



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Π.Μ.Σ.: ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Ειδίκευση: Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επίδραση λιπάσματος ουρίας με παρεμποδιστές ουρέασης και νιτροποίησης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας Σόγιας (*Glycine max*)

Ελένη Β. Καραγιάννη



Επιβλέπων καθηγητής:
Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα
2020

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επίδραση λιπάσματος ουρίας με παρεμποδιστές ουρεάσης και νιτροποίησης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας Σόγιας (*Glycine max*)

Effect of urea with urease and nitrification inhibitors on agronomic and quality characteristics of soybean cultivation (*Glycine max*)

Ελένη Β. Καραγιάννη

Εξεταστική Επιτροπή:

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ

Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

Ηλίας Τραυλός, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Επίδραση λιπάσματος ουρίας με παρεμποδιστές ουρέασης και νιτροποίησης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας Σόγιας (*Glycine max*)

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Γεωργίας

Περίληψη

Στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών πραγματοποιήθηκε πείραμα σχετικά με την καλλιέργεια της Σόγιας. Η σπορά έλαβε χώρα στις 06/05/2020 και η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 08/09/2020.

Το θέμα της μελέτης αυτής ήταν η επίδραση λιπάσματος ουρίας με διπλούς παρεμποδιστές στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας σόγιας. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το Ύψος, το Νωπό και Ξηρό Βάρος, ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας, η Συγκέντρωση Χλωροφύλλης, η Θερμοκρασία Φυλλώματος, ο αριθμός των λοβών, ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό, το Βάρος Χιλίων Σπόρων, η απόδοση σε σπόρο καθώς και η περιεκτικότητα του σπόρου σε Πρωτεΐνη.

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων φαίνεται ότι οι διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως είναι το ύψος, το νωπό και ξηρό βάρος, στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), στον αριθμό των λοβών, στο βάρος χιλίων σπόρων, στην απόδοση σε σπόρο καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως στην περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη. Το λίπασμα ουρίας με τους διπλούς παρεμποδιστές και ειδικά η δόση των 75 kg/ha είχε τις υψηλότερες τιμές και τις σημαντικότερες διαφορές συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Επιστημονική περιοχή: καλλιέργεια σόγιας

Λέξεις-κλειδιά: Σόγια, ουρία, παρεμποδιστές αζώτου, απόδοση σε σπόρο, περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Effect of urea with urease and nitrification inhibitors on agronomic and quality characteristics of soybean cultivation (*Glycine max*)

Faculty of Crop Science
Laboratory of Agronomy

Abstract

Soybean (*Glycine max*) is one of the most important species of this family worldwide, with many and varied uses, such as food, feed and industry sector. The aim of this study was to evaluate the response to agronomic and qualitative characteristics of soybeans in urea fertilizers compared to new types of fertilizers.

A field experiment was carried out in the experimental field of the Agricultural University of Athens. The effect of three different fertilization implementations was studied in the crop of Soybean. It designed according to Randomized Complete Block Design, with 4 treatments (control, 100 kg ha⁻¹ urea, 100 kg ha⁻¹ urea with urease and nitrification inhibitors and 75 kg urea with urease and nitrification inhibitors) and 3 replications. There were studied several plant agronomic characteristics such as plant height, LAI and seed yield, as well as the seeds' protein content.

On the basis of the results, soybean can be grown in Greece due to the weather conditions as an irrigated crop with high production volumes and correspondingly high producer incomes. The economic, mainly, data of the past did not favor the cultivation of Soybean both in Europe and in our country. Nowadays, the data has changed and Greece has both the specifications and the prospect of becoming a country producing high quantities of organic Soybean.

Scientific area: soybean cultivation

Keywords: Soybean, human nutrition, urea, nitrogen inhibitors, seed yield, protein content

Ευχαριστίες

Πριν την παρουσίαση της μεταπτυχιακής μου μελέτης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους που συνέβαλαν στην πραγματοποίησή της.

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Δημήτριο Μπιλάλη, για τη συνεχή καθοδήγηση και συμπαράσταση κατά τη διάρκεια του πειράματος και της συγγραφής της εργασίας. Για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος καθώς και για το έναυσμα που μου έδωσε να ασχοληθώ με τον κλάδο της βιολογικής γεωργίας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω επίσης στον προπτυχιακό φοιτητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Θάνο Γλυμίτσα για την άριστη συνεργασία μας και την πολύτιμη βοήθεια του κατά την διεξαγωγή του πειράματος. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υποψήφιους Διδάκτορες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Στέλλα Καρυδόγιαννη και Αντιγολένα Φωλίνα καθώς και την μεταπτυχιακή φοιτήτρια Χαρά Ζήση για την συμπαράσταση και πολύτιμη βοήθειά τους καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος και διεξαγωγής του πειράματος.

Την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου και τους δικούς μου ανθρώπους που με στήριξαν και μου στάθηκαν κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Abstract	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1. Ψυχανθή.....	13
Συμβιωτική Δέσμευση του Αζώτου.....	13
1.2. Γενικά για τη Σόγια	14
Ιστορική αναδρομή	15
1.3. Σκοπός καλλιέργειας και Χρήσεις.....	16
1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	18
1.5. Βιολογικός κύκλος.....	20
1.6. Οικολογικά χαρακτηριστικά.....	21
1.7. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	22
1.7.1 Προετοιμασία εδάφους.....	22
1.7.2 Σπορά	23
1.7.3 Άρδευση.....	24
1.7.4 Λίπανση	25
Νέου Τύπου Λιπάσματα	26
Πλεονεκτήματα Νέου Τύπου Λιπασμάτων	27
1.7.5 Διαχείριση ζιζανίων	28
1.7.6 Συγκομιδή	30
1.7.7 Εχθροί και ασθένειες	31
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	32
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	32
3.1. Περιοχή Μελέτης.....	32
3.2. Φυτικό υλικό	33

3.3.	Πειραματικό σχέδιο	34
3.4.	Εδαφολογική ανάλυση αγρού.....	35
3.5.	Εγκατάσταση Πειραματικού Αγρού.....	36
3.6.	Λιπάσματα	36
3.7.	Καλλιεργητικές πρακτικές.....	37
3.8.	Προσδιορισμοί- Μετρήσεις	38
	Μέθοδος Kjeldahl	43
3.9.	Μετεωρολογικά δεδομένα	44
3.10.	Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	45
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
4.1.	Ύψος.....	45
4.2.	Νωπό Βάρος	47
4.3.	Ξηρό Βάρος	49
4.4.	Θερμοκρασία Φυλλώματος	51
4.5.	Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (SPAD).....	53
4.6.	Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)	55
4.7.	Αριθμός Λοβών ανά φυτό	57
4.8.	Μήκος Λοβών.....	60
4.9.	Αριθμό Σπόρων ανά Λοβό	62
4.10.	Βάρος Χιλίων Σπόρων.....	64
4.11.	Απόδοση	67
4.12.	Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη	69
5.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
	Ύψος	71
	Νωπό Βάρος.....	71
	Ξηρό Βάρος.....	72
	Θερμοκρασία Φυλλώματος.....	72
	Συγκέντρωση Χλωροφύλλης	73

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας	73
Αριθμός Λοβών ανά Φυτό	73
Μήκος λοβών & Αριθμός Σπόρων ανά λοβό.....	74
Βάρος Χιλίων Σπόρων & Απόδοση	74
Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη.....	75
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Αλεύρι σόγιας (Πηγή: ladishop.gr).....	13
Εικόνα 2. Λεκιθίνη σόγιας σε κάψουλες (Πηγή: prozis.com).....	17
Εικόνα 3. Κιμάς σόγιας (Πηγή: madameginger.com).....	18
Εικόνα 4. Κοτυληδόνες (Προσωπικό αρχείο)	15
Εικόνα 5. Πρώτα πραγματικά φύλλα (Προσωπικό αρχείο)	19
Εικόνα 6. Σύνθετα φύλλα (Προσωπικό αρχείο)	16
Εικόνα 7. Άνθη σόγιας (Προσωπικό αρχείο)	20
Εικόνα 8. Λοβοί σόγιας (Προσωπικό αρχείο).....	20
Εικόνα 9. Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων ανάπτυξης της σόγιας. Ως V-στάδια ορίζονται τα βλαστικά αναπτυξιακά στάδια και ως R τα αναπαραγωγικά. (Πηγή: Ψηφιακό αποθετήριο Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών).....	21
Εικόνα 10. Απεικόνιση πειραματικού αγρού σε earth map (Ιστοσελίδα google.gr/map)	33
Εικόνα 11. Σπόροι Σόγιας	34
Εικόνα 12. Χάραξη του αγροτεμαχίου	36
Εικόνα 13. Λιπάσματα.....	37
Εικόνα 14. Μέτρηση του ξηρού βάρους με ζυγό ακριβείας.....	40
Εικόνα 15. Μηχάνημα μέτρησης περιεκτικότητας χλωροφύλλης	41
Εικόνα 16. Μηχάνημα μέτρησης της θερμοκρασίας φυλλώματος.....	42

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1. Κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα τμήματα των φυτών καλλιέργειας σόγιας. (Πηγή: Παπακώστα, 2012, p.633).....	28
Πίνακας 2. Τα σπουδαιότερα αναμενόμενα ζιζάνια της σόγιας στην Ελλάδα (Πηγή: ΒΙΒΛΙΟ σελ. 231).....	30
Πίνακας 3. Στοιχεία φυτικού υλικού του πειράματος.....	41
Πίνακας 4. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του βιολογικού πειραματικού αγρού του εργοστασίου Γεωργίας ΓΠΑ.....	43
Πίνακας 5. Οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες τους μήνες κατά την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.....	51
Πίνακας 6. Ανάλυση διασποράς του Ύψους.....	52
Πίνακας 7. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ύψος by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	52
Πίνακας 8. Ανάλυση διασποράς του Νωπού Βάρους.....	54
Πίνακας 9. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for νωπό βάρος by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD.....	55
Πίνακας 10. Ανάλυση διασποράς του Ξηρού Βάρους.....	56
Πίνακας 11. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ξηρού βάρους by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD.....	57
Πίνακας 12. Ανάλυση διασποράς της Θερμοκρασίας Φυλλώματος.....	58
Πίνακας 13. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for θερμοκρασία φυλλώματος by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	59
Πίνακας 14. Ανάλυση διασποράς της Συγκέντρωσης Χλωροφύλλης	61
Πίνακας 15. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for συγκέντρωση χλωροφύλλης by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	61
Πίνακας 16. Ανάλυση διασποράς του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας.....	62
Πίνακας 17. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for δείκτη φυλλικής επιφάνειας by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	63

Πίνακας 18. Ανάλυση διασποράς των Λοβών/φυτό	65
Πίνακας 19. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for λοβούς by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	65
Πίνακας 20. Ανάλυση διασποράς του Μήκους των λοβών	67
Πίνακας 21. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for μήκος λοβών by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD.....	67
Πίνακας 22. Ανάλυση διασποράς του Αριθμού των Σπόρων ανά Λοβό	69
Πίνακας 23. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμό σπόρων/λοβό by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	70
Πίνακας 24. Ανάλυση διασποράς του Βάρους Χιλίων Σπόρων	72
Πίνακας 25. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ΒΧΣ by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD	72
Πίνακας 26. Ανάλυση διασποράς της Απόδοσης.....	74
Πίνακας 27. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for απόδοση by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD.....	74
Πίνακας 28. Ανάλυση διασποράς της Περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνη.....	76
Πίνακας 29. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for πρωτεΐνη by λίπανση) Method: 95.0 percent LSD.....	76
Πίνακας 30. Η επίδραση των επεμβάσεων της λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά	77

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Διακύμανση των βροχοπτώσεων (mm) και της μέσης θερμοκρασίας (°C) κατά τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.....	51
--	----

Διάγραμμα 2. Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	54
Διάγραμμα 3. Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	56
Διάγραμμα 4. Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	58
Διάγραμμα 5. Επίδραση της λίπανσης στη θερμοκρασία φυλλώματος. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	60
Διάγραμμα 6. Επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	62
Διάγραμμα 7. Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	64
Διάγραμμα 8. Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών ανά φυτό. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	66
Διάγραμμα 9. Η επίδραση της λίπανσης στο μήκος των λοβών στις 125 ημέρες από τη σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%	68
Διάγραμμα 10. Απεικόνιση των μέσων και των 95% διαστημάτων της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για το μήκος των λοβών ανάλογα με την λίπανση. (Όπου 1.Μάρτυρας 2.Ουρία 3.U+NI+UI 100 4.U+NI+UI 75).....	69

Διάγραμμα 11. Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των σπόρων ανά λοβό. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	71
Διάγραμμα 12. Απεικόνιση των μέσων και των 95% διαστημάτων της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό ανάλογα με την λίπανση. (Όπου 1.Μάρτυρας 2.Ουρία 3.U+NI+UI 100 4.U+NI+UI 75).....	71
Διάγραμμα 13. Επίδραση της λίπανσης στο Βάρος Χιλίων Σπόρων. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	73
Διάγραμμα 14. Επίδραση της λίπανσης στην Απόδοση σε Σπόρο.....	75
Διάγραμμα 15. Επίδραση της λίπανσης στην Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.....	77
Διάγραμμα 16. Γραμμική σχέση του Νωπού και Ξηρού Βάρους φυτών.....	79
Διάγραμμα 17. Γραμμική σχέση του Βάρους Χιλίων Σπόρων και της Απόδοσης.....	82
Διάγραμμα 18. Γραμμική σχέση της Περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνη και της Απόδοσης.....	83

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ψυχανθή

Τα ψυχανθή (Οικογένεια *Fabaceae-Leguminosae*) κατατάσσονται στη δεύτερη θέση, από πλευράς σπουδαιότητας, μετά από τα σιτηρά και γενικότερα τα αγρωστώδη. Η οικογένεια των ψυχανθών περιλαμβάνει 500 περίπου γένη φυτών με περισσότερα από 10.000 είδη. Για τις αναπτυσσόμενες περιοχές, όπου οι πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης είναι ανεπαρκείς και έχουν υψηλό κόστος, τα ψυχανθή αποτελούν την κύρια πηγή πρωτεΐνης στη διατροφή αυτών των πληθυσμών. Οι καρποί των ψυχανθών είναι πλούσιοι σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας.

Ωστόσο η μεγάλη σπουδαιότητα των ψυχανθών έναντι των άλλων καλλιεργειών έγκειται στην ικανότητά τους να δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και έτσι όχι μόνο να καλύπτουν σχεδόν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει τις ανάγκες τους σε άζωτο, αλλά και να εμπλουτίζουν το έδαφος με το σημαντικό αυτό θρεπτικό συστατικό, το οποίο χρησιμοποιεί η καλλιέργεια που θα ακολουθήσει (Παπακώστα, 2012). Αυτό κατά βάση οφείλεται στις συμβιωτικές σχέσεις που αναπτύσσουν τα φυτά με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αζωτοδέσμευση και αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ιδιότητες των ψυχανθών, όπου με την αξιοποίηση της ευνοείται η οικονομία σε αζωτούχα λιπάσματα και η προστασία του περιβάλλοντος από την έκπλυση των νιτρικών στα υπόγεια νερά. Η αζωτοδέσμευση των ψυχανθών συμβάλλει σημαντικά στον κύκλο του αζώτου στη φύση και στη διατήρηση της παραγωγικότητας των εδαφικών οικοσυστημάτων σε υψηλά επίπεδα. Η σημασία των ψυχανθών ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια. Αναφέρεται η εισαγωγή τους σε συστήματα αμειψισποράς των Αρχαίων Ελλήνων, Αιγυπτίων και Κινέζων.

Συμβιωτική Δέσμευση του Αζώτου

Ο ρόλος των ψυχανθών στη διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους ήταν γνωστός πολύ πριν τη χρησιμοποίηση των λιπασμάτων (Παπακώστα, 2012). Αζωτοδέσμευση ονομάζεται η βιολογική δέσμευση και αναγωγή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε αμμωνιακό ιόν. Οι οργανισμοί που έχουν την ικανότητα να εκτελούν αυτή την διεργασία ανήκουν στα βακτήρια, τα κυανοφύκη, τις λειχήνες και τις φτέρες. Αυτοί οι μικροοργανισμοί δημιουργούν δύο τύπους αζωτοδέσμευσης, ανάλογα με τη σχέση που αναπτύσσουν με το φυτό, μη συμβιωτική ή συμβιωτική (Tilak et al., 2005). Η αζωτοδέσμευση που γίνεται δίχως την παρουσία φυτού ξενιστή ονομάζεται μη συμβιωτική. Η αζωτοδέσμευση που γίνεται στις ρίζες των φυτών (ψυχανθών) ονομάζεται συμβιωτική, διότι προϋποθέτει τη συμβίωση του βακτηρίου με το ψυχανθές το οποίο έχει ρόλο τροφοδότη των μικροοργανισμών με υδατάνθρακες (παραγωγή ATP).

Το 1885 ο Frank χρησιμοποίησε τον όρο συμβίωση απλά για να χαρακτηρίσει τη συνύπαρξη δύο ανόμοιων οργανισμών. Όμως ο De Bary, χρησιμοποίησε τον όρο για να δηλώσει την κοινή διαβίωση παρασίτου-ξενιστή καθώς και τις σχέσεις βάσει των οποίων οι οργανισμοί βοηθούν ο ένας τον άλλο (Brundrett, 2004). Τα συστήματα μη-συμβιωτικής αζωτοδέσμευσης δεσμεύουν πολύ λιγότερο άζωτο απ' τα συμβιωτικά συστήματα όπου οι ξενιστές παρέχουν απευθείας στους συμβιώντες μικροοργανισμούς την απαιτούμενη ενέργεια και προστατεύουν το ενζυμικό σύστημα της νιτρογενάσης από απενεργοποίηση λόγω του οξυγόνου (Unkovich and Baldock, 2008).

➤ Ισοζύγιο αζώτου στο έδαφος

Από το ολικό άζωτο που συγκεντρώνουν τα καρποδοτικά ψυχανθή ένα μέρος προέρχεται από το άζωτο του εδάφους και το υπόλοιπο από τη συμβιωτική αζωτοδέσμευση. Με τη συγκομιδή των καρπών απομακρύνεται από τον αγρό η ποσότητα αζώτου, που συγκεντρώθηκε στον καρπό. Συνεπώς το άζωτο που προστίθεται στο έδαφος (ισοζύγιο N) λόγω της αζωτοδέσμευσης υπολογίζεται από την εξίσωση: $N = N_f - N_s$

Όπου N_f = άζωτο αζωτοδέσμευσης

N_s = ολικό άζωτο καρπού (από το έδαφος και την αζωτοδέσμευση) (Παπακώστα, 2012)

Η δέσμευση αζώτου μέσω της συμβίωσης των ψυχανθών με το *Rhizobium* είναι τεράστιας σημασίας για τη γεωργία, αφού αυξάνει τη διαθεσιμότητα του αζώτου στο έδαφος (Medigan et al., 2007). Τα φυμάτια των ριζών είναι πηγές αζώτου για τα ψυχανθή, καθιστώντας τα σχετικά πλούσια σε φυτικές πρωτεΐνες, ως αποτέλεσμα αυτού τα ψυχανθή είναι από τις καλύτερες πηγές φυτικών πρωτεϊνών. Μετά τη συγκομιδή, όλο το εναπομείναν άζωτο, το οποίο είναι ενσωματωμένο στα αμινοξέα μέσα στα υπόλοιπα μέρη του ψυχανθούς, απελευθερώνεται πίσω στο έδαφος. Έτσι, στο έδαφος τα αμινοξέα μετατρέπονται σε νιτρικά (NO_3^-), καθιστώντας το άζωτο διαθέσιμο σε άλλα φυτά, λειτουργώντας έτσι ως λίπασμα για την επόμενη καλλιέργεια. Η βιολογική αζωτοδέσμευση είναι η βασικότερη διαδικασία μέσω της οποίας το ατμοσφαιρικό άζωτο μετατρέπεται σε αφομοιώσιμες μορφές για τα φυτά και τα ζώα και συνεισφέρει 100-290 kg αζώτου/ha ανά έτος στη βιόσφαιρα (Hsu & Buckley, 2009).

Τα ψυχανθή αναφέρονται μερικές φορές ως χλωρή λίπανση (Varshney, 2013). Σε πολλές πρακτικές παραδοσιακής και βιολογικής καλλιέργειας, η εναλλαγή των καλλιεργειών με ψυχανθή είναι κοινή.

1.2. Γενικά για τη Σόγια

Ιστορική αναδρομή

Η σόγια είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα φυτά από τον άνθρωπο. Η μαρτυρία για την αρχαιότητα της βασίζεται στην ιερογλυφική ανάλυση της αρχαϊκής κινεζικής λέξης για τη σόγια “shu”, στο βιβλίο Ωδές και στις ορειχάλκινες επιγραφές (Τόλης, 1989). Προέρχεται από την Ανατολική Ασία όμως η καταγωγή της καλλιεργούμενης σόγιας δεν είναι ακριβώς γνωστή. Οι πρώτες αναφορές καλλιεργητικής δραστηριότητας σόγιας, καταγράφονται στην Κίνα, πιθανόν κατά τη διάρκεια της δυναστείας του Shang (περίπου 1700-1100 π.Χ.)

Έχουν εντοπιστεί πολλά ιστορικά κείμενα στα οποία η σόγια αναφέρεται ως κυρίαρχο όσπριο στην ασιατική ήπειρο και συγκεκριμένα στην Κίνα. Η πρώτη γραπτή πληροφορία για τη σόγια περιέχεται σε Κινεζικά βιβλία σχεδόν πριν το 3000 π.Χ. (Τόλης, 1989). Ο Κινέζος αυτοκράτορας Sheng Nung λέγεται ότι την αναφέρει σε μια δημοσίευση του το 2838 π.Χ (πιθανόν από λάθος) (Schery, 1972). Η σόγια από την αρχαιότητα ήταν από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στην Κίνα και θεωρήθηκε από τους Κινέζους ένα από τα πέντε ιερά φυτά. Ο αρχαίος Κινέζικος Πολιτισμός βασίστηκε στα πέντε αυτά φυτά, σιτάρι, σόγια, ρύζι, κεχρί και σόργο. Κατά την γιορτή της σποράς, τα φυτά αυτά τα έσπερνε ο ίδιος ο αυτοκράτορας της Κίνας με τα ίδια του τα χέρια. Το γεγονός ότι η διαδικασία της σποράς είχε μορφή θρησκευτικής τελετουργίας καθώς και το ότι υπήρχαν ποιήματα που εξυμνούσαν τις αρετές της σόγιας αποτελούν ένδειξη της διατροφικής της αξίας και της αξίας της για την ανθρώπινη ύπαρξη.

Η εξάπλωση της σόγιας, πέρα από τα αρχικά κέντρα καλλιέργειας της, έγινε πολύ αργά. Στην Ευρώπη υπάρχουν ιστορικά δεδομένα από το 1600 στην Ισπανία και στην Πορτογαλία που αναφέρουν την χρήση προϊόντων σόγιας (Shurtleff *et al.*, 2015). Πρώτος ο Γερμανός Kamfer, ο οποίος είχε επισκεφθεί την Ιαπωνία την περίοδο 1690-1692, έφερε τη σόγια στην Ευρώπη και της έδωσε το όνομα “Daidso mane” (Τόλης, 1989). Ωστόσο, οι πρώτες καλλιέργειες χρονολογούνται το 1740 στη Γαλλία, ενώ το 1861 και αργότερα 1876 υπάρχει καταγεγραμμένη καλλιεργητική δραστηριότητα σόγιας στην Ελβετία και στην Αυστρία αντίστοιχα (Shurtleff *et al.*, 2015). Στην Ελλάδα, η σόγια πρωτοεισήχθη το 1935.

Στις ΗΠΑ ο πρώτος που καλλιεργήσε σόγια ήταν ο Henry Yonge το έτος 1765. Μεταξύ 1804-1890 καλλιεργείται σποραδικά και πειραματικά ενώ το 1890 η έρευνα για τη σόγια εντατικοποιείται. Στη δεκαετία 1920-1930 χρησιμοποιείται κυρίως για βοσκή ζώων και μέχρι το 1938 η καλλιέργεια έφτασε τα 40 εκατομμύρια στρέμματα. Σήμερα στις ΗΠΑ είναι μία από τις σπουδαιότερες καλλιέργειες. Οι κυριότερες χώρες καλλιέργειας σόγιας είναι οι ΗΠΑ, η Βραζιλία, η Κίνα και η Αργεντινή.

1.3. Σκοπός καλλιέργειας και Χρήσεις

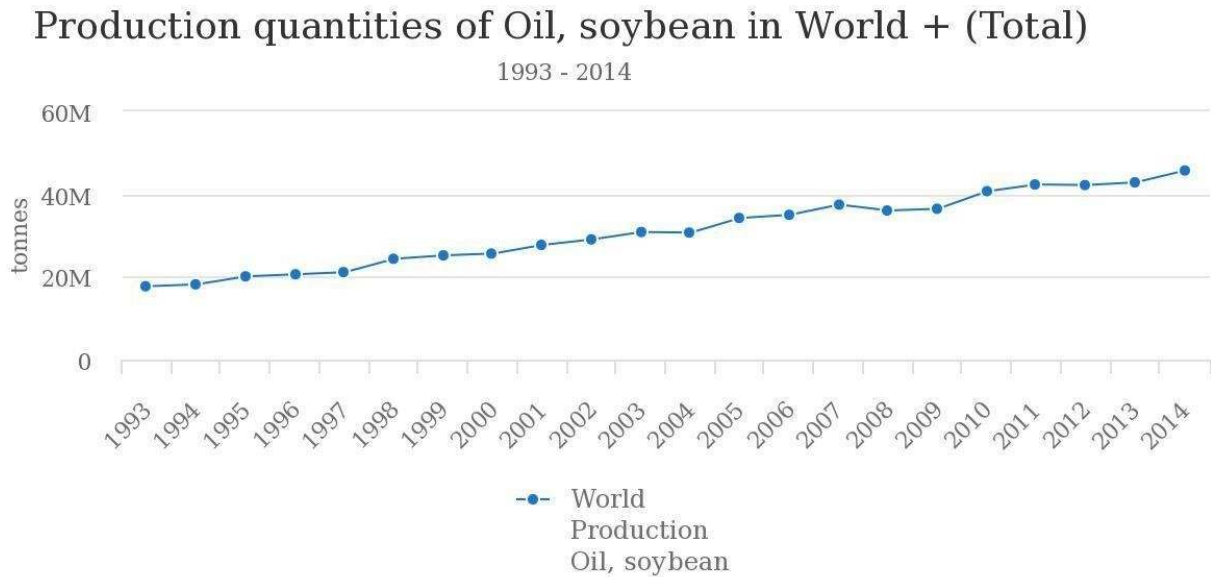
Τα ψυχανθή καλλιεργούνται κυρίως για τους σπόρους τους, που ονομάζονται όσπρια, για ζωοτροφές και ενσίρωση καθώς και ως χλωρή λίπανση. Μπορούν να ανήκουν σε πολλές γεωργικές κατηγορίες, ως κτηνοτροφικά, καρποδοτικά, για τα άνθη, για φαρμακευτικές/ βιομηχανικές χρήσεις, για αγρανάπωση/ χλωρή λίπανση και ως είδη ξυλείας. Τα περισσότερα είδη που καλλιεργούνται, στο εμπόριο συμπληρώνουν ταυτόχρονα δύο ή περισσότερους ρόλους ανάλογα με το βαθμό ωριμότητάς τους κατά τη συγκομιδή.

Συγκεκριμένα, η σόγια καλλιεργείται κυρίως για τους σπόρους της, οι οποίοι συνήθως μετά από βιομηχανική επεξεργασία χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων και ως πηγή παραγωγής λαδιού (Παπακώστα, 2012). Ο σπόρος περιέχει 40-43% πρωτεΐνη, 20% λιπαρές ουσίες, 34% υδατάνθρακες, 5% τέφρα, 5,3% ίνες καθώς και βιταμίνες και ανόργανα άλατα. Η κύρια χρήση του σπόρου είναι για την παραγωγή αλεύρου, το οποίο προστίθεται στα σιτηρέσια των ζώων ως πρωτεϊνούχο συμπλήρωμα. Ως υποπροϊόν εξάγεται λάδι το οποίο χρησιμοποιείται ως βρώσιμο και έχει πολλές βιομηχανικές χρήσεις. Σήμερα η καλλιέργεια της σόγιας γίνεται κυρίως για την παραγωγή σογιάλεου και δευτερευόντως για την παραγωγή λαδιού.

Το σογιάλεο χρησιμοποιείται κυρίως σαν ζωοτροφή, που για τα παμφάγα ζώα είναι σχεδόν αναντικατάστατο και έχει πρωτεΐνες από 43-50%. Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2002) το 65% των φυτικών πρωτεϊνών στα σιτηρέσια των ζώων προέρχονται από τη σόγια (Παπακώστα, 2012). Οι πρωτεΐνες της σόγιας είναι υψηλής βιολογικής αξίας από άποψη περιεκτικότητας σε απαραίτητα αμινοξέα και έχουν αρκετές ομοιότητες με τις ζωικές πρωτεΐνες. Το σογιάλεο που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση είναι τριών κατηγοριών, στο σογιάλεο και χονδροσογιάλεο με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 40-50%, τα συμπυκνωμένα πρωτεϊνούχα παρασκευάσματα με πρωτεΐνη τουλάχιστον 70% και τα εξαιρετικά συμπυκνωμένα πρωτεϊνούχα παρασκευάσματα με πρωτεΐνη τουλάχιστον 90% (isolates). Τα συμπυκνώματα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή γάλακτος, τυριού, για τον εμπλουτισμό σε πρωτεΐνες των διάφορων αλλαντικών και δεδομένου ότι έχουν την ικανότητα να πάρουν οποιοδήποτε σχήμα, χρώμα και άρωμα, χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τεχνητού κρέατος.

Το σογιέλαιο κατατάσσεται στα ημιξηραινόμενα έλαια. Θεωρείται πολύ καλό λάδι για την διατροφή του ανθρώπου καθώς είναι πλούσιο σε λινελαικό και λινολενικό οξύ. Ιδιαίτερα οι διαβητικοί θα πρέπει να χρησιμοποιούν στη διατροφή τους λάδια πλούσια στα οξέα αυτά για την πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων, των εγκεφαλικών επεισοδίων και της αμφιβληστροειδοπάθειας που προκαλεί τύφλωση, λόγω της αύξησης των τριγλυκεριδίων και της χοληστερόλης του αίματος. Όμως

η χρήση του μειώνεται συνεχώς λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λινολενικό οξύ, το οποίο υφίσταται οξειδωτική διάσπαση σχηματίζοντας προϊόντα οξειδωτικής διασπάσεως. Οι ουσίες αυτές προσδίδουν στο λάδι δυσάρεστες οσμές και είναι επιβλαβείς για τον οργανισμό. Ένα μεγάλο μέρος από το παραγόμενο σογιέλαιο χρησιμοποιείται για την παρασκευή μαργαρινών ενώ επίσης από τον εξευγενισμό του σογιέλαιου παράγεται η λεκιθίνη, η οποία έχει πολλές εφαρμογές και χρήσεις.



Source: FAOSTAT (Aug 03, 2020)



Εικόνα 1. Αλεύρι σόγιας (Πηγή: ladishop.gr)



Εικόνα 2. Λεκιθίνη σόγιας σε κάψουλες (Πηγή: prozis.com)



Εικόνα 3. Κιμάς σόγιας (Πηγή: madameginger.com)

1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η σόγια, *Glycine max* (L) Merrill, η οποία ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών Fabaceae ή Leguminosae ή Papilionaceae, είναι ετήσιο ποώδες φυτό των θερμών κλιμάτων με όρθια ανάπτυξη. Ο κύριος βλαστός είναι κυλινδρικός, χνουδωτός με ύψος περίπου 75 cm όπου μπορεί να φτάσει και τα 150 cm. Στις καλλιεργούμενες ποικιλίες σόγιας διακρίνονται τρεις τύποι βλαστών, περιορισμένης, ημι-περιορισμένης και συνεχούς ανάπτυξης. Οι ποικιλίες οι οποίες συνήθως καλλιεργούνται στο Β. Ημισφαίριο είναι συνεχούς ανάπτυξης ενώ αυτές του Ν. Ημισφαιρίου κυρίως περιορισμένης ανάπτυξης (Παπακώστα, 2012). Ο κύριος βλαστός διακλαδίζεται από τους κατώτερους κόμβους και το χρώμα του είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας.

Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα που μπορεί να φτάσει σε βάθος 1,5 m και από πολλές πλάγιες διακλαδώσεις, ο κύριος όγκος των οποίων βρίσκεται στα πρώτα 25-10 cm. Στις ρίζες της σόγιας όπως και στις ρίζες όλων των ψυχανθών σχηματίζονται χαρακτηριστικές εξογκώσεις, τα φυμάτια, που είναι αποτέλεσμα της συμβίωσης των ψυχανθών με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια. Αρχικά τα φυμάτια εμφανίζονται 7-10 ημέρες μετά τη σπορά στο επάνω μέρος της πασσαλώδους ρίζας και αυτά υποστηρίζουν με άζωτο το φυτό στην πρώτη του ανάπτυξη.

Τα πρώτα πραγματικά φύλλα της σόγιας, εκτός από τα φύλλα των κοτυληδόνων, είναι απλά και εκφύονται αντίθετα. Τα υπόλοιπα φύλλα είναι σύνθετα, χνουδωτά, εκφύονται κατ' εναλλαγή με τρία ωοειδή φυλλάρια και φέρουν παράφυλλα (Παπακώστα, 2012). Τα φύλλα έχουν συνήθως σκούρο πράσινο αλλά και ανοικτό πράσινο χρώμα και με την ξήρανση των λοβών τα φύλλα παίρνουν κίτρινο χρώμα και πέφτουν, γεγονός που διευκολύνει την συγκομιδή.

Τα άνθη εκφύονται σε βοτρυώδεις ταξιανθίες, από τη μασχάλη των φύλλων. Ο αριθμός των ανθέων σε κάθε ταξιανθία μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 20 μικρά άνθη λευκού ή κοκκινωπού χρώματος. Το άνθος είναι το χαρακτηριστικό ψυχόμορφο άνθος των ψυχανθών, που μοιάζει με ψυχή, πεταλούδα. Ο κάλυκας είναι 5μερής, συσσέπαλος, δημιουργώντας ένα είδος σωλήνα και τα δόντια του κάλυκα είναι ανισομήκη ή σχεδόν ισομήκη. Η στεφάνη αποτελείται από πέντε πέταλα τριών διαφορετικών ειδών. Το μεγαλύτερο, ο πέτασος, είναι το πιο εξωτερικό πέταλο του άνθους. Τα δύο πλευρικά πέταλα, που ονομάζονται πτέρυγες, είναι όμοια μεταξύ τους και ελεύθερα το ένα από το άλλο. Τα άλλα δύο πέταλα συμφύονται με τα χείλη τους και σχηματίζουν την τρόπιδα, η οποία κατά το μεγαλύτερο μέρος της ή σχεδόν εξ ολοκλήρου καλύπτεται από τις πτέρυγες.

Ο καρπός είναι λοβός με δύο τοιχώματα, τα οποία συνδέονται με δυο ραφές. Είναι τριχωτός, με σχήμα επίμηκες ή ελαφρά δρεπανοειδές, μήκους 2-10 cm. Το χρώμα κατά την ωρίμανση συνήθως είναι καφέ ή μαύρο αλλά και πράσινο ή ελαφρώς κοκκινωπό. Κάθε λοβός περιέχει τρεις και περιστασιακά περισσότερους σπόρους.

Οι σπόροι είναι σφαιρικοί με ελαφρώς ωοειδές σχήμα και διάμετρο 5-10 mm. Το περισπέρμιο είναι λείο και γυαλιστερό με έναν ευδιάκριτο οφθαλμό. Το χρώμα ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, μπορεί να είναι κίτρινο, πράσινο, καφέ, κόκκινο, μαύρο, ελαφρώς κηλιδωμένο ή δίχρωμο. Οι σπόροι με ανοικτό κίτρινο χρώμα περισπερμίου και κοτυληδόνων, είναι οι πιο αποδεκτοί από τη βιομηχανία για παραγωγή προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση και εξαγωγή λαδιού.



Εικόνα 4. Κοτυληδόνες (Προσωπικό αρχείο)



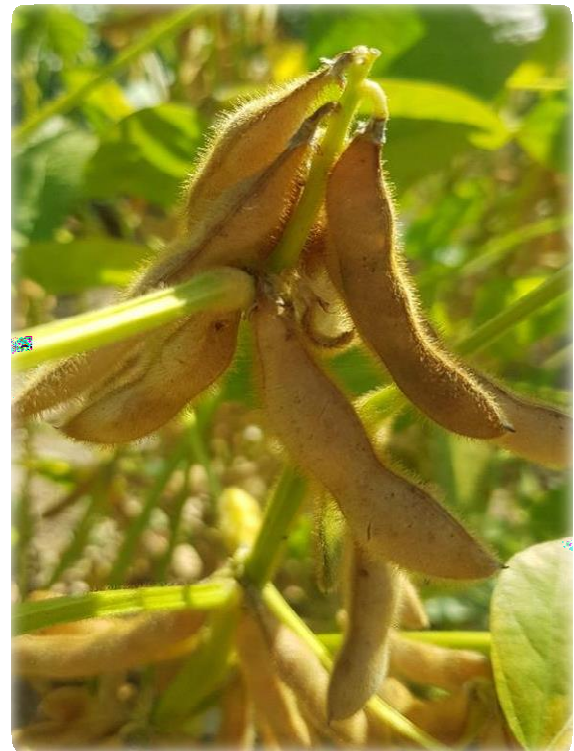
Εικόνα 5. Πρώτα πραγματικά φύλλα (Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 6. Σύνθετα φύλλα (Προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 7. Άνθη σόγιας (Προσωπικό αρχείο)

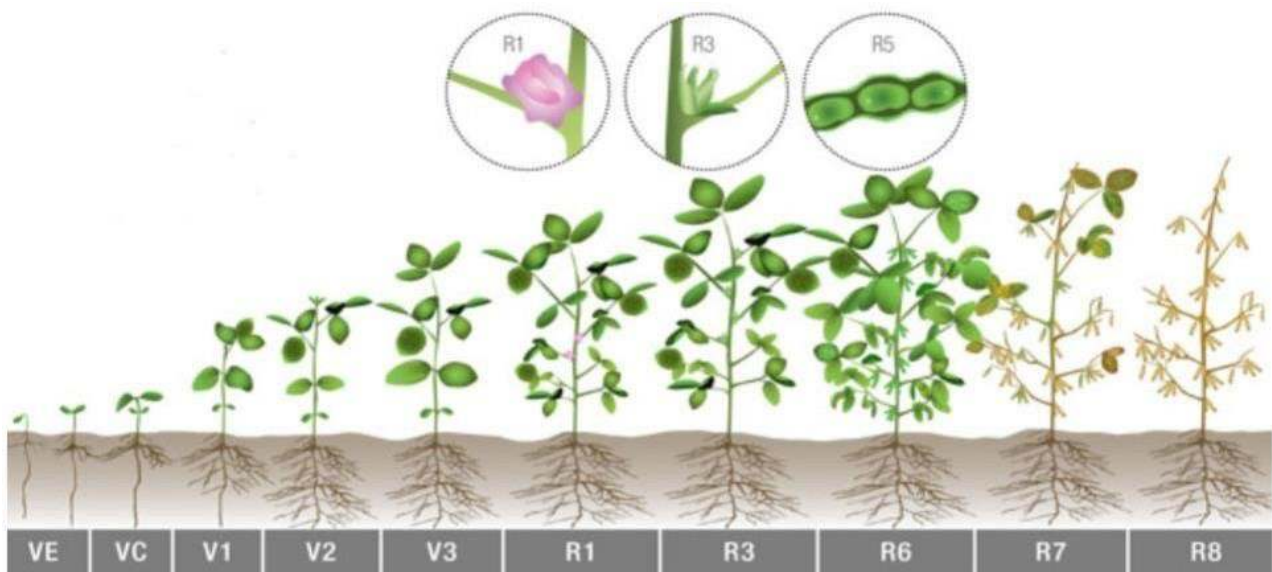


Εικόνα 8. Λοβοί σόγιας σε δύο διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (Προσωπικό αρχείο)

1.5.Βιολογικός κύκλος

Το φύτεμα της σόγιας είναι επίγειο και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες η εμφάνιση των φυτών πάνω από το έδαφος αρχίζει 4-5 ημέρες μετά τη σπορά. Ο βιολογικός κύκλος του φυτού ποικίλει ανάλογα με το κλίμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες και η επιλογή των ποικιλιών γίνεται ανάλογα

με την εποχή σποράς (ανοιξιάτικη- επίσπορη). Στην ανοιξιάτικη σπορά (τέλος Απριλίου- αρχές Μαΐου) συνίσταται η επιλογή ποικιλιών μεγάλου βιολογικού κύκλου (συνήθως 90 ημερών) ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή παραγωγή. Ενώ στην επίσπορη καλλιέργεια συνίσταται η χρήση ποικιλιών μικρότερου βιολογικού κύκλου (60-72 ημερών) ώστε η συγκομιδή να γίνει έγκαιρα (τέλη Σεπτεμβρίου- αρχές Οκτωβρίου) και να αποφευχθούν ενδεχόμενα προβλήματα κακοκαιρίας (Μαυρομάτης, 2015). Η έναρξη της άνθησης καθορίζεται από το γενότυπο και επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες, κυρίως από τη φωτοπερίοδο, και γίνεται ορατή 25-50 ημέρες από τη σπορά. Η άνθηση και ο σχηματισμός λοβών συνήθως διαρκούν 20-30 ημέρες. Οι λοβοί γίνονται ορατοί εντός πέντε περίπου ημερών και αναπτύσσονται βραδέως τις πρώτες ημέρες μετά τη γονιμοποίηση. Στη συνέχεια ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνει για 15-20 ημέρες μέχρι ο λοβός να πάρει το μέγιστο μήκος του (Παπακώστα, 2012). Η ωρίμανση των λοβών και των σπόρων ολοκληρώνεται 50-80 ημέρες από τη γονιμοποίηση.



Εικόνα 9. Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων ανάπτυξης της σόγιας. Ως V-στάδια ορίζονται τα βλαστικά αναπτυξιακά στάδια και ως R τα αναπαραγωγικά. (Πηγή: Ψηφιακό αποθετήριο Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών)

1.6. Οικολογικά χαρακτηριστικά

Η σόγια είναι φυτό θερμών- εύκρατων κλιμάτων, βραχείας φωτοπεριόδου. Η ελάχιστη θερμοκρασία για ικανοποιητικό φύτρωμα είναι μεταξύ 10 και 15 °C ενώ οι χαμηλές νυκτερινές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του φυτρώματος καθυστερούν την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί

να επιταχύνουν την άνθηση. Η ευνοϊκότερη μέση θερμοκρασία καλλιέργειας είναι μεταξύ 28 και 30 °C ενώ οι ακραίες υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα επιζήμιες. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 24 °C παρατηρείται καθυστέρηση της άνθησης και οι μεγάλες περίοδοι συννεφιάς επιμηκύνουν τη βλαστική περίοδο σε βάρος της απόδοσης σε σπόρο. Αντίστοιχα, σε θερμοκρασίες μικρότερες από 15 °C λόγω απόρριψης των ανθέων και κακής γονιμοποίησης οι λοβοί δεν σχηματίζονται. Επίσης απόρριψη των ανθέων και των λοβών παρατηρείται και σε υψηλές θερμοκρασίες, μεγαλύτερες από 40 °C.

Η σόγια μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών, αλλά επιθυμητό θα ήταν να αποφεύγονται τα αμμώδη και τα εδάφη με κακή στράγγιση. Τα καταλληλότερα εδάφη για την καλλιέργεια θεωρούνται τα πηλώδη καθώς σε αυτά εμφανίζονται οι υψηλότερες αποδόσεις. Προσαρμόζεται σε εδάφη με εύρος τιμών pH από 5,8 έως 7, το καταλληλότερο όμως είναι pH 6 με 6,5. Σε όξινα εδάφη μειώνεται η δραστηριότητα των αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων και η διαθεσιμότητα του μαγνησίου (Mg) και του ασβεστίου (Ca). Ενώ σε εδάφη με pH μεγαλύτερο από 7,5 και υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο (Ca) παρουσιάζεται χλώρωση στα φύλλα και η απόδοση είναι μειωμένη (Μαυρομάτης, 2015). Εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα βορίου (B) επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση καθώς η σόγια είναι ευαίσθητη στο στοιχείο αυτό (Παπακώστα, 2012). Κατατάσσεται στα φυτά με μέτρια αντοχή στην αλατότητα του εδάφους με όριο τα 5 dSm⁻¹ (Fageria κ.α. 1991).

1.7. Καλλιεργητικές φροντίδες

1.7.1 Προετοιμασία εδάφους

Οι σπόροι πρέπει να τοποθετηθούν σε ένα σταθερό, αεριζόμενο και καλά δομημένο έδαφος ώστε να επιτευχθεί η ταχεία βλάστηση και η ανάπτυξη των φυτών. Η προετοιμασία του εδάφους στοχεύει στην παροχή αυτών των ευνοϊκών συνθηκών. Συγκεκριμένα για την καλλιέργεια της σόγιας ακολουθείται η κατεργασία του εδάφους που εφαρμόζεται στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες. Συνοπτικά περιλαμβάνει φθινοπωρινό όργωμα, καταπολέμηση των ζιζανίων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προετοιμασία της σποροκλίνης για τη σπορά (Παπακώστα, 2012). Η ετοιμασία της σποροκλίνης απαιτεί ένα όργωμα σε βάθος 20 με 30 cm και στη συνέχεια ένα πέραςμα με καλλιεργητή ή δισκοσβάρνα ανάλογα με την κατάσταση του εδάφους (Μαυρομάτης, 2015). Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά την δημιουργία καλής και επίπεδης σποροκλίνης ώστε να διευκολυνθεί το φύτεμα και η έξοδος των κοτυληδόνων αλλά και η μηχανική συγκομιδή των κατώτερων λοβών. Σε ορισμένες περιοχές εφαρμόζονται με επιτυχία και οι τεχνικές της μειωμένης κατεργασίας, αρκεί να ληφθεί

μέριμνα για την καλή αντιμετώπιση των ζιζανίων, γιατί η σόγια δεν μπορεί να ανταγωνισθεί μεγάλο πληθυσμό ζιζανίων (Παπακώστα, 2012).



Εικόνα 10. Απεικόνιση της κατεργασίας του εδάφους πριν την σπορά (Προσωπικό αρχείο)

1.7.2 Σπορά

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρο. Η ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το μέγεθος, τη βλαστική του ικανότητα και την ακεραιότητα του. Απαιτούνται περίπου 6-8 kg σπόρου/στρ. Ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους και την καλλιεργητική τεχνική οι μέγιστες αποδόσεις λαμβάνονται με πυκνότητα 25.000-40.000 φυτά/στρ ενώ για την χώρα μας ο κατάλληλος πληθυσμός προσδιορίστηκε στα 30.000-35.000 φυτά/στρ (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, αδημοσίευτα δεδομένα, Κατράνης 1989) (Παπακώστα, 2012). Για τα δεδομένα της χώρας μας η σπορά μπορεί να γίνει από μέσα Απριλίου έως μέσα Μαΐου όταν πρόκειται για κύρια καλλιέργεια. Σαν επίσπορη καλλιέργεια σπέρνεται αμέσως μετά την συγκομιδή της κύριας καλλιέργειας. Γενικά η απόδοση της σόγιας μειώνεται σημαντικά με την καθυστέρηση της σποράς και δεν αναπληρώνεται με την αύξηση της πυκνότητας. Με δεδομένο τον πληθυσμό των φυτών ανά στρέμμα, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών μπορεί να κυμαίνονται από 20-90 cm, αν και τα

τελευταία χρόνια υπάρχει μία τάση προς τις στενές γραμμές 20-25 cm, και το συνιστώμενο βάθος σποράς κυμαίνεται από 3 έως 5 cm και δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 7,5 cm.

1.7.3 Άρδευση

Οι απαιτήσεις της σόγιας σε νερό κυμαίνονται από 500 έως 1000 mm και εξαρτώνται από το είδος του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες και τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου. Οι ανάγκες της σε νερό είναι μικρές στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά την ωρίμανση, ενώ αυξημένες είναι κατά τη διάρκεια της άνθησης και του γεμίσματος των σπόρων. Κρίσιμο στάδιο θεωρείται η έναρξη του δεσίματος των λοβών και το πέρας της ανθοφορίας. Μικρές περίοδοι έλλειψης νερού κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων μπορεί να έχουν μεγαλύτερες από τις αναμενόμενες δυσμενείς επιπτώσεις στην απόδοση (Brevedan and Egli 2003) (Παπακώστα, 2012). Γενικά οι μέγιστες αποδόσεις και η καλύτερη αξιοποίηση του νερού επιτυγχάνονται όταν το διαθέσιμο νερό στο ριζόστρωμα δεν έχει εξαντληθεί περισσότερο από 50-60% (Fageria κ.α 1991) (Παπακώστα, 2012)



Εικόνα 11. Καλλιέργεια σόγιας με σύστημα στάγδην άρδευσης (Προσωπικό αρχείο)

1.7.4 Λίπανση

Η σόγια έχει σχετικά υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Το **άζωτο** χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερες ποσότητες από κάθε άλλο στοιχείο. Οι ανάγκες της σόγιας σε άζωτο καλύπτονται από δύο πηγές, το έδαφος και τη συμβιωτική αζωτοδέσμευση. Πιο συγκεκριμένα από τη βιβλιογραφία φαίνεται ότι κατά 40-70% των αναγκών σε άζωτο καλύπτονται από τη δραστηριότητα των ριζοβακτηρίων, εφ' όσον γίνει καλός εμβολιασμός και το υπόλοιπο άζωτο το παίρνει από το έδαφος (Τόλης, 1989). Γενικά η εφαρμογή του αζώτου κατά τη σπορά δεν θεωρείται απαραίτητη επειδή μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς το σχηματισμό φυματίων γι' αυτό προκειμένου να αποφευχθεί η παρεμπόδιση της αζωτοδέσμευσης, το συμπληρωματικό άζωτο που χρειάζεται μπορεί να εφαρμοσθεί στα στάδια της αναπαραγωγικής ανάπτυξης του φυτού (Παπακώστα, 2012). Η ζήτηση αζώτου από τους σπόρους σόγιας κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων είναι πολύ υψηλή και έχει θεωρηθεί ως η αιτία της ανακινητοποίησης του αζώτου και της γήρανσης των φύλλων (Flavio et al., 2004). Συνεπώς με την προσθήκη επιφανειακής αζωτούχου λίπανσης κατά τη διάρκεια γεμίσματος των σπόρων παρατηρείται αύξηση της απόδοσης και βελτίωση της ποιότητας λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Ο τύπος του αζωτούχου λιπάσματος που θα χρησιμοποιηθεί έχει μικρή σημασία, οι πιο συνηθισμένοι τύποι είναι η θειική αμμωνία, η ουρία και η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία. Τέλος, αναφέρεται ότι όταν η σόγια καλλιεργείται σε αμειψισπορά με καλλιέργειες που λιπαίνονται ισχυρά και στο έδαφος υπάρχουν τα κατάλληλα ριζόβια ή γίνεται εμβολιασμός, δεν χρειάζεται αζωτούχο λίπανση, γιατί ικανοποιεί τις ανάγκες της με την αζωτοδέσμευση και το υπολειμματικό άζωτο του εδάφους (Παπακώστα, 2012).

Η σόγια απορροφά σημαντικές ποσότητες φωσφόρου και καλίου, η προσθήκη των οποίων εκτός από την αύξηση της απόδοσης βελτιώνει και την ποιότητα των σπόρων ενώ επίσης αυξάνουν και τον αριθμό των σχηματιζόμενων φυματίων στις ρίζες.

Ο **φώσφορος** είναι απαραίτητος στα φυτά γιατί είναι ο μεταφορέας της ενέργειας. Η πρόσληψη φωσφόρου γίνεται σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξης του φυτού αλλά οι μεγαλύτερες ανάγκες του καλύπτονται μεταξύ πλήρους άνθησης και ωρίμανσης. Ο φώσφορος δεν μετακινείται εύκολα στο έδαφος, πρακτικά μένει αμετακίνητος, γι' αυτό η προσθήκη του με λίπανση πρέπει να γίνεται σε βάθος. Η σόγια δεν δείχνει ιδιαίτερα συμπτώματα σε περίπτωση έλλειψης.

Το **κάλιο** είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη του φυτού και έχει καθοριστικό ρόλο στη θρεπτική ισορροπία ενώ παράλληλα επηρεάζει και την πρόσληψη του ασβεστίου και του μαγνησίου. Η λίπανση με το στοιχείο αυτό αυξάνει σημαντικά τον αριθμό λοβών ανά φυτό και την παραγωγή σπόρου. Η πρόσληψή του μειώνεται σταδιακά από το στάδιο σχηματισμού των σπόρων

στους λοβούς και ολοκληρώνεται πριν την ωρίμανση. Το κάλιο παρουσιάζει μικρή κινητικότητα στο έδαφος με το νερό του ποτίσματος ή των βροχοπτώσεων γι' αυτό πρέπει να τοποθετείται σε βάθος με φρεζάρισμα του χωραφιού.

Ο φωσφόρος αυξάνει την περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη και φωσφόρο, ενώ το κάλιο αυξάνει την περιεκτικότητα σε λάδι. Συνήθως ο φωσφόρος και το κάλιο ενσωματώνονται στο έδαφος με την τελευταία καλλιεργητική εργασία πριν από την σπορά. Οι συνιστώμενες δόσεις σε φτωχά εδάφη είναι προσθήκη φωσφόρου 6-8 kg/στρ. και προσθήκη καλίου 8-12 kg/στρ. (Παπακώστα, 2012).

Το **ασβέστιο** είναι το δεύτερο σε ποσότητα στοιχείο που προσλαμβάνεται από τη σόγια μετά το άζωτο. Η έλλειψη ασβεστίου σε όξινα εδάφη εμποδίζει άμεσα τη πρόσληψη μολυβδενίου που είναι απαραίτητο για τις βιολογικές λειτουργίες των ριζοβακτηρίων *Rhizobium* και έμμεσα μειώνει τη δέσμευση του αζώτου.

Επίσης το **μολυβδένιο** είναι από τα στοιχεία που χρειάζεται το φυτό για τη συμβιωτική δέσμευση του αζώτου γιατί είναι απαραίτητο στο σχηματισμό του ενζύμου της νιτρογενάσης, η οποία καταλύει την αναγωγή του N_2 σε $2NH_3$. Τα συμπτώματα της τροφопενίας μολυβδενίου μοιάζουν με τα συμπτώματα της τροφопенίας αζώτου.

Πίνακας 1. Κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα τμήματα των φυτών καλλιέργειας σόγιας. (Πηγή: Παπακώστα, 2012, p.633)

Φυτικό τμήμα	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
			kg/στρ.		
Σπόρος	21,0	5,0	7,0		
Βλαστικά τμήματα	7,0	1,7	4,5		
Υπόγειο τμήμα	3,3	1,1	2,2		
Σύνολο	31,3	7,8	13,7	1,4	1,1
Για 100 kg σπόρου	9,2	2,3	4,0	0,4	0,3

Νέου Τύπου Λιπάσματα

Η ουρία μόλις εφαρμοστεί στο έδαφος σε συνδυασμό με την παρουσία υγρασίας, μετατρέπεται αρχικά στο ασταθές ανθρακικό αμμώνιο $(NH_4)_2CO_3$ μέσω του ενζύμου ουρεάσης και στη συνέχεια σε αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) . Ένα ποσοστό των αμμωνιακών ιόντων θα μετατραπεί άμεσα σε αέρια αμμωνία (NH_3) και θα χαθεί προς την ατμόσφαιρα. Η διαδικασία αυτή

ονομάζεται υδρόλυση της ουρίας και πραγματοποιείται μέσα σε διάστημα 1-4 ημερών μετά την εφαρμογή της ουρίας στο έδαφος. Το ποσοστό του αζώτου που θα χαθεί υπό τη μορφή της αμμωνίας (NH_3) εξαρτάται από τη δραστηριότητα του ενζύμου ουρεάση, η οποία παρουσιάζεται έντονη κάτω από συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Η διαδικασία της υδρόλυσης της ουρίας εκτελείται πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα τα αμμωνιακά ιόντα που προκύπτουν να μην προλαβαίνουν να δεσμευτούν στα κολλοειδή του εδάφους και να διαφεύγουν στον αέρα.

Έπειτα, τα αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+) που δεσμεύονται στα κολλοειδή του εδάφους μετατρέπονται στην πιο ευκίνητη μορφή αζώτου, σε νιτρικά ιόντα (NO_3^-) με τη βοήθεια βακτηρίων (διαδικασία νιτροποίησης). Τα νιτρικά είναι αρνητικά φορτισμένα ιόντα και αδυνατούν να δεσμευτούν στα εδαφικά κολλοειδή ή στην οργανική ουσία του εδάφους, όπως τα αμμωνιακά, με αποτέλεσμα να έχουν την τάση να απομακρύνονται γρήγορα από το ριζικό σύστημα των φυτών και να ξεπλένονται από το έδαφος μεταφερόμενα στα υπόγεια νερά. Παράλληλα, ένα μέρος των νιτρικών ιόντων θα μετατραπεί πάλι από τα βακτήρια του εδάφους σε αέριες μορφές του αζώτου (NO , N_2O , N_2), κατά τη διαδικασία της απονιτροποίησης, οι οποίες θα διαφύγουν στην ατμόσφαιρα επιβαρύνοντας το περιβάλλον και προκαλώντας σημαντικές απώλειες του αζώτου προς τον αέρα αλλά και μεγάλες οικονομικές απώλειες για τον παραγωγό.

Έτσι λοιπόν, έρχονται τα νέου τύπου λιπάσματα με την καινοτομία του σταθεροποιημένου αζωτούχου λιπάσματος που περιέχει παρεμποδιστή ουρεάσης και ταυτόχρονα παρεμποδιστή νιτροποίησης. Ο παρεμποδιστής ουρεάσης μπλοκάρει το ενεργό μέρος του ενζύμου της ουρεάσης προστατεύοντας την ουρία από διάσπαση, εμποδίζοντας την απελευθέρωση της NH_3 στον αέρα και εκμηδενίζοντας τις απώλειες αζώτου στον αέρα στο συγκεκριμένο κρίσιμο στάδιο. Ενώ παράλληλα ο παρεμποδιστής νιτροποίησης παρεμποδίζει τη δραστηριότητα των βακτηρίων του εδάφους, τα οποία μετατρέπουν το αμμωνιακό άζωτο σε νιτρικό, σεβόμενο την πανίδα του εδάφους. Έτσι το αμμωνιακό άζωτο αποθηκεύεται στο έδαφος, γύρω από το ενεργό ριζόστρωμα των φυτών, όπου είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά όλη την ώρα, έχοντας ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η ισορροπημένη παροχή αζώτου στα φυτά σύμφωνα με τις ανάγκες τους.

Πλεονεκτήματα Νέου Τύπου Λιπασμάτων

Η καινοτομία αυτών των νέων λιπασμάτων με τους διπλούς παρεμποδιστές προσδίδει πλεονεκτήματα τόσο στον παραγωγό όσο και στην καλλιέργεια και στο περιβάλλον.

Αρχικά, όσον αφορά την καλλιέργεια, υπάρχει απόλυτη προστασία του αζώτου ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών με αποτέλεσμα να γίνεται συνεχής τροφοδότηση των φυτών με την αζωτούχο λίπανση ανάλογα με τις ανάγκες του, καθώς και πλήρη αξιοποίηση των μονάδων αζώτου που εφαρμόζονται από την καλλιέργεια. Ως εκ τούτου, λόγω του παρεμποδιστή ουρεάσης τα παραγόμενα προϊόντα χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ενώ ταυτόχρονα λόγω του παρεμποδιστή νιτροποίησης αποφεύγεται η αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών στους καρπούς και στα φύλλα των φυτών, τα οποία καταναλώνονται από τους ανθρώπους, αλλά και τα ζώα.

Ο παραγωγός από την άλλη πλευρά, λόγω της σταθερότητας του λιπάσματος και του συνδυασμού των παρεμποδιστών νιτροποίησης και ουρεάσης έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις εφαρμογές κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας καθώς και την ποσότητα λιπάσματος ανά στρέμμα. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω απαιτείται λιγότερη εργασία για τον παραγωγό και μειωμένο κόστος. Επίσης λόγω των υψηλότερων αποδόσεων και της καλής ποιότητας του τελικού προϊόντος έχει υψηλότερο κέρδος.

Τέλος, με την δράση του παρεμποδιστή ουρεάσης εκμηδενίζονται οι απώλειες αζώτου στην ατμόσφαιρα υπό τη μορφή αμμωνίας. Ενώ με την δράση του παρεμποδιστή νιτροποίησης ελαχιστοποιούνται οι απώλειες αζώτου από το έδαφος, λόγω έκπλυσης νιτρικών (NO_3), και οι απώλειες αζώτου στην ατμόσφαιρα, υπό τη μορφή οξειδίων του αζώτου (NO , N_2O). Τα λιπάσματα αυτά με την διπλή παρεμπόδιση καθίστανται ιδανικά για προγράμματα απονιτροποίησης.

1.7.5 Διαχείριση ζιζανίων

Για τη σόγια απαραίτητη είναι η έγκαιρη αντιμετώπιση των ζιζανίων, πριν κλείσουν οι γραμμές, πριν προλάβουν τα ζιζάνια να αναπτυχθούν και υπερισχύσουν των φυτών. Μετά το κλείσιμο των γραμμών λόγω της αποπνικτικής κατάστασης που δημιουργείται δεν εμφανίζονται νέα ζιζάνια. Οι απώλειες παραγωγής της σόγιας από τα ζιζάνια, αν δεν καταπολεμηθούν, είναι σοβαρές και μπορεί να φθάσουν μέχρι και 90% (Τόλης, 1989).

Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με βοτάνισμα, διάφορα καλλιεργητικά μέτρα και με ζιζανιοκτόνα. Η απομάκρυνση των ζιζανίων με το χέρι έχει σχεδόν εγκαταλειφθεί επειδή είναι επίπονος, χρονοβόρος και δαπανηρή. Τα καλλιεργητικά μέτρα που συμβάλλουν μερικώς μόνο στον έλεγχο των ζιζανίων, είναι η χρησιμοποίηση σπόρου καθαρού από ζιζάνια, η εφαρμογή αμειψισποράς κυρίως με είδη διαφορετικού βιολογικού κύκλου, η ρύθμιση του χρόνου σποράς, η πυκνή σπορά, η χρησιμοποίηση ανταγωνιστικών ως προς τα ζιζάνια ποικιλιών και γενικά η καλλιεργητική πρακτική

να συντελεί στην ανάπτυξη υγιών και εύρωστων φυτών με ανταγωνιστικότητα προς τα ζιζάνια (Appleby 1987, Ελευθεροχωρινός 2002).

Πίνακας 2. Τα σπουδαιότερα αναμενόμενα ζιζάνια της σόγιας στην Ελλάδα

(Πηγή: Τόλης, 1989, p. 231)

Λατινικό όνομα	Οικογένεια	Κοινό όνομα*
Ετήσια είδη		
<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	Λουβουδιά
<i>Amaranthus spp.</i>	<i>Amaranthaceae</i>	Βλήτα
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Gramineae</i>	Μουχρίτσα
<i>Setaria viridis</i>	<i>Gramineae</i>	πράσινη σετάρια
<i>Setaria verticillate</i>	<i>Gramineae</i>	σπονδυλωτή σετάρια
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	Στύφος
<i>Xanthium strumarium</i>	<i>Compositae</i>	Αγριομελιτζάνα
<i>Datura stramonium</i>	<i>Solanaceae</i>	Τάτουλας
<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Malvaceae</i>	Αγριοπαμπακιά
<i>Hibiscus trionum</i>	<i>Malvaceae</i>	Αγριοιβίσκος
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Portulacaceae</i>	Αντράκλα
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Gramineae</i>	Αιματόχορτο
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	Πολυκόμπι
<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Polygonaceae</i>	Αγριοπιπεριά
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Polygonaceae</i>	Λαπάτσα
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Cruciferae</i>	Ραπανίδα
<i>Raphanus oleraceus</i>	<i>Cruciferae</i>	Ζωχός
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	<i>Polygonaceae</i>	αναρχ. Πολύγονο
Πολυετή είδη		
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Περιπλοκάδα
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Gramineae</i>	Βέλιουρας
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cyperaceae</i>	πορφυρή κύπερη

* Προτεινόμενα κοινά ονόματα της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας (Δαμανάκης κ.α., 1983)

1.7.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές στο κατάλληλο στάδιο. Η εποχή της φυσιολογικής ωρίμανσης χαρακτηρίζεται από την απώλεια του πράσινου χρώματος των λοβών, την αλλαγή του χρώματος των σπόρων προς το κίτρινο και το κιτρίνισμα των φύλλων, τα οποία σταδιακά πέφτουν. Η συγκομιδή γίνεται όταν τα φύλλα έχουν πέσει σχεδόν όλα και η υγρασία των σπόρων έχει μειωθεί στο 15%, ενώ οι σπόροι γίνονται σκληροί και δεν χαράζονται με το νύχι. Η καθυστέρηση της συγκομιδής επιφέρει απώλειες από το τίναγμα των σπόρων καθώς και ο βροχερός καιρός που ακολουθείται από υψηλές θερμοκρασίες επιτείνει το άνοιγμα των λοβών. Επιπλέον απαιτούνται κατάλληλες συνθήκες υγρασίας κατά την αποθήκευση του σπόρου της σόγιας ώστε να αποφευχθεί η αλλοίωσή του και ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται ο σπόρος διαφέρει η κατάλληλη υγρασία αποθήκευσης. Η αποξήρανση θα πρέπει να γίνει σταδιακά διότι υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν ρωγμές στο περισπέρμιο και να αποχωριστούν οι κοτυληδόνες (Παπακώστα, 2012).



Εικόνα 12. Φυτό σόγιας πριν τη συγκομιδή (Προσωπικό αρχείο)

1.7.7 Εχθροί και ασθένειες

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορα έντομα, μύκητες, βακτήρια, ιοί και νηματώδεις που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές απώλειες μέχρι και ολική καταστροφή της παραγωγής της σόγιας (Kelly and George 1998, Weiss 2000) (Παπακώστα, 2012).

Πολλές από τις ασθένειες των φυτών της σόγιας οφείλονται σε προσβολές από παθογόνους μύκητες. Οι μύκητες επειδή στερούνται χλωροφύλλης, δεν είναι σε θέση να φωτοσυνθέσουν και κατά συνέπεια δεν μπορούν να παράγουν τις απαραίτητες γι' αυτούς τροφές από ανόργανα συστατικά. Έτσι, παραλαμβάνουν τις τροφές τους έτοιμες από οργανικά συστατικά που παράγονται από φυτά ή και ζώα (Τόλης, 1989). Οι περισσότερες από τις ασθένειες των φυτών της σόγιας είναι ασθένειες των φύλλων, που προκαλούν σκωριάσεις ή κηλίδωση.

- Κερκόσπορα (*Cercospora sojina*)

Η ασθένεια αυτή ονομάζεται «μάτι του βατράχου» λόγω των ιδιόμορφων κηλίδων που σχηματίζονται κυρίως στα φύλλα, μπορεί όμως να προσβάλει αργότερα το στέλεχος, τους λοβούς και τους σπόρους (Παπακώστα, 2012).

- Περονόσπορος (*Downy mildew*)

Η ασθένεια αυτή οφείλεται στον ωομύκητα *Peronospora manshurica* (Naum.). Προκαλεί ανοιχτοπράσινες ή ανοιχτοκίτρινες κηλίδες στην άνω επιφάνεια των νεαρών φύλλων, οι οποίες στη συνέχεια μεγαλώνουν και δεν έχουν χαρακτηριστικό σχήμα και καθορισμένα όρια. Στα έντονα προσβεβλημένα φυτά η προσβολή επεκτείνεται στο περικάρπιο με αποτέλεσμα οι σπόροι να καλύπτονται από μάζες υφών και ωοσπορίων.

- Καστανή κηλίδωση (*Brown spot*)

Είναι κυρίως ασθένεια του φυλλώματος αλλά μπορεί να εμφανισθεί και στους σπόρους, το στέλεχος ή το περικάρπιο. Καστανές, ανώμαλες κηλίδες εμφανίζονται και στις δύο επιφάνειες των φύλλων και προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου τα φύλλα παίρνουν χρώμα σκουριάς και πέφτουν πρόωρα.

Όσον αφορά τα μέτρα αντιμετώπισης των ασθενειών αυτών που μπορούν να ληφθούν σε μία καλλιέργεια είναι πρωτίστως προληπτικά μέτρα και έπειτα χημικά. Αρχικά, η καλλιέργεια πρέπει να είναι καθαρή από ζιζάνια καθώς συνήθως τα παθογόνα διαχειμάζουν πρώτα στα ζιζάνια. Σημαντικό ρόλο παίζει η εναλλαγή των καλλιεργειών αλλά και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών. Ενώ επίσης, η

χρήση καθαρού σπόρου είναι από τα βασικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να προσέχει ο παραγωγός, το οποίο σε συνδυασμό με τον κατάλληλο χρόνο σποράς, αξιοποιώντας τις κατάλληλες κλιματικές συνθήκες, μπορεί να μειώσει τις λοιμώξεις και τη διασπορά του παθογόνου παράγοντα.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων σχετικά με την καλλιέργεια σόγιας στις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες και τη συγκριτική μελέτη της επίδρασης λιπάσματος ουρίας και νέων τύπων λιπασμάτων με διπλούς παρεμποδιστές στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού *Glycine max*.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. Περιοχή Μελέτης

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις γεωργικές εκτάσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, συγκεκριμένα στον πειραματικό αγρό αροτραίων καλλιεργειών του εργαστηρίου Γεωργίας. Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται στην περιοχή της Αθήνας, στον Βοτανικό Αττικής, με συντεταγμένες 37.983656 N, 23.702615 E. Η περιοχή βρίσκεται σε υψόμετρο 170 μέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και περιβάλλεται από τέσσερα βουνά Αιγάλεω, Πάρνηθα, Πεντέλη και Υμηττό. Ο αγρός του εργαστηρίου Γεωργίας υφίσταται βιολογική διαχείριση από το 1995.



Εικόνα 13. Απεικόνιση πειραματικού αγρού σε earth map (Ιστοσελίδα google.gr/map)

3.2. Φυτικό υλικό

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν σπόροι του είδους *Glycine max Merr.*

Πίνακας 3. Στοιχεία φυτικού υλικού του πειράματος.

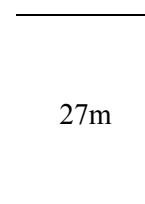
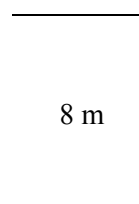
Είδος	<i>Glycine max Merr.</i>
Ποικιλία	ΒΑΗΙΑ
Σπορομερίδα	ITA B12247 2018 0E002
Βλαστικότητα	80%
Καθαρότητα	98%
Βάρος	22,68 kg
Χώρα προέλευσης	Ιταλία

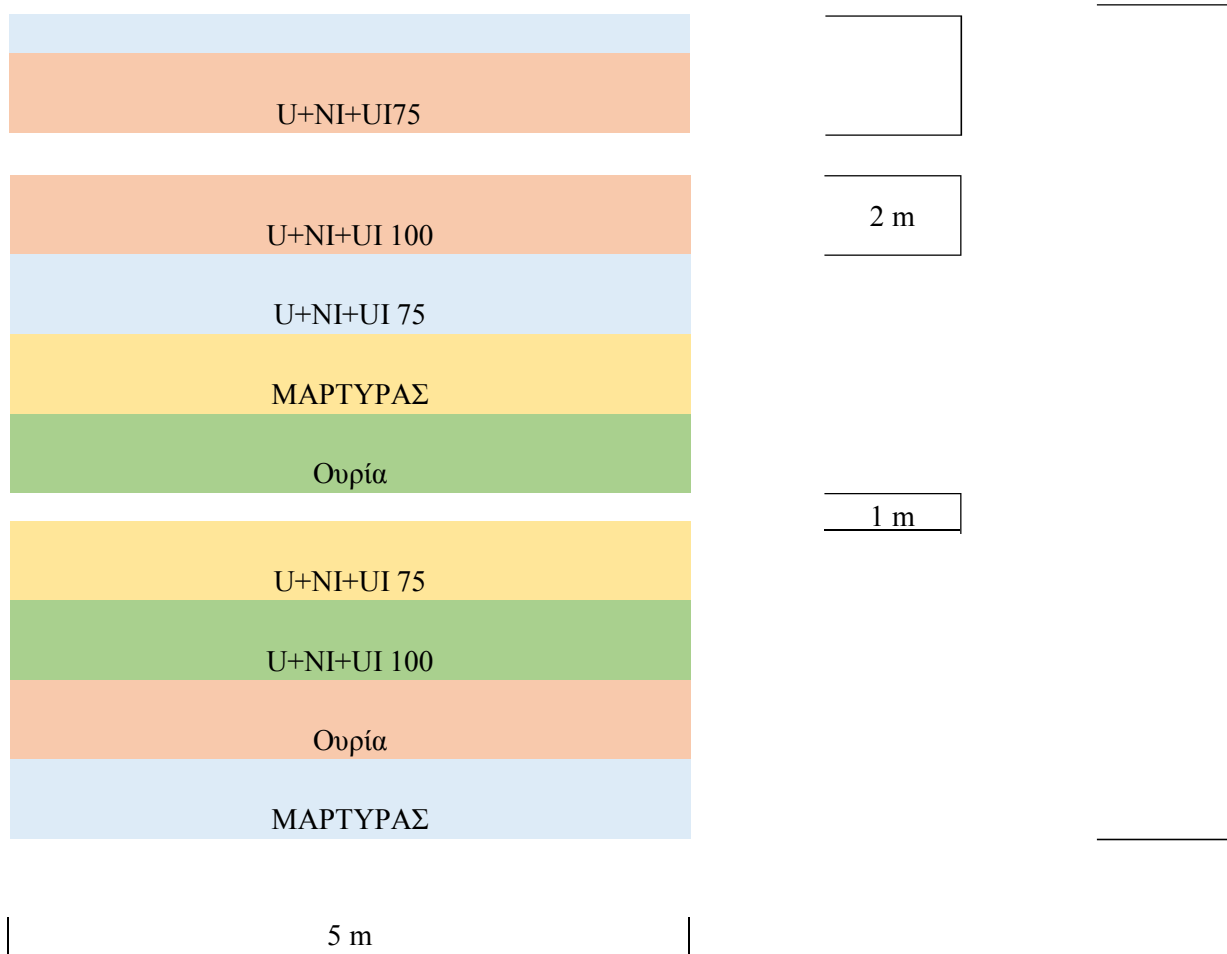


Εικόνα 14. Σπόροι Σόγιας

3.3. Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις ομάδες (3 επαναλήψεις) και τέσσερις επεμβάσεις (3 διαφορετικά είδη λίπανσης και ο μάρτυρας). Οι διαφορετικές επεμβάσεις ήταν 100 kg/ha ανόργανου λιπάσματος (Ουρία) και δύο διαφορετικές δόσεις λιπάσματος ουρίας με διπλούς παρεμποδιστές, μία δόση 100 kg/ha (U+NI+UI 100) και η άλλη δόση 75 kg/ha (U+NI+UI 75). Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων ήταν 12. Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 10 m² (2 m x 5 m). Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού που χρησιμοποιήθηκε ήταν 135 m² (27 m x 5 m) και η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 50 cm.





3.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού

Από την εδαφολογική ανάλυση που έχει γίνει στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών προκύπτει ότι, το έδαφος είναι αλκαλικό και αργιλλοπηλώδες (CL) με 13,9% περιεκτικότητα σε άμμο, 24,9% σε άργιλο και 61.2% σε ιλύ. Επιπλέον διακρίνεται από ικανοποιητική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και ταυτόχρονα υψηλή περιεκτικότητα σε Na^+ .

Πίνακας 4. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού του εργαστηρίου Γεωργίας ΓΠΑ.

CaCO_3	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO_3^-	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na^+	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα

pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

3.5. Εγκατάσταση Πειραματικού Αγρού

Κατεργασία του εδάφους πραγματοποιήθηκε πριν από την σπορά με μηχανήματα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Συγκεκριμένα, έγινε αναμόχλευση και αφρατοποίηση του εδάφους με τη βοήθεια φρεζαρίσματος σε βάθος 10cm και στη συνέχεια έγινε η χάραξη του αγροτεμαχίου. Στις 06/05/2020 πραγματοποιήθηκε η γραμμοχάραξη με την βοήθεια γραμμοχαράκτη και η σπορά, η οποία έγινε χύδην. Οι γραμμές σποράς ήταν 10 και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 50cm. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 200gr σε κάθε γραμμή.



Εικόνα 15. Χάραξη του αγροτεμαχίου

3.6. Λιπάσματα

Η λίπανση εφαρμόστηκε στις 10 Ιουνίου, 36 ημέρες από την σπορά. Η λίπανση που πραγματοποιήθηκε ήταν σε κάθε τεμάχιο, σε κάθε επανάληψη και υπήρχαν τεμάχια στα οποία έγινε προσθήκη 100 kg/ha ανόργανου λιπάσματος ουρίας, τεμάχια στα οποία έγινε προσθήκη 100 kg/ha

παρεμποδισμένου λιπάσματος ουρίας και τεμάχια στα οποία έγινε προσθήκη 75 kg/ha παρεμποδισμένου λιπάσματος ουρίας. Ενώ υπήρχαν και τεμάχια στα οποία δεν εφαρμόστηκε κανένα είδος λίπανσης. Τα λιπάσματα που εφαρμόστηκαν ήταν:

- ❖ Ανόργανο λίπασμα ουρίας Nutri Plus 40-0-0 με 40% ολικό άζωτο (N), 5,3% αμμωνιακό άζωτο (NH₄) και 34,7% ουρικό (NH₂).
- ❖ Λίπασμα ουρίας (N 46,3 %) με παρεμποδιστή ουρεάσης (2-NPT 0,035%) και παρεμποδιστή νιτροποίησης (MPA 0,07%).



Εικόνα 16. Λιπάσματα

3.7. Καλλιεργητικές πρακτικές

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν πραγματοποιήθηκε κάποια επιπλέον κατεργασία του εδάφους ούτε εφαρμόστηκε κάποια επιπλέον λίπανση, εκτός αυτής που προαναφέρθηκε. Όσον αφορά στην άρδευση, λίγες ημέρες μετά την σπορά εγκαταστάθηκε σύστημα στάγδην άρδευσης κατά μήκος όλου του πειραματικού αγρού.

Οι απώλειες παραγωγής της σόγιας από τα ζιζάνια, αν δεν καταπολεμηθούν, είναι σοβαρές και μπορεί να φθάσουν μέχρι και 90% (Τόλης, 1989). Οπότε απαραίτητο ήταν το βοτάνισμα κατά τη διάρκεια όλης της καλλιεργητικής περιόδου. Το πρώτο βοτάνισμα έγινε στις 19 ημέρες από τη σπορά και το τελευταίο στις 112 ημέρες από τη σπορά. Ο έλεγχος των ζιζανίων έγινε με χειρωνακτικό τρόπο

τόσο μεταξύ των γραμμών όσο και εντός των γραμμών σποράς. Γενικά στον πειραματικό αγρό υπήρχαν πολλά είδη ζιζανίων. Από ετήσια υπήρχαν μεγάλες ποσότητες από Βλήτα (*Amaranthus spp.*) και Σολανό ή Γερμανό (*Solanum elaeagnifolium*) καθώς και Μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*) και Λουβουδιά (*Chenopodium album*) ενώ από πολυετή ζιζάνια υπήρχε κυρίως Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και Κύπερη (*Cyperus rotundus*), το οποίο οδηγεί σε σημαντικές απώλειες τόσο στην απόδοση όσο και στην μείωση της ποιότητας (Travlos et al., 2020).

3.8. Προσδιορισμοί- Μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών τους είδους *Glycine max*. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούν την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους του φυτού για την μελέτη των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 40 ημέρες από την ημέρα σποράς και η τελευταία στις 121 ημέρες από την ημέρα σποράς.

- ❖ **Ύψος:** Η μέτρηση του ύψους των φυτών της σόγιας πραγματοποιήθηκε *in situ*. Έγιναν συνολικά 5 μετρήσεις σε 3 φυτικά δείγματα ανά τεμάχιο τα οποία επιλέγονταν τυχαία. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 40 ημέρες από την ημέρα σποράς και η τελευταία στις 77 ημέρες από την σπορά.
- ❖ **Νωπό Βάρος:** Έγιναν συνολικά 5 μετρήσεις σε ένα φυτικό δείγμα ανά τεμάχιο τα οποία επιλέγονταν τυχαία. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 40 ημέρες από την ημέρα σποράς και η τελευταία στις 77 ημέρες από την ημέρα σποράς.



Εικόνα 17. Τοποθέτηση των νωπών δειγμάτων στον κλίβανο (Προσωπικό αρχείο)

- ❖ **Ξηρό Βάρος:** Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση του νωπού βάρους στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε φούρνο του Εργαστηρίου Γεωργίας, σε θερμοκρασία 65 °C για 24 ώρες. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος με ζυγαριά ακριβείας.



Εικόνα 18 . Μέτρηση του ξηρού βάρους με ζυγό ακριβείας

- ❖ **Μέτρηση Χλωροφύλλης:** Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 54 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν με τη βοήθεια μιας φορητής συσκευής που χρησιμοποιείται ευρέως για τη γρήγορη, ακριβή και μη καταστρεπτική μέτρηση των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης στα φύλλα.



Εικόνα 19. Μηχάνημα μέτρησης περιεκτικότητας χλωροφύλλης

- ❖ **Θερμοκρασία Φυλλώματος:** Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε στις 54 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Η θερμοκρασία φυλλώματος παίζει πρωταρχικό ρόλο στην απόδοση της καλλιέργειας καθώς σχεδόν όλα τα φυτικά είδη χρησιμοποιούν τα φύλλα τους για τον έλεγχο του μεταβολισμού τους. Η θερμοκρασία επιφάνειας του φύλλου ενός φυτού εξαρτάται από το φυτικό είδος, το φάσμα του φωτός, την υγρασία και τη θερμοκρασία αέρα. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία της επιφάνειας του φυλλώματος. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του φύλλου, όπως ο τεχνητός ή φυσικός φωτισμός (Michaletz, 2018). Οι μετρήσεις στο πείραμα έγιναν με ειδικό μηχάνημα μέτρησης της θερμοκρασίας φυλλώματος.



Εικόνα 20. Μηχάνημα μέτρησης της θερμοκρασίας φυλλώματος.

- ❖ **Δείκτης LAI:** Ο δείκτης αυτός εκφράζει την πυκνότητα του φυλλώματος ως συνάρτηση της φυλλικής επιφάνειας προς την εδαφική επιφάνεια. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 58 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Η μέτρηση αυτή έγινε με την βοήθεια της αυτόματης συσκευής Sun Scan type SS1 (Delta-T Devices Cambridge- England) σε τυχαίες γραμμές από κάθε plot στα φυτά που υπήρχαν σε μήκος 1 m.
- ❖ **Αριθμός Λοβών ανά φυτό:** Στο σύνολο είχαμε 3 μετρήσεις λοβών. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 58 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 125 ημέρες από τη σπορά. Από κάθε επέμβαση από κάθε επανάληψη επιλέχθηκαν 3 τυχαία φυτά.
- ❖ **Μέτρηση Μήκους Λοβών:** Στις 125 ημέρες από τη σπορά πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των λοβών. Από κάθε επέμβαση από κάθε επανάληψη επιλέχθηκαν 3 λοβοί από τυχαία φυτά, όπου μετρήθηκε το μήκος τους. Η μέτρηση του μήκους έγινε με τη χρήση μέτρου.

- ❖ **Αριθμός σπόρων ανά λοβό:** Στη συνέχεια, έγινε μέτρηση των σπόρων από κάθε έναν από τους λοβούς και καταγράφηκε ο αριθμός των σπόρων που παράχθηκε από κάθε λοβό.
- ❖ **Βάρος Χιλίων Σπόρων:** Πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση του βάρους 50 σπόρων σε ζυγό ακριβείας και στη συνέχεια έγινε η αναγωγή στους 1000 σπόρους.
- ❖ **Απόδοση σε σπόρο:** Για τον προσδιορισμό της απόδοσης μετρήθηκε το βάρος των σπόρων ανά φυτό.
- ❖ **Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη:** Σε μύλο άλεσης τοποθετήθηκε από κάθε επέμβαση σπόρος και βγάλαμε αλεύρι. Το αλεύρι αυτό χρησιμοποιήθηκε στις χημικές αναλύσεις, οι οποίες έγιναν στο Εργαστήριο Θρέψεως και Διατροφής που ανήκει στο τμήμα Ζωικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Με τις αναλύσεις αυτές έγινε ο προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ουσιών και συνεπώς του ποσοστού πρωτεΐνης στο αλεύρι.

Μέθοδος Kjeldahl

Ο προσδιορισμός των διάφορων μορφών αζώτου που περιέχονται στις διάφορες ζωοτροφές παρουσιάζει αξιόλογο ενδιαφέρον. Οι πρωτεΐνες αποτελούν σπουδαιότατο συστατικό του ζωικού σώματος και ποσοτικά αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της οργανικής του ουσίας. Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου στο αλεύρι του σπόρου πραγματοποιήθηκε με την κλασική μέθοδο Kjeldahl.

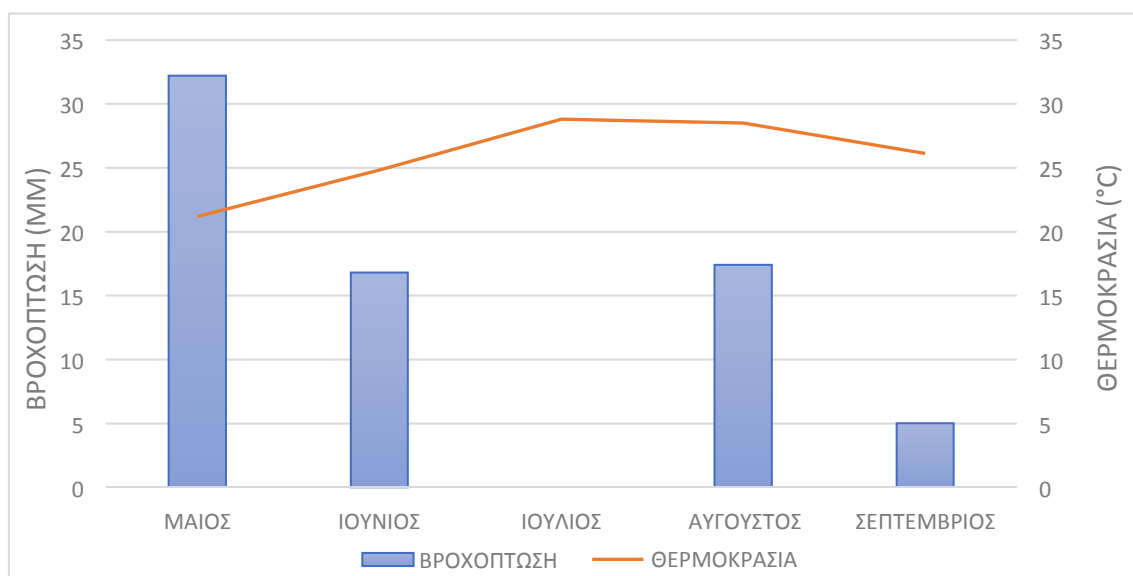
1. Σε καθαρή δοκιμαστική φιάλη Kjeldahl των 250 mL, ζυγίζεται δείγμα 0,5 gr.
2. Στη συνέχεια σε κάθε φιάλη τοποθετήθηκε μία ταμπλέτα καταλύτη (3,5g Se+CuSO₄) και 12 mL H₂SO₄.
3. Σε κάθε παρτίδα αναλύσεων συμπεριελήφθησαν και δύο άδειες φιάλες (χωρίς δείγμα) που χρησιμεύουν σαν τυφλή δοκιμή (τυφλό δείγμα).
4. Οι δοκιμαστικές φιάλες μεταφέρθηκαν στην εστία καύσης με ειδικό στατό, συνδέθηκαν με τον πολλαπλό ανάγωγό (για την ασφαλή απομάκρυνση των ατμών του οξέος κατά την καύση) και θερμάνθηκαν στους 420±10°C για περίπου 1 ώρα.
5. Μετά το πέρας της καύσης οι φιάλες απομακρύνθηκαν από την εστία και ψύχθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
6. Τέλος πραγματοποιήθηκε η αυτόματη μέτρηση στη συσκευή μέτρησης αζωτούχων FOSS Kjeldahl 8400 σύμφωνα με το πρωτόκολλο της εταιρίας. Τα τελικά αποτελέσματα της ανάλυσης (% ΟΑΟ) εμφανίστηκαν στην οθόνη της συσκευής.

3.9. Μετεωρολογικά δεδομένα

Η περιγραφή του κλίματος της περιοχής του πειράματος έγινε με βάση τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην περιοχή Γκάζι. (γεωγραφικό πλάτος 37- 58'42'' Β, γεωγραφικό μήκος 23- 42'56'' Α, υψόμετρο 50m). Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι μέσες τιμές των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας, δηλαδή από τον Μάιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο, όπου έγινε η συγκομιδή. Επίσης στο διάγραμμα αναφέρεται η μηνιαία βροχόπτωση σε mm.

Πίνακας 5. Οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες τους μήνες κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

Μήνες	Μέση μέγιστη θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία
Μάϊος	26	16,5
Ιούνιος	29,3	20,3
Ιούλιος	32,9	24,7
Αύγουστος	32,9	24,2
Σεπτέμβριος	34,3	19,1



Διάγραμμα 1. Διακύμανση των βροχοπτώσεων (mm) και της μέσης θερμοκρασίας (°C) κατά τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.

3.10. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων των παραπάνω μετρήσεων έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Statgraphics (STATGRAPHICS Centurion XVII Version 17.2.0.0 StatPoint Technologies, Inc.).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Ύψος

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις του ύψους. Η πρώτη μέτρηση έλαβε χώρα στις 40 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 8 με 10 ημερών ανάλογα των καιρικών συνθηκών και της ανάπτυξης του φυτού. Ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στο ύψος των φυτών.

Πίνακας 6. Ανάλυση διασποράς του Ύψους

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	3510,87	3	1170,29	3,86	0,0297
<i>Within groups</i>	4847,96	16	302,998		
<i>Total (Corr.)</i>	8358,83	19			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του ύψους των φυτών σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 3,86 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο ύψος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του ύψους των φυτών μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 7. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ύψος by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

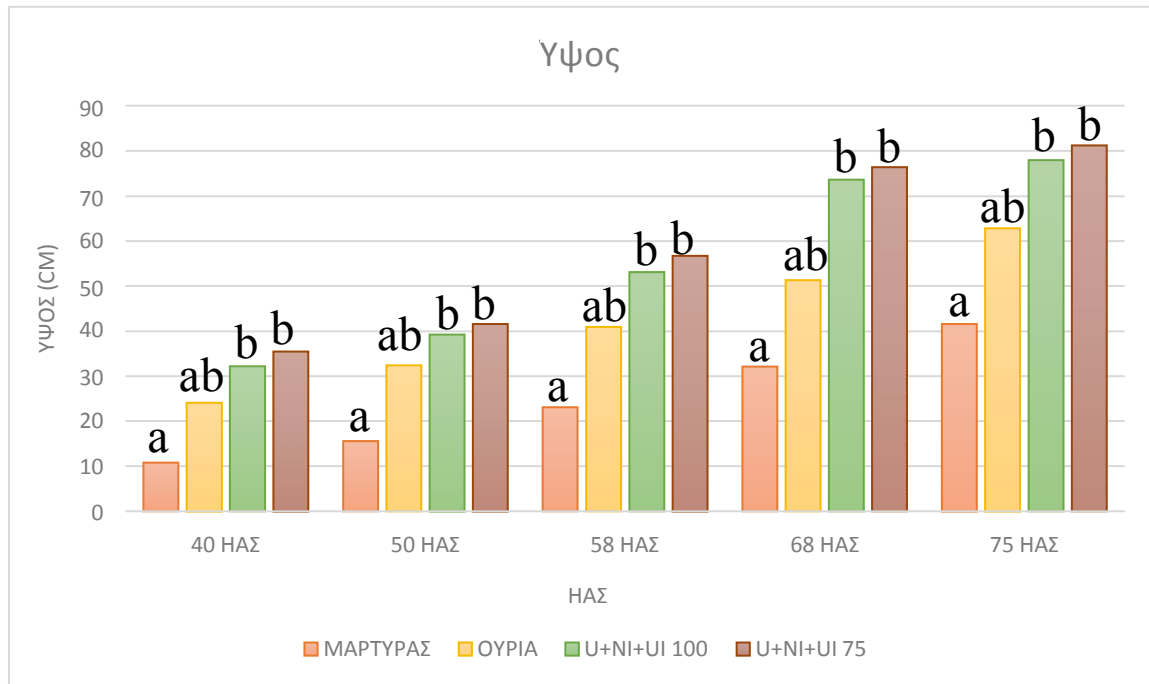
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	5	24,64	X

2	5	42,3	XX
3	5	55,2	X
4	5	58,28	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2		-17,66	23,3382
1 – 3	*	-30,56	23,3382
1 – 4	*	-33,64	23,3382
2 – 3		-12,9	23,3382
2 – 4		-15,98	23,3382
3 – 4		-3,08	23,3382

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 2 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των δυο διαφορετικών δόσεων παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω των μέσων στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 2. Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.2. Νωπό Βάρος

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις του νωπού βάρους. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 40 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 8 με 10 ημερών ανάλογα των καιρικών συνθηκών και της ανάπτυξης του φυτού. Ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στο νωπό βάρος των φυτών.

Πίνακας 8. Ανάλυση διασποράς του Νωπού Βάρους

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	966,538	3	322,179	4,97	0,0127
Within groups	1037,98	16	64,8738		
Total (Corr.)	2004,52	19			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του νωπού βάρους των φυτών σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 4,97 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της

ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του νωπού βάρους των φυτών μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 9. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for νωπό βάρος by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

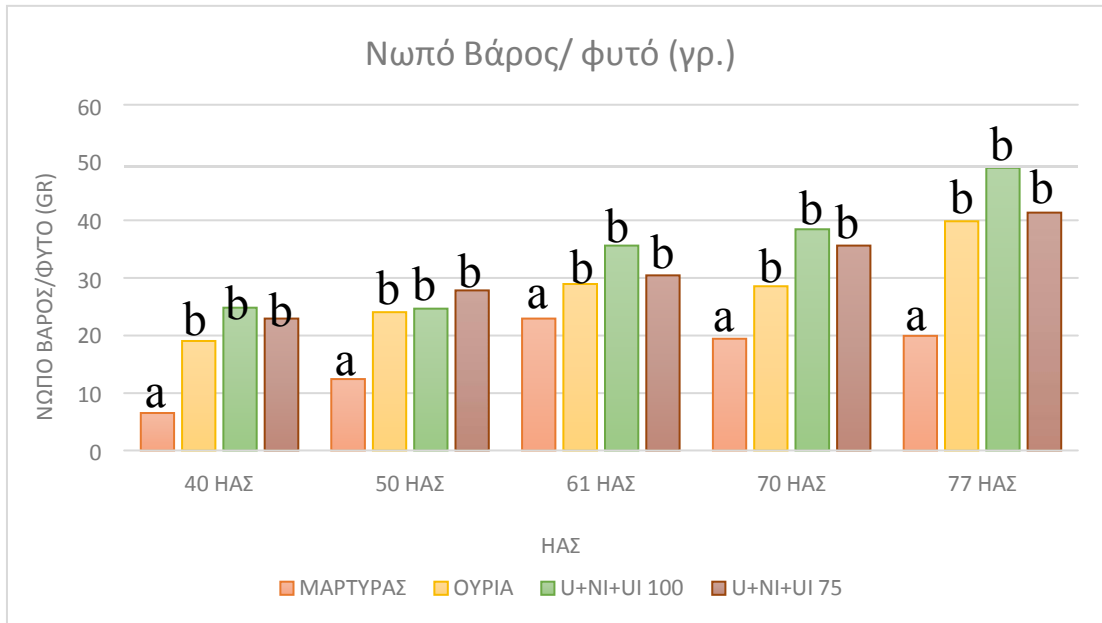
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	5	16,22	X
2	5	28,04	X
4	5	31,6	X
3	5	34,5	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2	*	-11,82	10,799
1 – 3	*	-18,28	10,799
1 – 4	*	-15,38	10,799
2 – 3		-6,46	10,799
2 – 4		-3,56	10,799
3 – 4		2,9	10,799

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X

αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 3. Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.3. Ξηρό Βάρος

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις του ξηρού βάρους. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 41 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 78 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 8 με 10 ημερών. Ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στο ξηρό βάρος των φυτών.

Πίνακας 10. Ανάλυση διασποράς του Ξηρού Βάρους

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	715,402	3	238,467	34,34	0,0000
Within groups	111,12	16	6,945		
Total (Corr.)	826,522	19			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του ξηρού βάρους των φυτών σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 34,34 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του ξηρού βάρους των φυτών μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 11. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ξηρού βάρους by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

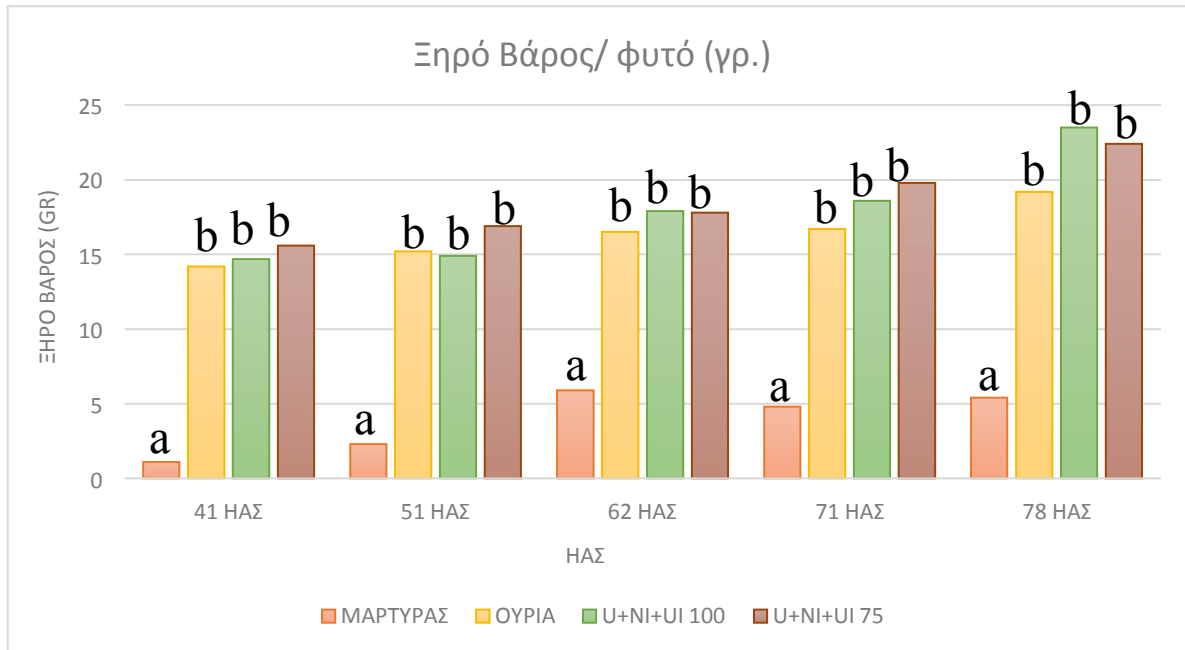
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	5	3,9	X
2	5	16,36	X
3	5	17,92	X
4	5	18,5	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2	*	-12,46	3,53332
1 – 3	*	-14,02	3,53332
1 – 4	*	-14,6	3,53332
2 – 3		-1,56	3,53332
2 – 4		-2,14	3,53332
3 – 4		-0,58	3,53332

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά

μεταξύ του μάρτυρα και των λίπανσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 4. Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.4. Θερμοκρασία Φυλλώματος

Στο σύνολο πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις της θερμοκρασίας φυλλώματος. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 54 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 7 με 10 ημερών. Ο παράγοντας της λίπανσης δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά στη θερμοκρασία φυλλώματος.

Πίνακας 12. Ανάλυση διασποράς της Θερμοκρασίας Φυλλώματος

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,696875	3	0,232292	0,05	0,9865

<i>Within groups</i>	61,2075	12	5,10063		
<i>Total (Corr.)</i>	61,9044	15			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση της θερμοκρασίας φυλλώματος σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 0,05 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μεγαλύτερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην θερμοκρασία φυλλώματος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της θερμοκρασίας φυλλώματος μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

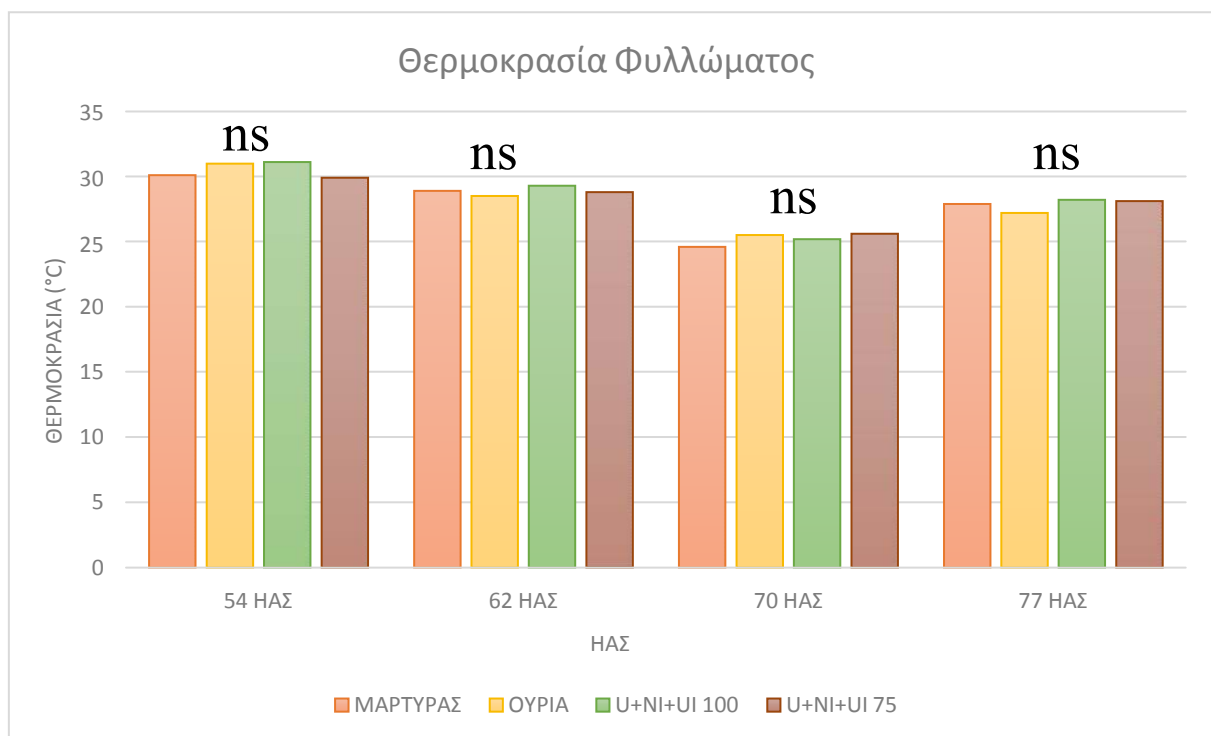
Πίνακας 13. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for λοβούς by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	4	27,875	X
2	4	28,05	X
4	4	28,1	X
3	4	28,45	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2		-0,175	3,47951
1 – 3		-0,575	3,47951
1 – 4		-0,225	3,47951
2 – 3		-0,4	3,47951
2 – 4		-0,05	3,47951
3 – 4		0,35	3,47951

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Δεν έχει τοποθετηθεί σε κανένα ζεύγος αστερίσκος, αυτό υποδεικνύει ότι κανένα από τα ζευγάρια αυτά δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζεται μία ομοιογενείς ομάδα χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 5. Επίδραση της λίπανσης στη θερμοκρασία φυλλώματος. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.5. Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (SPAD)

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 54 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 8 ημερών. Ο παράγοντας της λίπανσης δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φύλλων των φυτών.

Πίνακας 14. Ανάλυση διασποράς της Συγκέντρωσης Χλωροφύλλης

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	11070,1	3	3690,05	1,46	0,2751
<i>Within groups</i>	30359,6	12	2529,97		
<i>Total (Corr.)</i>	41429,8	15			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 1,46 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μεγαλύτερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 15. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for συγκέντρωσης χλωροφύλλης by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

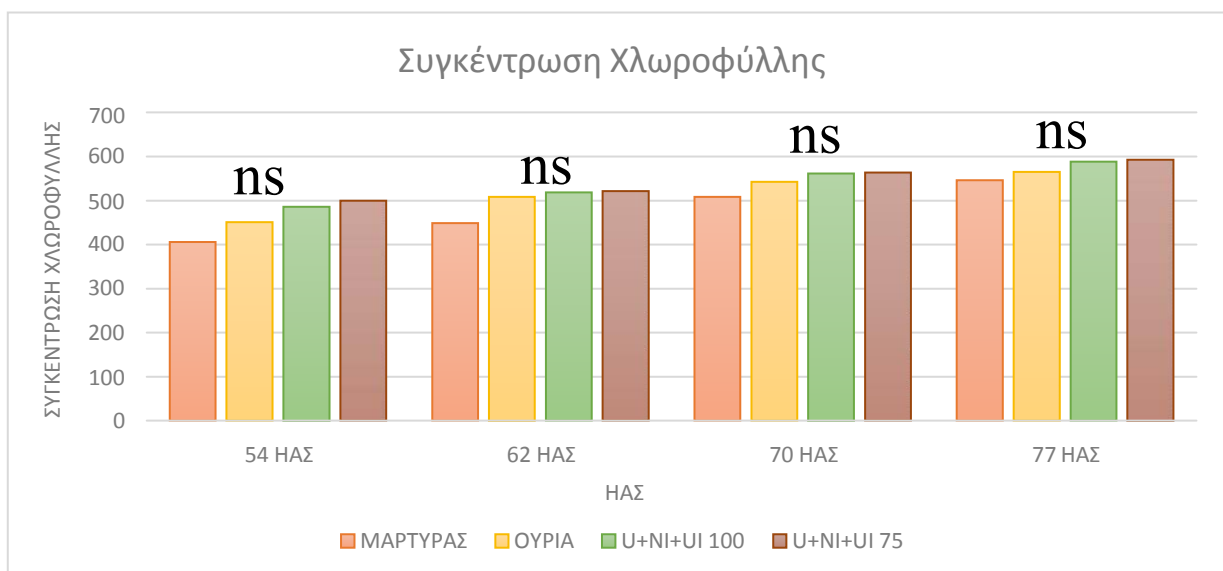
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	4	477,125	X
2	4	516,725	X
3	4	538,4	X
4	4	544,15	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2		-39,6	77,4932
1 – 3		-61,275	77,4932
1 – 4		-67,025	77,4932

2 – 3		-21,675	77,4932
2 – 4		-27,425	77,4932
3 – 4		-5,75	77,4932

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος δεν έχει τοποθετηθεί δίπλα σε κανένα ζεύγος, αυτό υποδεικνύει ότι κανένα από τα ζευγάρια αυτά δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζεται μία ομοιογενής ομάδα χρησιμοποιώντας στήλες των Χ's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα Χ αποτελούν μια ομάδα μέσω των μέσων στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 6. Επίδραση της λίπανσης στη συγκέντρωση χλωροφύλλης. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.6. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έλαβε χώρα στις 58 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σπορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 7-10 ημερών. Ο παράγοντας της λίπανσης επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το δείκτη της φυλλικής επιφάνειας όπως φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 16. Ανάλυση διασποράς του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	1,41583	3	0,471944	40,45	0,0000
<i>Within groups</i>	0,0933333	8	0,0116667		
<i>Total (Corr.)</i>	1,50917	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του αριθμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 40,45 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του δείκτη φυλλικής επιφάνειας μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 17. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for δείκτη φυλλικής επιφάνειας by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

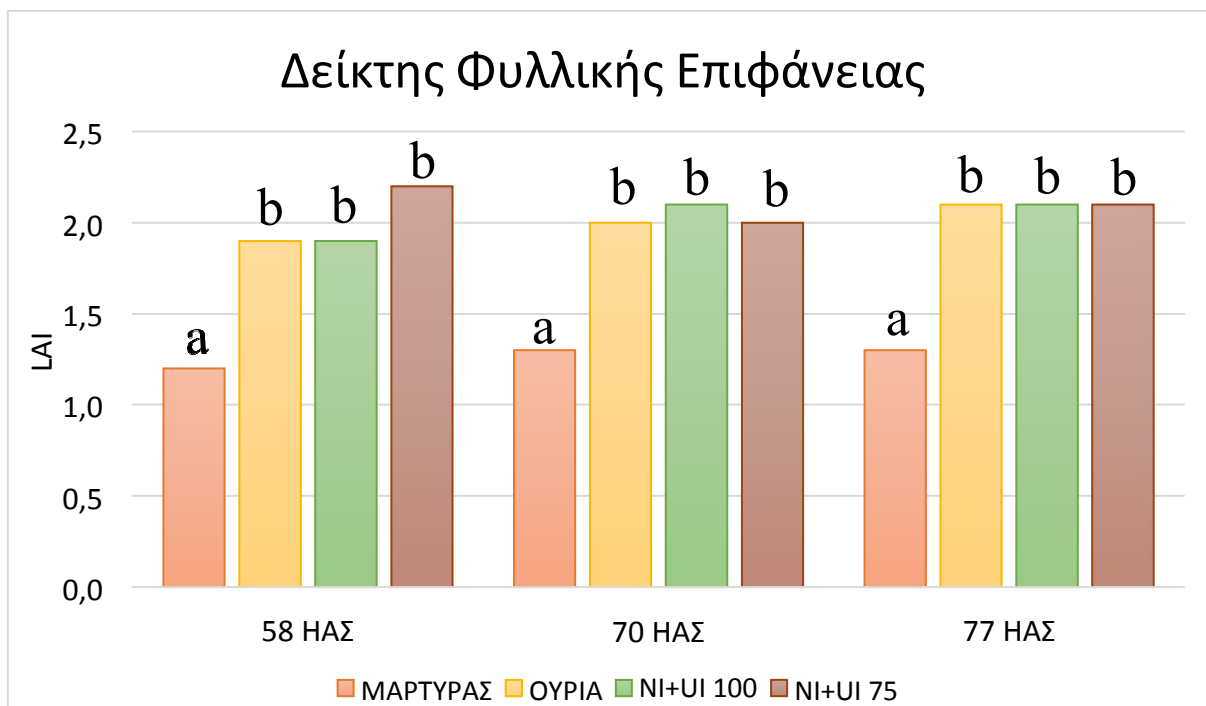
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	1,26667	X
2	3	2,0	X
3	3	2,06667	X
4	3	2,1	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	*	-0,733333	0,203371
1 - 3	*	-0,8	0,203371
1 - 4	*	-0,833333	0,203371
2 - 3		-0,0666667	0,203371

2 - 4		-0,1	0,203371
3 - 4		-0,0333333	0,203371

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει σε αυτή την περίπτωση ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων με τη λίπανση σε σχέση με τον μάρτυρα. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται δύο ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω των μέσων στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 7. Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.7. Αριθμός Λοβών ανά φυτό

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις του αριθμού λοβών ανά φυτό. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 58 ημέρες από τη σορά και η τελευταία στις 77 ημέρες από τη σορά. Οι μετρήσεις έγιναν με διαφορά 10 ημερών. Ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στον αριθμό των λοβών ανά φυτό.

Πίνακας 18. Ανάλυση διασποράς των Λοβών/φυτό

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	9044,55	3	3014,85	2,77	0,0877
<i>Within groups</i>	13076,8	12	1089,73		
<i>Total (Corr.)</i>	22121,4	15			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του αριθμού των λοβών σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 2,77 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μεγαλύτερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό των λοβών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του αριθμού των λοβών ανά φυτό μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

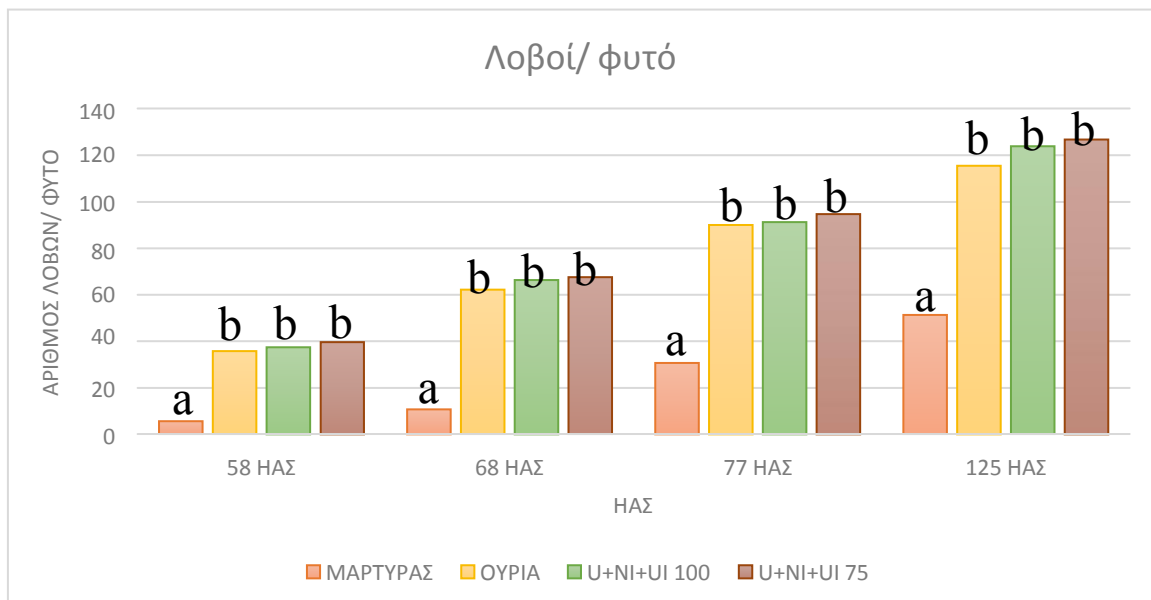
Πίνακας 19. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for λοβούς by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	4	24,5	X
2	4	75,75	X
3	4	79,625	X
4	4	82,1	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2	*	-51,25	50,8588
1 – 3	*	-55,125	50,8588
1 – 4	*	-57,6	50,8588
2 – 3		-3,875	50,8588
2 – 4		-6,35	50,8588
3 – 4		-2,475	50,8588

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 8. Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών ανά φυτό. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.8.Μήκος Λοβών

Με τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση των λοβών σε τυχαία φυτά από κάθε επέμβαση σε κάθε επανάληψη. Ο παράγοντας της λίπανσης δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά στο μήκος των λοβών.

Πίνακας 20. Ανάλυση διασποράς του Μήκους των λοβών

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	0,5625	3	0,1875	1,08	0,4103
<i>Within groups</i>	1,38667	8	0,173333		
<i>Total (Corr.)</i>	1,94917	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του μήκους των λοβών σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 1,08 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μεγαλύτερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο μήκος των λοβών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του μήκους των λοβών μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 21. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for μήκος λοβών by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	4,23333	X
3	3	4,43333	X
2	3	4,53333	X
4	3	4,83333	X

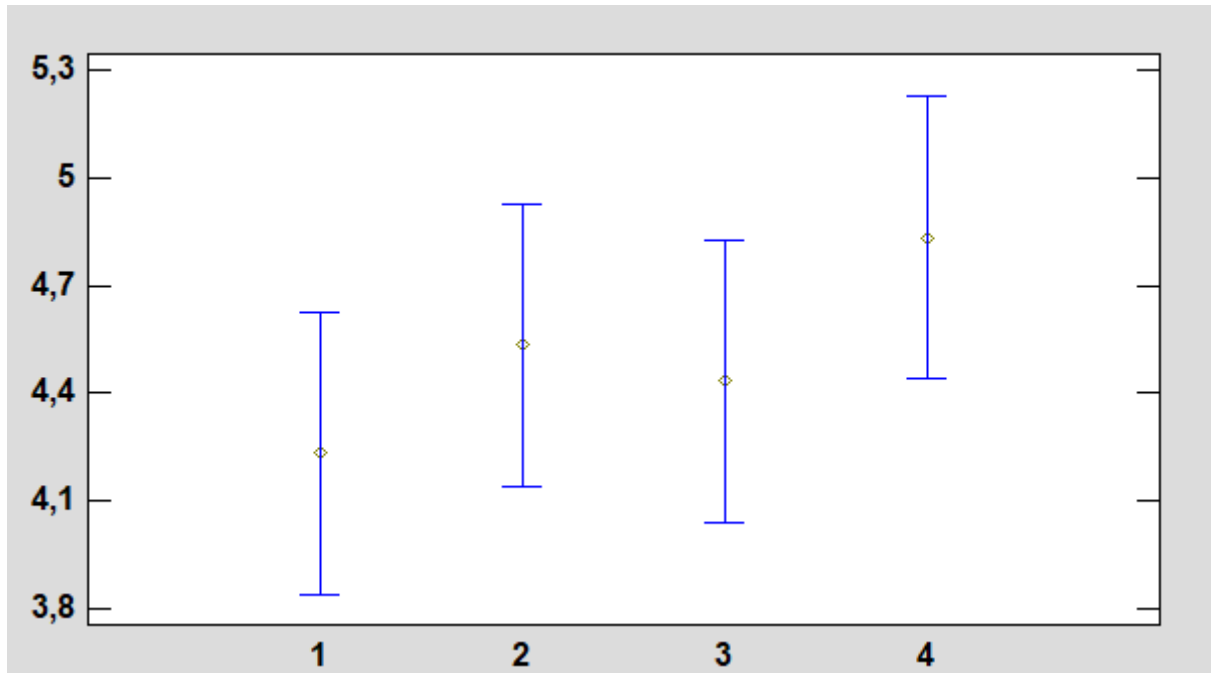
<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2		-0,3	0,783893
1 – 3		-0,2	0,783893
1 – 4		-0,6	0,783893
2 – 3		0,1	0,783893
2 – 4		-0,3	0,783893
3 – 4		-0,4	0,783893

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος δεν έχει τοποθετηθεί δίπλα σε κανένα ζεύγος, αυτό υποδεικνύει κανένα από τα ζευγάρια δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζεται μία ομοιογενής ομάδα χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω των μέσων στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 9. Η επίδραση της λίπανσης στο μήκος των λοβών στις 125 ημέρες από τη σπορά. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.



Διάγραμμα 10. Απεικόνιση των μέσων και των 95% διαστημάτων της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για το μήκος των λοβών ανάλογα με την λίπανση. (Όπου 1.Μάρτυρας 2.Ουρία 3.U+NI+UI 100 4.U+NI+UI 75)

4.9. Αριθμό Σπόρων ανά Λοβό

Με την συγκομιδή πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση του αριθμού των σπόρων ανά λοβό σε τυχαία φυτά από κάθε επέμβαση σε κάθε επανάληψη. Ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στον αριθμό των σπόρων ανά λοβό.

Πίνακας 22. Ανάλυση διασποράς του Αριθμού των Σπόρων ανά Λοβό

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,25	3	0,0833333	1,32	0,3350
Within groups	0,506667	8	0,0633333		
Total (Corr.)	0,756667	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του αριθμού των σπόρων ανά λοβό σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 1,32 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική

σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μεγαλύτερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό των σπόρων ανά λοβό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του αριθμού των σπόρων ανά λοβό μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

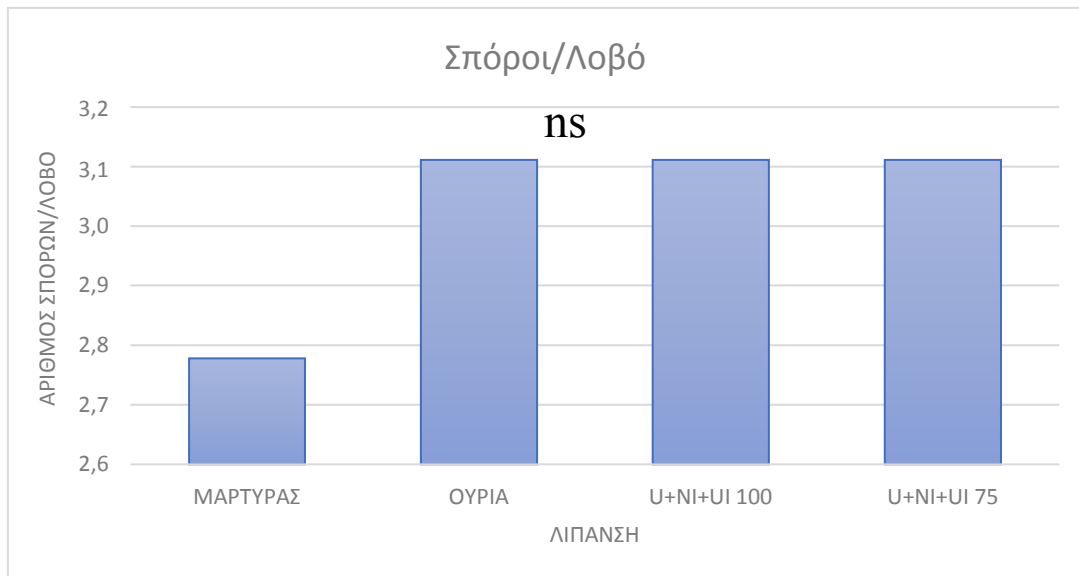
Πίνακας 23. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμό σπόρων/λοβό by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	2,76667	X
3	3	3,1	X
4	3	3,1	X
2	3	3,1	X

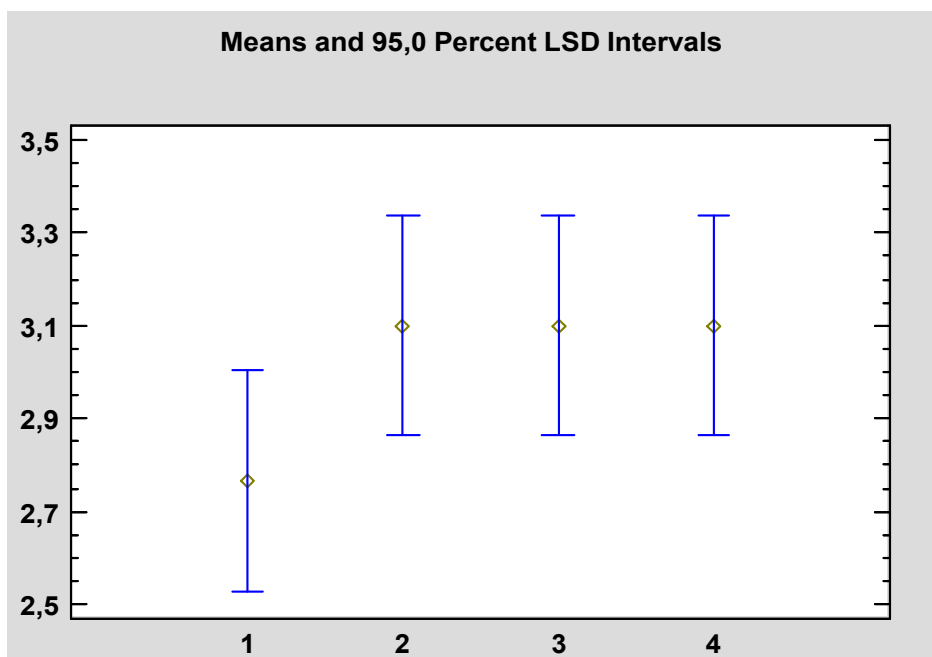
<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2		-0,333333	0,47384
1 – 3		-0,333333	0,47384
1 – 4		-0,333333	0,47384
2 – 3		0	0,47384
2 – 4		0	0,47384
3 – 4		0	0,47384

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος δεν έχει τοποθετηθεί δίπλα σε κανένα ζεύγος, αυτό υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζεται μία ομοιογενής ομάδα χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 11. Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό των σπόρων ανά λοβό. Το ns (not significant) υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.



Διάγραμμα 12. Απεικόνιση των μέσων και των 95% διαστημάτων της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για τον αριθμό των σπόρων ανά λοβό ανάλογα με την λίπανση. (Όπου 1.Μάρτυρας 2.Ουρία 3.U+NI+UI 100 4.U+NI+UI 75)

4.10. Βάρος Χιλίων Σπόρων

Μετά τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του Βάρους Χιλίων Σπόρων (ΒΧΣ). Όπως φαίνεται και παρακάτω ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στο βάρος χιλίων σπόρων.

Πίνακας 24. Ανάλυση διασποράς του Βάρους Χιλίων Σπόρων

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	5030,51	3	1676,84	51,88	0,0000
<i>Within groups</i>	258,553	8	32,3192		
<i>Total (Corr.)</i>	5289,07	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση του ΒΧΣ σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 51,88 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο ΒΧΣ σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του ΒΧΣ μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

Πίνακας 25. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ΒΧΣ by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

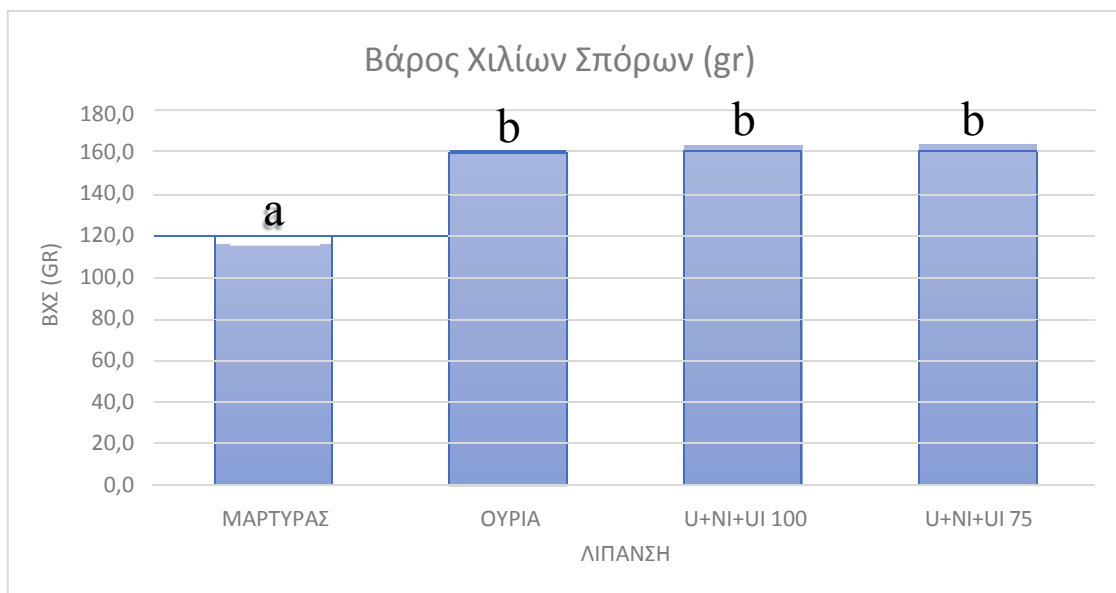
<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	115,233	X
2	3	159,5	X
3	3	163,533	X
4	3	164,0	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
-----------------	-------------	-------------------	-------------------

1 – 2	*	-44,2667	10,704
1 – 3	*	-48,3	10,704
1 – 4	*	-48,7667	10,704
2 – 3		-4,03333	10,704
2 – 4		-4,5	10,704
3 – 4		-0,466667	10,704

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω των μέσων στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 13. Επίδραση της λίπανσης στο Βάρος Χιλίων Σπόρων. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.

4.11. Απόδοση

Μετά τη συγκομιδή υπολογίστηκε η απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας. Όπως φαίνεται και παρακάτω ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στην απόδοση.

Πίνακας 26. Ανάλυση της διασποράς της Απόδοσης

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	64081,8	3	21360,6	3681,80	0,0000
<i>Within groups</i>	46,4133	8	5,80167		
<i>Total (Corr.)</i>	64128,2	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση την απόδοση σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 3681,80 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην απόδοση σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της απόδοσης μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

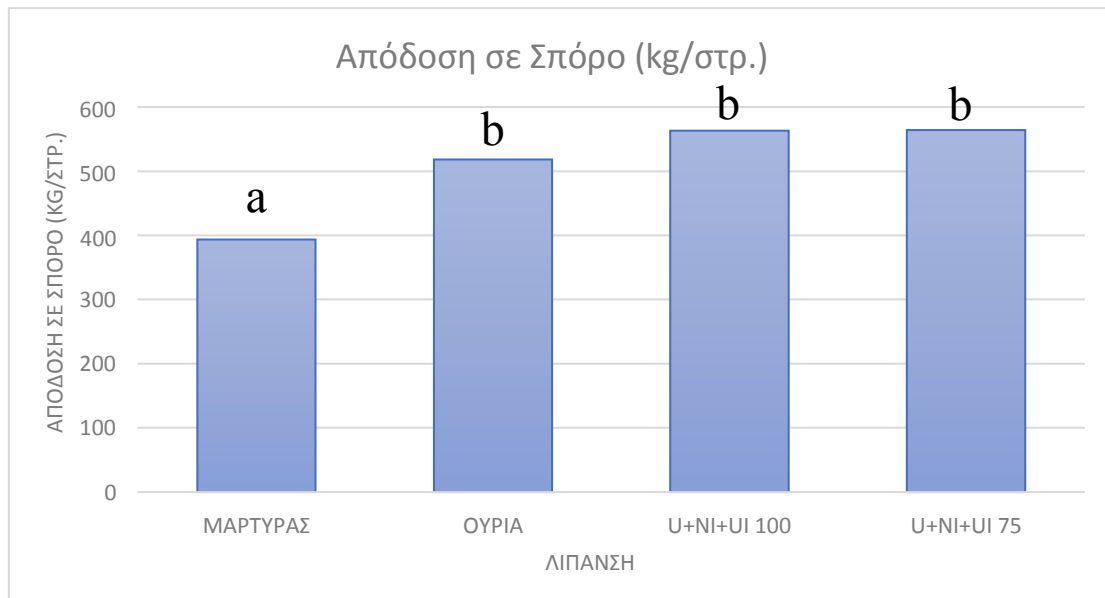
Πίνακας 27. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for Απόδοση by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	393,7	X
2	3	559,833	X
3	3	563,433	X
4	3	564,0	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2	*	-166,133	4,53515
1 – 3	*	-169,733	4,53515
1 – 4	*	-170,3	4,53515
2 – 3		-3,6	4,53515
2 – 4		-4,16667	4,53515
3 – 4		-0,566667	4,53515

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 3 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 2 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 14. Επίδραση της λίπανσης στην Απόδοση σε Σπόρο.

4.12. Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη

Μετά από χημική ανάλυση του αλεύρου πήραμε τα αποτελέσματα σχετικά με την περιεκτικότητα του αλεύρου σε πρωτεΐνη. Όπως φαίνεται και παρακάτω ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Πίνακας 28. Ανάλυση διασποράς της Περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνη

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
<i>Between groups</i>	48,0656	3	16,0219	21,65	0,0003
<i>Within groups</i>	5,92167	8	0,740208		
<i>Total (Corr.)</i>	53,9873	11			

Ο πίνακας ANOVA αποσυνθέτει τη διακύμανση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σε δύο συνιστώσες, μία μεταξύ της ομάδας και μία μέσα στην ομάδα. Η σχέση F, η οποία σε αυτήν την περίπτωση είναι 21,65 είναι αναλογία της εκτίμησης μεταξύ ομάδας προς την εκτίμηση εντός της ομάδας. Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, η τιμή P-Value της δοκιμής F ελέγχει τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0 %. Συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων.

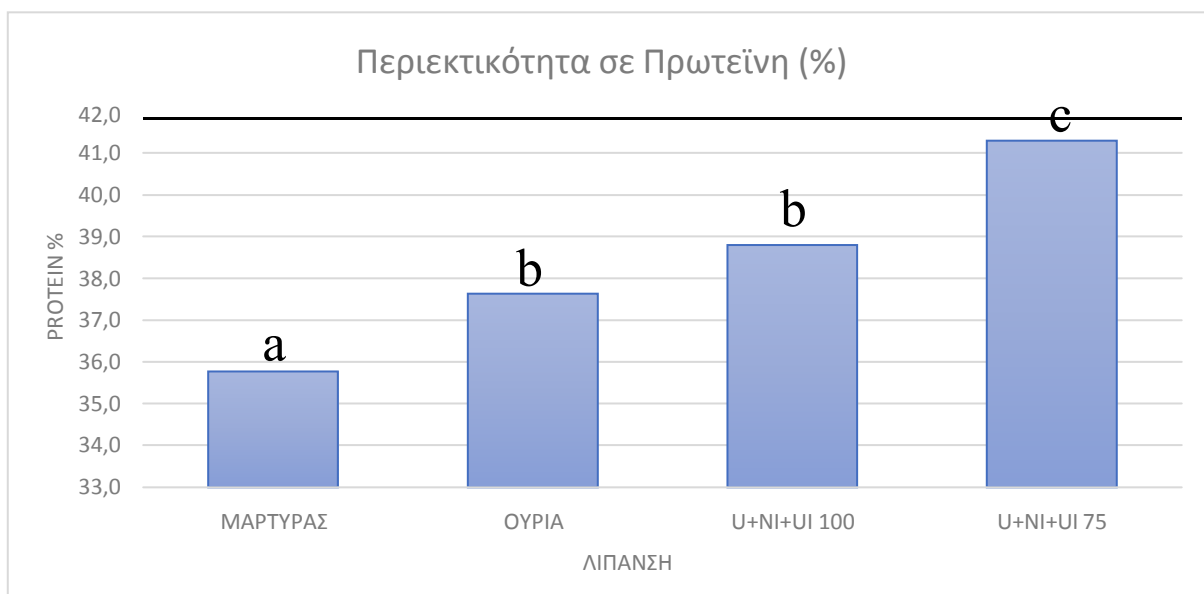
Πίνακας 29. Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for πρωτεΐνη by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>FERTILIZER</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
1	3	35,7667	X
2	3	37,6333	X
3	3	38,8333	X
4	3	41,2833	X

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 – 2	*	-1,86667	1,61992
1 – 3	*	-5,51667	1,61992
1 – 4	*	-3,06667	1,61992
2 – 3	*	-3,65	1,61992
2 – 4		-1,2	1,61992
3 – 4	*	2,45	1,61992

* denotes a statistically significant difference.

Ο παραπάνω πίνακας εφαρμόζει μία διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποιο είδος λίπανσης είναι σημαντικά διαφορετικό από τα άλλα. Ο αστερίσκος που έχει τοποθετηθεί δίπλα σε 5 ζεύγη, υποδεικνύει ότι τα ζευγάρια αυτά παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Συγκεκριμένα, υποδηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των λιπάνσεων τόσο της νιτρικής όσο και των δύο διαφορετικών δόσεων του παρεμποδισμένου λιπάσματος αλλά υπάρχει και διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων καθώς διαφέρει η υψηλή δόση παρεμποδισμένου λιπάσματος σε σχέση με τις άλλες δύο επεμβάσεις. Στον πρώτο πίνακα των πολλαπλών συγκρίσεων εντοπίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσω στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 15. Επίδραση της λίπανσης στην Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 95%.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν τα συμπεράσματα που εξάγονται από τα αποτελέσματα και θα σχολιαστούν ανά κατηγορία μετρήσεων. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την καλλιέργεια Σόγιας στην Ελλάδα. Η επίδραση των διαφορετικών ειδών λίπανσης στην καλλιέργεια, όπως εμφανίζεται στα παραπάνω αποτελέσματα, αναλύεται ακολούθως.

Ύψος

Όσον αφορά στο ύψος των φυτών της Σόγιας και τη στατιστική ανάλυση που προέκυψε από τις μετρήσεις παρατηρούμε πως η επέμβαση των διαφορετικών ειδών λίπανσης επέδρασε σημαντικά στο ύψος των φυτών. Το ψηλότερο φυτό (103 cm) το έδωσε το λίπασμα ουρίας με τους διπλούς παρεμποδιστές και συγκεκριμένα η δόση των 75kg/ha. Ενώ το χαμηλότερο φυτό (52,7 cm) το έδωσε ο μάρτυρας. Όπως αναφέρει και ο Mehmet OZ, η δόση του αζώτου και η πυκνότητα των φυτών επηρεάζει το ύψος των φυτών της σόγιας σημαντικά και όσο αυξάνεται η δόση του αζώτου τόσο αυξάνεται και το ύψος των φυτών. Συγκεκριμένα στο πείραμα αυτό η υψηλότερη δόση αζώτου έδωσε φυτά περίπου 93 cm και ο μάρτυρας 76,5 cm. Η διαφορά που παρουσιάζει το ύψος των φυτών συγκριτικά με τη βιβλιογραφία οφείλεται κυρίως στις διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης του φυτού.

Νωπό Βάρος

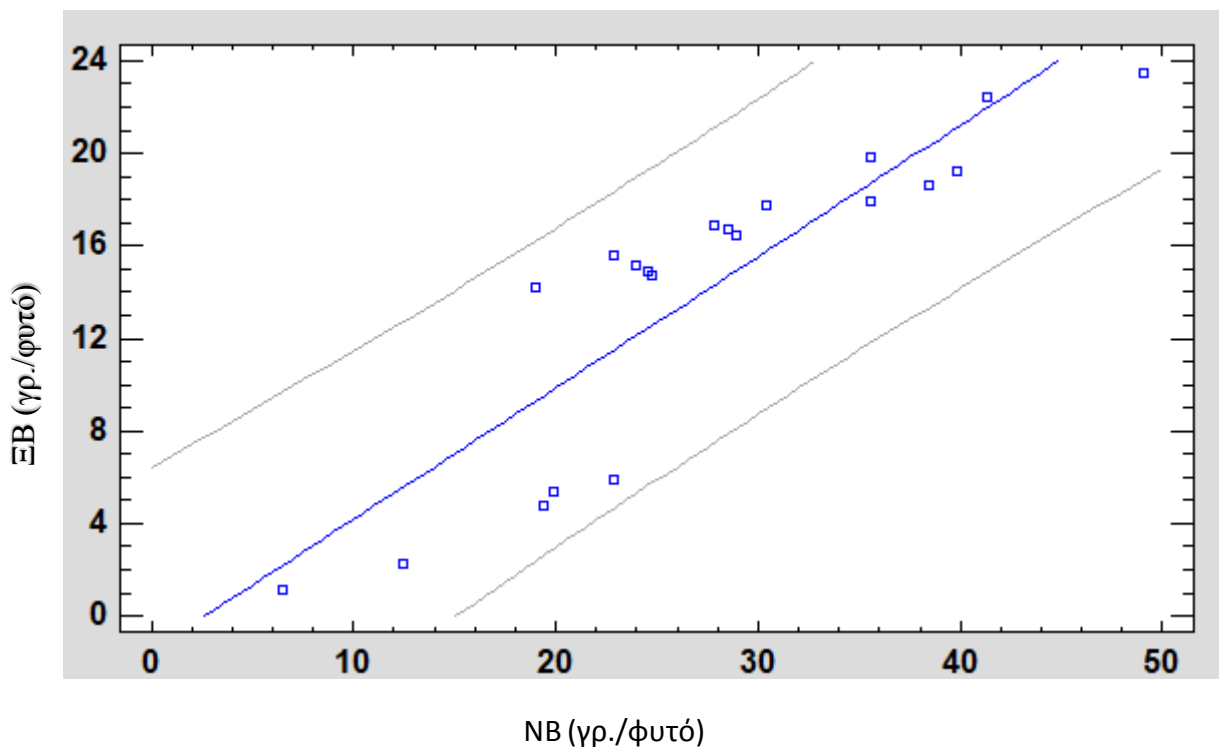
Βάσει της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων, ο παράγοντας της λίπανσης επιδρά στατιστικά σημαντικά στο νωπό βάρος. Συγκεκριμένα, παρατηρήσαμε ότι είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά όλες οι λιπάνσεις από το μάρτυρα. Το μεγαλύτερο νωπό βάρος το έδωσε η παρεμποδισμένη λίπανση με τη δόση των 100kg/ha, όπου ήταν 49,1 gr/φυτό. Ενώ ο μάρτυρας την ίδια χρονική στιγμή έδωσε 19,9 gr νωπού βάρους /φυτό. Ωστόσο μεταξύ των διαφορετικών ειδών λίπανσης δεν υπήρχε σημαντική διαφορά καθώς η νιτρική λίπανση έδωσε 39,8 gr νωπού βάρους/ φυτό και η παρεμποδισμένη λίπανση (δόση 75kg/ha) έδωσε 41,3 gr/φυτό.

Ξηρό Βάρος

Αντίστοιχα, όπως και στο νωπό βάρος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά του ξηρού βάρους των διαφορετικών ειδών λίπανσης σε σχέση με το μάρτυρα. Όπως είναι αναμενόμενο, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος το έδωσε η παρεμποδισμένη λίπανση με την υψηλή δόση (100kg/ha), όπου ήταν 23,5gr/φυτό. Στη συνέχεια ακολουθεί η παρεμποδισμένη λίπανση με τη μικρή δόση (75kg/ha), όπου έδωσε 22,4gr/φυτό, έπειτα η νιτρική λίπανση με 19,2gr ξηρού βάρους/ φυτό και τέλος με μεγάλη διαφορά σε σχέση με τις λιπάνσεις ο μάρτυρας όπου έδωσε 5,4gr ξηρού βάρους/ φυτό. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων Νωπού και Ξηρού Βάρους.

Συσχέτιση Ξηρού με Νωπού Βάρους

$$\text{EB} = -1,50054 + 0,567979 * \text{x}$$



Διάγραμμα 16. Γραμμική σχέση του Νωπού και Ξηρού Βάρους φυτών.

Θερμοκρασία Φυλλώματος

Όσον αφορά τη θερμοκρασία φυλλώματος δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων λίπανσης. Η ανάπτυξη του φυτού και των φύλλων εξαρτάται από τη θερμοκρασία που επικρατεί στο περιβάλλον ανάπτυξής τους, ωστόσο αυτή δεν επηρεάζεται από τις

διαφορετικές λιπάνσεις. Σε όλες τις επεμβάσεις επικρατούσε μία μέση θερμοκρασία φυλλώματος 25-30°C.

Συγκέντρωση Χλωροφύλλης

Ο παράγοντας της λίπανσης δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, υπάρχει μία διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων και του μάρτυρα αλλά δεν είναι σημαντική. Στις 77 ημέρες από την σπορά σε όλες τις επεμβάσεις η συγκέντρωση της χλωροφύλλης κυμαίνεται από 550-600.

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας

Ποικιλίες με πιο πυκνά και χοντρά φύλλα έχουν μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα, καθώς μικραίνει η επιφάνεια πρόσληψης φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας και υπάρχει περισσότερη σκιά στο κάτω μέρος της φυτείας (Terashima & Hirotsuka, 1995). Η διακύμανση στη δομή του φύλλου συνήθως προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας το δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA). Ο δείκτης αυτός σχετίζεται με τις διακυμάνσεις της μάζας του φύλλου, την περιοχή που πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση καθώς και την πρόσληψη- αφομοίωση αζώτου (El-Sharkawy & Hesketh, 1965). Ωστόσο δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως η σχέση του δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας και της φωτοσυνθετικής ικανότητας με την πρόσληψη αζώτου. Είναι αποδεκτό ότι τα φύλλα έχουν μικρότερο SLA αν είναι πιο συμπαγή (μεγαλύτερη μάζα/ cm²) και πιο πυκνή η φυτεία (Garnier & Laurent, 1994).

Συγκεκριμένα στη δική μας μελέτη, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά όσον αφορά στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων. Ο μάρτυρας είχε τον μικρότερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις ενώ τον μεγαλύτερο δείκτη είχε η παρεμποδισμένη λίπανση.

Αριθμός Λοβών ανά Φυτό

Βασικό καθοριστικό παράγοντα της απόδοσης αποτελεί ο αριθμός των λοβών ανά φυτό. Στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρχε μόνο μεταξύ του μάρτυρα και των διαφορετικών ειδών λίπανσης. Στις επεμβάσεις με τη λίπανση οι τιμές των λοβών ανά φυτό που καταγράφηκαν ήταν κατά μέσο όρο 50-120 λοβοί στις διάφορες ημερομηνίες όπου έγιναν οι μετρήσεις. Οι επεμβάσεις με την

λίπανση, τόσο την ουρία όσο και τη λίπανση με τη διπλή παρεμπόδιση έδωσαν 115-120 λοβούς ανά φυτό ενώ ο μάρτυρας γύρω στους 50 λοβούς ανά φυτό.

Μήκος λοβών & Αριθμός Σπόρων ανά λοβό

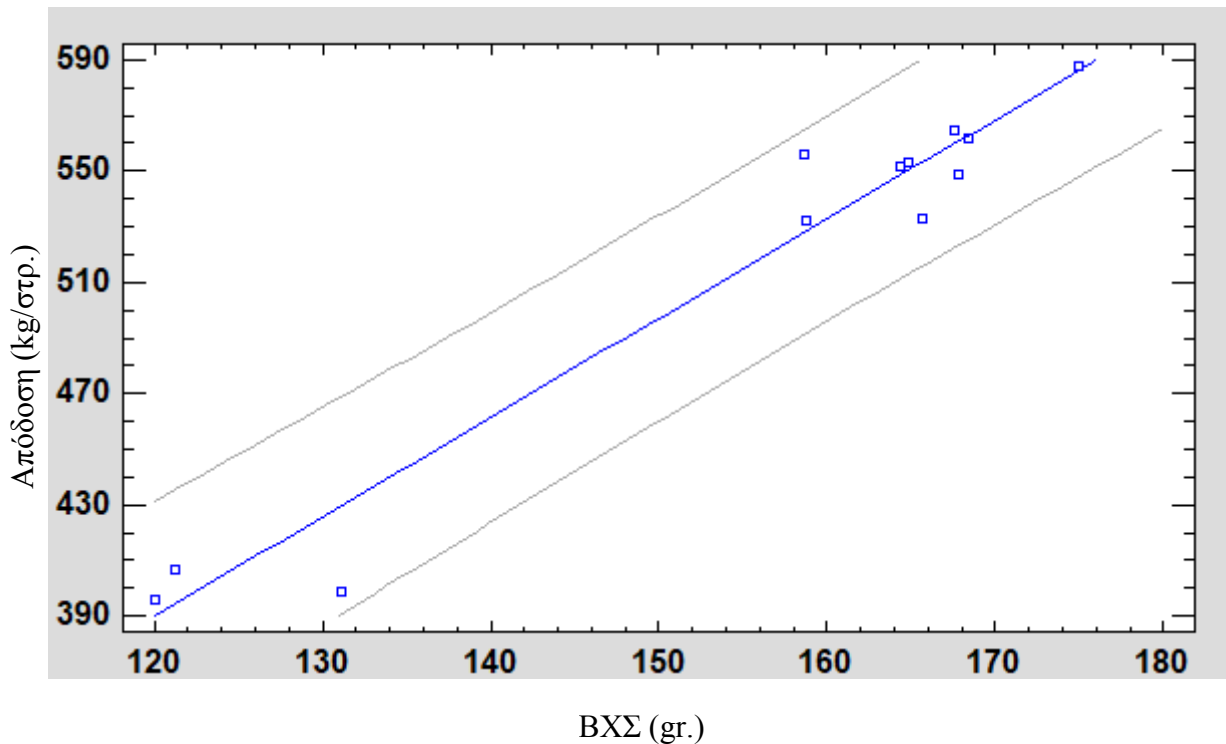
Το μήκος των λοβών κυμαινόταν γύρω στα 3-5cm. Τους πιο μεγάλους λοβούς τους έδωσαν όπως ήταν αναμενόμενο οι επεμβάσεις με τις λιπάνσεις ενώ ο μάρτυρας έδωσε πιο κοντούς λοβούς. Ο αριθμός των σπόρων ήταν σε όλες τις επεμβάσεις κατά μέσο όρο 2-3 ανά λοβό. Είχαμε την εμφάνιση ακραίων τιμών όπως 1 σπόρο ανά λοβό ή και 5 σπόρους ανά λοβό αλλά πιο σπάνια.

Βάρος Χιλίων Σπόρων & Απόδοση

Όσον αφορά το Βάρος Χιλίων Σπόρων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων λίπανσης. Και οι δύο δόσεις παρεμποδισμένου λιπάσματος έδωσαν υψηλό βάρος χιλίων σπόρων (165-175 gr) ενώ και η ουρία πήγε καλά (περίπου 160 gr) με μικρή αλλά στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με το παρεμποδισμένο λίπασμα. Ο μάρτυρας έδωσε το χαμηλότερο ΒΧΣ περίπου 120 gr και συνεπώς και τη χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο περίπου 400 kg/στρ. Οι αποδόσεις στις επεμβάσεις με τις λιπάνσεις ήταν για το παρεμποδισμένο λίπασμα 560-565 kg/στρ. και για την ουρία περίπου 550 kg/στρ. Οι αποδόσεις σε σπόρο σε πείραμα στη Θεσσαλονίκη ήταν 490 kg/στρ με αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 75cm και 615 kg/στρ με αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς 25cm. Οι διαφορές στις αποδόσεις μπορούν να αιτιολογηθούν λόγω των διαφορετικών αποστάσεων μεταξύ των γραμμών σποράς καθώς και λόγω διαφορετικών ποικιλιών και συνθηκών ανάπτυξης. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων ΒΧΣ και Απόδοσης.

Συσχέτιση της Απόδοσης με το Βάρος Χιλίων Σπόρων

$$\text{Απόδοση} = -38,7407 + 3,57244 * x$$



Διάγραμμα 17. Γραμμική σχέση του Βάρους Χιλίων Σπόρων και της Απόδοσης.

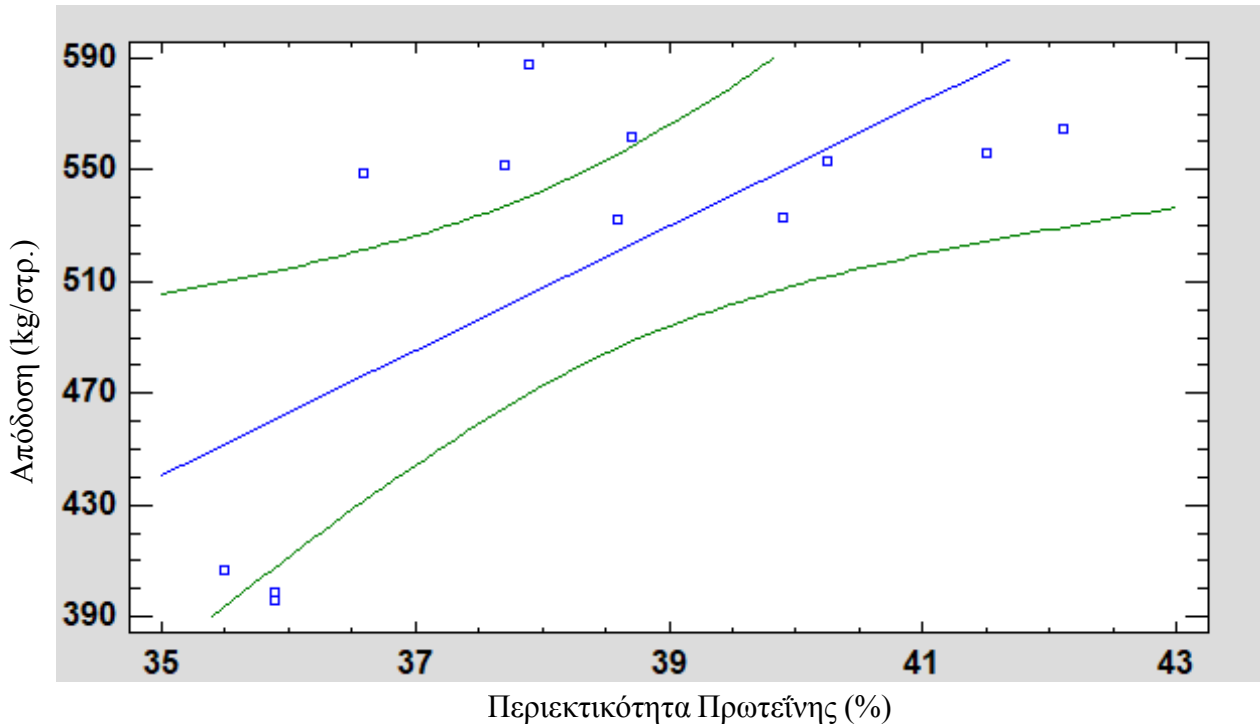
Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη

Η περιεκτικότητα σε αζωτούχες ουσίες αποτελεί κριτήριο της διαιτητικής αξίας της ζωοτροφής καθώς ο οργανισμός των ζώων δεν μπορεί να συνθέσει πρωτεΐνες και άλλες απαραίτητες αζωτούχες ενώσεις, εάν δεν έχει στη διάθεση του άζωτο (Ζέρβας, 2004). Σύμφωνα με τον Tielen (2007), το γεύμα σόγιας είναι η κύρια πηγή πρωτεΐνης που χρησιμοποιείται για την διατροφή των ζώων στην ΕΕ (65% το 2005/2006) (Dragan T, 2018). Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε πρωτεΐνη στο πείραμά μας είχε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων. Την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη την έδωσε η υψηλή δόση του παρεμποδισμένου λιπάσματος με περιεκτικότητα 42,1% και την χαμηλότερη ο μάρτυρας με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 35,5%. Η ουρία και η χαμηλή δόση παρεμποδισμένου λιπάσματος διέφεραν στατιστικά σημαντικά τόσο από τον μάρτυρα αλλά και από την υψηλή δόση του παρεμποδισμένου λιπάσματος, καθώς η περιεκτικότητα τους σε πρωτεΐνη ήταν περίπου 38-39%. Σύμφωνα και με τους Bellaloui *et al.* (2020), η εφαρμογή αζώτου έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στη σόγια. Όπως αναφέρουν και οι Clarke and Wiseman (2000), λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (35-50%), η παγκόσμια κατανάλωση σόγιας για τη διατροφή των ζώων έχει φτάσει τα 160 εκατομμύρια τόνους, που είναι περίπου τα 2/3 της συνολικής ποσότητας όλων των προϊόντων που χρησιμοποιούνται ως

πηγή πρωτεΐνης για τη διατροφή των ζώων. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη και Απόδοσης.

Συσχέτιση της Απόδοσης με την Περιεκτικότητα σε Πρωτεΐνη

$$\text{Απόδοση} = -340,092 + 22,3062 * x$$



Διάγραμμα 18. Γραμμική σχέση της Περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνη και της Απόδοσης.

Συνοψίζοντας, από όλα όσα προαναφέρθηκαν και σε συνδυασμό με τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, συμπεραίνουμε ότι ανάμεσα στις 4 επεμβάσεις που έγιναν το λίπασμα ουρίας με την διπλή παρεμπόδιση έδωσε ψηλότερα φυτά με μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος και υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη καθώς και τις υψηλότερες αποδόσεις. Ο μάρτυρας είχε γενικά χαμηλές τιμές σε όλα τα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο υπήρχαν μετρήσεις στις οποίες δεν διέφερε πολύ από τις επεμβάσεις με τις λιπάνσεις ιδίως με αυτή της ουρίας.

Πίνακας 30. Η επίδραση των επεμβάσεων της λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Επέμβαση	Ύψος (cm)	Βάρος Χιλίων Σπόρων (g)	LAI	Απόδοση σε σπόρο (kg ha ⁻¹)	Περιεκτικότητα σπόρου σε Πρωτεΐνη (%)
Μάρτυρας	24.64 ^a	115.23 ^a	1.27 ^a	3,937.00 ^a	35.77 ^a
Ουρία	42.30 ^{ab}	159.50 ^b	2.00 ^b	5,598.33 ^b	37.63 ^b
100 kg ha ⁻¹ (U+NI+UI)	55.20 ^b	163.53 ^b	2.07 ^b	5,634.33 ^b	38.83 ^b
75 kg ha ⁻¹ (U+NI+UI)	58.28 ^b	164.00 ^b	2.10 ^b	5,640.00 ^b	41.28 ^c
F _{treatment}	3.86 [*]	51.88 ^{***}	40.45 ^{***}	3,681.80 ^{***}	21.65 ^{**}

Η υψηλότερη απόδοση στους σπόρους ήταν στη χαμηλότερη δόση του παρεμποδισμένου λιπάσματος ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης και της χαμηλότερης απόδοσης ήταν σχεδόν 1700kg/ha. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται σε αρκετές μελέτες στις οποίες αναφέρεται ότι ο συνδυασμός του αναστολέα νιτροποίησης και ουρεάσης μπορεί να αυξήσει την απόδοση (Abalos *et al.*, 2014). Η περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη στην λίπανση των 75 kg/ha ήταν 10% υψηλότερη από αυτή του μάρτυρα, αυτό δικαιολογείται σύμφωνα με τους Bellaloui *et al.*, 2020 καθώς η εφαρμογή αζώτου έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Συνοψίζοντας, με βάση τα αποτελέσματα, το λίπασμα με τους διπλούς παρεμποδιστές ήταν πιο αποδοτικό σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος στην επέμβαση με την ουρία με τους διπλούς παρεμποδιστές η παροχή του αζώτου ήταν βαθμιαία, με αποτέλεσμα τα φυτά να απορροφούν άζωτο καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης τους. Πιο συγκεκριμένα για τις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες, η ιδανική ποσότητα ήταν αυτή των 75kg/ha.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη

Abalos D., Jeffery S., Sanz-Cobena A., Guardia G., Vallejo A., 2014. *Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. Agriculture, Ecosystems & Environment, 189:136–144.*

Bellaloui N., McClure A.M, Mengistu A., Abbas H.K., 2020. *The Influence of Agricultural Practices, the Environment, and Cultivar Differences on Soybean Seed Protein, Oil, Sugars, and Amino Acids. Plants 9:378.*

Brundrett Mark, 2004. *Diversity and classification of mycorrhizal associations. Biological reviews 79, pp.473-495.*

Clarke E.J. and Wiseman J., 2000. *Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soybeans. Protein and amino acid content. Journal of Agricultural Science, 134:111-124.*

David Pimentel, Paul Hepperly, James Hanson, David Douds, and Rita Seidel, July 2005. *Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. BioScience 55(7):573-582.*

Dragan Terzić, Vera Popović, Mladen Tatić, Viliana Vasileva, Vera Đekić, Vladan Ugrenović, Slobodan Popović, Pašaga Avdić, 2018. *Soybean area, yield and production in world. XXII ECO-CONFERENCE 2018, Ecological movement of novi sad.*

El-Sharkawy M. & Hesketh J., 1965. *Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO₂ diffusion resistance. Crop Science 12:517-521.*

Flavio H. Gutiérrez-Boem*, Javier D. Scheiner, Helena Rimski-Korsakov and RaúlS. Lavado, 2004. *Late season nitrogen fertilization of soybeans: effects on leaf senescence, yield and environment. Nutrient Cycling in Agroecosystems 68:109-115, Kluwer Academic Publishers, Netherlands*

Garnier E. & Laurent G., 1994. *Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perennial grass species. New Phytologist 12:725-736.*

Hsu Shi-Fang & Buckley H Daniel, 2008. *Evidence for the functional significance of diazotroph community structure in soil. The ISME Journal 3:124-136(2009).*

I.Terashima & K. Hikosaka, 1995. *Comparative ecophysiology of leaf and canopy photosynthesis. Plant, Cell and Environment* 18:1111-1128.

Kakabouki I., Folina A., Zisi Ch., Karydogianni S., 2020. *Fertilization expression via nitrogen indices in soybean crop under two system tillage. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(2):799-813.

Kanatas P., Travlos I., Papastylianou P., Gazoulis I., Kakabouki I., Tsekoura A., 2020. *Yield, quality and weed control in soybean crop as affected by several cultural and weed management practices. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1):329-341.

Li Y., Mingfang H., Tenuta M., Ma Z., Gui D., Li X., Zeng F., Gao, X., 2020. *Agronomic evaluation of polymercoated urea and urease and nitrification inhibitors for cotton production under drip-fertigation in a dry climate. Scientific Reports*, 10:1472.

M. A. Cavigelli, J. R. Teasdale and A. E. Conklin, 2008. *Long-Term Agronomic Performance of Organic and Conventional Field Crops in the Mid-Atlantic Region. Agronomy Journal* 100(3):785-794.

Mehmet OZ, 2008. *Nitrogen rate and plant population effects on yield and yield components in soybean. African Journal of Biotechnology* 7(24):4464-4470.

Michaeletz, Sean & Blonder, Benjamin, 2018. *A model for leaf temperature decoupling from air temperature. Agricultural and Forest Meteorology* 263:354-360.

Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E., Walters D.T., Weiss A., Dobermann A., 2008. *Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. Field Crops Research*, 108(1):1-13.

S. Mpepereki, F. Javaheri, P. Davis, K.E. Giller, 1999. *Soyabeans and sustainable agriculture. Promiscuous soyabeans in southern Africa. Field Crops Research* 65 (2000): 137-149.

Shurtleff W. & Aoyagi A., 2013. *History of Whole Dry Soybeans, Used as Beans, or Ground, Mashed or Flaked (240 BCE to 2013). Lafayette, California, p.950.*

Shurtleff W. & Aoyagi A., 2012. *History of Soybeans and Soyfoods in South America (1882-2009). Lafayette, California, Soyinfo Center p.705.*

Shurtleff W. & Aoyagi A., 2015. *History of Soybeans and Soyfoods in Austria and Switzerland (1781-2015). Lafayette, California, Soyinfo Center p.750.*

S. B. Mirsky, M. R. Ryan, J. R. Teasdale, W. S. Curran, C. S. Reberg-Horton, J. T. Spargo, M. Scott Wells, C. L. Keene and J. W. Moyer, 2013. *Overcoming Weed Management Challenges in Cover Crop-Based Organic Rotation No-Till Soybean Production in the Eastern United States. Weed Technology* 27: 193-203.

Tilak K., Ranganayakil N., Pal2 K., De R., Saxena A., Shekhar Nautiyal S., Mittal S., Tripathi A. and Johri B., 2005. *Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science* 89:10.

Travlos I., Tataridas A., Kanatas P., Kakabouki I. and Papastylianou P., 2020. *Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (Cyperus rotundus). Agronomy Research*, 18(2):595-602.

Tomek de Ponti, Bert Rijk, Martin K. van Ittersum, 2011. *The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricultural Systems* 108 (2012): 1-9.

Unkovich Murray, Baldock Jeff, 2008. *Measurement of asymbiotic N₂ fixation in Australian agriculture. Soil Biology and Biochemistry* 40: 2915-2921.

Varshney, Rajeev K.; Kudapa, Himabindu, 2013. *Legume biology: the basis for crop improvement. Functional Plant Biology. CSIRO Publishing.* 40 (12): v-viii.

William Cox, Jerome Cherney and Mark Sorrells, 2019. *Agronomic Comparisons of Organic and Conventional Soybean with Recommended and High Inputs during the First 4 Years of Organic Management. Agronomy*, 9:602.

Ελληνική

Ζέρβας Γ., Καλαισάκη Π., Φεγγερού Κ., 2004. *Διατροφή αγροτικών ζώων.* Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Μαυρομάτης Α., 2015. *Μελέτη Καλλιέργειας Συμβατικής Σόγιας & άλλων πρωτεϊνούχων κτηνοτροφικών φυτών σε διατοπικά πιλοτικά πειράματα αγρού με στόχο την εφαρμογή των προϋποθέσεων του πρότυπου συστήματος AGRO 7.* Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών.

Παπακόστα- Τασοπούλου Δ., 2012. *Ειδική Γεωργία Σιτηρά και Ψυχανθή.* Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Τόλης Ι.Δ., 1989. Η Σόγια. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.

Ιστοσελίδες

<https://www.fao.org/home/en/>

<https://www.ifoam.bio/>

<https://ec.europa.eu>