιση, μεταξύ άλλων ιατρικών και φυσιολογικών διαγνωστικών και ερευνητικών πεδίων (νευροαγγειακή σύζευξη). Εφαρμογές μπορούν να βρεθούν στην αστρονομία, την ατμοσφαιρική χημεία, την έρευνα καύσης, τον έλεγχο ποιότητας φαρμακευτικών προϊόντων, τροφίμων και αγροχημικών προϊόντων, μεταξύ άλλων τομέων (Davies, 2022). Στη γεωπονία χρησιμοποιείται συχνά για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωοτροφών, σιτηρών και προϊόντων σιτηρών, ελαιούχων σπόρων, καφέ, τσαγιού, μπαχαρικών, φρούτων, λαχανικών, ζαχαροκάλαμου, ποτών, λιπών και ελαίων, γαλακτοκομικών προϊόντων, αυγών, κρέατος και άλλων γεωργικών προϊόντων. Λόγω της ακρίβειας, της αξιοπιστίας, της ταχύτητας, της μη καταστροφικότητας και του χαμηλού κόστους, χρησιμοποιείται συχνά για τον προσδιορισμό της σύνθεσης των γεωργικών προϊόντων (Burns & Ciurczak, 2013).

Με τη μέθοδο NIR μετρήθηκαν όσο αφορά τους σπόρους η περιεκτικότητα σε υγρασία, έλαιο, πρωτεΐνη, ξηρή στάχτη και ξηρή ίνα και για τη βιομάζα η περιεκτικότητα σε υγρασία, πρωτεΐνη, στάχτη, ουδέτερη απορρυπαντική ίνα, όξινη απορρυπαντική ίνα, ακατέργαστη ίνα, λίπη, ασβέστιο και φωσφόρο.

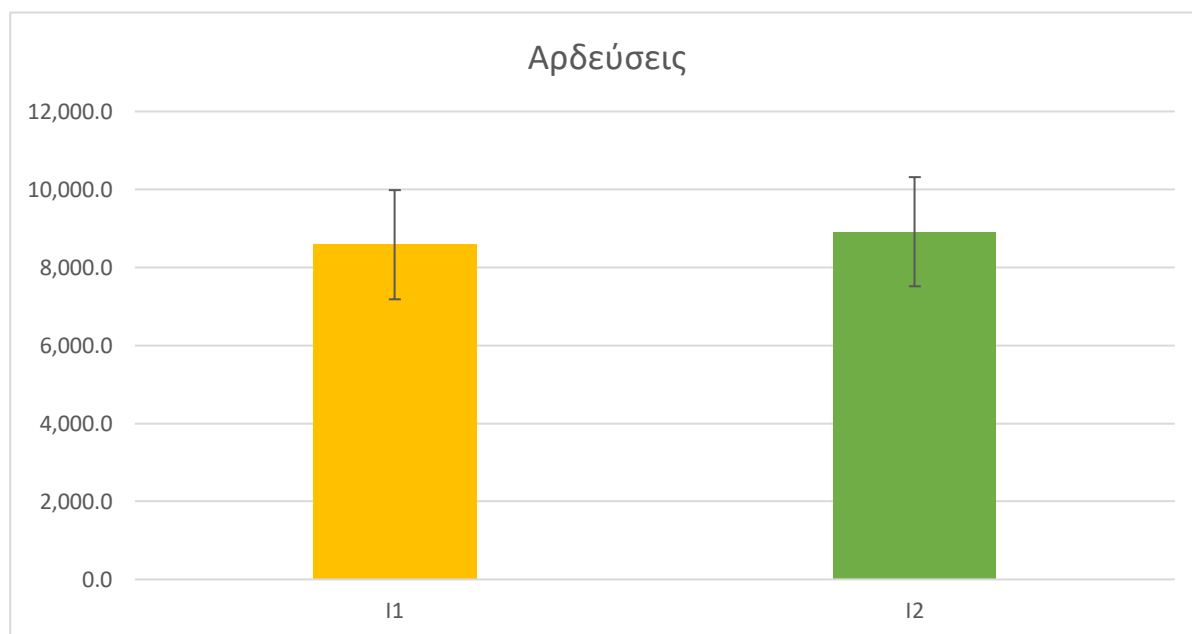
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ

Στον πίνακα 3.1 φαίνονται οι μέσοι όροι του αριθμού φυτών ανά στρέμμα ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του αριθμού φυτών ανά στρέμμα έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.1 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.1, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.2 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.3.

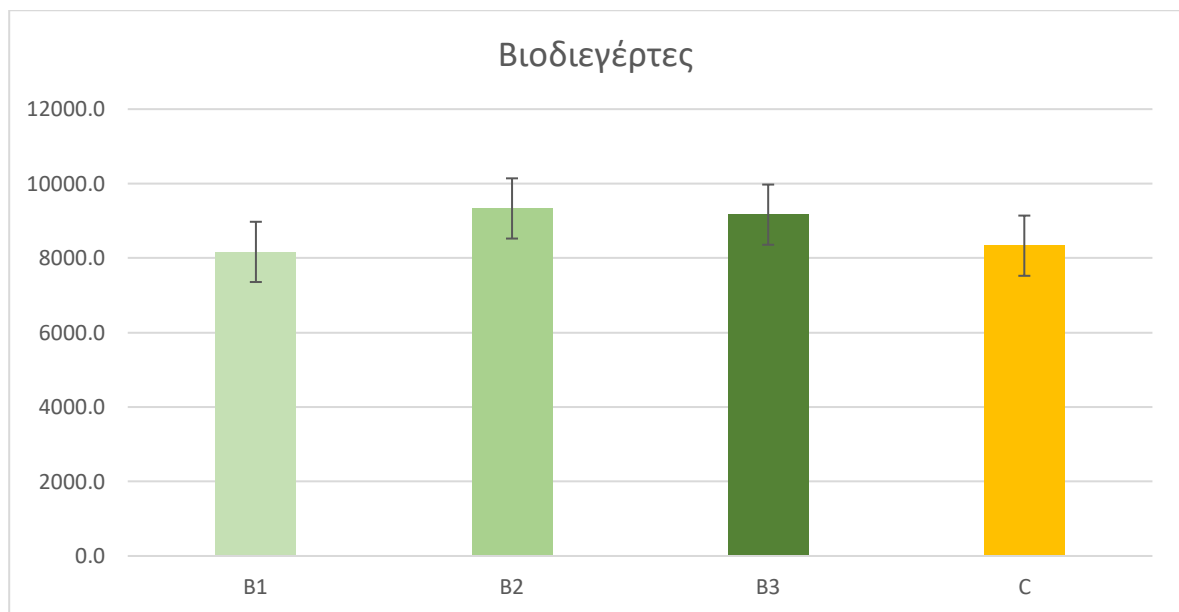
Πίνακας 3.1: Αποτελέσματα μέσων όρων του αριθμού φυτών ανά στρέμμα ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	7.000	6.000	9.000	7.000	10.000	10.000	8.000	7.000
Block 2	9.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	9.000	7.000
Block 3	6.000	10.000	9.000	10.000	7.000	10.000	10.000	9.000



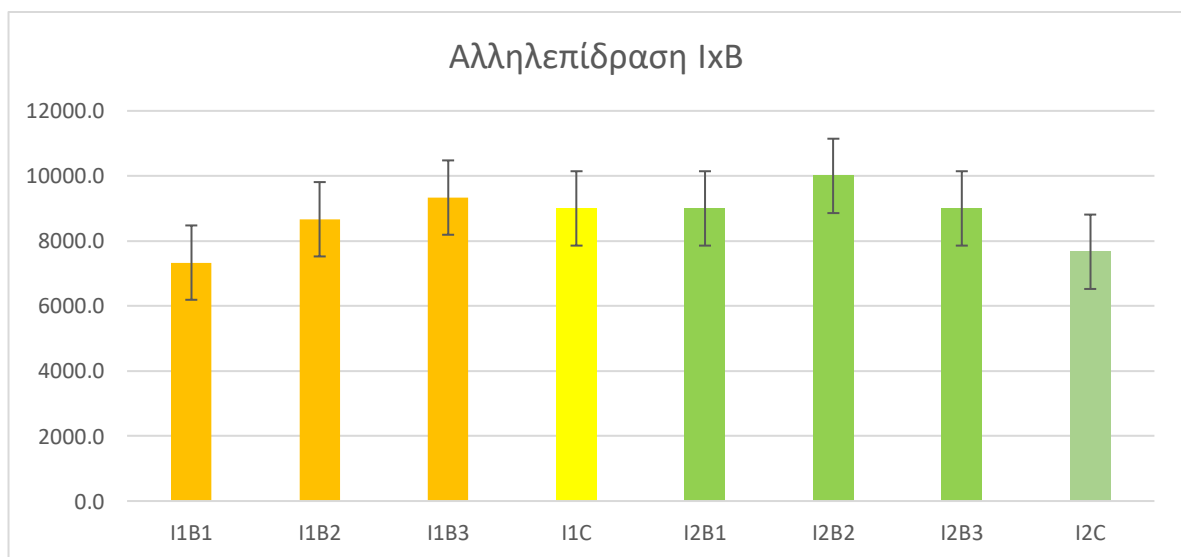
Γράφημα 3.1: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση) στον αριθμό των φυτών ανά στρέμμα της σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση οι μέσοι όροι του αριθμού φυτών ανά στρέμμα, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.2: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στο ύψος (cm) των φυτών της σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στους μέσους όρους των αριθμών φυτών μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.3: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στον αριθμό των φυτών ανά στρέμμα της σόγιας.

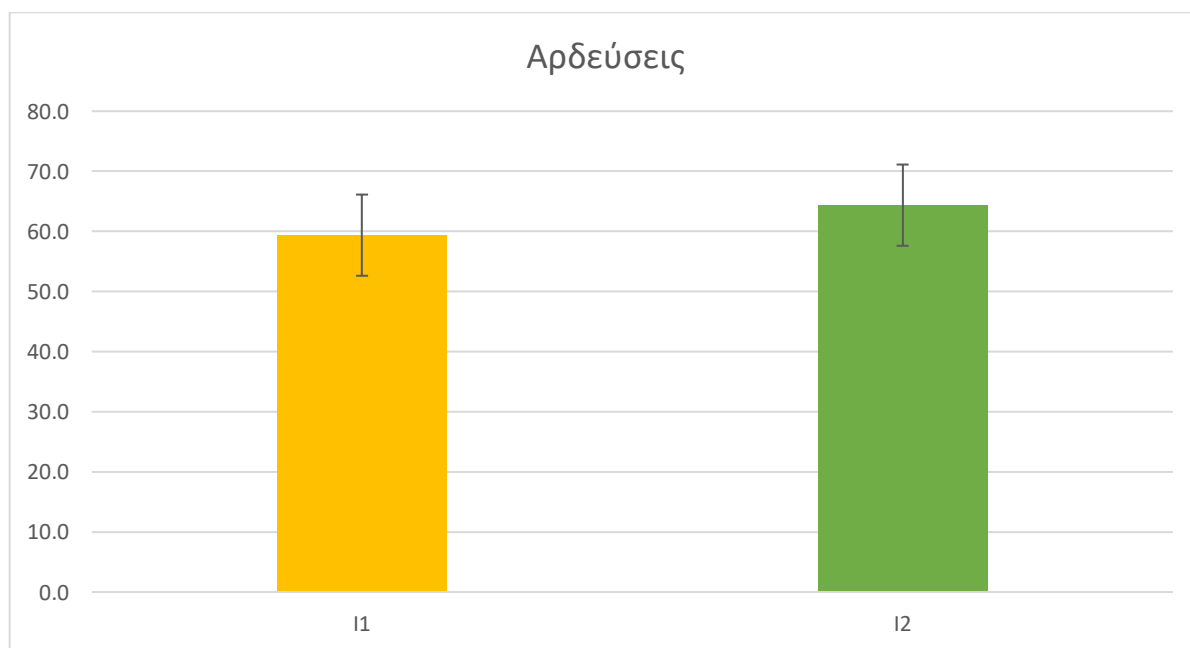
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του αριθμού φυτών ανά στρέμμα.

3.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ

Στον πίνακα 3.2 φαίνονται οι μέσοι όροι του ύψους των φυτών ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του ύψους των φυτών έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.2 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.4, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.5 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.6.

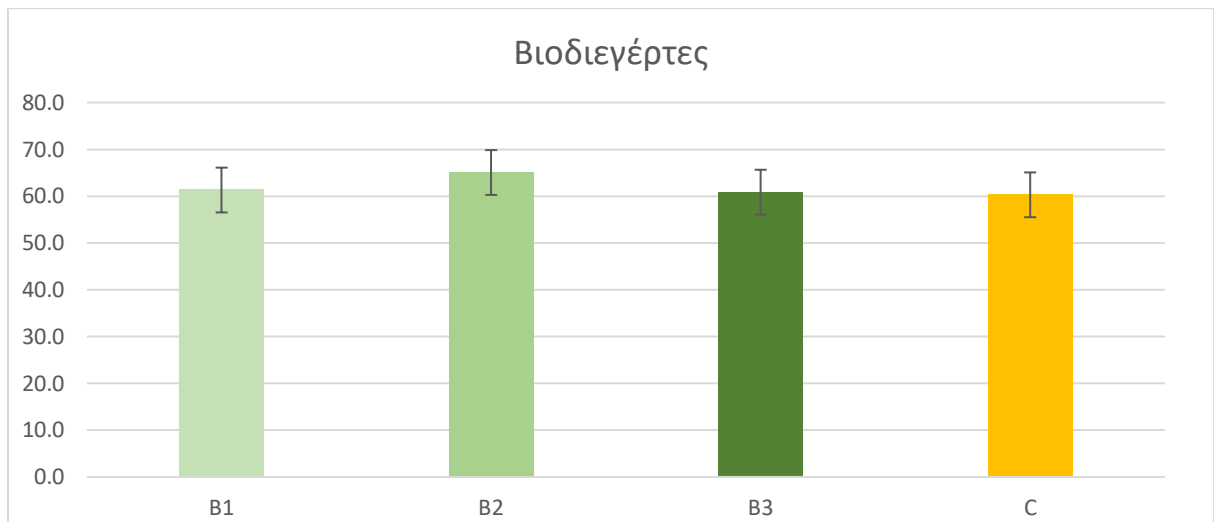
Πίνακας 3.2: Αποτελέσματα μέσων όρων ύψους φυτών σόγιας (σε cm) ανά μεταχείριση

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	44,6	51,0	68,8	58,7	71,0	71,0	65,6	55,3
Block 2	69,4	51,5	64,7	79,7	66,6	79,0	59,3	57,1
Block 3	44,5	58,4	59,8	61,4	71,7	79,4	46,9	49,4



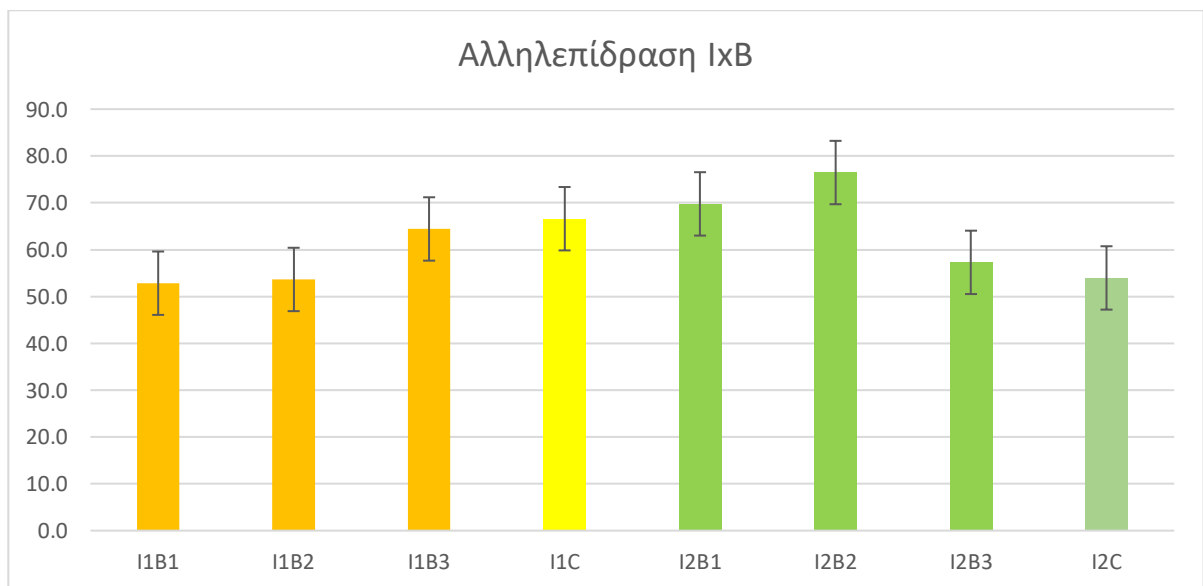
Γράφημα 3.4: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση) στο ύψος (cm) των φυτών της σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση οι μέσοι όροι του ύψους των φυτών, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.5: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στο ύψος (cm) των φυτών της σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στους μέσους όρους του ύψους των φυτών μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.6: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στο ύψος (cm) των φυτών της σόγιας.

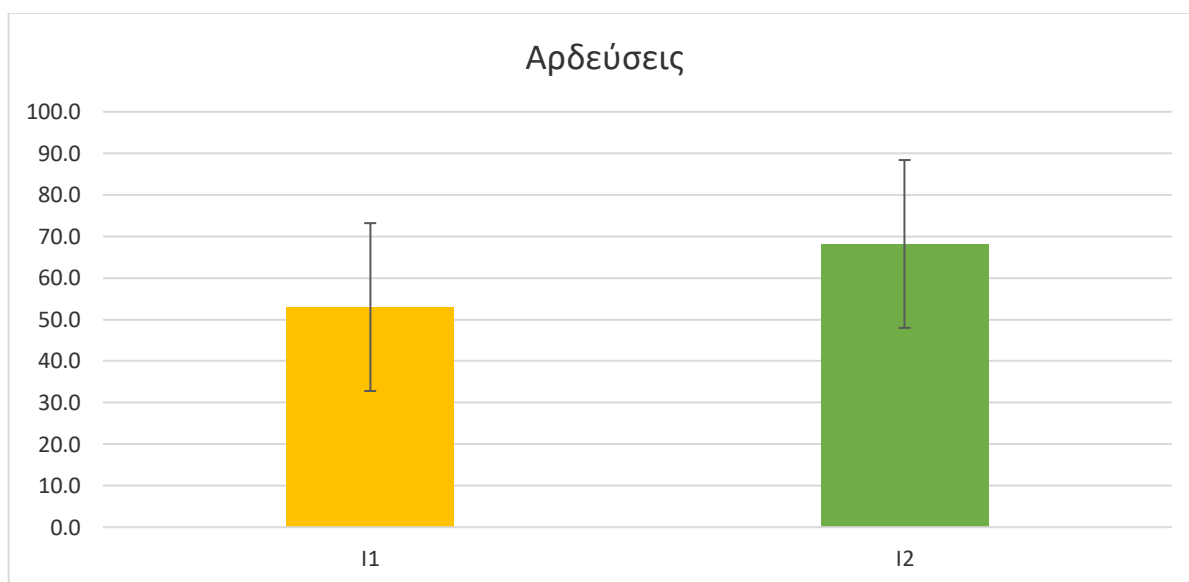
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του ύψους των φυτών. Υπάρχει τάση υπερτέρησης του I1B1 έναντι του I2B1 και του I2B2 έναντι του I1B2. Υπερτερεί το I1B2 όλων των μεταχειρίσεων.

3.3 ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

Στον πίνακα 3.3 φαίνονται οι μέσοι όροι αριθμών λοβών των φυτών ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα των μέσων όρων των αριθμών των λοβών έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.3 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.7, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.8 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.9.

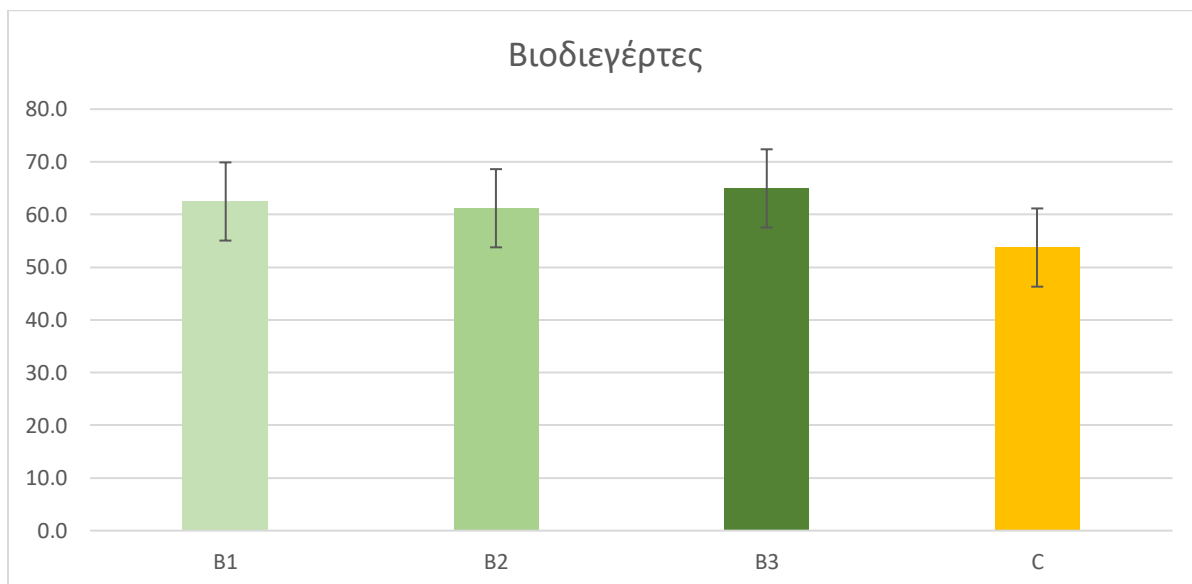
Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα μέσων όρων αριθμών λοβών ανά φυτό ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	52,3	39,7	39,4	60,6	71,5	71,5	61,6	35,4
Block 2	71,4	51,6	59,9	70,4	70,5	81,0	59,8	45,0
Block 3	28,8	43,5	57,3	61,0	80,3	79,9	111,7	50,0



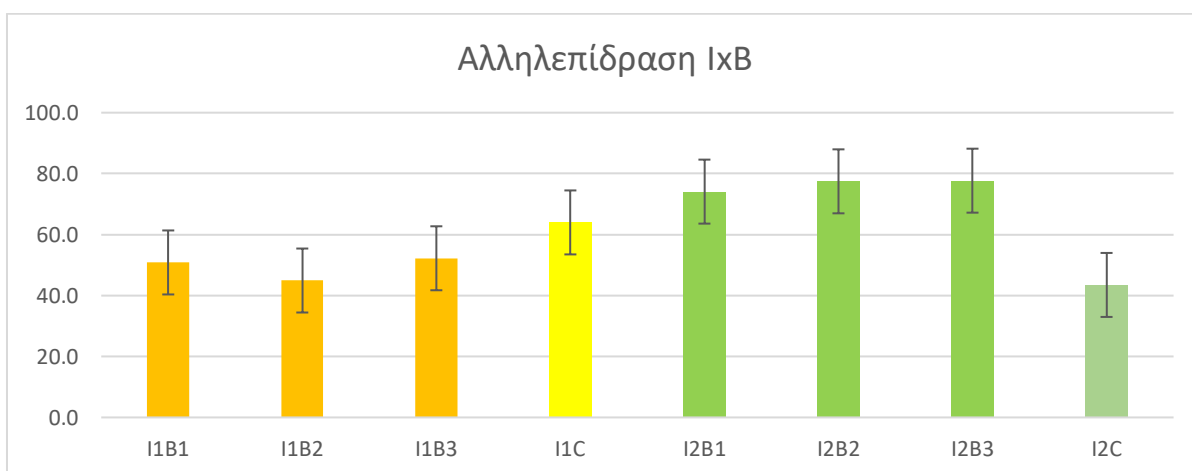
Γράφημα 3.7: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση) στον αριθμό λοβών ανά φυτό.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση οι μέσοι όροι των αριθμών λοβών ανά φυτό, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.8: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στον αριθμόν λοβών ανά φυτό σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση των αριθμών λοβών ανά φυτό μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.9: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας) στον αριθμόν λοβών ανά φυτό σόγιας.

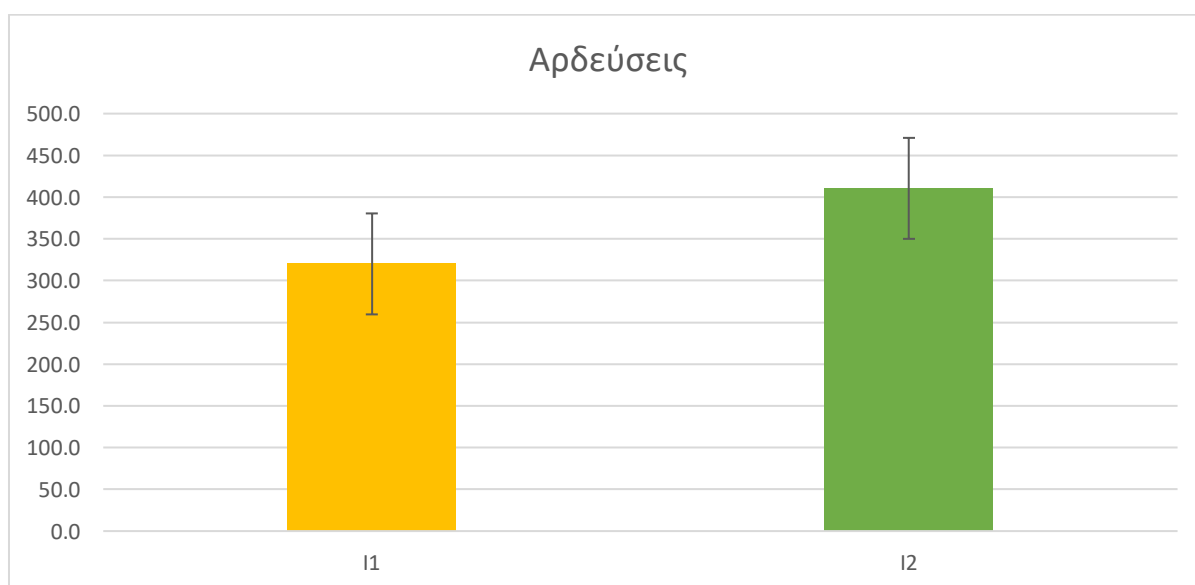
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμόν λοβών ανά φυτό σόγιας. Υπερτερούν αριθμητικά οι μεταχειρίσεις I2B1, I2B2 και I2B3.

3.4 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΟΥ ΣΠΟΡΟΥ (ΑΠΟΔΟΣΗ)

Στον πίνακα 3.4 φαίνονται οι μέσοι όροι του βάρους του νωπού σπόρου ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του του βάρους του νωπού σπόρου έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.4 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.10, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.11 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.12.

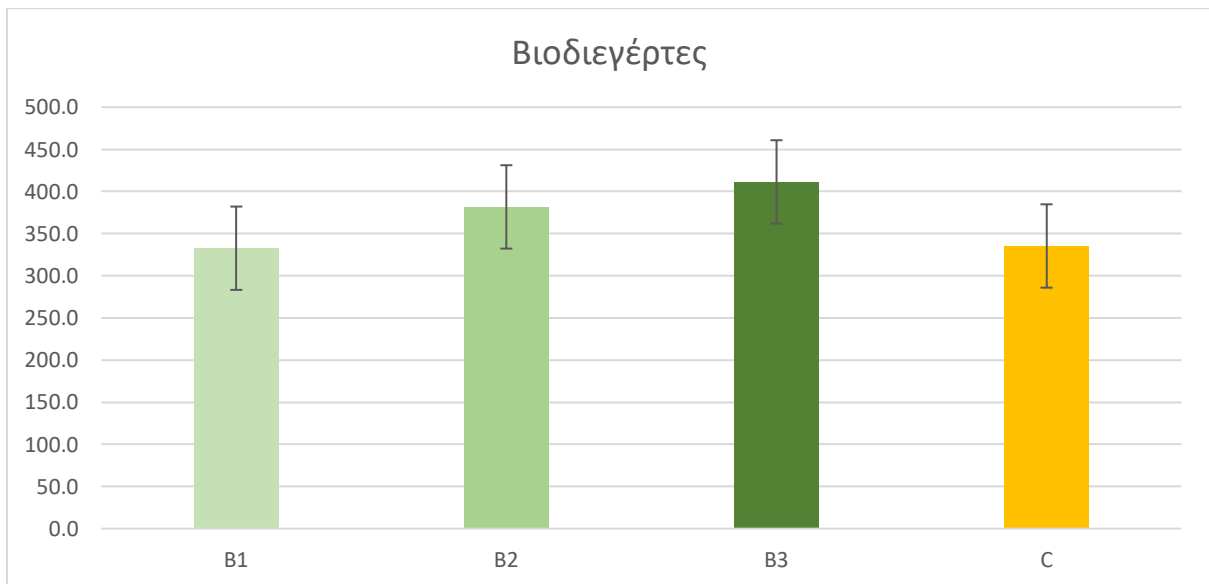
Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα του βάρους του νωπού σπόρου (απόδοσης) (kg/στρ) της σόγιας, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	216,0	254,0	272,0	276,0	276,0	276,0	338,0	268,0
Block 2	296,0	372,0	254,0	504,0	534,0	386,0	600,0	348,0
Block 3	260,0	464,0	370,0	302,0	414,0	538,0	634,0	314,0



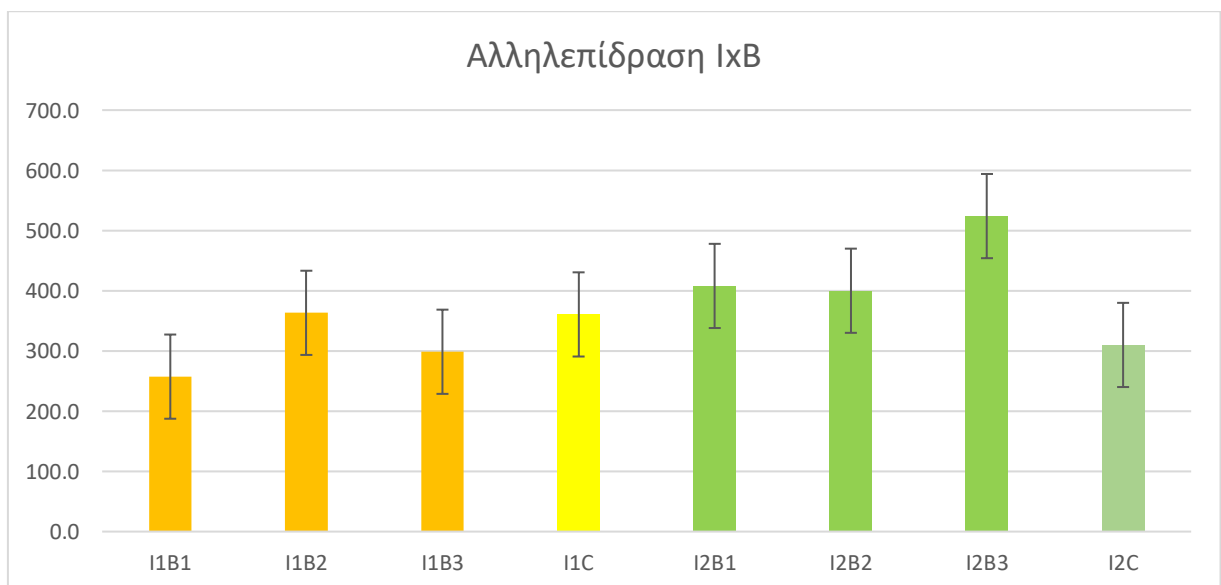
Γράφημα 3.10: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση) στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση) της σόγιας.

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση), μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Το βάρος του αρδευόμενου νωπού σπόρου υπερτερεί από το σπόρο που δέχτηκε το 50% της άρδευσης.



Γράφημα 3.11: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.12: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

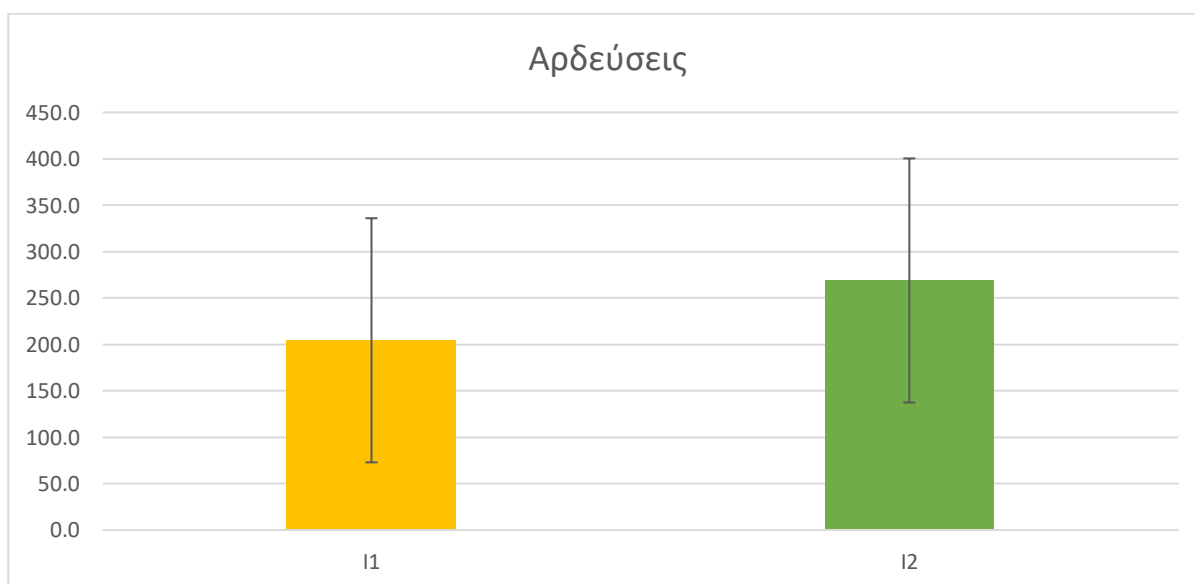
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση). Υπερτερεί η μεταχείριση I2B3.

3.5 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στον πίνακα 3.5 φαίνονται οι μέσοι όροι του βάρους της νωπής βιομάζας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του βάρους της νωπής βιομάζας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.5 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.13, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.14 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.15.

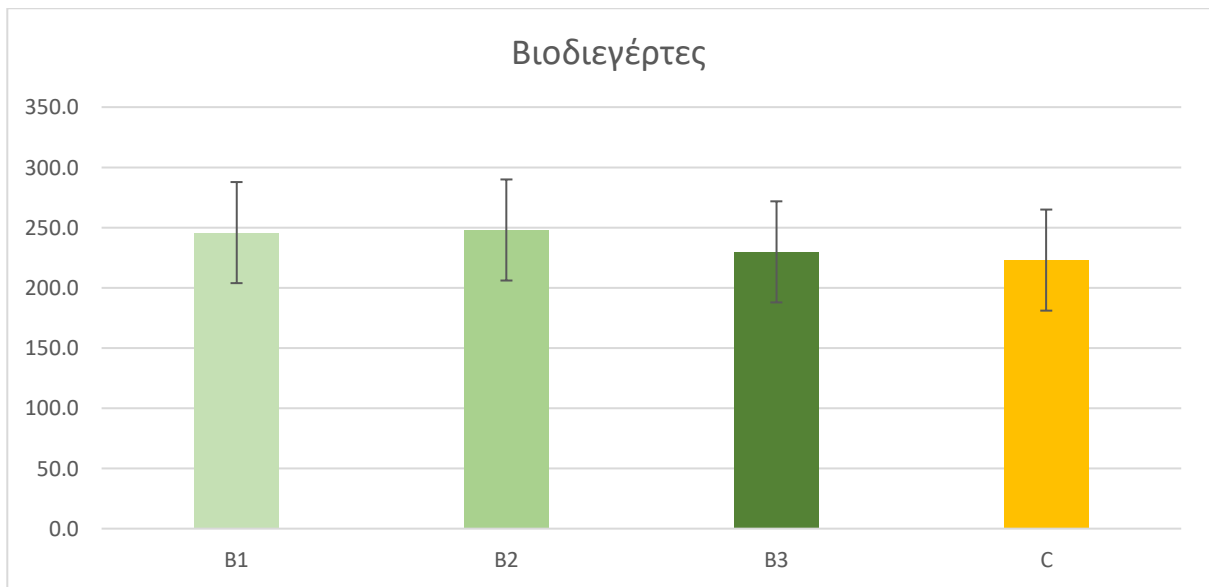
Πίνακας 3.5: Αποτελέσματα του βάρους της νωπής βιομάζας της σόγιας, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	223,0	155,0	149,0	175,0	142,0	142,0	137,0	161,0
Block 2	193,0	261,0	150,0	328,0	339,0	366,0	261,0	144,0
Block 3	134,0	253,0	204,0	228,0	444,0	311,0	478,0	302,0



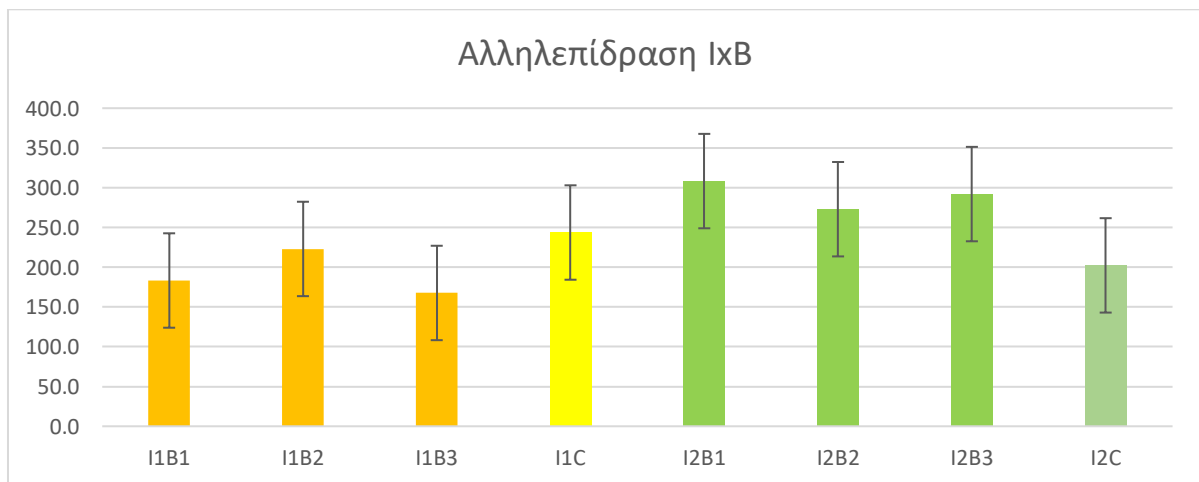
Γράφημα 3.13: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση το βάρος της νωπής βιομάζας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.14: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του βάρους της νωπής βιομάζας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.15: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

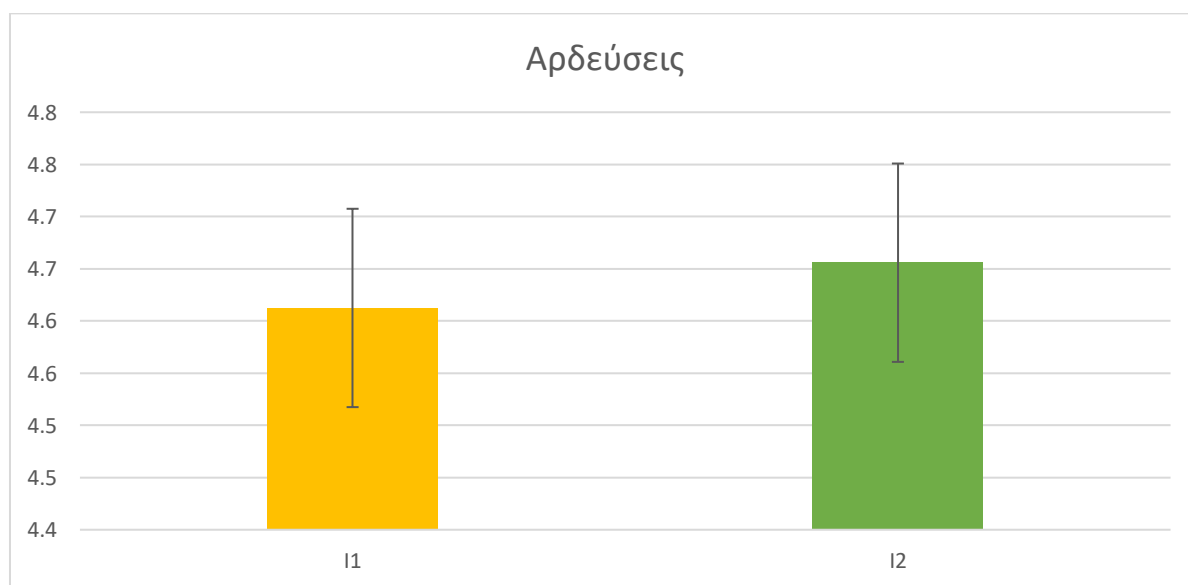
Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο το βάρους της νωπής βιομάζας της σόγιας. Υπερτερεί η μεταχείριση I2B1 έναντι όλων των μεταχειρίσεων I1 και έναντι του I2C. Τέλος οι μεταχειρίσεις I2B2 και I2B3 έχουν καλύτερη απόδοση από την I2C.

3.6 ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΠΟΡΟΥ (MOISTURE)

Στον πίνακα 3.6 φαίνονται τα αποτελέσματα της υγρασίας του σπόρου ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της υγρασίας του σπόρου έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.6 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.16, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.17 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.18.

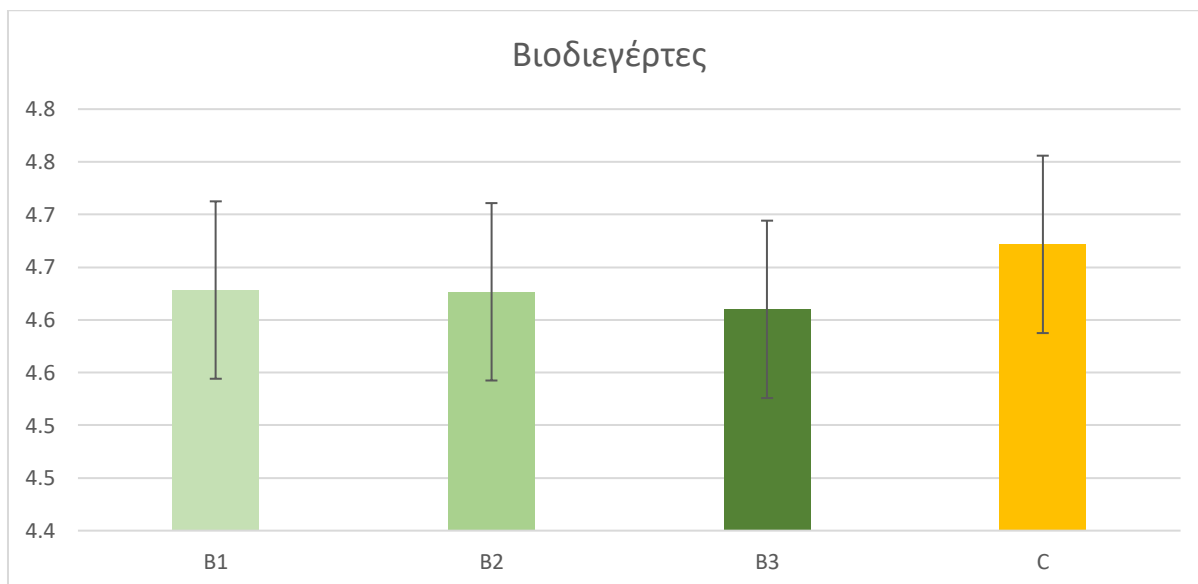
Πίνακας 3.6: Αποτελέσματα της υγρασίας (%) των σπόρων σόγιας, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,7	4,7
Block 2	4,7	4,7	4,4	4,8	4,5	4,7	4,8	5,0
Block 3	4,8	4,6	4,6	4,5	4,7	4,8	4,6	4,7



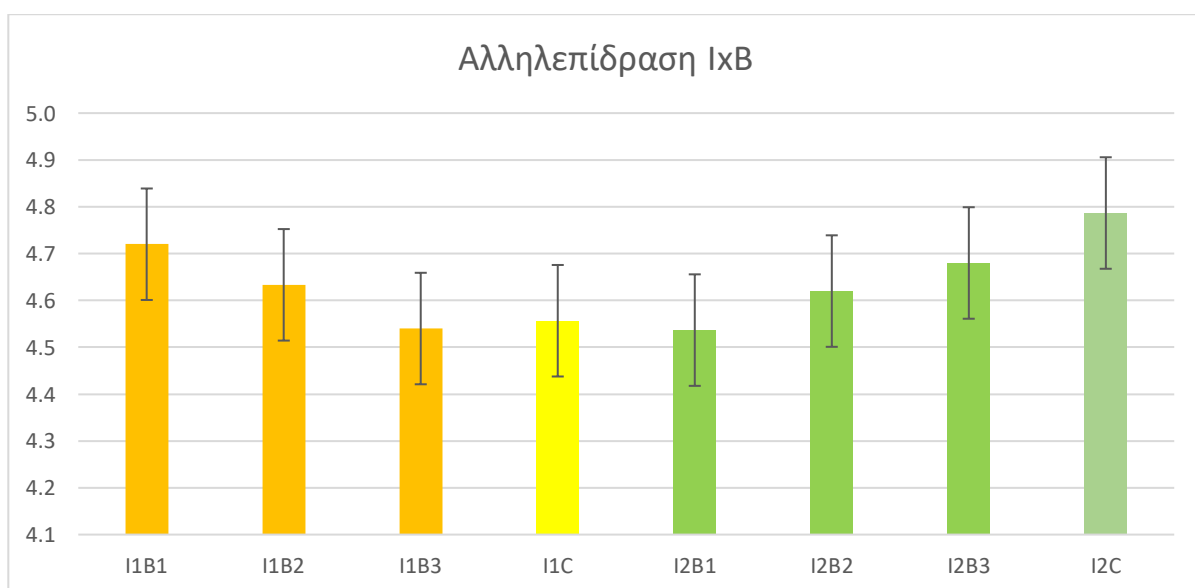
Γράφημα 3.16: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της υγρασίας των σπόρων, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.17: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της υγρασίας των σπόρων μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.18: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

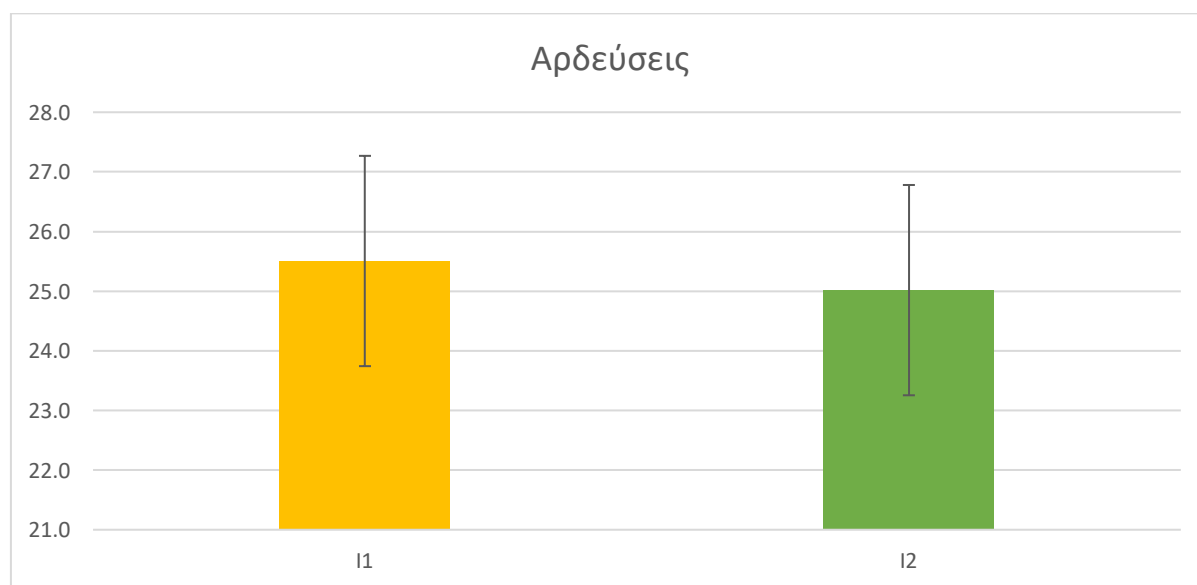
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην υγρασία των σπόρων.

3.7 ΕΛΑΙΟ ΣΠΟΡΟΥ (OIL)

Στον πίνακα 3.7 φαίνονται τα αποτελέσματα από την περιεκτικότητα σε έλαιο των σπόρων σόγιας για κάθε μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας για έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.7 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.19, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.20 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.21.

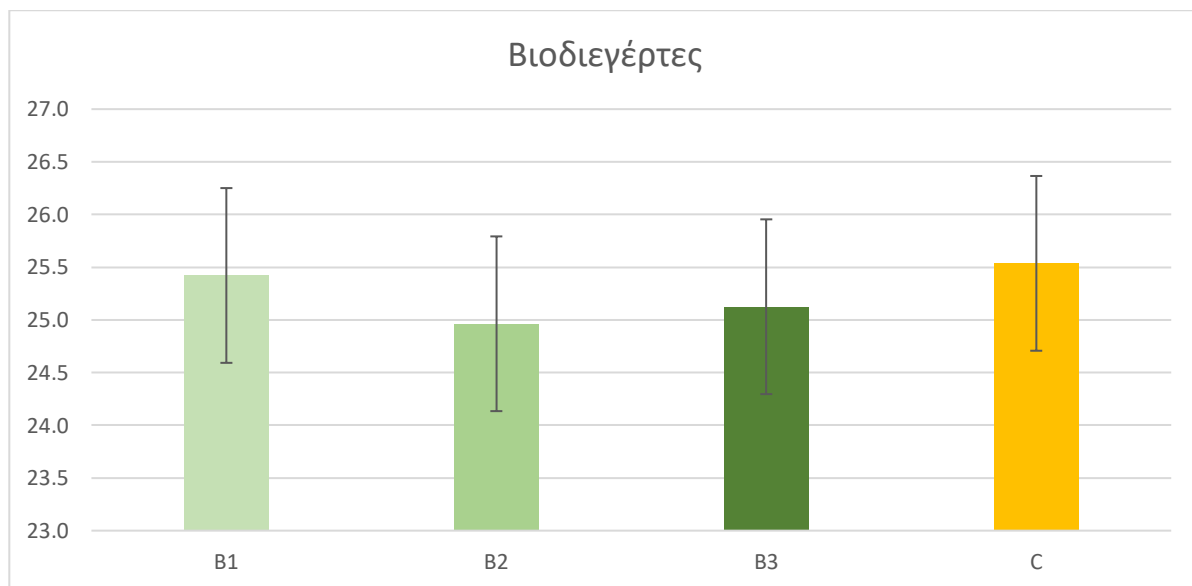
Πίνακας 3.7: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας (%) των σπόρων σόγιας σε έλαιο, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	25,0	26,0	26,9	25,5	25,5	25,5	27,8	25,5
Block 2	25,8	26,0	26,2	25,7	24,9	24,8	21,8	23,8
Block 3	24,5	23,1	25,0	26,5	26,9	24,5	23,1	26,3



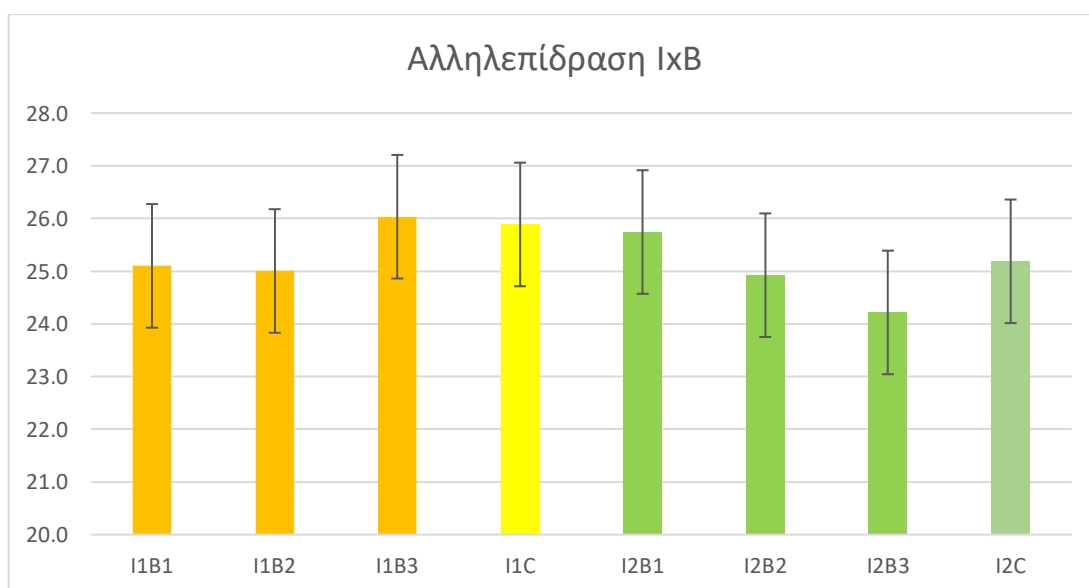
Γράφημα 3.19: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.20: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.21: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

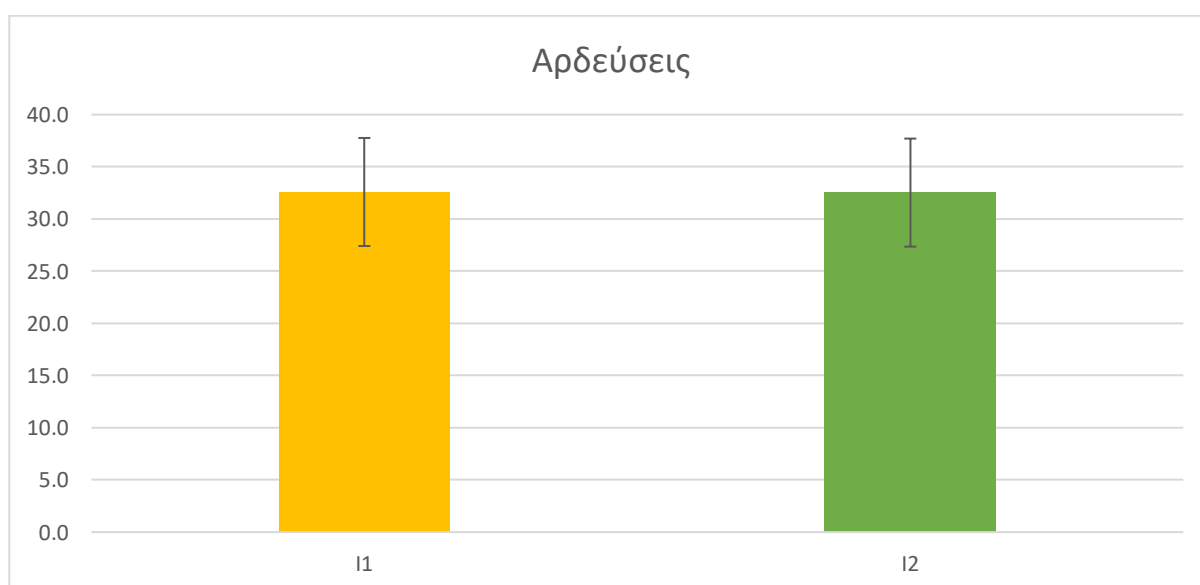
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας.

3.8 ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΣΠΟΡΟΥ (PROTEIN DRY BASIS)

Στον πίνακα 3.8 φαίνονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.8 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.22, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.23 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.24.

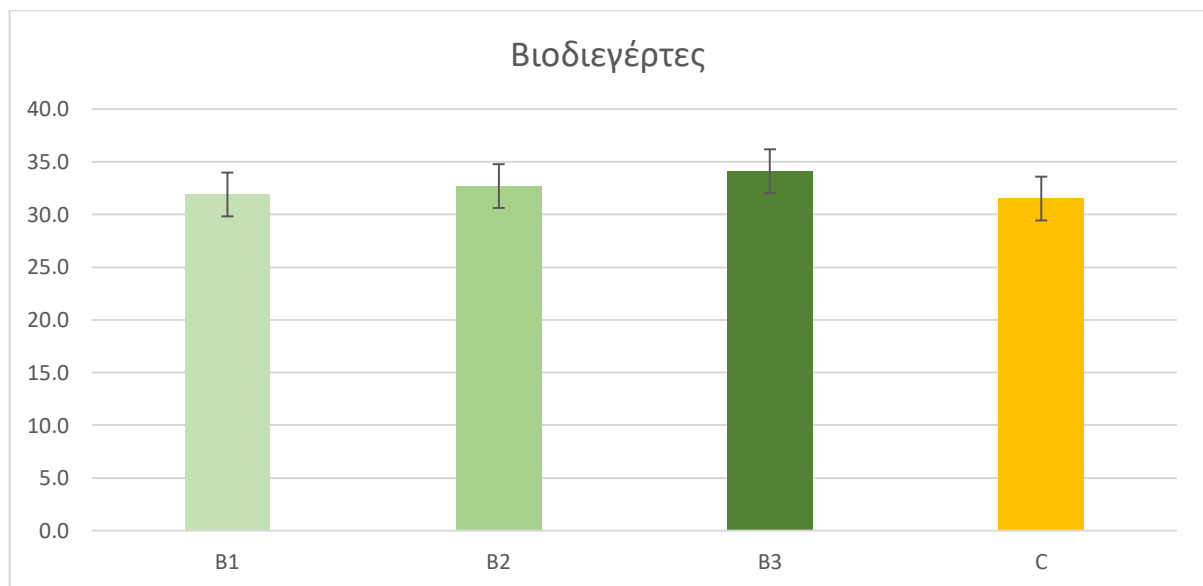
Πίνακας 3.8: Αποτελέσματα του ποσοστού πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	32,7	30,7	32,6	32,4	30,1	30,1	27,7	30,1
Block 2	32,7	30,9	29,9	31,6	32,6	32,0	41,8	37,7
Block 3	34,6	39,8	35,2	28,3	28,9	32,9	37,5	29,1



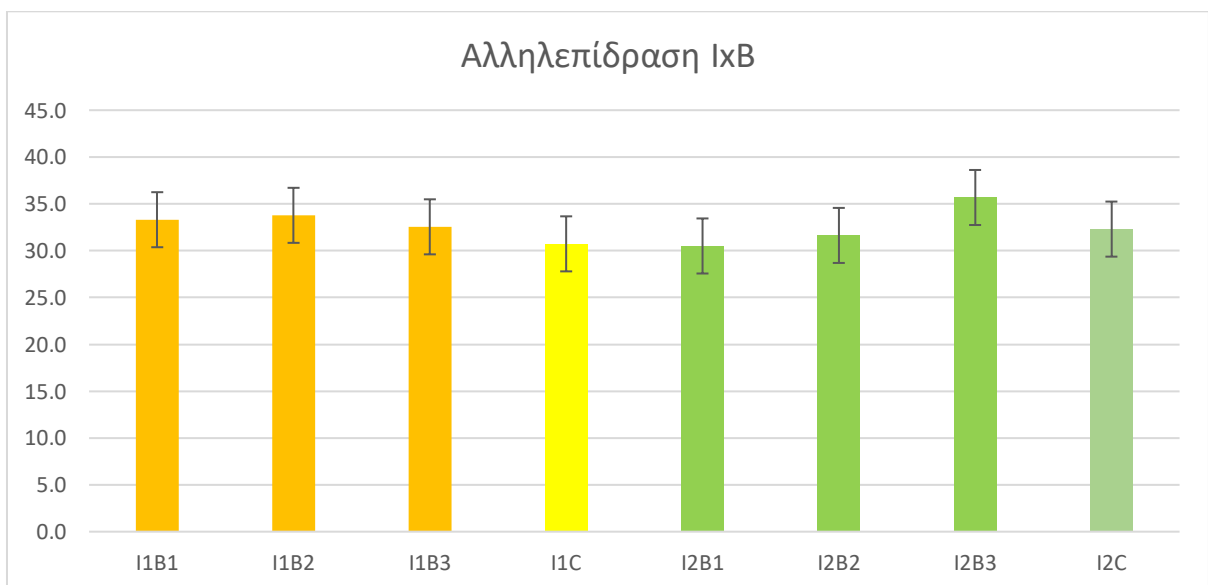
Γράφημα 3.22: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.23: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.24: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

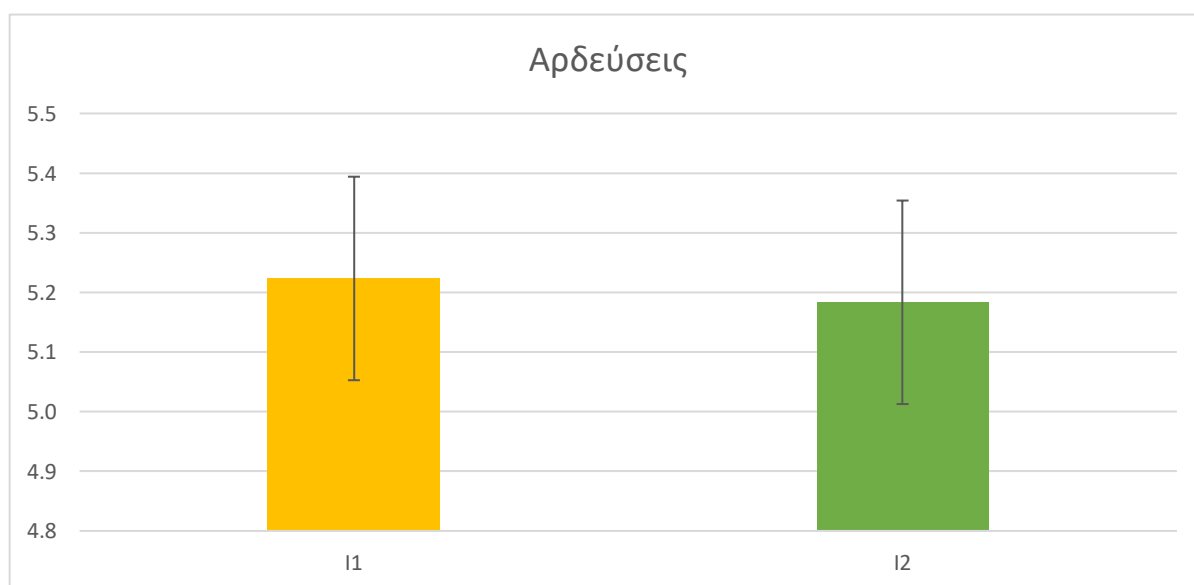
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο της περιεκτικότητας πρωτεΐνης των σπόρων σόγιας.

3.9 ΞΗΡΗ ΣΤΑΧΤΗ ΣΠΟΡΟΥ (ASH DRY BASIS)

Στον πίνακα 3.9 φαίνονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.9 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.25, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.26 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.27.

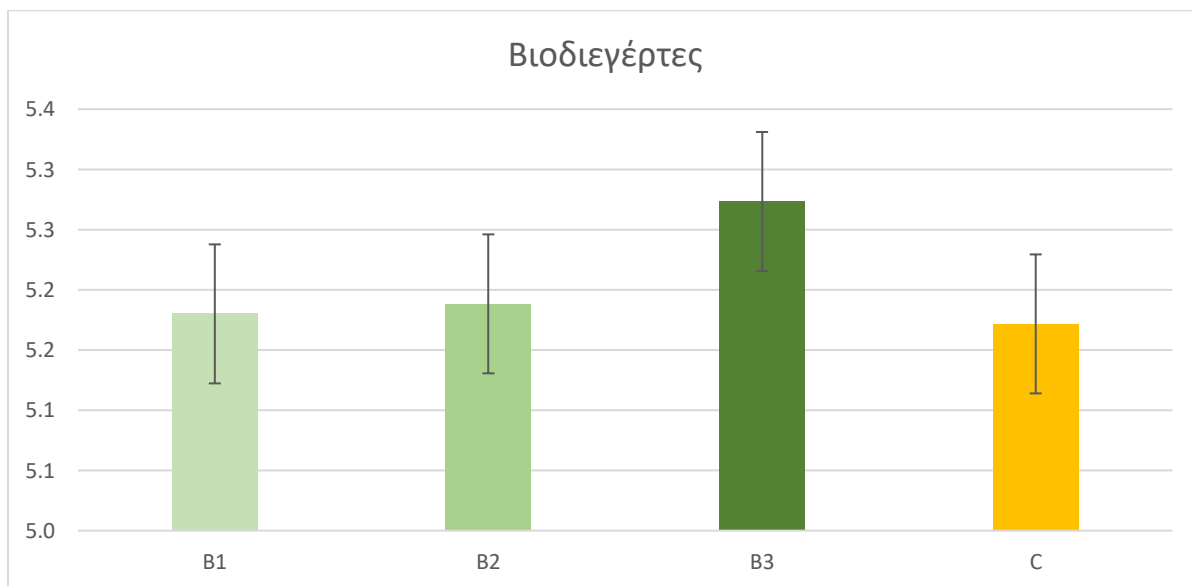
Πίνακας 3.9: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
Block 2	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2	5,2	5,4	5,4
Block 3	5,2	5,4	5,3	5,1	5,1	5,1	5,3	5,1



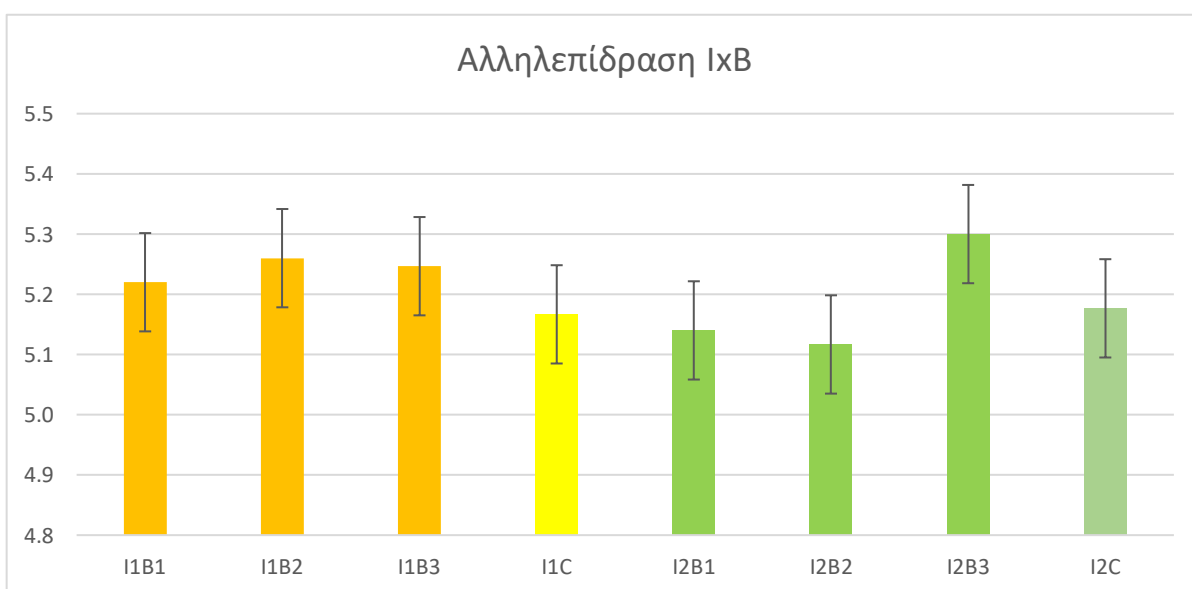
Γράφημα 3.25: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.26: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Είναι υψηλότερη η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου του βιοδιεγέρτη B3.



Γράφημα 3.27: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των

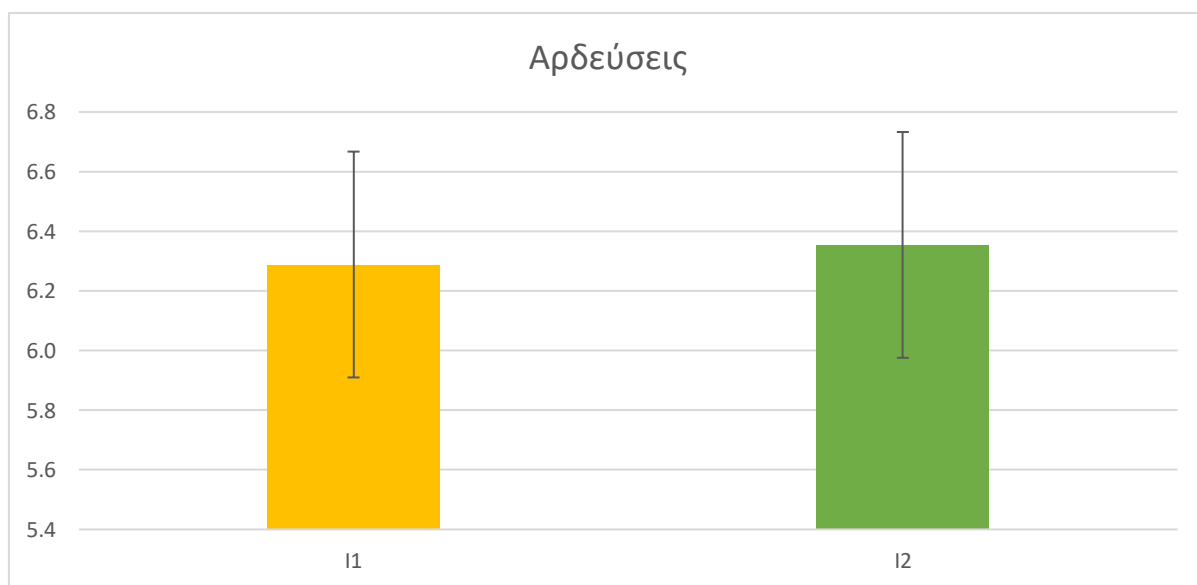
σπόρων της σόγιας. Η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου της μεταχείρισης I2B3 υπερτερεί έναντι των I2B1, I2B2, I2C και I1C.

3.10 ΞΗΡΗ ΙΝΑ ΣΠΟΡΟΥ (FIBER DRY)

Στον πίνακα 3.10 φαίνεται η περιεκτικότητα των σπόρων σε ξηρή ίνα ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας των σπόρων σε ξηρή ίνα έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.10 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.28, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.29 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.30.

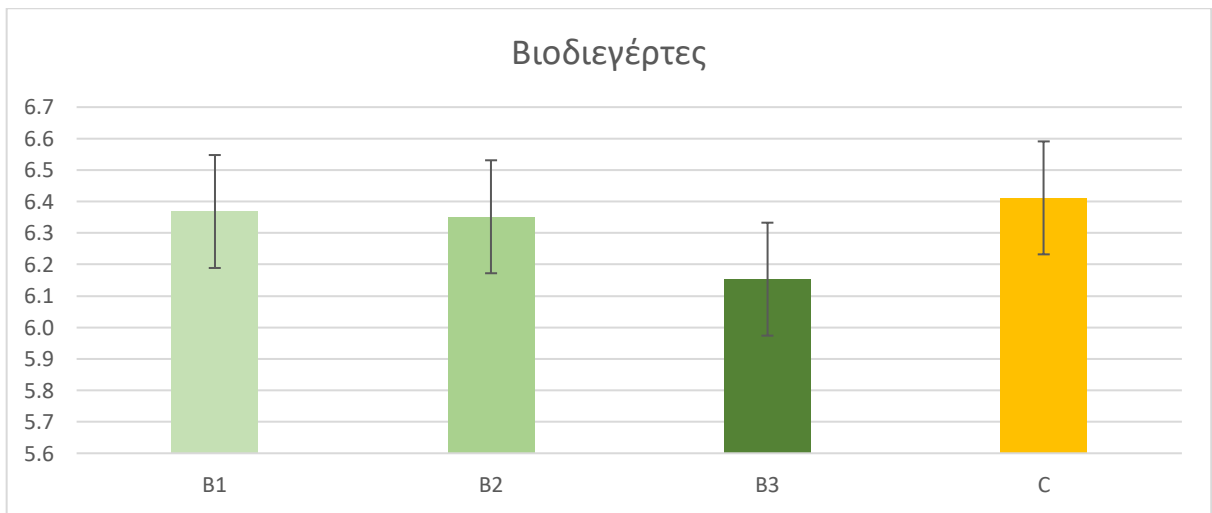
Πίνακας 3.10: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας των σπόρων σόγιας σε ξηρή ίνα.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	6,6	6,5	5,9	6,1	6,5	6,5	6,6	6,9
Block 2	6,2	6,4	6,5	6,6	6,5	6,4	5,7	6,0
Block 3	6,1	5,9	6,1	6,6	6,3	6,4	6,1	6,3



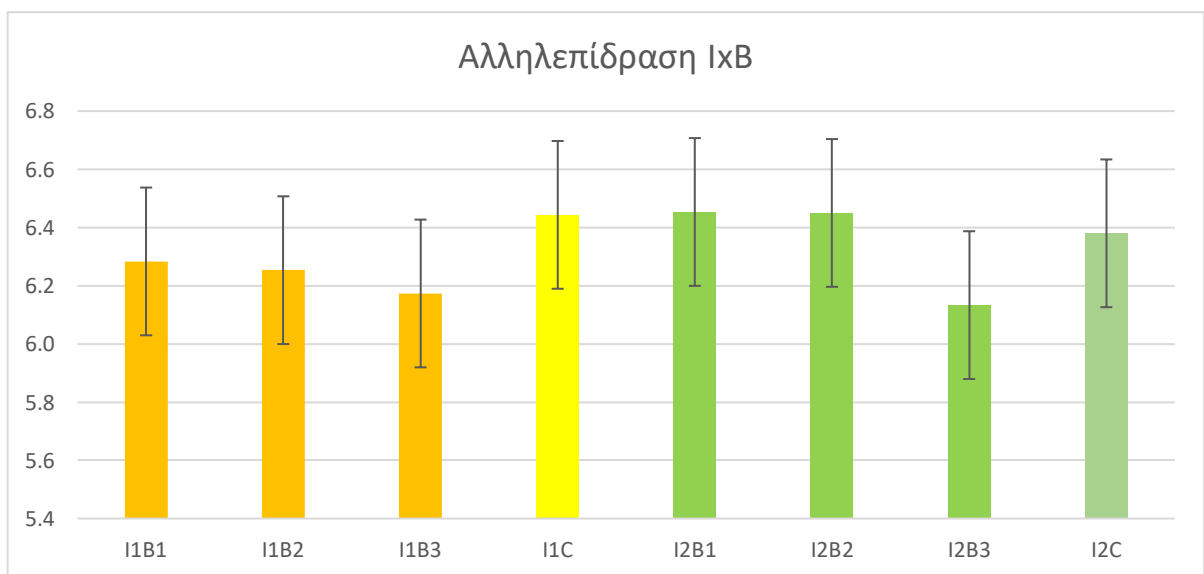
Γράφημα 3.28: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των σπόρων σε ξηρή ίνα, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.29: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας των σπόρων σε ξηρή ίνα μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.30: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

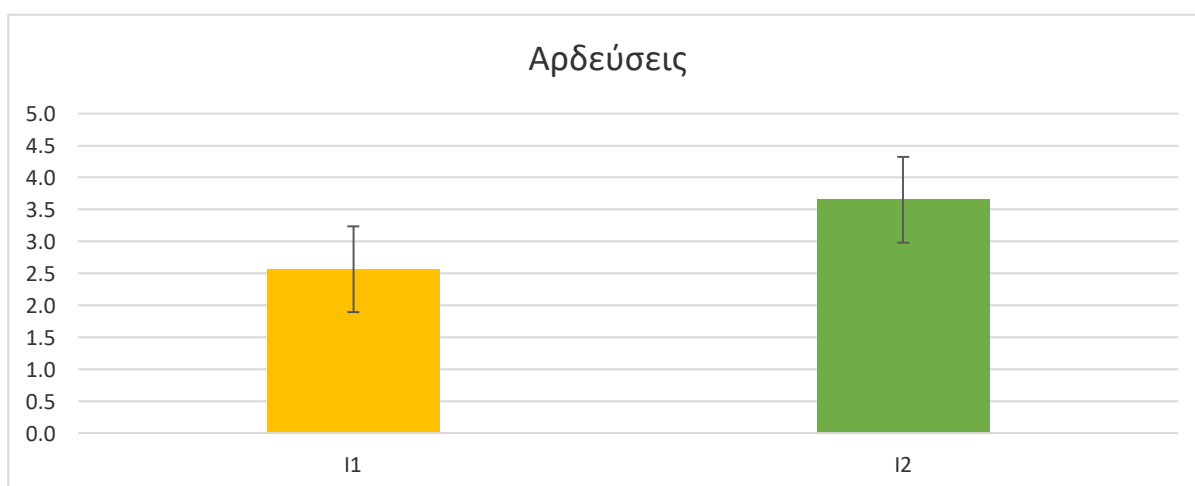
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας των σπόρων σε ξηρή ίνα.

3.11 ΥΓΡΑΣΙΑ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στον πίνακα **3.11** φαίνονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα **6.11** του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα **3.31**, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα **3.32** αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα **3.33**.

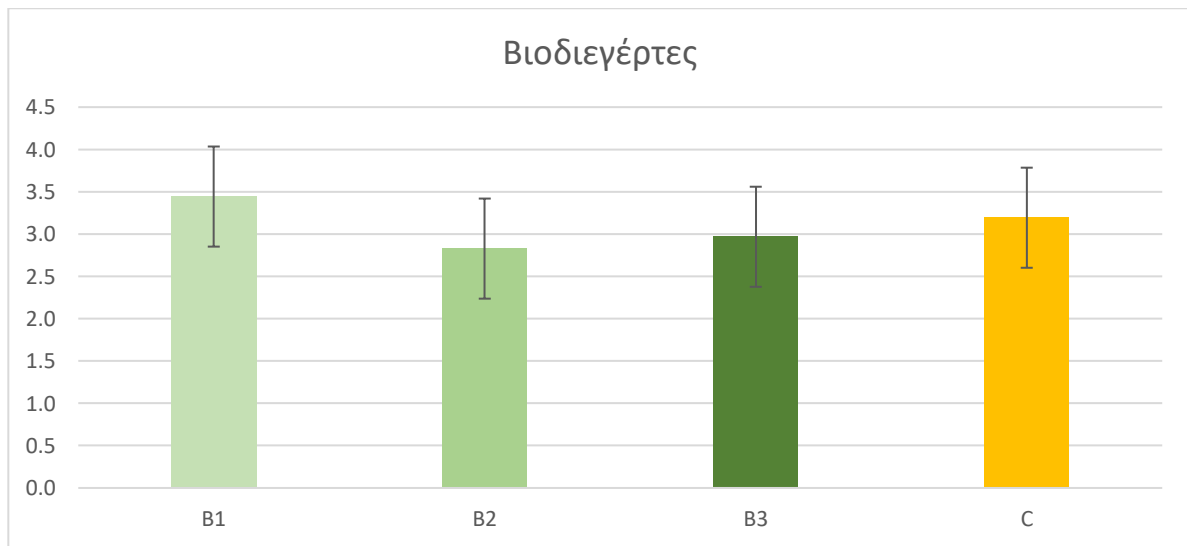
Πίνακας 3.11: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	3,1	2,0	2,0	2,9	5,3	5,3	2,3	3,8
Block 2	1,6	1,7	2,6	2,0	2,8	3,1	2,6	3,0
Block 3	4,0	1,0	3,6	4,4	3,9	3,9	4,7	3,1



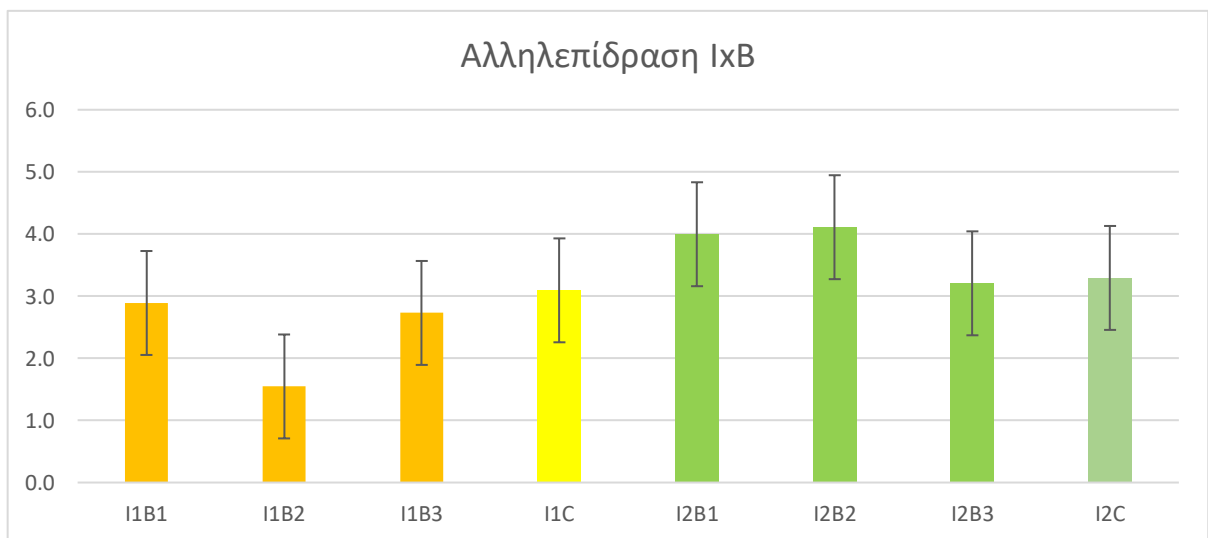
Γράφημα 3.31: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Όπως είναι φυσικό έχει μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας οι 100% αρδευόμενες μεταχειρίσεις.



Γράφημα 3.32: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.33: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

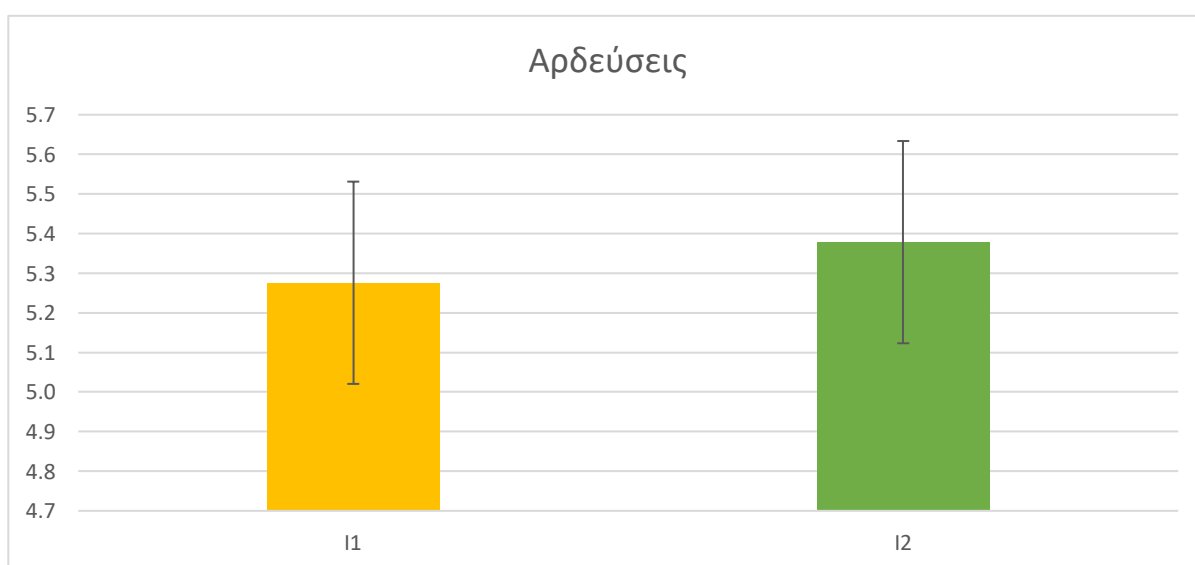
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας. Υπερτερούν οι μεταχειρίσεις I2B1 και I2B2.

3.12 ΠΡΩΤΕΪΝΗ (%) ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στον πίνακα 3.12 φαίνονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.12 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.34, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.35 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.36.

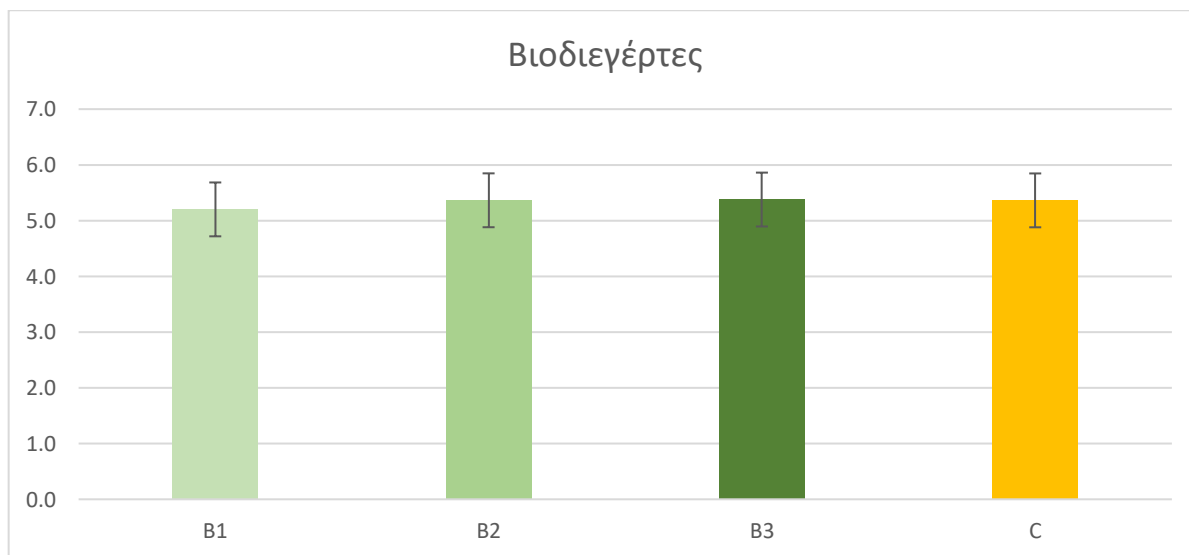
Πίνακας 3.12: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	4,9	4,7	6,5	5,6	6,5	6,5	4,0	5,7
Block 2	5,1	4,7	5,9	5,0	3,7	6,6	4,8	5,0
Block 3	5,7	4,8	5,5	5,1	5,4	5,0	5,7	5,7



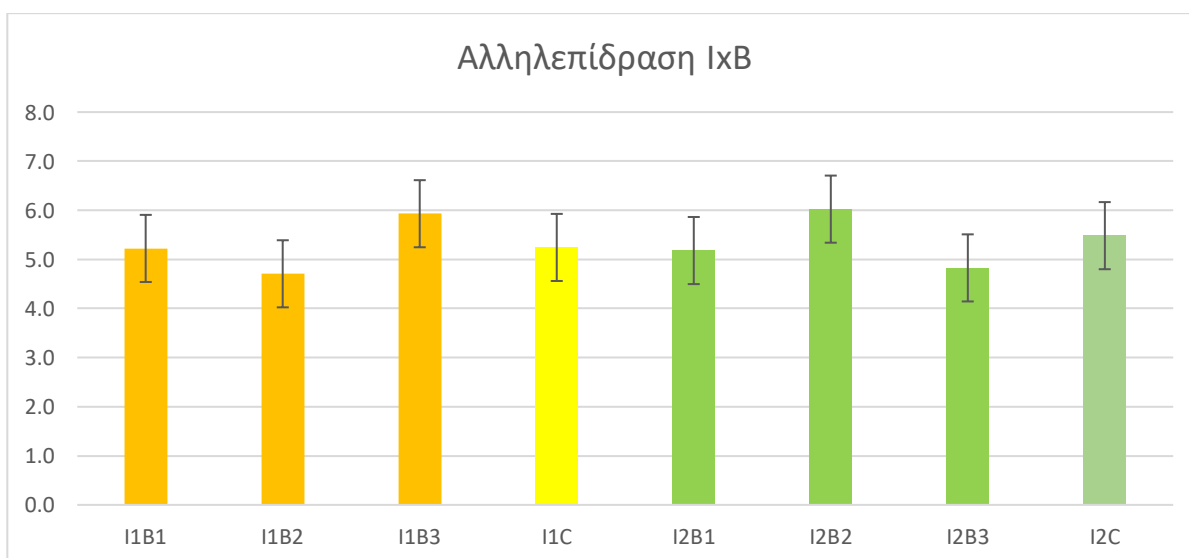
Γράφημα 3.34: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.35: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.36: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

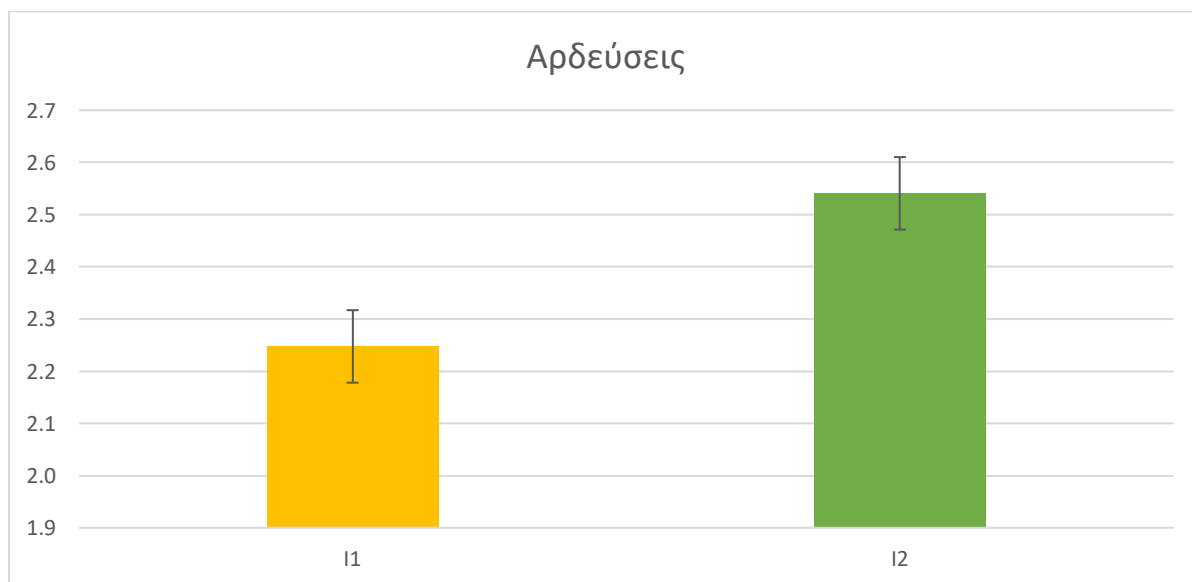
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας .

3.13 ΣΤΑΧΤΗ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ASH IS)

Στον πίνακα 3.13 φαίνονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.13 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.37, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.38 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.39.

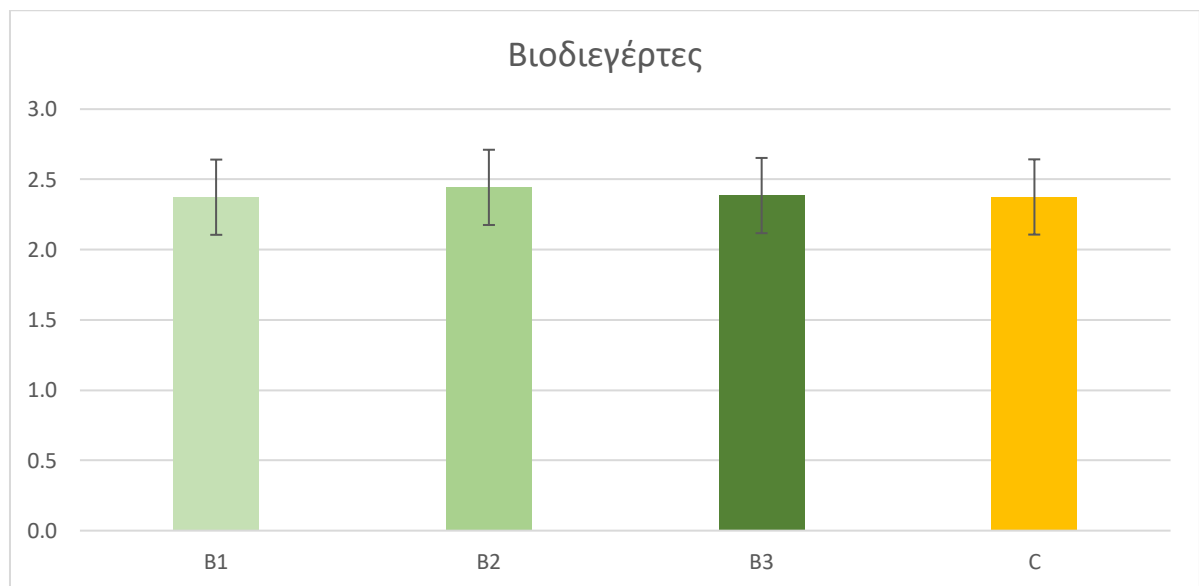
Πίνακας 3.13: Αποτελέσματα της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	2,5	1,9	2,6	2,4	3,3	3,3	1,9	2,3
Block 2	2,0	1,8	2,5	2,1	1,6	3,2	2,3	2,2
Block 3	2,5	2,0	2,2	2,6	2,4	2,5	2,9	2,6



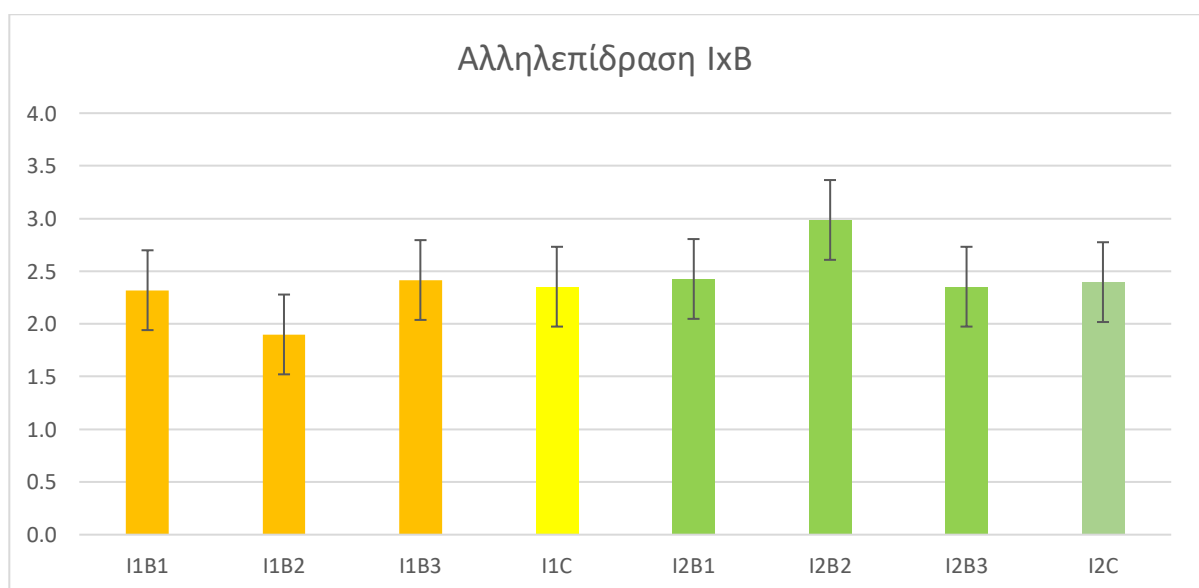
Γράφημα 3.37: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Είναι πολύ μεγαλύτερη η περιεκτικότητα της στάχτη στη μεταχείριση I2.



Γράφημα 3.38: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.39: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της

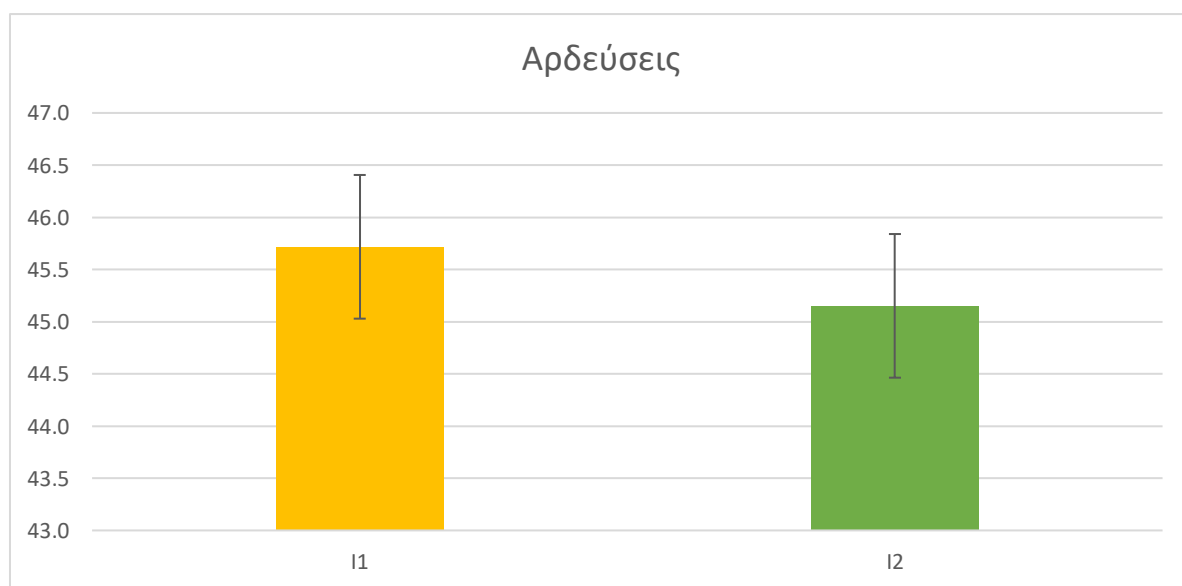
σόγιας. Οι μεταχειρίσεις I1B1, I2B3 και I1C περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό στάχτης έναντι της μεταχείρισης I1B2. Τέλος η μεταχείριση I2B2 υπερτερεί των I2B1, I2B3 και I2C

3.14 NEUTRAL DETERGENT FIBER – NDF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στον πίνακα 3.14 φαίνεται το ποσοστό βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του ποσοστού neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.14 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.40, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.41 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.42.

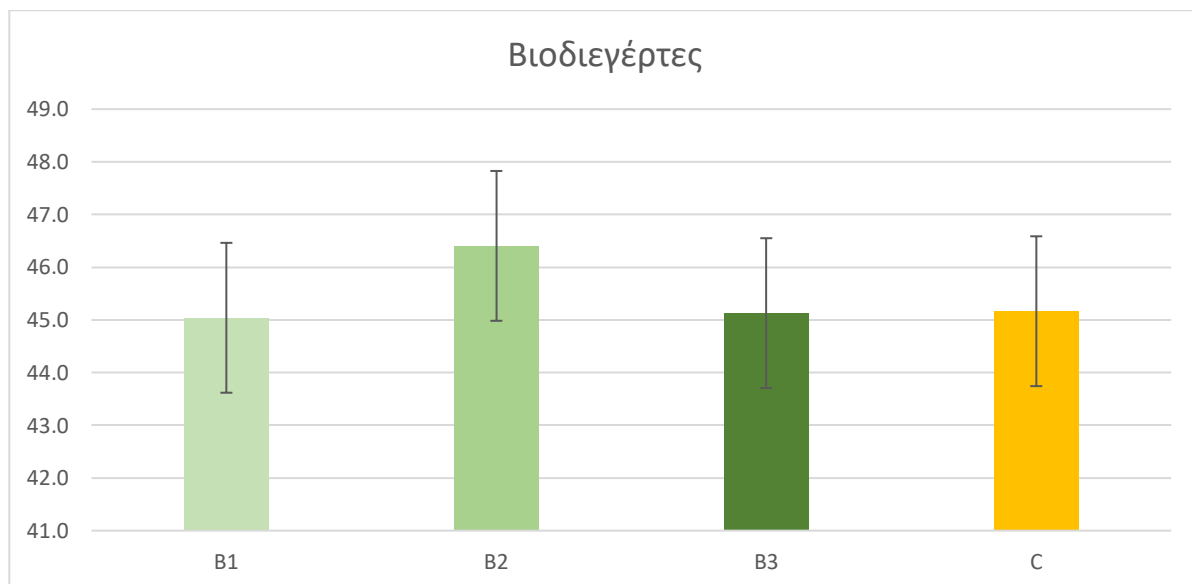
Πίνακας 3.14: Αποτελέσματα του ποσοστού neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	47,4	46,2	44,3	43,8	44,4	44,4	49,1	41,9
Block 2	46,9	45,4	45,3	48,2	45,6	47,9	46,7	45,4
Block 3	42,6	49,1	43,1	46,4	43,4	45,5	42,3	45,4



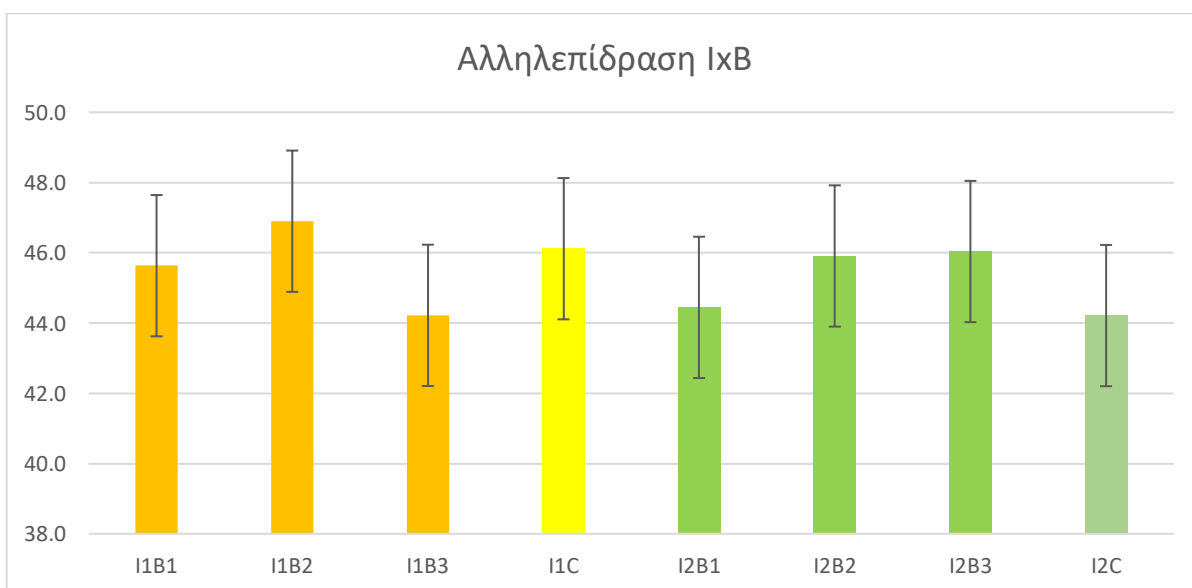
Γράφημα 3.40: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του ποσοστού neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.41: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.42: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

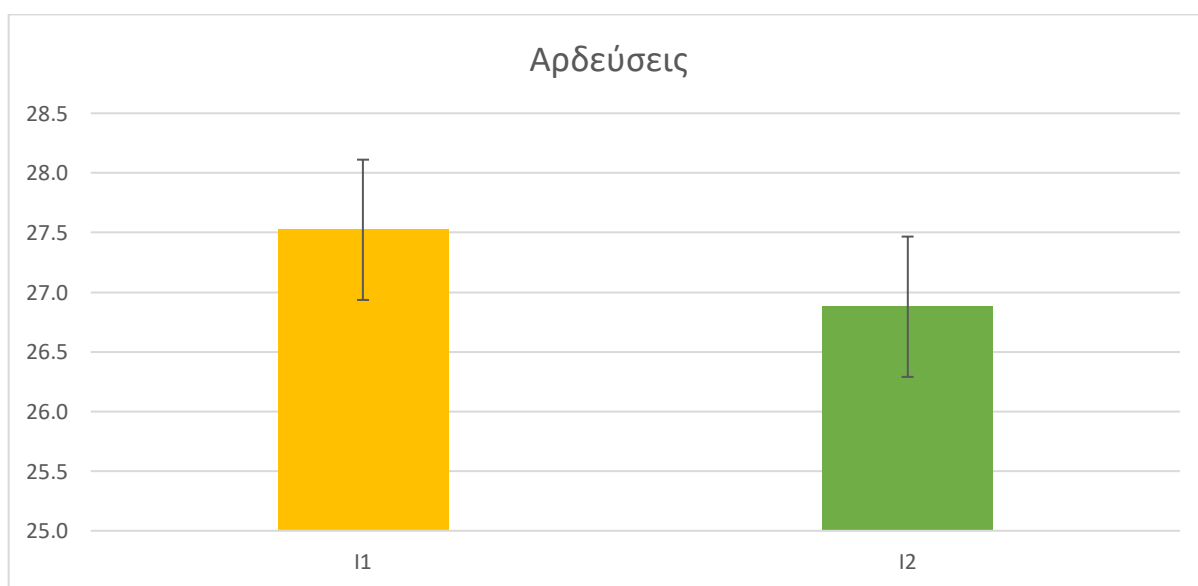
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας

3.15 ACID DETERGENT FIBER – ADF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στον πίνακα **3.15** φαίνεται το ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα του ποσοστού acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα **6.15** του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα **3.43**, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα **3.44** αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα **3.45**.

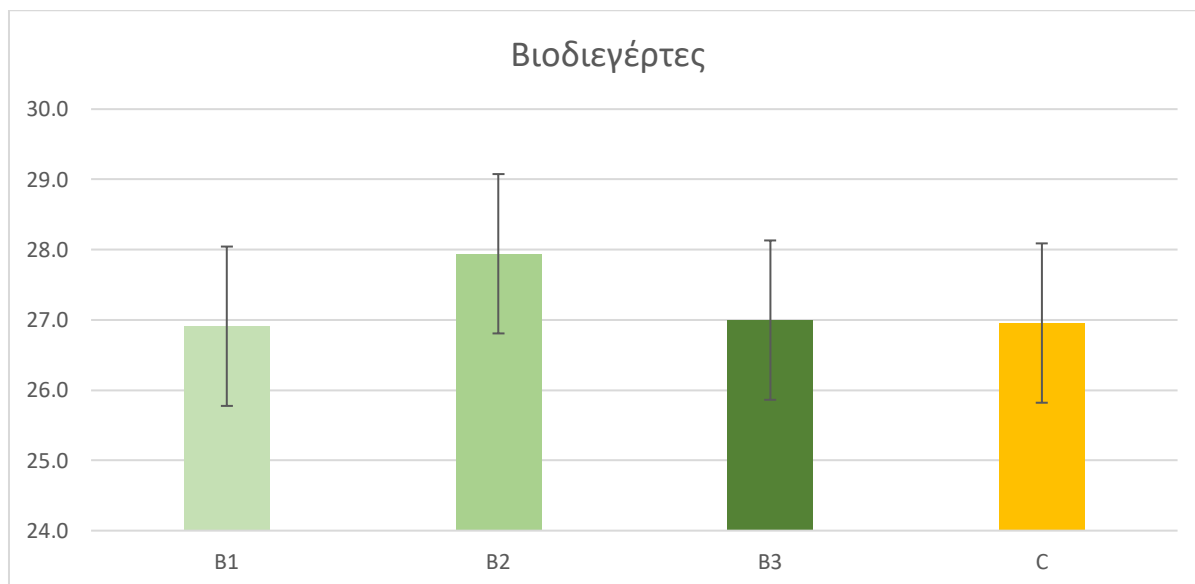
Πίνακας 3.15: Αποτελέσματα του ποσοστού acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	28,7	28,0	26,9	25,9	25,9	25,9	29,8	24,4
Block 2	28,6	27,3	27,2	29,4	27,6	29,0	28,3	27,2
Block 3	24,9	30,4	25,4	27,6	25,7	27,0	24,5	27,3



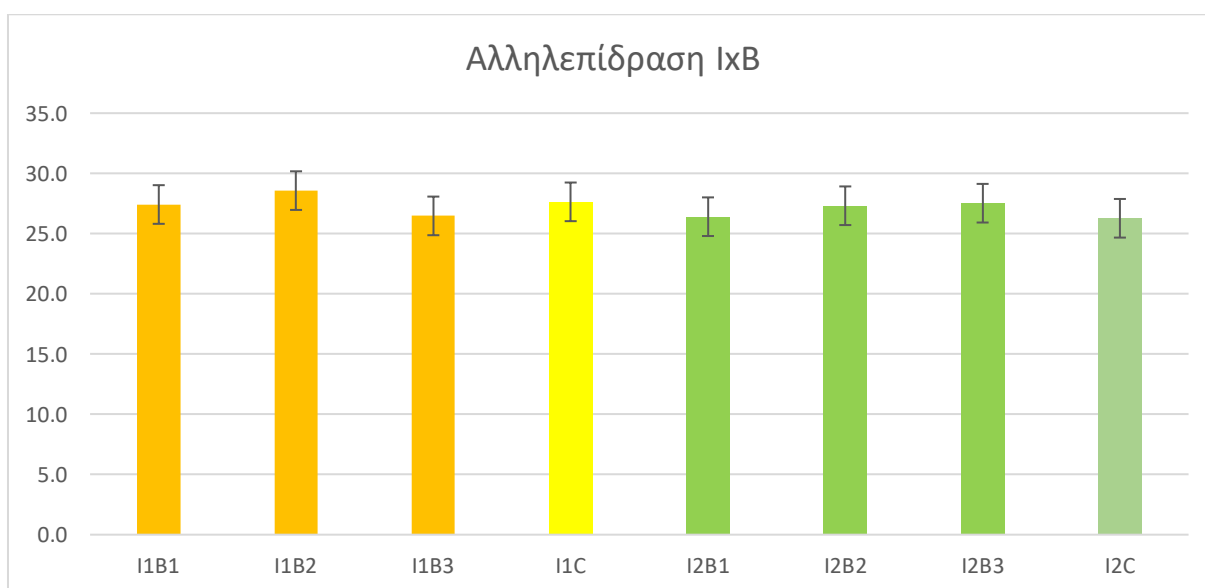
Γράφημα 3.43: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του ποσοστού acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.44: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του ποσοστού acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.45: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

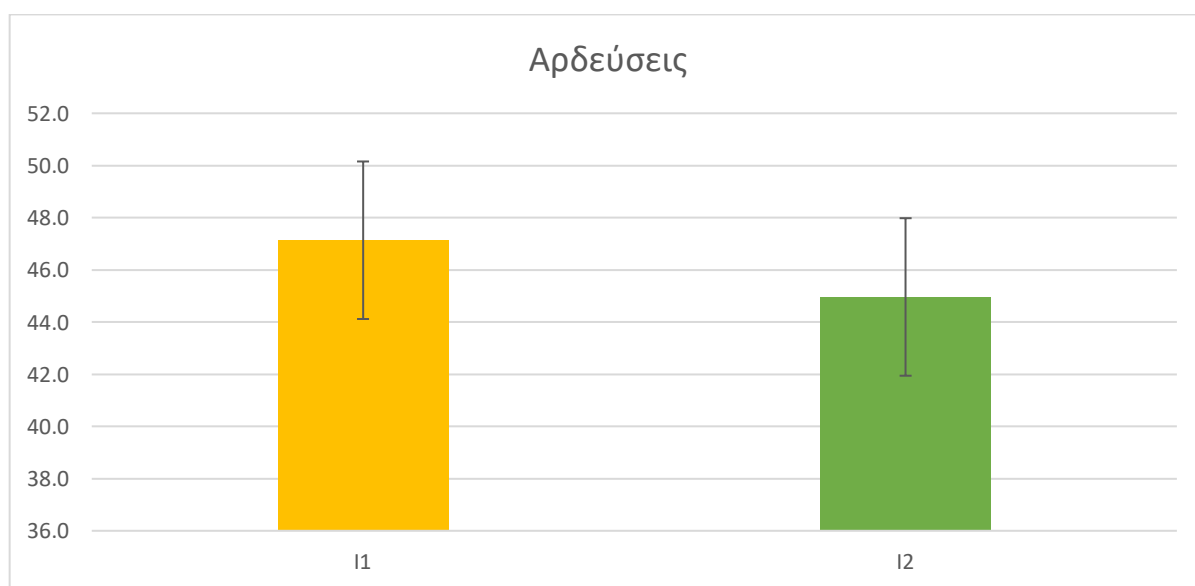
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας

3.16 ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗ ΙΝΑ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CRUDE FIBER AS IS)

Στον πίνακα **3.16** φαίνεται η περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα **6.16** του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα **3.46**, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα **3.47** αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα **3.48**.

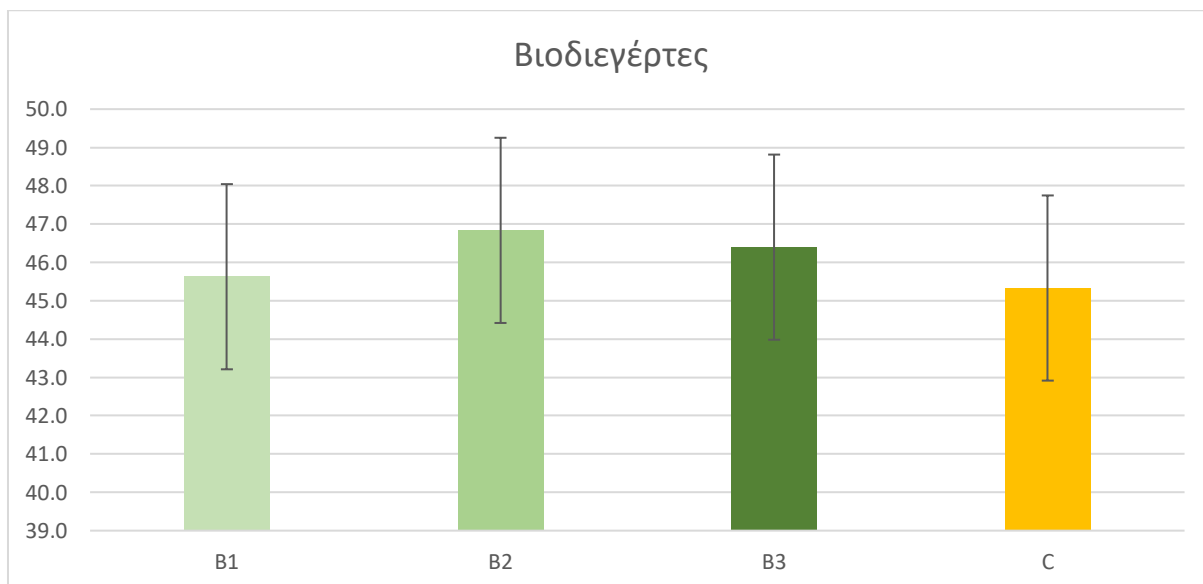
Πίνακας 3.16: Αποτελέσματα περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	48,3	49,7	44,1	45,2	36,3	36,3	53,3	41,6
Block 2	49,8	50,4	46,0	49,1	50,2	47,6	49,5	46,7
Block 3	44,6	50,7	43,6	44,1	44,6	46,3	42,0	45,2



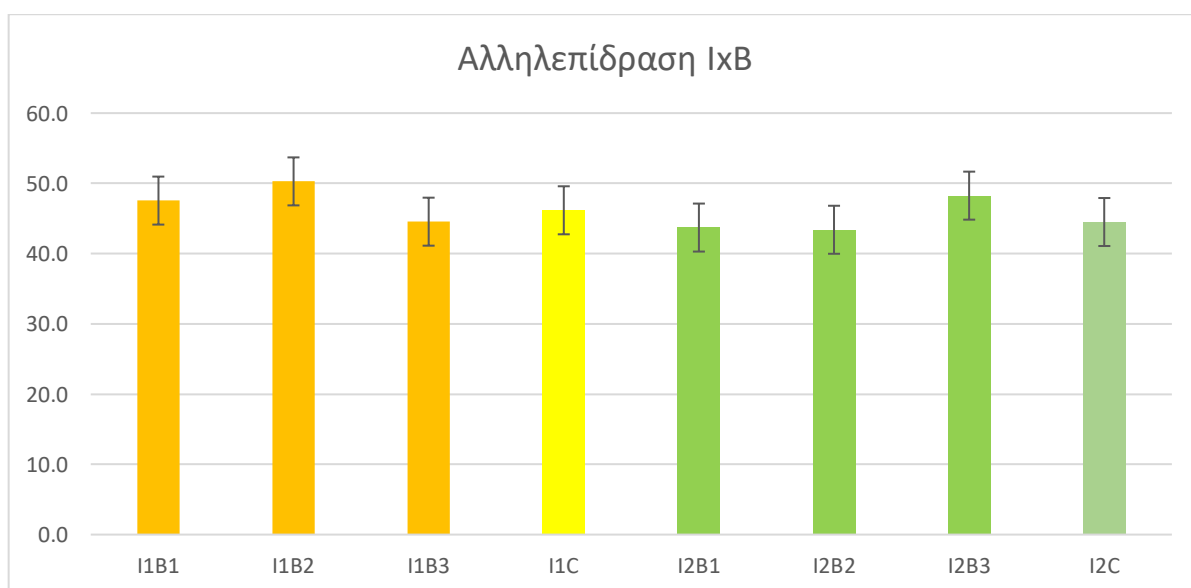
Γράφημα 3.46: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.47: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.48: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

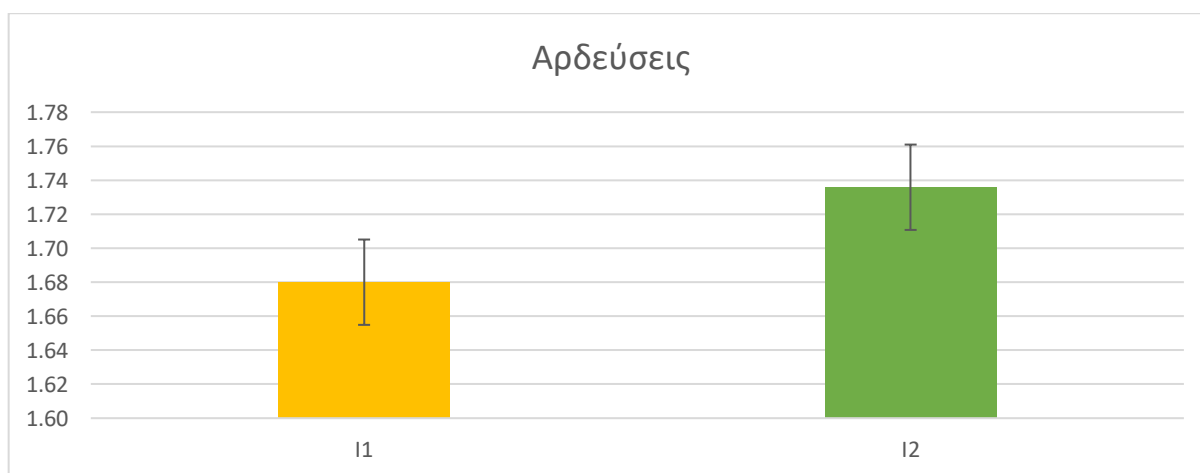
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ακατέργαστη ίνα.

3.17 ΛΙΠΗ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (FAT AS IS)

Στον πίνακα 3.17 φαίνεται η περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε λίπη ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε λίπη έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα 6.17 του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα 3.49, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα 3.50 αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα 3.51.

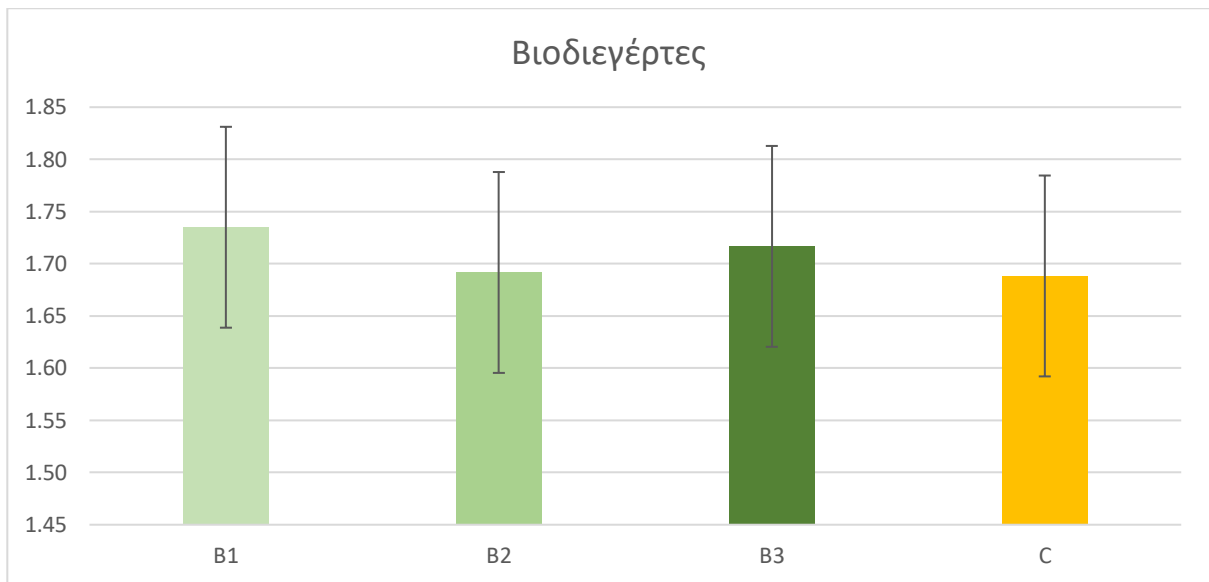
Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε λίπη.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	1,56	1,59	1,81	1,80	1,88	1,88	1,47	1,80
Block 2	1,54	1,69	1,62	1,58	1,63	1,71	1,74	1,62
Block 3	1,92	1,63	1,72	1,70	1,88	1,65	1,94	1,63



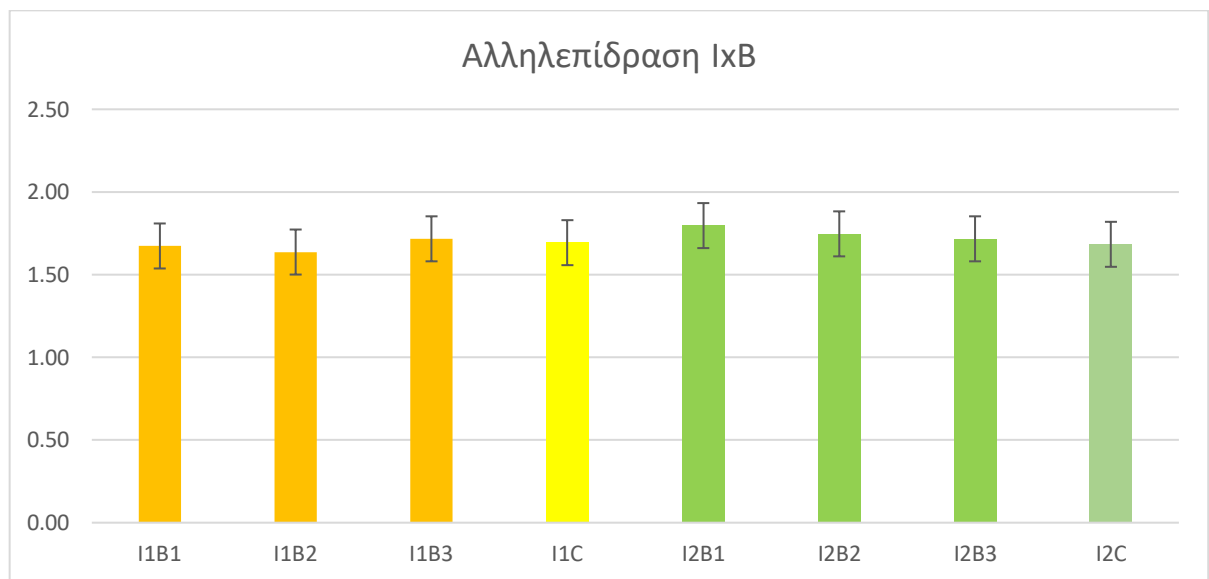
Γράφημα 3.49: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε λίπη, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η άρδευση αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα σε λίπη.



Γράφημα 3.50: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας σόγιας σε λίπη μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.51: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

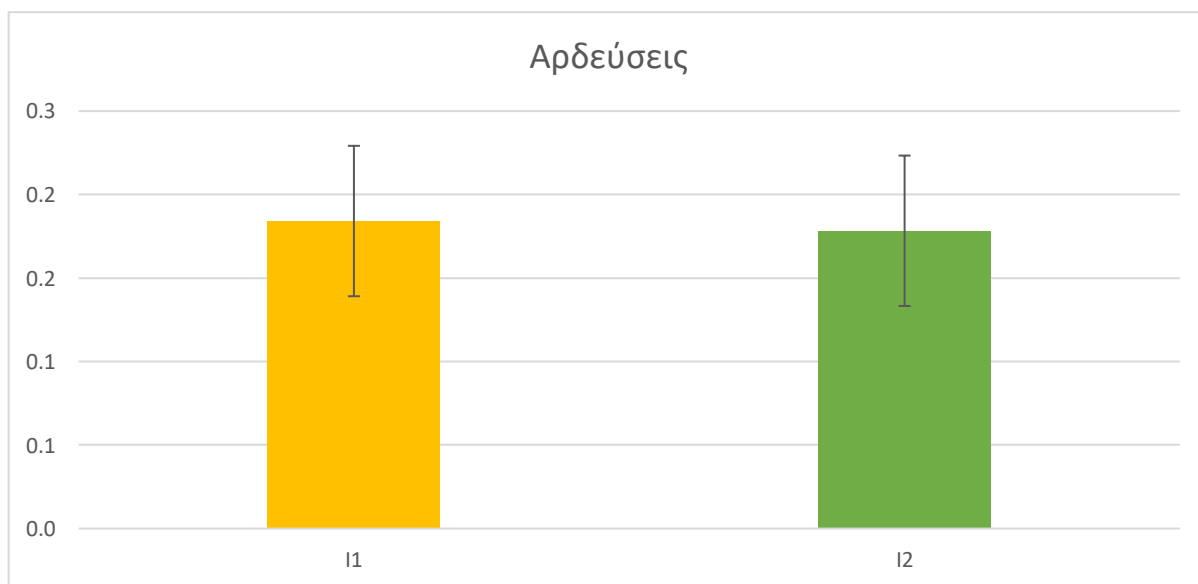
Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε λίπη.

3.18 ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CALCIUM AS IS)

Στον πίνακα **3.18** φαίνεται περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο ανά μεταχείριση. Στα αποτελέσματα περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα **6.18** του παραρτήματος για να μελετηθεί η επίδραση, μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και προέκυψε το γράφημα **3.52**, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και προέκυψε το γράφημα **3.53** αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και προέκυψε το γράφημα **3.54**.

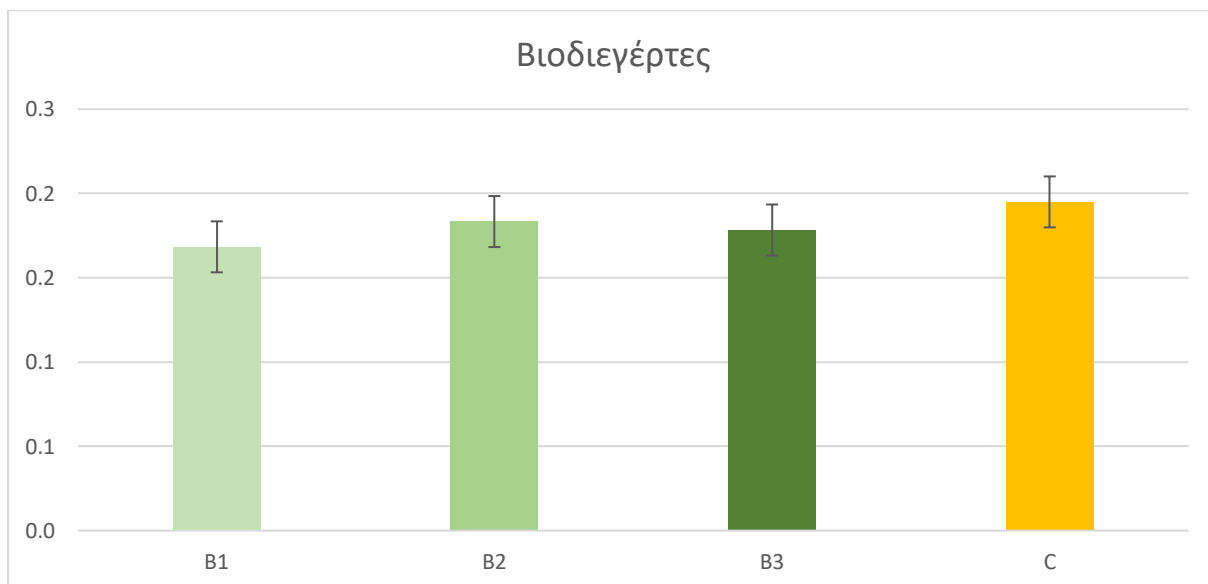
Πίνακας 3.18: Αποτελέσματα περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο, ανά μεταχείριση.

	I1				I2			
	B1	B2	B3	C	B1	B2	B3	C
Block 1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Block 2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
Block 3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2



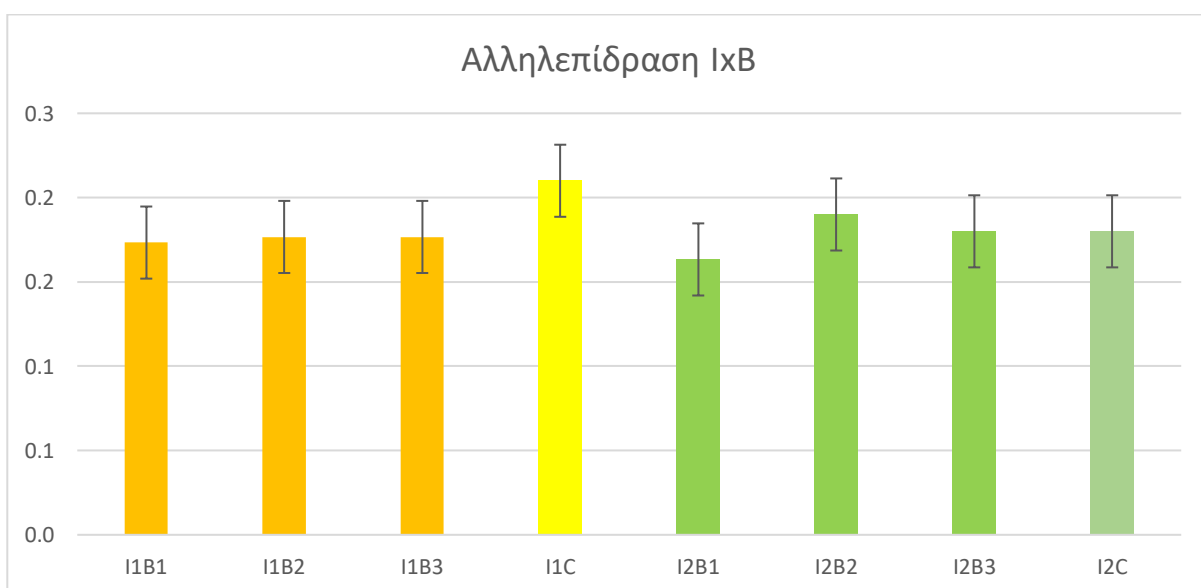
Γράφημα 3.52: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (με μουσταρδί χρώμα: 50% άρδευση και με πράσινο χρώμα: 100% άρδευση)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.53: Επίδραση των διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεργετών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



Γράφημα 3.54: Επίδραση των επεμβάσεων άρδευσης (I1 50% άρδευση και με I2 100% άρδευση) των και διαφόρων βιοδιεργετών (όπου B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF, B3: AMALGEROL ELANCO, C: μάρτυρας)

Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεργετών ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο.

3.19 ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (PHOSPHORUS AS IS)

Όπως φάνηκε η μέτρηση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε φώσφορο ανά μεταχείριση ήταν πολύ μικρή και κοντά στο μηδέν. Στα αποτελέσματα της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε φώσφορο έγινε στατιστική ανάλυση με ANOVA SPLIT PLOT όπως φαίνεται στον πίνακα **6.19** του παραρτήματος.

Η περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε φώσφορο μεταξύ, των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, των διαφορετικών βιοδιεγερτών και η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια του πειράματος, σημειώθηκαν δύο πλημμυρικά φαινόμενα στον πειραματικό αγρό εξαιτίας έντονων καιρικών συνθηκών που επικράτησαν στις 18 Μαΐου 2022 και στις 15 Ιουνίου 2022 τα οποία ενδεχομένως επηρέασαν ως ένα βαθμό τα αποτελέσματα του πειράματος, αναφερόμενοι στις δύο διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης που εφαρμόστηκαν.

4.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ

Ο αριθμός φυτών σόγιας ανά στρέμμα κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 7.000-10.000 φυτά ανά στρέμμα ανάλογα με τη μεταχείριση. Όπως φαίνεται από γράφημα 3.1 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση ANOVA SPLIT PLOT παρόλο που οι μέσοι όροι του αριθμού φυτών ανά στρέμμα, στην επέμβαση 100% άρδευσης υπήρχαν περισσότερα φυτά ανά στρέμμα σε σχέση με την επέμβαση 50% άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Όσον αφορά την επίδραση των βιοδιεγερτών στον αριθμό φυτών σόγιας ανά στρέμμα (γράφημα 3.2), φαίνεται ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) δεν επηρέασαν τον αριθμό των φυτών έναντι του μάρτυρα.

Τέλος, φαίνεται από το γράφημα 3.3 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του αριθμού φυτών ανά στρέμμα.

4.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ

Το ύψος των φυτών σόγιας κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 44,6 -79,4 cm, ανάλογα την μεταχείριση. Σύμφωνα, με το γράφημα 3.4, φαίνεται τα φυτά να αναπτύζανε μεγαλύτερο ύψος στην περίπτωση όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης σε σχέση με τις επεμβάσεις όπου εφαρμόστηκε άρδευση 50%. Ωστόσο, έπειτα από τη στατιστική ανάλυση ANOVA SPLIT PLOT φάνηκε ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων του ύψους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Μελετώντας αντίστοιχες ερευνητικές μελέτες φαίνεται ότι οι διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης επηρεάζουν το ύψος των φυτών. Σε ερευνητική μελέτη όπου μελετήθηκαν διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης προέκυψε ότι η επέμβαση με άρδευση 100% έδωσε φυτά με μεγαλύτερο ύψος, ενώ η άρδευση σε ποσοστό 60% φυτά με χαμηλότερο ύψος (Παπαχαράλαμπος, 2011).

Όσον αφορά την επίδραση των βιοδιεγερτών στο ύψος των φυτών σόγιας (γράφημα 3.5), φαίνεται ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν ότι δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μ.ομέσων όρων. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) φαίνεται να μην επηρέασαν το ύψος των φυτών έναντι του μάρτυρα.

Τέλος, η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.6) έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του ύψους των φυτών όπου υπερτερεί το I1B1 έναντι του I2B1 και του I2B2 έναντι του I1B2. Το I1B2 υπερτερεί όλων των μεταχειρίσεων.

4.3 ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

Στην επέμβαση 100% άρδευσης τα φυτά σόγιας είχαν περισσότερους λοβούς ανά φυτό σε σχέση με την επέμβαση 50% άρδευσης (γράφημα 3.7), όμως και σε αυτή την περίπτωση οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Σύμφωνα με μελέτη του Παπαχαράλαμπος, 2011, όπου εξετάστηκαν δύο επεμβάσεις άρδευσης σε φυτά ηλιάνθου, προέκυψε ότι στην επέμβαση με άρδευση 100% τα φυτά ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος και διάμετρο δίσκου, συγκριτικά με την άρδευση 60%. Επομένως, ο αριθμός των λοβών των φυτών σόγιας, μπορεί να επηρεαστεί από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης.

Σχετικά με την επίδραση των βιοδιεγερτών στον αριθμό των λοβών ανά φυτό (γράφημα 3.8) , προέκυψε έπειτα από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν ότι δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) δεν επηρέασαν σε σημαντικό βαθμό τον αριθμό των παραγόμενων λοβών ανά φυτό. Ωστόσο, σε παρόμοιες έρευνες όπου μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων βιοδιεγερτών στην ανάπτυξη των φυτών, φάνηκε ότι οι βιοδιεγέρτες ευνόησαν την ανάπτυξη των φυτών (Mazeh et al., 2021)

Τέλος όπως φαίνεται γράφημα 3.9 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμόν λοβών ανά φυτό σόγιας. Υπερτερούν αριθμητικά οι μεταχειρίσεις I2B1, I2B2 και I2B3 δηλαδή οι 100% αρδευόμενες μεταχειρίσεις και των τριών βιοδιεγερτών έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Άρα τόσο η άρδευση όσο και η προσθήκη βιοδιεγερτών αύξησαν τον αριθμό των λοβών στα φυτά της σόγιας.

4.4 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΟΥ ΣΠΟΡΟΥ (ΑΠΟΔΟΣΗ)

Η απόδοση των φυτών (σε Kg/στρ) ήταν υψηλότερη στις περιπτώσεις όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης (γράφημα **3.10**). Ωστόσο, η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε και σε αυτή την περίπτωση ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία, η εφαρμογή άρδευσης σε ποσοστό 100% της εξατμισοδιαπνοής δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις, ενώ καθώς μειώνεται το ποσοστό της άρδευσης μειώνεται και η απόδοση (Ahmed and Mahmoud, 2015).

Επιπλέον η απόδοση των φυτών μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν (γράφημα **3.11**), φάνηκε να μην έχει στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, από τη διεθνή βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι οι βιοδιεγέρτες ευνοούν την ανάπτυξη αλλά και την απόδοση των φυτών (Mazeh et al., 2021). Δεδομένου ότι στην παρούσα μελέτη οι διαφορές των μέσων όρων των μετρήσεων μεταξύ του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές θα ήταν χρήσιμο να ληφθεί υπόψη η κακοκαιρία που επηρέασε ως ένα βαθμό τον πειραματικό αγρό.

Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση (γράφημα **3.12**) η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση). Υπερτερεί η μεταχείριση I2B3 δηλαδή ο βιοδιεγέρτης AMALGEROL στη μεταχείριση με 100% άρδευση.

4.5 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το βάρος της νωπής βιομάζας σόγιας ήταν υψηλότερο στις επεμβάσεις άρδευσης όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης, σε σύγκριση με το 50% της άρδευσης (γράφημα **3.13**), όμως όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση το βάρος της νωπής βιομάζας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Επίσης όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του βάρους (γράφημα **3.14**) της νωπής βιομάζας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οπότε οι βιοδιεγέρτες δεν επηρέασαν το βάρος της νωπής βιομάζας.

Όσο αφορά την αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.15**) έδειξε ότι υπερτερεί η μεταχείριση I2B1 (Vita Intense AA Hellifert – με 100% άρδευση) έναντι όλων των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν το 50% της άρδευσης και έναντι του μάρτυρα που ποτίστηκε κανονικά. Επίσης οι βιοδιεγέρτες

B2:KELPAK BASF και B3: AMALGEROL ELANCO είχαν καλύτερη απόδοση από τον μάρτυρα C στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% . Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βάρος της νωπής βιομάζας της σόγιας.

4.6 ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΠΟΡΟΥ (MOISTURE)

Το ποσοστό υγρασίας των σπόρων σόγιας ήταν υψηλότερο στις επεμβάσεις άρδευσης όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης, σε σύγκριση με το 50% της άρδευσης (γράφημα **3.16**) όμως όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της υγρασίας των σπόρων, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Επιπροσθέτως, η εφαρμογή των διαφόρων βιοδιεγερτών δε φάνηκε να έχει κάποιες διαφορές στα ποσοστά υγρασίας των σπόρων. Αν λάβουμε υπόψη με το γεγονός ότι οι βιοδιεγέρτες επιδρούν στην πρωίμιση της παραγωγής το υψηλότερο ποσοστό σε υγρασία τα εμφάνισαν οι μεταχειρίσεις μάρτυρα C (γράφημα **3.17**). Ωστόσο, από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Τέλος από το γράφημα **3.18** φάνηκε ότι η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν έπαιξαν ρόλο στην υγρασία του σπόρου και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην υγρασία των σπόρων.

4.7 ΕΛΑΙΟ ΣΠΟΡΟΥ (OIL)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο φαίνεται να μην επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης και οι τιμές της περιεκτικότητας σε έλαιο ήταν σχετικά κοντά (γράφημα **3.19**). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών του ελαίου δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών γράφημα **3.20** έδειξε να μην επηρεάζει την περιεκτικότητα σε έλαιο. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.21**) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας.

4.8 ΠΡΩΤΕΪΝΗ (PROTEIN DRY BASIS)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης καθώς οι τιμές της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ήταν σχεδόν ίσες 32,5 στις μεταχειρίσεις με 100% άρδευση και 32,5 στις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση (γράφημα 3.22). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών της πρωτεΐνης δεν είχανε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών γράφημα 3.23 έδειξε ότι δεν επηρεάστηκε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.24) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη των σπόρων σόγιας.

4.9 ΞΗΡΗ ΣΤΑΧΤΗ ΣΠΟΡΟΥ (ASH DRY BASIS)

Η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου είναι ίση και στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης (γράφημα 3.25) και από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, προέκυψε ότι δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Όσο αφορά τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν οι βιοδιεγέρτες η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών στατιστικώς σημαντική διαφορά (γράφημα 3.26). Ο σπόρος του βιοδιεγέρτη AMALGEROL ELANCO (B3) είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα ξηρής στάχτης 5,3%.

Τέλος η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου της μεταχείρισης AMALGEROL ELANCO με 100% άρδευση (I2B3) υπερτερεί έναντι των άλλων βιοδιεγερτών (I2B1, I2B2) και του μάρτυρα (I2C) με την ίδια άρδευση και του μάρτυρα με 50% άρδευση (I1C) (γράφημα 3.27) και από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας.

4.10 ΞΗΡΗ ΙΝΑ ΣΠΟΡΟΥ (FIBER DRY)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε ξηρή ίνα κυμάνθηκε από 6,4% – 6,3% και όπως φαίνεται δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης και οι τιμές της περιεκτικότητας

σε έλαιο ήταν σχετικά κοντά (γράφημα 3.28). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών της ξηρής ίνας δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών γράφημα 3.29 έδειξε να μην επηρεάζει την περιεκτικότητα σε ξηρή ίνα. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.30) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε ξηρή ίνα των σπόρων σόγιας.

4.11 ΥΓΡΑΣΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το περιεκτικότητα της υγρασίας της βιομάζας ήταν 3,7% για τις μεταχειρίσεις με 100% άρδευση και 2,6% για τις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση (γράφημα 3.31). Η στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Άρα η κανονική άρδευση συμβάλει στην αύξηση της υγρασίας της βιομάζας.

Όπως προκύπτει από το γράφημα 3.32 εφαρμογή διαφόρων δεν επηρέασε καθόλου την περιεκτικότητα της υγρασία της βιομάζας και δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φαίνεται από το (γράφημα 3.33) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας. Οι βιοδιεγέρτες B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF με 100% άρδευση υπερτερούν έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Άρα η εφαρμογή των βιοδιεγερτών B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF σε συνδυασμό με την αναγκαία άρδευση επηρεάζουν θετικά την αύξηση της υγρασίας της βιομάζας.

4.12 ΠΡΩΤΕΪΝΗ (%) ΣΕ ΒΙΟΜΑΖΑ

Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη (γράφημα 3.34) μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές αν και η τιμή των μεταχειρίσεων με 100% άρδευση είχε μία μικρή υπεροχή 5,4% έναντι 5,3% της άρδευσης 50%.

Η εφαρμογή των διαφόρων βιοδιεγερτών δεν επηρέασε την περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη (γράφημα 3.35) και η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως όπως φάνηκε από τη στατιστική ανάλυση της αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.36) δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας.

Άρα περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη δεν επηρεάστηκε από την άρδευση, την εφαρμογή των βιοδιεγερτών ούτε την αλληλεπίδραση αυτών.

4.13 ΣΤΑΧΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ASH IS)

Η περιεκτικότητα στάχτης της βιομάζας της σόγιας (γράφημα 3.37) επηρεάστηκε από στις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση αφού ο μέσος όρος ήταν 2,2% ενώ στην άρδευση 100% αυξήθηκε σε 2,5% και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικώς σημαντικό. Άρα η άρδευση ευνοεί την περιεκτικότητα στάχτης της βιομάζας.

Η εφαρμογή των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.38) δεν επηρέασε την περιεκτικότητα της στάχτης στη βιομάζα και το αποτέλεσμα δεν ήταν στατιστικών σημαντικό.

Όμως η στατιστική ανάλυση (γράφημα 3.39) έδειξε ότι στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας. Ο βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF υστερεί από τους άλλους βιοδιεγέρτες και τον μάρτυρα στις μεταχειρίσεις με άρδευση 500%, ενώ ο ίδιος βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF υπερτερεί από τους άλλους βιοδιεγέρτες και τον μάρτυρα στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100%. Άρα το νερό παίζει πιο σημαντικό ρόλο για τον ο βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF για τον σχηματισμό της στάχτης.

4.14 NEUTRAL DETERDENT FIBER – NDF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μεγαλύτερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα 3.41) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.42) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα 3.43) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας.

4.15 ACID DETERDENT FIBER – ADF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μικρότερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα 3.44) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.45) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα 3.46) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας.

4.16 ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗ ΙΝΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CRUDE FIBER AS IS)

Το ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μικρότερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα 3.47) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.48) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα 3.49) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας.

4.17 ΛΙΠΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (FAT AS IS)

Όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε λίπη (γράφημα 3.50) μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η αναγκαία άρδευση 100% αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα σε λίπη.

Αντίθετα όπως φαίνεται από το γράφημα 3.51 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας σόγιας σε λίπη μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το γράφημα 3.52 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας.

Άρα η άρδευση αύξησε την περιεκτικότητα σε λίπη στη βιομάζα της σόγιας.

4.18 ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CALCIUM AS IS)

Όπως φάνηκε από το γράφημα 3.53 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, από το γράφημα 3.54 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών και από το γράφημα 3.55 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών, δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο. Άρα η περιεκτικότητα σε ασβέστιο της βιομάζας δεν επηρεάστηκε ούτε από την άρδευση ούτε από την εφαρμογή των βιοδιεγερτών.

4.19 ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (PHOSPHORUS AS IS)

Η περιεκτικότητα του φωσφόρου κυμάνθηκε γύρω στο μηδέν και τα αποτελέσματα σε καμία μεταχείριση δεν ήταν στατιστικώς σημαντικά.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια του πειράματος, σημειώθηκαν δύο πλημμυρικά φαινόμενα στον πειραματικό αγρό εξαιτίας έντονων καιρικών συνθηκών που επικράτησαν στις 18 Μαΐου 2022 και στις 15 Ιουνίου 2022 τα οποία ενδεχομένως επηρέασαν ως ένα βαθμό τα αποτελέσματα του πειράματος, αναφερόμενοι στις δύο διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης που εφαρμόστηκαν.

5.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ

Ο αριθμός φυτών σόγιας ανά στρέμμα κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 7.000-10.000 φυτά ανά στρέμμα ανάλογα με τη μεταχείριση. Όπως φαίνεται από γράφημα 3.1 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση ANOVA SPLIT PLOT παρόλο που οι μέσοι όροι του αριθμού φυτών ανά στρέμμα, στην επέμβαση 100% άρδευσης υπήρχαν περισσότερα φυτά ανά στρέμμα σε σχέση με την επέμβαση 50% άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Όσον αφορά την επίδραση των βιοδιεγερτών στον αριθμό φυτών σόγιας ανά στρέμμα (γράφημα 3.2), φαίνεται ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) δεν επηρέασαν τον αριθμό των φυτών έναντι του μάρτυρα.

Τέλος, φαίνεται από το γράφημα 3.3 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του αριθμού φυτών ανά στρέμμα.

5.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ

Το ύψος των φυτών σόγιας κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 44,6 -79,4 cm, ανάλογα την μεταχείριση. Σύμφωνα, με το γράφημα 3.4, φαίνεται τα φυτά να αναπτύζανε μεγαλύτερο ύψος στην περίπτωση όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης σε σχέση με τις επεμβάσεις όπου εφαρμόστηκε άρδευση 50%. Ωστόσο, έπειτα από τη στατιστική ανάλυση ANOVA SPLIT PLOT φάνηκε ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων του ύψους δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Μελετώντας αντίστοιχες ερευνητικές μελέτες φαίνεται ότι οι διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης επηρεάζουν το ύψος των φυτών. Σε ερευνητική μελέτη όπου μελετήθηκαν διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης προέκυψε ότι η επέμβαση με άρδευση

100% έδωσε φυτά με μεγαλύτερο ύψος, ενώ η άρδευση σε ποσοστό 60% φυτά με χαμηλότερο ύψος (Παπαχαράλαμπος, 2011).

Όσον αφορά την επίδραση των βιοδιεγερτών στο ύψος των φυτών σόγιας (γράφημα 3.5), φαίνεται ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν ότι δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μ.ομέσων όρων. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) φαίνεται να μην επηρέασαν το ύψος των φυτών έναντι του μάρτυρα.

Τέλος, η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.6) έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του ύψους των φυτών όπου υπερτερεί το I1B1 έναντι του I2B1 και του I2B2 έναντι του I1B2. Το I1B2 υπερτερεί όλων των μεταχειρίσεων.

5.3 ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

Στην επέμβαση 100% άρδευσης τα φυτά σόγιας είχαν περισσότερους λοβούς ανά φυτό σε σχέση με την επέμβαση 50% άρδευσης (γράφημα 3.7), όμως και σε αυτή την περίπτωση οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Σύμφωνα με μελέτη του Παπαχαράλαμπος, 2011, όπου εξετάστηκαν δύο επεμβάσεις άρδευσης σε φυτά ηλιάνθου, προέκυψε ότι στην επέμβαση με άρδευση 100% τα φυτά ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος και διάμετρο δίσκου, συγκριτικά με την άρδευση 60%. Επομένως, ο αριθμός των λοβών των φυτών σόγιας, μπορεί να επηρεαστεί από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης.

Σχετικά με την επίδραση των βιοδιεγερτών στον αριθμό των λοβών ανά φυτό (γράφημα 3.8) , προέκυψε έπειτα από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων ότι μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν ότι δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Οπότε, οι τρεις διαφορετικοί βιοδιεγέρτες (Vita Intense AA Hellifert, KELPAK BASF και AMALGEROL) δεν επηρέασαν σε σημαντικό βαθμό τον αριθμό των παραγόμενων λοβών ανά φυτό. Ωστόσο, σε παρόμοιες έρευνες όπου μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων βιοδιεγερτών στην ανάπτυξη των φυτών, φάνηκε ότι οι βιοδιεγέρτες ευνόησαν την ανάπτυξη των φυτών (Mazeh et al., 2021)

Τέλος όπως φαίνεται γράφημα 3.9 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμόν λοβών ανά φυτό σόγιας. Υπερτερούν αριθμητικά οι μεταχειρίσεις I2B1, I2B2 και I2B3 δηλαδή οι 100% αρδευόμενες μεταχειρίσεις και των τριών βιοδιεγερτών έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Άρα τόσο

η άρδευση όσο και η προσθήκη βιοδιεγερτών αύξησαν τον αριθμό των λοβών στα φυτά της σόγιας.

5.4 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΟΥ ΣΠΟΡΟΥ (ΑΠΟΔΟΣΗ)

Η απόδοση των φυτών (σε Kg/στρ) ήταν υψηλότερη στις περιπτώσεις όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης (γράφημα **3.10**). Ωστόσο, η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε και σε αυτή την περίπτωση ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία, η εφαρμογή άρδευσης σε ποσοστό 100% της εξατμισοδιαπνοής δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις, ενώ καθώς μειώνεται το ποσοστό της άρδευσης μειώνεται και η απόδοση (Ahmed and Mahmoud, 2015).

Επιπλέον η απόδοση των φυτών μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν (γράφημα **3.11**), φάνηκε να μην έχει στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, από τη διεθνή βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι οι βιοδιεγέρτες ευνοούν την ανάπτυξη αλλά και την απόδοση των φυτών (Mazeh et al., 2021). Δεδομένου ότι στην παρούσα μελέτη οι διαφορές των μέσων όρων των μετρήσεων μεταξύ του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών που εφαρμόστηκαν δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές θα ήταν χρήσιμο να ληφθεί υπόψη η κακοκαιρία που επηρέασε ως ένα βαθμό τον πειραματικό αγρό.

Τέλος όπως φαίνεται από το παραπάνω γράφημα που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση (γράφημα **3.12**) η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βάρος νωπού σπόρου (απόδοση). Υπερτερεί η μεταχείριση I2B3 δηλαδή ο βιοδιεγέρτης AMALGEROL στη μεταχείριση με 100% άρδευση.

5.5 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το βάρος της νωπής βιομάζας σόγιας ήταν υψηλότερο στις επεμβάσεις άρδευσης όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης, σε σύγκριση με το 50% της άρδευσης (γράφημα **3.13**), όμως όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση το βάρος της νωπής βιομάζας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Επίσης όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση του βάρους (γράφημα **3.14**) της νωπής βιομάζας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οπότε οι βιοδιεγέρτες δεν επηρέασαν το βάρος της νωπής βιομάζας.

Όσο αφορά την αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.15**) έδειξε ότι υπερτερεί η μεταχείριση I2B1 (Vita Intense AA

Hellifert – με 100% άρδευση) έναντι όλων των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν το 50% της άρδευσης και έναντι του μάρτυρα που ποτίστηκε κανονικά. Επίσης οι βιοδιεγέρτες B2:KELPAK BASF και B3: AMALGEROL ELANCO είχαν καλύτερη απόδοση από τον μάρτυρα C στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% . Η στατιστική ανάκυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο βάρος της νωπής βιομάζας της σόγιας.

5.6 ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΠΟΡΟΥ (MOISTURE)

Το ποσοστό υγρασίας των σπόρων σόγιας ήταν υψηλότερο στις επεμβάσεις άρδευσης όπου εφαρμόστηκε το 100% της άρδευσης, σε σύγκριση με το 50% της άρδευσης (γράφημα 3.16) όμως όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της υγρασίας των σπόρων, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Επιπροσθέτως, η εφαρμογή των διαφόρων βιοδιεγερτών δε φάνηκε να έχει κάποιες διαφορές στα ποσοστά υγρασίας των σπόρων. Αν λάβουμε υπόψη με το γεγονός ότι οι βιοδιεγέρτες επιδρούν στην πρωίμιση της παραγωγής το υψηλότερο ποσοστό σε υγρασία τα εμφάνισαν οι μεταχειρίσεις μάρτυρα C (γράφημα 3.17). Ωστόσο, από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές.

Τέλος από το γράφημα 3.18 φάνηκε ότι η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν έπαιξαν ρόλο στην υγρασία του σπόρου και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην υγρασία των σπόρων.

7. ΕΛΑΙΟ ΣΠΟΡΟΥ (OIL)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο φαίνεται να μην επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης και οι τιμές της περιεκτικότητας σε έλαιο ήταν σχετικά κοντά (γράφημα 3.19). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών του ελαίου δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών γράφημα 3.20 έδειξε να μην επηρεάζει την περιεκτικότητα σε έλαιο. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.21) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε έλαιο των σπόρων σόγιας.

5.8 ΠΡΩΤΕΪΝΗ (PROTEIN DRY BASIS)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης καθώς οι τιμές της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ήταν σχεδόν ίσες 32,5 στις μεταχειρίσεις με 100% άρδευση και 32,5 στις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση (γράφημα 3.22). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών της πρωτεΐνης δεν είχανε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών γράφημα 3.23 έδειξε ότι δεν επηρεάστηκε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.24) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη των σπόρων σόγιας.

5.9 ΞΗΡΗ ΣΤΑΧΤΗ ΣΠΟΡΟΥ (ASH DRY BASIS)

Η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου είναι ίση και στις δύο μεταχειρίσεις άρδευσης (γράφημα 3.25) και από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, προέκυψε ότι δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Όσο αφορά τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν οι βιοδιεγέρτες η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών στατιστικώς σημαντική διαφορά (γράφημα 3.26). Ο σπόρος του βιοδιεγέρτη AMALGEROL ELANCO (B3) είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα ξηρής στάχτης 5,3%.

Τέλος η περιεκτικότητα της ξηρής στάχτης του σπόρου της μεταχείρισης AMALGEROL ELANCO με 100% άρδευση (I2B3) υπερτερεί έναντι των άλλων βιοδιεγερτών (I2B1, I2B2) και του μάρτυρα (I2C) με την ίδια άρδευση και του μάρτυρα με 50% άρδευση (I1C) (γράφημα 3.27) και από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας της ξηρής στάχτης των σπόρων της σόγιας.

5.10 ΞΗΡΗ ΙΝΑ ΣΠΟΡΟΥ (FIBER DRY)

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε ξηρή ίνα κυμάνθηκε από 6,4% – 6,3% και όπως φαίνεται δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές επεμβάσεις άρδευσης και οι τιμές της περιεκτικότητας

σε έλαιο ήταν σχετικά κοντά (γράφημα 3.28). Από την στατιστική ανάλυση φάνηκε ότι οι μέσοι όροι των τιμών της ξηρής ίνας δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, για κάθε επέμβαση άρδευσης.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή διαφόρων βιοδιεγερτών (γράφημα 3.29) έδειξε να μην επηρεάζει την περιεκτικότητα σε ξηρή ίνα. Μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων του μάρτυρα και των βιοδιεγερτών δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος ομοίως η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.30) έδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας σε ξηρή ίνα των σπόρων σόγιας.

5.11 ΥΓΡΑΣΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το περιεκτικότητα της υγρασίας της βιομάζας ήταν 3,7% για τις μεταχειρίσεις με 100% άρδευση και 2,6% για τις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση (γράφημα 3.31). Η στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Άρα η κανονική άρδευση συμβάλει στην αύξηση της υγρασίας της βιομάζας.

Όπως προκύπτει από το γράφημα 3.32 εφαρμογή διαφόρων δεν επηρέασε καθόλου την περιεκτικότητα της υγρασία της βιομάζας και δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φαίνεται από το (γράφημα 3.33) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας υγρασίας της βιομάζας της σόγιας. Οι βιοδιεγέρτες B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF με 100% άρδευση υπερτερούν έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων. Άρα η εφαρμογή των βιοδιεγερτών B1: Vita Intense AA Hellifert, B2: KELPAK BASF σε συνδυασμό με την αναγκαία άρδευση επηρεάζουν θετικά την αύξηση της υγρασίας της βιομάζας.

5.12 ΠΡΩΤΕΪΝΗ (%) ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη (γράφημα 3.34) μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, δεν είχε στατιστικώς σημαντικές διαφορές αν και η τιμή των μεταχειρίσεων με 100% άρδευση είχε μία μικρή υπεροχή 5,4% έναντι 5,3% της άρδευσης 50%.

Η εφαρμογή των διαφόρων βιοδιεγερτών δεν επηρέασε την περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη (γράφημα 3.35) και η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως όπως φάνηκε από τη στατιστική ανάλυση της αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.36) δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας πρωτεΐνης της βιομάζας της σόγιας.

Άρα περιεκτικότητα της βιομάζας σε πρωτεΐνη δεν επηρεάστηκε από την άρδευση, την εφαρμογή των βιοδιεγερτών ούτε την αλληλεπίδραση αυτών.

5.13 ΣΤΑΧΤΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ASH IS)

Η περιεκτικότητα στάχτης της βιομάζας της σόγιας (γράφημα 3.37) επηρεάστηκε από στις μεταχειρίσεις με 50% άρδευση αφού ο μέσος όρος ήταν 2,2% ενώ στην άρδευση 100% αυξήθηκε σε 2,5% και η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικώς σημαντικό. Άρα η άρδευση ευνοεί την περιεκτικότητα στάχτης της βιομάζας.

Η εφαρμογή των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα 3.38) δεν επηρέασε την περιεκτικότητα της στάχτης στη βιομάζα και το αποτέλεσμα δεν ήταν στατιστικών σημαντικό.

Όμως η στατιστική ανάλυση (γράφημα 3.39) έδειξε ότι στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές της περιεκτικότητας στάχτης της βιομάζας της σόγιας. Ο βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF υστερεί από τους άλλους βιοδιεγέρτες και τον μάρτυρα στις μεταχειρίσεις με άρδευση 500%, ενώ ο ίδιος βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF υπερτερεί από τους άλλους βιοδιεγέρτες και τον μάρτυρα στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100%. Άρα το νερό παίζει πιο σημαντικό ρόλο για τον ο βιοδιεγέρτης B2: KELPAK BASF για τον σχηματισμό της στάχτης.

5.14 NEUTRAL DETERGENT FIBER – NDF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μεγαλύτερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα 3.41) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.42**) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα **3.43**) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό neutral detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας.

5.15 ACID DETERDENT FIBER – ADF AS IS ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μικρότερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα **3.44**) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.45**) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα **3.46**) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό acid detergent fiber – NDF της ξηρής βιομάζας της σόγιας.

5.16 ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗ ΙΝΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CRUDE FIBER AS IS)

Το ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας είναι λίγο μικρότερο στις μεταχειρίσεις με άρδευση 50% απ' ότι στις μεταχειρίσεις με άρδευση 100% (γράφημα **3.47**) αλλά η στατιστική ανάλυση, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης έδειξε ότι δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Ομοίως η στατιστική ανάλυση στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας ανά μεταχείριση, μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών (γράφημα **3.48**) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το (γράφημα **3.49**) που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας.

5.17 ΛΙΠΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (FAT AS IS)

Όπως προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε λίπη (γράφημα 3.50) μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η αναγκαία άρδευση 100% αύξησε σημαντικά την περιεκτικότητα σε λίπη.

Αντίθετα όπως φαίνεται από το γράφημα 3.51 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας σόγιας σε λίπη μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος όπως φάνηκε από το γράφημα 3.52 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση στην αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ποσοστό ακατέργαστης ίνας της βιομάζας της σόγιας.

Άρα η άρδευση αύξησε την περιεκτικότητα σε λίπη στη βιομάζα της σόγιας.

5.18 ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CALCIUM AS IS)

Όπως φάνηκε από το γράφημα 3.53 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο, μεταξύ των δύο διαφορετικών επεμβάσεων άρδευσης, από το γράφημα 3.54 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση της περιεκτικότητας της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο μεταξύ των διαφορετικών βιοδιεγερτών και από το γράφημα 3.55 που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων άρδευσης και των διαφορετικών βιοδιεγερτών, δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα της βιομάζας της σόγιας σε ασβέστιο. Άρα η περιεκτικότητα σε ασβέστιο της βιομάζας δεν επηρεάστηκε ούτε από την άρδευση ούτε από την εφαρμογή των βιοδιεγερτών.

5.19 ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (PHOSPHORUS AS IS)

Η περιεκτικότητα του φωσφόρου κυμάνθηκε γύρω στο μηδέν και τα αποτελέσματα σε καμία μεταχείριση δεν ήταν στατιστικώς σημαντικά.

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 6.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΣΟΓΙΑΣ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ

Blocks	1	8000,0
	2	9375,0
	3	8875,0

Blocks x I	I1Block1	7250,0
	I1Block2	9750,0
	I1Block3	8750,0
	I2Block1	8750,0
	I2Block2	9000,0
	I2Block3	9000,0

Αρδεύσεις	I1	8583,3
	I2	8916,7
ΒιοΔιεγέρτες	B1	8166,7
	B2	9333,3
	B3	9166,7
	C	8333,3
Αλληλεπίδραση	I1B1	7333,3
	I1B2	8666,7
	I1B3	9333,3
	I1C	9000,0
	I2B1	9000,0
	I2B2	10000,0
	I2B3	9000,0
	I2C	7666,7

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	7750000	3875000	1,52	19,0		
I	1	666667	666667	0,26	18,5	ns	1400,2
Error1	2	5083333	2541667				
B	3	6166667	2055556	1,24	3,5	ns	808,6
I x B	3	9000000	3000000	1,82	3,5	ns	1143,5
Error2	12	19833333	1652778				
TOTAL	23	48500000					

Πίνακας 6.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ

Blocks	1	60,7
	2	65,9
	3	58,9

Blocks x I	I1Block1	55,8
	I1Block2	66,3
	I1Block3	56,0
	I2Block1	65,7
	I2Block2	65,5
	I2Block3	61,9

Αρδεύσεις	I1	59,4
	I2	64,4

ΒιοΔιεγέρτες	B1	61,3
	B2	65,1
	B3	60,9
	C	60,3
Αλληλεπίδραση	I1B1	52,8
	I1B2	53,6
	I1B3	64,4
	I1C	66,6
	I2B1	69,8
	I2B2	76,5
	I2B3	57,3
	I2C	54,0

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	210	105	1,78	19,0		
I	1	150	150	2,53	18,5	ns	6,8
Error1	2	118	59				
B	3	84	28	0,48	3,5	ns	4,8
I x B	3	1379	460	7,94	3,5	+	6,8
Error2	12	695	58				
TOTAL	23	2636					

Πίνακας 6.3 ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΟΒΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

Blocks	1	54,0
	2	63,7
	3	64,1

Blocks x I	I1Block1	48,0
	I1Block2	63,3
	I1Block3	47,7
	I2Block1	60,0
	I2Block2	64,1
	I2Block3	80,5

Αρδεύσεις	I1	53,0
	I2	68,2

ΒιοΔιεγέρτες	B1	62,5
	B2	61,2
	B3	65,0
	C	53,7
Αλληλεπίδραση	I1B1	50,9
	I1B2	44,9
	I1B3	52,2
	I1C	64,0
	I2B1	74,1
	I2B2	77,5
	I2B3	77,7
	I2C	43,5

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	521	261	0,49	19,0		
I	1	1383	1383	2,61	18,5	ns	20,2
Error1	2	1058	529				
B	3	420	140	1,01	3,5	ns	7,4
I x B	3	2620	873	6,27	3,5	+	10,5
Error2	12	1671	139				
TOTAL	23	7673					

Πίνακας 6.4 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΟΥ ΣΠΟΡΟΥ (ΑΠΟΔΟΣΗ)

Blocks	1	136,0
	2	205,9
	3	232,4

Blocks x I	I1Block1	127,3
	I1Block2	178,3
	I1Block3	174,5
	I2Block1	144,8
	I2Block2	233,5
	I2Block3	290,3

Αρδεύσεις	I1	160,0
	I2	222,8

ΒιοΔιεγέρτες	B1	166,3
	B2	190,8
	B3	240,8
	C	167,7

Αλληλεπίδραση	I1B1	128,7
	I1B2	181,7
	I1B3	149,3
	I1C	180,3
	I2B1	204,0
	I2B2	200,0
	I2B3	332,3
	I2C	155,0

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	39661	19831	4,04	19,0		
I	1	23688	23688	4,82	18,5	ns	61,6
Error1	2	9826	4913				
B	3	21814	7271	1,73	3,5	ns	40,8
I x B	3	36525	12175	2,90	3,5	ns	57,6
Error2	12	50397	4200				
TOTAL	23	181910					

Πίνακας 5.5 ΒΑΡΟΣ ΝΩΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Blocks	1	160,5
	2	255,3
	3	294,3

Blocks x I	I1Block1	175,5
	I1Block2	233,0
	I1Block3	204,8
	I2Block1	145,5
	I2Block2	277,5
	I2Block3	383,8

Αρδεύσεις	I1	204,4
	I2	268,9

ΒιοΔιεγέρτες	B1	245,8
	B2	248,0
	B3	229,8
	C	223,0

Αλληλεπίδραση	I1B1	183,3
	I1B2	223,0
	I1B3	167,7
	I1C	243,7
	I2B1	308,3
	I2B2	273,0
	I2B3	292,0
	I2C	202,3

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	75700	37850	1,69	19,0		
I	1	24962	24962	1,11	18,5	ns	131,6
Error1	2	44881	22441				
B	3	2676	892	0,20	3,5	ns	42,0
I x B	3	27977	9326	2,09	3,5	ns	59,4
Error2	12	53434	4453				
TOTAL	23	229629					

Πίνακας 6.6 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΠΟΡΟΥ (MOISTURE)

Blocks	1	4,6
	2	4,7
	3	4,7

Blocks x I	I1Block1	4,6
	I1Block2	4,7
	I1Block3	4,6
	I2Block1	4,5
	I2Block2	4,7
	I2Block3	4,7

Αρδεύσεις	I1	4,6
	I2	4,7

ΒιοΔιεγέρτες	B1	4,6
	B2	4,6
	B3	4,6
	C	4,7

Αλληλεπίδραση	I1B1	4,7
	I1B2	4,6
	I1B3	4,5
	I1C	4,6
	I2B1	4,5
	I2B2	4,6
	I2B3	4,7
	I2C	4,8

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	3,56	19,0		
I	1	0	0	0,96	18,5	ns	0,1
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,23	3,5	ns	0,1
I x B	3	0	0	2,76	3,5	ns	0,1
Error2	12	0	0				
TOTAL	23	0					

Πίνακας 6.7 ΕΛΑΙΟ ΣΠΟΡΟΥ (OIL)

Blocks	1	26,0
	2	24,9
	3	25,0

Blocks x I	I1Block1	25,9
	I1Block2	25,9
	I1Block3	24,7
	I2Block1	26,1
	I2Block2	23,8
	I2Block3	25,2

Αρδεύσεις	I1	25,5
	I2	25,0

ΒιοΔιεγέρτες	B1	25,4
	B2	25,0
	B3	25,1
	C	25,5

Αλληλεπίδραση	I1B1	25,1
	I1B2	25,0
	I1B3	26,0
	I1C	25,9
	I2B1	25,7
	I2B2	24,9
	I2B3	24,2
	I2C	25,2

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	6	3	0,73	19,0		
I	1	1	1	0,36	18,5	ns	1,8
Error1	2	8	4				
B	3	1	0	0,24	3,5	ns	0,8
I x B	3	5	2	0,94	3,5	ns	1,2
Error2	12	21	2				
TOTAL	23	42					

Πίνακας 6.8 ΠΡΩΤΕΙΝΗ ΣΠΟΡΟΥ (PROTEIN DRY BASIS)

Blocks	1	30,8
	2	33,6
	3	33,3

Blocks x I	I1Block1	32,1
	I1Block2	31,3
	I1Block3	34,4
	I2Block1	29,5
	I2Block2	36,0
	I2Block3	32,1

Αρδεύσεις	I1	32,6
	I2	32,5

ΒιοΔιεγέρτες	B1	31,9
	B2	32,7
	B3	34,1
	C	31,5

Αλληλεπίδραση	I1B1	33,3
	I1B2	33,8
	I1B3	32,5
	I1C	30,7
	I2B1	30,5
	I2B2	31,6
	I2B3	35,7
	I2C	32,3

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	39	19	0,56	19,0		
I	1	0	0	0,00	18,5	ns	5,2
Error1	2	69	35				
B	3	24	8	0,72	3,5	ns	2,1
I x B	3	37	12	1,13	3,5	ns	2,9
Error2	12	131	11				
TOTAL	23	300					

Πίνακας 6.9 ΣΤΑΧΤΗ ΣΠΟΡΟΥ (ASH DRY BASIS)

Blocks	1	5,2
	2	5,2
	3	5,2

Blocks x I	I1Block1	5,2
	I1Block2	5,2
	I1Block3	5,3
	I2Block1	5,1
	I2Block2	5,3
	I2Block3	5,1

Αρδεύσεις	I1	5,2
	I2	5,2

ΒιοΔιεγέρτες	B1	5,2
	B2	5,2
	B3	5,3
	C	5,2

Αλληλεπίδραση	I1B1	5,2
	I1B2	5,3
	I1B3	5,2
	I1C	5,2
	I2B1	5,1
	I2B2	5,1
	I2B3	5,3
	I2C	5,2

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	0,25	19,0		
I	1	0	0	0,25	18,5	ns	0,2
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	1,58	3,5	ns	0,1
I x B	3	0	0	1,39	3,5	ns	0,1
Error2	12	0	0				
TOTAL	23	0					

Πίνακας 6.10 ΞΗΡΗ ΙΝΑ ΣΠΟΡΟΥ (FIBER DRY)

Blocks	1	6,5
	2	6,3
	3	6,2

Blocks x I	I1Block1	6,3
	I1Block2	6,4
	I1Block3	6,2
	I2Block1	6,6
	I2Block2	6,2
	I2Block3	6,3

Αρδεύσεις	I1	6,3
	I2	6,4

ΒιοΔιεγέρτες	B1	6,4
	B2	6,4
	B3	6,2
	C	6,4

Αλληλεπίδραση	I1B1	6,3
	I1B2	6,3
	I1B3	6,2
	I1C	6,4
	I2B1	6,5
	I2B2	6,5
	I2B3	6,1
	I2C	6,4

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	0,59	19,0		
I	1	0	0	0,14	18,5	ns	0,4
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,97	3,5	ns	0,2
I x B	3	0	0	0,34	3,5	ns	0,3
Error2	12	1	0				
TOTAL	23	2					

Πίνακας 6.11 ΥΓΡΑΣΙΑ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (MOISTURE)

Blocks	1	3,3
	2	2,4
	3	3,6

Blocks x I	I1Block1	2,5
	I1Block2	2,0
	I1Block3	3,2
	I2Block1	4,2
	I2Block2	2,9
	I2Block3	3,9

Αρδεύσεις	I1	2,6
	I2	3,7

ΒιοΔιεγέρτες	B1	3,4
	B2	2,8
	B3	3,0
	C	3,2

Αλληλεπίδραση	I1B1	2,9
	I1B2	1,5
	I1B3	2,7
	I1C	3,1
	I2B1	4,0
	I2B2	4,1
	I2B3	3,2
	I2C	3,3

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	6	3	5,09	19,0		
I	1	7	7	12,14	18,5	ns	0,7
Error1	2	1	1				
B	3	1	0	0,49	3,5	ns	0,6
I x B	3	5	2	1,89	3,5	ns	0,8
Error2	12	11	1				
TOTAL	23	31					

Πίνακας 6.12 ΠΡΩΤΕΙΝΗ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (PROTEIN AS IS)

Blocks	1	5,5
	2	5,1
	3	5,4

Blocks x I	I1Block1	5,4
	I1Block2	5,1
	I1Block3	5,3
	I2Block1	5,7
	I2Block2	5,0
	I2Block3	5,4

Αρδεύσεις	I1	5,3
	I2	5,4

ΒιοΔιεγέρτες	B1	5,2
	B2	5,4
	B3	5,4
	C	5,4

Αλληλεπίδραση	I1B1	5,2
	I1B2	4,7
	I1B3	5,9
	I1C	5,2
	I2B1	5,2
	I2B2	6,0
	I2B3	4,8
	I2C	5,5

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	1	0	5,18	19,0		
I	1	0	0	0,75	18,5	ns	0,3
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,07	3,5	ns	0,5
I x B	3	4	1	2,51	3,5	ns	0,7
Error2	12	7	1				
TOTAL	23	13					

Πίνακας 6.13 ΣΤΑΧΤΗ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ASH IS)

Blocks	1	2,5
	2	2,2
	3	2,5

Blocks x I	I1Block1	2,3
	I1Block2	2,1
	I1Block3	2,3
	I2Block1	2,7
	I2Block2	2,3
	I2Block3	2,6

Αρδεύσεις	I1	2,2
	I2	2,5

ΒιοΔιεγέρτες	B1	2,4
	B2	2,4
	B3	2,4
	C	2,4

Αλληλεπίδραση	I1B1	2,3
	I1B2	1,9
	I1B3	2,4
	I1C	2,4
	I2B1	2,4
	I2B2	3,0
	I2B3	2,4
	I2C	2,4

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	36,30	19,0		
I	1	1	1	82,55	18,5	+	0,1
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,04	3,5	ns	0,3
I x B	3	1	0	2,36	3,5	ns	0,4
Error2	12	2	0				
TOTAL	23	4					

Πίνακας 6.14 NEUTRAL DETERGENT FIBER – NDF AS IS

Blocks	1	45,2
	2	46,4
	3	44,7

Blocks x I	I1Block1	45,4
	I1Block2	46,4
	I1Block3	45,3
	I2Block1	44,9
	I2Block2	46,4
	I2Block3	44,2

Αρδεύσεις	I1	45,7
	I2	45,2

ΒιοΔιεγέρτες	B1	45,0
	B2	46,4
	B3	45,1
	C	45,2

Αλληλεπίδραση	I1B1	45,6
	I1B2	46,9
	I1B3	44,2
	I1C	46,1
	I2B1	44,4
	I2B2	45,9
	I2B3	46,0
	I2C	44,2

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	12	6	9,79	19,0		
I	1	2	2	3,13	18,5	ns	0,7
Error1	2	1	1				
B	3	8	3	0,49	3,5	ns	1,4
I x B	3	12	4	0,79	3,5	ns	2,0
Error2	12	61	5				
TOTAL	23	96					

Πίνακας 6.15 ACID DETERGENT FIBER – ADF AS IS

Blocks	1	26,9
	2	28,1
	3	26,6

Blocks x I	I1Block1	27,4
	I1Block2	28,1
	I1Block3	27,1
	I2Block1	26,5
	I2Block2	28,0
	I2Block3	26,1

Αρδεύσεις	I1	27,5
	I2	26,9

ΒιοΔιεγέρτες	B1	26,9
	B2	27,9
	B3	27,0
	C	27,0

Αλληλεπίδραση	I1B1	27,4
	I1B2	28,6
	I1B3	26,5
	I1C	27,6
	I2B1	26,4
	I2B2	27,3
	I2B3	27,5
	I2C	26,3

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	9	5	10,46	19,0		
I	1	2	2	5,57	18,5	ns	0,6
Error1	2	1	0				
B	3	4	1	0,45	3,5	ns	1,1
I x B	3	6	2	0,60	3,5	ns	1,6
Error2	12	39	3				
TOTAL	23	62					

Πίνακας 6.16 ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗ ΙΝΑ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CRUDE FIBER)

Blocks	1	44,4
	2	48,7
	3	45,1

Blocks x I	I1Block1	46,8
	I1Block2	48,8
	I1Block3	45,8
	I2Block1	41,9
	I2Block2	48,5
	I2Block3	44,5

Αρδεύσεις	I1	47,1
	I2	45,0

ΒιοΔιεγέρτες	B1	45,6
	B2	46,8
	B3	46,4
	C	45,3

Αλληλεπίδραση	I1B1	47,5
	I1B2	50,3
	I1B3	44,5
	I1C	46,2
	I2B1	43,7
	I2B2	43,4
	I2B3	48,3
	I2C	44,5

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	84	42	3,54	19,0		
I	1	28	28	2,40	18,5	ns	3,0
Error1	2	24	12				
B	3	9	3	0,19	3,5	ns	2,4
I x B	3	90	30	2,03	3,5	ns	3,4
Error2	12	177	15				
TOTAL	23	411					

Πίνακας 6.17 ΛΙΠΗ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (FAT AS IS)

Blocks	1	1,72
	2	1,64
	3	1,76

Blocks x I	I1Block1	1,69
	I1Block2	1,61
	I1Block3	1,74
	I2Block1	1,76
	I2Block2	1,68
	I2Block3	1,78

Αρδεύσεις	I1	1,68
	I2	1,74

ΒιοΔιεγέρτες	B1	1,74
	B2	1,69
	B3	1,72
	C	1,69

Αλληλεπίδραση	I1B1	1,67
	I1B2	1,64
	I1B3	1,72
	I1C	1,69
	I2B1	1,80
	I2B2	1,75
	I2B3	1,72
	I2C	1,68

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	35,65	19,0		
I	1	0	0	22,90	18,5	+	0,0
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,12	3,5	ns	0,1
I x B	3	0	0	0,32	3,5	ns	0,1
Error2	12	0	0				
TOTAL	23	0					

Πίνακας 6.18 ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (CALICIUM AS IS)

Blocks	1	0,2
	2	0,2
	3	0,2

Blocks x I	I1Block1	0,2
	I1Block2	0,2
	I1Block3	0,2
	I2Block1	0,2
	I2Block2	0,2
	I2Block3	0,2

Αρδεύσεις	I1	0,2
	I2	0,2

ΒιοΔιεγέρτες	B1	0,2
	B2	0,2
	B3	0,2
	C	0,2

Αλληλεπίδραση	I1B1	0,2
	I1B2	0,2
	I1B3	0,2
	I1C	0,2
	I2B1	0,2
	I2B2	0,2
	I2B3	0,2
	I2C	0,2

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	0,32	19,0		
I	1	0	0	0,08	18,5	ns	0,0
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	1,28	3,5	ns	0,0
I x B	3	0	0	0,91	3,5	ns	0,0
Error2	12	0	0				
TOTAL	23	0					

Πίνακας 6.19 ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΞΗΡΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (PHOSPHORUS AS IS)

Blocks	1	0,0
	2	0,0
	3	0,0

Blocks x I	I1Block1	0,0
	I1Block2	0,0
	I1Block3	0,0
	I2Block1	0,0
	I2Block2	0,0
	I2Block3	0,0

Αρδεύσεις	I1	0,0
	I2	0,0

ΒιοΔιεγέρτες	B1	0,0
	B2	0,0
	B3	0,0
	C	0,0
Αλληλεπίδραση	I1B1	0,0
	I1B2	0,0
	I1B3	0,0
	I1C	0,0
	I2B1	0,0
	I2B2	0,0
	I2B3	0,0
	I2C	0,0

ANOVA SPLIT PLOT DESIGN						signif	t*SE/2
a/a	df	SS	MS	F	F(table)		
Blocks	2	0	0	0,49	19,0		
I	1	0	0	0,36	18,5	ns	0,0
Error1	2	0	0				
B	3	0	0	0,48	3,5	ns	0,0
I x B	3	0	0	1,88	3,5	ns	0,0
Error2	12	0	0				
TOTAL	23	0					

7. Βιβλιογραφία

- Ahmad, I., Pichtel, J., & Hayat, S. (Eds.). (2008). *Plant-bacteria interactions: strategies and techniques to promote plant growth*. John Wiley & Sons.
- Ahmad, R., Lim, C. J., & Kwon, S. Y. (2013). Glycine betaine: a versatile compound with great potential for gene pyramiding to improve crop plant performance against environmental stresses. *Plant Biotechnology Reports*, 7(1), 49-57.
- Allen Jr, L. H., Zhang, L., Boote, K. J., & Hauser, B. A. (2018). Elevated temperature intensity, timing, and duration of exposure affect soybean internode elongation, mainstem node number, and pod number per plant. *The Crop Journal*, 6(2), 148-161.
- Ashlock, L. (2014). Arkansas soybean handbook. Handbook MP 197. Univ of Arkansas Coop Ext Serv Little Rock, Arkansas.
- Basal, O., & Szabó, A. (2020). Yield and quality of two soybean cultivars in response to drought and N fertilization. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 203-210.
- Behie, S. W., & Bidochka, M. J. (2014). Nutrient transfer in plant–fungal symbioses. *Trends in plant science*, 19(11), 734-740.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327-1350.
- Boureima, S., Eyletters, M., Diouf, M., Diop, T. A., & Van Damme, P. (2011). Sensitivity of Seed Germination and Seedling Radicle Growth to Drought Stress in Sesame *Sesamum indicum* L. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5(6), 557.
- Burns, Donald; Ciurczak, Emil, eds. (2007). *Handbook of Near-Infrared Analysis, Third Edition (Practical Spectroscopy)*. pp. 349–369. [ISBN 9781420007374](https://doi.org/10.1002/9781420007374).
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, 383(1), 3-41.
- Carlson, J. B., & Lersten, N. R. (2004). Reproductive morphology. *Soybeans: improvement, production, and uses*, 16, 59-95.
- Chandra, P., Wunnavu, A., Verma, P., Chandra, A., & Sharma, R. K. (2021). Strategies to mitigate the adverse effect of drought stress on crop plants—influences of soil bacteria: A review. *Pedosphere*, 31(3), 496-509.
- Chang, C., Wang, B., Shi, L., Li, Y., Duo, L., & Zhang, W. (2010). Alleviation of salt stress-induced inhibition of seed germination in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by ethylene and glutamate. *Journal of plant physiology*, 167(14), 1152-1156.
- Cui, Y., Ning, S., Jin, J., Jiang, S., Zhou, Y., & Wu, C. (2020). Quantitative lasting effects of drought stress at a growth stage on soybean evapotranspiration and aboveground BIOMASS. *Water*, 13(1), 18.
- Davies A.M.C. (2022). An introduction to near infrared (NIR) spectroscopy. IMPublicationsOpen, Available online: [https://www.impopen.com/introduction-near-infrared-nir-spectroscopy#:~:text=The%20first%20\(near\)%20infrared%20spectra,of%20the%20liquids%20they%20investigated.](https://www.impopen.com/introduction-near-infrared-nir-spectroscopy#:~:text=The%20first%20(near)%20infrared%20spectra,of%20the%20liquids%20they%20investigated.)
- Deliopoulos, T., Kettlewell, P. S., & Hare, M. C. (2010). Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. *Crop Protection*, 29(10), 1059-1075.
- Dixit, A., Antony, J. I., Sharma, N. K., & Tiwari, R. K. (2011). 12. Soybean constituents and their functional benefits. *Research Signpost*, 37(661), 2.

- Dodd, I. C., Zinovkina, N. Y., Safronova, V. I., & Belimov, A. A. (2010). Rhizobacterial mediation of plant hormone status. *Annals of Applied Biology*, 157(3), 361-379.
- Dowling, D. K., & Simmons, L. W. (2009). Reactive oxygen species as universal constraints in life-history evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1663), 1737-1745.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14.
- El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., & Fawzy, Z. F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and biostimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3), 630-637.
- Ertani, A., Cavani, L., Pizzeghello, D., Brandellero, E., Altissimo, A., Ciavatta, C., & Nardi, S. (2009). Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *Journal of plant nutrition and soil science*, 172(2), 237-244.
- Espinosa-Martos, I., & Rupérez, P. (2006). Soybean oligosaccharides. Potential as new ingredients in functional food. *Nutricion Hospitalaria*, 21(1), 92-96.
- Feng, Y., Cui, C., Zhao, H., Gao, X., Zhao, M., & Sun, W. (2013). Effect of koji fermentation on generation of volatile compounds in soy sauce production. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(3), 609-619.
- Fu, X., Wang, J., Shangguan, T., Wu, R., Li, S., Chen, G., & Xu, S. (2022). SMXLs regulate seed germination under salinity and drought stress in soybean. *Plant Growth Regulation*, 96(3), 397-408.
- García-Martínez, A. M., Díaz, A., Tejada, M., Bautista, J., Rodríguez, B., Santa María, C., ... & Parrado, J. (2010). Enzymatic production of an organic soil biostimulant from wheat-condensed distiller solubles: Effects on soil biochemistry and biodiversity. *Process Biochemistry*, 45(7), 1127-1133.
- Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., Bateman, I. J., Benton, T. G., Bloomer, P., ... & Godfray, H. C. J. (2013). Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science*, 341(6141), 33-34.
- Goñi, O., Quille, P., & O'Connell, S. (2018). Ascophyllum nodosum extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 126, 63-73.
- Grajkowski, J., & Ochmian, I. (2007). Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 6(2), 29-36.
- Güzeler, N., & Yildirim, Ç. (2016). The utilization and processing of soybean and soybean products. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 30, 546-553.
- Han, M. L., Lv, Q. Y., Zhang, J., Wang, T., Zhang, C. X., Tan, R. J., ... & Chao, D. Y. (2022). Decreasing nitrogen assimilation under drought stress by suppressing DST-mediated activation of Nitrate Reductase 1.2 in rice. *Molecular Plant*, 15(1), 167-178.
- Hermann, F. J. (1962). *A revision of the genus Glycine and its immediate allies* (No. 1268). US Government Printing Office.
- Igiehon, N. O., Babalola, O. O., Cheseto, X., & Torto, B. (2021). Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiological Research*, 242, 126640.
- Javadimoghadam, A., Moghadam, A. L., & Danaee, E. (2015). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of nano-iron and zinc. *Int Res J Appl Basic Sci*, 9, 1477-1478.

- Johnson, N. C., & Graham, J. H. (2013). The continuum concept remains a useful framework for studying mycorrhizal functioning. *Plant and soil*, 363(1), 411-419.
- Kahraman, A. (2017). Nutritional value and foliar fertilization in soybean. *Journal of Elementology*, 22(1).
- Katiyar, D., Hemantaranjan, A., & Singh, B. (2015). Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plant: a review. *Indian Journal of Plant Physiology*, 20(1), 1-9.
- Kim, J., Yu, J. K., Rodroques, R., Kim, Y., Park, J., Jung, J. H., ... & Chung, Y. S. (2022). Case study: cost-effective image analysis method to study drought stress of soybean in early vegetative stage. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 25(1), 33-37.
- Kocira, S., Sujak, A., Kocira, A., Wójtowicz, A., & Oniszczyk, A. (2015). Effect of Fylloton application on photosynthetic activity of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 108-112.
- Kumaraswamy, R. V., Kumari, S., Choudhary, R. C., Sharma, S. S., Pal, A., Raliya, R., ... & Saharan, V. (2019). Salicylic acid functionalized chitosan nanoparticle: a sustainable biostimulant for plant. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 59-69.
- Lackey, J. A. (1977). *Neonotonia*, a new generic name to include *Glycine wightii* (Arnott) Verdcourt (Leguminosae, Papilionoideae). *Phytologia*, 37(3), 209-212.
- Lersten, N. R., & Carlson, J. B. (1987). Vegetative morphology. *Agronomy (USA)*.
- Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S. K., & Becker, D. F. (2013). Proline mechanisms of stress survival. *Antioxidants & redox signaling*, 19(9), 998-1011.
- Liu, K. (1997). Chemistry and nutritional value of soybean components. In *Soybeans* (pp. 25-113). Springer, Boston, MA.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), 139-158.
- Maini, P. (2006). The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. *Fertilitas Agrorum*, 1(1), 29-43.
- Mallarino, A. P., Haq, M. U., Wittry, D., & Bermudez, M. (2001). Variation in soybean response to early season foliar fertilization among and within fields. *Agronomy journal*, 93(6), 1220-1226.
- Marinho, J. P., Pagliarini, R. F., Molinari, M. D. C., Marcolino-Gomes, J., Caranhoto, A. L. H., Marin, S. R. R., ... & Mertz-Henning, L. M. (2022). Overexpression of full-length and partial DREB2A enhances soybean drought tolerance. *Agronomy Science and Biotechnology*, 8, 1-21.
- Messina, M. J. (1997). Soyfoods: Their role in disease prevention and treatment. In *Soybeans* (pp. 442-477). Springer, Boston, MA.
- Milić, B., Tarlanović, J., Keserović, Z., Magazin, N., Miodragović, M., & Popara, G. (2018). Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae*, 235, 214-220.
- Morales-Payan, J. P. (2013, June). Influence of foliar sprays of an amino acid formulation on fruit yield of 'Edward' mango. In *X International Mango Symposium 1075* (pp. 157-159).
- Nakagawa, A., Itoyama, H., Ariyoshi, Y., Ario, N., Tomita, Y., Kondo, Y., ... & Ishibashi, Y. (2018). Drought stress during soybean seed filling affects storage compounds through regulation of lipid and protein metabolism. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(6), 1-8.

- Novikova, L. Y., Bulakh, P. P., Nekrasov, A. Y., & Seferova, I. V. (2020). Soybean response to weather and climate conditions in the Krasnodar and Primorye Territories of Russia over the past decades. *Agronomy*, 10(9), 1278.
- Oldroyd, G. E., & Downie, J. A. (2008). Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 519-546.
- Pedersen, P., Boote, K. J., Jones, J. W., & Lauer, J. G. (2004). Modifying the CROPGRO-Soybean model to improve predictions for the upper Midwest. *Agronomy Journal*, 96(2), 556-564.
- Penalba, O. C., Bettolli, M. L., & Vargas, W. M. (2007). The impact of climate variability on soybean yields in Argentina. Multivariate regression. *Meteorological Applications: A journal of forecasting, practical applications, training techniques and modelling*, 14(1), 3-14.
- Pilon-Smits, E. A., Quinn, C. F., Tapken, W., Malagoli, M., & Schiavon, M. (2009). Physiological functions of beneficial elements. *Current opinion in plant biology*, 12(3), 267-274.
- Reis, S. P. D., Lima, A. M., & De Souza, C. R. B. (2012). Recent molecular advances on downstream plant responses to abiotic stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8628-8647.
- Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Advances in agronomy*, 124, 37-89.
- Schiavon, M., Ertani, A., & Nardi, S. (2008). Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(24), 11800-11808.
- Shea, Z., Singer, W. M., & Zhang, B. (2020). Soybean production, versatility, and improvement. *Legume Crops—Prospects, Production and Uses*.
- Subramanian, S., Stacey, G., & Yu, O. (2007). Distinct, crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends in plant science*, 12(7), 282-285.
- Sugano, M. (Ed.). (2005). *Soy in health and disease prevention*. CRC Press.
- Tarantino, A., Lops, F., Disciglio, G., & Lopriore, G. (2018). Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of 'Orange rubis®'apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. *Scientia Horticulturae*, 239, 26-34.
- Tejada, M., Rodríguez-Morgado, B., Gómez, I., Franco-Andreu, L., Benítez, C., & Parrado, J. (2016). Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. *European journal of agronomy*, 78, 13-19.
- Vaghar, M. S., Sayfzadeh, S., Zakerin, H. R., Kobraee, S., & Valadabadi, S. A. (2020). Foliar application of iron, zinc, and manganese nano-chelates improves physiological indicators and soybean yield under water deficit stress. *Journal of Plant Nutrition*, 43(18), 2740-2756.
- Verdcourt, B. (1966). A proposal concerning *Glycine* L. *Taxon*, 34-36.
- Vranova, V., Rejsek, K., Skene, K. R., & Formanek, P. (2011). Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant and Soil*, 342(1), 31-48.
- World Soybean Production (2018). Soy Meal Info Center. Available from: <https://www.soymeal.org/soy-meal-articles/world-soybean-production>
- Xiong, R., Liu, S., Considine, M. J., Siddique, K. H., Lam, H. M., & Chen, Y. (2021). Root system architecture, physiological and transcriptional traits of soybean (*Glycine max* L.) in response to water deficit: A review. *Physiologia Plantarum*, 172(2), 405-418.

- Zhengbin, Z., Ping, X., Hongbo, S., Mengjun, L., Zhenyan, F., & Liye, C. (2011). Advances and prospects: biotechnologically improving crop water use efficiency. *Critical reviews in biotechnology*, 31(3), 281-293.
- Zimmerli, L., Hou, B. H., Tsai, C. H., Jakab, G., Mauch-Mani, B., & Somerville, S. (2008). The xenobiotic β -aminobutyric acid enhances *Arabidopsis* thermotolerance. *The Plant Journal*, 53(1), 144-156.
- Zocchi, G., De Nisi, P., Dell'Orto, M., Espen, L., & Gallina, P. M. (2007). Iron deficiency differently affects metabolic responses in soybean roots. *Journal of experimental botany*, 58(5), 993-1000.
- Σπαθή, Ε. (2007). *Η καλλιέργεια της σόγιας* (Bachelor's thesis).