

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Λιακούλη Φανή

**Αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά ηλιάνθου σε
διαφυλλική και από εδάφους λίπανση βορίου**

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στη κατεύθυνση **‘Βελτίωση φυτών και Σύγχρονες καλλιέργειες’**

ΒΟΛΟΣ, 2009

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Λιακούλη Φανή

**Αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά ηλίανθου
σε διαφυλλική και από εδάφους λίπανση βορίου**

Εξεταστική επιτροπή

Πέτρος Χ. Λόλας
Καθηγητής

Μέλη:

Θ. Γέμτος
Καθηγητής

Ε. Βαρδαβάκης
Λέκτορας

ΒΟΛΟΣ, 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βόριο είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για όλα τα φυτά που προσλαμβάνεται σε μικρές ποσότητες, αλλά χρειάζεται σε αρκετές φυσιολογικές διεργασίες των φυτών. Ο ηλιάνθος ανήκει στα ευαίσθητα είδη που χρειάζεται το βόριο για να ολοκληρώσει την κανονική του ανάπτυξη. Σε αυτό το πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του βορίου σε ορισμένα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλιάνθου έπειτα από λίπανση διαφυλλική, από εδάφους και το συνδυασμό τους. Οι επεμβάσεις που μελετήθηκαν ήταν 8: 100, 400, 800, 1200 g B/στρέμμα από εδάφους, 100 g B/στρέμμα από φυλλώματος και 200 g B/στρέμμα από φυλλώματος σε δυο διαφορετικές χρονικές περιόδους και σε συνδυασμό 200 g B από εδάφους και 200 g B διαφυλλικά. Χρησιμοποιήθηκαν δυο ποικιλίες, η Oleko και η Favorit. Το πειραματικό σχέδιο ήταν RCB, με 3 επαναλήψεις για κάθε επέμβαση. Το πειραματικό τεμάχιο είχε 4 γραμμές, αποστάσεις σποράς 20x75 cm και μέγεθος 3x5 m. Οι παρατηρήσεις ελήφθησαν από τις δυο μεσαίες γραμμές στις 50, 75 και 100 μέρες από τη σπορά (ΜΑΣ). Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το ύψος του φυτού, το χλωρό και ξηρό βάρος του φυτού, η χλωροφύλλη, η στοματική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο, η διάμετρος της “κεφαλής” και η απόδοση σε σπόρο και λάδι. Μετά την εξαγωγή του ηλιελαίου μετρήθηκε η οξύτητα και ο αριθμός ιωδίου του ελαίου. Παράλληλα με το πείραμα στον αγρό, εφαρμόστηκε λίπανση Β προσπαρτικά σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο. Εφαρμόστηκαν οι εξής επεμβάσεις 0, 10, 30, 60, 120, 240, 480 mg Βόρακας /kg εδάφους σε όξινο και αλκαλικό έδαφος και στις δυο προαναφερθείσες ποικιλίες. Μελετήθηκαν στο θερμοκήπιο το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών, τα οποία δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τη λίπανση Β μέχρι και τη δόση των 120 mg Βόρακας /kg εδάφους. Οι μεγαλύτερες δόσεις είχαν τοξική δράση στα φυτά.

Στον αγρό, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την ποσότητα του βορίου ή τον τρόπο λίπανσης, εκτός από την απόδοση σε λάδι και την οξύτητα του ελαίου. Σε ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών και τη διάμετρο των "κεφαλών", οι δυο ποικιλίες διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλιελαίου, την οξύτητα και τον αριθμό ιωδίου του ελαίου δηλαδή, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ των δυο ποικιλιών, γεγονός που δικαιολογεί την αλληλεπίδραση της λίπανσης με την κάθε ποικιλία. Η ποικιλία Favorit επηρεάστηκε θετικά από τη λίπανση Β ως και την εφαρμογή των 400 g Β/στρέμμα, στις αποδόσεις σε σπόρο και λάδι.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Πέτρο Χ. Λόλα για την υπόδειξη του θέματος της μεταπτυχιακής μου εργασίας, τη συνεχή καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του.

Ακόμα ευχαριστίες απευθύνω στον καθηγητή κ. Θεοφάνη Γέμτο και στον κ. Εμμανουήλ Βαρδαβάκη Λέκτορα του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις χρήσιμες υποδείξεις τους τόσο όσον αφορά στη διόρθωση όσο και στην παρουσίαση της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Ακόμη ευχαριστώ τον κ. Θεοφάνη Γέμτο, που με φιλοξένησε στο εργαστήριο μηχανολογίας και τον προπτυχιακό φοιτητή κ. Νίκο Γιαννόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια του για την εξαγωγή ηλιελαίου από τον σπόρο.

Θερμές ευχαριστίες στον κ. Σπύρο Βλιώρα, γεωπόνο στο Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου καθώς και τους συναδέλφους εποχιακούς γεωπόνους για τη φιλοξενία τους στο περιφερειακό κέντρο και την πολύτιμη βοήθεια τους στις μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ηλιελαίου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τη γεωπόνο MSc Αναστασία Παπανικολάου που με βοήθησε στις μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ηλιελαίου.

Επίσης εκφράζω ευχαριστίες στον κ. Σπύρο Σουίπα υπεύθυνο γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου στο Βελεστίνο για την πολύτιμη βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος στο αγρόκτημα.

Τέλος, οφείλω τις ευχαριστίες μου στο γεωπόνο κ. Γεώργιο Κολτσιδα, για τη βοήθεια του στη λήψη μέρους των μετρήσεων του πειράματος.

Θα ήταν παράλειψη μου, αν δεν ευχαριστούσα τους γονείς μου για την ηθική τους υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής και συγγραφής της μεταπτυχιακής διατριβής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2. ΗΛΙΑΝΘΟΣ.....	11
2.1 Γενικά	11
2.2 Βοτανικά γνωρίσματα	12
2.3 Οικολογικές απαιτήσεις	14
2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες	15
2.5 Εχθροί και ασθένειες.	17
2.6 Προϊόντα	19
2.7 Παραγωγή	22
2.8 Στατιστικά-οικονομικά στοιχεία.....	24
3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	25
3.1 Βόριο.....	25
3.2 Έλλειψη βορίου στο φυτό	27
3.3 Τοξικότητα βορίου στο φυτό	27
3.4 Λίπανση με βόριο	28
3.5 Αλληλεπιδράσεις του βορίου με άλλα στοιχεία	28
3.6 Βόριο και ηλίανθος	29
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	35
4.1 Γενικά	35
4.2 Πειράματα στα φυτοδοχεία	36
4.3 Πειράματα στον αγρό	38
4.4 Παρατηρήσεις	40
4.5 Στατιστική ανάλυση	45
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	46
Α. Πειράματα στα φυτοδοχεία	46
5.1 Χλωρό και ξηρό βάρος φυτού	46

B. Πειράματα στον αγρό	48
5.2 Χλωρό και ξηρό βάρος φυτού.....	48
5.3 Ύψος ηλίανθου	52
5.4 Χλωροφύλλη και στοματική αγωγιμότητα	54
5.5 Διάμετρος 'κεφαλής' ηλίανθου	57
5.6 Βάρος 1000 σπόρων	58
5.7 Περιεκτικότητα βορίου στα φύλλα.....	59
5.8 Απόδοση σε σπόρο	60
5.9 Απόδοση σε λάδι	61
5.10 Οξύτητα και αριθμός ιωδίου ηλιελαίου	62
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα 103 γνωστά χημικά στοιχεία, περίπου 25 στοιχεία συμμετέχουν στη σύσταση της ξηρής ουσίας των φυτών. Ανάλογα με την ποσοτική αναλογία τους, τα θρεπτικά στοιχεία που λαμβάνονται από τα φυτά για την ανάπτυξή τους χωρίζονται σε μακροστοιχεία (μακροθρεπτικά) και μικροστοιχεία (μικροθρεπτικά). Με βάση τη σειρά τους στον περιοδικό πίνακα, το φυτό μπορεί να απορροφήσει τα παρακάτω στοιχεία: H, B, C, N, O, Na, Mg, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo. Όμως, κάτω από ειδικές συνθήκες μπορεί, να απορροφηθούν από το φυτό και ουσίες με τοξική δράση όπως Al, Pb, Br, J, Se, Cd, Ni, Hg κλπ (Χουλιάρας και συν., 1996).

Τα φυτά απορροφούν τα διάφορα στοιχεία είτε από τον αέρα (C, O), είτε από το έδαφος σε ανόργανες ιονικές μορφές διαλυμένες στην υγρασία του εδάφους. Τα προσλαμβανόμενα θρεπτικά στοιχεία, χρησιμοποιούνται από το φυτό είτε σαν δομικά υλικά των ιστών του, είτε ως παράγοντες που ρυθμίζουν τη θρέψη του (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}). Ειδικότερα τα ιχνοστοιχεία είναι συστατικά των οργανικών καταλυτών.

Ένα από τα σημαντικά προβλήματα της γεωργικής παραγωγής σε παγκόσμια κλίμακα είναι η ανεπάρκεια σε ορισμένες περιπτώσεις και η οριακή σε άλλες περιεκτικότητα σε βόριο πολλών γεωργικών εδαφών. Σύμφωνα με έγκυρες εκτιμήσεις το βόριο είναι το μικροθρεπτικό στοιχείο με τη μεγαλύτερη συνολική έκταση των ελλειμματικών γεωργικών γαιών.

Σύμφωνα με μελέτη του FAO με θέμα τη στάθμη των μικροθρεπτικών στοιχείων, η τροφοπενία B είναι πλέον εκτεταμένη στα εδάφη 41 χωρών της Ευρώπης, Λατινικής Αμερικής, Άπω Ανατολής, Εγγύς Ανατολής, Αφρικής και Αυστραλίας. Αντιθέτως, παρατηρούνται και προβληματικά εδάφη με το βόριο σε τοξικά επίπεδα σε πολλές ξηροθερμικές κυρίως περιοχές της γης όπως το Ιράκ, το Μεξικό, το Πακιστάν και την Τουρκία. Στην Ελλάδα το

πρόβλημα της τροφοπενίας Β είναι αρκετά διαδεδομένο σε ευπαθείς καλλιέργειες σε έλλειψη ιχνοστοιχείων, όπως είναι η ελιά, η μηλιά, το αμπέλι κλπ.

Το βόριο είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για τα ανώτερα φυτά, με διαφορές μέσα στα είδη, στα επίπεδα που απαιτούνται για τη βέλτιστη ανάπτυξη τους. Το βόριο κατέχει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, τη δυνατότητα διακίνησης σακχάρων, τη βλάστηση της γύρης, τη δράση των ορμονών, την κανονική αύξηση και ανάπτυξη και τη λειτουργία του ακραίου μεριστώματος, τη σύνθεση του νουκλεϊνικού οξέος και τη δομή και λειτουργία των μεμβρανών (Αναλογίδης, 2007). Όμως είναι πολύ μικρό το εύρος μεταξύ της συγκέντρωσης που αντιστοιχεί σε έλλειψη και τοξικότητα. Οι κυριότερες επιβλαβείς επιδράσεις που έχουν παρατηρηθεί από έλλειψη βορίου είναι η αναστολή φυτρώματος και ανάπτυξης ριζών, χλώρωση φύλλων, νέκρωση υπέργειου μέρους. Η ολική συγκέντρωση του βορίου στα εδάφη κυμαίνεται σε μεγάλο εύρος, ανάλογα με την περιεκτικότητα σε βόριο του μητρικού πετρώματος, αλλά μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτού είναι διαθέσιμο στα φυτά.

Η διαθεσιμότητα του βορίου στα εδάφη εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι των οποίων είναι το εδαφικό pH, η περιεκτικότητα σε άργιλο, η οργανική ουσία και τα οξύ-υδροξειδία του σιδήρου και αργιλίου. Σε όξινα εδάφη το διαθέσιμο βόριο βρίσκεται με τη μορφή του αδιάστατου βορικού οξέος H_3BO_3 το οποίο ως ουδέτερο ηλεκτρικά εκπλύνεται εύκολα. Σε αλκαλικά εδάφη το βόριο βρίσκεται κυρίως με τη μορφή του ιόντος του υδροξειδίου το βορίου $[B(OH)_4]^-$, το οποίο προσροφάται ισχυρότερα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθεσιμότητα του και η έκπλυση του.

Διάφοροι παράγοντες έχουν επιπτώσεις στη πρόσληψη του βορίου, συμπεριλαμβανομένου του pH του εδαφικού διαλύματος, της θερμοκρασίας, της έντασης του ηλίου και της συγκέντρωσης άλλων

στοιχείων (π.χ. ασβέστιο και κάλιο). Η πρόσληψη μειώνεται όταν το pH αυξάνεται από 4 σε 9 και αυξάνεται όταν αυξάνεται η ένταση του φωτός. Το ποσοστό απορρόφησης βορίου αυξάνεται γρήγορα στις θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 10 °C σε 30 °C και μειώνεται αισθητά πάνω από 35 °C.

Ιδιαίτερα ευαίσθητα στην τροφοπενία του βορίου είναι πολλά φυλλώδη και ριζώδη φυτά, όπως το κουνουπίδι και το μπρόκολο. Μεταξύ των κτηνοτροφικών φυτών πιο ευπαθής είναι η μηδική που θεωρείται και ως φυτό-δείκτης. Ιδιαίτερα ευπαθής καλλιέργεια στην τροφοπενία βορίου είναι η ελιά, που ενδιαφέρει ιδιαίτερα την ελληνική παραγωγή, καθώς και η άμπελος (Αναλογίδης, 2007).

Η έλλειψη βορίου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του ηλίανθου (*Helianthus annuus*), που θεωρείται μια από τις ευπαθείς καλλιέργειες. Στην Ελλάδα καλλιεργείται κυρίως στο βορειοανατολικό τμήμα της χώρας, στην ανατολική Μακεδονία και Θράκη. Είναι ένα ετήσιο φυτό της οικογένειας *Asteraceae* (*Compositae*) και ο κύριος σκοπός καλλιέργειας του ηλίανθου παγκοσμίως είναι η παραγωγή ελαίου, για διατροφικούς σκοπούς ή για παραγωγή βιοντήζελ.

Το παρόν πείραμα έγινε με σκοπό να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της λίπανσης με βόριο στην αύξηση και ανάπτυξη του ηλίανθου, αλλά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλιελαίου. Η κριτική συγκέντρωση επάρκειας του βορίου στα φύλλα του ηλίανθου είναι 40 mg/kg. Το πιο απαιτητικό στάδιο στο φυτό είναι κατά την αναπαραγωγή και δεδομένου των μεγάλων απαιτήσεων του ηλίανθου σε βόριο, θα πρέπει η λίπανση με Β να επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη του φυτού. Οι επεμβάσεις εφαρμόστηκαν από εδάφους, διαφυλλικά ή σε συνδυασμό για πληρέστερη μελέτη της λίπανσης με βόριο στον ηλίανθο.

2. ΗΛΙΑΝΘΟΣ

2.1 Γενικά

Ο ηλίανθος ανήκει στο είδος *Helianthus annuus* L. της οικογένειας *Asteraceae* (*Compositae*). Στο γένος του ηλίανθου υπάρχουν πολλά είδη. Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλίανθου και η δημιουργία των σημερινών καλλιεργούμενων ηλίανθων, έγινε με μεταφορά γενετικού υλικού από το αυτοφυές *Helianthus petiolaris* στο *H. annuus* (αρχικά άγριο). Είναι γνωστός ως ήλιος και ηλιοτρόπιο και κατάγεται από την Κεντρική Αμερική. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς, όπου για πολλά χρόνια χρησιμοποιούνταν ως καλλωπιστικό φυτό και μόνο τον 19^ο αιώνα άρχισε να χρησιμοποιείται για παραγωγή βρώσιμου ελαίου (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Ως ελαιούχο φυτό πρώτα διαδόθηκε στην πρώην Σοβιετική Ένωση, ιδίως στην Ουκρανία όπου καλλιεργούνται οι μεγαλύτερες εκτάσεις. Σημαντική έκταση κατέχει η καλλιέργεια του ηλίανθου και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες όπως είναι η Ρουμανία, η Ουγγαρία, η Βουλγαρία κ.α. Καλλιεργείται επίσης στις Η.Π.Α. και στην Νότια Αμερική (Αργεντινή, Ουρουγουάη, Χιλή), όπου μάλιστα αποτελεί κύρια πηγή εδώδιμου ελαίου καλής ποιότητας. Αυτή η επέκταση της καλλιέργειας σε πολλές χώρες οφείλεται στη δημιουργία και χρήση υβριδίων με υψηλή περιεκτικότητα ελαίου στον σπόρο. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ηλίανθου περιορίζεται κυρίως στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, όπου και προσαρμόζεται καλύτερα (Γαλανοπούλου, 1999-Ξανθόπουλος, 1993).

2.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Το ριζικό σύστημα του ηλιάνθου είναι βαθύ πασσαλώδες που σε ακραίες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα σε έντονη ξηρασία, μπορεί να φτάσει και τα 5 m. Συνήθως το ριζόστρωμα βρίσκεται ως το βάθος των 60 cm. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού η ρίζα μεγαλώνει πιο γρήγορα από ότι το υπέργειο τμήμα έτσι ώστε όταν το φυτό βρίσκεται στο στάδιο των 8-10 φύλλων και το υπέργειο τμήμα έχει ύψος περίπου 40 cm, τότε η ρίζα φθάνει τα 70 cm περίπου. Μια αδυναμία του φυτού είναι ότι η ρίζα του δεν μπορεί να διεισδύσει σε σκληρά εδάφη (Γαλανοπούλου, 1999).

Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος είναι ετήσιος, μικρής σχετικά βλαστικής περιόδου και κατά κανόνα έχει μόνο ένα στέλεχος. Τα άγρια είδη του φυτού έχουν πολλές διακλαδώσεις, οι οποίες όμως είναι ανεπιθύμητες, διότι μειώνουν την ποιότητα αλλά και την ποσότητα του σπόρου και παρατηρείται μια ανομοιόμορφη ωρίμανση (Heiser, 1978).

Οι ποικιλίες του ηλιάνθου διακρίνονται ανάλογα με το ύψος του στελέχους σε υψηλόσωμες, μετριοσωμες και χαμηλόσωμες. Επί το πλείστον παρατηρούνται ποικιλίες με ύψος περί τα 2 m, αλλά επειδή το ύψος εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και το περιβάλλον, έχουν παρατηρηθεί διακυμάνσεις στο ύψος από 0,5 m ως 6 m . Ο βλαστός του φυτού είναι κυλινδρικός με διάμετρο 2,5-3 cm και είναι γεμάτος στο εσωτερικό του με εντεριώνη. Κατά την ωρίμανση το άνω άκρο του στελέχους κάμπτεται μαζί με την ταξιανθία το οποίο διευκολύνει την αποξήρανση του σπόρου αλλά επίσης δυσχεραίνει τη συγκομιδή. Το φυτό στα περισσότερα μέρη του, στέλεχος, φύλλα κ.α. φέρει τρίχες διαφορετικής πυκνότητας και σκληρότητας.

Τα φύλλα συνήθως είναι πλατιά, ωοειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα είναι καρδιόσχημα. Τα πρώτα πέντε ζεύγη φύλλων εκφύονται αντίθετα ενώ τα υπόλοιπα κυκλικά. Εκτός από τα κανονικά φύλλα, ο ηλιάνθος έχει δυο ειδών βράκτια

φύλλα, αυτά που είναι στο πίσω μέρος της ταξιανθίας και αυτά που περιβάλλουν το άνθος.

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος, που είναι μονοστέλεχος, φέρει μια επάκρια **ταξιανθία** (“κεφαλή” ή “δίσκος”) με συνήθη διάμετρο 8 ως 60 cm και περιβάλλεται από οξύληκτα βράκτια φύλλα με κίτρινα ή κόκκινα πέταλα (Seiler, 1997). Το τελικό σχήμα της ταξιανθίας είναι κυρτό, κοίλο, επίπεδο ή σιγμοειδές. Τα περιφερειακά άνθη της ταξιανθίας είναι άγονα (δεν έχουν ανθήρες και ο στύλος και το στίγμα έχουν εκφυλιστεί) αλλά έχουν στεφάνη όπως τα υπόλοιπα άνθη με πέντε ενωμένα πέταλα. Ο μοναδικός σκοπός των περιφερειακών ανθέων είναι να προσελκύουν τα έντομα και κυρίως τις μέλισσες που συντελούν στην επικονίαση. Τα εσωτερικά άνθη της ταξιανθίας είναι τοποθετημένα σε ομόκεντρα τόξα και το καθένα περιβάλλεται από ένα βράκτιο φύλλο.

Η ανθοφορία στον αγρό διαρκεί περίπου 20 ημέρες. Η ανθοφορία αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη, συνεχίζεται προς το κέντρο και ολοκληρώνεται για αυτήν την ταξιανθία σε 5 με 10 μέρες όταν πέφτουν τα πέταλα των άγονων ανθέων. Ο ηλίανθος ανήκει στα σταυρογονιμοποιούμενα είδη και η επικονίαση γίνεται με έντομα και κυρίως με μέλισσες. Η γύρη είναι βαριά και δεν μπορεί να μεταφερθεί εύκολα με τον άνεμο. Η παραγωγή νέκταρ είναι πολύ μεγάλη και θεωρείται ένα από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά. Οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες μέχρι την άνθησή τους, τα βράκτια φύλλα και τα νεαρά φύλλα εμφανίζουν ηλιοτροπισμό, ακολουθούν δηλαδή την πορεία του ήλιου κατά την ημέρα. Το πρωί, οι ταξιανθίες στρέφονται προς τα ανατολικά και ακολουθούν την πορεία του ήλιου μέχρι το βράδυ που ανορθώνονται. Το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού παύει μόλις ολοκληρωθεί η ανάπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων. Όταν επικρατεί συννεφιά ή όταν το φυτό αναπτύσσεται σε τεχνικές συνθήκες φωτισμού ή όταν αφαιρεθούν τα φύλλα, τότε δεν παρατηρείται το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού (Γαλανοπούλου, 1999).

Με τον ηλιοτροπισμό αυξάνει η φωτοσύνθεση κατά 10-23% ανάλογα με την κατανομή των φύλλων.

Ο σπόρος του ηλίανθου είναι αχάινιο, διαφόρων σχημάτων (επίμηκες, ωοειδές, ρομβοειδές, στρογγυλό) και η διατομή του είναι στενόμακρη ή στρογγυλή. Γενικά, οι σπόροι που βρίσκονται στην περιφέρεια της ταξικαρπίας είναι μεγαλύτεροι και βαρύτεροι από τους κεντρικούς.

2.3 Οικολογικές απαιτήσεις

Η βλάστηση των σπόρων του ηλίανθου αρχίζει στους 4°C, γίνεται με κανονική ταχύτητα στους 8-10°C και με μέγιστη στους 15°C. Αυτές οι θερμοκρασίες επιτρέπουν τη πρώιμη σπορά. Ιδανική θερμοκρασία για την παραγωγή του σπόρου, θεωρείται το επίπεδο των 24-26°C την ημέρα και 18-20°C τη νύχτα. Για τη φωτοσύνθεση, άριστη θερμοκρασία είναι αυτή των 28°C, αλλά η φωτοσύνθεση μπορεί να συνεχισθεί μέχρι και τους 45°C. Ο ηλίανθος είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και απαιτητικό στο φως. Μειωμένος φωτισμός κατά 40% σε σχέση με τον κανονικό, σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει την απόδοση μέχρι και 65%. Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και μειώνουν την περιεκτικότητα ελαίου (Γαλανοπούλου, 1999).

Ο ηλίανθος θεωρείται ανθεκτικός στη ξηρασία, κυρίως χάρη στο βαθύ και εκτεταμένο ριζικό του σύστημα. Έχει, επίσης, την ικανότητα να φωτοσυνθέτει σε συνθήκες μεγάλης ξηρασίας, για αυτό και η επίδραση της ξηρασίας στην απόδοση είναι ελάχιστη, εφόσον η διάρκεια της ξηρασίας δεν είναι μεγάλη. Η κριτική περίοδος είναι 20 μέρες πριν και μετά την άνθηση, οπότε σοβαρή έλλειψη υγρασίας μειώνει την απόδοση. Ο ηλίανθος αναπτύσσεται καλύτερα σε ελαφρά και οργανικά εδάφη με καλή αποστράγγιση, όπου δεν παρεμποδίζεται η διείσδυση της ρίζας. Δεν ανέχεται τα αλατούχα εδάφη, τα οποία

έχουν σημαντική επίδραση στο φυτό, επειδή μειώνουν την περιεκτικότητα σε λάδι. Είναι απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα σε N και P (Πίνακας 1). Υπερβολική όμως N-ούχος λίπανση μειώνει την περιεκτικότητα ελαίου και αυξάνει την περιεκτικότητα πρωτεΐνης, υποβαθμισμένης όμως ποιότητας. Τέλος, ο φώσφορος αυξάνει την περιεκτικότητα ελαίου. Ελλείψεις σε βόριο και μολυβδαίνιο, συνήθως, μειώνουν την αύξηση του φυτού και τις αποδόσεις του (NSA).

Πίνακας 1: Ισοζύγιο των θρεπτικών στοιχείων στον ηλιανθο

Πρόσληψη-απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων kg/ha					
Για απόδοση 3.5 t/ha	N	P₂O₅	K₂O*	MgO	CaO
Πρόσληψη	131	87	385	70	210
Απομάκρυνση	66	54	82	14	10
Υπολείμματα	65	33	303	56	200
* Υψηλή πρόσληψη καλίου					
Πρόσληψη-απομάκρυνση μικροστοιχείων g/ha					
Για απόδοση 3.5 t/ha	Fe	Cu	Zn	Mn	B*
Πρόσληψη	732	59	348	412	396
Απομάκρυνση	106	25	148	42	80
Υπολείμματα	626	34	200	370	316
* Ανάμεσα στα μικροστοιχεία, το βόριο είναι από τα πιο κρίσιμα					

Πηγή: World Fertilizer Use Manual, Hocking et al.,1983

2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

Ο ξηρικός ηλιανθος είναι μια πολύ καλή καλλιέργεια για αμειψισπορά στους σιταγρούς. Αυτό το είδος αμειψισποράς πλεονεκτεί, διότι οι δυο καλλιέργειες διαφέρουν ως προς το βάθος των ριζικών συστημάτων, τις απαιτήσεις τους σε θρεπτικά στοιχεία, αλλά και ως προς τις προσβολές από ζιζάνια, εχθρούς και ασθένειες.

Όταν καλλιεργείται συνέχεια ηλίανθος στον ίδιο αγρό, η απόδοση του είναι μικρότερη από ότι όταν καλλιεργείται μετά από σιτάρι. Αν και δεν αντέχει τα αλατούχα εδάφη, θεωρείται ότι βοηθάει τις επόμενες καλλιέργειες, γιατί μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα και ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη (Ξανθόπουλος, 1993). Ο ηλίανθος ζημιώνεται από τα ζιζάνια μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης και ειδικότερα τις 15 μέρες μετά το φύτευμα. Στη συνέχεια, ο ηλίανθος γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια συνήθως αντιμετωπίζονται με συνδυασμό μηχανικών και χημικών μέσων. Υπάρχουν κατάλληλα προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα.

Ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται πρώιμα και για την Β. Ελλάδα όπου καλλιεργείται επί το πλείστον, η κατάλληλη εποχή σποράς είναι από μέσα Μαρτίου ως τα μέσα Απριλίου. Η εποχή σποράς συνδέεται και με την ποιότητα του λαδιού, γιατί προσδιορίζει την περίοδο άνθησης. Αν μετά την άνθηση επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες, τότε μειώνεται η περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ και αντιστρόφως. Η σπορά γίνεται με τις μηχανές ακριβείας αραβοσίτου. Το βάθος σποράς είναι 3-10 cm , ανάλογα με την υγρασία του εδάφους και το μέγεθος του σπόρου. Οι συνήθεις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς είναι 60-75 cm και οι αποστάσεις των φυτών επάνω στη γραμμή είναι 15-20 cm . Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται μεταξύ 0,5-1,5 kg/στρ, και ο άριστος πληθυσμός φυτών μεταξύ 3500-7000 φυτά/στρ. Σε πολύ πυκνούς πληθυσμούς, η καλλιέργεια οψιμίζει και τα στελέχη γίνονται πιο υψηλά και αδύνατα, με αποτέλεσμα να πλαγιάζουν με τον αέρα (Γαλανοπούλου, 1999).

Ο ηλίανθος καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικός, επωφελείται όμως από την άρδευση, 2-4 ποτίσματα είναι αρκετά για να βελτιώσει την απόδοση του φυτού που πολλές φορές μπορεί και να υπερδιπλασιαστεί.

Επιπλέον, η άρδευση αυξάνει την αποτελεσματικότητα της λίπανσης, την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και βελτιώνει και την ποιότητα των πρωτεϊνών γιατί αυξάνει τα απαραίτητα αμινοξέα.

Χαρακτηριστικό ωρίμανσης των “κεφαλών” είναι ο κίτρινος και κατά ένα ποσοστό καστανός χρωματισμός του πίσω μέρους της “κεφαλής”. Η συγκομιδή γίνεται όταν ο σπόρος έχει υγρασία κάτω από 20-25%, τα κάτω φύλλα έχουν ξεραθεί και τα υπόλοιπα αρχίζουν να κιτρινίζουν. Καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις απώλειες από τα πουλιά, το τίναγμα του σπόρου και τις ασθένειες κυρίως όταν επικρατούν συνθήκες υγρασίας. Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται από τα τέλη του Αυγούστου ως τις αρχές του Οκτωβρίου. Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού με τις κατάλληλες ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν (Σφήκας, 1995).

2.5 Εχθροί και ασθένειες

Οι πιο σοβαρές ασθένειες του ηλιάνθου κυρίως προκαλούνται από μύκητες και κατά δεύτερον από έντομα. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα, ίσως και λόγω των καιρικών συνθηκών (Ξανθόπουλος, 1993). Τα έντομα που προσβάλλουν τον ηλιάνθο είναι:

1. *Homeosoma nebullela*: είναι το πιο διαδεδομένο έντομο σε όλες τις χώρες που καλλιεργείται ο ηλιάνθος και για τον έλεγχο του υπάρχουν βιολογικές (έντομα-αρπακτικά) και καλλιεργητικές μέθοδοι π.χ. η εποχή σποράς.
2. *Zygogramma exclamationis*: προσβάλλει κυρίως τους βλαστούς και το φύλλωμα και η καταπολέμηση του περιλαμβάνει βιολογικά και χημικά μέσα.
3. *Smicronyx fulvus*: ανήκει στα κολεόπτερα και προσβάλλει κυρίως τους σπόρους.

Σε σύγκριση με τα έντομα, οι ασθένειες προκαλούν πολύ περισσότερα προβλήματα στην καλλιέργεια του ηλιανθου. Προσβάλλονται όλα τα τμήματα του φυτού και σε όλα τα στάδια.

1. Άσπρη σήψη (*Sclerotinia sclerotiorum*)
2. Περονόσπορος (*Plasmopara helianthi*)
3. Σήψη στελέχους και ριζών (*Macrophomina phaseolina*)
4. Γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinerea*)
5. Καστανή κηλίδωση-καρκίνο του στελέχους (*Phomopsis helianthi*)
6. Αδρομύκωση (*Verticillium dahliae*)
7. Αλτερνάρια (*Alternaria helianthi*)
8. Σκωρίαση (*Puccinia helianthi*)
9. Οροβάγχη (*Orobanche cumana*)

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης δηλαδή με τον συνδυασμό:

- α) κατάλληλης αμειψισποράς
- β) εφαρμογή ορθής καλλιεργητικής τεχνικής (π.χ. αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, εφαρμογή ορθολογικής

λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών)

γ) χρήση ανθεκτικών γενοτύπων

δ) λογική χρήση χημικών σκευασμάτων

Οι σπόροι του ηλιάνθου είναι ιδιαίτερα αρεστοί στα πουλιά και στην Ελλάδα ο σπουργίτης είναι ο κύριος επιδρομέας στις καλλιέργειες ηλιάνθου. Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στο ύψος των ζημιών είναι το μέγεθος του πληθυσμού των πουλιών στην περιοχή και οι άλλες πηγές τροφής των σπουργιτιών. Τα τρωκτικά και κυρίως τα ποντίκια, αποτελούν ακόμη έναν ιδιότυπο εχθρό του ηλιάνθου. Δημιουργούν προβλήματα σε δυο φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, στη σπορά και στην αποθήκευση (Ξανθόπουλος, 1993).

2.6 Προϊόντα

Όλα τα μέρη του φυτού είναι χρήσιμα, όμως το κύριο προϊόν του ηλιάνθου είναι ο σπόρος και το λάδι που περιέχει. Ο σπόρος αποτελεί περίπου το 25% της ξηράς ουσίας του φυτού. Ο αναποφλοιώτος σπόρος περιέχει 25-45% λάδι, αλλά η βιομηχανική απόδοση σε λάδι κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 20-25%. Τα σημερινά υβρίδια έχουν περιεκτικότητα ελαίου 40-50% του σπόρου (Πίνακας 2). Ο σπόρος του ηλιάνθου αποτελεί εξαιρετική συμπυκνωμένη ζωοτροφή με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 35%. Η "πίττα" του ηλιάνθου δεν περιέχει τοξικές ουσίες επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανθρώπινη κατανάλωση. Το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου για παρασκευή μαργαρίνης αλλά και για άλλους σκοπούς όπως η παρασκευή ελαιοχρωμάτων, σαπουνιών κ.λ.π. Ανήκει στα ημιξηραινόμενα έλαια με αριθμό ιωδίου περίπου 130. Το ηλιέλαιο είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα και θεωρείται, από υγιεινής απόψεως, πολύ καλό. Σήμερα το αλεύρι από τον ηλιόσπορο ή ολόκληροι οι σπόροι χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με άλλα άλευρα για την

παρασκευή ψωμιού. Ο σπόρος εκτός από την περιορισμένη χρήση του ως πασατέμπος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πτηνοτροφή.

**Πίνακας 2: Ποσοστό ελαίου των σπόρων
διάφορων καλλιεργειών**

Σπόροι και άλλες πρώτες ύλες	Έλαιο (%)		
	Τυπική	Ελάχιστη	Μέγιστη
Αραχίδα	47,5	36,1	44,4
Σόγια	17,5	16,0	19,4
Ελαιοκράμβη	39	40	43
Ηλιάνθος	42	36,2	43,9
Βαμβάκι	-	13,0	18
Αποξηραμένη καρύδα (corga)	63,5	-	-
Σπόροι φοίνικα	46	-	-
Λινάρι	37	29,7	38,5
Ρετινολαδιά	47	45	46
Καλαμπόκι (σπόροι)	48	35	
Αγριαγκινάρα	-	15	25
Σπόρος καπνόφυτων	-	38	40
Τοματόςπορος	30	-	-
Jatropha	-	-	40

Ο ηλιάνθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ο όρος “βιοκαύσιμα” χρησιμοποιείται, συνήθως, για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών, τα οποία διακρίνονται σε βιοντήζελ και βιοαιθανόλη. Ο ηλιάνθος λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σπόρου σε λάδι χρησιμοποιείται ήδη σε πολλές χώρες για παραγωγή βιοντήζελ.

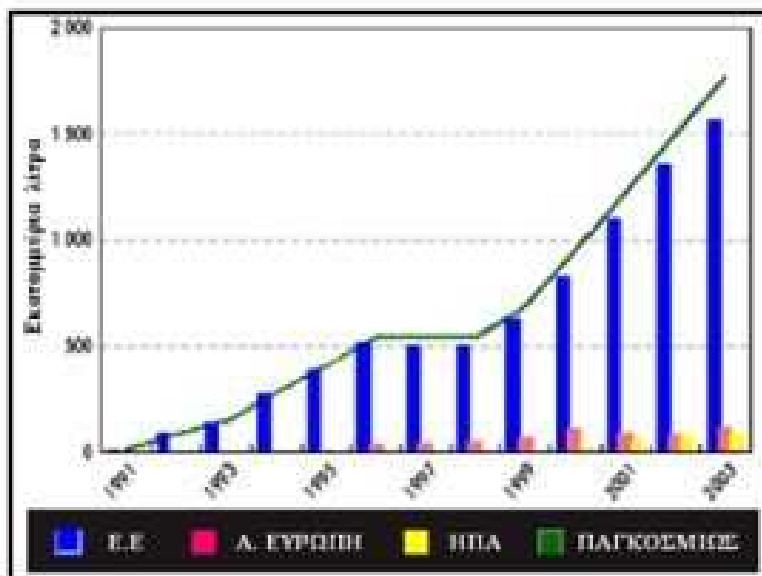
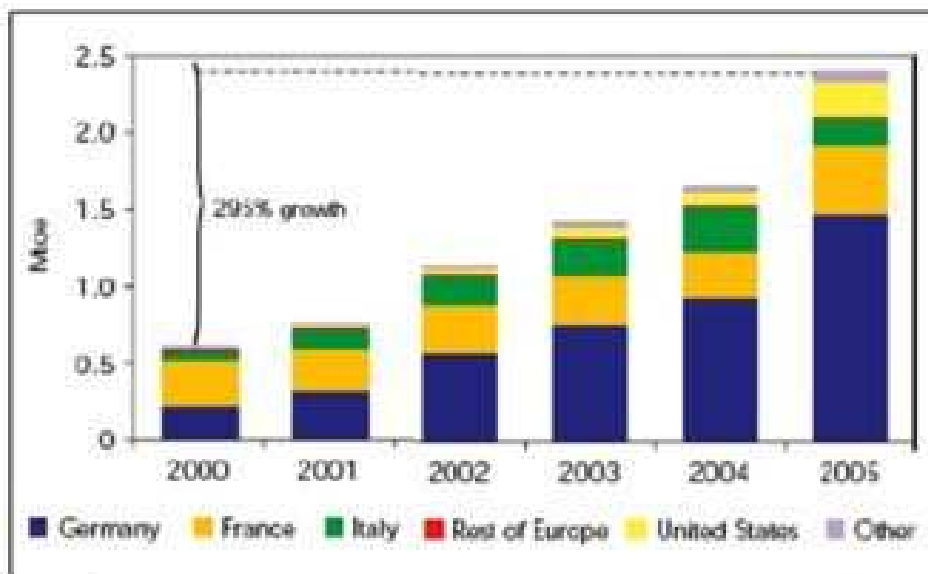
Ο όρος “βιοντήζελ” αναφέρεται σε μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων που προέρχονται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλιάνθος, σόγια, ελαιοκράμβη, βαμβάκι) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποκατάστατο του πετρελαίου σε πετρελαιοκινητήρες.

Το βιοντήζελ δεν είναι τοξικό, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις, είναι εύκολα βιοδιασπώμενο και σε σύγκριση με το πετρέλαιο έχει

χαμηλότερες εκπομπές σωματιδίων, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων, (Walwijk, 1996).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μακράν ο κύριος παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παγκόσμια παραγωγή βιοντήζελ το 2003 ήταν περίπου 1,8 δισεκατομμύρια λίτρα (Πίνακας 3). Το 2006 η παραγωγή βιοντήζελ στην ΕΕ ανήλθε σε 4.890.000 τόνους, σημειώνοντας αύξηση 54% σε σχέση με το 2005. Η Γερμανία παράγει το μισό βιοντήζελ της Ευρώπης (54%) και μέρος του διατίθεται σε 1.900 πρατήρια καυσίμων, ενώ σημαντικοί παραγωγοί είναι η Γαλλία και η Ιταλία. Σήμερα στην ΕΕ λειτουργούν περίπου 200 εργοστάσια παραγωγής βιοντήζελ, με δυναμικότητα παραγωγής που ξεπερνά τους 10.000.000 τόνους. Σύμφωνα με τους στόχους της Κομισιόν, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να καταναλώνει 11.000.000 τόνους βιοντήζελ μέχρι το 2010 και διπλάσια περίπου ποσότητα μέχρι το 2020 (bioenergynews.blogspot.com).

Πίνακας 3: Εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής βιοντήζελ



Πηγή: IEA

Στις ΗΠΑ, που είναι η δεύτερη παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο, η παραγωγή από 25 εκατομμύρια γαλόνια το 2004 18-πλασιάστηκε στα 450 εκατομμύρια γαλόνια το 2007. Σχετικά με τη βιομηχανία στις ΗΠΑ, λειτουργούν 45 μονάδες παραγωγής βιοντήζελ, ενώ άλλες 54 βρίσκονται υπό κατασκευή. Η δυναμικότητα της βιομηχανίας παραγωγής βιοντήζελ των ΗΠΑ σήμερα υπολογίζεται στα 1,85 δις γαλόνια. Μάλιστα, μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται

στην παραγωγή βιοαιθανόλης, στρέφονται πλέον και στην παραγωγή βιοντήζελ. Το 30% των Αμερικανών αγροτών χρησιμοποιεί ήδη ένα ποσοστό βιοντήζελ στα καύσιμα των αγροτικών οχημάτων τους(www.FAO.org).

Για την παραγωγή του βιοντήζελ, ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται κυρίως ελαιοκράμβη στις χώρες της ΕΕ και σόγια στις ΗΠΑ. Σήμερα, το βιοντήζελ πρώτης γενιάς παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους καλλιεργειών όπως η ελαιοκράμβη, η σόγια και ο ηλίανθος, από δένδρα όπως ο φοίνικας και η καρύδα, αλλά μπορεί να παραχθεί και από θάμνους όπως η *jatropha* και η *jojoba*. Τα παραγόμενα φυτικά λάδια μετατρέπονται με κατάλληλη επεξεργασία σε βιοντήζελ (bioenergynews.blogspot.com).

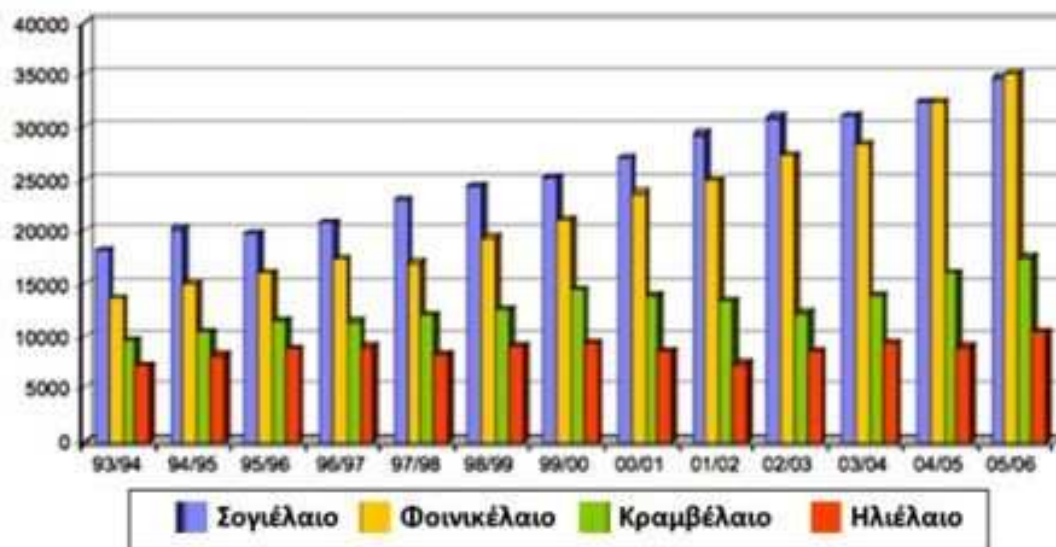
Στην Ελλάδα, 10 εταιρείες παράγουν βιοντήζελ (ΕΛΙΝ Βιοκαύσιμα, Agroinvest κ.ά.) κυρίως από εισαγόμενες πρώτες ύλες (κραμβέλαιο κτλ.), ενώ ετοιμάζονται και νέες επενδύσεις. Στη χώρα μας η απόδοση του ηλίανθου σε σπόρο κυμαίνεται μεταξύ 100-400 κιλά/στρέμμα (ξηρική ή ποτιστική), οπότε η μέγιστη παραγωγή σε βιοκαύσιμο ανά στρέμμα είναι περίπου 150 λίτρα. Τεράστιες καταστροφές προκαλούνται στην παραγωγή (μείωση ως 80%) από τα πουλιά και χρειάζεται λήψη κατάλληλων μέτρων. Σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα, ο ηλίανθος είναι η καταλληλότερη καλλιέργεια για παραγωγή βιοντήζελ στην Ελλάδα (bioenergy.blogspot.com).

2.7 Παραγωγή

Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ηλίανθου είναι η Ρωσία, η Ουκρανία, η Αργεντινή, και ακολουθούν οι Η.Π.Α., Ρουμανία, Ισπανία, Γιουγκοσλαβία, Τουρκία και η Νότια Αμερική. Ο ηλίανθος είναι μια από τις κύριες ελαιοπαραγωγικές καλλιέργειες παγκοσμίως (Πίνακας 4). Το ηλιέλαιο είναι το πιο προτιμώμενο λάδι σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Δυτικής Ευρώπης, στη Ρωσία, το Μεξικό, σε

χώρες της Μεσογείου και σε πολλές χώρες της Νότιας Αμερικής. Οι Η.Π.Α., για παράδειγμα, εξαγωγή τριών ειδών ηλιέλαιο. Το 1999 η παγκόσμια παραγωγή ηλιόσπορου ήταν 30 εκατομμύρια τόνοι με αποδόσεις 500-2600 kg/εκτάριο και οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ήταν 22.8 εκατομμύρια εκτάρια. Στην Ινδία, το διάστημα 1999-2000 καλλιεργήθηκαν 2.2 εκατομμύρια εκτάρια με παραγωγή 1.25 εκατομμύρια τόνοι. Το 16% της συνολικής παραγωγής προήλθε από τη Ρωσία και το 9% από την Ουκρανία. Ενώ το 13% της συνολικής παραγωγής ηλιελαίου από την Ευρωπαϊκή Ένωση, την Ρωσία και την Αργεντινή. Το 2003-2004 η Ουκρανία κατείχε πλέον την τρίτη θέση παγκοσμίως με παραγωγή 4.3 εκατομμύρια τόνους (Πίνακας 5) (www.FAO.org/USDA).

Πίνακας 4: Παγκόσμια παραγωγή των κυριότερων φυτικών ελαίων σε 1.000 τόνους



Πηγή: FEDIOL

2.8 Στατιστικά – οικονομικά στοιχεία

Πίνακας 5: Παγκόσμια παραγωγή σπόρου ηλιανθου

Έτος	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Απόδοση Τόνου/εκτάριο	1.2	1.18	1.23	1.32	1.26
		Παραγωγή	σπόρου		
Αργεντινή	3,340	2,980	3,730	3,840	3,350
Υπόλοιπη Ευρώπη	2,019	2,670	2,250	682	764
Ευρωπαϊκή Ένωση	3,718	4,070	4,069	5,717	6,388
Κίνα (Λαϊκή Δημοκρατία)	1,946	1,820	1,700	1,830	1,850
Ρωσία/Ουκρανία	7,194	9,348	8,001	11,390	11,650
Η.Π.Α.	1,112	1,209	930	1,720	997
Ινδία	1,060	1,160	1,300	1,490	1,380
Τουρκία	830	560	640	780	820
Άλλες χώρες	2,738	3,069	3,555	2,852	2,854
Σύνολο	23,957	26,886	26,175	30,301	30,053
		Εισαγωγές	σπόρου		
Τουρκία	700	630	518	391	495
Ευρωπαϊκή Ένωση	1,007	1,077	481	686	659
Άλλες χώρες	137	579	300	437	765
Σύνολο	1,844	2,286	1,299	1,514	1,919
		Εξαγωγές	σπόρου		
Αργεντινή	232	44	99	45	64
Η.Π.Α.	122	138	117	155	156
Ρωσία/Ουκρανία	524	1,251	73	595	500
Άλλες χώρες	1,062	879	902	755	1,211
Σύνολο	1,940	2,312	1,191	1,550	1,931

Πηγή: FAO.org

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1 Βόριο

Το βόριο είναι ένα απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη των ανώτερων φυτών, με διαφορετικές απαιτήσεις στα διάφορα είδη και οριακές συγκεντρώσεις μεταξύ της τροφοπενίας και της τοξικότητας του στοιχείου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του βορίου περνάει μέσα στη ρίζα, παθητικά, με το ρεύμα της διαπνοής, ως αδιάστατο βορικό οξύ. Όμως, μικρές ποσότητες βορίου προσλαμβάνονται ενεργά. Οι παράγοντες που μειώνουν τη διαπνοή, όπως η υψηλή σχετική υγρασία ή η ξηρασία, μειώνουν την πρόσληψη του βορίου και την μετακίνησή του. Το βόριο μόλις βρεθεί στον ελεύθερο χώρο της ρίζας μπορεί: να συνδεθεί με πολυσακχαρίτες ή να παραμείνει ελεύθερο ως επιφανειακή στρώση βορίου ή να προσροφηθεί πάνω στα κυτταρικά τοιχώματα. Το βόριο είναι σχετικά δυσκίνητο μέσα στο φυτό. Κινείται κυρίως στο ξύλωμα ως σύμπλοκο σακχάρων-βορικού, ενώ η κίνηση του στο φλοίωμα είναι περιορισμένη. Το βόριο μπορεί να χαθεί με το μηχανισμό της σταγονόρροιας από τα υδατώδη (Αναλογίδης, 2007).

Οι λειτουργίες του βορίου στο φυτό, σχετίζονται με την μεριστωματική αύξηση και εμπλέκονται άμεσα στην διαφοροποίηση των κυττάρων, την ωρίμανση, την διαίρεση και την επιμήκυνση. Η μοριακή βάση αυτής της λειτουργίας βρίσκεται στο ότι το βόριο είναι αναγκαίο για την σύνθεση της ουρακίλης. Η ουρακίλη είναι συστατικό του RNA και η πρόδρομη ένωση της ουριδινο-διφωσφορο-γλυκόζης. Όταν περιορίζεται η συγκέντρωση του βορίου, οι ρυθμοί της κυτταρικής διαίρεσης μειώνονται και αυξάνει ο αριθμός των αδιαφοροποίητων κυττάρων (Καραμπουρνιώτης, 2003). Επιπλέον, το βόριο επηρεάζει την αύξηση της αναπνοής. Επομένως το βόριο ασκεί έναν έμμεσο έλεγχο στη βλάστηση.

Αρκετές άλλες λειτουργίες αποδίδονται στο βόριο:

- ο Συμπλοκοποιείται με πολυυδρόξυ-υποστρώματα, ένζυμα και συνένζυμα και ενεργοποιεί ή παρεμποδίζει μεταβολικές διαδικασίες.
- ο Προστατεύει την οξειδάση του ινδολυλοξεικού οξέος από την συμπλοκοποίηση με τους παρεμποδιστές της.
- ο Συνδέεται με φωσφογλυκονικό και παρεμποδίζει την πορεία των φωσφοροπεντοζών, οπότε η γλυκόλυση ευνοείται και δεν συσσωρεύονται φαινόλες.
- ο Εμπλέκεται στη βιοσύνθεση της λιγνίνης και στη διαφοροποίηση των αγγείων του ξύλου (<http://biotech.aua.gr>)

Η μέση περιεκτικότητα των περισσότερων φυτών σε βόριο είναι 20 mg/kg σε ξηρή ουσία. Το βόριο κατανέμεται ακανόνιστα μέσα στο φυτό. Τα υψηλότερα επίπεδα βορίου βρίσκονται στα αναπαραγωγικά φυτικά μέρη, όπως τους ανθήρες, το στίγμα και τις ωθήκες (μερικές φορές σε επίπεδα διπλάσια από εκείνα των βλαστών). Οι απαιτήσεις σε βόριο ποικίλουν μεταξύ των διάφορων τύπων των φυτών. Στα μονοκότυλα είδη, η περιεκτικότητα των φύλλων κυμαίνεται μεταξύ 1-6 mg/kg, ενώ στα περισσότερα δικότυλα μεταξύ 20-70 mg/kg. Το περισσότερο από το βόριο των φύλλων συσσωρεύεται στην περιφέρεια και στα άκρα, σε επίπεδα 5 ως 10 φορές υψηλότερα από εκείνα του ελάσματος. Ορισμένες καλλιέργειες όπως το ζαχαρότευτλο, το σέλινο, η μηλιά, η αχλαδιά, το αμπέλι, καλλιέργειες Σταυρανθών (όπως το γογγύλι, το κουνουπίδι, το λάχανο) και μερικά ψυχανθή, έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε βόριο.

3.2 Έλλειψη βορίου στο φυτό

Πρόκειται για την πιο κοινή και διαδεδομένη από όλες τις ελλείψεις μικροστοιχείων. Η έλλειψη του βορίου από το φυτό μπορεί να περιγραφεί ως μια ακανόνιστη επιμήκυνση των σημείων αύξησης ή και των επάκριων μεριστωμάτων. Τα νεαρά φύλλα είναι παραμορφωμένα, ζαρωμένα, παχύτερα και με σκουρότερο χρώμα. Τελικά, τα ακραία σημεία αύξησης θανατώνονται. Τα φύλλα και οι βλαστοί μπορεί να γίνουν εύθραυστα, είτε επειδή επηρεάζεται ο σχηματισμός του κυτταρικού τοιχώματος, είτε επειδή συσσωρεύονται φαινόλες. Η συσσώρευση αυξινών και φαινολών επάγει τη νέκρωση των φύλλων και άλλων φυτικών μερών. Οι ρίζες είναι γλοιώδεις, παχιές με εξογκώματα και έχουν νεκρωμένες άκρες (Dell et al. ,1997).

Η έλλειψη του βορίου ευθύνεται ιδιαίτερα για την σήψη της κορυφής και της καρδιάς στο ζαχαρότευτλο. Τα νέα φύλλα είναι υπανάπτυκτα και καφέ ή μαύρα. Τα σημεία αύξησης νεκρώνονται και η κορυφή σαπίζει. Η έλλειψη βορίου στο γογγύλι προκαλεί κοίλες ρίζες με ρωγμές και υαλώδη όψη. Στο σέλινο, η έλλειψη βορίου επίσης προκαλεί ρίζες με ρωγμές. Οι καρποί των ελλειμματικών σε βόριο φυτών μπορεί να είναι μικροί, παραμορφωμένοι και κακής ποιότητας. Στα ελλειμματικά σε βόριο μήλα και τομάτες, σχηματίζεται φελλώδης ιστός (<http://biotech.aua.gr>).

3.3 Τοξικότητα βορίου στο φυτό

Το εύρος μεταξύ επαρκών και τοξικών επιπέδων βορίου είναι στενό. Είδη ευαίσθητα στην τοξικότητα βορίου είναι το ροδάκινο, το σταφύλι και το σύκο. Αν το νερό άρδευσης περιέχει υψηλά επίπεδα βορίου, τότε το βόριο μπορεί να συσσωρευτεί στις επιφανειακές στρώσεις του εδάφους των ξηρών περιοχών. Επίπεδα πάνω από 5 mg βορίου /kg στο νερό είναι τοξικά για τα περισσότερα φυτά. Πάνω από 10 mg/kg, η τοξικότητα μπορεί να γίνει εμφανής και στα ανθεκτικά

φυτά. Τα συμπτώματα της τοξικότητας είναι η χλώρωση και η νέκρωση των άκρων των φύλλων και τελικά το κάψιμο των φύλλων. Τα φύλλα αυτά πέφτουν πρόωρα (<http://biotech.aua.gr>).

3.4 Λίπανση με βόριο

Η διαφορά μεταξύ κανονικής και τοξικής ποσότητας βορίου είναι σχετικά μικρή και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν αυτό το θρεπτικό στοιχείο παρέχεται στα φυτά. Ως πηγές βορίου χρησιμοποιούνται ο βόρακας $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ και το βορικό οξύ H_3BO_3 , καθώς και άλλα βοριούχα υλικά. Ο βόρακας χρησιμοποιείται πιο πολύ για προσθήκη βορίου στο έδαφος, ενώ το βορικό οξύ για χορήγηση από τα φύλλα με ψεκασμό. Η ποσότητα βορίου που ενσωματώνεται στο έδαφος εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας και από τη σύσταση του εδάφους. Μερικά είδη φυτών είναι ιδιαίτερα ευπαθή στην περίσσεια βορίου και συνεπώς σε περιπτώσεις τροφопενίας, πρέπει να δέχονται την χαμηλότερη αποτελεσματική δόση από το βοριούχο υλικό, ιδιαίτερα σε αμμώδη εδάφη. Η προσθήκη βορίου στο έδαφος διαρκεί συνήθως περισσότερο από μια καλλιεργητική περίοδο και για αυτό το λόγο δεν πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο, επειδή υπάρχει κίνδυνος συσσώρευσης βορίου στα φυτά. Ο ψεκασμός του φυλλώματος με διάλυμα βορικού οξέος 0.1-0.2% εφοδιάζει τα φυτά με βόριο, αλλά η επίδραση του διαρκεί μόνο μια καλλιεργητική περίοδο (Κουκουλάκης, 2003).

3.5 Αλληλεπιδράσεις του βορίου με άλλα στοιχεία

Χαμηλά επίπεδα βορίου στα φυτά επηρεάζουν την ενσωμάτωση φωσφόρου στα νουκλεϊκά οξέα και μειώνουν τα επίπεδα άλλων ενώσεων που περιέχουν φώσφορο, όπως το ATP. Η απορρόφηση του φωσφόρου από τις ρίζες των ελλειμματικών σε βόριο φυτών, μπορεί να μειωθεί στο μισό. Έχει βρεθεί, ότι υψηλά επίπεδα καλίου μειώνουν την περιεκτικότητα του βορίου στο φυτό. Αυξημένο κάλιο μειώνει το

λόγο Ca:B στο φυτό. Το βόριο και το ασβέστιο πρέπει να είναι σε ισορροπία για την σωστή αύξηση του φυτού. Στη σόγια, ο σωστός λόγος Ca:B έχει βρεθεί ότι είναι 500/1, ενώ για το σακχαροκάλαμο πρέπει να είναι 100/1. Ψεκασμός των μήλων με βόριο έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικός στη μείωση της πικρής κηλίδωσης, μιας ασθένειας που σχετίζεται με έλλειψη ασβεστίου. Το ασβέστιο που προστίθεται στο έδαφος βοηθάει στη μείωση της επίπτωσης της τοξικότητας του βορίου. Η παρεμπόδιση του ασβεστίου στην πρόσληψη του βορίου είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτη σε εδάφη με υψηλό pH (<http://biotech.aua.gr>).

3.6 Βόριο και ηλίανθος

Εκτός από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία (N, P, K), ο ηλίανθος απορροφά σημαντικές ποσότητες ιχνοστοιχείων τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και απόδοση του φυτού (Ξανθόπουλος, 1993).

Πίνακας 6: Περιεκτικότητα του ηλίανθου σε διάφορα ιχνοστοιχεία κατά την περίοδο της ωρίμανσης σε mg/kg

Στοιχείο	Βλαστός	Ρίζα	Σπόρος
Fe	80	900	33
Zn	12	23	48
Cu	9	8	13
Mo	2	4	6
Mn	31	45	14
B	39	12	14
Sr	77	32	3

Το βόριο αποτελεί ένα από τα ιχνοστοιχεία που χρησιμοποιείται σε μεγάλες, σχετικά, ποσότητες από τον ηλίανθο. Χαρακτηρίζεται ως ένα από τα βοριόφιλα φυτά, αφού χρειάζεται δεκαπλάσιες ποσότητες από ότι το σιτάρι και τετραπλάσιες από ότι τα τεύτλα, που θεωρούνται

κατεξοχήν απαιτητικά σε βόριο (Ξανθόπουλος, 1993). Το βόριο μέσα στο φυτό είναι ένα από τα πιο δυσκίνητα στοιχεία. Η νέα βλάστηση όμως εξαρτάται από τη συνεχή και επαρκή τροφοδοσία. Οι ανάγκες δεν κατανέμονται ισομερώς κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Περίπου το 80% των συνολικών αναγκών πρέπει να ικανοποιηθεί σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, από το στάδιο των 5-6 φύλλων ως το στάδιο της άνθησης. Το πιο ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης του ηλίανθου στην έλλειψη βορίου είναι η άνθηση.

Μεταξύ ποικιλιών και υβριδίων ηλίανθου υπάρχει πολύ μικρή διαφοροποίηση στις συνολικές ανάγκες. Αντίθετα, υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφορετικών καλλιεργειών. Για παράδειγμα, περιεκτικότητα 5 mg B/kg στα φύλλα σιταριού ή καλαμποκιού θεωρείται κατώφλι επάρκειας-ανεπάρκειας, ενώ η αντίστοιχη ποσότητα στον ηλίανθο είναι 40 mg. Η ανάλυση του εδάφους για έλλειψη βορίου δίνει τα χρονικά περιθώρια για διόρθωση, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη αξιοπιστία. Αντίθετα, η ανάλυση των φύλλων στα πρώτα στάδια ανάπτυξης δίνει την πραγματική εικόνα για την κατάσταση βορίου. Περιεκτικότητα 40 mg B/kg στα φύλλα θεωρείται ως το κατώτερο όριο. Η ένδειξη της φυλλοδιαγνωστικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ικανοποίηση των αναγκών των επόμενων ετών (Hocking, 1983).

Όταν διαπιστωθεί έλλειψη για το επίπεδο των αναγκών του ηλίανθου, πρέπει να γίνει εμπλουτισμός του πριν τη σπορά. Παράλληλα, οι καλλιεργητικές φροντίδες που θα επιτρέψουν στο φυτό να αναπτύξει πλούσιο ριζικό σύστημα, θα περιορίσουν τις δυσμενείς επιδράσεις. Για τα ελαφρά εδάφη προτείνονται 100 g, για τα μέτρια 200 g και για τα βαριά 300 g καθαρού βορίου στο στρέμμα. Αν χρησιμοποιηθεί βόρακας, ο οποίος περιέχει 11,3% βόριο, οι ποσότητες που απαιτούνται είναι 880, 1760, 2640 g το στρέμμα, αντίστοιχα (Ξανθόπουλος, 1993).

Η εφαρμογή του στα φύλλα μπορεί να αρχίσει όταν το φυτό βρίσκεται στο στάδιο των πέντε ζευγών φύλλων, μέχρι να εμφανιστεί η ταξιανθία. Χρησιμοποιούνται συνήθως 50 λίτρα ψεκαστικού υγρού ανά στρέμμα, περιεκτικότητας 0,1% σε βόριο. Τις περισσότερες φορές γίνεται μια εφαρμογή, ενώ όταν η έλλειψη είναι πολύ σοβαρή επαναλαμβάνεται ακόμη μια φορά. Εφαρμογή βορίου σε ένα χωράφι δεν αφήνει υπολείμματα, τόσα που να προκαλέσουν τοξικά φαινόμενα σε μια ευαίσθητη καλλιέργεια, επειδή το βόριο εκπλύνεται εύκολα. Ο ηλίανθος είναι φυτό εξαιρετικά ανθεκτικό στα υψηλά επίπεδα βορίου και ευνοείται όταν υπάρχουν τέτοιας μορφής υπολείμματα. Περιεκτικότητα 300 mg B/kg στα φύλλα του θεωρείται εντελώς αβλαβής, ενώ αντίθετα, προκαλεί σοβαρές ζημιές σε ευαίσθητες καλλιέργειες (Ξανθόπουλος, 1993).

Έχουν ερευνηθεί εκτενώς οι επιδράσεις της εφαρμογής βορίου σε πολύ χρήσιμες καλλιέργειες όπως είναι το σιτάρι και η σόγια, ελάχιστα όμως έχει μελετηθεί η λίπανση με βόριο στον ηλίανθο. Η έλλειψη βορίου εμφανίζεται συνήθως σε πολύ ελαφρά επιφανειακά εδάφη, με μικρό ποσοστό οργανικής ουσίας και ασβέστιο πάνω από 10%, με βασικό pH.

Την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα από τον Ceyhan et al. (2008) για τις επιδράσεις της εφαρμογής βορίου στον ηλίανθο σε ασβεστώδη εδάφη στην Τουρκία. Εφαρμόστηκαν 5 δόσεις βορίου από 0 ως 10 kg B ανά εκτάριο, πριν τη σπορά, σε 4 γενότυπους ηλίανθου. Αυτοί οι γενότυποι είναι οι καθιερωμένες ποικιλίες, που καλλιεργούνται πλέον στην Τουρκία και μελέτησε το ύψος των φυτών, η διάμετρος των δίσκων, η απόδοση του σπόρου, το περιεχόμενο του σπόρου σε λάδι και η απόδοση σε λάδι. Υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλα τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν και στους τέσσερις γενότυπους. Οι δύο γενότυποι S-288 και TR-4098, έδειξαν την μικρότερη ανταπόκριση στην λίπανση με βόριο και οι ερευνητές συμπέραναν ότι

μπορούν να αναπτυχθούν επιτυχώς, χωρίς λίπανση βορίου και να ανεχθούν την έλλειψη του εδάφους σε βόριο. Οι άλλοι δυο γενότυποι AS-615 και Coban, ανταποκρίθηκαν θετικά στην λίπανση με βόριο, φάνηκε ότι ήταν ευαίσθητοι στην ανεπάρκεια βορίου και ήταν απαραίτητη η λίπανση με βόριο για επαρκή απόδοση (Ceyhan et al., 2008).

Ο Oyiniola και οι συνεργάτες του στην Νιγηρία, μελέτησαν από το 1999 ως το έτος 2002 την επίδραση τεσσάρων δόσεων βορίου από 0 ως 12 kg B ανά εκτάριο, σε τρεις ποικιλίες ηλίανθου που καλλιεργούνται στη Νιγηρία. Το λίπασμα Borax αναμείχτηκε με λίπασμα NPK και εφαρμόστηκε 4 εβδομάδες μετά τη φύτευση. Οι παράμετροι που έλαβαν υπόψη τους ήταν το ύψος των φυτών, η διάμετρος των δίσκων και το βάρος του σπόρου. Καθορίστηκε, επίσης, το ποσοστό περιεκτικότητας ελαίου. Το έδαφος ήταν ελαφρώς όξινο με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι ποικιλίες ανταποκρίθηκαν διαφορετικά στην λίπανση με βόριο. Όλες οι παράμετροι που μετρήθηκαν, ευνοήθηκαν από την εφαρμογή βορίου μέχρι και τη δόση των 8 kg B/ha. Συμπτώματα τοξικότητας και μείωσης της απόδοσης παρατηρήθηκαν σε όλες τις ποικιλίες στην υψηλότερη δόση των 12 kg B/ha. Η στατιστική ανάλυση αποκάλυψε τη συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού περιεκτικότητας σε λάδι με τη διάμετρο του δίσκου και την απόδοση σε σπόρο. Τα πειράματα διήρκεσαν τέσσερα χρόνια και έδειξαν ότι και για τις τρεις ποικιλίες η βέλτιστη δόση βορίου για τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα ήταν από 5,60 ως 8,40 kg B/ha (Oyiniola, 2007).

Ένα πείραμα αγρού διεξήχθη το 2001, στο γεωπονικό πανεπιστήμιο του Tamil Nadu της Ινδίας, για την εκτίμηση των λιπασμάτων βορίου (borax, boric acid, Agribor), τον καθορισμό της σωστής μεθόδου και τις δόσεις βορίου που επηρεάζουν την ποιότητα του ηλίανθου. Το έδαφος ήταν ήδη ανεπαρκές σε βόριο, οπότε εφαρμόστηκαν 4 δόσεις βορίου στο έδαφος από 0,5 ως 2 kg B/ha και

δυο δόσεις με διαφυλλικό ψεκασμό 0,2% και 0,3%. Η εφαρμογή του βορίου από εδάφους έγινε τοποθετώντας το λίπασμα κατά μήκος στις γραμμές σποράς, προσπαρτικά, ενώ ο διαφυλλικός ψεκασμός εφαρμόστηκε τρεις φορές, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής ανάπτυξης. Ο πρώτος ψεκασμός έγινε την τριακοστή ημέρα και οι επόμενοι δυο ψεκασμοί σε διαστήματα δέκα ημερών. Η καλλιέργεια του ηλίανθου ήταν αρδευόμενη. Η καλλιέργεια συγκομίστηκε και αναλύθηκαν η περιεκτικότητα του ελαίου, η πρωτεΐνη του σπόρου και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως ο αριθμός ιωδίου, ο δείκτης σαπωνοποίησης και η οξύτητα του ηλιελαίου. Το περιεχόμενο σε έλαιο του ηλιόσπορου αυξήθηκε σημαντικά με τις αυξανόμενες δόσεις βορίου που προστέθηκαν στο έδαφος και με πολύ καλά αποτελέσματα από τους διαφυλλικούς ψεκασμούς. Η περιεκτικότητα του ελαίου ήταν υψηλότερη όταν εφαρμόστηκε το λίπασμα *agribor*, έναντι του *borax*. Η μεγαλύτερη αύξηση στην απόδοση σε λάδι και στην πρωτεΐνη του σπόρου παρατηρήθηκε στην μεγαλύτερη εφαρμογή βορίου από εδάφους στα 2 kg B/ha δηλαδή. Εφαρμογή του βορίου είτε από το έδαφος είτε διαφυλλικά, δεν απέδωσε καμία σημαντική αλλαγή στον αριθμό ιωδίου, τον δείκτη σαπωνοποίησης και την οξύτητα του ηλιελαίου (Renukadevi et al., 2003).

Πολυάριθμα πειράματα έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια στην Αργεντινή για την επίδραση του βορίου στον ηλίανθο. Ο Tetrault, αναφέρει το 2002 ότι ο ηλίανθος είναι μια καλλιέργεια που έχει μεγάλη ανάγκη από βοριούχα λίπανση. Κυρίως εφαρμόζεται διαφυλλικός ψεκασμός με βόριο, ο οποίος έχει βρεθεί ότι αυξάνει την απόδοση κατά 20%. Στην Αργεντινή καλλιεργούνται 2,5 εκατομμύρια εκτάρια με ηλίανθο, όπου οι παραγωγοί εφαρμόζουν τον πρώτο διαφυλλικό ψεκασμό με *Solubor*, όταν ο ηλίανθος έχει 6 με 8 φύλλα. Ο δεύτερος ψεκασμός εφαρμόζεται όταν αρχίζει η άνθηση (<http://www.fas.usda.gov>).

Το 2003 μελετήθηκε στην Αυστραλία, από τους Asad και Edwards, η επίδραση του διαφυλλικού ψεκασμού με βόριο στην βλαστική και αναπαραγωγική ανάπτυξη του ηλίανθου. Κατά τα τελευταία βλαστικά στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου (25 και 35 μέρες μετά τη μεταφύτευση) εφαρμόστηκαν δυο διαφυλλικοί ψεκασμοί με διαλυτό τετραβορικό νάτριο (20,8% B) και δόσεις 0, 28, 65, 120, 1200 mM, οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεντρώσεις 0 - 0,03 - 0,07 - 0,13 - 1,3 kg B /ha σε 100L νερό/ha. Η υψηλότερη συγκέντρωση λίπανσης με βόριο είχε ως αποτέλεσμα το "κάψιμο" των φύλλων, χωρίς όμως νεκρώσεις και άλλες καταστροφικές επιδράσεις στην βλαστική ανάπτυξη του φυτού. Κάτω από συνθήκες έλλειψης βορίου, όλες οι δόσεις του διαφυλλικού ψεκασμού αύξησαν τη συνολική απόδοση της ξηρής ουσίας του φυτού (Asad et al., 2003).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Γενικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον αγρό και στο θερμοκήπιο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, το έτος 2008.

Στο θερμοκήπιο, σπάρθηκε σε 56 φυτοδοχεία η ποικιλία ηλίανθου Favorit και σε 48 φυτοδοχεία, η ποικιλία Oleko. Το πείραμα με την ποικιλία Favorit έγινε 2 φορές για εξακρίβωση των αποτελεσμάτων. Η ποικιλία Favorit είναι μια εξελιγμένη μορφή της ποικιλίας Turbo και παράγεται από την εταιρεία Ύψιλον Α.Ε. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην οροβάγχη (*Orobanche cumana*) και είναι ανθεκτική σε πολλές ασθένειες όπως στη σκωρίαση, τον περονόσπορο και το βερτισίλιο. Η ποικιλία ηλίανθου Favorit, αντέχει στο πλάγιασμα, λόγω του κοντού και χονδρού στελέχους, με ύψος ως και 1,40 m και παρουσιάζει υψηλές αποδόσεις. Από τα 56 φυτοδοχεία τα 28 περιείχαν χώμα σε pH 7,6 από το Βελεστίνο και τα 28 χώμα σε pH 4,9 από την περιοχή της Καρδίτσας. Η βοριοϋχος λίπανση εφαρμόστηκε από εδάφους προσπαρτικά. Χρησιμοποιήθηκε πενταϋδρικός κρυσταλλικός βόρακας $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ με περιεκτικότητα σε βόριο 14,85% σε 7 δόσεις (0, 10, 30, 60, 120, 240, 480 mg Βόρακας /kg εδάφους) Κάθε επέμβαση (δόση) είχε 4 επαναλήψεις. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε 2 φορές. Κατά τον ίδιο τρόπο διενεργήθηκε και το πείραμα με την ποικιλία Oleko.

Στον αγρό εφαρμόστηκε διαφυλλική και από εδάφους λίπανση με βόριο και στις δυο ποικιλίες ηλίανθου, την προαναφερθείσα Favorit και την ποικιλία Oleko (από την εταιρεία NK seeds). Η Oleko είναι μια βελτιωμένη ποικιλία, με άριστη φυτρωτική ικανότητα. Παρουσιάζει άριστη και ταχεία εγκατάσταση της φυτείας, ακόμη και κάτω από δύσκολες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Έχει μέσο ύψος φυτού και πολύ δυνατό στέλεχος που αντέχει στο πλάγιασμα. Είναι ένα πρώιμο υβρίδιο τόσο σε ανθοφορία, όσο και σε ωρίμανση, που αντέχει σε συνθήκες

στρες και σε υψηλές θερμοκρασίες. Εμφανίζει πολύ καλή αντοχή στην οροβάγχη και στις μυκητολογικές ασθένειες.

Στον αγρό εφαρμόστηκαν 8 συνολικά δόσεις βορίου, σε καθεμία από τις 2 ποικιλίες. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCB) με τρεις επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη περιελάμβανε και τις δυο ποικιλίες, άρα αποτελούνταν από 16 πειραματικά τεμάχια. Στις εφαρμογές από εδάφους χρησιμοποιήθηκε ο πενταϋδρικός κρυσταλλικός βόρακας $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ όπως και στα πειράματα με τα φυτοδοχεία και στις διαφυλλικές λιπάνσεις το σκεύασμα Clawbor, το οποίο περιέχει B_2O_3 15% w/v και βόριο 4,7% w/v.

Τα πειραματικά τεμάχια ήταν διαστάσεων 15 m^2 (3x5 m) περιλάμβαναν 4 γραμμές, με αποστάσεις σποράς 20x75 cm και 25 φυτά ανά γραμμή. Ανάμεσα στα πειραματικά τεμάχια υπήρχαν κενά διαστήματα 1 m, ενώ μεταξύ των επαναλήψεων απόσταση 2 m.

4.2 Πειράματα στα φυτοδοχεία

Η σπορά του πρώτου πειράματος στο θερμοκήπιο με την ποικιλία Favorit έγινε στις 14/03/2008. Πρώτα ζυγίστηκε το έδαφος ώστε να χρησιμοποιηθεί η ίδια ποσότητα σε κάθε φυτοδοχείο. Όπως προαναφέρθηκε, 28 φυτοδοχεία είχαν χρώμα βασικό, pH 7,6 από το Βελεστίνο και τα υπόλοιπα 28 φυτοδοχεία χρώμα όξινο, pH 4,9 από την περιοχή της Καρδίτσας. Το έδαφος του Βελεστίνου σύμφωνα με τα στοιχεία του Περιφερειακού Εργαστηρίου Γεωργικών Εφαρμογών και Ανάλυσης Λιπασμάτων (ΠΕΓΕΑΛ) Λάρισας, ήταν επαρκώς εφοδιασμένο με ολικό CaCO_3 . Όσον αφορά την περιεκτικότητα βορίου στο έδαφος σε mg/kg, το έδαφος του Βελεστίνου ήταν μέτρια εφοδιασμένο με 1,02 mg B /kg, ενώ το έδαφος της Καρδίτσας είχε πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε B μόλις 0,32 mg/kg.

Πίνακας 7: Ανάλυση εδαφών

Έδαφος	pH	Ηλ.Αγωγ. μs/cm	Μηχανική ανάλυση	%Άμμος	%Αργίλος	%Ιλύς
Βελεστίνο	7,6	424,2	Sandy clay loam	52,88	25,84	21,28
Καρδίτσα	4,9	263,1	Sandy clay loam	60,88	20,56	18,56

Σε κάθε φυτοδοχείο σπάρθηκαν 10 σπόροι. Ο ηλιάνθος χρειαζόταν συχνό πότισμα για να αντέξει τις συνθήκες ξηρασίας. Μετά από 55 μέρες, τα φυτά κόπηκαν και ζυγίστηκαν για το χλωρό βάρος και μετά από ξήρανση στον κλίβανο για 48 ώρες στους 80°C, το ξηρό βάρος ανά φυτό. Παρατηρήθηκε σε 25 από τα 56 φυτοδοχεία φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών 10 με 12 μέρες μετά από τη σπορά. Στις 35 μέρες ανάπτυξης εφαρμόστηκε θρεπτική διάλυση κατά τη διάρκεια του ποτίσματος με τα εξής στοιχεία:

1. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 2 mL/L
2. KNO_3 6 mL/L
3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 4 mL/L
4. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 mL/L
5. Fe-EDDHA (6%) 1 mL/L

Στο πρώτο πείραμα τα εδάφη ποτίστηκαν με μεγάλη ποσότητα νερού, πριν τη σπορά, και πιθανότατα ο σπόρος σάπισε σε 20 φυτοδοχεία που είχαν εφαρμοστεί όμως συγχρόνως και μεγάλες δόσεις βορίου, (120, 240, 480 mg βόρακας/kg εδάφους), που πιθανότατα ανέστειλαν το φύτευμα. Για να εξακριβωθούν οι λόγοι που δεν φύτεψαν τα φυτά, έγινε επανάληψη του πειράματος. Από την αρχή του 2^{ου} πειράματος ήταν πιο ελεγχόμενες οι συνθήκες ποτίσματος. Η σπορά του 2^{ου} πειράματος έγινε στις 8/4/2008. Στις 32 μέρες μετά τη σπορά, παρατηρήθηκε βλάστηση πάλι μόνο σε 31 φυτοδοχεία, στις χαμηλές δόσεις. Γι' αυτό, στο πείραμα με την ποικιλία Oleko που έγινε μετά, δεν συμπεριλήφθηκε η τελευταία δόση λίπανσης (480 mg Βόρακας/kg εδάφους), αφού ήδη είχε παρατηρηθεί στα προηγούμενα πειράματα, ότι δεν υπήρχε βλάστηση.

Η σπορά της ποικιλίας Oleko πραγματοποιήθηκε στις 28/5/2008 και οι παρατηρήσεις λήφθηκαν την 37^η μέρα της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών. Στο πρώτο πείραμα με την ποικιλία Favorit, δεν φύτευσε ο σπόρος στις δόσεις (240, 480 mg Βόρακας/kg εδάφους) και στα δυο εδάφη. Στην επανάληψη του πειράματος με την ίδια διαδικασία δεν παρατηρήθηκε βλάστηση στις δόσεις (120, 240, 480 mg Βόρακας/kg εδάφους), στα φυτοδοχεία με το χώμα από την Καρδίτσα (όξινο) και στις δόσεις 240 και 480 mg Βόρακα/kg εδάφους στα φυτοδοχεία με το χώμα από το Βελεστίνο (αλκαλικό). Όσον αφορά το πείραμα με την ποικιλία Oleko, πάλι δεν υπήρξε βλάστηση στις δόσεις 120 και 240 mg Βόρακα/kg εδάφους. Ο μικρότερος αριθμός φυτών που βλάστησαν κανονικά, παρατηρήθηκε στο πρώτο πείραμα και για τα δυο εδάφη στην 5^η δόση (120 mg Βόρακας/kg εδάφους), ενώ στο 2^ο πείραμα φύτευσε μόνο ένα φυτό από τους 10 σπόρους που σπάρθηκαν στο φυτοδοχείο, που περιείχε έδαφος από το Βελεστίνο. Στο πείραμα με τη ποικιλία Oleko, στα φυτοδοχεία με το αλκαλικό έδαφος pH 7,9 (Βελεστίνο) παρατηρήθηκε κανονική ανάπτυξη, ως και την 5^η δόση της βοριοϋχου λίπανσης. Αντιθέτως, σε ένα μόνο φυτοδοχείο με όξινο έδαφος (Καρδίτσα) παρατηρήθηκε βλάστηση 2 φυτών για την ίδια δόση.

4.3 Πειράματα στον αγρό

Στις 20/3/2008, έγινε ο σχεδιασμός των πειραματικών τεμαχίων στο Βελεστίνο και η ενσωμάτωση του βορίου. Το έδαφος του πειραματικού αγρού είχε ήδη δεχτεί την βασική λίπανση, φρεζάρισμα, και εφαρμογή ζιζανιοκτόνου. Το προηγούμενο έτος σε αυτό το μέρος του αγρού είχε καλλιεργηθεί ηλιανθος, χωρίς όμως την προσθήκη ζιζανιοκτόνου. Το χειμώνα έγινε κατεργασία του εδάφους με καλλιεργητή. Πριν τη σπορά εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο ethalfluralin σκευάσματος (sonalan) 300 mL/στρ και ακολούθησε ενσωμάτωση με φρέζα. Το sonalan είναι ένα εκλεκτικό προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο,

που ελέγχει τα πλατύφυλλα και αγρωστώδη ζιζάνια. Είναι υγρό γαλακτοποιήσιμο (EC) 33.3% w/v ethalfluralin, της εταιρείας DOW AGROSCIENCES LLC, ΗΠΑ και αντιπροσώπου ΕΛΑΝΚΟ ΕΛΛΑΣ ΑΕΒΕ.

Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το 15-15-15 και στην ποσότητα 50 kg/στρ, δηλαδή 7,5 μονάδες/στρέμμα για κάθε στοιχείο. Η ενσωμάτωση του βορίου έγινε με τσουγκράνισμα σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Κατά την ενσωμάτωση του βορίου επικρατούσε δυνατός αέρας που δυσκόλευε την διασπορά του λιπάσματος. Ορισμένες δόσεις ήταν πολύ μικρές (π.χ. 10,1 g βόρακα) και δεν ήταν εύκολο να γίνει ομοιόμορφος διασκορπισμός στα 15 m² , που ήταν το μέγεθος κάθε πειραματικού τεμαχίου. Όπως και συνέβη στα πειραματικά τεμάχια 204 και 303, όπου δεν λιπάνθηκε το ¼ του πρώτου τεμαχίου και το 1/6 του δευτέρου. Στο πειραματικό τεμάχιο 114, στο οποίο εφαρμόστηκαν 40,4 g βόρακα, δεν λιπάνθηκε επίσης το 1/6 του τεμαχίου.

Πίνακας 8: Κλιματικές συνθήκες το έτος 2008

Μήνας	Ελάχιστη θ°C	Μέγιστη θ°C	Βροχόπτωση,mm
Μάρτιος	10.4	19.5	18,6
Απρίλιος	12.5	21.7	39,0
Μάιος	16.4	26.1	9,6
Ιούνιος	21.7	31.1	12,0
Ιούλιος	23.4	33.0	12,8
Αύγουστος	23.6	33.3	90,2
Σεπτέμβριος	18.4	26.2	75,0

Στις 24/03/2008, έγινε η σπορά στον αγρό. Στις 9/05/2008 (47 μέρες μετά τη σπορά) έγινε εφαρμογή βορίου με διαφυλλικό ψεκασμό στα κατάλληλα πειραματικά τεμάχια. Στον διαφυλλικό ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Clawbor το οποίο περιέχει 15% w/v B₂O₃ και 4,7% w/v βόριο. Για τον ηλίανθο, η σύσταση του σκευάσματος είναι 300 cm³/100 L νερού, πριν την εμφάνιση του ανθικού οφθαλμού και την καρπόδεση. Οι πρώτοι διαφυλλικοί ψεκασμοί έγιναν στο στάδιο των 10 φύλλων. Στις 50 μέρες από τη σπορά (12/05/2008) ελήφθησαν οι πρώτες παρατηρήσεις από το πείραμα, το ύψος των φυτών, το χλωρό και το ξηρό βάρος από 5 τυχαία φυτά των δυο μεσαίων γραμμών κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι επόμενες μετρήσεις ύψους φυτού, χλωρού βάρους, η πρώτη μέτρηση χλωροφύλλης και ο δεύτερος διαφυλλικός ψεκασμός, έγιναν όταν η ποικιλία Oleko ήταν στο 80% της άνθισης και η ποικιλία Favorit στο 50% της άνθισης, στις 75 μέρες μετά τη σπορά.

4.4 Παρατηρήσεις

Οι παρατηρήσεις και ο τρόπος που ελήφθησαν αναφέρονται παρακάτω.

Χλωρό και ξηρό βάρος φυτού: Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο αφαιρούνταν 5 τυχαία φυτά από τις δυο μεσαίες γραμμές, για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Η πρώτη δειγματοληψία του χλωρού βάρους έγινε 50 μέρες μετά τη σπορά και η δεύτερη 75 μέρες μετά τη σπορά. Μετά τη μέτρηση του χλωρού βάρους ξηραίνονταν τα φυτά σε χάρτινες σακούλες, σε κλίβανο για 48-72 ώρες στους 70-80°C και έπειτα ζυγίζονταν το ξηρό βάρος σε ζυγαριά ακριβείας.

Ύψος φυτού: Το ύψος του φυτού μετρήθηκε όπως και στις προηγούμενες δειγματοληψίες την 50^η και την 74^η μέρα ανάπτυξης του φυτού. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, σε 5 τυχαία φυτά,

μετρήθηκε το ύψος τους από την επιφάνεια του εδάφους ως την κορυφή του φυτού.

Χλωροφύλλη: Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη του άνω μέρους των φύλλων του ηλίανθου μετρήθηκε με το ειδικό όργανο SPAD, κατά τις απογευματινές ώρες. Επιλέχθηκε ένα μεσαίο φύλλο από 5 τυχαία φυτά κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι μετρήσεις έγιναν 74 και 98 μέρες μετά τη σπορά του ηλίανθου.

Στοματική αγωγιμότητα: Η μέτρηση της στοματικής αγωγιμότητας πραγματοποιήθηκε με ειδικό φορητό πορόμετρο (Stomatic Porometer) στην κάτω επιφάνεια του 3^{ου} φύλλου από την κορυφή, σε 5 φυτά από κάθε τεμάχιο. Η μέτρηση έλαβε χώρα μόνο μια φορά, απογευματινές ώρες σε τρεις διαδοχικές μέρες (109-111 μέρες μετά τη σπορά).

Διάμετρος κεφαλής ηλίανθου: Και αυτή η μέτρηση έγινε σε 5 τυχαία φυτά σε κάθε τεμάχιο και μετρήθηκε με έναν χάρακα η διάμετρος της μπροστινής μεριάς του δίσκου των φυτών.

Απόδοση σε σπόρο: Από κάθε πειραματικό τεμάχιο συγκομίστηκαν 10 κεφαλές - δίσκοι και με τη χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής σιτηρών, που υπήρχε στο αγρόκτημα, συλλέχθηκε ο σπόρος των φυτών. Η μηχανή προσαρμόστηκε με ειδικά τύμπανα για την περίπτωση του ηλίανθου. Αφού καθαρίστηκε ο σπόρος από τις ξένες ύλες, ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας και έγινε αναγωγή στο στρέμμα.

Περιεκτικότητα βορίου στα φύλλα: Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων του ηλίανθου σε βόριο, πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.). Φύλλα 5 φυτών από κάθε τεμάχιο αποξηράθηκαν σε κλίβανο και θρυμματίστηκαν, για να γίνει η μέτρηση στα τέλη του Σεπτεμβρίου.

Απόδοση σε ηλιέλαιο: Η εξαγωγή ελαίου από τους σπόρους του ηλιανθου πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το λάδι από κάθε πειραματικό τεμάχιο τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία και ύστερα από ζύγισμα σε ζυγό ακριβείας, ήταν έτοιμο για την μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ηλιελαίου.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά ηλιελαίου: Υπολογίστηκαν η οξύτητα και ο αριθμός ιωδίου στο Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου στο Βόλο τον Ιανουάριο του 2009.

Οξύτητα: Τα λίπη και τα έλαια περιέχουν ελεύθερα λιπαρά οξέα, που ανάλογα με το είδος της λιπαρής ουσίας εκφράζονται σε λαουρικό, παλμιτικό, ερουκικό και ελαϊκό οξύ στα λάδια (Μπέκα, 1989). Ο αριθμός της οξύτητας καθορίζει την περιεχόμενη ποσότητα ελαϊκού οξέος (για το ελαιόλαδο) σε γραμμάρια, σε σύνολο 100 γραμμαρίων ελαίου. Ο βαθμός της οξύτητας είναι δυνατό να επηρεαστεί από τη συγκομιδή, την επεξεργασία του καρπού και την αποθήκευση του τελικού προϊόντος. Η μέτρηση της οξύτητας περιγράφεται παρακάτω. Σε κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν 20 g ηλιελαίου με 150 mL μίγμα διαιθυλαιθέρος-αιθανόλης και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Έπειτα ακολούθησε ογκομέτρηση με NaOH 0,1 N μέχρι να εμφανιστεί ροζ χρώμα. Η οξύτητα υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\text{Οξύτητα} = \frac{V \cdot c \cdot 282}{10 \cdot m}$$

Όπου:

V=είναι τα καταναλωθέντα mL του NaOH

c=είναι η ακριβής συγκέντρωση σε mole ανά λίτρο του NaOH που χρησιμοποιήθηκε

m=το βάρος του ηλιελαίου σε γραμμάρια

282= το γραμμομοριακό βάρος, σε γραμμάρια ανά mole, του οξέος που χρησιμοποιήθηκε για την έκφραση του αποτελέσματος, και είναι σταθερό.

Δείκτης ή αριθμός ιωδίου: είναι τα γραμμάρια του ιωδίου που δεσμεύονται, υπό ειδικές συνθήκες, από 100 g ελαιόλαδου ή άλλης λιπαρής ουσίας. Επικράτησε στην πράξη να εκφράζεται η ακορεστικότητα μιας λιπαρής ουσίας, με την ποσότητα του ιωδίου που μπορεί να δεσμεύσει η υπό μελέτη λιπαρή ουσία. Ο αριθμός ιωδίου αποτελεί χαρακτηριστική χημική σταθερά των λιπαρών ουσιών και είναι μεγάλης χρησιμότητας και για το χαρακτηρισμό τους και για τον έλεγχο της νοθείας τους (Μπαλατσούρας, 1985). Ο αριθμός ιωδίου κυμαίνεται ως ακολούθως για τα κυριότερα λίπη και έλαια:

Βούτυρο 26-38, καστορέλαιο 84, μωρουνέλαιο 137-166, αραβοσιτέλαιο 111-128, βαμβακοσπορέλαιο 103-111, λινέλαιο 175-202, ελαιόλαδο 79-88, έλαιο αραχίδας 88-98, σογιέλαιο 112-134, ηλιέλαιο 129-136. Η χρήση όμως του ηλιελαίου για παραγωγή βιοντήζελ δέχεται ως περιορισμό, ο αριθμός ιωδίου να είναι ως 120 το μέγιστο.

Η διαδικασία μέτρησης είχε ως εξής: Σε κωνικές φιάλες των 300 mL τοποθετήθηκαν 0,15 g ηλιελαίου, 20 mL οξικού οξέος και 25 mL αντιδραστηρίου Wijs (έτοιμο διάλυμα ICl_3 που διατίθεται στο εμπόριο). Οι κωνικές φιάλες πωματίζονταν και παρέμειναν στο σκοτάδι για μια ώρα. Έπειτα οι κωνικές φιάλες ανοίγονταν και συμπληρώνονταν με 20 mL ιωδιούχο κάλιο και 150 mL απεσταγμένο νερό. Στη συνέχεια έγινε ογκομέτρηση με θειοθειικό νάτριο ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) μέχρι να

εξαφανιστεί το κίτρινο χρώμα. Ακολούθως, γινόταν προσθήκη 1 mL δείκτη αμύλου και ακολουθούσε ογκομέτρηση, μέχρι το διάλυμα να πάρει το άσπρο χρώμα. Μαζί με τις φιάλες των δειγμάτων υπήρχε και η φιάλη-μάρτυρας που περιείχε μόνο τα αντιδραστήρια. Ο αριθμός ιωδίου υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\text{Αριθμός ιωδίου} = \frac{(V_1 - V_2) * 12.96 * C}{m}$$

Όπου:

V_1 = ο όγκος του θειοθειικού νατρίου που καταναλώθηκε στην φιάλη-μάρτυρα

V_2 = ο όγκος του θειοθειικού νατρίου που καταναλώθηκε σε κάθε φιάλη-δείγμα

C = σταθερό 0,1 mol/L

m = το βάρος του ηλιελαίου του κάθε δείγματος (0,15 g)

4.5 Στατιστική ανάλυση

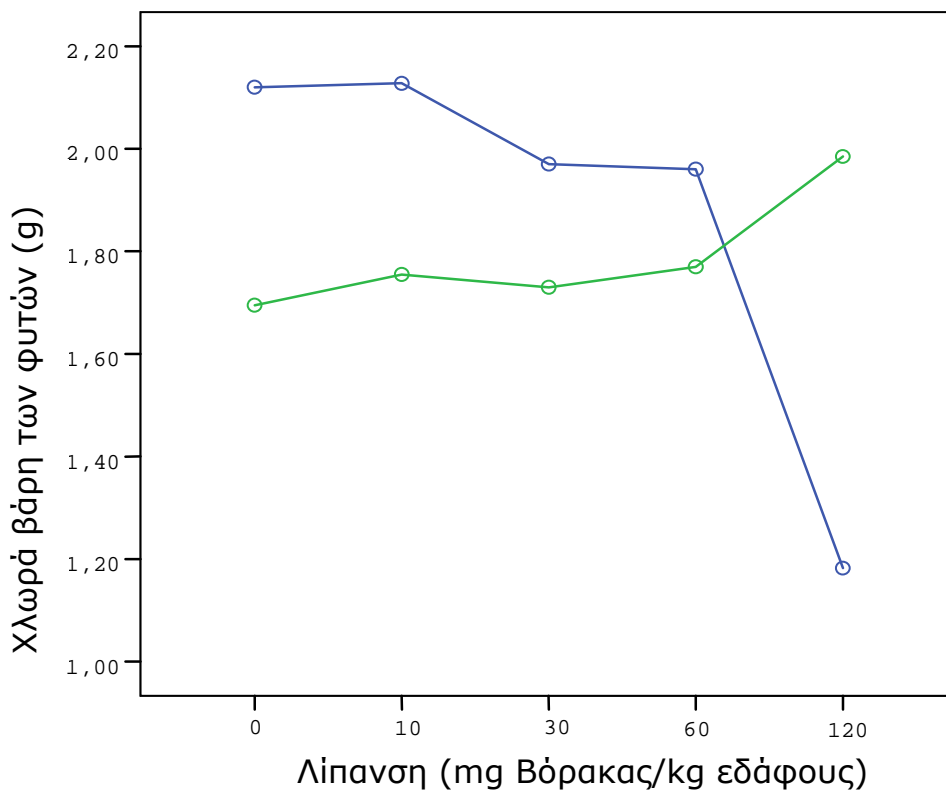
Αφορούσε την εύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών για τα μελετηθέντα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του ηλίανθου, σε σχέση με την εφαρμογή των 8 δόσεων λίπανσης και στις 2 ποικιλίες. Η στατιστική ανάλυση έγινε για το πειραματικό σχέδιο των πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 16 επεμβάσεις. Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

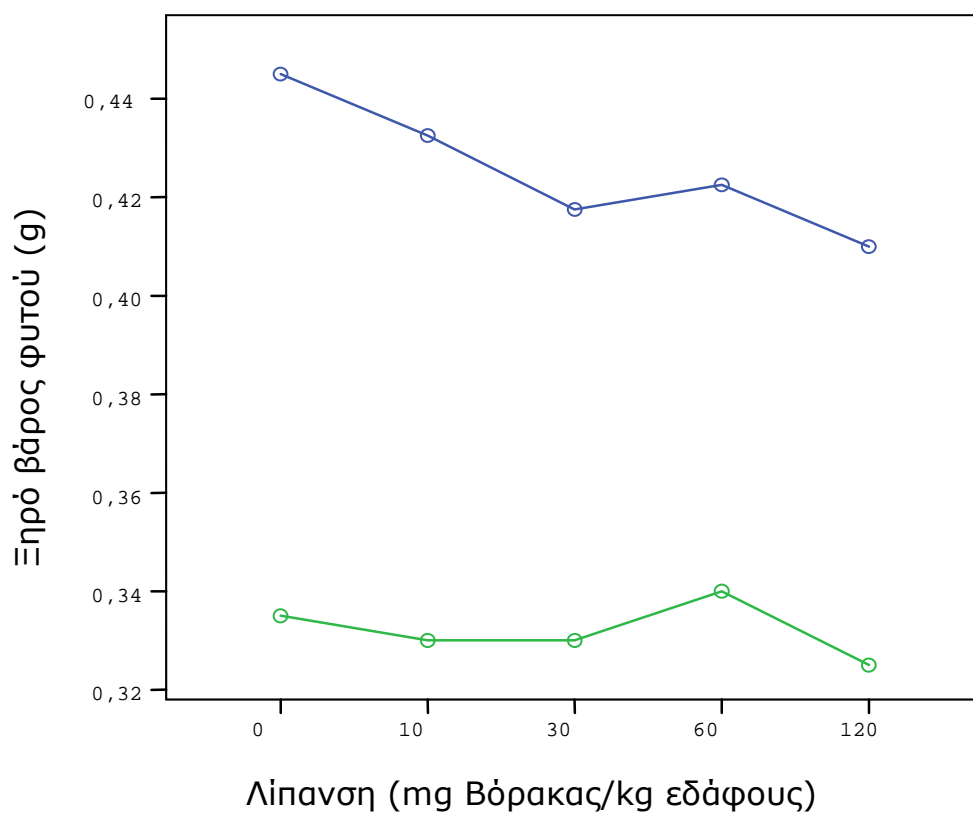
Α. Πειράματα στα φυτοδοχεία

5.1 Χλωρό και ξηρό βάρος φυτού

Η βοριούχος λίπανση δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά το χλωρό βάρος των φυτών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία και των δυο εδαφών. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στα ξηρά βάρη των φυτών (Παράρτημα, Πίνακες 23 και 24). Επεμβάσεις πάνω από 120 mg Βόρακα/kg εδάφους ήταν τοξικές για τα φυτά και ανέστειλαν τη βλάστηση τους. Η ποικιλία Favorit παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές χλωρού και ξηρού βάρους από την ποικιλία Oleko, με μια σταθερή διαφορά στη ξηρή ουσία των 10 g της ποικιλίας Favorit (Σχήμα 1 και 2).



Σχήμα 1: Επίδραση λίπανσης Β στο χλωρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

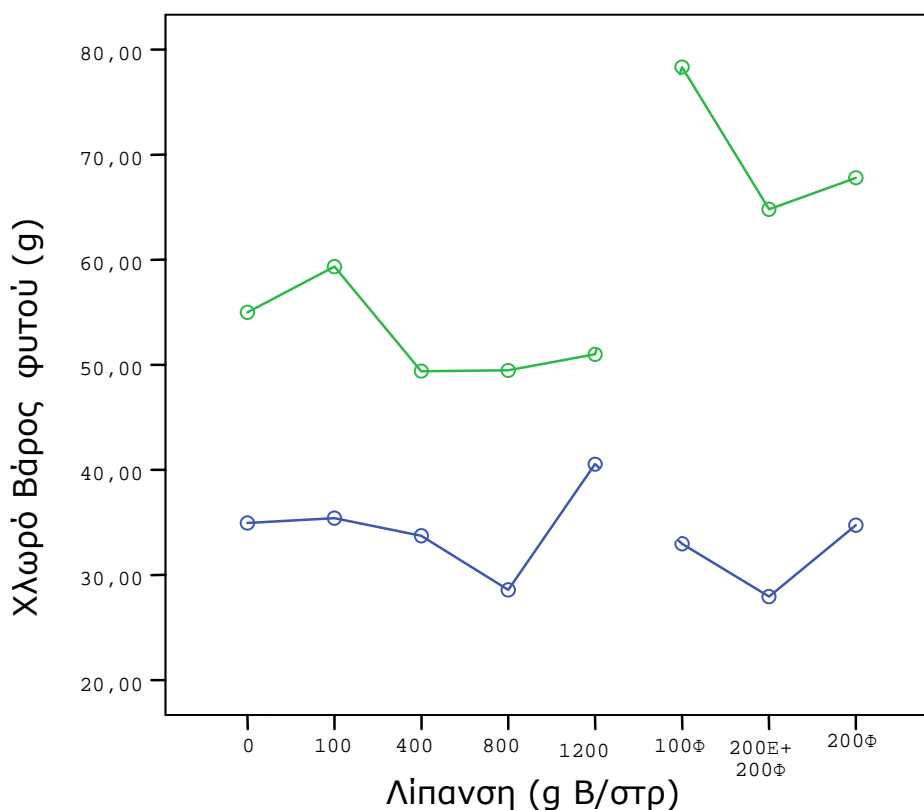


Σχήμα 2: Επίδραση λίπανσης Β στο ξηρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

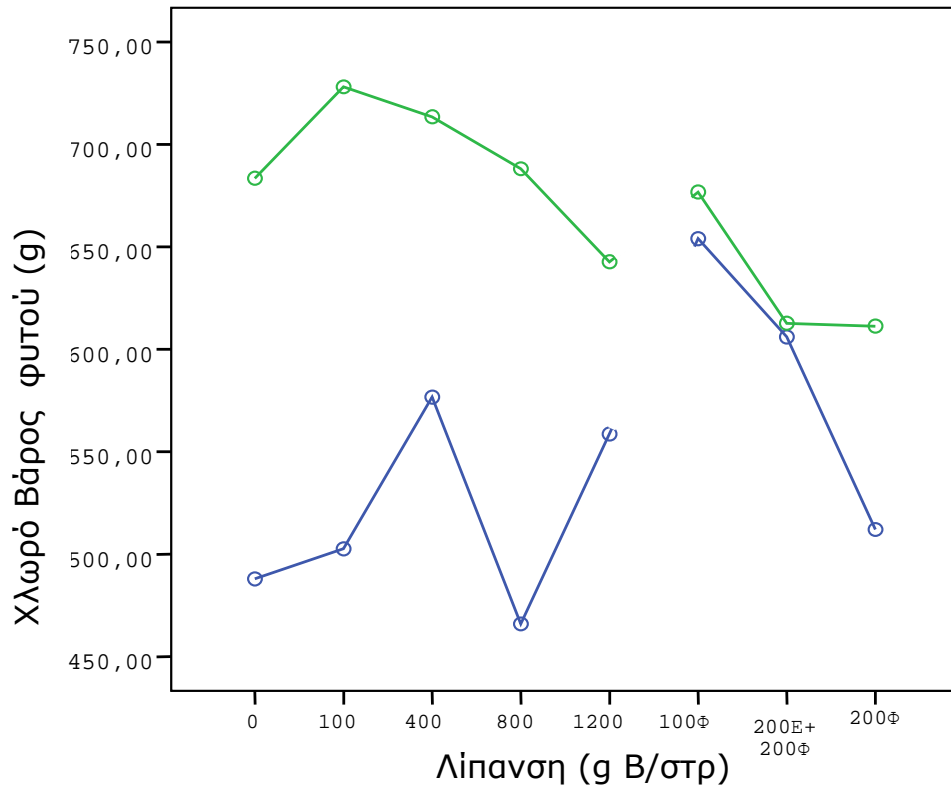
Β. Πειράματα στον αγρό

5.2 Χλωρό βάρος του φυτού

Το χλωρό βάρος ανά φυτό ηλίανθου φαίνεται πως δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση του βορίου που εφαρμόστηκε, είτε διαφυλλικά, είτε από εδάφους (Σχήμα 3 και 4). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά την επεξεργασία των παρατηρήσεων και για τις δυο μετρήσεις στις 50 και στις 75 μέρες μετά τη σπορά (ΜΑΣ). Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε μεταξύ των ποικιλιών Favorit και Oleko, με τη δεύτερη ποικιλία να παρουσιάζεται ως καλύτερη (Παράρτημα, Πίνακες 25 και 26). Στις 75 ΜΑΣ παρατηρείται μια μείωση του χλωρού βάρους όσο αυξάνονται οι διαφυλλικές επεμβάσεις. Το χλωρό βάρος ανά φυτό κυμάνθηκε από 16-47g στην ποικιλία Favorit και από 34-94g στην ποικιλία Oleko.



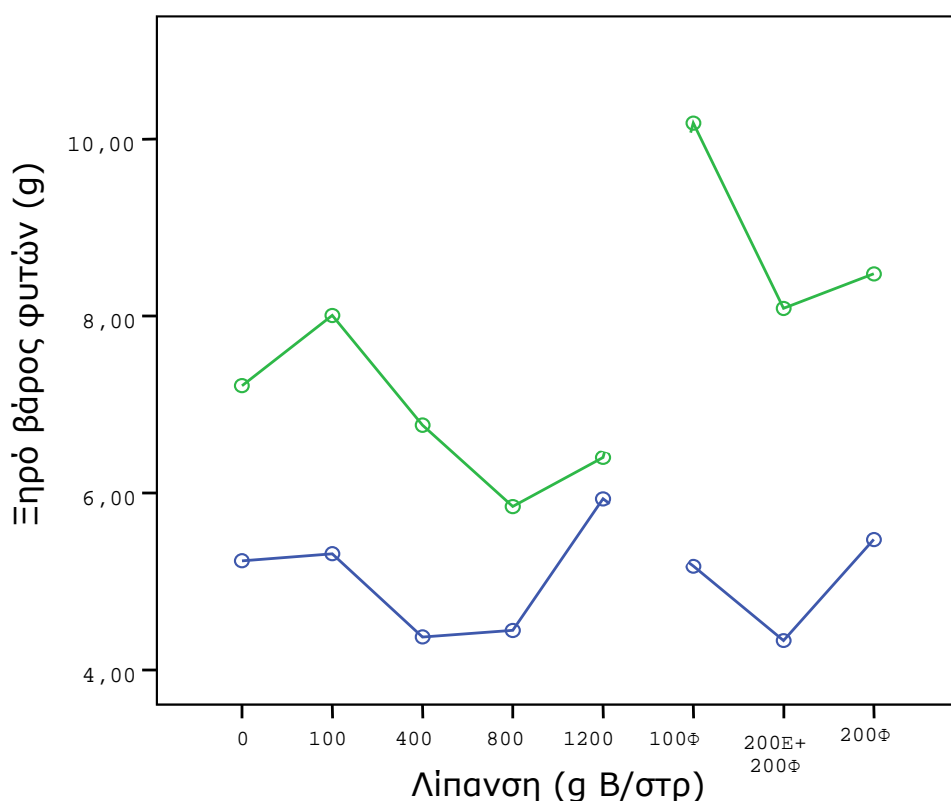
Σχήμα 3: Επίδραση λίπανσης Β στο χλωρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 50 ΜΑΣ



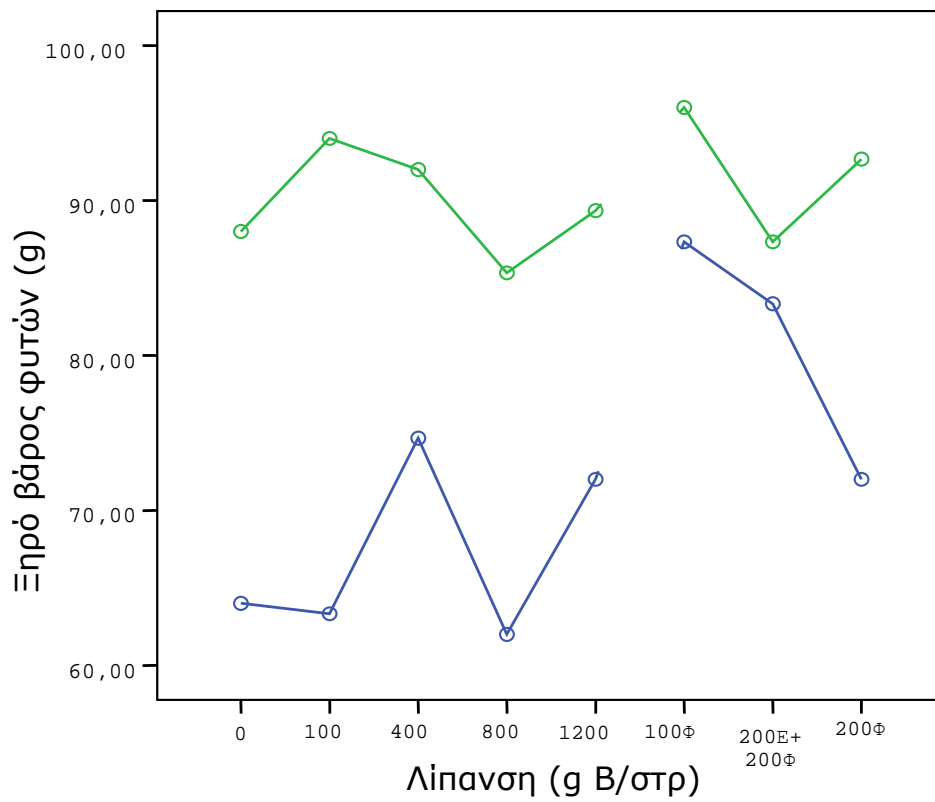
Σχήμα 4: Επίδραση λίπανσης Β στο χλωρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 75 ΜΑΣ

Ξηρό βάρος του φυτού

Το ξηρό βάρος ανά φυτό ηλίανθου μετρήθηκε στις 50 και στις 98 μέρες μετά τη σπορά. Και σε αυτή τη παρατήρηση δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την επίδραση των επιπέδων λίπανσης στις δυο ποικιλίες ηλίανθου (Σχήμα 5 και 6). Σημαντική στατιστικώς ήταν η διαφορά των δυο ποικιλιών (Παράρτημα, Πίνακες 27 και 28), διότι στην ποικιλία Oleko κυμάνθηκε από 4 ως 12 g ανά φυτό και στην ποικιλία Favorit από 3 ως 7 g ανά φυτό. Στην ποικιλία Oleko η αύξηση των δόσεων B από εδάφους είχε αρνητική επίδραση, ενώ η διαφυλλική επέμβαση των 100g B αύξησε αισθητά την ξηρή ουσία του φυτού. Το ίδιο παρατηρείται και στις 98 ΜΑΣ, όπου και στις δυο ποικιλίες πλέον είναι θετική η επίδραση αυτής της επέμβασης.



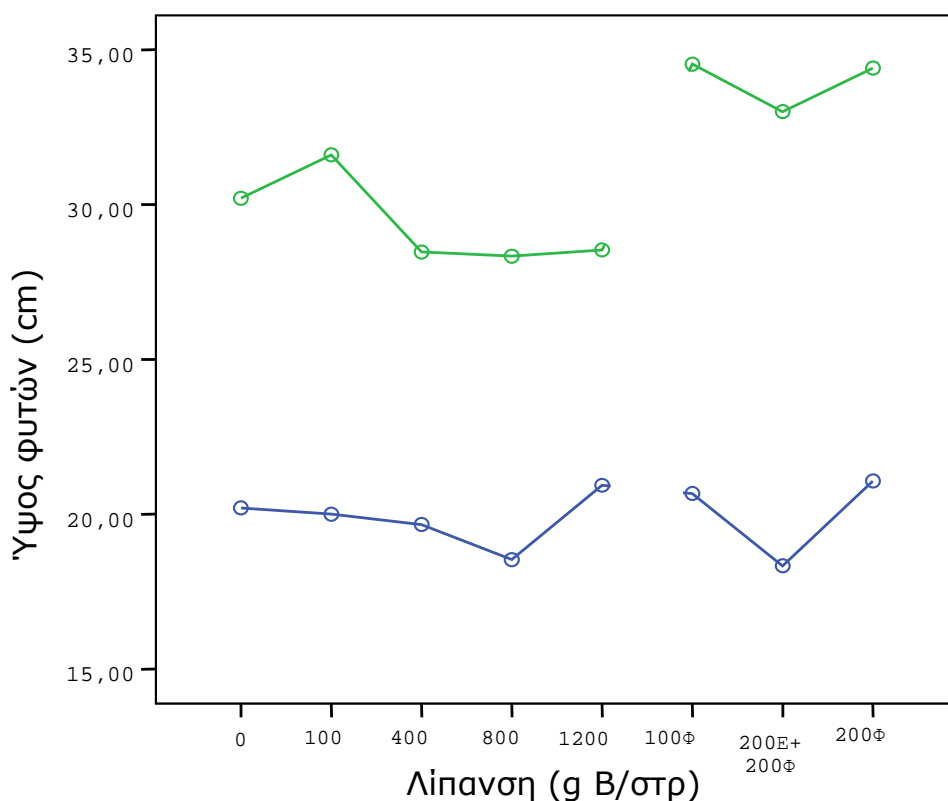
Σχήμα 5: Επίδραση λίπανσης B στο ξηρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 50 ΜΑΣ



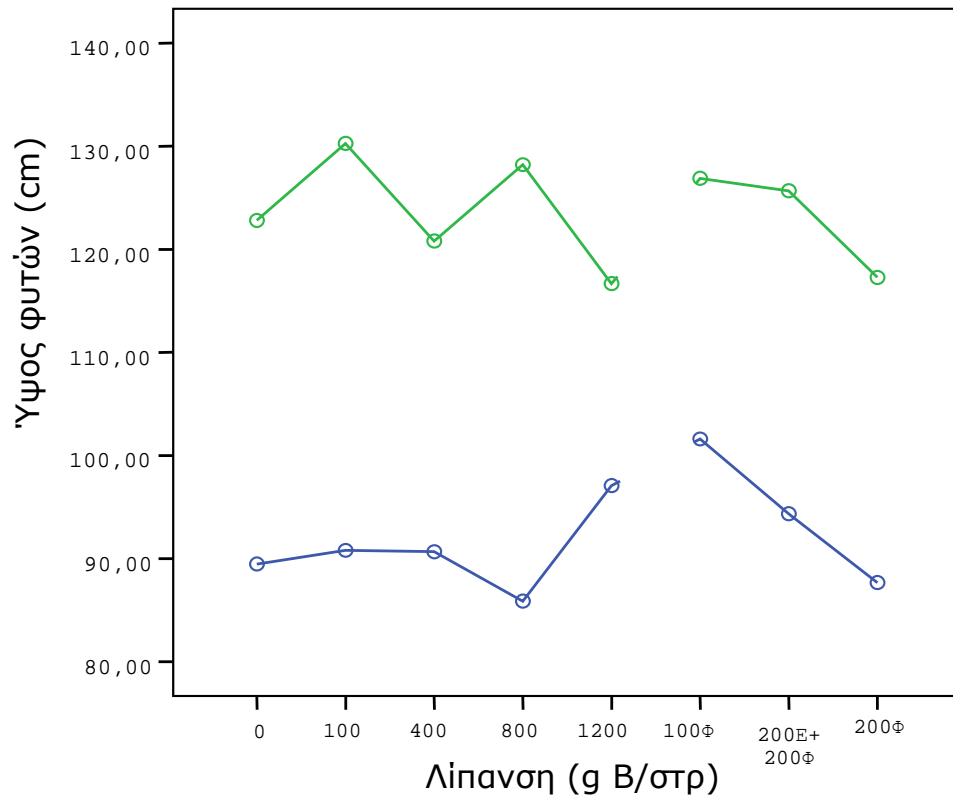
Σχήμα 6: Επίδραση λίπανσης Β στο ξηρό βάρος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 98 ΜΑΣ

5.3 Ύψος ηλιανθου

Έγιναν δυο μετρήσεις για το ύψος των φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, στις 50 και 74 μέρες από τη σπορά. Τα αποτελέσματα, μετά τη στατιστική ανάλυση, έδειξαν ότι το ύψος του φυτού δεν επηρεάστηκε από τη λίπανση σημαντικά και ότι αναπτύχθηκε φυσιολογικά στα όρια που αναμένονταν για κάθε ποικιλία. Όπως στο βάρος ανά φυτό, έτσι και στο ύψος ανά φυτό, οι δυο ποικιλίες διαφέρουν σημαντικά (Παράρτημα, Πίνακες 29 και 30). Υψηλότερη ήταν η ποικιλία Oleko, με ύψος 40 cm στις 50 ΜΑΣ και 142 cm στις 74 ΜΑΣ. Η ποικιλία Favorit, είχε αντίστοιχα, ύψος 23 και 100 cm. Στη δεύτερη μέτρηση και συγκεκριμένα στις διαφυλλικές επεμβάσεις, παρατηρείται μια διαδοχική μείωση στο ύψος των φυτών και των δυο ποικιλιών, κατά την αύξηση των δόσεων (Σχήμα 7 και 8).



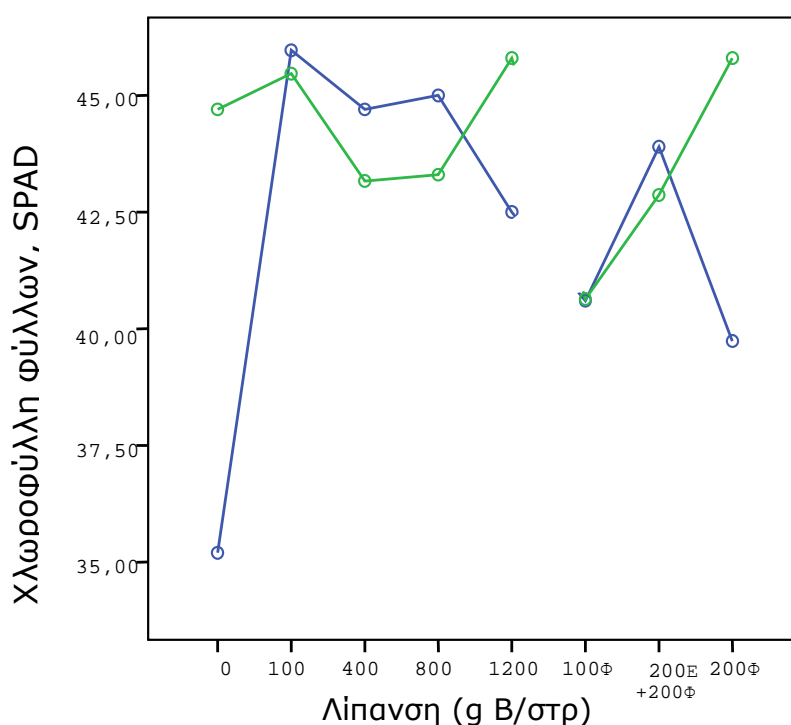
Σχήμα 7: Επίδραση λίπανσης Β στο ύψος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 50 ΜΑΣ



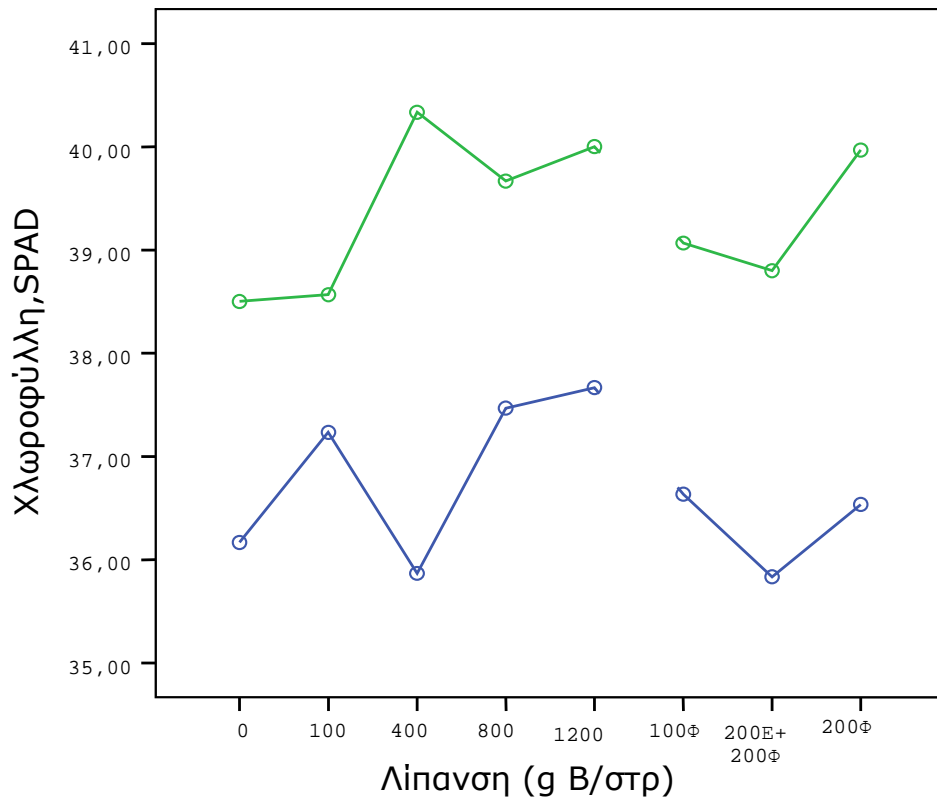
Σχήμα 8: Επίδραση λίπανσης Β στο ύψος φυτού των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 74 ΜΑΣ

5.4 Χλωροφύλλη

Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων του ηλιανθου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, λόγω της λίπανσης με βόριο από εδάφους ούτε και στις δόσεις διαφυλλικής λίπανσης (Παράρτημα, Πίνακες 31 και 32). Η χλωροφύλλη μετρήθηκε τις απογευματινές ώρες στις 74 και 98 μέρες από τη σπορά, με το ειδικό όργανο SPAD. Η ποικιλία Favorit στις 74 ΜΑΣ είχε αρχικά χαμηλή περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, γύρω στις 31 μονάδες SPAD, αλλά έπειτα, απέκτησε ίδιες περιεκτικότητες σε χλωροφύλλη με την ποικιλία Oleko, στις περισσότερες επεμβάσεις. Οι διαφορές στη χλωροφύλλη, πιθανότατα οφείλονται στις ανατομικές διαφορές των φύλλων των δυο ποικιλιών (Σχήμα 9 και 10).



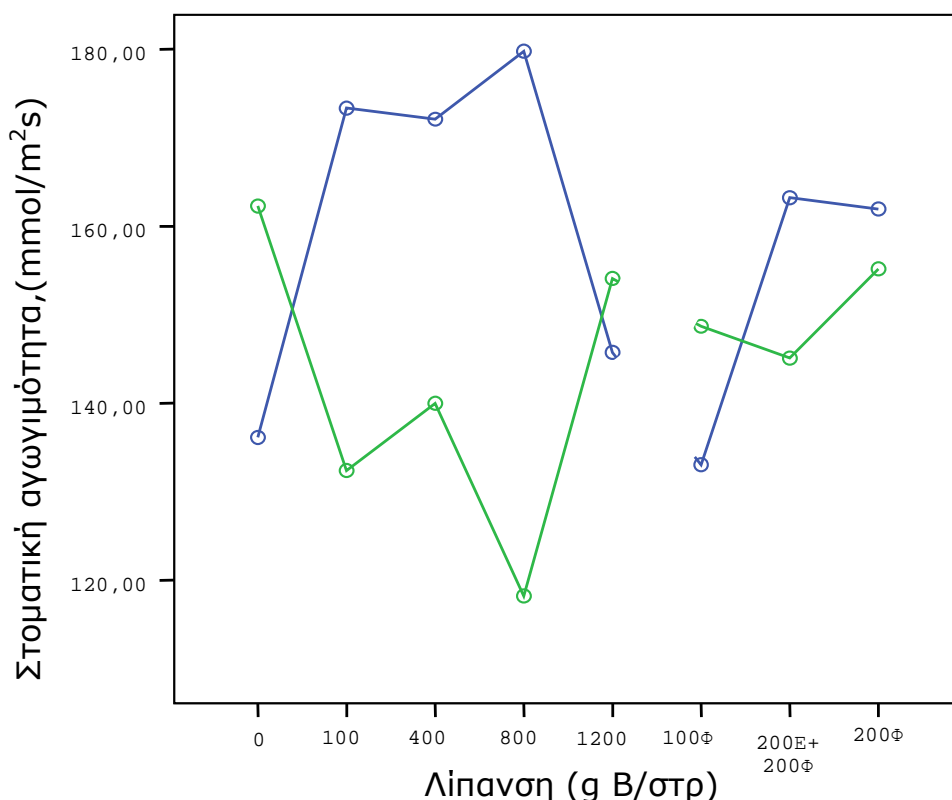
Σχήμα 9: Επίδραση λίπανσης Β στη χλωροφύλλη φύλλων των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 74 ΜΑΣ



Σχήμα 10: Επίδραση λίπανσης Β στη χλωροφύλλη των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—) στις 98 ΜΑΣ

Στοματική αγωγιμότητα

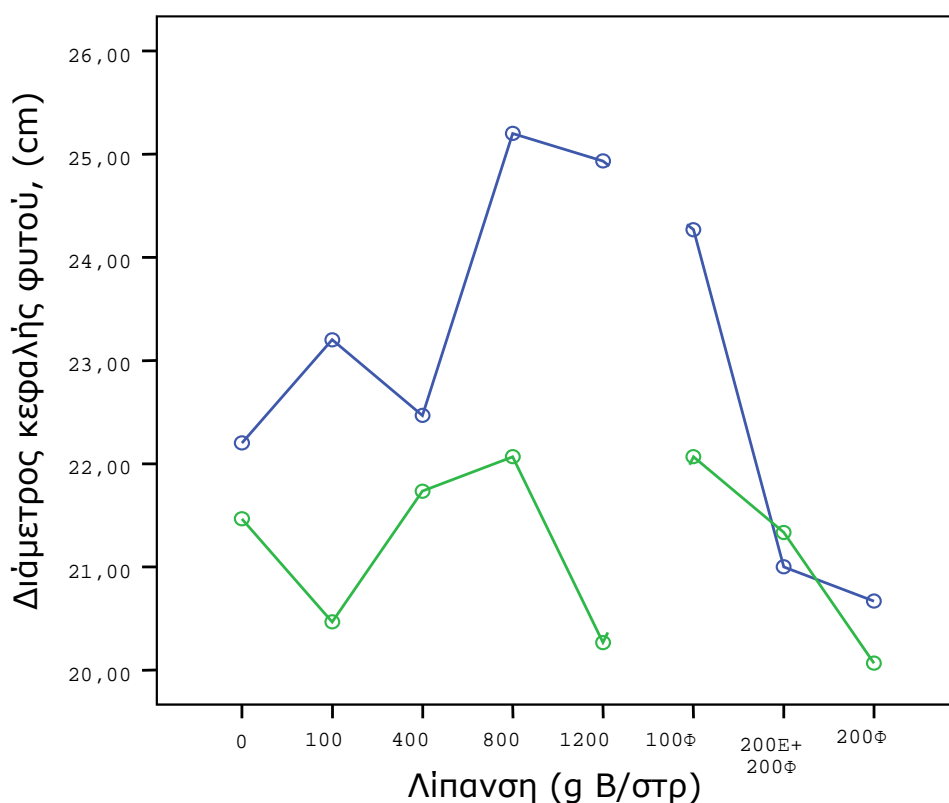
Στοματική αγωγιμότητα είναι η ταχύτητα αποβολής από τα στομάτια των φύλλων H_2O και ταυτόχρονα απορρόφηση CO_2 και συνδέεται άμεσα με τη διαπνοή των φυτών. Ο ηλιανθος έχει υψηλό συντελεστή διαπνοής και αυτό μπορεί να οφείλεται στα πολλά και μεγάλα στομάτια που διαθέτει. Η στοματική αγωγιμότητα φαίνεται ότι δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση βορίου (Παράρτημα, Πίνακας 33). Οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται, πιθανότατα είναι χαρακτηριστικές της κάθε ποικιλίας και του τρόπου αντίδρασής τους στο περιβάλλον. Ενώ οι πρώτες επεμβάσεις από εδάφους με Β ευνοούσαν την ποικιλία Favorit, οι ίδιες επεμβάσεις είχαν ακριβώς την αντίθετη επίδραση στην ποικιλία Oleko (Σχήμα 11).



Σχήμα 11: Επίδραση λίπανσης Β στη στοματική αγωγιμότητα των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.5 Διάμετρος 'κεφαλής' ηλιανθου

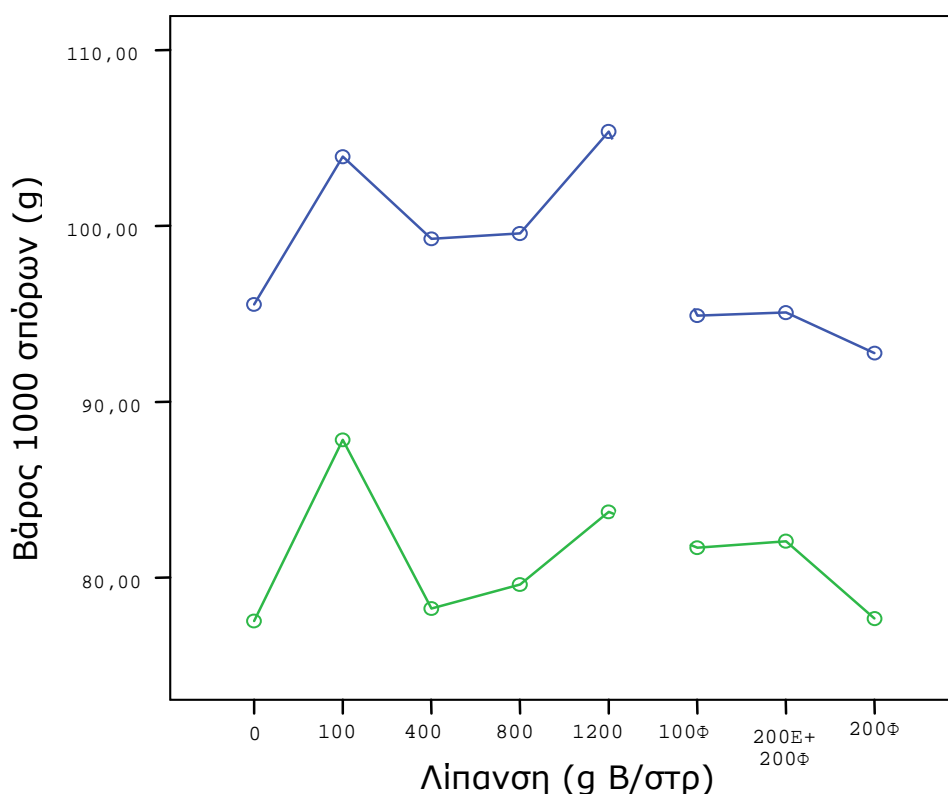
Η διάμετρος της "κεφαλής" των ηλιανθων είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα κάθε ποικιλίας και στην προκειμένη περίπτωση δεν επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τη λίπανση βορίου (Παράρτημα, Πίνακας 34). Η ποικιλία Favorit κυμάνθηκε από 19 ως 28 cm και η ποικιλία Oleko από 19 ως 26 cm. Στις επεμβάσεις της διαφυλλικής λίπανσης B και οι δυο ποικιλίες παρουσίασαν ίδια διάμετρο "κεφαλής" 20 και 21 cm. Οι διαφυλλικές επεμβάσεις είχαν άμεση επίδραση στις "κεφαλές" με αισθητή μείωση κατά την αύξηση των δόσεων (Σχήμα 12).



Σχήμα 12: Επίδραση λίπανσης B στη διάμετρο "κεφαλής" (cm) των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.6 Βάρος 1000 σπόρων

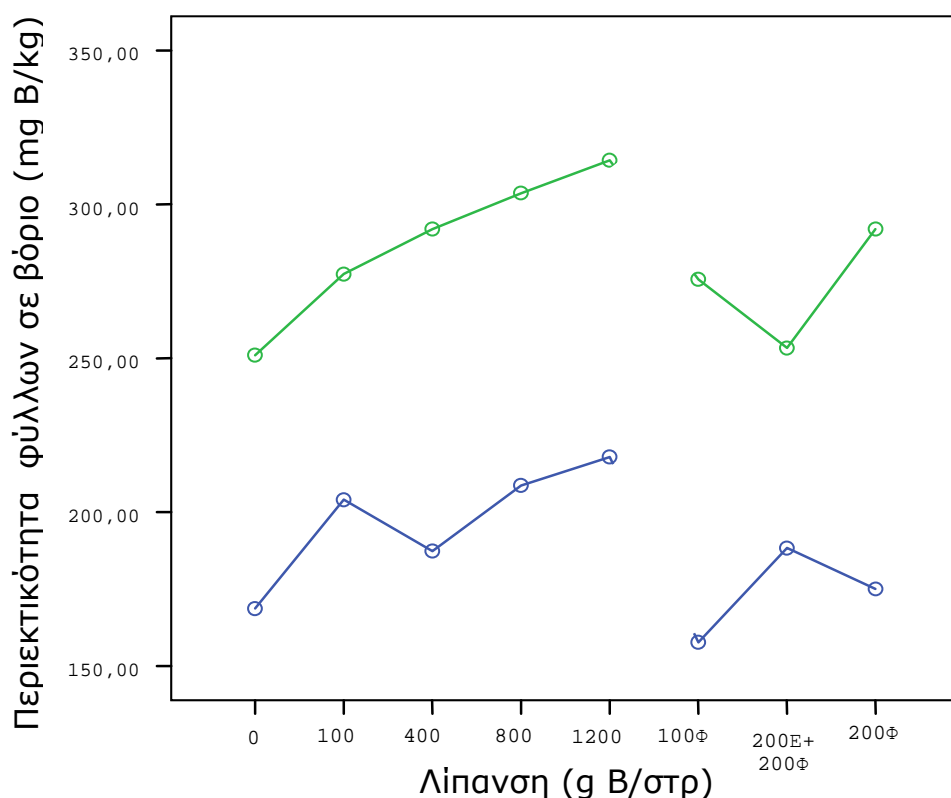
Το βάρος 1000 σπόρων του ηλιανθου δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από τη λίπανση με βόριο. Το Σχήμα 13 δείχνει απλώς τις διαφορές των ποικιλιών μεταξύ τους, κατά τη λίπανση με βόριο (Παράρτημα, Πίνακας 35). Η ποικιλία Favorit υπερέχει σε αυτό το χαρακτηριστικό από τη δεύτερη ποικιλία, με το μεγαλύτερο βάρος να είναι τα 100 g, ενώ για την ποικιλία Oleko το μεγαλύτερο βάρος τα 90 g. Οι επεμβάσεις των 100 g B και 1200 g B από εδάφους, αύξησαν το βάρος των σπόρων και στις δυο ποικιλίες, όμως στις διαφυλλικές επεμβάσεις παρατηρήθηκε αισθητή μείωση του βάρους.



Σχήμα 13: Επίδραση λίπανσης B στο βάρος 1000 σπόρων των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.7 Περιεκτικότητα βορίου στα φύλλα

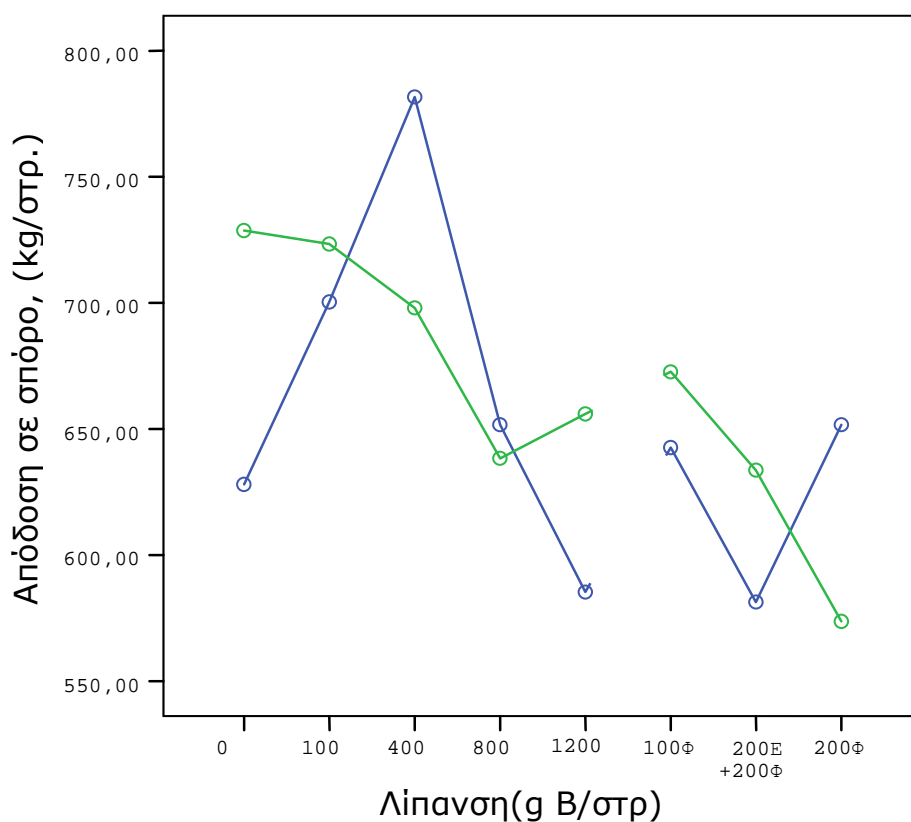
Στο Σχήμα 14 φαίνεται η περιεκτικότητα Β στα ξηρά φύλλα ηλιάνθου σε σχέση με τη λίπανση βορίου. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν επηρεάστηκε σημαντικά η συγκέντρωση Β από τη λίπανση, ακόμη και στις διαφυλλικές λιπάνσεις κάθε ποικιλία αντέδρασε διαφορετικά (Παράρτημα, Πίνακας 36). Η ποικιλία Oleko παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές που κυμαίνονταν από 185 ως 360 mg/kg, ενώ η ποικιλία Favorit με τιμές από 135 ως 235 mg/kg. Οι αυξανόμενες επεμβάσεις Β από εδάφους, αύξησαν την περιεκτικότητα Β στα φύλλα της ποικιλίας Oleko, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στις διαφυλλικές επεμβάσεις Β.



Σχήμα 14: Επίδραση λίπανσης Β στην περιεκτικότητα των φύλλων σε βόριο των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.8 Απόδοση σε σπόρο

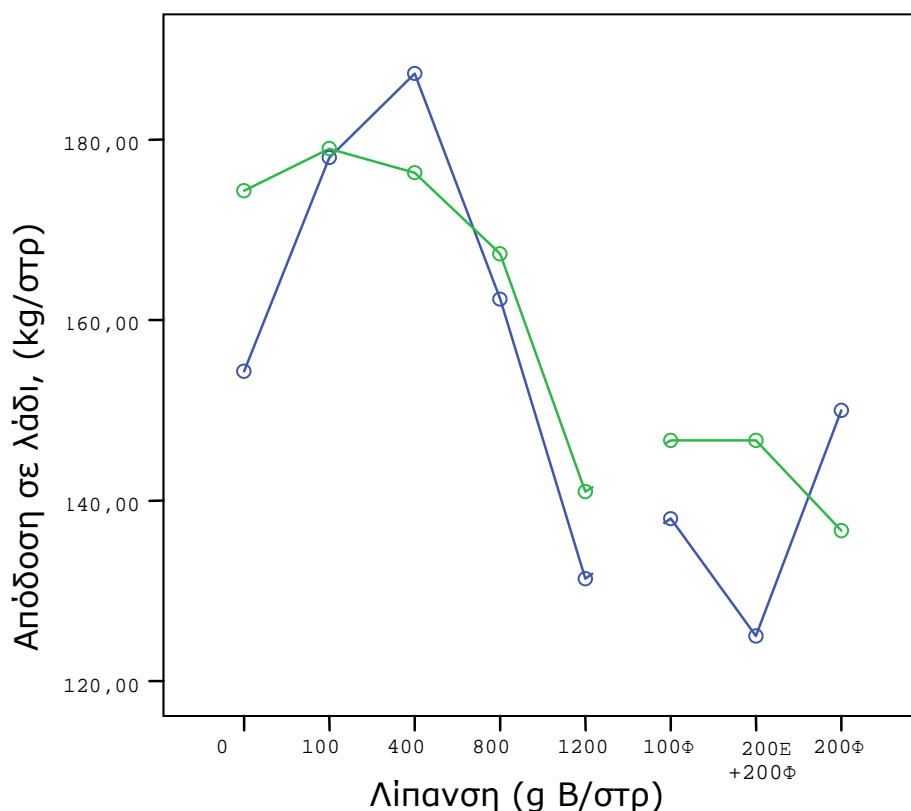
Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι η απόδοση σε σπόρο δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση βορίου (Παράρτημα, Πίνακας 37). Η ποικιλία Favorit παρουσίασε και τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις με τη μεγαλύτερη τιμή να αγγίζει τα 780 kg/στρέμμα, ενώ η ποικιλία Oleko ήταν πιο σταθερή στις αποδόσεις της, με μεγαλύτερη τιμή 670 kg/στρέμμα. Οι επεμβάσεις μέχρι και 400 g B/στρ επηρέασαν θετικά την ποικιλία Favorit, αυξάνοντας την απόδοση σε σπόρο ως και τα 780 kg/στρέμμα. Αντιθέτως, οι επεμβάσεις βορίου στην ποικιλία Oleko, επέφεραν μείωση στην απόδοση σε σπόρο, με τις διαφυλλικές επεμβάσεις να ρίχνουν την απόδοση σε σπόρο χαμηλότερα από την απόδοση του μάρτυρα (Σχήμα 15).



Σχήμα 15 : Επίδραση λίπανσης Β στην απόδοση σε σπόρο των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.9 Απόδοση σε λάδι

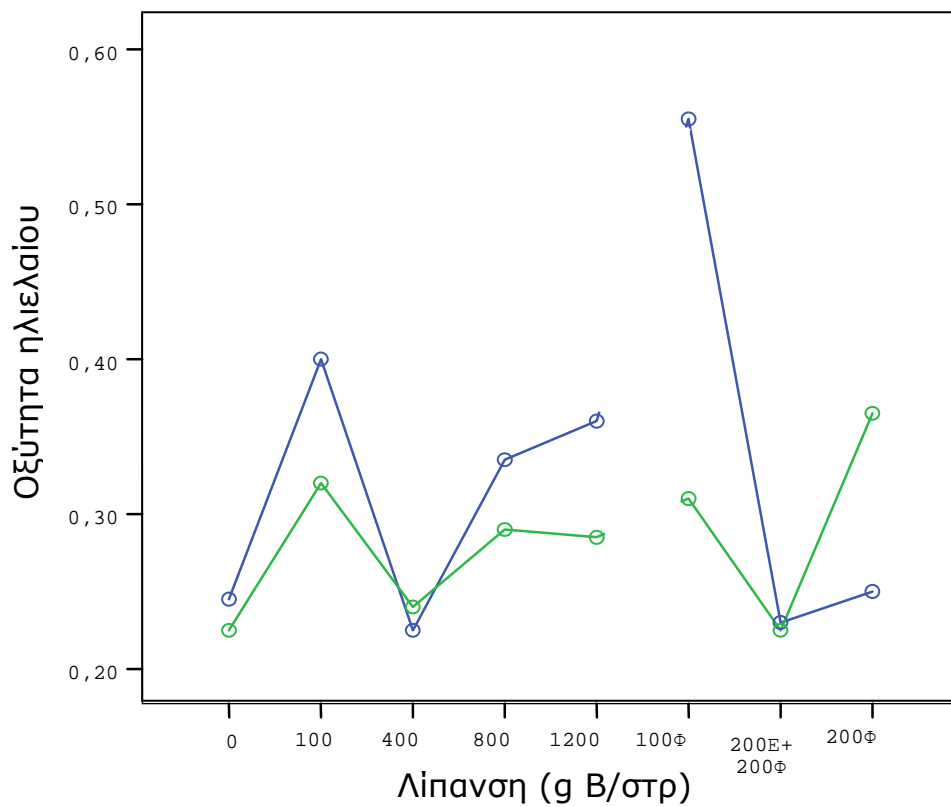
Η απόδοση σε λάδι των φυτών του πειράματος επηρεάστηκε σημαντικά από τις επεμβάσεις Β που εφαρμόστηκαν, όπως έδειξε η στατιστική ανάλυση (Παράρτημα, Πίνακας 38). Η μέγιστη και η ελάχιστη απόδοση σε λάδι παρουσιάστηκε στη ποικιλία Favorit με τιμές 195 και 132 kg/στρέμμα αντίστοιχα. Η απόδοση σε λάδι αυξήθηκε στην ποικιλία Favorit, ως και την επέμβαση των 400 g Β/στρ. Οι επόμενες επεμβάσεις όμως, στις οποίες αυξήθηκε η εφαρμογή Β από εδάφους, επηρέασαν αρνητικά την απόδοση της ποικιλίας Favorit. Η ποικιλία Oleko, επηρεάστηκε αρνητικά από όλες τις επεμβάσεις Β που εφαρμόστηκαν (Σχήμα 16).



Σχήμα 16: Επίδραση λίπανσης Β στην απόδοση σε λάδι των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

5.10 Οξύτητα ηλιελαίου

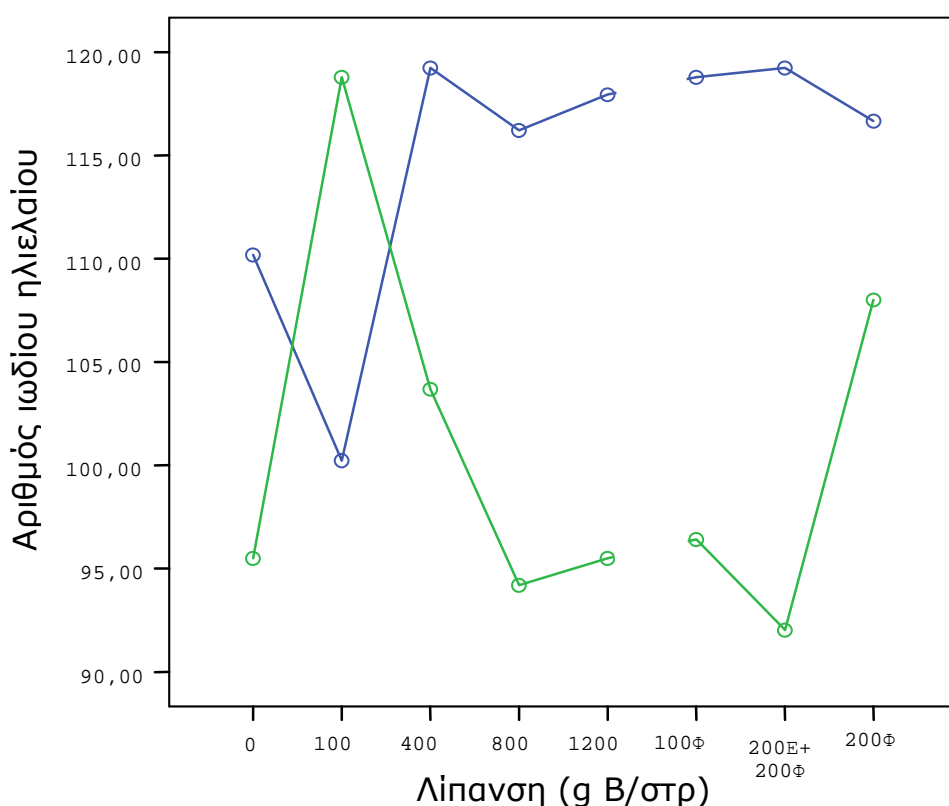
Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι η λίπανση με Β επηρέασε σημαντικά την οξύτητα του ηλιελαίου. Διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των δυο ποικιλιών του ηλίανθου και ήταν στατιστικά σημαντική η αλληλεπίδραση μεταξύ της λίπανσης και της κάθε ποικιλίας (Παράρτημα, Πίνακας 39). Η ποικιλία Oleko διατήρησε χαμηλές τιμές οξύτητας σε όλες σχεδόν τις επεμβάσεις, με τιμές από 0,22 ως 0,40, με μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζεται στη διαφυλλική λίπανση των 200 g Β/στρ. Η ποικιλία Favorit επηρεάστηκε περισσότερο από τη λίπανση Β, όπου παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις και τις τιμές οξύτητας του ηλιελαίου. Η οξύτητα ελαίου της ποικιλίας Favorit κυμάνθηκε από 0,20 ως 0,60 mg/kg η μέγιστη, η οποία παρατηρήθηκε στη διαφυλλική λίπανση των 100g Β/στρ. Οι μικρότερες τιμές παρουσιάστηκαν στις επεμβάσεις των 400 g Β/στρ από εδάφους και στη συνδυασμένη επέμβαση των 200 g Β/στρ από εδάφους και 200 g Β/στρ από φυλλώματος. Αυτές οι δυο επεμβάσεις είχαν την ίδια επίδραση και στην ποικιλία Oleko (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Επίδραση λίπανσης Β στην οξύτητα του ηλιελαίου των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

Αριθμός ιωδίου ηλιελαίου

Ο αριθμός ιωδίου εκφράζει τον βαθμό ακορεστότητας των λιπαρών οξέων που περιέχονται σε μια λιπαρή ουσία. Στο Σχήμα 18 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, η οποία έδειξε ότι η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό ιωδίου των δειγμάτων. Διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο μεταξύ των ποικιλιών του ηλιανθου, και της αλληλεπίδρασης της κάθε ποικιλίας με τις δόσεις Β (Παράρτημα, Πίνακας 40). Στον ηλιανθο ο αποδεκτός αριθμός ιωδίου κυμαίνεται γύρω στο 130, αλλά και στις δυο ποικιλίες είχε μια πολύ μεγάλη διακύμανση από 92 ως 125, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρουσιάζονται στην ποικιλία Favorit. Η διακύμανση αυτή, πιθανότητα οφείλεται στη μέθοδο μέτρησης που εφαρμόστηκε ή και στο γεγονός ότι και οι δυο ποικιλίες είναι βελτιωμένες για παραγωγή βιοντήζελ και δεν πρέπει να ξεπερνάει ο δείκτης ιωδίου την τιμή 120.



Σχήμα 18: Επίδραση λίπανσης Β στον αριθμό ιωδίου του ηλιελαίου των ποικιλιών Favorit (—) και Oleko (—)

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η διαφυλλική, η από εδάφους λίπανση με βόριο ή ο συνδυασμός τους, δεν επηρέασε σημαντικά τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Οι ποικιλίες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, με την ποικιλία Oleko να παρουσιάζει μια πιο σταθερή εικόνα στον αγρό και να υπερέχει στα περισσότερα χαρακτηριστικά από την ποικιλία Favorit, όπως στο χλωρό και ξηρό βάρους των φυτών. Οι μοναδικές στατιστικά σημαντικές επιδράσεις που παρατηρήθηκαν από τη λίπανση Β, ήταν στην απόδοση του ηλιελαίου και την οξύτητα του, με την ποικιλία Favorit να παρουσιάζει μεγαλύτερες αποδόσεις συνολικά σε λάδι και με μεγαλύτερη οξύτητα. Σημαντική ήταν η αλληλεπίδραση της λίπανσης με τις ποικιλίες στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλιελαίου, που στο παρόν πείραμα ήταν η οξύτητα και ο αριθμός ιωδίου του ελαίου. Σε ορισμένα χαρακτηριστικά, επεμβάσεις μέχρι και τα 400 g Β/στρ από εδάφους, επηρέασαν θετικά την ποικιλία Favorit, όπως για παράδειγμα, στις αποδόσεις σε σπόρο και λάδι. Γενικότερα όμως, η ποικιλία Oleko παρατηρήθηκε ότι ήταν πολύ καλύτερη στα περισσότερα χαρακτηριστικά από την ποικιλία Favorit. Ο αριθμός ιωδίου του ηλιελαίου δεν ήταν ο αναμενόμενος, με τιμές γύρω στο 130, αλλά παρουσίασε μια μεγάλη διακύμανση με τιμές από 91-121. Πιστεύεται ότι οι τιμές αυτές πρέπει να οφείλονται στην ακρίβεια της μέτρησης (ιωδίου) και όχι στη λίπανση βορίου. Σχετικά με τα πειράματα στο θερμοκήπιο, η λίπανση Β μέχρι και τη δόση των 120 mg Βόρακα/kg εδάφους, δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά και τις δυο ποικιλίες. Μεγαλύτερες επεμβάσεις, ήταν τοξικές και για τις δυο ποικιλίες και προκάλεσαν αναστολή της βλάστησης των φυτών.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναλογίδης Δ. 2007 Τα μικροθρεπτικά στοιχεία στο αγροτικό οικοσύστημα, Εκδόσεις Αγρότυπος

Γαλανοπούλου Σ. , 1999. Βιομηχανικά φυτά, Εκδόσεις Σταμούλης

Καραμπουρνιώτης Γ. 2003. Πανεπιστημιακές παραδόσεις φυσιολογίας φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κουκουλάκης Π. , Παπαδόπουλος Α. 2003. Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής, Εκδόσεις Σταμούλης

Μπαλατσούρας Γ. 1985. Μέθοδοι αναλύσεως τροφίμων, Εκδόσεις Σταμούλης

Μπέκα Γ., Δοξαστάκη Γ., Κιοσέογλου Β., Μπόσκου Δ., 1989. Σημειώσεις αναλυτικής χημείας τροφίμων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Ξανθόπουλος Φ. ,1993. Ο ηλιανθος, ΕΘΙΑΓΕ Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών

Σφήκας Α. ,1995. Ειδική Γεωργία ΙΙ Βιομηχανικά φυτά, Πανεπιστημιακές παραδόσεις ΑΠΘ

Χουλιάρης Ν. 2002. Μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας, Εκδόσεις Ίων

ASAD A., BLAMEY F.P.C., EDWARDS D.G.2003. Effects of boron foliar applications on vegetative and reproductive growth of sunflower, *Annals of Botany* 92: 565-570

Ceyhan E. et al., 2008. Effects of application boron on yields, yield component and oil content of sunflower in boron-deficient calcareous soils. *African Journal of biotechnology* vol. 7 pp. 2854-2861

Dell B. et al., 1997. Physiological responses of plants to low boron. *Plant and soil* 193: pp. 103-120

Heiser, C. B., 1978. Jr. Taxonomy of *Helianthus* and Origin of Domesticated Sunflower In *Sunflower Science and Technology*. *Agron.* 19. pp. 31-53. Ed. Carter, J. F.

HOCKING B.S., STEER B.T. 1983: Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower during growth. *Field Crops Res.* 6, pp.93-107 [World Fertilizer Use Manual]

OYINLOLA E. Y., 2007. Effect of boron fertilizer on yield and oil content of three sunflower cultivars in the Nigerian Savanna, *Journal of Agronomy* 6: 421-426

RENUKADEVI A. and SAVITHRI P. 2003. Sunflower (*Helianthus annuus*) oil yield and quality as influenced by boron application. *Madras Agric. J.* 90: 74-76

Seiler, G. J. 1997. Anatomy and morphology of sunflower. In: *Sunflower Technology and Production*. *Agron.* 35. pp. 67-111. Ed. Schneiter, A.A.

Sunflower Production Guide. NSA and Manitoba Agriculture and Food

Walwijk M. van, Buckmann M., Troestra W.P., Achten P.A.J.,
Automotive fuels survey, Part 2 Distribution and Use, IEA/AFIS. 1996

<http://bioenergynews.blogspot.com>

<http://biotech.aua.gr>

<http://www.fas.usda.gov>

www.FAO.org

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α. Πειράματα στα φυτοδοχεία

Πίνακας 1: Χλωρό και ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Favorit σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος	όξινο	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ποικιλία: Favorit	
1ο πείραμα	σπορά:14/3/08		μέτρηση:55η μέρα	
	Χ. Β.	μέσος όρος	Ξ. Β.	μέσος όρος
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	13,0		3,2	
φυτά 3:	9,0	2,62	2,5	0,65
φυτά 7:	14,9		3,5	
φυτά 4	12,85		3,2	
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	12,9		3,0	
φυτά 7:	15,0	2,42	3,6	0,56
φυτά 6:	13,0		2,3	
φυτά 4:	12,25		3,5	
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 6:	14,3		3,4	
φυτά 5:	12,9	2,75	3,3	0,67
φυτά 2:	10,0		2,7	
φυτά 5:	12,3		2,8	
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 3:	10,0		2,6	
φυτά 4:	11,0	2,69	2,8	0,68
φυτά 3:	7,5		2,0	
φυτά 5:	11,8		2,9	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 1:	2,0		1,0	
φυτά 1:	1,0	1,50	0,7	0,88
φυτά 1:	1,5		0,95	
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				

Πίνακας 2: Χλωρό και ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Favorit σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος	όξινο	ΚΑΡΔΙΤΣΑ		ποικιλία: Favorit	
2ο πείραμα		σπορά:8/4/08		μέτρηση: 44η μέρα	
	X. Β.	μέσος όρος	Ξ. Β.	μέσος όρος	
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους					
φυτά 5:	8,6		1,5		
φυτά 2:	7,2	1,95	1,2	0,33	
φυτά 6:	10,9		1,8		
φυτά 6:	10,5		1,8		
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους					
φυτά 2:	7,4		1,2		
φυτά 5:	10,2	2,34	1,8	0,38	
φυτά 6:	11,9		2,1		
φυτά 5:	10,4		1,8		
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους					
φυτά 4:	7,1		1,4		
φυτά 2:	6,5	1,78	1,1	0,31	
φυτά 3:	2,5		0,4		
φυτά 4:	7,1		1,2		
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους					
φυτά 1:	2,8		0,5		
φυτά 1:	1,0	1,90	0,2	0,35	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους					
Αναστολή βλάστησης					
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους					
Αναστολή βλάστησης					
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους					
Αναστολή βλάστησης					

Πίνακας 3: Χλωρό και Ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Favorit σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος αλκαλικό ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ			ποικιλία: Favorit	
1ο πείραμα	σπορά:14/3/08		μέτρηση:55η μέρα	
	Χ. Β.	μέσος όρος	Ξ. Β.	μέσος όρος
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 10:	16,3		3,7	
φυτά 7:	14,0	1,92	3,6	0,45
φυτά 9:	17,0		3,9	
φυτά 6:	14,2		3,2	
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 6:	11,7		2,8	
φυτά 6:	12,0	2,06	3,2	0,50
φυτά 6:	13,0		3,1	
φυτά 5:	10,7		2,5	
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	12,0		3,1	
φυτά 7:	11,5	1,70	2,8	0,42
φυτά 8:	13,5		3,2	
φυτά 10:	14,0		3,4	
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 4:	10,3		2,6	
φυτά 5:	11,0	2,04	2,8	0,50
φυτά 8:	13,0		3,1	
φυτά 5:	10,6		2,7	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 2:	6,0		1,8	
φυτά 2:	5,8	2,43	1,8	0,71
φυτά 4:	7,7		2,1	
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				

Πίνακας 4: Χλωρό και ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Favorit σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος αλκαλικό ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ			ποικιλία: Favorit	
2ο πείραμα	σπορά:8/4/08		μέτρηση: 44η μέρα	
	Χ. Β.	Μέσος όρος	Ξ. Β.	Μέσος όρος
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	10,4		1,9	
φυτά 9:	16,1	1,99	3,0	0,35
φυτά 6:	13,2		2,2	
φυτά 8:	16,0		2,9	
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 7:	11,7		2,1	
φυτά 6:	9,3	1,69	1,6	0,29
φυτά 5:	9,7		1,5	
φυτά 7:	11,6		2,1	
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 6:	10,1		1,7	
φυτά 8:	13,2	1,65	2,2	0,27
φυτά 6:	9,8		1,6	
φυτά 6:	9,8		1,6	
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	5,9		0,1	
φυτά 5:	7,6	1,21	1,2	0,16
φυτά 9:	9,7		1,7	
φυτά 6:	7,1		1,1	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 1:	0,8	0,8	0,05	0,05
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				

Πίνακας 5: Χλωρό και ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Oleko σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος	όξινο	ΚΑΡΔΙΤΣΑ		ποικιλία: Oleko
1ο πείραμα	σπορά:28/5/08		μέτρηση:37η μέρα	
	Χ. Β.	μέσος όρος	Ξ. Β.	μέσος όρος
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 9:	14,6		2,87	
φυτά 9:	14,9	1,74	2,93	0,33
φυτά 8:	13,9		2,50	
φυτά 7:	13,9		2,65	
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 10:	15,9		3,16	
φυτά 9:	15,4	1,74	2,77	0,32
φυτά 8:	14,8		2,63	
φυτά 7	13,00		2,45	
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 8:	13,70		2,71	
φυτά 7:	15,00	1,70	2,81	0,33
φυτά 8:	12,70		2,47	
φυτά 9:	13,00		2,46	
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 8:	14,30		2,83	
φυτά 7:	9,20	1,77	1,63	0,34
φυτά 5:	11,90		2,28	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 2:	4,70	2,35	0,70	0,35
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				

Πίνακας 6: Χλωρό και ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου ποικιλίας Oleko σε σχέση με τη λίπανση Β

Έδαφος αλκαλικό ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ			ποικιλία: Oleko	
1ο πείραμα	σπορά:28/5/08		μέτρηση:37η μέρα	
	Χ. Β.	μέσος όρος	Ξ. Β.	μέσος όρος
Επέμβαση: 0 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 10:	15,38		3,28	
φυτά 9:	13,90	1,65	3,00	0,34
φυτά 8:	14,40		3,00	
φυτά 8:	14,20		2,80	
Επέμβαση: 10 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 10:	17,25		3,51	
φυτά 9:	15,82	1,77	3,02	0,34
φυτά 8:	14,40		2,86	
φυτά 9	16,30		3,02	
Επέμβαση: 30 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 8:	15,0		2,84	
φυτά 6:	11,0	1,76	2,12	0,33
φυτά 9:	15,7		2,96	
φυτά 9:	14,8		2,75	
Επέμβαση: 60 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 10:	16,0		3,04	
φυτά 7:	14,2	1,77	2,72	0,34
φυτά 8:	13,0		2,50	
φυτά 6:	11,8		2,33	
Επέμβαση: 120 mg Βόρακας /kg εδάφους				
φυτά 5:	9,5		1,85	
φυτά 5:	9,0	1,62	1,63	0,3
φυτά 7:	10,0		1,90	
φυτά 5	7,2		1,25	
Επέμβαση: 240 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				
Επέμβαση: 480 mg Βόρακας /kg εδάφους				
Αναστολή βλάστησης				

Β. Πειράματα στον αγρό

Πίνακας 7. Χλωρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου στις 50 ΜΑΣ σε σχέση με τη λίπανση Β

1η δειγματοληψία: 12/05/08 50 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A*	0	21,80	40,20	42,80
2A	100	35,00	41,40	29,80
3A	400	21,00	47,20	33,00
4A	800	18,40	26,40	40,90
5A	1200	37,00	53,20	31,40
	Διαφυλλικά			
6A	100	32,40	43,20	23,32
7A	200E+200Φ	21,40	38,80	23,60
8A	200	16,60	46,80	40,80
	Εδάφους			
9B**	0	34,00	78,00	53,00
10B	100	70,40	67,40	40,20
11B	400	59,40	44,00	44,80
12B	800	53,40	56,20	38,80
13B	1200	47,40	56,00	49,60
	Διαφυλλικά			
14B	100	93,60	96,00	45,40
15B	200E+200Φ	61,80	83,20	49,40
16B	200	72,60	74,40	56,40

*A= ποικιλία Favorit

**B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 8. Χλωρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου στις 75 ΜΑΣ
σε σχέση με τη λίπανση Β**

2η δειγματοληψία: 06/06/08: 75 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	472,00	452,00	540,00
2A	100	430,00	610,00	468,00
3A	400	666,00	456,00	608,00
4A	800	500,00	502,00	396,00
5A	1200	576,00	478,00	622,00
	Διαφυλλικά			
6A	100	604,00	740,00	618,00
7A	200E+200Φ	536,00	842,00	440,00
8A	200	456,00	726,00	354,00
	Εδάφους			
9B	0	514,00	940,00	596,00
10B	100	836,00	876,00	472,00
11B	400	788,00	756,00	596,00
12B	800	744,00	696,00	624,00
13B	1200	698,00	824,00	406,00
	Διαφυλλικά			
14B	100	848,00	646,00	536,00
15B	200E+200Φ	828,00	564,00	446,00
16B	200	600,00	724,00	510,00

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 9. Ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου στις 50 ΜΑΣ
σε σχέση με τη λίπανση Β**

1η δειγματοληψία: 12/05/08 50 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	3,56	6,08	6,06
2A	100	5,08	6,02	4,84
3A	400	3,42	6,02	3,68
4A	800	3,20	4,12	6,02
5A	1200	5,72	7,20	4,88
	Διαφυλλικά			
6A	100	5,40	6,66	3,46
7A	200E+200Φ	3,62	5,72	3,66
8A	200	3,12	7,12	6,18
	Εδάφους			
9B	0	4,88	9,70	7,06
10B	100	9,22	9,14	5,66
11B	400	8,32	5,94	6,04
12B	800	6,70	5,28	5,56
13B	1200	6,98	5,58	6,64
	Διαφυλλικά			
14B	100	11,62	12,84	6,08
15B	200E+200Φ	7,98	11,00	5,28
16B	200	8,52	9,16	7,75

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 10. Ξηρό βάρος (g) ανά φυτό ηλιανθου στις 98 ΜΑΣ σε σχέση με τη λίπανση Β

2η δειγματοληψία: 29/06/08 98 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	60,00	56,00	76,00
2A	100	56,00	70,00	64,00
3A	400	80,00	70,00	74,00
4A	800	70,00	66,00	50,00
5A	1200	72,00	64,00	80,00
	Διαφυλλικά			
6A	100	88,00	98,00	76,00
7A	200E+200Φ	76,00	104,00	70,00
8A	200	62,00	102,00	52,00
	Εδάφους			
9B	0	64,00	116,00	84,00
10B	100	104,00	120,00	58,00
11B	400	100,00	94,00	82,00
12B	800	92,00	92,00	72,00
13B	1200	96,00	114,00	58,00
	Διαφυλλικά			
14B	100	110,00	98,00	80,00
15B	200E+200Φ	104,00	90,00	68,00
16B	200	88,00	116,00	74,00

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 11. Ύψος (cm) ανά φυτό ηλίανθου στις 50 ΜΑΣ
σε σχέση με τη λίπανση Β**

1η δειγματοληψία: 12/05/08: 50 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	16,60	21,00	23,00
2A	100	18,80	21,60	19,60
3A	400	16,80	22,60	19,60
4A	800	15,00	19,60	21,00
5A	1200	20,60	22,60	19,60
	Διαφυλλικά			
6A	100	20,40	23,00	18,60
7A	200E+200Φ	15,80	21,00	18,20
8A	200	14,80	26,60	21,80
	Εδάφους			
9B	0	24,00	36,00	30,60
10B	100	33,80	34,60	26,40
11B	400	32,00	26,00	27,40
12B	800	27,80	30,80	26,40
13B	1200	28,20	28,40	29,00
	Διαφυλλικά			
14B	100	37,60	39,80	26,20
15B	200E+200Φ	32,40	35,80	30,80
16B	200	33,40	37,40	32,40

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 12. Ύψος (cm) ανά φυτό ηλιανθου στις 74 ΜΑΣ
σε σχέση με τη λίπανση Β**

2η δειγματοληψία: 05/06/08: 74 μέρες μετά τη σπορά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	100,00	83,00	85,40
2A	100	97,60	104,00	70,80
3A	400	93,00	99,00	80,00
4A	800	81,60	87,00	89,00
5A	1200	93,00	109,00	89,20
	Διαφυλλικά			
6A	100	93,80	118,00	93,00
7A	200E+200Φ	89,00	113,00	81,00
8A	200	85,40	97,00	80,60
	Εδάφους			
9B	0	116,00	139,40	113,00
10B	100	139,00	139,00	112,80
11B	400	116,40	126,00	120,00
12B	800	141,00	132,00	111,60
13B	1200	115,00	138,00	97,00
	Διαφυλλικά			
14B	100	141,40	122,00	117,20
15B	200E+200Φ	141,60	123,40	112,00
16B	200	111,80	130,00	110,00

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 13. Περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στις 74 ΜΑΣ σε σχέση με τη λίπανση Β

1η δειγματοληψία: 05/06/08 74 μέρες μετά τη σπορά: 19:05μμ				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	39,80	31,90	33,90
2A	100	67,20	34,70	36,00
3A	400	60,90	41,10	32,10
4A	800	66,90	31,30	36,80
5A	1200	60,70	33,20	33,60
	Διαφυλλικά			
6A	100	56,20	33,00	32,60
7A	200E+200Φ	64,70	32,50	34,50
8A	200	57,40	32,40	29,40
	Εδάφους			
9B	0	64,80	33,40	35,90
10B	100	65,10	35,90	35,40
11B	400	50,70	43,30	35,50
12B	800	66,00	32,20	31,70
13B	1200	64,60	34,40	38,40
	Διαφυλλικά			
14B	100	52,60	35,10	34,20
15B	200E+200Φ	62,90	32,80	32,90
16B	200	66,80	35,60	35,00

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 14. Περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη στις 98 ΜΑΣ σε σχέση με τη λίπανση Β

2η δειγματοληψία: 29/06/08: 98 μέρες μετά τη σπορά: 19:05μμ				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	36,70	35,30	36,50
2A	100	37,00	36,00	38,70
3A	400	35,40	36,60	35,60
4A	800	38,60	36,50	37,30
5A	1200	40,50	35,90	36,60
	Διαφυλλικά			
6A	100	36,00	36,00	37,90
7A	200Ε+200Φ	36,30	36,30	34,90
8A	200	38,60	36,70	34,30
	Εδάφους			
9B	0	38,20	37,70	39,60
10B	100	38,80	41,10	35,80
11B	400	41,20	39,60	40,20
12B	800	39,50	39,70	39,80
13B	1200	41,00	40,60	38,40
	Διαφυλλικά			
14B	100	40,40	38,80	38,00
15B	200Ε+200Φ	41,10	35,90	39,40
16B	200	41,60	38,90	39,40

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 15. Στοματική αγωγιμότητα των φύλλων στις 109 ΜΑΣ
σε σχέση με τη λίπανση Β**

Δειγματοληψία: 10/7/08: 109 μέρες μετά τη σπορά				
(κάτω επιφάνεια του φύλλου)				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	115,50	132,94	159,96
2A	100	134,74	166,86	218,42
3A	400	191,98	124,62	199,64
4A	800	170,44	200,84	168,00
5A	1200	104,50	145,92	186,78
	Διαφυλλικά			
6A	100	110,98	149,58	138,60
7A	200E+200Φ	168,12	167,60	153,94
8A	200	196,60	131,54	157,68
	Εδάφους			
9B	0	140,94	145,18	200,72
10B	100	90,70	135,78	170,68
11B	400	105,46	168,16	146,30
12B	800	110,22	107,18	137,26
13B	1200	143,32	137,64	181,28
	Διαφυλλικά			
14B	100	127,62	161,64	156,82
15B	200E+200Φ	145,36	126,88	163,06
16B	200	124,74	154,04	186,74

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 16. Διάμετρος (cm) “κεφαλής” του ηλιανθου

5φυτά/plot Μέτρηση σε εκατοστά				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	21,60	22,40	22,60
2A	100	24,20	24,20	21,20
3A	400	22,80	21,40	23,20
4A	800	27,60	23,60	24,40
5A	1200	25,00	28,40	21,40
	Διαφυλλικά			
6A	100	25,40	25,00	22,40
7A	200E+200Φ	19,80	22,80	20,40
8A	200	19,40	23,80	18,80
	Εδάφους			
9B	0	22,80	22,20	19,40
10B	100	23,60	18,60	19,20
11B	400	22,80	22,40	20,00
12B	800	26,40	18,80	21,00
13B	1200	21,20	20,40	19,20
	Διαφυλλικά			
14B	100	21,20	21,20	23,80
15B	200E+200Φ	24,20	20,00	19,80
16B	200	20,00	21,40	18,80

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 17. Βάρος 1000 σπόρων ηλιανθου (g) σε σχέση με τη λίπανση Β

Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	97,80	100,00	88,80
2A	100	110,00	105,80	96,00
3A	400	103,00	90,10	104,70
4A	800	97,80	96,80	104,10
5A	1200	110,20	105,80	100,10
	Διαφυλλικά			
6A	100	92,80	96,00	95,90
7A	200E+200Φ	110,20	106,80	68,20
8A	200	100,90	89,20	88,20
	Εδάφους			
9B	0	66,40	83,20	83,00
10B	100	89,70	89,70	84,10
11B	400	69,20	81,90	83,60
12B	800	64,90	84,90	89,00
13B	1200	79,30	93,50	78,40
	Διαφυλλικά			
14B	100	77,20	86,00	81,90
15B	200E+200Φ	81,70	88,00	76,50
16B	200	68,40	82,10	82,50

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 18. Περιεκτικότητα βορίου (mg/kg) στα φύλλα σε σχέση με τη λίπανση Β

Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	137	164	205
2A	100	181	189	242
3A	400	235	144	183
4A	800	123	223	280
5A	1200	150	165	338,8
	Διαφυλλικά			
6A	100	162	138	173
7A	200E+200Φ	156	230	179
8A	200	137	162	226
	Εδάφους			
9B	0	212	224	317
10B	100	184	322	326
11B	400	242	309	325
12B	800	274	271	366
13B	1200	271	371	301
	Διαφυλλικά			
14B	100	219	288	320
15B	200E+200Φ	238	257	265
16B	200	243	315	318

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 19. Απόδοση σε σπόρο (kg/στρ) σε σχέση με τη λίπανση Β

10 κεφαλές / plot				
Επέμβαση	g Β/στρ	1^η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	635	622	627
2A	100	732	877	577
3A	400	765	659	677
4A	800	708	797	665
5A	1200	733	939	673
	Διαφυλλικά			
6A	100	756	736	602
7A	200E+200Φ	582	932	441
8A	200	607	867	441
	Εδάφους			
9B	0	564	584	608
10B	100	681	730	557
11B	400	677	652	599
12B	800	775	629	614
13B	1200	625	664	455
	Διαφυλλικά			
14B	100	692	647	562
15B	200E+200Φ	735	610	610
16B	200	566	547	608

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 20. Απόδοση σε λάδι (kg/στρ) σε σχέση με τη λίπανση Β

<i>10 κεφαλές / ριζ</i>				
Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη
	Εδάφους			
1A	0	148	170	145
2A	100	170	217	136
3A	400	191	171	172
4A	800	175	201	161
5A	1200	153	229	180
	Διαφυλλικά			
6A	100	182	188	159
7A	200E+200Φ	132	248	107
8A	200	140	220	142
	Εδάφους			
9B	0	115	135	144
10B	100	134	158	131
11B	400	131	138	145
12B	800	155	148	137
13B	1200	132	137	106
	Διαφυλλικά			
14B	100	160	146	134
15B	200E+200Φ	155	143	152
16B	200	135	126	149

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 21. Οξύτητα ηλιελαίου σε σχέση με τη λίπανση Β

Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη
	Εδάφους		
1A	0	0,23	0,26
2A	100	0,35	0,45
3A	400	0,23	0,22
4A	800	0,37	0,30
5A	1200	0,38	0,34
	Διαφυλλικά		
6A	100	0,60	0,51
7A	200E+200Φ	0,22	0,24
8A	200	0,30	0,20
	Εδάφους		
9B	0	0,20	0,25
10B	100	0,32	0,32
11B	400	0,23	0,25
12B	800	0,32	0,26
13B	1200	0,34	0,23
	Διαφυλλικά		
14B	100	0,22	0,40
15B	200E+200Φ	0,22	0,23
16B	200	0,39	0,34

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

Πίνακας 22. Αριθμός ιωδίου ηλιελαίου σε σχέση με τη λίπανση Β

Επέμβαση	g Β/στρ	1η επανάληψη	2η επανάληψη
	Εδάφους		
1A	0	120,96	99,40
2A	100	91,58	108,86
3A	400	120,96	117,50
4A	800	108,00	124,41
5A	1200	111,45	124,42
	Διαφυλλικά		
6A	100	114,00	123,55
7A	200E+200Φ	121,82	116,64
8A	200	118,40	114,91
	Εδάφους		
9B	0	99,40	91,58
10B	100	96,80	94,17
11B	400	100,22	107,13
12B	800	96,80	91,58
13B	1200	94,18	96,80
	Διαφυλλικά		
14B	100	96,00	96,80
15B	200E+200Φ	91,58	92,45
16B	200	107,14	108,86

A= ποικιλία Favorit

B= ποικιλία Oleko

**Πίνακας 23: Ανάλυση διακύμανσης στο χλωρό βάρος
ανά φυτό ηλιανθου στα φυτοδοχεία**

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	4,813(a)	19	,253	,653	,797
Intercept	89,255	1	89,255	230,02 7	,000
Λίπανση	,430	4	,108	,277	,886
Έδαφος	,256	1	,256	,660	,435
Ποικιλία	,048	1	,048	,124	,732
Λίπανση * Έδαφος	,127	4	,032	,082	,986
Λίπανση * Ποικιλία	1,361	4	,340	,877	,511
Έδαφος * Ποικιλία	,017	1	,017	,043	,840
Λίπανση * Έδαφος * Ποικιλία	1,236	4	,309	,797	,554
Σφάλμα	3,880	10	,388		
Σύνολο	110,666	30			
Corrected Total	8,693	29			

a R Squared = ,554 (Adjusted R Squared = -,294)

**Πίνακας 24: Ανάλυση διακύμανσης στο ξηρό βάρος
ανά φυτό ηλιανθου στα φυτοδοχεία**

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	,136(a)	19	,007	,080	1,000
Intercept	3,825	1	3,825	43,091	,000
Λίπανση	,002	4	,000	,004	1,000
Έδαφος	,022	1	,022	,248	,629
Ποικιλία	,058	1	,058	,657	,437
Λίπανση * Έδαφος	,004	4	,001	,010	1,000
Λίπανση * Ποικιλία	,001	4	,000	,002	1,000
Έδαφος * Ποικιλία	,019	1	,019	,215	,653
Λίπανση * Έδαφος * Ποικιλία	,006	4	,001	,016	,999
Σφάλμα	,888	10	,089		
Σύνολο	5,688	30			
Corrected Total	1,023	29			

a R Squared = ,132 (Adjusted R Squared = -1,516)

**Πίνακας 25: Ανάλυση διακύμανσης στο χλωρό βάρος
ανά φυτό ηλιανθου στις 50 ΜΑΣ**

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	10559,051(a)	15	703,937	3,529	,001
Intercept	103771,261	1	103771,261	520,274	,000
Λίπανση	1143,002	7	163,286	,819	,579
Ποικιλία	7982,005	1	7982,005	40,019	,000
Λίπανση * Ποικιλία	1434,044	7	204,863	1,027	,432
Σφάλμα	6382,560	32	199,455		
Σύνολο	120712,872	48			
Corrected Total	16941,612	47			

a R Squared = ,623 (Adjusted R Squared = ,447)

Πίνακας 26: Ανάλυση διακύμανσης στο χλωρό βάρος ανά φυτό ηλιανθου στις 75 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	311780,000(a)	15	20785,333	,939	,535
Intercept	17714700,000	1	17714700,000	800,014	,000
Λίπανση	50220,000	7	7174,286	,324	,937
Ποικιλία	184512,000	1	184512,000	8,333	,007
Λίπανση * Ποικιλία	77048,000	7	11006,857	,497	,830
Σφάλμα	708576,000	32	22143,000		
Σύνολο	18735056,000	48			
Corrected Total	1020356,000	47			

a R Squared = ,306 (Adjusted R Squared = -,020)

Πίνακας 27: Ανάλυση διακύμανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό ηλιανθού στις 50 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	127,094 (a)	15	8,473	2,661	,010
Intercept	1922,42 1	1	1922,42 1	603,84 9	,000
Λίπανση	26,213	7	3,745	1,176	,344
Ποικιλία	80,316	1	80,316	25,228	,000
Λίπανση * Ποικιλία	20,566	7	2,938	,923	,502
Σφάλμα	101,876	32	3,184		
Σύνολο	2151,39 1	48			
Corrected Total	228,970	47			

a R Squared = ,555 (Adjusted R Squared = ,347)

Πίνακας 28: Ανάλυση διακύμανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό ηλιανθού στις 98 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	6104,58 3(a)	15	406,972	1,232	,300
Intercept	318502, 083	1	318502, 083	963,94 1	,000
Λίπανση	1334,58 3	7	190,655	,577	,769
Ποικιλία	3996,75 0	1	3996,75 0	12,096	,001
Λίπανση * Ποικιλία	773,250	7	110,464	,334	,932
Σφάλμα	10573,3 33	32	330,417		
Σύνολο	335180, 000	48			
Corrected Total	16677,9 17	47			

a R Squared = ,366 (Adjusted R Squared = ,069)

Πίνακας 29: Ανάλυση διακύμανσης στο ύψος των φυτών στις 50 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	1675,53 2(a)	15	111,702	8,171	,000
Intercept	31283,4 41	1	31283,4 41	2288,3 35	,000
Λίπανση	99,073	7	14,153	1,035	,426
Ποικιλία	1507,52 1	1	1507,52 1	110,27 3	,000
Λίπανση * Ποικιλία	68,939	7	9,848	,720	,656
Σφάλμα	437,467	32	13,671		
Σύνολο	33396,4 40	48			
Corrected Total	2112,99 9	47			

a R Squared = ,793 (Adjusted R Squared = ,696)

Πίνακας 30: Ανάλυση διακύμανσης στο ύψος των φυτών στις 74 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	12917,6 77(a)	15	861,178	4,948	,000
Intercept	558576, 750	1	558576, 750	3209,5 35	,000
Λίπανση	543,637	7	77,662	,446	,865
Ποικιλία	11818,9 63	1	11818,9 63	67,911	,000
Λίπανση * Ποικιλία	555,077	7	79,297	,456	,859
Σφάλμα	5569,17 3	32	174,037		
Σύνολο	577063, 600	48			
Corrected Total	18486,8 50	47			

a R Squared = ,699 (Adjusted R Squared = ,558)

Πίνακας 31: Ανάλυση διακύμανσης στη χλωροφύλλη των φυτών στις 74 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	372,907 (a)	15	24,860	,100	1,000
Intercept	89096,3 33	1	89096,3 33	358,24 9	,000
Λίπανση	156,150	7	22,307	,090	,999
Ποικιλία	37,453	1	37,453	,151	,701
Λίπανση * Ποικιλία	179,303	7	25,615	,103	,998
Σφάλμα	7958,38 0	32	248,699		
Σύνολο	97427,6 20	48			
Corrected Total	8331,28 7	47			

a R Squared = ,045 (Adjusted R Squared = -,403)

Πίνακας 32: Ανάλυση διακύμανσης στη χλωροφύλλη των φυτών στις 98 ΜΑΣ

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	108,126 (a)	15	7,208	3,045	,004
Intercept	69380,4 17	1	69380,4 17	29310, 509	,000
Λίπανση	12,175	7	1,739	,735	,644
Ποικιλία	86,672	1	86,672	36,615	,000
Λίπανση * Ποικιλία	9,280	7	1,326	,560	,782
Σφάλμα	75,747	32	2,367		
Σύνολο	69564,2 90	48			
Corrected Total	183,873	47			

a R Squared = ,588 (Adjusted R Squared = ,395)

Πίνακας 33: Ανάλυση διακύμανσης στη στοματική αγωγιμότητα των φυτών

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	13036,8 17(a)	15	869,121	1,012	,468
Intercept	1099134 ,005	1	1099134 ,005	1279,3 73	,000
Λίπανση	1235,96 9	7	176,567	,206	,982
Ποικιλία	2242,15 3	1	2242,15 3	2,610	,116
Λίπανση * Ποικιλία	9558,69 5	7	1365,52 8	1,589	,174
Σφάλμα	27491,8 15	32	859,119		
Σύνολο	1139662 ,638	48			
Corrected Total	40528,6 33	47			

a R Squared = ,322 (Adjusted R Squared = ,004)

Πίνακας 34: Ανάλυση διακύμανσης στη διάμετρο των "κεφαλών" των φυτών

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	114,712 (a)	15	7,647	1,676	,108
Intercept	23417,1 68	1	23417,1 68	5132,5 30	,000
Λίπανση	46,533	7	6,648	1,457	,218
Ποικιλία	39,241	1	39,241	8,601	,006
Λίπανση * Ποικιλία	28,939	7	4,134	,906	,514
Σφάλμα	146,000	32	4,563		
Σύνολο	23677,8 80	48			
Corrected Total	260,712	47			

a R Squared = ,440 (Adjusted R Squared = ,177)

**Πίνακας 35: Ανάλυση διακύμανσης στο βάρος
1000 σπόρων των φυτών**

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	4271,528(a)	15	284,769	3,479	,001
Intercept	385979,135	1	385979,135	4715,461	,000
Λίπανση	576,233	7	82,319	1,006	,446
Ποικιλία	3572,475	1	3572,475	43,645	,000
Λίπανση * Ποικιλία	122,820	7	17,546	,214	,979
Σφάλμα	2619,327	32	81,854		
Σύνολο	392869,990	48			
Corrected Total	6890,855	47			

a R Squared = ,620 (Adjusted R Squared = ,442)

**Πίνακας 36: Ανάλυση διακύμανσης στη συγκέντρωση
B στα φύλλα των φυτών**

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	125754,133(a)	15	8383,609	2,822	,007
Intercept	2660585,013	1	2660585,013	895,534	,000
Λίπανση	15852,693	7	2264,670	,762	,623
Ποικιλία	105956,813	1	105956,813	35,664	,000
Λίπανση * Ποικιλία	3944,627	7	563,518	,190	,986
Σφάλμα	95070,293	32	2970,947		
Σύνολο	2881409,440	48			
Corrected Total	220824,427	47			

a R Squared = ,569 (Adjusted R Squared = ,368)

Πίνακας 37: Ανάλυση διακύμανσης στην απόδοση σε σπόρο των φυτών

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	145826,646(a)	15	9721,776	,749	,719
Intercept	20857351,688	1	20857351,688	1607,361	,000
Λίπανση	96990,813	7	13855,830	1,068	,406
Ποικιλία	1938,021	1	1938,021	,149	,702
Λίπανση * Ποικιλία	46897,812	7	6699,687	,516	,815
Σφάλμα	415236,667	32	12976,146		
Σύνολο	21418415,000	48			
Corrected Total	561063,312	47			

a R Squared = ,260 (Adjusted R Squared = -,087)

Πίνακας 38: Ανάλυση διακύμανσης στην απόδοση σε λάδι των φυτών

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	16853,813(a)	15	1123,588	1,380	,216
Intercept	1166568,521	1	1166568,521	1432,434	,000
Λίπανση	14809,646	7	2115,664	2,598	,031
Ποικιλία	325,521	1	325,521	,400	,532
Λίπανση * Ποικιλία	1718,646	7	245,521	,301	,948
Σφάλμα	26060,667	32	814,396		
Σύνολο	1209483,000	48			
Corrected Total	42914,479	47			

a R Squared = ,393 (Adjusted R Squared = ,108)

Πίνακας 39: Ανάλυση διακύμανσης στην οξύτητα του ηλιελαίου

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	,231(a)	15	,015	5,504	,001
Intercept	2,952	1	2,952	1054,446	,000
Λίπανση	,143	7	,020	7,306	,001
Ποικιλία	,014	1	,014	5,161	,037
Λίπανση * Ποικιλία	,074	7	,011	3,750	,014
Σφάλμα	,045	16	,003		
Σύνολο	3,228	32			
Corrected Total	,276	31			

a R Squared = ,838 (Adjusted R Squared = ,685)

Πίνακας 40: Ανάλυση διακύμανσης στον αριθμό ιωδίου του ηλιελαίου

Πηγή παρ/τας	A.T.	B.E.	M.T.	F	Sig.
Corrected Model	3402,461(a)	15	226,831	4,589	,002
Intercept	370860,710	1	370860,710	7503,036	,000
Λίπανση	295,775	7	42,254	,855	,560
Ποικιλία	1635,777	1	1635,777	33,094	,000
Λίπανση * Ποικιλία	1470,909	7	210,130	4,251	,008
Σφάλμα	790,849	16	49,428		
Σύνολο	375054,020	32			
Corrected Total	4193,310	31			

a R Squared = ,811 (Adjusted R Squared = ,635)