

1.Εισαγωγή

1.1. Γενικά - Ιστορική αναδρομή

Ο Ηλίανθος είναι αγχειόσπερμο δικότυλο φυτό. Ανήκει στο γένος *Helianthus* της οικογένειας Compositae της τάξης Asterales. Περιλαμβάνει 65 ως 100 περίπου είδη, πολυετή ή μονοετή ποώδη, ιθαγενή της Αμερικής. Η καλλιέργεια του φυτού ήταν γνωστή από το 3000 π.χ. Αναφέρεται και με το όνομα ήλιος και ηλιοτρόπιο. Το όνομα *Helianthus* προέρχεται από το Ελληνικό όνομα Helios (Ήλιος) και το anthos (άνθος) (Weiss, 2000). Η καταγωγή του είναι από την Κεντρική Αμερική. Οι Ινδιάνοι χρησιμοποιούσαν τον καρπό του για τροφή, ως φάρμακο και για εξαγωγή λαδιού προς καλλωπισμό. Η καλλιέργεια του ηλίανθου, στην ευρωπαϊκή ήπειρο ξεκίνησε αρχικά στην Ισπανία κατά τον 16^ο αιώνα και αργότερα επεκτάθηκε και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η χρήση του για πολλά χρόνια παρέμεινε ως καλλωπιστικό φυτό. Στη πορεία, πολλοί γιατροί και βοτανολόγοι εξέφρασαν το ενδιαφέρον τους για φαρμακευτικούς σκοπούς. Εξαγωγή ελαίου από τον ηλίανθο έγινε αρχικά στην Αγγλία το 1716, με σκοπό τη χρήση του στη βιομηχανία. Η χρήση του λαδιού του ηλίανθου ως βρώσιμου ξεκίνησε στη Ρωσία στα τέλη του 18^{ου} αιώνα λόγω της θρησκευτικής τους παράδοσης. Στη Ρωσία, ο ηλίανθος αποτέλεσε μια από τις βασικές καλλιέργειες από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Έχοντας ως αφετηρία τη Ρωσία, η καλλιέργεια διαδόθηκε στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών. Η καλλιέργεια εξαπλώθηκε ταχύτατα λόγω της δημιουργίας στη Ρωσία ποικιλιών με υψηλή απόδοση και περιεκτικότητα σε λάδι. Ωστόσο, στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης η καλλιέργεια αντικαταστάθηκε σχετικά νωρίς από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης. Μόνο τον 19^ο αιώνα βρέθηκε ότι το φυτό μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βρώσιμου ελαίου (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966).

Στις μέρες μας, κατέχει αξιοσημείωτη έκταση, επίσης, σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και σε ορισμένες της Κεντρικής Αμερικής (Αργεντινή, Ουρουγουάη κ.ά.). Στον Καναδά και στις Η.Π.Α. άρχισε να καλλιεργείται τελευταία. Η επέκταση της καλλιέργειας σε πολλές νέες περιοχές υποβοηθήθηκε από τη δημιουργία υβριδίων και ανθεκτικών ποικιλιών. Ο ηλίανθος, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας και ποιότητας λαδιού των σπόρων, αποτελεί για πολλές χώρες μία από τις κύριες πηγές εδώδιμου λαδιού. Ανάμεσα στα φυτικά έλαια σε παγκόσμια παραγωγή το ηλιέλαιο καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση μετά το σογιέλαιο (Αμπατζόγλου, 1979β, Ξανθόπουλος, 1993).

Η παγκόσμια καλλιεργηθείσα έκταση με ηλίανθο το 2010 (FAOSTAT 2012) ήταν 233 εκατομ. στρ. με παραγωγή 31 εκατομ. tn και μέση απόδοση 133 kg/στρ. Μεγαλύτερη παραγωγή έχουν οι χώρες όπως η Ουκρανία με 6,8 εκατομ. tn, η Ρωσική Ομοσπονδία με 5,3 εκατομ. tn και ακολουθούσαν με διαφορά η Αργεντινή, η Κίνα, η Γαλλία, η Βουλγαρία, οι ΗΠΑ κ.ά. Στην Ευρώπη εκτός από τη Γαλλία και τη Βουλγαρία ο ηλίανθος καλλιεργείται σε σημαντικές εκτάσεις στην Ισπανία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Σερβία, Ιταλία και Σλοβακία. Η απόδοση κυμαίνεται ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας και κυρίως τη διαθεσιμότητα του νερού, για παράδειγμα από 96 kg/στρ. στη Ρωσία έως 261 kg/στρ. στην Αυστρία (FAOSTAT 2012).

1.2. Βοτανικά Γνωρίσματα

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος ανήκει στο είδος *Helianthus annuus* L. της οικογένειας *Compositae*. Ο βασικός αριθμός χρωμοσωμάτων είναι $x = 17$ με $2x = 2n = 34$ χρωμοσώματα στα σωματικά κύτταρα. Υπάρχουν ποικιλίες μεγαλόσπερμες με 68 χρωμοσώματα (Καββάδας, 1956).

Η εξημέρωση του ηλίανθου, όπως λέγεται, έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού (introgression) από το *Helianthus petiolaris* (ζιζάνιο) στο *H. annuus* (αρχικά άγριο). Στο γένος *helianthus* ανήκουν πολλά άλλα είδη.

Οι ποικιλίες του καλλιεργούμενου είδους διακρίνονται ανάλογα με το ύψος του φυτού σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες και χαμηλόσωμες. Οι ποικιλίες για πασσατέμπο σχηματίζουν συνήθως περισσότερη φυτομάζα και έτσι μπορεί να χρησιμοποιούνται και για ενσίρωση (Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993).

Ποσοτικά χαρακτηριστικά όπως το ύψος των φυτών, η διάμετρος της κεφαλής, το μέγεθος του σπόρου, η πρωιμότητα άνθησης, εξαρτώνται από το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται η καλλιέργεια και την παραγωγική προδιάθεση της ποικιλίας.

Ριζικό σύστημα. Ο ηλίανθος διαθέτει βαθύ ριζικό σύστημα, πασσαλώδες, που σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να φθάσει τα 5 m. Η διάμετρός της μειώνεται γρήγορα με το βάθος, ώστε να υποστηρίζει ελάχιστα το αναπτυσσόμενο φυτό. Το ριζόστρωμά του βρίσκεται σε βάθος 60 cm περίπου. Στα πρώτα στάδια αναπτύσσονται πολυάριθμες πλάγιες ρίζες (Εικόνα 1.1) μετά τα 10 έως 15 cm του εδάφους. Οι πλάγιες ρίζες δεν εισχωρούν σε μεγάλο βάθος, επεκτείνονται όμως πλάγια και καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο εδάφους. Συνιστάται προσοχή όσον αφορά το βάθος

των καλλιεργητικών εργασιών μεταξύ των γραμμών για να αποφευχθεί καταστροφή τους. Στα πρώτα στάδια, επίσης, η ρίζα μεγαλώνει πολύ πιο γρήγορα από το υπέργειο τμήμα, έτσι που, όταν το φυτό έχει 8-10 φύλλα και ύψος 40 cm, η ρίζα του να φθάνει τα 70 περίπου cm. Η ρίζα του ηλίανθου δεν μπορεί να εισχωρήσει σε σκληρό έδαφος προσθέτοντας έτσι ένα μειονέκτημα στη καλλιέργειά του. Σε κατακλυζόμενους αγρούς αναπτύσσονται και επιφανειακές ρίζες από κόμβους του βλαστού (Rogers *et al.*, 1984).



Εικόνα 1.1. Ριζικό σύστημα ηλίανθου (www.sciencephoto.com, extension.missouri.edu).

Στελέχη. Το καλλιεργούμενο φυτό είναι κατά κανόνα μονοστέλεχο. Επιπλέον στελέχη είναι ανεπιθύμητα, καθώς προκαλούν μείωση της ποσότητας και της ποιότητας του σπόρου και επιπλέον προκαλούν ανομοιομορφία στην ωρίμανσή του. Τα άγρια είδη, οι διακοσμητικές ποικιλίες όπως και οι καθαρές σειρές που χρησιμοποιούνται ως επικονιαστές, έχουν πολλές διακλαδώσεις αλλά οι κεφαλές τους είναι μικρότερες. Το στέλεχος έχει τις περισσότερες φορές ύψος γύρω στα 2 m αλλά κυμαίνεται, ανάλογα βέβαια με τη ποικιλία και το περιβάλλον, από 0,5 m έως 6 m ή και περισσότερα. Ο βλαστός έχει σχήμα κυλίνδρου, είναι χνουδωτός, διαμέτρου 2,5-8 cm και στο εσωτερικό του είναι γεμάτος με εντεριώνη. Κατά κανόνα το άνω άκρο του στελέχους κάμπτεται μαζί με την ταξιανθία, διευκολύνοντας την αποξήρανση του σπόρου και διασφαλίζοντας την προστασία του από τα πουλιά, αλλά

προκαλεί δυσκολίες κατά τη συγκομιδή (Εικόνα 1.2). Η κάμψη καθορίζει τη γωνία κλήσης της ταξιανθίας. Η κάμψη του στελέχους γίνεται σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, με επιθυμητή την κάμψη λίγο πριν την ωρίμανση ή στην ωρίμανση. Ο αριθμός και το μέγεθος των μεσογονατίων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αντοχή και ανθεκτικότητα του στελέχους. Μεγάλος αριθμός μεσογονατίων συνεπάγεται μεγάλη αντοχή στο στέλεχος. Στα φυτά που εμφανίζουν διακλαδώσεις, αυτές μπορεί να συγκεντρώνονται τόσο στη βάση ή στην κορυφή του φυτού, αλλά μπορεί να βρίσκονται και διεσπαρμένες κατά μήκος του βλαστού. Το στέλεχος, τα φύλλα και πολλά άλλα μέρη του φυτού στις περισσότερες ποικιλίες εμφανίζουν τρίχες με διαφορετική πυκνότητα και σκληρότητα (Εικόνα 1.3).



Εικόνα 1.2. Κάμψη του στελέχους (gobotany.newenglandwild.org).



Εικόνα 1.3. Τρίχες στο στέλεχος (gobotany.newenglandwild.org).

Φύλλα. Υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στη μορφολογία των φύλλων. Μεγάλη διαφοροποίηση παρουσιάζεται στο μέγεθος, στη μορφή, στο χρώμα, στην ύπαρξη ή μη χνουδιού, στη μορφολογία του μίσχου κ.ά. Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στα γνωρίσματα των ποικιλιών όσο και στις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Τα φύλλα, στις περισσότερες των περιπτώσεων, είναι πλατειά, ωοειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα είναι καρδιάσχημα (Εικόνα 1.4). Τα πρώτα πέντε ζεύγη εκφύονται αντιθέτως, ενώ τα υπόλοιπα κατ' εναλλαγήν. Το μήκος των φύλλων κυμαίνεται από 10 έως 40 cm και ο αριθμός τους από 8 έως 70, με μέσο όρο 20-30 φύλλα σε κάθε φυτό. Ο αριθμός των φύλλων στο φυτό επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την πυκνότητα των φυτών, τη θερμοκρασία και τη διαθέσιμη υγρασία. Τα φύλλα εμφανίζουν ηλιοτροπισμό κυρίως πριν την άνθηση, ο οποίος ελαττώνεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Οψιμότερα είναι εκείνα τα φυτά τα οποία διαθέτουν μεγάλο αριθμό φύλλων. Τα μεγαλύτερα φύλλα αντιστοιχούν στον 8^ο έως 20^ο κόμβο, που συμπίπτει με το κεντρικό τμήμα του φυτού. Τα φύλλα αυτά, αντιπροσωπεύουν το 60-70 % της συνολικής φυλλικής επιφάνειας, με ΔΦΕ που κυμαίνεται από 2 έως 4. Το πράσινο χρώμα στα φύλλα του φυτού διαφέρει, ανάλογα με την ποικιλία, ενώ παρατηρείται το φαινόμενο, ιδίως στα νεαρά φυτά, να εμφανίζεται ένας ερυθρός χρωματισμός (ανθοκυανίνη) στις άκρες των φύλλων. Ο χρωματισμός αυτός, διακρίνεται εμφανώς και στους μίσχους, στα νεύρα και τα βράκτια των ανθέων

(Εικόνα 1.5). Εκτός από τα φύλλα κόκκινου χρώματος, ο ηλίανθος διαθέτει και δύο ειδών βράκτια φύλλα (Εικόνα 1.6). Τα φύλλα αυτά βρίσκονται στο πίσω μέρος της ταξιανθίας και περιβάλλουν το άνθος. Αυτά, είναι μετασχηματισμένα φύλλα, στα οποία μειώθηκε η επιφάνεια του ελάσματος, μετασχηματίστηκε ο μίσχος σε κάποιο είδος κολεού και μειώθηκε ο ιστός του μεσόφυλλου. Τα βράκτια των ανθέων, που είναι επίσης μετασχηματισμένα φύλλα, έχουν συνήθως το ίδιο ύψος με τα αχάινια (τους σπόρους) ή λίγο μεγαλύτερο.



(α)



(β)

Εικόνα 1.4. Φύλλα ηλίανθου. (α) καρδιόσχημα φύλλα, (β) ωοειδή, οδοντωτά φύλλα
(www.southeastgarden.com, blog.growingwithscience.com).



Εικόνα 1.5. Εμφάνιση ανθοκυανινών σε νεαρό φυτό (www.sbs.utexas.edu).



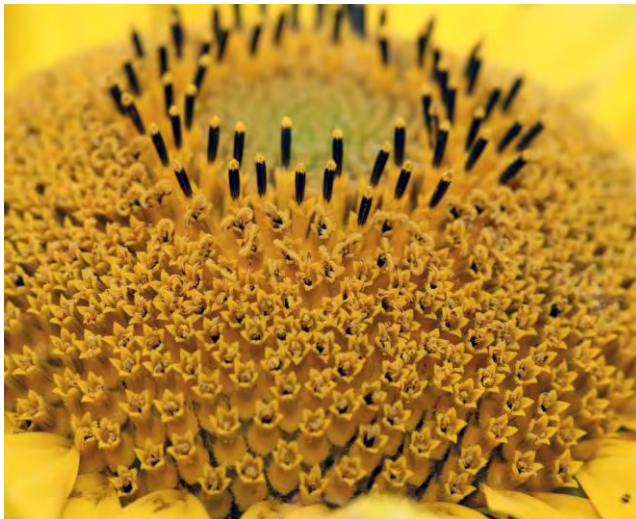
Εικόνα 1.6. Βράκτια φύλλα στον ηλιάνθο (www.catnapin.com).

Ταξιανθία. Στον ηλίανθο που καλλιεργείται, και δεν εμφανίζει διακλαδώσεις, σχηματίζεται μια μεγάλη κεφαλή, ενώ, αντίθετα, στον διακλαδιζόμενο περισσότερες, που έχουν μικρότερο μέγεθος, ομοιόμορφο ή ανομοιόμορφο διαμέτρου 8-60 cm. Στον ηλίανθο με διακλαδώσεις οι κεφαλές περιβάλλονται από οξύληκτα βράκτια φύλλα, έχουν κίτρινα έως κοκκινωπά πέταλα και φέρουν 40-80 κιτρινωπές ακτίνες. Η ποικιλία, η χρονιά καλλιέργειας, ο τύπος του εδάφους, η διαθεσιμότητα νερού κ.ά. επιδρούν σημαντικά στο μέγεθος της ταξιανθίας του φυτού. Εξωτερικά η ταξιανθία περιβάλλεται από πολλά βράκτια φύλλα (Εικόνα 1.7). Το τελικό σχήμα της είναι κυρτό ή κοίλο, ή επίπεδο ή σιγμοειδές. Έχουν περιγραφεί έξι κατηγορίες ταξιανθιών ανάλογα με το σχήμα τους (Seiler, 1997). Μια ποικιλία για έλαιο φέρει στη ταξιανθία της 700-3000 άνθη ενώ ποικιλίες οι οποίες προορίζονται για πασατέμπο φέρουν έως 8000. Οι καλλωπιστικές ποικιλίες, με τα μεγαλοπρεπή άνθη, ανήκουν στον τύπο "χρυσάνθεμοι" με περισσότερες από μια σειρές περιφερειακών ανθέων.

Η κεφαλή φέρει άνθη δύο ειδών. Συγκεκριμένα εμφανίζεται μια περιφερειακή σειρά άγονων ανθέων και εσωτερικά αυτών παρουσιάζονται τα γόνιμα άνθη του δίσκου. Τα άνθη που βρίσκονται στη περιφέρεια (Εικόνα 1.7), όπως προαναφέρθηκε, είναι άγονα (δεν έχουν ανθήρες αλλά και ο στύλος και το στίγμα είναι εκφυλισμένα) και έχουν στεφάνη, όπως και τα υπόλοιπα άνθη, με πέντε ενωμένα πέταλα, που σχηματίζουν σωλήνες. Ρόλος και σκοπός των περιφερειακών ανθέων είναι να προσελκύουν τα έντομα για γονιμοποίηση. Τα άνθη στο εσωτερικό του δίσκου (Εικόνα 1.8) είναι τοποθετημένα σε ομόκεντρα τόξα, το καθένα περιβάλλεται από ένα βράκτιο, έχουν κάλυκα με δύο σέπαλα, πέντε πέταλα ενωμένα σε σωλήνα, ενώ οι πέντε στήμονες που ξεκινούν από τη βάση της στεφάνης είναι ελεύθεροι στη βάση και ενωμένοι στην κορυφή. Ο στύλος τους καταλήγει σε δισχιδές στίγμα.



Εικόνα 1.7. Περιφερειακά άνθη και βράκτια φύλλα (www.flickr.com).



Εικόνα 1.8. Εσωτερικά άνθη στον ηλίανθο (www.luontoportti.com, bioweb.uwlax.edu, commons.wikimedia.org).

Σπόρος. Ο σπόρος είναι αχάινιο ενώ το σχήμα του ποικίλει (επίμηκες, ωοειδές, ρομβοειδές, στρογγυλό) όπως και η διατομή του (στενόμακρη, στρογγυλή). Αποτελείται από δύο τμήματα: α) την ψίχα, που αντιστοιχεί στο έμβρυο και τις δύο κοτυληδόνες και β) τον φλοιό, που αντιστοιχεί στο περικάρπιο, το οποίο είναι σκληρό για να προφυλάσσει τον σπόρο. Ολόκληρος ο καρπός κοινώς ονομάζεται "σπόρος ηλίανθου" (Εικόνα 1.9).

Το μήκος του σπόρου φθάνει τα 25 mm και το πλάτος τα 15 mm. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 100 g. Οι σπόροι των ποικιλιών για λάδι είναι συνήθως πιο μικροί, πιο στρογγυλοί και συμπαγείς, έχουν χρώμα μαύρο έως γκριζό και φέρουν συχνά ραβδώσεις σκούρες καστανές έως λευκές, οι οποίες όμως θεωρούνται ανεπιθύμητες. Οι σπόροι των ποικιλιών για πασατέμπο είναι πιο μεγάλοι και επιμήκεις, πιο ανοιχτόχρωμοι, με περισσότερες ραβδώσεις και με μεγαλύτερη αναλογία περιβλημάτων. Γενικώς, οι σπόροι που βρίσκονται στην περιφέρεια της ταξικαρπίας είναι μεγαλύτεροι και βαρύτεροι από τους κεντρικούς. Στη φυσιολογική ωρίμανση, το βάρος των σπόρων στα υβρίδια ηλίανθου αποτελεί περίπου το μισό του ξηρού βάρους της κεφαλής. Το μέγεθος των σπόρων, το βάρος, η βιωσιμότητα και η περιεκτικότητα σε λάδι, μειώνονται από την περιφέρεια προς το κέντρο της κεφαλής και η μείωση εξαρτάται από την ποικιλία.



Εικόνα 1.9. Σπόρος ηλίανθου. Σπόρος στη κεφαλή του φυτού, αχάινιο, ψίχα και φλοιός του σπόρου (www.aphotoflora.com ,www.myworld.com, en.wikipedia.org).

1.3. Καλλιεργούμενες Ποικιλίες

Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι ηλιόσπορου: ο πρώτος αντιστοιχεί με αυτόν που χρησιμοποιείται σήμερα υπό μορφή ξηρών καρπών ως "πασατέμπο" και έχει μεγάλους σπόρους με σκληρό φλοιό και ψίχα, η οποία δεν καταλαμβάνει όλο το εσωτερικό του σπόρου και ο δεύτερος που προορίζεται για εξαγωγή ελαίου και έχει μικρότερους, σκουρόχρωμους και γεμάτους σπόρους (Αμπατζόγλου, 1979β). Στις ποικιλίες για ξηρό καρπό τα φυτά είναι υψηλόσωμα με μεγάλη ταξιανθία. Έμφαση στην απόδοση, στην περιεκτικότητα σε λάδι και στη σύσταση του λαδιού δίνεται στις ελαιοδοτικές ποικιλίες, τα φυτά των οποίων είναι χαμηλόσωμα.

Ανάλογα με τη χρήση τους οι ποικιλίες του ηλιάνθου διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: για ξηρό καρπό (πασατέμπο, πτηνοτροφή), για εξαγωγή λαδιού και ως διακοσμητικό φυτό. Διάφορα χαρακτηριστικά του σπόρου και του φυτού είναι επιθυμητά σε κάθε κατηγορία ποικιλιών.

Μεγάλη πρόοδος έχει επιτευχθεί στη δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών διακοσμητικού ηλιάνθου. Οι ποικιλίες είναι σχετικά πρώιμες στην άνθηση, έχουν πολλές μικρότερες ανθοκεφαλές ανά φυτό, με μεγάλη ποικιλία χρωμάτων (από ελαφρό λεμονί μέχρι βαθύ κόκκινο και συνδυασμό χρωμάτων), μορφή, αριθμό και μέγεθος πετάλων. Σε ορισμένες ποικιλίες έχουν βελτιωθεί και τα χαρακτηριστικά του σπόρου, ώστε μετά την ωρίμανση να χρησιμοποιούνται ως ξηρός καρπός. Τα φυτά των διακοσμητικών ποικιλιών είναι, είτε σχετικά υψηλόσωμα και καλλιεργούνται στους μεγάλους κήπους είτε νάνα (ύψος 30-60 cm) κατάλληλα για μικρούς κήπους και γλάστρες. Ποικιλίες που στερούνται γύρης χρησιμοποιούνται ως δρεπτά άνθη. Επίσης δημιουργήθηκαν και γιγάντιοι τύποι για διακοσμητικούς λόγους χωρίς διακλαδώσεις. Το ύψος των φυτών αυτών μπορεί να φτάσει πάνω από 5 m και η διάμετρος της κεφαλής τα 60 cm (Renee's Garden, 2011).

Ο ηλιάνθος είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό λόγω της πρωτανδρίας και του ασυμβίβαστου που παρατηρείται σε ορισμένες ποικιλίες. Παρουσιάζει ετέρωση και με τη χρήση της γενετικής και κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας κατέστη δυνατή η δημιουργία υβριδίων σε μεγάλη κλίμακα, τα οποία κυριαρχούν σήμερα στην καλλιέργεια στις περισσότερες χώρες. Η εξάπλωση των υβριδίων οφείλεται όχι μόνο στη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και λάδι και στην αντοχή στις ασθένειες αλλά και στο μικρότερο ύψος των φυτών που βοήθησε την πιο αποτελεσματική εκμηχάνιση της καλλιέργειας. Σε ξηρικές συνθήκες ή σε συνθήκες περιορισμένης άρ-

δευσης αναφέρεται ότι τα υβρίδια δεν υπερέχουν των ποικιλιών ως προς την απόδοση (Pourdad and Beg, 2008).

1.4. Αύξηση και ανάπτυξη

Στάδια του βιολογικού κύκλου

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ηλίανθου είναι χαρακτηριστικό του γενότυπου, ελέγχεται όμως σε σημαντικό βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό ισχύει κυρίως για τη χρονική διάρκεια από τη σπορά μέχρι την άνθηση, η οποία επηρεάζεται από την εποχή σποράς και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες του συγκεκριμένου έτους. Έχουν προταθεί διάφορα συστήματα για τον προσδιορισμό των σταδίων ανάπτυξης, όλα όμως αναγνωρίζουν πέντε φαινολογικά στάδια ανάπτυξης (Blarney *et al.*, 1997): 1) σπορά-φύτρωμα, 2) φύτρωμα-διαμόρφωση ανθέων, 3) διαμόρφωση ανθέων-έναρξη άνθησης, 4) έναρξη άνθησης-τέλος άνθησης, 5) τέλος άνθησης-φυσιολογική ωρίμανση. Το σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτερα στη γεωργική πράξη και για όλους τους τύπους ηλίανθου, ελαιοδοτικούς και μη, παρ' όλο ότι δεν περιγράφει πολλές λεπτομέρειες, είναι εκείνο των Schneiter and Miller (1981). Κατ' αυτό το σύστημα, ο βιολογικός κύκλος διαιρείται σε βλαστικά (V) και αναπαραγωγικά στάδια (R). Τα βλαστικά περιλαμβάνουν το φύτρωμα και μια σειρά σταδίων τα οποία καθορίζονται από τον αριθμό των εμφανιζόμενων φύλλων. Υπάρχουν 9 αναπαραγωγικά στάδια από την αρχική εμφάνιση του ανθοφόρου οφθαλμού μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση. Η άνθηση προσδιορίζεται στο στάδιο R5 και υποδιαιρείται σε υποστάδια ανάλογα με το ποσοστό των ανθέων της ανθοκεφαλής που βρίσκονται στο στάδιο της άνθησης ή έχουν ολοκληρώσει την άνθηση. Είναι φυτό μικρής σχετικώς βλαστικής περιόδου. Κατά μέσο όρο και αναλόγως της ποικιλίας και των οικολογικών συνθηκών απαιτούνται 11 ημέρες από τη σπορά έως το φύτρωμα, άλλες 33 ημέρες έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 27 έως την έναρξη ανθήσεως και 8 για την ολοκλήρωσή της, ενώ η περίοδος ωρίμανσης του σπόρου διαρκεί 30 ημέρες. Έτσι, περιοχές με βλαστική περίοδο λίγο μεγαλύτερη από 200 ημέρες μπορεί να έχουν δύο συγκομιδές στον ίδιο χρόνο. Μέση διάρκεια βιολογικού κύκλου είναι οι 120 ημέρες.

Σπορά-φύτρωμα. Ο ηλίανθος παρουσιάζει επίγειο φύτρωμα Εικόνα (1.10). Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που επηρεάζει το φύτρωμα σε

εδάφη με επαρκή υγρασία και αερισμό. Ικανοποιητικό φύτρωμα στη χώρα μας παρατηρείται στους 6-10° C. Έχουν δημιουργηθεί και ποικιλίες που φυτρώνουν σε θερμοκρασία 5° C, αλλά σε αυτές, η περίοδος από τη σπορά μέχρι το φύτρωμα επιμηκύνεται. Η περιεκτικότητα των σπόρων σε λάδι και η σύσταση του λαδιού μπορεί να επηρεάσουν την ταχύτητα φυτώματος και την ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι σπόροι με υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι υφίστανται μεγαλύτερες ζημιές σε χαμηλές θερμοκρασίες από τους σπόρους με χαμηλή περιεκτικότητα, ιδίως σε περίπτωση καθυστέρησης του φυτώματος. Υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ βοηθά την ταχύτερη εγκατάσταση των φυτών στον αγρό (Connor and Hall, 1997, Weiss, 2000).



Εικόνα 1.10. Φύτα ηλίανθου στο πρώτο στάδιο ανάπτυξής τους (προσωπικό αρχείο πειράματος.

Φύτρωμα-διαμόρφωση ανθέων (Εικόνα 1.11). Διακρίνονται δύο φάσεις. Στην πρώτη γίνεται η διαφοροποίηση της ταξιανθίας (κεφαλής) μέχρι την εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών στο κέντρο της. Στη δεύτερη φάση ολοκληρώνεται η ανάπτυξη των ανθέων ώστε να είναι ώριμα να ανθήσουν. Η συνολική διάρκεια από το φύτρωμα μέχρι τη διαμόρφωση των ανθέων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τη φωτοπερίοδο και την ποικιλία, παρ' όλο ότι σε ορισμένες ποικιλίες η επίδραση της φωτοπερίόδου είναι περιορισμένη, λόγω διαφοράς των ποικιλιών στην ευαισθησία στη φωτοπερίοδο.

Παράγονται περίπου 20-40 φύλλα ανά φυτό, με το ρυθμό έκπτυξης των φύλλων και τον αριθμό τους να είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας. Οι ποικιλίες με μεγάλο αριθμό φύλλων είναι συνήθως όψιμες. Μέσα σε κάθε ποικιλία ο τελικός αριθμός φύλλων επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και την καλλιεργητική τεχνική. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι στην αρδευόμενη καλλιέργεια παράγεται διπλάσια έως τριπλάσια φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τη μη αρδευόμενη. Η παραγωγή φύλλων και η επιμήκυνση του στελέχους συνεχίζονται μέχρι την έναρξη της άνθησης, οπότε η ενεργός δραστηριότητα των κατώτερων φύλλων μειώνεται. Τελικά, τα δέκα κατώτερα φύλλα συνεισφέρουν περίπου μόνο το 10% στην απόδοση (Weiss, 2000).



Εικόνα 1.11. Διαφοροποίηση της ταξιανθίας (κεφαλής) και εμφάνιση των πρώτων ανθικών καταβολών (communitygardensforall.org).

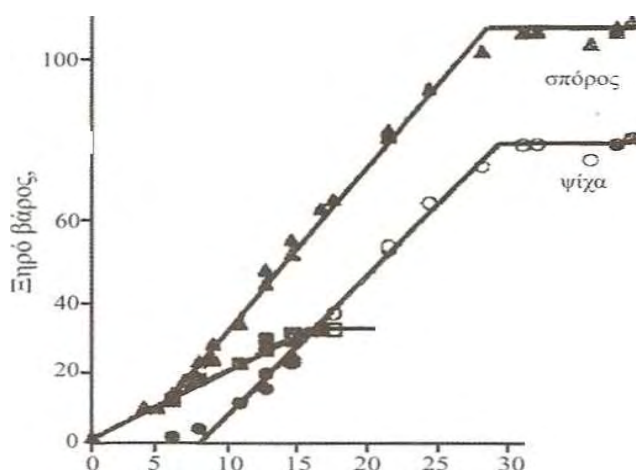
Έναρξη άνθησης-τέλος άνθησης. Η άνθηση (Εικόνα 1.12) στον ηλιάνθο αρχίζει από την περιφέρεια της κεφαλής και προχωρά σταδιακά προς το κέντρο με ρυθμό περίπου 4 σειρές ανθέων ανά ημέρα. Η άνθηση σε μια κεφαλή διαρκεί 5-10 ημέρες, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, ενώ η πυκνότητα των φυτών και η ποικιλία έχουν μικρή επίδραση, εκτός εάν η ανθοκεφαλή είναι πολύ μικρή. Η διάρκεια της άνθησης επιμηκύνεται στις μεγάλες ταξιανθίες και όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και επικρατεί συννεφιά. Οι υψηλές θερμοκρασίες διαταράσσουν την άνθηση και την επικονίαση (Connor and Hall, 1997).

Η άνθηση των φυτών σε καλλιέργεια υβριδίου ηλιάνθου είναι αρκετά συγχρονισμένη με το 80-90 % των κεφαλών να ανοίγουν σε 3-4 ημέρες μετά την πρώτη. Τα άνθη είναι πρώτανδρα και κανονικά σταυρογονιμοποιούμενα με τη βοήθεια εντόμων και πολύ σπάνια με τον αέρα. Μερικές φορές οι μέλισσες είναι οι κύριοι επικονιαστές γιατί η γύρη είναι βαριά και δεν μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα και συχνά ο λόγος μη σχηματισμού σπόρων είναι η ελλιπής επικονίαση. Τα κεντρικά άνθη παράγουν λιγότερη γύρη σε σχέση με τα περιφερειακά και οι μέλισσες τα επισκέπτονται λιγότερο. Έτσι παρουσιάζεται μικρότερη επικονίαση και δημιουργούνται λιγότεροι σπόροι στο κέντρο. Μεταξύ των ποικιλιών παρατηρούνται διαφορές και ως προς την ποσότητα παραγωγής νέκταρος, η οποία επηρεάζει την ελκυστικότητα των εντόμων. Γενικά, Η παραγωγή γύρεως είναι άφθονη και μπορεί να φθάσει τα 8 kg/στρ. Ο ηλιάνθος παράγει πολύ νέκταρ και είναι από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά. Επίσης είναι γνωστό ότι και ένα σύστημα αυτό-ασυμβιάστου συνεισφέρει στο υψηλό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης στους γενότυπους ελεύθερης επικονίασης και στα άγρια είδη. Οι Fernandez-Martinez και Knowles (1978) αναφέρουν ότι το αυτό-ασυμβίαστο καθορίζεται σποροφυτικά, δηλαδή η συμπεριφορά της γύρης καθορίζεται από το γενότυπο του μητρικού φυτού. Στα περισσότερα βελτιωτικά προγράμματα γίνεται προσπάθεια αφαίρεσης του χαρακτηριστικού αυτού από τις ποικιλίες και τα υβρίδια για την αύξηση της επικονίασης.



Εικόνα 1.12. Ο ηλιάνθος κατά την άνθησή του (www.houseplantsguru.com).

Τέλος άνθησης-φυσιολογική ωρίμανση. Το διάστημα αυτό χαρακτηρίζεται ως διάρκεια γεμίσματος του σπόρου. Τόσο ο γενότυπος όσο και οι συνθήκες του περιβάλλοντος, ξηρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, είναι δυνατόν να επηρεάσουν τη διάρκεια αυτή. Η αύξηση (γέμισμα) του σπόρου υποστηρίζεται από την τρέχουσα φωτοσύνθεση και τη μετακίνηση αποθηκευμένων προϊόντων πριν την άνθηση, η οποία οδηγεί σε μείωση της βιομάζας των βλαστικών τμημάτων. Η μετακίνηση αφορά τόσο υδατάνθρακες όσο και αζωτούχες ουσίες. Αρχικά, αυξάνεται το περικάρπιο (περιβλήματα) και μετά περίπου 8 ημέρες αρχίζει η ταχεία ανάπτυξη του εμβρύου (ψίχα). Η ανάπτυξη του περικαρπίου σταματά όταν το έμβρυο αποκτήσει το ένα τρίτο του τελικού του βάρους. Παρ' όλο ότι η αύξηση του σπόρου στο εσωτερικό της κεφαλής αρχίζει αργότερα σε σχέση με την περιφέρεια, οι σπόροι σε όλες τις θέσεις φτάνουν στη φυσιολογική ωρίμανση περίπου στον ίδιο χρόνο από την έναρξη της άνθησης. Ο ρυθμός, όπως και η διάρκεια γεμίσματος του σπόρου, μπορεί να είναι μικρότερος στους κεντρικούς σπόρους της ανθοκεφαλής, με αποτέλεσμα μικρότεροι σπόροι στο κέντρο της κεφαλής.



Γράφημα 1.1. Πορεία ανάπτυξης του σπόρου του ηλίανθου και τμημάτων του, περιβλήματα και ψίχα, της ποικιλίας Arbung E353. Αναφέρεται στο μέσο όρο των σπόρων των τριών εξωτερικών σειρών της κεφαλής (Connor and Hall, 1997).



Εικόνα 1.13. Το στάδιο της ωρίμανσης στο φυτό του ηλίανθου (προσωπικό αρχείο πειράματος).

Ηλιοτροπισμός. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του ηλίανθου, παρατηρείται το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού. Οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες μέχρι την άνθησή τους, τα βράκτια και τα νεαρά φύλλα του ηλίανθου εμφανίζουν ηλιοτροπισμό, ακολουθούν δηλαδή την πορεία του ήλιου κατά την ημέρα, γι' αυτό και το φυτό ονομάστηκε ηλίανθος και ηλιοτρόπιο. Το πρωί οι ταξιανθίες είναι στραμμένες ανατολικά, σε θέση 50° έως 70° από τον βορρά και στη συνέχεια ακολουθούν την πορεία του ήλιου, ενώ ανορθώνονται κατά τη νύκτα. Το φαινόμενο σταματάει μόλις ολοκληρωθεί η έκπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων, οπότε οι ταξιανθίες μένουν στραμμένες βορειοανατολικά στο Βόρειο ημισφαίριο και νοτιοανατολικά στο Νότιο. Δεν παρατηρείται ηλιοτροπισμός, όταν επικρατεί συννεφιά, ή όταν το φυτό αναπτύσσεται σε τεχνητές συνθήκες φωτισμού, ή όταν αφαιρεθούν τα φύλλα, στοιχεία που δείχνουν ότι η αντίδραση του φυτού εξαρτάται από την κίνηση του ήλιου. Με τον ηλιοτροπισμό υπολογίζεται ότι αυξάνει η φωτοσύνθεση κατά 10-23 %

αναλόγως της κατανομής των φύλλων. Αναφέρεται ότι ο ηλιοτροπισμός με τη στροφή των νεαρών φύλλων προς τον ήλιο είναι μια προσαρμογή του φυτού για την αύξηση της φωτοσύνθεσης (Seiler, 1997).



Εικόνα 1.14. Ο Ηλιοτροπισμός σταματά μόλις ολοκληρωθεί η έκπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων (προσωπικό αρχείο πειράματος).

1.5. Απόδοση και συστατικά της απόδοσης

Ο αριθμός των σπόρων και το μέγεθός τους μαζί με την περιεκτικότητα σε λάδι και τον τύπο του λαδιού είναι τα κύρια συστατικά της απόδοσης στον ηλίανθο. Επίσης υπάρχει και κάποιο ενδιαφέρον για την ποσότητα της πρωτεΐνης. Τα συστατικά της απόδοσης καθορίζονται διαδοχικά κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και επηρεάζονται από το περιβάλλον. Ο αριθμός των σπόρων καθορίζεται κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ έναρξης διαφοροποίησης των ανθέων και ταχείας ανάπτυξης του σπόρου. Η πορεία περιλαμβάνει τη διαφοροποίηση των ανθέων, την ανάπτυξη μέχρι την άνθηση, τη γονιμοποίηση και την αποβολή εμβρύων. Η περίοδος αυτή είναι μακρά σε σχέση με άλλα είδη, όπως το σιτάρι και το καλαμπόκι. Ο γενότυπος και οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η διαθεσιμότητα N στο έδαφος, η ξηρασία, η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια κ.ά. καθορίζουν τον τελικό αριθμό σπόρων που θα σχηματισθούν. Η επίδραση της καταπόνησης είναι μεγαλύτερη στο κέντρο

της κεφαλής, όπου παρατηρείται μικρότερος λόγος παραγόμενοι σπόροι προς διαθέσιμα άνθη (Connor and Hall, 1997).

Μεγάλη διαφοροποίηση ως προς το μέγεθος του σπόρου παρατηρείται μεταξύ των γενοτύπων, όμως και οι συνθήκες του περιβάλλοντος ανάπτυξης επηρεάζουν το μέγεθος των σπόρων. Οι περισσότερες ελαιοδοτικές ποικιλίες έχουν βάρος 1000 σπόρων 40 έως 100 g ενώ οι μη ελαιοδοτικοί τύποι περισσότερο από 1000 g.

Το ποσοστό των περιβλημάτων στο συνολικό βάρος του σπόρου κυμαίνεται από 35 έως 50 %. Θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του βάρους 1000 σπόρων αναφέρεται από πολλούς ερευνητές (Miller and Fick, 1997). Όμως οι Kovacik *et al.*, (1980) συγκρίνοντας τη συνεισφορά τόσο του αριθμού των σπόρων ανά κεφαλή όσο και του βάρους των σπόρων στην απόδοση, βρήκαν ότι ο αριθμός των σπόρων ήταν τρεις φορές περισσότερο σημαντικός σε σχέση με το βάρος του σπόρου στον προσδιορισμό της απόδοσης.

Γενοτυπικοί και κλιματικοί παράγοντες στους οποίους περιλαμβάνονται η θερμοκρασία, η ξηρασία και η διαθεσιμότητα N, επηρεάζουν τη συγκέντρωση του λαδιού στο σπόρο. Ένα μέρος της διαφοράς μεταξύ των γενοτύπων αποδίδεται στην αναλογία του περικαρπίου προς την ψίχα στο σπόρο. Υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια γεμίσματος του σπόρου μειώνουν την περιεκτικότητα του λαδιού. Επίσης σύντομοι περίοδοι ξηρασίας κατά τη διάρκεια γεμίσματος, μειώνουν την περιεκτικότητα σε λάδι σε συνδυασμό με την αύξηση της αναλογίας των περιβλημάτων. Μεγάλη διαθεσιμότητα αζώτου στο έδαφος, ειδικότερα μετά την άνθηση και κατά τη διάρκεια γεμίσματος των σπόρων, είναι δυνατόν να μειώσει την περιεκτικότητα σε λάδι, παρ' όλο ότι η συνολική ποσότητα του λαδιού στο σπόρο μπορεί να αυξηθεί. Η αύξηση της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης στο σπόρο συχνά συνοδεύεται από μείωση της περιεκτικότητας σε λάδι. Επίσης, εάν η διαθεσιμότητα σε C κατά τη διάρκεια γεμίσματος του σπόρου είναι μεγαλύτερη από την ικανότητα εναπόθεσης λαδιού, τότε η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι υφίσταται αραίωση.

Η σύσταση των λιπαρών οξέων του λαδιού βρίσκεται υπό γενετικό έλεγχο και επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως από τη θερμοκρασία. Υψηλές θερμοκρασίες, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας, βρέθηκαν ως ο κυριότερος κλιματικός παράγοντας που μειώνει την αναλογία λινελαϊκό προς ελαϊκό οξύ. Οι Ξανθόπουλος και Δοϊτσίνης (1989) βρήκαν ότι το άθροισμα των ημεροβαθμών για την περίοδο των 35 ημέρες μετά την έναρξη της άνθησης, σχετίζονταν με τη

μεταβολή στην περιεκτικότητα σε λιπελαϊκό και ελαϊκό οξύ. Η έλλειψη νερού έχει μικρότερη επίδραση στην αναλογία λιπελαϊκό προς ελαϊκό οξύ.

1.6. Οικολογικές Απαιτήσεις

Θερμοκρασία. Ο ηλιάνθος είναι φυτό με πολύ μεγάλη προσαρμοστικότητα και δύναται να καλλιεργηθεί κάτω από ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών, στις περιοχές από 55° Β μέχρι 40° Ν γεωγραφικό πλάτος. Η εμπορική όμως καλλιέργεια ασκείται κυρίως στις θερμές εύκρατες περιοχές μεταξύ 20° και 50° Β, και 20° και 40° Ν γεωγραφικό πλάτος. Επίσης, μπορεί να καλλιεργηθεί και σε υψόμετρο μέχρι 2500 m με τη χρήση κοντόσωμων, πρώιμης ωριμότητας υβριδίων. Η βλάστηση των σπόρων αρχίζει στους 4°C, γίνεται με ικανοποιητική ταχύτητα στους 8-10°C και με μέγιστη στους 15°C, στοιχεία που επιτρέπουν την πρώιμη σπορά. Τα νεαρά φυτά αντέχουν πολύ στο κρύο, έως -2°C στο στάδιο των κοτυληδόνων και έως -8°C στο στάδιο του ενός ζεύγους μόνιμων φύλλων. Μετά όμως το στάδιο των 6- 7 φύλλων, θερμοκρασίες κάτω του μηδενός προκαλούν σημαντικές ζημιές, ενώ κατά το στάδιο της ωρίμανσης θερμοκρασία 2°C καταστρέφει ολόκληρο το φυτό. Άριστες θερμοκρασίες για την παραγωγή του σπόρου θεωρείται το επίπεδο των 24-26°C την ημέρα και 18-20°C την νύκτα, ενώ άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση θεωρείται το επίπεδο των 28°C. Η φωτοσύνθεση μπορεί να συνεχισθεί και μέχρι 45°C.

Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και μειώνουν του ελαίου. Οι απαιτούμενες θερμομονάδες (Growing Degree Days) με βάση τους 0°C είναι περίπου 2350 για τις πρώιμες ποικιλίες και 2425 για τις μεσοόψιμες. Η διευρυμένη βλαστική περίοδος του ηλιάνθου, δηλαδή περίοδος με θερμοκρασίες επάνω από 0°C, επιτρέπει, όπως προαναφέρθηκε, δύο συγκομιδές το έτος σε ορισμένες περιοχές.

Φως. Ο ηλιάνθος είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και απαιτητικό σε φως. Μειωμένος φωτισμός κατά 40% σε σχέση με τον κανονικό, σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει την απόδοση μέχρι και 64%. Επίσης μειωμένος φωτισμός κατά 20% βρέθηκε ότι δεν μειώνει τη συνολική βιομάζα, αλλά μειώνει τον δείκτη συγκομιδής και επομένως την

οικονομική απόδοση (Bangeetal, 1997). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, από άποψη φωτοπεριόδου κατατάσσεται στα ουδέτερα φυτά, σε ορισμένες όμως περιοχές π.χ. Ρωσία υπάρχουν ποικιλίες είτε μακράς είτε βραχείας φωτοπεριόδου (Connor and Hall, 1997).

Υγρασία. Ο ηλιάνθος έχει υψηλό συντελεστή διαπνοής, περίπου 550, ίσως γιατί διαθέτει πολλά και μεγάλα στομάτια. Εντούτοις, θεωρείται ανθεκτικός στην ξηρασία κυρίως χάρη στο βαθύ και εκτεταμένο ριζικό του σύστημα και μπορεί να καλλιεργηθεί και χωρίς άρδευση. Σε μη αρδευόμενους αγρούς εξαντλεί την υγρασία μέχρι βάθος 2 m. Ανέχεται ή και φωτοσυνθέτει και σε συνθήκες μεγάλης ξηρασίας, γι' αυτό και η επίδραση της ξηρασίας στην απόδοση είναι ελάχιστη, εφόσον η διάρκεια της ξηρασίας δεν είναι μεγάλη. Η σχέση μεταξύ του ύψους της βροχόπτωσης και της απόδοσης σε σπόρο είναι σχεδόν ευθύγραμμη από τα 200 έως τα 500 mm, με απόδοση 100 kg /στρ. σε βροχόπτωση περίπου 300 mm (Weiss, 2000). Η κριτική περίοδος είναι 20 ημέρες πριν και μετά την άνθηση, οπότε σοβαρή έλλειψη υγρασίας μειώνει την απόδοση. Παράλληλα όμως είναι ευαίσθητος στην κατάκλυση με νερό και οι επιπτώσεις εξαρτώνται από τη διάρκεια κατάκλυσης. Δεδομένα έδειξαν ότι με την κατάκλυση μειώνεται η φωτοσύνθεση και η αγωγιμότητα των φύλλων.

Τα φυτά, κυρίως των υψηλόσωμων ποικιλιών, πλαγιάζουν από την επίδραση ισχυρών ανέμων και κυρίως στις αρδευόμενες καλλιέργειες, όπου το έδαφος είναι πιο χαλαρό και προσφέρει μικρότερη προστασία. Ο βαθμός πλαγιάσματος σχετίζεται με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι επιπτώσεις του πλαγιάσματος στην απόδοση εξαρτώνται από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται με πλάγιασμα στο στάδιο της άνθησης. Σε νεώτερα στάδια τα φυτά μπορούν να ανορθωθούν.

Έδαφος. Ο ηλιάνθος μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλων των ειδών τα εδάφη. Οι απαιτήσεις ως προς το έδαφος δεν είναι μεγάλες, αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε εδάφη μάλλον ελαφρά (σ' αυτά δεν παρεμποδίζεται η διείδυση της ρίζας), οργανικά και με καλή αποστράγγιση, ενώ δεν ανέχεται αλατούχα εδάφη, όπου και παρουσιάζει μειωμένη περιεκτικότητα σε λάδι. Σε φτωχά ξηρικά χωράφια, το νερό στη διάρκεια της άνοιξης είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας. Είναι απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα άζωτο και φώσφορο, υπερβολική όμως ποσότητα N ελαττώνει

την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος των φυτών. Ανέχεται pH εδάφους από 5,7 έως 8, αλλά το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7,2 (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Δεν ανέχεται αλατούχα και αλκαλιώμενα εδάφη και κατατάσσεται στα φυτά με μικρή έως μέση αντοχή στα άλατα. Επίσης είναι ευαίσθητο φυτό στην οξύτητα του εδάφους, όπου παρουσιάζονται προβλήματα τοξικότητας κυρίως από Al, ενώ θεωρείται ως ένα από τα πιο ανθεκτικά φυτά στην τοξικότητα Mn (Blarney et al., 1997).

1.7. Καλλιεργητικές φροντίδες

Αμειψισπορά. Με τη συνεχή καλλιέργεια του ηλιάνθου στον ίδιο αγρό παρουσιάζονται προβλήματα εγκατάστασης ζιζανίων, ασθeneιών και εντόμων που διαχειμάζουν στο έδαφος. Ο ξηρικός ηλιάνθος έχει θέση στην αμειψισπορά των σιταγρών, στα μη αρδευόμενα εδάφη. Παρ' όλο ότι είναι ανοιξιάτικη καλλιέργεια, μπορεί να καλλιεργηθεί στη χώρα μας και χωρίς άρδευση, λόγω της δυνατότητας πρώιμης σποράς και της πρόσληψης νερού από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Πλεονεκτήματα αυτής της αμειψισποράς είναι το διαφορετικό βάθος του ριζικού συστήματος, οι διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά και οι διαφορές ως προς τα ζιζάνια, εχθρούς και ασθένειες των δύο καλλιεργειών. Σε αρδευόμενους αγρούς υπάρχουν αρκετές δυνατότητες αμειψισποράς όπως με καλαμπόκι, σόργο, σόγια, κ.ά. Συνεχής καλλιέργεια ηλιάνθου αποδίδει λιγότερο από ό,τι όταν καλλιεργείται μετά από σιτάρι. Η προηγούμενη καλλιέργεια δεν πρέπει να έχει προσβληθεί από ορισμένες πολύ επιζήμιες ασθένειες του ηλιάνθου, όπως *Sclerotitis* (τεύτλα, πατάτα, καρποδοτικά ψυχανθή, μηδική κ.ά.) και *Verticillium* (βαμβάκι, τεύτλα, πατάτα, ελαιοκράμβη, μηδική κ.ά.).

Σε αλατούχα εδάφη ο ηλιάνθος θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν, γιατί ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα. Είναι επίσης λιγότερο εξαντλητική καλλιέργεια από το καλαμπόκι, αλλά αφαιρεί συνήθως μεγαλύτερη εδαφική υγρασία σε σχέση με τις περισσότερες καλλιέργειες (Ξανθόπουλος, 1993). Αναφέρεται ότι οι αποδόσεις του καλαμποκιού και του σόργου ήταν υψηλότερες όταν προηγήθηκε ηλιάνθος σε σχέση με τη μονοκαλλιέργεια τους.

Προετοιμασία αγρού. Ακολουθείται αυτή των εαρινών καλλιεργειών, βαμβάκι, καλαμπόκι κ.ά. Το φθινόπωρο γίνεται διαχείριση των ογκωδών φυτικών υπολειμμάτων με σιελεχοκοπή και ενσωμάτωσή τους στο έδαφος με όργωμα. Σε περίπτωση ύπαρξης σκληρού αδιαπέραστου υπεδάφους συνιστάται η χαλάρωσή του με εδαφοσχίστη ή υπεδάφιο άροτρο (Τσατσαρέλης, 2000). Νωρίς την άνοιξη καταστρέφονται τα ζιζάνια και ψιλοχωματίζεται το έδαφος με δισκοσβάρνα και καλλιεργητή. Λόγω της πρώιμης σποράς, η υψηλή υγρασία μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες κατά την ανοιξιάτικη προετοιμασία του εδάφους. Η κατεργασία υγρού εδάφους πρέπει να αποφεύγεται γιατί δημιουργούνται συσσωματώματα, τα οποία στη συνέχεια δεν μπορούν να ψιλοχωματιστούν και δυσκολεύεται η σπορά και το φύτευμα των σπόρων. Τα τελευταία χρόνια, εφαρμόζεται στον ηλιάνθο η μειωμένη κατεργασία και η ακατεργασία. Επιτυχής θεωρείται η σπορά του ηλιάνθου απευθείας στην καλαμιά του σιταριού. Συνήθως χρησιμοποιείται ζιζανιοκτόνο για την αντιμετώπιση των ζιζανίων που έχουν φυτρώσει, ιδίως όταν προηγήθηκε ήπιος χειμώνας.

Αντιμετώπιση ζιζανίων. Ο ηλιάνθος παθαίνει ζημιές από τα ζιζάνια μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης και ειδικότερα τις 15 ημέρες μετά το φύτευμα, τότε που ο ρυθμός αυξήσεως του φυτού είναι βραδύς. Στη συνέχεια ο ηλιάνθος γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται συνήθως με συνδυασμό μηχανικών και χημικών μέσων. Υπάρχουν κατάλληλα προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Στο εμπόριο κυκλοφορούν τρεις τύποι υβριδίων ηλιάνθου: τεχνολογίας Clearfield, τεχνολογίας ExpressSun και συμβατικά, ωστόσο τα τελευταία έχουν εκτοπιστεί από τα δύο πρώτα, που επιτρέπουν τον μεταφυτρωτικό ψεκασμό της καλλιέργειας με τα ζιζανιοκτόνα που περιέχουν τις δραστικές ουσίες imazamox και tribenuron methyl αντίστοιχα.

Imazomox 4 %: Ψεκασμός φυλλώματος στο στάδιο των 4-6 φύλλων του ηλιάνθου με δόση 100 κ.εκ./στρ. και την προσθήκη επιφανειοδραστικής ουσίας. Η εφαρμογή αυτή γίνεται μόνο σε ποικιλίες Clearfield, που είναι ανθεκτικές στο εν λόγω ζιζανιοκτόνο. Καταπολεμά πλατύφυλλα και στενόφυλλα ζιζάνια καθώς και την οροβάγχη.

Tribenuron methyl 50 %: Ψεκασμός φυλλώματος στο στάδιο των 4-6 φύλλων του ηλιάνθου, με δόση 3,75 γρ/στρ. και την προσθήκη επιφανειοδραστικής ουσίας.

Εφαρμόζεται μόνο σε ποικιλίες ExpressSun, που είναι ανθεκτικές στο εν λόγω ζιζανιοκτόνο. Καταπολεμά μόνο πλατύφυλλα ζιζάνια.

Πρέπει να προσεχθεί από τους παραγωγούς το γεγονός, ότι η αποκλειστική χρήση των παραπάνω ζιζανιοκτόνων για την καταπολέμηση των ζιζανίων του ηλίανθου, πιθανολογεί την εμφάνιση ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων στα συγκεκριμένα σκευάσματα.

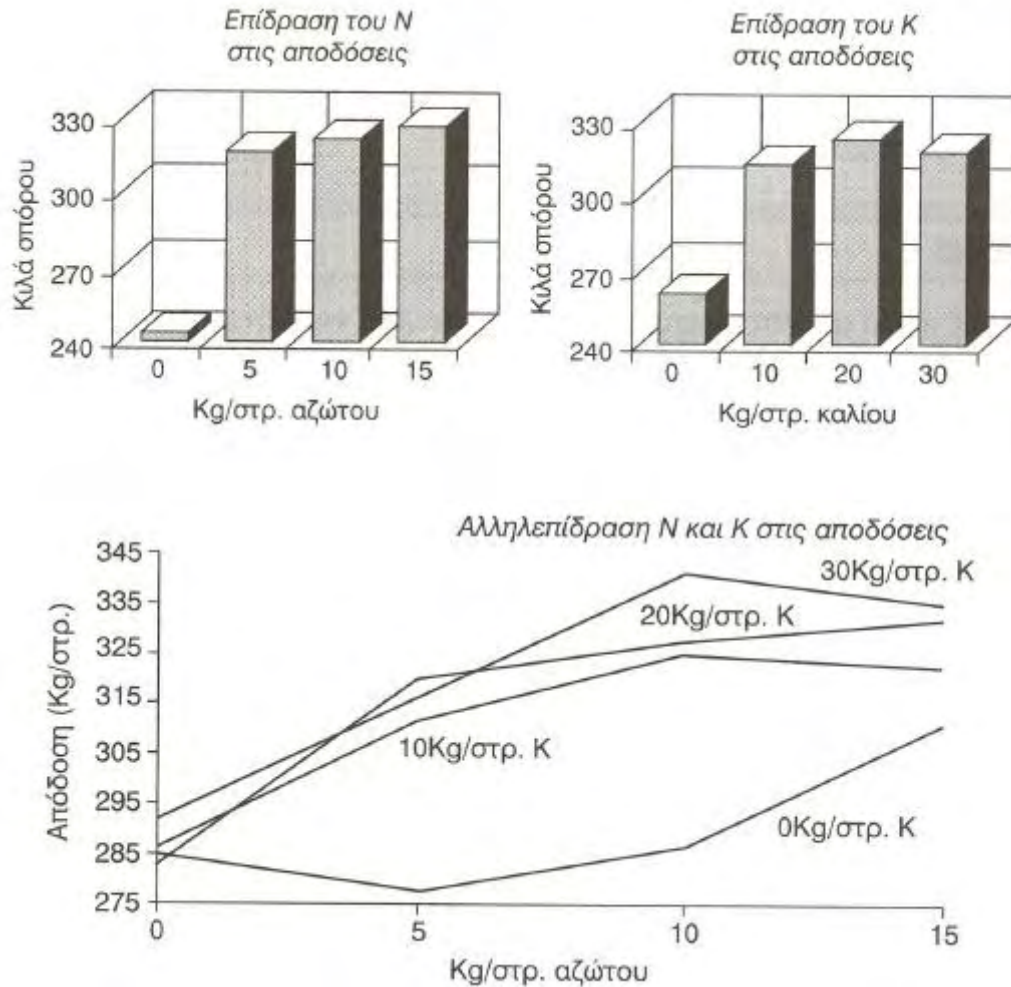
Τα στενόφυλλα (αγροστόδη) ζιζάνια καταπολεμούνται με την χρήση των αγρωστοδοκτόνων.

Λίπανση. Οι απαιτήσεις του ηλίανθου σε λιπαντικά στοιχεία εξαρτώνται κυρίως από τη γονιμότητα του εδάφους και την αναμενόμενη απόδοση. Ως προς τη λίπανση οι αποδόσεις είναι ικανοποιητικές, όταν δίδονται κατά μέσο όρο 8 μονάδες αζώτου και 5 φωσφόρου. Ο κανόνας λίπανσης που ισχύει για το Άζωτο, είναι 4,5 κιλά N για κάθε 100 κιλά παραγωγή ηλιόσπορου. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι ο ηλίανθος έχει την ικανότητα να απορροφά σχεδόν το 50% του N από το έδαφος, οπότε λίπανση N της τάξης των 6-10 μονάδων N/στρ (κριτήριο αποτελεί και η προηγούμενη καλλιέργεια), αρκεί για μια ικανοποιητική απόδοση. Επιστημονικά δεδομένα που βασίζονται σε εκτενή πειραματισμό σε χώρες όπου ο Ηλίανθος καλλιεργείται σε πολύ μεγάλη έκταση αναφέρουν ότι μια μέση παραγωγή 250 κιλών ανά στρέμμα απομακρύνει από το έδαφος 9 μονάδες Αζώτου, 5 μονάδες φωσφόρου, 20 μονάδες καλίου, 4 μονάδες μαγνησίου και 12 μονάδες ασβεστίου. Άλλα πειραματικά δεδομένα για αποδόσεις ηλίανθου από 50 έως 300 kg/στρ. έδειξαν ότι απομακρύνονται κατά μέσο όρο περίπου 3 kg N, 0,5-0,7 kg P και 0,8-1,0 kg K για κάθε 100 kg σπόρο (Blarney *et al.*, 1997).). Σύμφωνα με τον Κουκουλάκη και το Δ.Ι.Κ. (1994), για την παραγωγή 300 Kg /στρ. απορροφούνται από το έδαφος: 12 Kg N, 6 Kg P₂O₅ και 24 Kg K₂O.

Πίνακας 1.1. Απαιτήσεις σε θρεπτικά και απομάκρυνση θρεπτικών μέσω του συγκομιζόμενου σπόρου για αποδόσεις 3,5 tn/ ha ηλίανθου (Κουκουλάκης και το Δ.Ι.Κ., 1994).

Θρεπτικό	Ολική πρόσληψη Kg/ha	Απομάκρυνση Kg/ha
N	131	66
P ₂ O ₅	87	54
K ₂ O	385	82
MgO	70	14
CaO	210	6
B	0,4	0,08

Για ικανοποιητική ανάπτυξη σε νεαρή ηλικία συγκέντρωση αζώτου 35 g/kg ξηράς ουσίας είναι απαραίτητη, εξαρτώμενη από τον ιστό στον οποίο γίνεται η ανάλυση και από την ηλικία του φυτού. Αντίδραση του ηλίανθου σε ποσότητες αζώτου από 6-18 kg/στρ. αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η υπερβολική όμως ποσότητα αζώτου αυξάνει πολύ τη βλαστική ανάπτυξη και τα φυτά γίνονται επιρρεπή στο πλάγιασμα, μειώνει την περιεκτικότητα σε λάδι, τροποποιεί τη σύνθεση του λαδιού (π.χ. μειώνει την περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ), αυξάνει όμως την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Παρ' όλο όμως ότι το άζωτο μειώνει την περιεκτικότητα σε λάδι, αυξάνει την παραγωγή λαδιού μέσω της αύξησης της απόδοσης σε σπόρο. Σε τριετές πείραμα με την ποικιλία "Καβησός" η απόδοση επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από την αζωτούχο όσο και από την καλιούχο λίπανση. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η άριστη δόση για το N κυμαίνεται από 5 - 10 Kg/στρ., ενώ για το K 10 - 20 Kg/στρ. Το ποσοστό του λαδιού επηρεάστηκε σημαντικά από N και K. Αύξηση του N είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση σε λάδι, ενώ αύξηση του K οδηγούσε σε αύξηση του λαδιού. Το ποσοστό της πρωτεΐνης στο σπόρο επηρεάστηκε μόνο από το άζωτο, όπου αύξηση του N είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πρωτεΐνης (Ξανθόπουλος και Δοϊτσίνης, 1994).



Εικόνα 1.15. Τριετές πείραμα με την ποικιλία "Καβησός" έδειξε ότι η απόδοση επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από την αζωτούχο όσο και από την καλιούχο λίπανση (Ξανθόπουλος και Δοϊτσίνης, 1994).

Πολύ συχνά επίσης απαιτεί καλιούχο λίπανση, ώστε να μη μειωθεί η απόδοση και η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Η μεγαλύτερη ποσότητα K παραμένει στα φυτικά υπολείμματα και επιστρέφει στο έδαφος με την ενσωμάτωση. Το κάλιο προσλαμβάνεται με πολύ υψηλούς ρυθμούς μεταξύ της 50ής και 60ής ημέρας από το φυτόμα. Σε φυτά με έντονα συμπτώματα έλλειψης το K ήταν 0,58%, ενώ σε κανονικά 3,74%. (Τσαπικούνης, 1997). Ο φώσφορος αυξάνει την περιεκτικότητα λαδιού. Σε φυτά με συμπτώματα έλλειψης ο P ήταν 0,16%, ενώ σε κανονικά φυτά 0,39% (Τσαπικούνης, 1997).

Η εφαρμογή της λίπανσης μπορεί να γίνει, είτε όλη στη βασική λίπανση, είτε να δίνεται μια ποσότητα με επιφανειακή λίπανση στο στάδιο των 10-12 φύλλων. Μπορεί να γίνει και γραμμική λίπανση κατά τη σπορά, αλλά η γραμμή του

λιπάσματος να απέχει τουλάχιστον 5 cm από την γραμμή σποράς, για την αποφυγή φυτοτοξικότητας. Η φωσφορική και η καλιούχος λίπανση εφαρμόζονται βασικά πριν τη σπορά. Η αζωτούχος λίπανση εφαρμόζεται είτε όλη βασικά, σε ξηρική καλλιέργεια, είτε η μεγαλύτερη ποσότητα βασικά και η υπόλοιπη επιφανειακά στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης, περίπου όταν τα φυτά έχουν ύψος 30 cm σε αρδευόμενες καλλιέργειες. Παρ' όλο ότι τα φυτά προτιμούν την NO_3^- , μορφή αζώτου, το άζωτο μπορεί να δοθεί και σε NH_4^+ μορφή (π.χ. θειική αμμωνία, ουρία κ.λ.π.) (Blarney *et al.*, 1997).

Εκτός από τα τρία κύρια θρεπτικά συστατικά ο ηλίανθος απαιτεί επίσης σχετικά μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού και βορίου (Ξανθόπουλος, 1993). Πειραματικά δεδομένα έδειξαν ότι Σε pH 4,5 και εδαφικό Mg 26 ppm είχαν δημιουργηθεί έντονα συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου (Τσαπικούνης 1997). Τέλος, σε φυτά με έντονα συμπτώματα έλλειψης το B ήταν 10-13 ppm, σε κανονικά φυτά ήταν 71 ppm, ενώ σε φυτά με συμπτώματα τοξικότητας ήταν 925 ppm. Σε pot trial με εδαφικό βόριο 2 ppm εκδηλώθηκε τοξικότητα, σε 6 - 8 ppm τα φυτά άρχισαν να υφίστανται ζημιές, ενώ στα 19 ppm νεκρώθηκε η κορυφή. Σε περίπτωση έλλειψης χορηγούνται 100 gr βορίου στα ελαφρά εδάφη, 200 gr στα μέτρια και 300 gr στα βαριά (880, 1760 και 2640 gr Βόρακα ανά στρέμμα). Διαφυλλικά χορηγείται διάλυμα βορίου 0,1% όταν το φυτό βρίσκεται στο στάδιο των πέντε ζευγών φύλλων και μέχρι την εμφάνιση της ταξιανθίας (Ξανθόπουλος 1989).

Πίνακας 1.2. Όρια επάρκειας (ppm) ανάλογα με τη κατηγορία του εδάφους και το pH (Ξανθόπουλος, 1989).

κατηγορία εδαφών	pH	όρια επάρκειας (ppm)
Βαριά	< 7	0,2
	> 7	0,5
Ελαφρά	< 7	0,3
	> 7	0.6

Λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα, για τις Ελληνικές συνθήκες συνιστώνται 8-10 kg N/στρ. (με τη μεγαλύτερη ποσότητα στα αρδευόμενα εδάφη) και 4-6 kg

P₂O₅/στρ. Όταν ο ηλίανθος καλλιεργείται σε αμειψισπορά με καλλιέργειες που λιπαίνονται κάθε χρόνο με P δεν χρειάζεται εφαρμογή φωσφορικής λίπανσης. Κάλιο σε ποσότητα 6-8 kg K₂O/στρ. χρειάζεται κυρίως σε ελαφρά εδάφη. Όταν παρουσιαστεί έλλειψη ιχνοστοιχείων, συνιστάται η προσθήκη τους στο έδαφος.

Σπορά. Ο ηλίανθος στη χώρα μας είναι ανοιξιιάτικη καλλιέργεια. Ιδιαίτερα στη χώρα μας πρέπει να σπέρνεται όσο το δυνατό πρώιμα, ιδιαίτερα ο ξηρικός, ώστε να αποφεύγονται οι ξηροθερμικές συνθήκες και να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε νερό με την κατάλληλη αξιοποίηση της εδαφικής υγρασίας. Για τη Βόρεια Ελλάδα κατάλληλη εποχή σποράς είναι από μέσα Μαρτίου έως μέσα Απριλίου ενώ για την Κεντρική Ελλάδα η σπορά μπορεί να αρχίσει από τις αρχές Μαρτίου. Ο σωστός χρόνος σποράς δεν επηρεάζει μόνο την απόδοση αλλά και το λόγο ψίχα προς περιβλήματα του σπόρου. Το βάρος του σπόρου τείνει να μειωθεί με την καθυστέρηση στη σπορά, και η μεγαλύτερη μείωση προκύπτει στην ψίχα. Ανάλογα με την ποικιλία, ελάχιστη θερμοκρασία του εδάφους για το φύτευμα είναι οι 5-10° C. Ακόμη, η εποχή σποράς συνδέεται και με την ποιότητα του ελαίου, γιατί προσδιορίζει την περίοδο ανθήσεως. Αν μετά την άνθηση επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες, μειώνεται η περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ και αντιστρόφως. Σε αρδευόμενες εκτάσεις ο ηλίανθος μπορεί να καλλιεργηθεί και ως επίσπορη καλλιέργεια με τη χρησιμοποίηση ποικιλιών ή υβριδίων μικρού βιολογικού κύκλου. Στη χώρα μας η επίσπορη καλλιέργεια δεν είναι διαδεδομένη, γιατί ο ηλίανθος καλλιεργείται κυρίως ως ξηρική καλλιέργεια ή με περιορισμένη άρδευση. Το διαθέσιμο νερό άρδευσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού χρησιμοποιείται για πιο προσοδοφόρες καλλιέργειες.

Σπέρνεται με μηχανές ακριβείας αραβοσίτου ή ζαχαροτεύτλων, ύστερα από ειδική ρύθμιση ή με άλλους δίσκους. Το βάθος σποράς είναι 3-1 cm, αναλόγως της υγρασίας του εδάφους και του μεγέθους του σπόρου. Οι συνήθεις αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς είναι 60-75 cm (αναλόγως της ευρωστίας του φυτού). Σε μερικές περιπτώσεις σπέρνεται και σε διπλές γραμμές σποράς που απέχουν μεταξύ τους περί τα 25 cm και από το επόμενο ζεύγος περί τα 80- 120 cm. Οι αποστάσεις των φυτών επάνω στη γραμμή είναι 15-20 cm. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 0,5-1,5 kg/στρ.

Ο ηλίανθος έχει την ικανότητα να προσαρμόζει τα συστατικά της απόδοσης ανάλογα με την πυκνότητα σποράς. Για παράδειγμα σε μικρούς πληθυσμούς αυ-

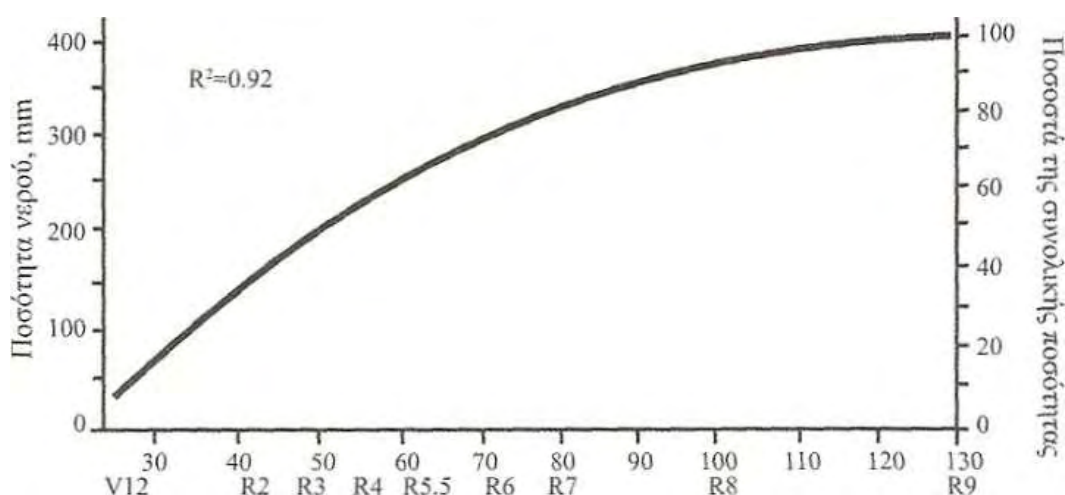
ξάνεται ο αριθμός των σπόρων ανά κεφαλή και το βάρος του σπόρου. Σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του πληθυσμού των φυτών παίζει η διαθέσιμη υγρασία. Συνιστώμενοι πληθυσμοί φυτών για ξηρική καλλιέργεια ελαιοδοτικών ποικιλιών και υβριδίων είναι 4.000-5.000 φυτά/στρ. και για αρδευόμενη 5.000-7.000 φυτά/στρ. Για καλλιέργεια ηλίανθου για ξηρό καρπό η συνιστώμενη πυκνότητα για ξηρική καλλιέργεια είναι όχι πάνω από 4.000 φυτά/στρ. και για αρδευόμενη 4.000-4.500 φυτά/στρ. Στην καλλιέργεια για ξηρό καρπό ενδιαφέρει εκτός από την απόδοση και το μέγεθος του σπόρου που είναι χαρακτηριστικό ποιότητας. Όσο αυξάνεται η πυκνότητα των φυτών πάνω από το προαναφερθέν όριο υποβαθμίζεται η ποιότητα λόγω μείωσης του μεγέθους των σπόρων. Σε πολύ πυκνούς όμως πληθυσμούς οψιμίζει η καλλιέργεια και τα στελέχη γίνονται πιο ψηλά και αδύνατα, με αποτέλεσμα να πλαγιάζουν με τον αέρα. Ένας σάκος 150.000 σπόρων καλύπτει 22-25 στρέμματα.

Ο ηλίανθος, ως καθορισμένης ανάπτυξης φυτό, δεν ανέχεται μεγάλη απώλεια πληθυσμού φυτών. Εντούτοις, μείωση του αριθμού φυτών σε ποσοστό 10-15% δεν έχει σοβαρή επίπτωση στην απόδοση, γιατί η απώλεια αντισταθμίζεται από την αύξηση του μεγέθους της ταξιανθίας και του μέσου βάρους των σπόρων (Ξανθόπουλος 1993). Συνιστώνται 1 έως 2 σκαλίσματα για να βοηθήσουν την πρώτη ανάπτυξη των φυτών, την αντιμετώπιση υπαρχόντων ζιζανίων και τον αερισμό του εδάφους.

Άρδευση. Ο ηλίανθος καλλιεργείται συνήθως ως ξηρική καλλιέργεια. Επωφελείται όμως από την άρδευση (2-4 ποτίσματα), με αποτέλεσμα να υπερδιπλασιάζεται πολλές φορές η απόδοση. Τα φυτά δεν μαραίνονται τόσο γρήγορα και τα συμπτώματα μαρασμού δεν είναι τόσο εμφανή όπως σε άλλες καλλιέργειες, οπότε η εκτίμηση της έλλειψης νερού δεν μπορεί να γίνει με συμπτώματα των φυτών. Τα αποτελέσματα της έλλειψης νερού αξιολογούνται μετά τη συγκομιδή, με την εξέταση των χαρακτηριστικών του σπόρου, όπως είναι η περιεκτικότητα σε περιβλήματα, οι άδειοι σπόροι, το ποσοστό λαδιού κ.ά. Η πιο κρίσιμη περίοδος ως προς τις απαιτήσεις του φυτού σε νερό, είναι η εποχή της άνθησης και της πλήρωσης των σπόρων. Αποφεύγεται η άρδευση σε καλλιέργεια ηλίανθου που έχει εύρωστη ανάπτυξη πριν την άνθηση στο στάδιο του οφθαλμού. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι μέχρι το τέλος της άνθησης (R6 στάδιο) είχε προσληφθεί το 75-80% του νερού που χρειάστηκε η καλλιέργεια του ηλίανθου για την ανάπτυξη

της (Schneider et al., 1988). Η κατανομή της χρησιμοποιούμενης ποσότητας του νερού καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου παρουσιάζεται στο γράφημα 1.2. Ο αριθμός των αρδεύσεων καθορίζεται από τον τύπο του εδάφους, την ανθεκτικότητα του υβριδίου στην ξηρασία και τις καιρικές συνθήκες της κάθε χρονιάς. Συνήθως απαιτούνται 1-2 αρδεύσεις σε χωράφια που συγκρατούν υγρασία και 3-4 σε αμμουδερά χωράφια. Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη, η άρδευση πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια της άνθησης και στα πρώτα στάδια γεμίσματος του σπόρου, για αύξηση της απόδοσης σε σπόρο και της περιεκτικότητας σε λάδι. Επίσης, όταν κατά τη σπορά η υγρασία του εδάφους είναι περιορισμένη, μια άρδευση βοηθά το φύτεμα και τη βλαστική ανάπτυξη του φυτού.

Γενικά ισχύει το γεγονός ότι ο ηλιάνθος μπορεί να δώσει μεγάλη παραγωγή και με ελάχιστη ή μηδενική άρδευση. Η άρδευση μπορεί να γίνει με ροή, καταιονισμό ή σταγόνες. Η σύγκριση των παραπάνω μεθόδων έχει μελετηθεί σε διάφορα πειράματα από τους Sakellariou–Makrantonaki *et al.* (2011). Προτιμότερη είναι η άρδευση με αυλάκια, ιδίως κατά την περίοδο της άνθησης, γιατί δεν εμποδίζεται η επικονίαση (Ξανθόπουλος, 1993).



Γράφημα 1.2. Συνολική ποσότητα νερού και ποσοστά της συνολικής ποσότητας σε διάφορα στάδια ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκε από καλλιέργεια ηλιάνθου (Schneider et al., 1988).

Η άρδευση αυξάνει και την αποτελεσματικότητα της λίπανσης. Επιπλέον, αυξάνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και βελτιώνει την ποιότητα των πρωτεϊνών, γιατί αυξάνει τα απαραίτητα αμινοξέα. Με πλήρη άρδευση, σε όλα τα στάδια

ανάπτυξης (επιμήκυνση του στελέχους, έναρξη άνθησης, ανάπτυξη σπόρων) λαμβάνεται η μέγιστη απόδοση με τα συστατικά της απόδοσης να έχουν την υψηλότερη τιμή (Rauf *et al.*, 2012).

Πρέπει να τονιστεί ότι λόγω της βαθιάς ρίζας που διαθέτει ο ηλίανθος, εξαντλεί την εδαφική υγρασία περισσότερο από άλλες καλλιέργειες, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τις επόμενες καλλιέργειες κυρίως ξηρών περιοχών.

Συγκομιδή. Οι κεφαλές είναι φυσιολογικώς ώριμες, όταν η πίσω επιφάνειά τους γίνεται κίτρινη και κατά ποσοστό 10 % καστανή, ο μεταχρωματισμός των βράκτιων φύλλων με την υγρασία τους να φθάνει το 70 % και των σπόρων το 40 %. Η συγκομιδή γίνεται, όταν η υγρασία του σπόρου κατεβεί στο 10-15 %, οπότε τα κάτω φύλλα έχουν αποξηρανθεί και τα υπόλοιπα αρχίζουν να κιτρινίζουν. Συγκομιδή με μεγαλύτερη υγρασία δυσχεραίνει την αποθήκευσή του, ενώ σε πολύ χαμηλή υγρασία παρατηρούνται απώλειες σπόρων, που την επόμενη χρονιά οδηγούν στην εμφάνιση φυτών εθελοντών. Καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις απώλειες από τα πουλιά, το τίναγμα του σπόρου και τις ασθένειες (ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες είναι υγρές). Στην Ελλάδα η συγκομιδή γίνεται από τέλη Αυγούστου έως αρχές Οκτωβρίου. Η συγκομιδή πρέπει να γίνει σε στάδιο που να μειώνονται οι μηχανικές ζημιές στο περικάρπιο και να ανακτάται κατά το δυνατόν η μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου από τις κεφαλές, με λιγότερες ξένες ύλες. Για τα υβρίδια κατάλληλη υγρασία του σπόρου, για λιγότερες απώλειες, είναι 9-10 % και δεν χρειάζεται αποξήρανση στη συνέχεια για την αποθήκευση. Με υγρασία σπόρου 12 % μειώνονται οι απώλειες από το τίναγμα. Συγκομιδή με υψηλότερο ποσοστό υγρασίας (>12%) γίνεται σε όψιμες καλλιέργειες, σε περιοχές όπου οι απώλειες από τα πουλιά και το τίναγμα των σπόρων είναι μεγάλες, σε πλαγιασμένες καλλιέργειες και σε περίπτωση ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών της κεφαλής λόγω υψηλής σχετικής υγρασίας (Anfinrud, 1997, Martin *et al.*, 2006). Επισημαίνεται ότι με την καθυστέρηση στη συγκομιδή, μετά τη φυσιολογική ωρίμανση, υποβαθμίζεται η ποιότητα του λαδιού γιατί αυξάνονται σταδιακά τα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Σε υγρές περιοχές και σε υψηλόσωμους γενότυπους εφαρμόζονται αποφυλλωτικά ή αποξηραντικά φυλλώματος. Επίσης η χρησιμοποίηση αποξηραντικών φυλλώματος εφαρμόζεται και στα υβρίδια που φέρουν το χαρακτηριστικό της διατήρησης του πράσινου φυλλώματος (Larson *et al.*, 2008). Καταστροφή του φυλλώματος και επιτάχυνση της συγκομιδής μπορεί να προκληθεί και από πρόωμο παγετό. Όταν ο

παγετός παρατηρηθεί μετά τη φυσιολογική ωρίμανση, δεν επηρεάζει τη βλαστική ικανότητα των σπόρων και την απόδοση. Η συγκομιδή στη χώρα μας γίνεται από τις αρχές Σεπτεμβρίου μέχρι το τέλος Οκτωβρίου (Ξανθόπουλος, 1993).

Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού, ύστερα από κατάλληλη ρύθμιση, ώστε να περιοριστούν οι απώλειες σπόρου που μπορεί να υπερβούν το 40- 45 %. Στους υψηλόσωμους τύπους των οποίων οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως ξηρός καρπός, η συγκομιδή των κεφαλών γίνεται συνήθως με το χέρι και μπορεί να ακολουθήσει αλωνισμός με μηχανές, με μεγάλη προσοχή για να μην τραυματισθεί το περικάρπιο. Η εξεύρεση και χρήση κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού θα συμβάλει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας. Για ασφαλή αποθήκευση η υγρασία του σπόρου πρέπει να είναι μικρότερη από 9 %.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Ε.Ε. για να είναι εμπορεύσιμος ο σπόρος του ηλίανθου πρέπει να έχει υγρασία έως 10 %, ποσοστό ελαίου τουλάχιστον 42 % και ξένες ύλες έως 2 % (Ξανθόπουλος, 1993).



Εικόνα 1.16. Μηχανική συγκομιδή του ηλίανθου (player.mashpedia.com)

1.8. Εχθροί και ασθένειες

Ο ηλίανθος είναι καλλιέργεια ευπρόσβλητη από διάφορους μικροοργανισμούς και έντομα. Στην Ευρώπη τα έντομα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, γι' αυτό και σπάνια χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, σε αντίθεση με τις ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Στην Ελλάδα, όπου η καλλιέργεια για λάδι είναι σχετικώς πρόσφατη, δεν υπάρχει προς το παρόν σοβαρό πρόβλημα από εχθρούς και ασθένειες, ίσως και λόγω των κλιματολογικών συνθηκών. Παρακάτω αναφέρονται οι σοβαρότεροι εχθροί και ασθένειες του ηλίανθου, ιδιαίτερα εκείνες που απαντώνται στην Ευρώπη και έχουν σημασία για την Ελλάδα (Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993).

1.8.1. Εχθροί

Από τα έντομα ζημιές προκαλούν τα έντομα εδάφους, τα μυζητικά (αφίδες, θρίπες), η ηλιότιδα, μερικά άλλα λεπιδόπτερα (π.χ. *Homoesoma nebullela*, που προσβάλλει τις ταξιανθίες και τους σπόρους) και μερικά κολεόπτερα (π.χ. *Smicronyx fulvus*, που προσβάλλει κυρίως τους σπόρους). Η αντιμετώπιση των λεπιδοπτέρων και κολεοπτέρων επιδιώκεται με τη δημιουργία ανθεκτικών γενοτύπων, με χρήση υπερπαρασίτων και με ρύθμιση της καλλιεργητικής τεχνικής. Σημαντικές ζημιές προκαλούν στον ηλίανθο, ιδιαίτερα όταν καλλιεργείται σε μεμονωμένα χωράφια, τα πουλιά τα οποία τρώνε τους σπόρους.

1.8.2. Ασθένειες

- **Περονόσπορος (*Plasmopara helianthii*)**. Ο μύκητας ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία. Συνήθως εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες, σε όλα τα μέρη του φυτού, που αργότερα γίνονται νεκρωτικές.
- **Άσπρη σήψη (*Sclerotinia sclerotiorum*)**. Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα σκληρώτια τα οποία διαχειμάζουν στο έδαφος, σε υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Οι δευτερογενείς μολύνσεις γίνονται από ασκοσπόρια που σχηματίζουν λευκό μυκήλιο, στη συνέχεια δημιουργούνται σκληρώτια και το φυτό εμφανίζει συμπτώματα μάρανσης.
- **Γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinera*)**. Ο μύκητας προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, αλλά αποτελεί πρόβλημα μόνον όταν οι συνθήκες είναι θερμές και υγρές (όπως στην ποτιστική καλλιέργεια). Προκαλεί κηλίδες γκριζες και υγρές.

- Ο ηλίανθος προσβάλλεται επίσης και από άλλες μυκητολογικές ασθένειες, όπως **αδρομυκώσεις** (*Verticillium dahliae*), **σκωρίαση** (*Puccinia helianthii*) και **αλτερνάρια** (*Alternaria spp.*) καθώς και από ιούς, βακτήρια και από φυτικά παράσιτα, όπως οροβάγχη κ.ά.

Άλλες νέες μυκητολογικές ασθένειες είναι:

- **Καστανή κηλίδωση, καρκίνος του στελέχους ή φόμοψη** (*Phomopsis helianthii*). Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην πρώην Γιουγκοσλαβία το 1979. Ευνοείται από συχνές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Τα συμπτώματα είναι ορατά από την έναρξη της ανθήσεως και μετά. Παρουσιάζονται καστανές κηλίδες στους μίσχους των φύλλων, στο στέλεχος και σπανιότερα και στις κεφαλές. Οι κηλίδες επεκτείνονται και προχωρούν σε βάθος με συνέπεια να παρακωλύεται η κυκλοφορία των χυμών και το φυτό να μαυρίζει και να ξηραίνεται. Ο αγρός εμφανίζει μία μορφή μωσαϊκού με αποξηραμένα και πράσινα φυτά. Οι βλαστοί γίνονται εύθραστοι και σπάζουν με τον άνεμο.
- **Μαύρισμα στελέχους** (*Phoma macdonaldi*). Προσβάλλει ταξιανθία, φύλλα και στέλεχη. Τα συμπτώματα διακρίνονται από αυτά της φόμοψης, γιατί οι κηλίδες είναι μαύρες με περιφερειακή πράσινη απόχρωση. Όταν η προσβολή είναι σοβαρή, μαυρίζει όλο το στέλεχος και σπάζει.
- **Σήψη του στελέχους και των ριζών** (*Sclerotium bataticola*, σκληρωτιακή μορφή του *Macrophomina phaseoli*). Προκαλεί πρόωμη ξήρανση των φυτών και ατελές γέμισμα των σπόρων, εξαιτίας της νέκρωσης των ηθμαγγειωδών σωλήνων και του περιορισμού του ριζικού συστήματος. Στα προσβεβλημένα τμήματα του φυτού σχηματίζει χαρακτηριστικά μικροσκοπικά μαύρα μικροσκληρώτια. Στην Ελλάδα εντοπίστηκε το 1986 και το 1987 καταστράφηκαν ολόκληρες περιοχές. Έκτοτε αποτελεί σοβαρό πρόβλημα με ζημιές που μπορεί να φθάσουν στο 40-50 % της παραγωγής.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης δηλαδή με τον συνδυασμό: α) κατάλληλης αμειψισποράς, β) εφαρμογής ορθής καλλιεργητικής τεχνικής (π.χ. αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών), γ) χρήσης ανθεκτικών γενοτύπων

(σήμερα επιδιώκεται η μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από άγρια είδη) και δ) ορθολογικής χρήσης χημικών σκευασμάτων (απολύμανση σπόρου κ.α.)

1.9. Προϊόντα

Η τεράστια οικονομική του σημασία οφείλεται στο λάδι που περιέχουν οι καρποί του (ηλιόσποροι) σε ποσοστό 25% ως 32%. Η απόδοση σε σπόρο εξαρτάται κυρίως από τη διαθεσιμότητα του νερού. Στις ξηρικές καλλιέργειες κυμαίνεται από 60-110 kg/στρ. και στις αρδευόμενες 250-350 kg/στρ. με δυναμικό απόδοσης πάνω από 400 kg/στρ. Η περιεκτικότητα σε λάδι των αναποφλοιώτων σπόρων των εμπορικών ποικιλιών και υβριδίων κυμαίνεται από 40-50%. Το λάδι παραλαμβάνεται με έκθλιψη και θεωρείται ισάξιο με το ελαιόλαδο. Το ηλιέλαιο συνίσταται για τηγάνισμα επειδή η θερμοκρασία καπνίσματος του είναι υψηλή και φτάνει περίπου στους 230°C. Βέβαια όλα τα μέρη του φυτού είναι χρήσιμα. Το κυριότερο όμως προϊόν είναι ο σπόρος και το λάδι που περιέχει. Η κεφαλή του ηλιάνθου αποτελεί το 50% της ξηράς ουσίας του φυτού, από το οποίο το μισό αντιστοιχεί στον σπόρο. Ο σπόρος του ηλιάνθου αποτελείται κατά 25% από φλοιούς, ενώ το υπόλοιπο αποτελεί την ψίχα.

Η βιομηχανική απόδοση σε λάδι κυμαίνεται συνήθως στο 20-25%. Το υπόλοιπο λάδι παραμένει στον πλακούντα, ο οποίος περιέχει επιπλέον περίπου 35% πρωτεΐνη, ώστε αποτελεί εξαιρετική συμπυκνωμένη ζωοτροφή, η οποία όμως είναι πτωχή σε λυσίνη. Η πίττα του ηλιάνθου δεν περιέχει τοξικές ουσίες και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανθρώπινη κατανάλωση. Η περιεκτικότητα λαδιού στα σημερινά υβρίδια κυμαίνεται από 40 έως 50% του σπόρου.

Οι ηλιόσποροι τρώγονται αποξηραμένοι ή καβουρντισμένοι. Από τους αλεσμένους σπόρους παράγεται ένα ποτό που μοιάζει με τον καφέ, καθώς και ένα είδος ψωμιού. Επίσης από τους σπόρους παράγεται ένα είδος φυστικοβούτυρου ενώ από τους κόνδυλους αλκοόλη. Από το είδος *H. tuberosus* χρησιμοποιούνται οι εδώδιμοι κόνδυλοι που έχουν γεύση αγγινάρας και είναι γνωστοί με την ονομασία Αγγινάρα της Ιερουσαλήμ.

Το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου, για παρασκευή μαργαρίνης, ελαιοχρωμάτων, σαπουνιών κ.α. Ανήκει στα ημιξηραινόμενα έλαια με αριθμό ιωδίου περίπου 130. Το ηλιέλαιο είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα και θεωρείται από υγιεινής απόψεως πολύ καλό. Διαθέτει μεγάλη περιεκτικότητα σε

βιταμίνη Ε. . Ανάλογα με τη σύσταση του λαδιού σε λιπαρά οξέα, διεθνώς υπάρχουν τέσσερις τύποι λαδιού ηλίανθου. Ο τύπος με υψηλή περιεκτικότητα σε λινοελαϊκό οξύ είναι ο παραδοσιακός τύπος που χρησιμοποιείται στη μαγειρική με περιορισμένη χρήση ως λάδι τηγανίσματος τροφίμων. Ο τύπος με ενδιάμεση περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ δημιουργήθηκε με κλασική βελτίωση και από αυτόν τον τύπο εξάγεται η μεγαλύτερη ποσότητα λαδιού στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Παρουσιάζει καλό όριο συντήρησης τροφίμων, προτιμάται ως λάδι τηγανίσματος με εξαιρετική σταθερότητα και ουδέτερη γεύση. Ο τύπος με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ επίσης δημιουργήθηκε με κλασική βελτίωση και το λάδι του προσθέτει σταθερότητα και ουδέτερη γεύση. Ο τέταρτος τύπος με υψηλή περιεκτικότητα σε στεατικό και ελαϊκό οξύ είναι ο νεότερος τύπος και η καλλιέργειά του άρχισε πρόσφατα. Το πλεονέκτημά του είναι ότι λειτουργεί ως υποκατάστατο για μερικώς υδρογονωμένα έλαια ή έλαια τροπικών φυτών με υψηλό επίπεδο κορεσμού. Χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, για παρασκευή μαργαρίνης, στα παγωτά, τις σοκολάτες και σε άλλα προϊόντα που χρειάζονται ένα 'στερεό' λάδι. Αυτός ο τύπος επίσης δημιουργήθηκε με την κλασική βελτίωση. Οι ιατροί και δευτερευόντως οι διατροφολόγοι, αξιολογούν τους διάφορους τύπους λαδιού για να βελτιώσουν τη διατροφή του ανθρώπου και να τον προστατέψουν από καρδιολογικά νοσήματα (Skoric *et al.*, 2008).

Σήμερα το άλευρο από τον ηλιόσπορο ή ολόκληροι σπόροι χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με άλλα αλεύρα για την παρασκευή ψωμιού. Τα σπέρματα, εκτός από την περιορισμένη χρήση ως πασατέμπο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πτηνοτροφή. Σε περιοχές με κλίμα πολύ δροσερό, όπου ο ηλίανθος και ιδιαίτερα οι μεγάλωσμες ποικιλίες αποκτούν μεγάλη ανάπτυξη, χρησιμοποιείται και για ενσίρωση, όπως και ο αραβόσιτος (Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993).

Τα τελευταία χρόνια, ο *Helianthus annuus* και ο *Helianthus tuberosus*, ο οποίος δεν καλλιεργείται εντατικά στην Ευρώπη, άρχισαν να αποκτούν σημασία ως ενεργειακά φυτά. Το υπέργειο τμήμα, μετά τη συγκομιδή του σπόρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ξυλοκουτταρίνης, για χαρτί πολυτελείας και για κλωστικές ίνες (Καββάδας, 1956). Ο *Helianthus tuberosus* αποδίδει με βάση πειραματικά δεδομένα 6-9 tn βολβούς ανά στρέμμα και αντίστοιχη ποσότητα οινοπνεύματος 500-600 λίτρα.

1.9.1. Άλλες Χρήσεις του φυτού

Χρησιμοποιείται ευρέως ως καλλωπιστικό φυτό ενώ από τα άνθη του εξάγεται μία κίτρινη χρωστική. Οι ανθοκεφαλές χρησιμοποιούνται και ως δρεπτά άνθη. Από τα περικάρπια και τα κεφάλια μετά την παραλαβή των σπόρων εξάγεται πηκτίνη ενώ από τους βλαστούς κατασκευάζονται ινσανίδες. Τέλος, από τα συμπιεσμένα περικάρπια παράγεται καύσιμη ύλη με την μορφή βιόμαζας ή συσσωμάτων βιομάζας (pellets) ενώ από τους σπόρους παράγεται βιοντίζελ.

1.10. Βελτίωση

1.10.1. Μέθοδοι Βελτίωσης

Ο ηλιάνθος είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και παρουσιάζει σημαντική ετέρωση, όπως αναφέρθηκε. Επειδή η δημιουργία εμπορικών υβριδίων ήταν πρακτικώς αδύνατη για πολλά χρόνια, η ετέρωση αξιοποιήθηκε με τη δημιουργία κυρίως συνθετικών ποικιλιών. Σήμερα επικρατούν τα υβρίδια (Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993, Goulas and Galanopoulou, 1996).

α) Συνθετικές ποικιλίες. Η πρώτη συστηματική προσπάθεια βελτίωσης έγινε από τους Ρώσους με τη μέθοδο της μαζικής επιλογής, με την οποία δημιουργήθηκαν βελτιωμένες ποικιλίες-πληθυσμοί. Ακολούθησαν άλλες μέθοδοι επιλογής φαινοτυπικής, αλλά και με έλεγχο απογόνων, που συνέβαλαν στην αύξηση των αποδόσεων, της περιεκτικότητας σε λάδι και της ανθεκτικότητας σε ασθένειες.

β) Καθαρές σειρές. Ακολούθησε η δημιουργία καθαρών σειρών με τη χρησιμοποίηση της αυτογονιμοποίησης (μετά το 1922) και με στόχο την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Με την ανακάλυψη της ετέρωσης οι καθαρές σειρές χρησιμοποιήθηκαν στη δημιουργία συνθετικών ποικιλιών και πρόσφατα στη δημιουργία υβριδίων.

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970 οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ήταν κατά κανόνα συνθετικές ποικιλίες με μεγάλο αριθμό συνθετικών γενοτύπων και επομένως ικανοποιητική προσαρμοστικότητα.

γ) Υβρίδια. Η δημιουργία υβριδίων έγινε δυνατή με την ανακάλυψη της αρρενοστεριρότητας. Στην αρχή (1934) ανακαλύφθηκε γενετική αρρενοστεριρότητα, την οποία οι βελτιωτές προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν στη δεκαετία του 1960 για παραγωγή υβριδίων σε εμπορική κλίμακα, αλλά χωρίς ικανοποιητικά

αποτελέσματα. Την ίδια περίπου εποχή (1969) ανακαλύφθηκε η κυτοπλασματική αρρενοστεριότητα, η οποία επέτρεψε την παραγωγή υβριδίων σε εμπορική κλίμακα. Η χρήση των υβριδίων έχει επικρατήσει σήμερα στις περισσότερες χώρες, γιατί έχουν πιο υψηλή και σταθερή απόδοση, πιο ομοιόμορφη και περιορισμένη ανάπτυξη και είναι πιο ανθεκτικά στις ασθένειες, επειδή είναι πιο εύκολο να συνδυαστούν στην F1 γενεά τα γονίδια ανθεκτικότητας των γονέων.

Ως πηγές κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας χρησιμοποιούνται τα άγρια είδη *H.petiolaris*, *H.bolanderi*, *H. maximilliani* κ.ά., που διασταυρώνονται εύκολα με τον καλλιεργούμενο ηλίανθο.

Έτσι, πρακτικώς οποιαδήποτε καλλιεργούμενη ποικιλία μπορεί να μετατραπεί σε αρρενόστειρη με τη μέθοδο των επαναδιασταυρώσεων. Ο γονέας που χρησιμοποιείται ως πατέρας στην παραγωγή υβριδίου πρέπει να έχει γονίδια επαναφοράς της γονιμότητας της γύρης και είναι συνήθως διακλαδιζόμενη ποικιλία, ώστε να εξασφαλίζεται γύρη για μεγαλύτερο διάστημα. Σήμερα υπάρχουν πολλές πηγές γονιδίων που επαναφέρουν τη γονιμότητα της γύρεως στην κυτοπλασματικώς αρρενόστειρη μάνα και μπορούν να ενσωματωθούν στον επιθυμητό πατέρα με τη μέθοδο των επαναδιασταυρώσεων.

1.10.2. Επιθυμητά χαρακτηριστικά

Οι βελτιωτικοί στόχοι είναι, εκτός από την αύξηση των αποδόσεων και της περιεκτικότητας και ποιότητας του σπόρου σε λάδι, η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, η αντοχή στην ξηρασία, η αντοχή στο πλάγιασμα, ο περιορισμός του ποσοστού του περιβλήματος των σπόρων κ.ά. Ως προς την αντοχή στην ξηρασία επιδιώκεται η μεταφορά του ξηροφυτικού χαρακτήρα του άγριου είδους *H. argophyllus* και άλλων σε καλλιεργούμενες ποικιλίες (Ξανθόπουλος, 1993).

Για τις ξηροθερμικές συνθήκες της χώρας μας και για την ξηρική καλλιέργεια καταλληλότερα φαίνεται να είναι τα υβρίδια ή ποικιλίες μικρού βιολογικού κύκλου, γιατί ξεπερνούν γρηγορότερα την κριτική περίοδο σε νερό. Για την αρδευόμενη όμως καλλιέργεια καταλληλότερα είναι τα μεγάλου κύκλου υβρίδια που είναι κατά κανόνα πιο παραγωγικά.

1.10.3. Σποροπαραγωγή

Όπως προαναφέρθηκε ο ηλιάνθος είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και η μεταφορά της γύρης γίνεται κυρίως με μέλισσες. Ο ρυθμός πολλαπλασιασμού του σπόρου του ηλιάνθου είναι περίπου 1 προς 60. Τα περισσότερα υβρίδια σήμερα είναι απλά, προέρχονται δηλαδή από τη διασταύρωση δύο καθαρών σειρών. Οι κατηγορίες σπόρου είναι (Ξανθόπουλος, 1993, Galanopoulou, 1996, Goulas and Galanopoulou, 1996):

- Σπόρος βελτιωτού (breeder seed). Είναι ο σπόρος των δύο καθαρών σειρών που χρησιμοποιούνται ως γονείς και της καθαρής σειράς που είναι πανομοιότυπη με την αρρενόστειρη μάνα, με τη διαφορά ότι έχει γόνιμη γύρη. Η τελευταία καθαρή σειρά είναι απαραίτητη για τη διατήρηση (maintenance) της αρρενόστειρης μάνας.
- Προβασικός σπόρος (pre-basic seed). Παράγεται από τη σπορά του σπόρου βελτιωτού.
- Βασικός σπόρος (basic seed). Παράγεται ομοίως από τον προβασικό.
- Πιστοποιημένος σπόρος (certified seed). Είναι ο σπόρος που παράγεται από τη διασταύρωση των δύο γονέων και τον οποίο σπέρνουν οι γεωργοί στους αγρούς τους.

Η παραγωγή των παραπάνω κατηγοριών σπόρου μέχρι και τον βασικό γίνεται συνήθως από τον βελτιωτή, ενώ ο υβριδισμένος σπόρος παράγεται ή από τον βελτιωτή ή από την σποροπαραγωγική εταιρεία στην οποία έχουν μεταφερθεί τα δικαιώματα βελτιωτού.

Η σποροπαραγωγή είναι λεπτή υπόθεση και πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη διατήρηση της αμιγότητας των παραπάνω κατηγοριών σπόρου, να εφαρμόζεται η ορθή καλλιεργητική τεχνική και να διεξάγεται κάτω από άριστες οικολογικές συνθήκες, ώστε να αποφεύγονται οι αβιοτικές καταπονήσεις της σποροκαλλιέργειας (Galanopoulou 1996, Galanopoulou *et al.* 1996).

1.11. Εκτάσεις και Παραγωγή στην Ελλάδα

Πίνακας 1.3. Στρεμματικές εκτάσεις, παραγωγή και στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας του ηλίανθου στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1961 – 1998.

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ			
ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (κιά/στρ.)
1998	354.000	50.000	141
1997	260.000	30.000	115
1996	230.000	31.000	136
1995	224.000	30.000	134
1994	204.000	23.000	113
1993	175.000	19.000	109
1992	261.560	47.000	180
1991	141.000	23.320	165
1990	194.500	29.637	152
1989	250.000	54.164	217
1988	420.610	74.783	178
1987	1.003.870	146.060	145
1986	831.269	165.250	199
1985	498.745	84.752	170
1984	417.777	67.235	161
1983	128.960	26.115	203
1982	42.290	7.460	176
1981	27.560	4.040	147
1980	31.150	4.800	154
1979	14.500	2.370	163
1978	14.800	2.000	135
1977	24.900	3.135	126
1976	17.725	2.314	131
1975	16.060	2.121	132
1974	20.420	2.100	103
1973	19.640	2.134	109
1972	17.400	1.988	114
1971	10.470	988	94
1970	9.460	1.043	110
1969	8.580	1.123	131
1968	21.997	1.948	89
1967	24.084	2.411	100
1966	24.375	2.293	94
1965	27.520	1.856	67
1964	35.607	3.007	84
1963	42.328	3.733	88
1962	30.751	2.895	94
1961	27.548	2.310	84

Πίνακας 1.4. Έκταση και παραγωγή ηλίανθου στη χώρα μας από το 1999 μέχρι το 2011 (Πηγή ΕΛ. ΣΤΑΤ.)

Έτος	Έκταση σε χιλ. στρέμματα	Παραγωγή σε χιλ. τόνους
1999	346	47
2000	248	35
2001	175	23
2002	171	24
2003	105	16
2004	62	9
2005	52	9
2006	86	16
2007	121	19
2008	121	22
2009	125	21
2010	234	46
2011	535	116

Στην Ελλάδα ο ηλίανθος καλλιεργούνταν σε πολύ περιορισμένη έκταση πριν την ένταξή της στην Ε.Ε., ιδιαιτέρως στη Θράκη, και το προϊόν προοριζόταν πιο πολύ ως πασατέμπο. Η στήριξη της τιμής του προϊόντος, όσο διάστημα η Ε.Ε. ήταν ελλειμματική σε ελαιούχους σπόρους και η διάδοση κατάλληλων ποικιλιών συνέβαλαν στην επέκταση της καλλιέργειας. Σήμερα ο ηλίανθος (*Helianthus annuus*), καλλιεργείται στη χώρα μας, με κύριο σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοντίζελ), βάσει της κοινοτικής οδηγίας 2030/30ΕΚ, που προωθεί την διείσδυση των βιοκαυσίμων, ως ανανεώσιμα καύσιμα, με στόχο την σταδιακή υποκατάσταση του συνολικού ντίζελ κατά 5,75% το 2010 και 10% το 2020. Παρόμοιες ενέργειες έχουν γίνει και για άλλα ελαιοδοτικά φυτά (Giannoulis et al., 2011). Η συνολική έκταση, ύστερα από ανοδική πορεία (έφθασε το 1 εκ. στρ. το 1987) μειώθηκε γρήγορα στα 150-200 χιλ. στρ. περίπου, γιατί μειώθηκαν οι επιδοτήσεις και επιβλήθηκε συνυπευθυνότητα. Η πρώτη σημαντική αύξηση της καλλιεργήσιμης έκτασης σημειώθηκε το 2009, ενώ από το 2010 και μετά η έκταση

αυτή σταθεροποιήθηκε στις 650-700χιλ.στρ. σε πανελλήνιο επίπεδο, καλλιεργούμενος κυρίως στη Β. Ελλάδα, με κυριότερες περιοχές παραγωγής τους Νομούς Έβρου (50% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων), Σερρών, Ξάνθης και Δράμας. Το είδος *H. anuus* καλλιεργείται κυρίως στην Ανατολική Μακεδονία και στη Θράκη σε έκταση 40 έως 50 χιλιάδων στρεμμάτων σύμφωνα με στοιχεία του 2002. Η εδραίωση της άποψης ότι έλαια πλούσια σε πολυακόρεστα, όπως το ηλιέλαιο, υπερέχουν από διαιτητικής απόψεως και ως προς την αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επέκταση της καλλιέργειας, ιδιαιτέρως σε ξηρικές εκτάσεις (απόδοση 150 kg/στρ.), γιατί με τα υπάρχοντα στοιχεία ο ποτιστικός ηλίανθος (απόδοση 300 kg/στρ.) δεν μπορεί να ανταγωνιστεί άλλες ποτιστικές καλλιέργειες (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966, Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993). Το 2010 καλλιεργήθηκαν 540.000 στρ. με μέση απόδοση 172 kg/στρ. (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), και το 2012 700.000 στρ. Η σταθερότητα του ηλίανθου και η προτίμησή του από τους παραγωγούς οφείλεται στην προσαρμοστικότητα που δείχνει σε ποικίλους τύπους εδαφών, όπου με χαμηλές εισροές (άρδευση, λίπανση) μπορεί να πετύχει ικανοποιητικές αποδόσεις, που συνοδεύονται από ανάλογες τιμές (0,35-0,42ευρώ ανά κιλό), που διέπονται από καθεστώς συμβολαιακής γεωργίας. Επίσης η καλλιέργεια του ηλίανθου προσφέρει στη χώρα μας σημαντικές ποσότητες ζωοτροφής (ηλιάλευρο). Σε γενικές γραμμές υπολογίζεται ότι τα έξοδα της καλλιέργειας είναι περίπου 50-60ευρώ/στρ. (σπόρος, λίπασμα, ζιζανιοκτονία, άρδευση, καλλιεργητικές εργασίες), ενώ τα έσοδα από μια καλλιέργεια που αποδίδει 400 kg/στρ. είναι 140ευρώ/στρ. (0,35ευρώ/κιλό)

1.11.1. Ο ηλίανθος στη Θεσσαλία

Στη Θεσσαλία και πιο συγκεκριμένα στον Νομό Λάρισας ο ηλίανθος Λάρισας άρχισε να καλλιεργείται εντατικά το 2009 με μια έκταση περίπου 3.000 στρεμμάτων που το 2011 ανερχόταν στα 8.500 στρέμματα. Η στροφή στην καλλιέργεια ηλιόσπορου παρατηρείται στο Δέλτα του Πηνειού και κυρίως στον δήμο Τεμπών, από τους παραγωγούς που συνήθως παρήγαγαν δημητριακά, αν και η αρχή έγινε από την επαρχία Φαρσάλων. Το 2011 η προτίμηση των αγροτών ήταν χαρακτηριστική (αύξηση 80% σε σχέση με πέρυσι), φτάνοντας σε σημείο να παραμεριστεί η καλλιέργεια σιτηρών, παρά την ελκυστική τιμή που καταγράφουν αυτά στη διεθνή αγορά, καθώς ο ηλιόσπορος στηρίζεται στη συμβολαιακή γεωργία και εξασφαλίζει

στον παραγωγό βέβαιο και σταθερό εισόδημα. Η τιμή πώλησης του προϊόντος διαμορφώθηκε το 2011 στα 42,5 λεπτά, την στιγμή που το κόστος παραγωγής ανέρχεται από 80-100 ευρώ ανά στρέμμα για τη Θεσσαλία. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από τα στοιχεία της Διεύθυνσης Αγροτικής Ανάπτυξης και Οικονομίας της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας: Το 2011 υπογράφηκαν 274 συμβάσεις για 8.284 στρέμματα, ενώ το 2010, 112 συμβάσεις για 3280 στρ. Η παραγωγή το 2009 ήταν 378 κιλά ανά στρέμμα και το 2010 314 κιλά ανά στρέμμα. Ο μέσος όρος στρεμματικής απόδοσης υπολογίζεται τα 350 κιλά. Η παραγωγή ηλίανθου στη Θεσσαλία προορίζεται κυρίως για την παρασκευή ηλιέλαιου και για ενεργειακούς λόγους (βιοκαύσιμο).

1.12. Σκοπός εργασίας

Ο Ηλίανθος αποτελεί ένα φυτό με μεγάλη οικονομική και οικολογική σημασία τόσο παγκοσμίως όσο και για την χώρα μας. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε σκόπιμη η καλλιέργειά του σε πειραματικό αγρό με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων και την σύγκριση τους με τα ήδη υπάρχοντα βιβλιογραφικά δεδομένα. Σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν η μελέτη της αύξησης και της ανάπτυξης του ηλίανθου κάτω από τρία διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και τρία επίπεδα λίπανσης στην περιοχή της Λάρισας και συγκεκριμένα στις Νέες Καρυές Λάρισας. Με τη βοήθεια στατιστικού προγράμματος εξήχθησαν συγκεκριμένα συμπεράσματα, η ερμηνεία των οποίων εξηγεί την επίδραση τόσο της άρδευσης όσο και της λίπανσης στην αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικό σχέδιο

Για τους σκοπούς της μελέτης πραγματοποιήθηκε πείραμα αγρού στις Νέες Καρυές στην περιοχή της Λάρισας. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε χάραξη του πειραματικού αγρού για τυχαιοποίηση των μεταχειρίσεων του πειράματος. Το συγκεκριμένο πειραματικό σχέδιο (Σχήμα 2.1), είναι ένα παραγοντικό υποδιαμεμένων τεμαχίων split-plot σχέδιο, με δύο παράγοντες:

- Άρδευση (κύριος παράγοντας), και
- Λίπανση.

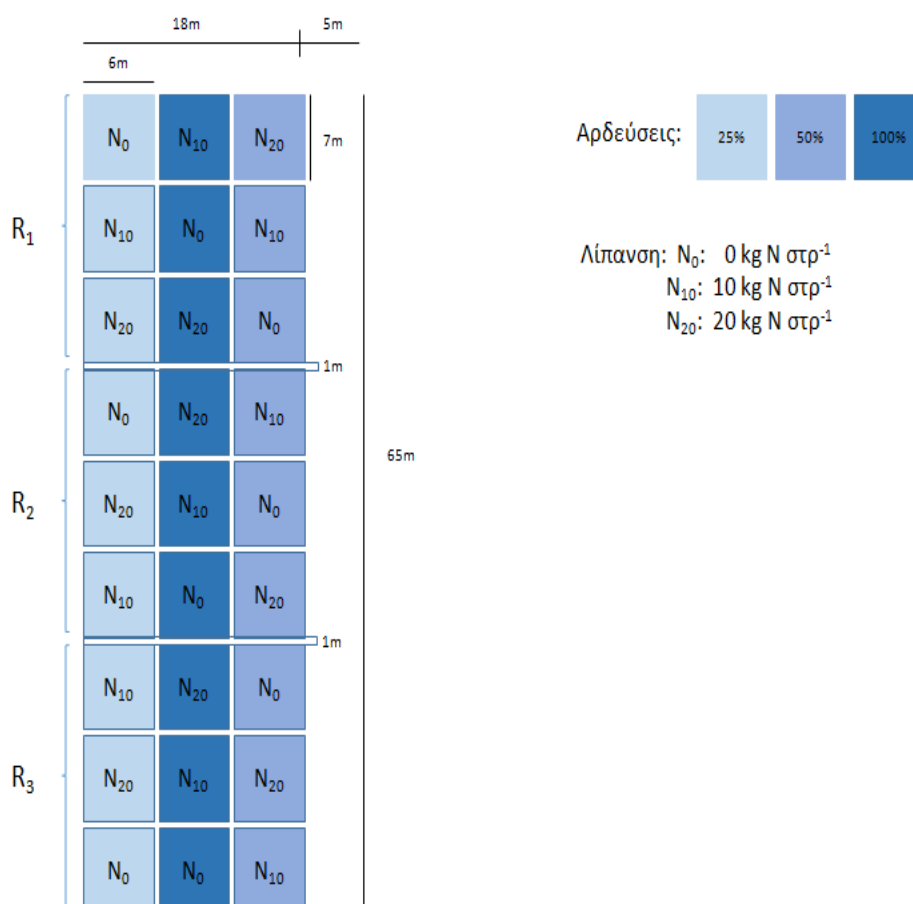
Τόσο ο παράγοντας της άρδευσης όσο και της λίπανσης περιελάμβαναν τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Συγκεκριμένα:

Άρδευση: I100=100%, I50=50% και I25=25% της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας.

Λίπανση: N0=0 kg N/ στρ., N10=10 kg N/ στρ. και N20=20 kg N/ στρ.

Κάθε πειραματικό τεμάχιο διέθετε εμβαδό 42 m².

Παρακάτω φαίνεται η απεικόνιση του πειραματικού σχεδίου:



Σχήμα 2.1. Απεικόνιση του πειραματικού σχεδίου.

2.2. Εργασίες Αγρού

Το φθινόπωρο, πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, πραγματοποιήθηκε όργωμα με βαθύ άροτρο. Την άνοιξη, πραγματοποιήθηκε πέρασμα με καλλιεργητή για αντιμετώπιση των ζιζανίων. Έπειτα, έγινε ισοπέδωση με καλλιεργητή και ταυτόχρονα ψιλοχωμάτισμα ώστε να απομακρυνθούν οι σβόλοι του εδάφους και να επιτευχθεί ομοιομορφία στο έδαφος. Πριν τη σπορά χορηγήθηκαν στο αγροτεμάχιο 5 μονάδες N, P, και K. Να σημειωθεί εδώ ότι στα πειραματικά υποτεμάχια με μεταχείριση το 0 kg N/στρ. χορηγήθηκε λίπανση 5 μονάδες P και K μόνο. Η υπόλοιπη αζωτούχος λίπανση χορηγήθηκε στη καλλιέργεια λίγο πριν την άνθηση. Στη συνέχεια του πειράματος, έγινε σπορά του ηλίανθου με πνευματική σπαρτική μηχανή Gaspardo, ρυθμιζόμενη ανάλογα με τις διαστάσεις του σπόρου. Συγκεκριμένα, το βάθος σποράς ήταν 3 cm, με αποστάσεις φύτευσης τα 0,75 m μεταξύ των γραμμών και 0,21 m επάνω στη γραμμή. Χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο PR64LE19. Μετά τη σπορά, εφαρμόστηκε άρδευση με καταιονισμό για το ομοιόμορφο φύτρωμα του σπόρου. Ο πληθυσμός των φυτών ήταν περίπου 6300 φυτά/στρ. ενώ για τη σπορά χρειάστηκαν 300 με 350 gr σπόρου/στρ. Στο στάδιο των 4 φύλλων, λόγω της ύπαρξης ζιζανίων, έλαβε χώρα ζιζανιοκτονία με εκλεκτικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο εμπορικής ονομασίας Granstar 50 SG με δραστική ουσία tribenuron-methyl 50 % β/β, καθαρότητας 95 % . Η χορηγούμενη δόση του σκευάσματος ήταν 3,7 gr συσκευάσματος/στρ. σε συνδυασμό με λάδι διαβροχής και χορηγούμενη δόση περίπου 125 ml/στρ. Σχετικά με την άρδευση, πραγματοποιήθηκαν εβδομαδιαίες αρδεύσεις και συνολικά εφαρμόστηκαν 463mm νερού στη μεταχείριση II και αναλογικά στις άλλες μεταχειρίσεις άρδευσης. Η άρδευση πραγματοποιήθηκε με στάγδην άρδευση αντλώντας νερό από γεώτρηση. Οι θετικές επιδράσεις της άρδευσης με σταγόνα έχει μελετηθεί εκτενέστερα από τη Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη κ.α. (2013).

Η ανάπτυξη της καλλιέργειας μελετήθηκε με πέντε (5) δειγματοληψίες – κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Συγκεκριμένα οι δειγματοληψίες έγιναν κατά τις εξής ημερομηνίες:

- Πρώτη δειγματοληψία έγινε στις 28/06/2013,
- Δεύτερη δειγματοληψία έγινε στις 19/07/2013,
- Τρίτη δειγματοληψία έγινε στις 05/08/2013,
- Τέταρτη δειγματοληψία έγινε στις 03/09/2013

- Πέμπτη δειγματοληψία έγινε στις 24/09/2013 που συνέπεσε με τη συγκομιδή του ηλίανθου.

Η δειγματοληψία περιελάμβανε την κοπή φυτών εμβαδού 1,5 m² πάνω στις γραμμές δειγματοληψίας. Αμέσως μετά την κοπή τους, υπολογίστηκε το χλωρό βάρος του δείγματος με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας που ήταν τοποθετημένος στο αγροτεμάχιο. Στη συνέχεια, όλα τα φυτά του έκαστου δείγματος τοποθετήθηκαν σε σακούλες για την ασφαλή μεταφορά τους στο εργαστήριο.

2.3. Εργαστηριακές μετρήσεις

Στο εργαστήριο, κάθε δείγμα ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας. Στη συνέχεια λήφθηκε από το κάθε δείγμα ένα υπόδειγμα (τρία ενδεικτικά φυτά) το οποίο ζυγίστηκε εκ νέου.

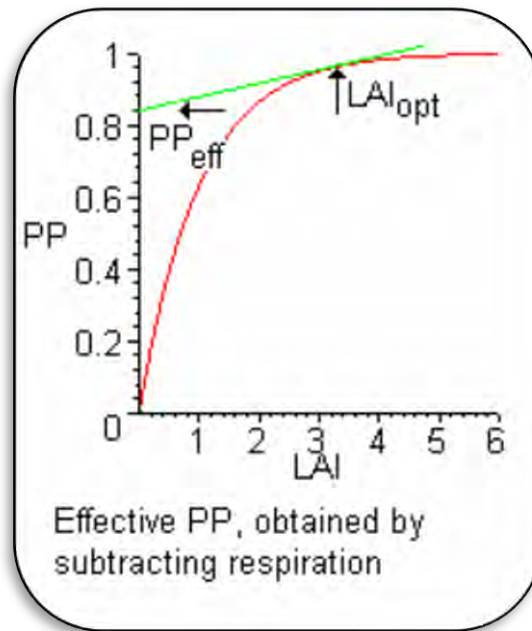
Τα τρία ενδεικτικά φυτά διαχωρίστηκαν σε φύλλα, βλαστούς, μίσχους και καρποφόρα όργανα (ανάλογα με το στάδιο της δειγματοληψίας). Αφού, έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες. Τα φυτικά μέρη του κάθε υποδείγματος τοποθετήθηκαν με τις σακούλες σε κλίβανο θερμού αέρα στους 75°C όπου αφέθηκαν μέχρι την απόκτηση σταθερού βάρους. Το ξηρό βάρος των επιμέρους φυτικών οργάνων ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας και έγινε καταγραφή των μετρήσεων (ανά μεταχείριση και επανάληψη). Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβανόταν σε όλες τις δειγματοληψίες που έλαβαν χώρα.

Στις κοπές που υπήρχαν μόνο χλωρά φύλλα η αποξήρανση έγινε με τον παραπάνω τρόπο. Στις κοπές στις οποίες υπήρχαν και ξηρά φύλλα, μετρήθηκε απευθείας το ξηρό βάρος αυτών χωρίς να υπάρχει επιπλέον ξήρανση στον κλίβανο. Στη τελευταία κοπή όπου οι κεφαλές είχαν ωριμάσει, αφαιρέθηκε προσεκτικά ο σπόρος από τη κεφαλή, ελήφθησαν οι απαιτούμενες εργαστηριακές μετρήσεις και συλλέχθηκε σε ξεχωριστές, μικρότερες σακούλες. Έπειτα, ακολούθησαν, διαδικασίες της αποξήρανσης τόσο για το σπόρο όσο και για τις κεφαλές.



Εικόνα 2.1. Αφαίρεση σπόρων ηλιάνθου από τη κεφαλή κατά την συγκομιδή (προσωπικό αρχείο πειράματος).

Λήφθηκε, επίσης, μέτρηση που περιελάμβανε τον υπολογισμό της φυλλικής επιφάνειας (Δ.Φ.Ε.) για κάθε δείγμα. Η φυλλική επιφάνεια εκφράζεται με τον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας ο οποίος ισούται με τη συνολική επιφάνεια της μιας πλευράς των φύλλων ανά μονάδα εδάφους. Ο Δ.Φ.Ε. εκφράζει και την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα (Σχήμα 2.). Οι άλλες φωτοσυνθέτουσες επιφάνειες του φυτού δε λαμβάνονται υπ' όψιν για τον υπολογισμό της φωτοσύνθεσης διότι πρακτικά αποτελούν ένα μικρό ποσοστό της συνολικής φωτοσύνθεσης. Η τιμή του Δ.Φ.Ε. αυξάνει από το φύτευμα μέχρι ενός ορίου του ώριμου φυτού και η αύξηση αυτή συνδέεται εποχιακά με τον ρυθμό αύξησης και βλαστικής ανάπτυξης των φυτών. Οι περισσότερες καλλιέργειες έχουν δείκτη φυλλικής επιφάνειας που κυμαίνεται από 2 έως 6. Άριστος είναι ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας με τον οποίο επιτυγχάνεται το μέγιστο της παραγωγικότητας.



Σχήμα 2. Χαρακτηριστικό διάγραμμα (Δ.Φ.Ε)

(http://en.wikipedia.org/wiki/File:LAI_Respiration)

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) συνδέεται με την ειδική φυλλική επιφάνεια (Ε.Φ.Ε.) με την εξίσωση:

$$\Delta.Φ.Ε. = \Xi.Β.Φ. \times Ε.Δ.Ε / 1000$$

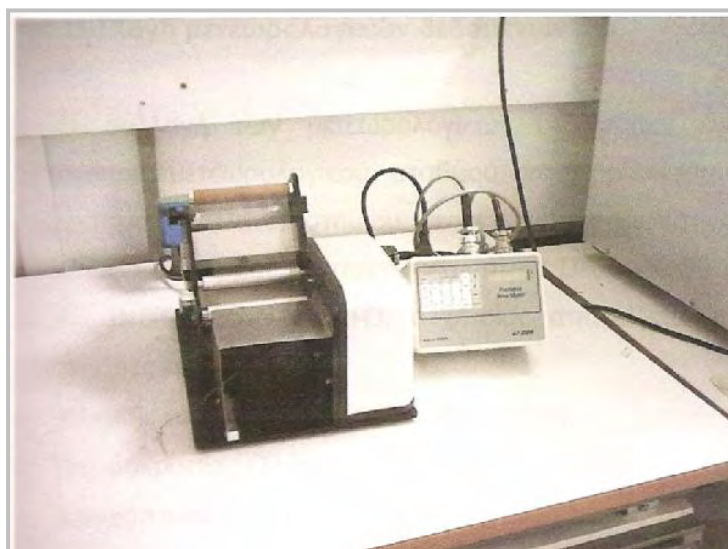
όπου $\Xi.Β.Φ.$ είναι το ξηρό βάρος των (πράσινων) φύλλων (kg/στρέμμα).

Ο υπολογισμός του Δ.Φ.Ε. έγινε με βάση την παραπάνω εξίσωση και η τιμή του Δ.Φ.Ε. εκφράζεται σε m^2 επιφάνειας φύλλων/ m^2 επιφάνειας εδάφους.

Από κάθε υπόδειγμα επιλέχθηκαν τα φύλλα και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος ξεχωριστά με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας. Στη συνέχεια, μετρήθηκε η φυλλική τους επιφάνεια και κατόπιν τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για ξήρανση στους $75\text{ }^\circ\text{C}$ μέχρι να αποκτήσουν σταθερά βάρη. Μετά την ξήρανση μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Η επιφάνεια των χλωρών φύλλων μετρήθηκε με τη βοήθεια του αυτόματου μετρητή φύλλων (leaf area meter). Το σύστημα αποτελείται από:

- ▶ Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και αποτελείται από την οθόνη, τα πλήκτρα του υπολογιστή και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με τα παράπλευρα όργανα.
- ▶ Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.
- ▶ Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyer με πλαστική διάφανη ζώνη η οποία περιστρέφεται βοηθώντας τη διέλευση των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης, για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας.



Εικόνα : Το σύστημα LI-COR στο εργαστήριο Γεωργίας.

Τα τρία αυτά όργανα συνδέονται μεταξύ τους και το όλο σύστημα αποτελεί μια ηλεκτρονική μέθοδο υπολογισμού κατά προσέγγιση της φυλλικής επιφάνειας.

Πριν από τη χρήση του ανωτέρω συστήματος για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας έγινε βαθμονόμηση του LI-COR με τη βοήθεια δυο μεταλλικών δίσκων εμβαδού 50 και 10 cm² που το συνοδεύουν έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια μέτρησης.

Το LI-COR έχει τη δυνατότητα μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας, του μήκους, του πλάτους και του συνολικού πλάτους των φύλλων. Οι μετρήσεις αποθηκεύονται στο LI-COR και μπορούν να μεταφερθούν σε Η/Υ ή σε εκτυπωτή.

Εφαρμογή: Αφού τοποθετήθηκε κατάλληλα η κεφαλή σάρωσης μέσα στο LI-3050A έγινε η σύνδεση με το LI-COR. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν πάνω στην περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή έτσι ώστε να είναι παράλληλα με τη ζώνη και να μη διπλώνουν. Μόλις αυτά περνούσαν μέσα από την κεφαλή σάρωσης το LI-COR παρείχε τις ενδείξεις. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για όλα τα επιλεγμένα φύλλα από κάθε υπόδειγμα. Οι μεμβράνες πάνω στις οποίες τοποθετούσαν τα φύλλα για να μετρηθεί η φυλλική τους επιφάνεια ήταν πάντοτε καθαρές ώστε να μην επηρεάζεται το αποτέλεσμα.

Συγκεντρωτικά οι μετρήσεις περιελάμβαναν:

- Μήκος φυτού,
- Αριθμός φύλλων,
- Συνολικό χλωρό βάρος,
- Χλωρό βάρος φύλλων,
- Χλωρό βάρος βλαστών,
- Χλωρό βάρος μίσχων,
- Χλωρό βάρος καρποφόρων οργάνων,
- Βάρος νωπών σπόρων,
- Ξηρό βάρος φύλλων,
- Ξηρό βάρος βλαστών,
- Ξηρό βάρος μίσχων,
- Ξηρό βάρος καρποφόρων οργάνων,
- Βάρος σπόρων έπειτα από ξήρανση,

Οι παραπάνω μετρήσεις αφορούν σε δειγματοληψία εμβαδού 1,5 m². Μετά τη συλλογή τους έγινε αναγωγή στη μονάδα του τετραγωνικού μέτρου. Οι τιμές, παρουσιάζονται σε g/ m² που αντιστοιχούν σε kg/ στρέμμα.

2.4. Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων

Η συλλογή των μετεωρολογικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται εγκατεστημένος αγρού στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο μετεωρολογικός σταθμός περιλαμβάνει καταγραφέα τύπου DATAHOG2 SERIES της εταιρίας SKYE INSTRUMENTS LTD, ο οποίος απαρτίζεται από τους παρακάτω αισθητήρες μέτρησης:

- Ηλιακής ακτινοβολίας (PYRANOMETER)
- Θερμοκρασίας (THERMISTORS)
- Βροχόπτωσης (ARG 100)
- Ταχύτητας ανέμου (THIES CLIMA)



Ο καιρός στην περιοχή ήταν αίθριος με υψηλές θερμοκρασίες και δεν παρατηρήθηκαν βροχές. Η μέγιστη θερμοκρασία της περιοχής κυμαίνονταν στους 38 °C και η ελάχιστη στους 27 °C. Βροχόπτωση δεν υπήρξε σημαντική. Μόνο τον Ιούλιο μήνα έπεσαν περί τα 7 mm βροχής.

2.5. Αρδεύσεις

Οι αρδεύσεις πραγματοποιήθηκαν σε εβδομαδιαία βάση και η ποσότητα άρδευσης ήταν ανάλογη της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας. Η εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με βάση τις εξισώσεις των Penman Monteith όπως περιγράφονται στο Food and Agriculture Organization (FAO) Drainage and Irrigation Paper 56. Τα ημερήσια μετεωρολογικά δεδομένα που απαιτούνται από τις εξισώσεις, είναι:

- Ημερήσια θερμοκρασία αέρα
- Σχετική υγρασία αέρα,
- Ολική ακτινοβολία
- Ταχύτητα ανέμου
- Υψόμετρο της περιοχής.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω μεταβλητές υπολογίστηκε η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_0 , η οποία ορίζεται ως ο ρυθμός εξάτμισης από μια υποθετική καλλιέργεια αναφοράς ύψους 0,12 m, δηλαδή συνθήκες εξατμισοδιαπνοής παρόμοιες με αυτές μια καλλιέργειας γρασιδιού ύψους 8-12 cm.

Από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_0 υπολογίστηκε η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ET_c με την χρήση του συντελεστή καλλιέργειας K_c ο οποίος αντιπροσωπεύει τις διαφορές στη φυτοκόμη κάθε καλλιέργειας. Η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας με την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς συνδέονται με την παρακάτω σχέση.

$$ET_c = ET_0 * K_c$$

Από το φύτευμα ως το κλείσιμο της φυλλοστοιβάδας ο συντελεστής K_c είχε την τιμή 0,35 και μετέπειτα την τιμή 1,15. Ο τιμές αυτές για τον ηλιάνθο ελήφθησαν από το FAO 56 Drainage and Irrigation Paper όπως προαναφέρθηκε.

Η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας υπολογίστηκε κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στα 445mm και εφαρμόστηκαν 462mm στην I100, 231 στην I50 και 131 στην I25 μεταχείριση. Το σχεδιάγραμμα 2.2 δείχνει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας και τη συνολική άρδευση που εφαρμόστηκε στη μεταχείριση I100.



Σχήμα 2.2. Ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό και συνολική άρδευση που εφαρμόστηκε στη μεταχείριση I100

2.6. Στατιστική ανάλυση

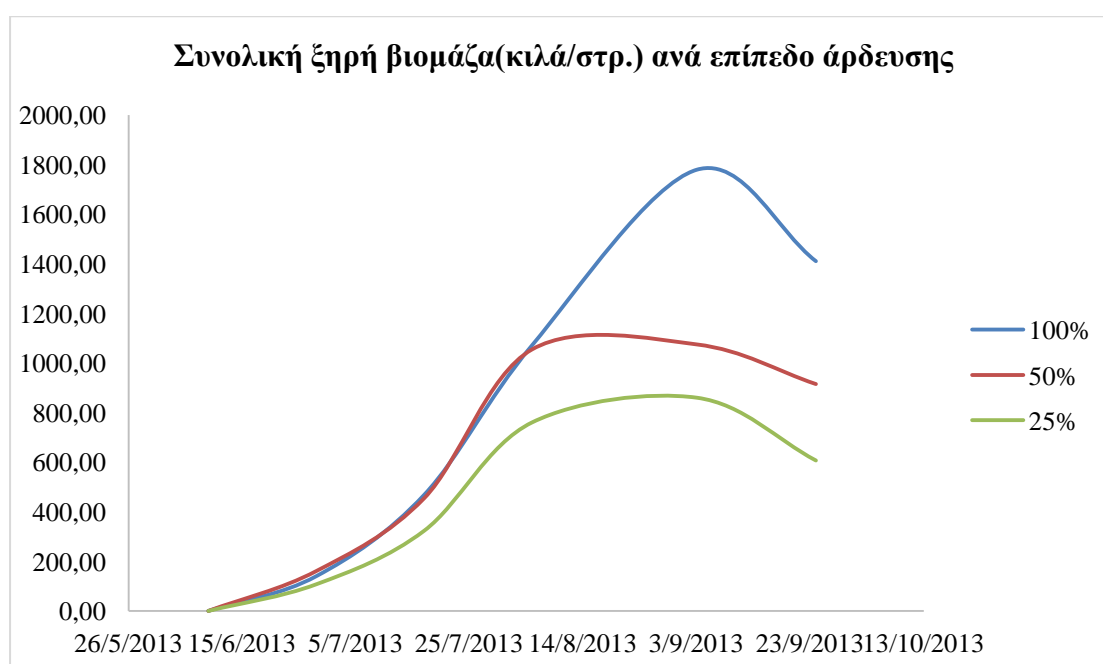
Για την ανάλυση και μελέτη των αποτελεσμάτων έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA). Χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο SPSS και το λογιστικό Microsoft – Excel.

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για τον προσδιορισμό στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων των μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν. Χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) μεταξύ των επιπέδων.

3. Αποτελέσματα

3.1. Ξηρή Βιομάζα Ηλίανθου

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας για κάθε άρδευση. Παρατηρείται διαφοροποίηση τόσο στη μέγιστη ξηρή βιομάζα όσο και στην τελική. Το ποσό της μέγιστης συνολικής ξηρής βιομάζας διαφέρει με το ποσό της τελικής συνολικής ξηρής βιομάζας κυρίως λόγω πτώσης των φύλλων αλλά και μείωσης της βιομάζας των βλαστών λόγω αναπνοής και φυσιολογικής ωρίμανσης του καρπού. Αφενός παρατηρείται πτώση των φύλλων, αφετέρου το φυτό συνεχίζει τις βιολογικές του δραστηριότητες. Η πρώτη μεταχείριση της άρδευσης, I100, εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I100 είχε 65% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I50 και 100% μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25. Η μεταχείριση I50 είχε 25% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25.



Οι παραπάνω διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων της άρδευσης επιβεβαιώνονται με βάση τη στατιστική ανάλυση στη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε τόσο στις 03/09/2013 όσο και στις 24/09/2013. Όσον αφορά στις 03/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική στατιστική διαφορά ($\text{sig} < 0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη συνολική ξηρή βιομάζα (Πίνακας 3.1). Η μεταχείριση I100 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I50 και I25 δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.2). Ομοίως, και για τις 24/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική

διαφορά ($\text{sig} < 0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη συνολική ξηρή βιομάζα (Πίνακας 3.3). Κάθε μεταχείριση διαφέρει με την άλλη στατιστικώς σημαντικά (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.1. Επίδραση της άρδευσης στο συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4165395,438	2	2082697,719	26,584	,000
Within Groups	1880235,544	24	78343,148		
Total	6045630,982	26			

Πίνακας 3.2. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (03/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3,00	9	859,9267	
2,00	9	1075,6100	
1,00	9		1779,7678
Sig.		,115	1,000

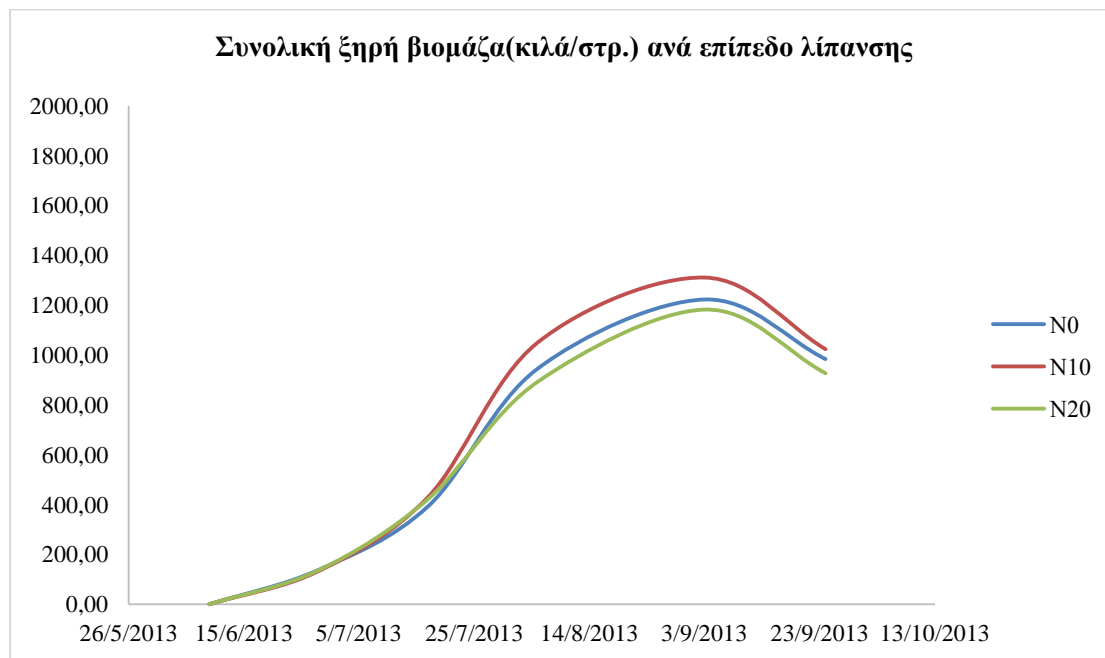
Πίνακας 3.3. Επίδραση της άρδευσης στο συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας (24/09/2013).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2962839,041	2	1481419,521	30,339	,000
Within Groups	1171894,436	24	48828,935		
Total	4134733,477	26			

Πίνακας 3.4. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (24/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3,00	9	606,7678		
2,00	9		915,6722	
1,00	9			1411,0200
Sig.		1,000	1,000	1,000

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας για κάθε λίπανση. Στο διάγραμμα αυτό, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση τόσο στη μέγιστη ξηρή βιομάζα όσο και στην τελική.



Η απουσία διαφοροποίησης μεταξύ των τριών επιπέδων της λίπανσης επιβεβαιώνεται με βάση τη στατιστική ανάλυση για τις δειγματοληψίες στις 03/09/2013 και 24/09/2013. Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} > 0,05$), επομένως η λίπανση δεν επέδρασε σημαντικά στη συνολική ξηρή βιομάζα (Πίνακας 3.5, 3.6). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην υπάρχουσα αυξημένη γονιμότητα του εδάφους όπου διεξήχθη το πείραμα.

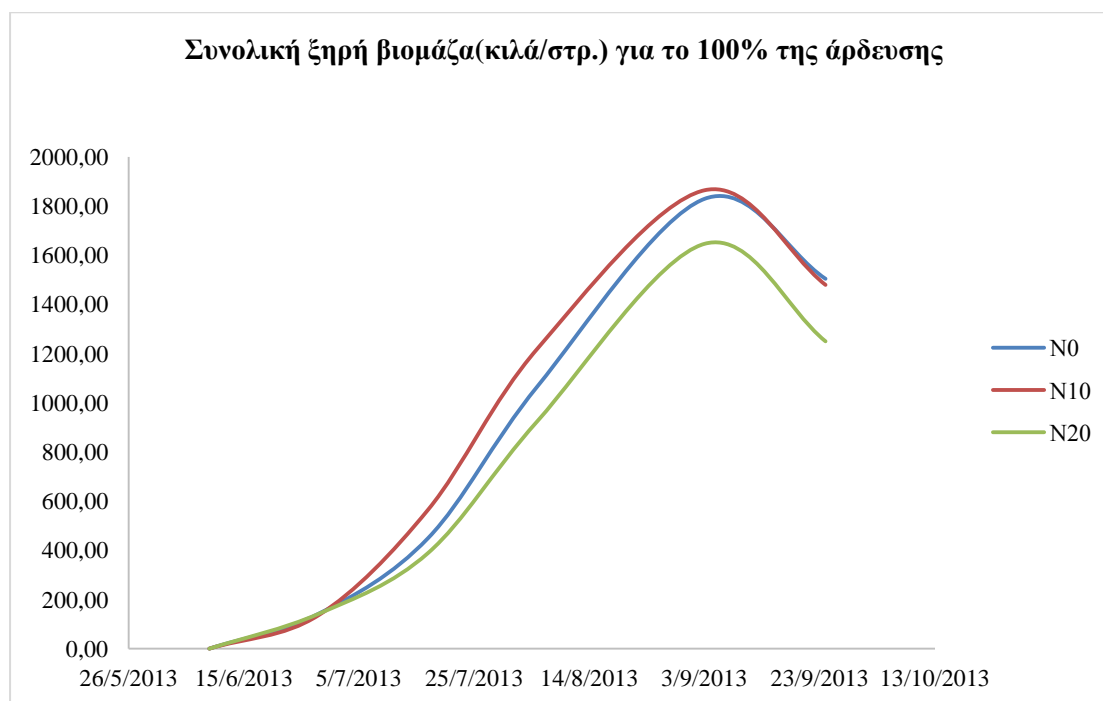
Πίνακας 3.5. Επίδραση της λίπανσης στο συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας (03/09/2013).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	76615,310	2	38307,655	,154	,858
Within Groups	5969015,672	24	248708,986		
Total	6045630,982	26			

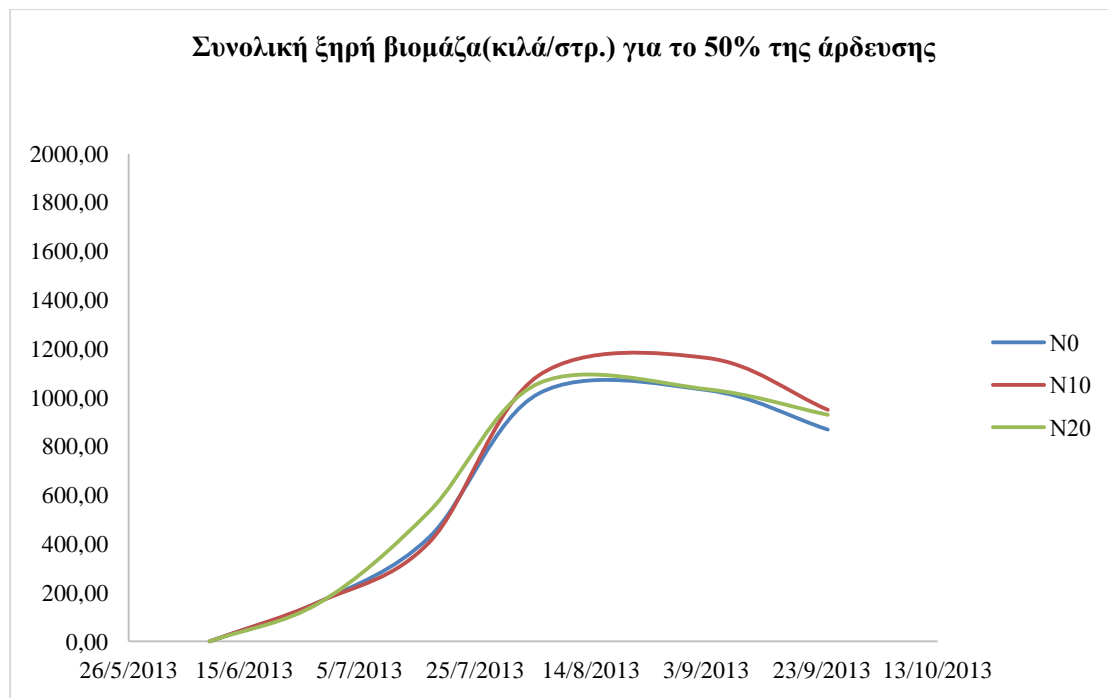
Πίνακας 3.6. Επίδραση της λίπανσης στο συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας (24/09/2013).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41606,388	2	20803,194	,122	,886
Within Groups	4093127,090	24	170546,962		
Total	4134733,477	26			

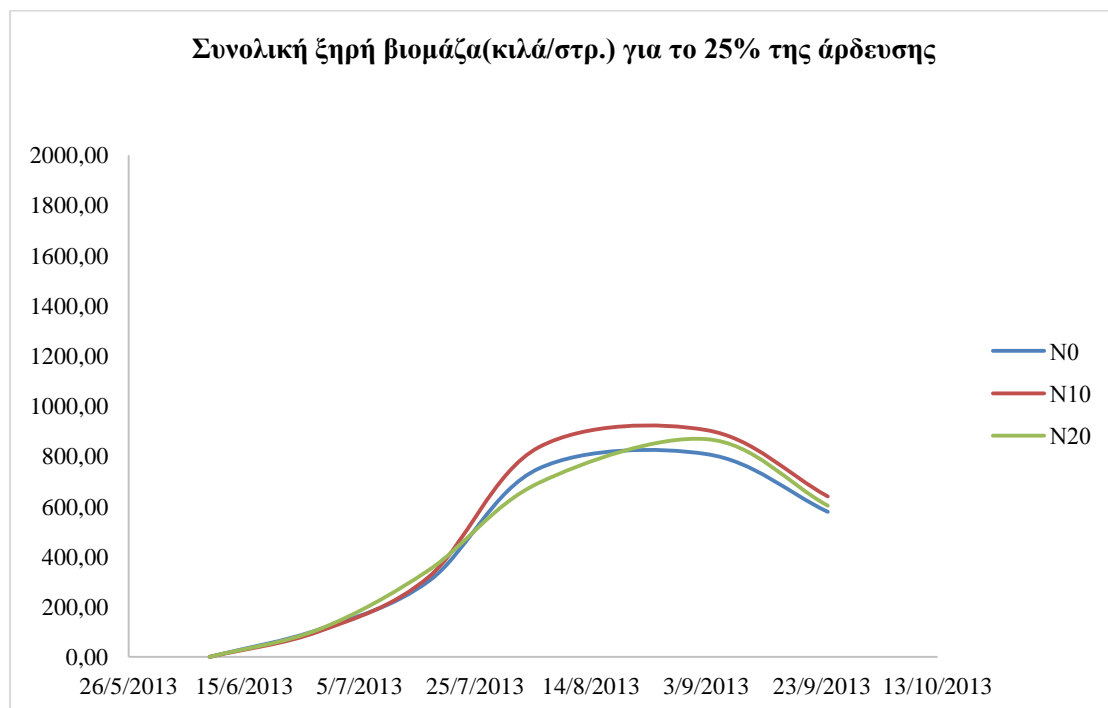
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας για το 100% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν προκύπτει διαφοροποίηση τόσο στη μέγιστη ξηρή βιομάζα όσο και στην τελική.



Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας για το 50% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Ομοίως με το παραπάνω διάγραμμα, δεν προκύπτει κάποια διαφοροποίηση τόσο στη μέγιστη ξηρή βιομάζα όσο και στην τελική.

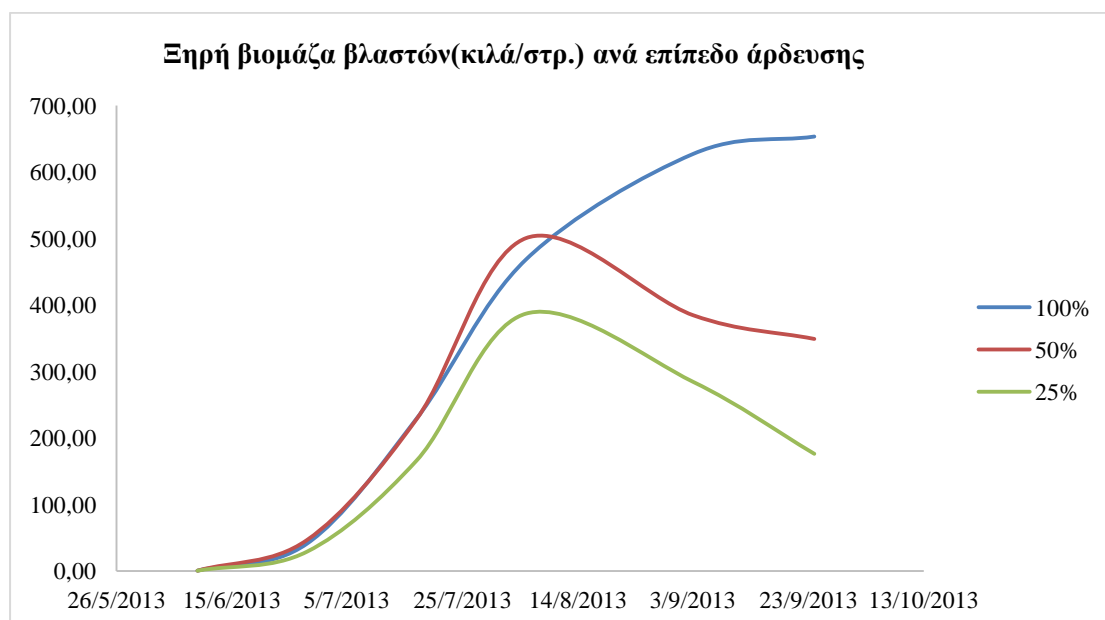


Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται το συνολικό ποσό της ξηρής βιομάζας για το 25% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Όπως προαναφέρθηκε και για τα δύο παραπάνω διαγράμματα, που αφορούν στις μεταχειρίσεις I100 και I50, δεν προκύπτει διαφοροποίηση τόσο στη μέγιστη ξηρή βιομάζα όσο και στην τελική.



3.2. Ξηρή Βιομάζα Βλαστών

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των βλαστών για κάθε άρδευση. Συγκεκριμένα, η βιομάζα αυξάνονταν μέχρι ενός μεγίστου και μετά παρουσίασε πτώση εκτός της περίπτωσης I100 όπου η βιομάζα σταθεροποιήθηκε σε ένα μέγιστο. Επιπρόσθετα, η πρώτη μεταχείριση της άρδευσης, I100, εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρή βιομάζα βλαστών σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I100 εμφάνισε περίπου 30% μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I50 και 68% μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25. Η μεταχείριση I50 είχε 29% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25.



Οι παραπάνω διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων της άρδευσης επιβεβαιώνονται με βάση τη στατιστική ανάλυση στη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 03/09/2013 και στις 24/09/2013. Όσον αφορά στις 03/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig}<0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των βλαστών (Πίνακας 3.7). Η μεταχείριση I100 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I50 και I25 δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους(Πίνακας 3.8). Ομοίως, για τις 24/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig}<0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των βλαστών(Πίνακας 3.9). Κάθε μεταχείριση διαφέρει με την άλλη στατιστικώς σημαντικά(Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.7. Επίδραση της άρδευσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	560194,802	2	280097,401	20,708	,000
Within Groups	324619,108	24	13525,796		
Total	884813,910	26			

Πίνακας 3.8. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (03/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3,00	9	284,2378	
2,00	9	384,2933	
1,00	9		627,2800
Sig.		,080	1,000

Πίνακας 3.9. Επίδραση της άρδευσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (24/09/2013).

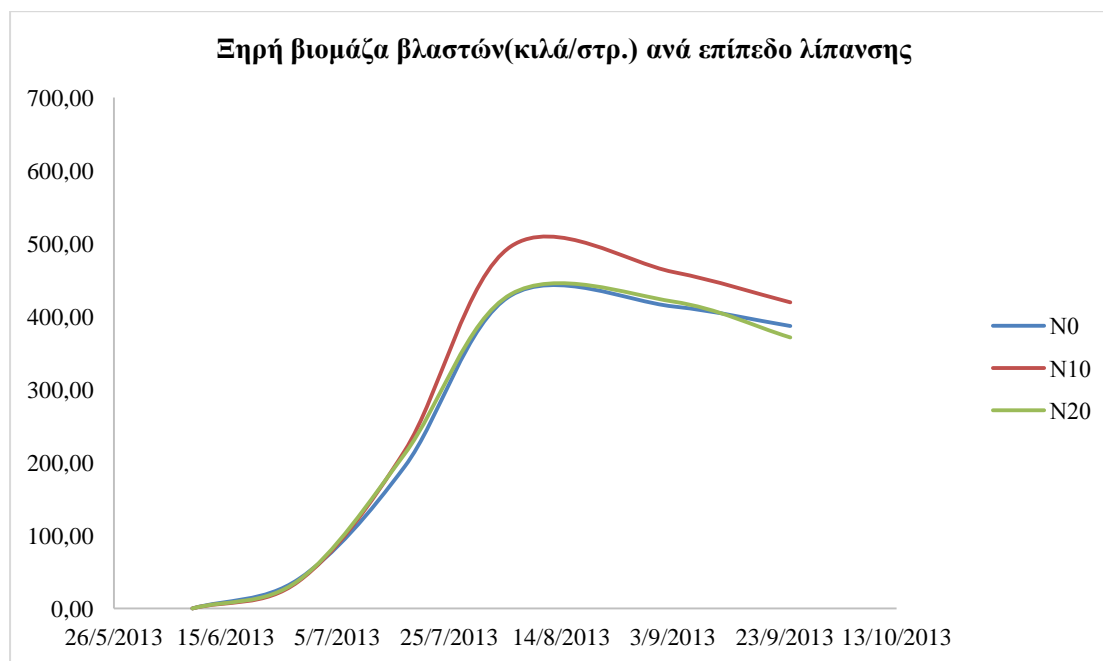
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1051396,485	2	525698,243	34,323	,000
Within Groups	367589,374	24	15316,224		
Total	1418985,859	26			

Πίνακας 3.10. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (24/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3,00	9	176,0256		
2,00	9		348,7178	
1,00	9			653,3522
Sig.		1,000	1,000	1,000

Ακολουθεί το διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των βλαστών για κάθε λίπανση. Στη περίπτωση αυτή, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στο ποσό της ξηρής βιομάζας των βλαστών όπως ακριβώς συνέβη και με τη συνολική ξηρή βιομάζα για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μεταχείριση N10 εμφανίζει μια μικρή αύξηση από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις που ωστόσο δεν κρίνεται ως στατιστικώς σημαντική διαφορά. Τέλος, η βιομάζα των βλαστών

αυξάνονταν μέχρι ενός μεγίστου και μετά παρουσίασε πτώση και για τα τρία επίπεδα λίπανσης.



Η απουσία διαφοροποίησης μεταξύ των τριών επιπέδων της λίπανσης επιβεβαιώνεται με βάση τη στατιστική ανάλυση για τις δειγματοληψίες στις 03/09/2013 και 24/09/2013. Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} > 0,05$), επομένως η λίπανση δεν επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των βλαστών (Πίνακας 3.11, 3.12). Το γεγονός αυτό, όπως προαναφέρθηκε, οφείλεται στην υπάρχουσα αυξημένη γονιμότητα του εδάφους.

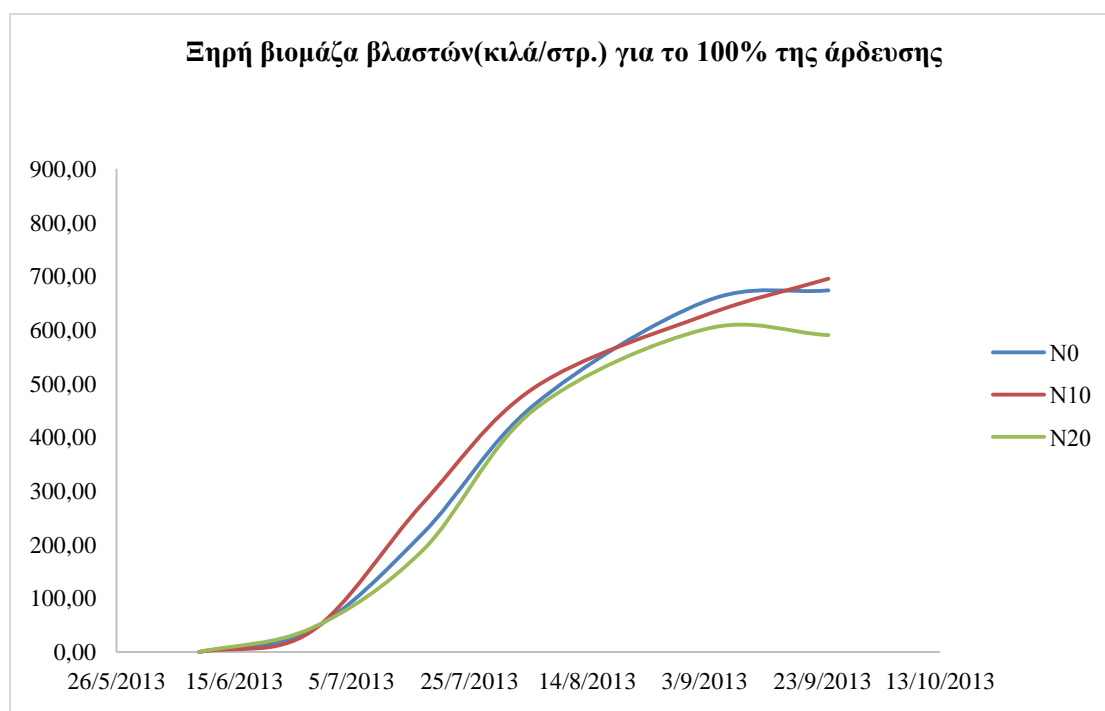
Πίνακας 3.11. Επίδραση της λίπανσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11805,593	2	5902,796	,162	,851
Within Groups	873008,317	24	36375,347		
Total	884813,910	26			

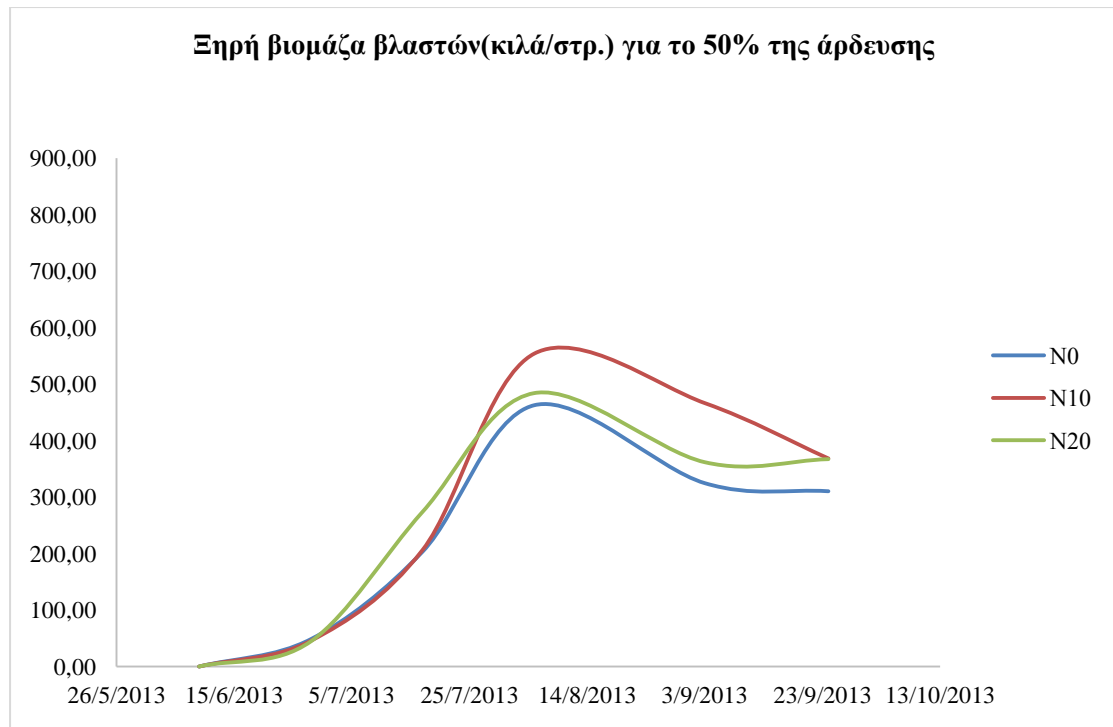
Πίνακας 3.12. Επίδραση της λίπανσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (24/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10864,646	2	5432,323	,093	,912
Within Groups	1408121,212	24	58671,717		
Total	1418985,859	26			

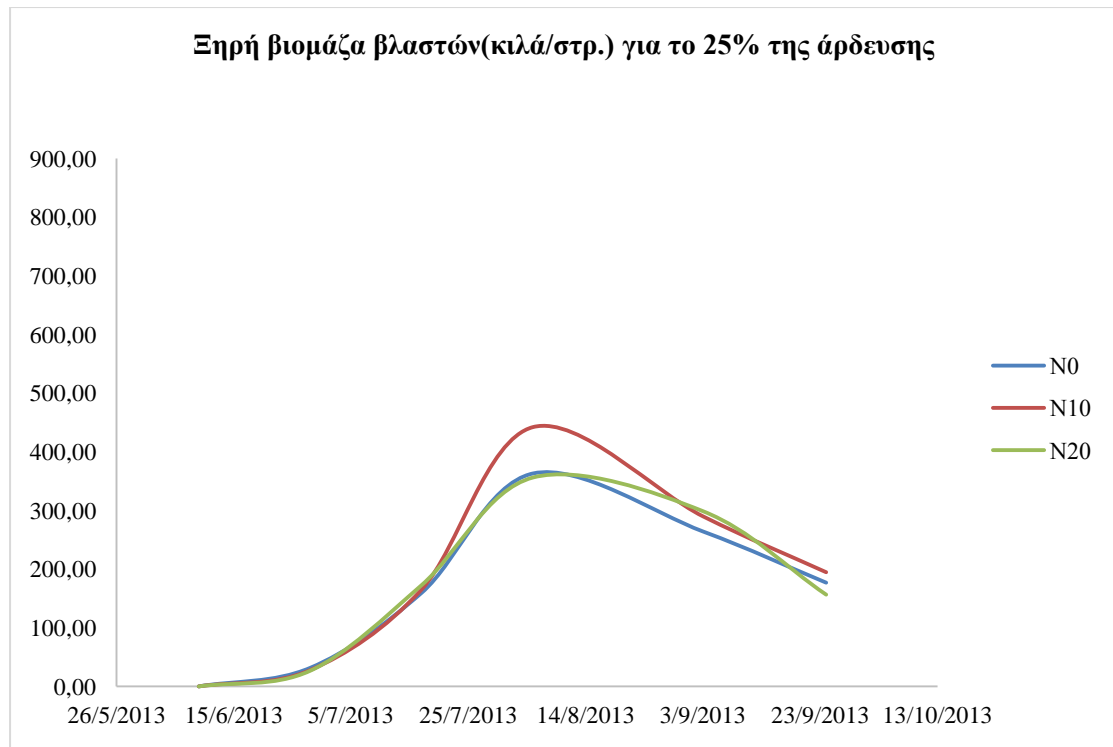
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών για το 100% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν προκύπτει διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η χορήγηση μεγάλης ποσότητας νερού επιβραδύνει την πτώση των βλαστών, γεγονός που φαίνεται από την ανοδική πορεία των γραφικών παραστάσεων και για τα τρία επίπεδα λίπανσης.



Στο επόμενο διάγραμμα εμφανίζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών για το 50% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Σε αντίθεση με το παραπάνω διάγραμμα, όπου υπάρχει ανοδική πορεία των γραφικών παραστάσεων και για τα τρία επίπεδα λίπανσης, εδώ παρατηρείται πτωτική τάση των γραφικών παραστάσεων, μετά από ένα μέγιστο, καθώς η ποσότητα του νερού που χορηγήθηκε ήταν μικρότερη.

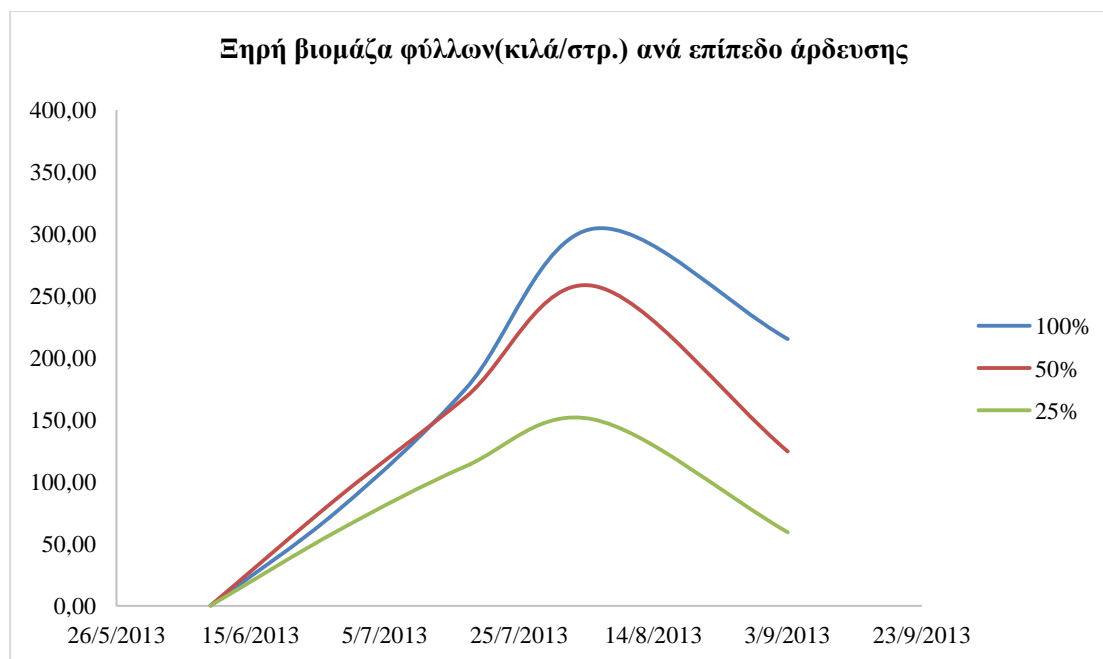


Στο επόμενο διάγραμμα εμφανίζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών για το 25% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Σε αντίθεση με διάγραμμα για τη μεταχείριση I100, όπου υπάρχει ανοδική πορεία της ξηρής βιομάζας και για τα τρία επίπεδα λίπανσης, εδώ παρατηρείται πτωτική τάση.



3.3. Ξηρή Βιομάζα Φύλλων

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για κάθε άρδευση. Συγκεκριμένα, η βιομάζα των φύλλων αυξάνονταν μέχρι ενός μεγίστου και μετά παρουσίασε πτώση και στα τρία επίπεδα άρδευσης. Η πρώτη μεταχείριση της άρδευσης, εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Δηλαδή, η μεταχείριση I100 παρουσίασε 17% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I50 και περίπου 100% μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25. Η μεταχείριση I50 είχε 71% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25.



Οι διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων της άρδευσης επιβεβαιώνονται με βάση τη στατιστική ανάλυση στη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 03/09/2013. Ειδικότερα, προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} < 0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των φύλλων (Πίνακας 3.13). Καθεμία από τις τρεις μεταχειρίσεις διαφέρει με τις άλλες δύο στατιστικώς σημαντικά (Πίνακας 3.14).

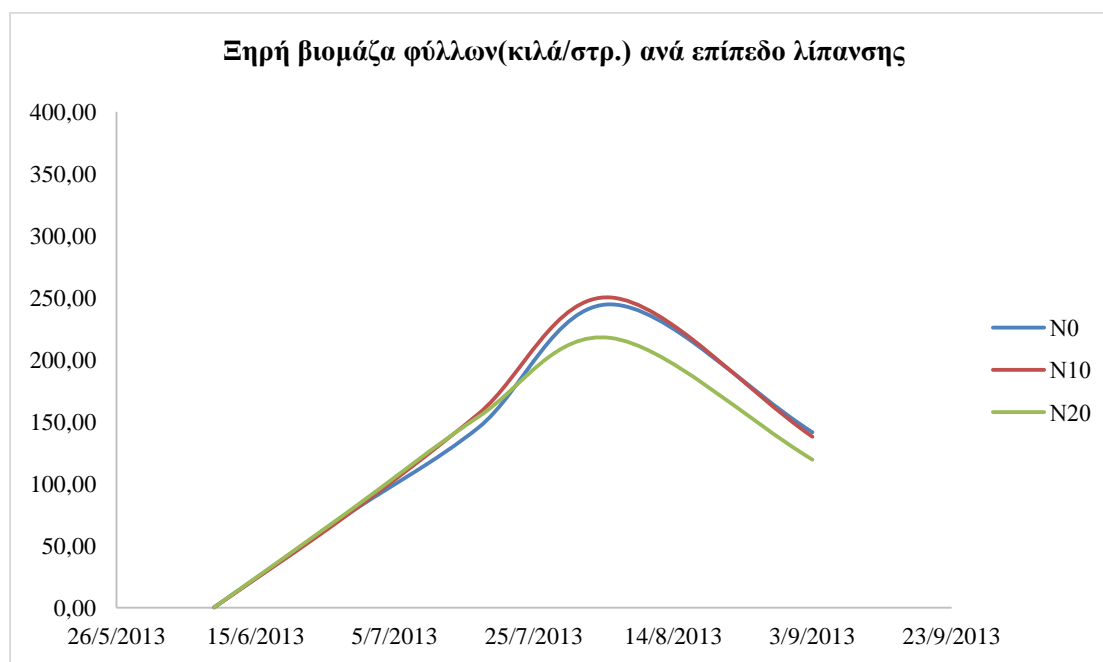
Πίνακας 3.13. Επίδραση της άρδευσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	110300,539	2	55150,270	30,207	,000
Within Groups	43817,291	24	1825,720		
Total	154117,830	26			

Πίνακας 3.14. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (03/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3,00	9	59,2356		
2,00	9		124,4278	
1,00	9			215,1033
Sig.		1,000	1,000	1,000

Παρακάτω, ακολουθεί το διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για κάθε λίπανση. Στη περίπτωση αυτή, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στο ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων όπως ακριβώς συνέβη και με τη συνολική ξηρή βιομάζα και με τη ξηρή βιομάζα των βλαστών για κάθε επίπεδο λίπανσης.

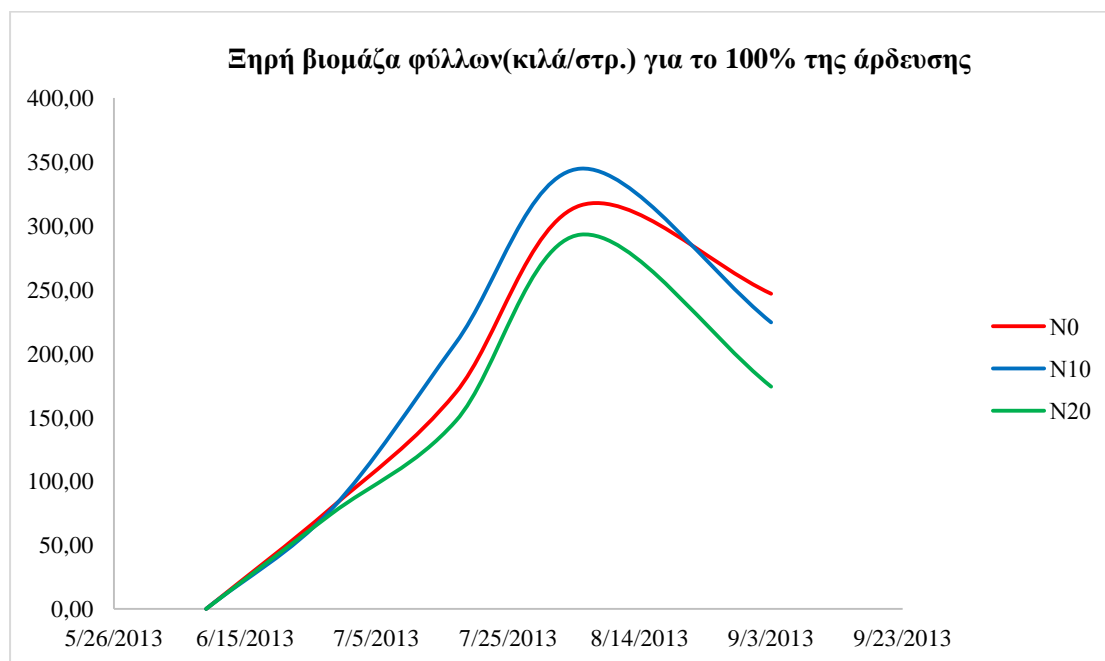


Η απουσία διαφοροποίησης μεταξύ των τριών επιπέδων της λίπανσης επιβεβαιώνεται με βάση τη στατιστική ανάλυση για τη δειγματοληψία στις 03/09/2013. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} > 0,05$), επομένως η λίπανση δεν επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των φύλλων (Πίνακας 3.15). Το γεγονός αυτό, όπως και στις άλλες περιπτώσεις, οφείλεται στην υπάρχουσα αυξημένη γονιμότητα του εδάφους.

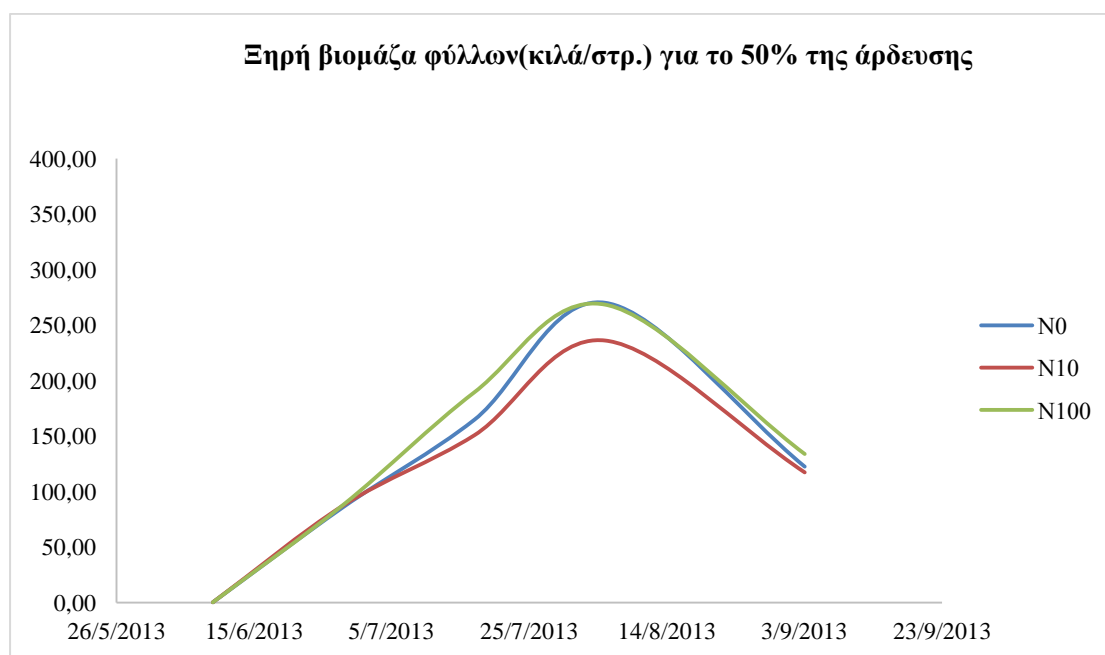
Πίνακας 3.15. Επίδραση της λίπανσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας βλαστών (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2500,763	2	1250,382	,198	,822
Within Groups	151617,067	24	6317,378		
Total	154117,830	26			

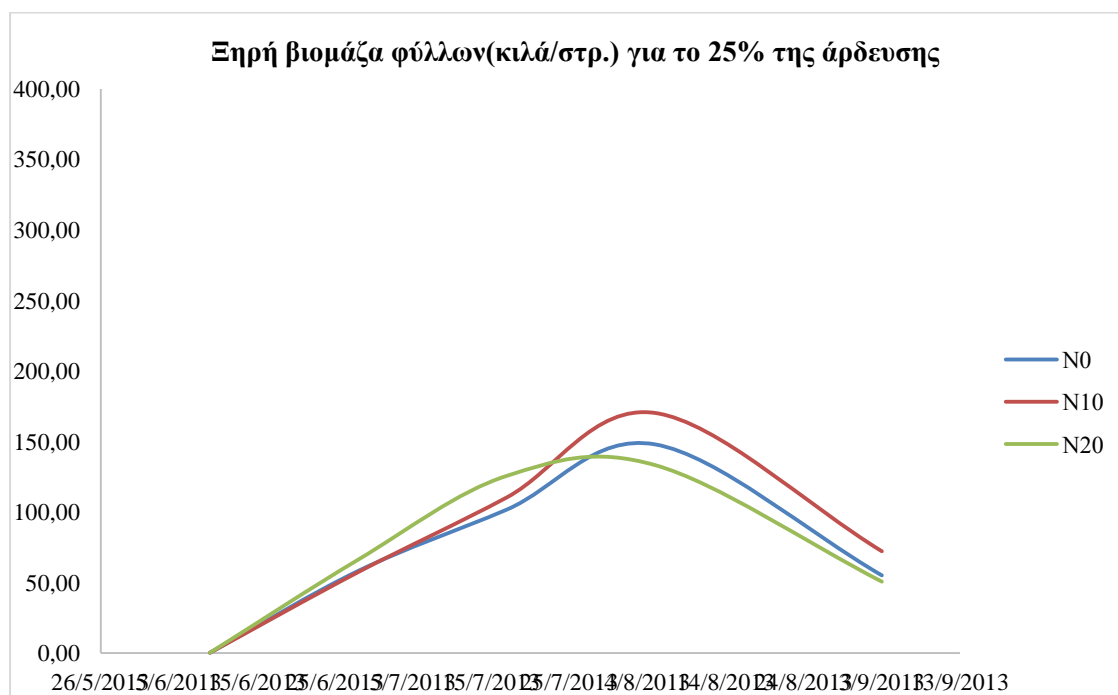
Στο διάγραμμα, που ακολουθεί, εμφανίζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για το 100% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις.



Στο διάγραμμα, που ακολουθεί, εμφανίζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για το 50% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις.

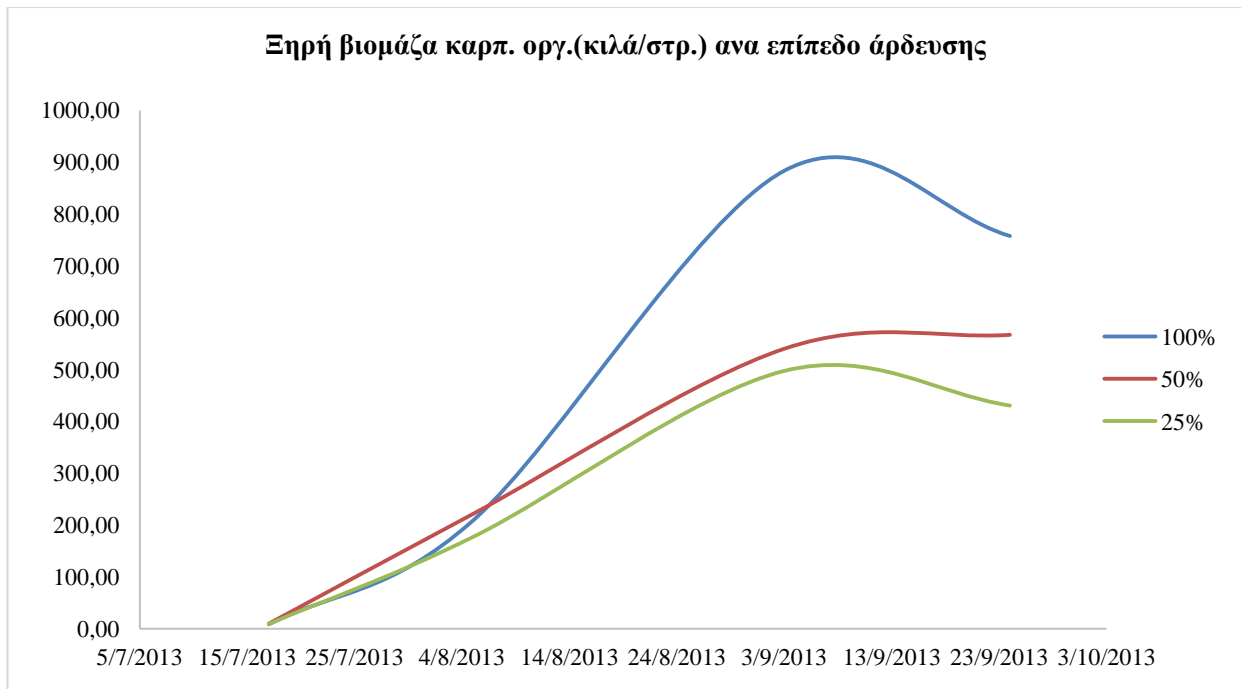


Στο διάγραμμα, που παρουσιάζεται παρακάτω, εμφανίζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για το 25% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Όπως και στο παραπάνω διάγραμμα, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης.



3.4. Ξηρή Βιομάζα Καρποφόρων Οργάνων

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το ποσό της ξηρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων του ηλίανθου για κάθε άρδευση. Η μεταχείριση της άρδευσης I100 εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I100 παρουσίασε 55% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I50 και 77% μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25. Η μεταχείριση I50 εμφάνισε 13% περίπου μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση I25.



Οι παραπάνω διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων της άρδευσης επιβεβαιώνονται με βάση τη στατιστική ανάλυση στη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 03/09/2013 και στις 24/09/2013. Όσον αφορά στις 03/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} < 0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των καρποφόρων οργάνων (Πίνακας 3.16). Η μεταχείριση I100 διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I50 και I25 δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3.17). Ομοίως, για τις 24/09/2013 υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} < 0,05$), επομένως η άρδευση επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των καρποφόρων οργάνων (Πίνακας 3.18). Κάθε μεταχείριση διαφέρει με την άλλη στατιστικώς σημαντικά (Πίνακας 3.19).

Πίνακας 3.15. Επίδραση της άρδευσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας καρποφόρων οργάνων (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	806103,602	2	403051,801	15,559	,000
Within Groups	621726,751	24	25905,281		
Total	1427830,353	26			

Πίνακας 3.16. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (03/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3,00	9	497,7111	
2,00	9	540,1722	
1,00	9		883,6311
Sig.		,581	1,000

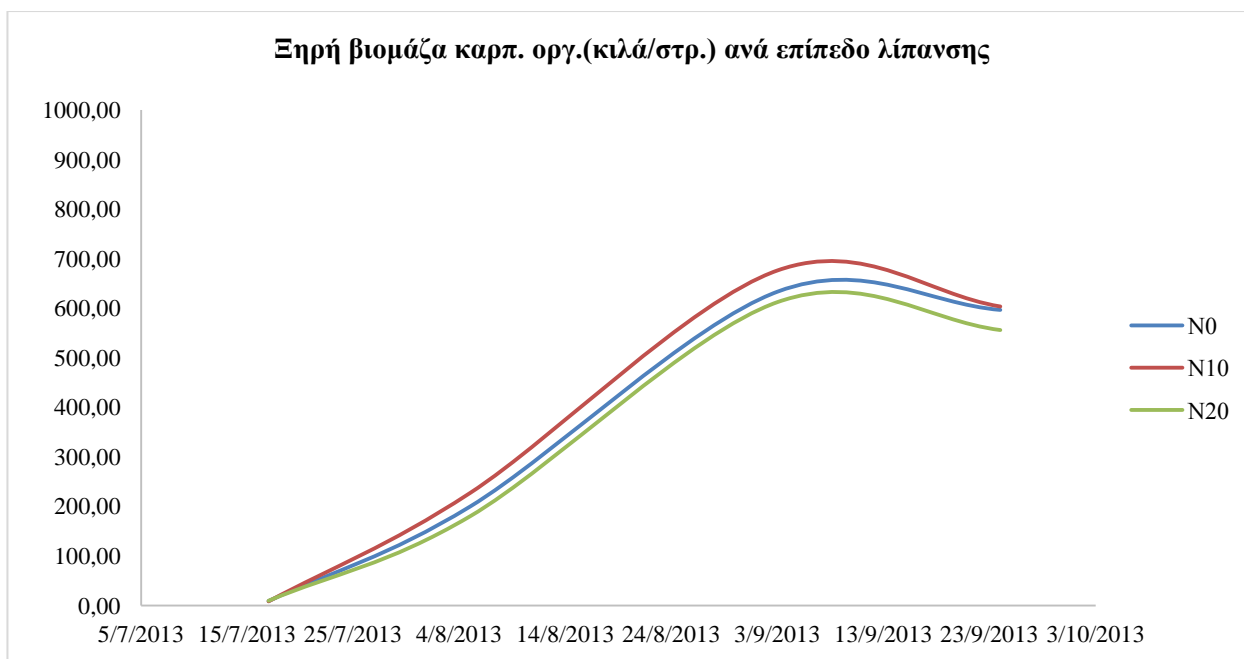
Πίνακας 3.17. Επίδραση της άρδευσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας καρποφόρων οργάνων (24/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	485416,628	2	242708,314	14,569	,000
Within Groups	399818,730	24	16659,114		
Total	885235,358	26			

Πίνακας 3.18. Διαφορές μεταξύ των επιπέδων άρδευσης (24/09/2013).

Άρδευση	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3,00	9	430,7433		
2,00	9		566,9567	
1,00	9			757,6689
Sig.		1,000	1,000	1,000

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα που αφορά στο ποσό της ξηρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων για κάθε λίπανση. Μελετώντας το γράφημα δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στο ποσό της ξηρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων του φυτού, γεγονός που ταυτίζεται με τη περίπτωση της συνολική ξηρής βιομάζας, της ξηρής βιομάζας των βλαστών και της ξηρής βιομάζας των φύλλων για κάθε επίπεδο λίπανσης.



Η απουσία διαφοροποίησης μεταξύ των τριών επιπέδων της λίπανσης επιβεβαιώνεται με βάση τη στατιστική ανάλυση για τις δειγματοληψίες στις 03/09/2013 και 24/09/2013. Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($\text{sig} > 0,05$), επομένως η λίπανση δεν επέδρασε σημαντικά στη ξηρή βιομάζα των καρποφόρων οργάνων (Πίνακας 3.19, 3.20). Το γεγονός αυτό, όπως προαναφέρθηκε, οφείλεται στην υπάρχουσα αυξημένη γονιμότητα του εδάφους.

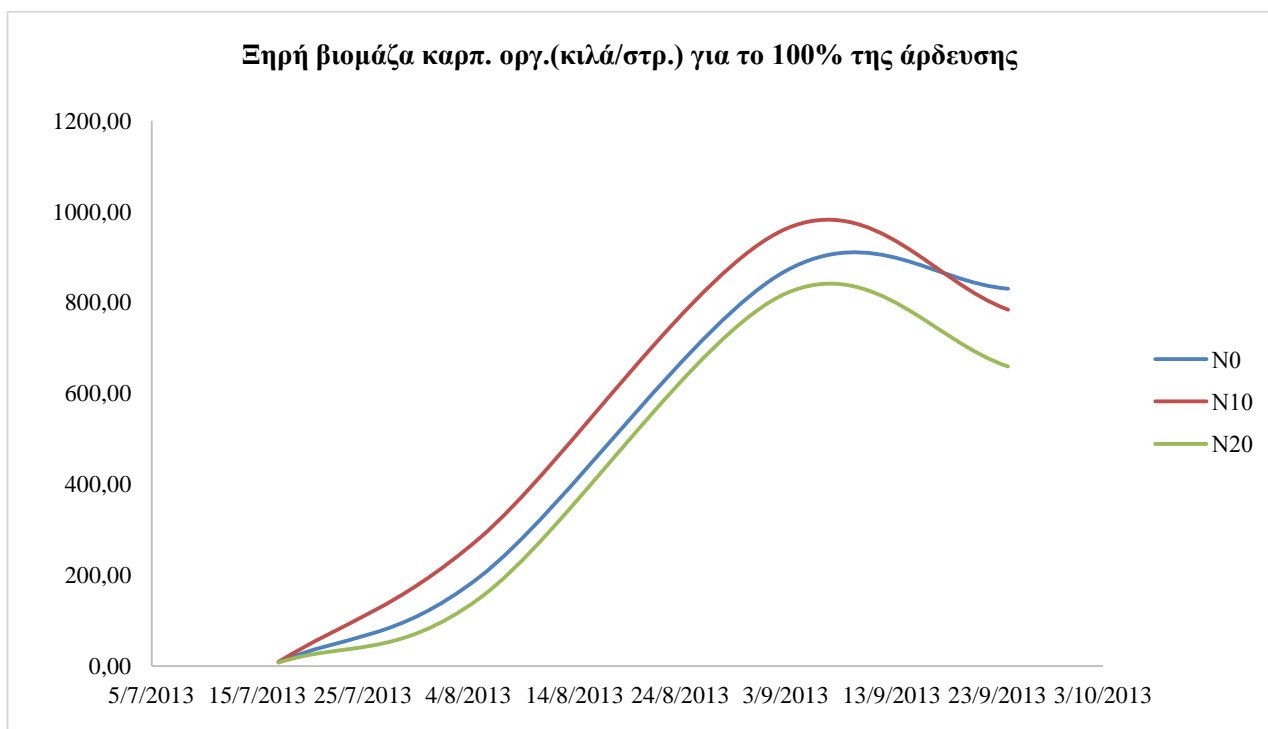
Πίνακας 3.19. Επίδραση της λίπανσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας καρποφόρων οργάνων (03/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19054,104	2	9527,052	,162	,851
Within Groups	1408776,250	24	58699,010		
Total	1427830,353	26			

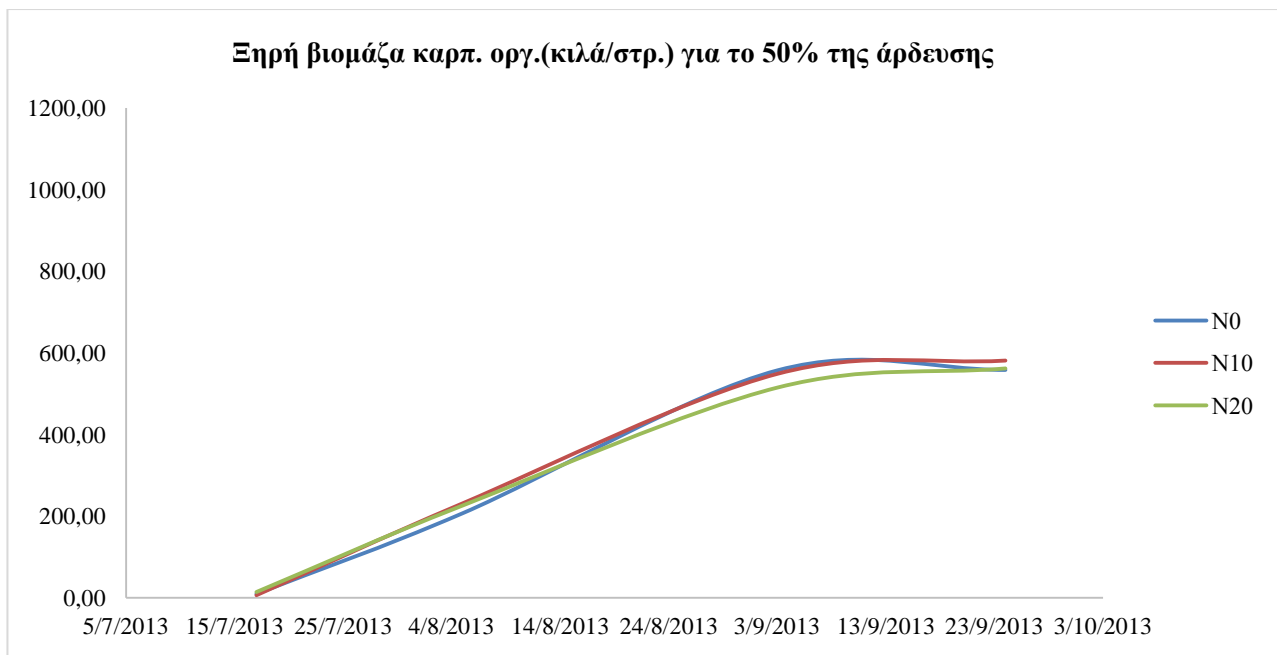
Πίνακας 3.20. Επίδραση της λίπανσης στο ποσό της ξηρής βιομάζας καρποφόρων οργάνων (24/09/2014).

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11878,754	2	5939,377	,163	,850
Within Groups	873356,605	24	36389,859		
Total	885235,358	26			

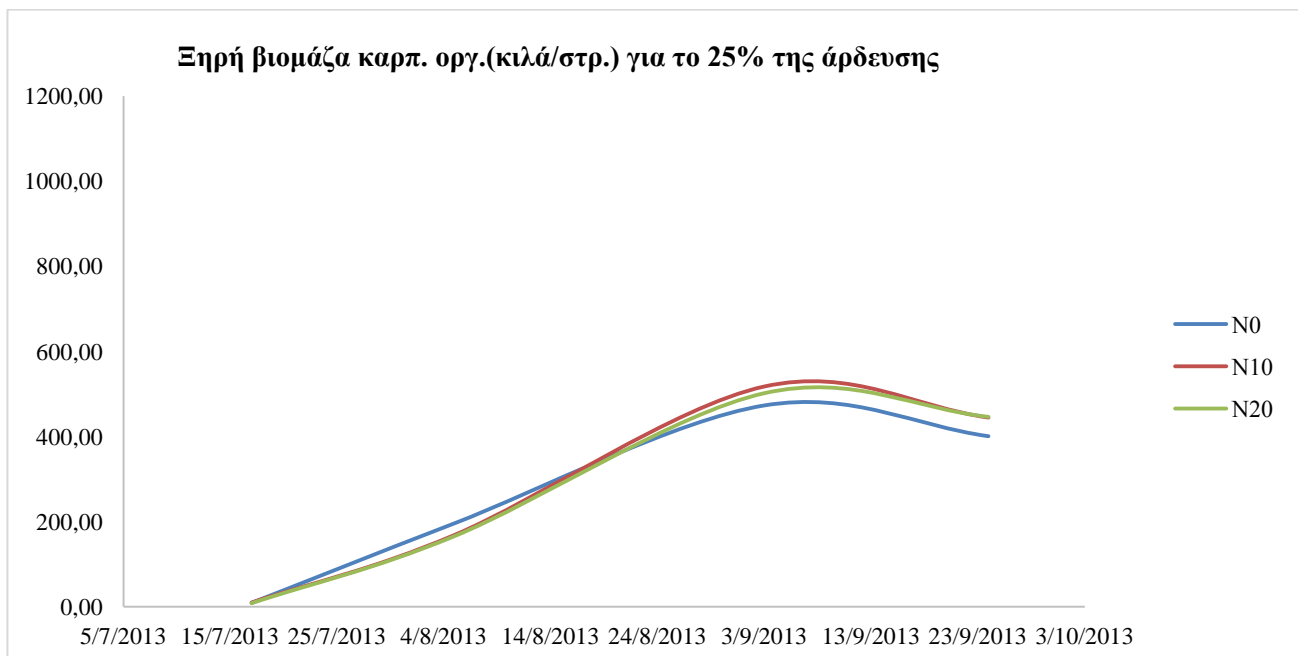
Παρακάτω, παρίσταται το ποσό της ξηρής βιομάζας των φύλλων για το 100% της άρδευσης σε συνάρτηση με τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Και σ' αυτή τη περίπτωση δεν παρατηρείται διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης βάσει γραφικών παραστάσεων.



Ίδια περίπτωση με το παραπάνω διάγραμμα αποτελεί και το διάγραμμα που ακολουθεί. Πρόκειται για το διάγραμμα που εμφανίζει το ποσό της ξηρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων για το 50% της άρδευσης σε συνάρτηση με τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Όμοια, δεν υπάρχει διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης με βάση τις γραφικές παραστάσεις.

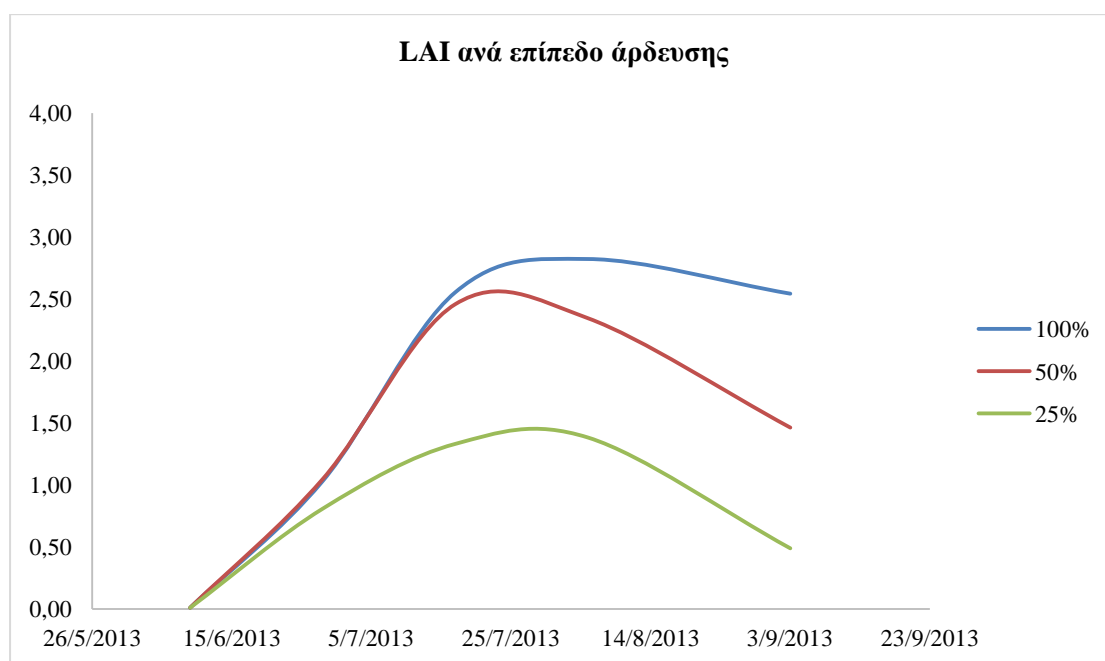


Τέλος το διάγραμμα της ξηρής βιομάζας των καρποφόρων οργάνων για το 25% της άρδευσης σε συνάρτηση με τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις, δεν μαρτυρεί κάποια διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης.

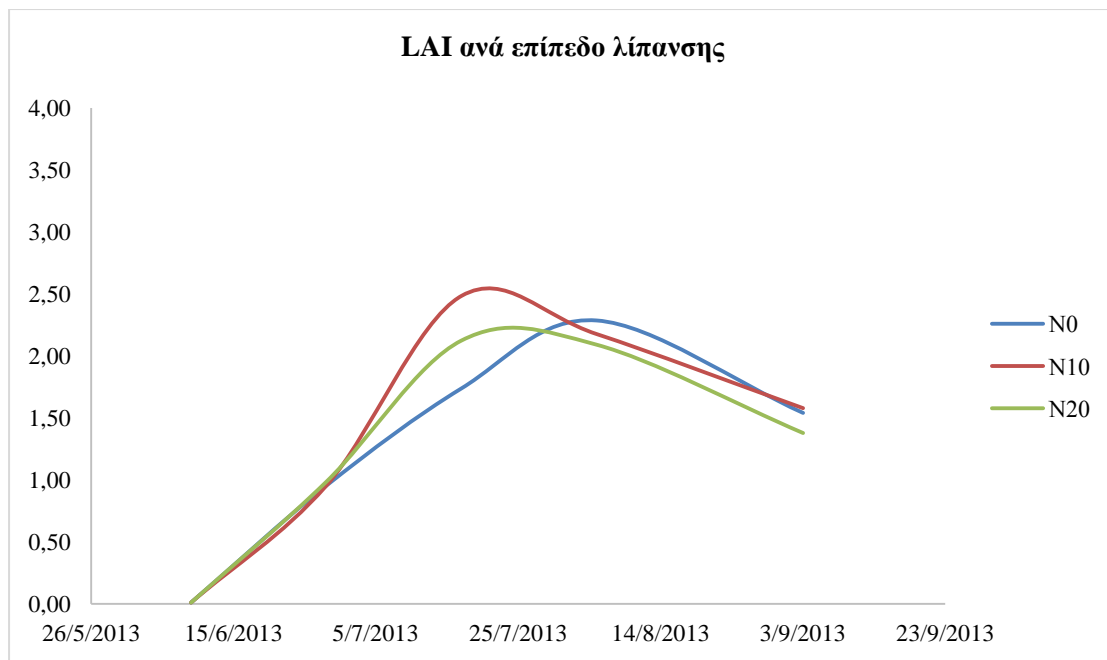


3.5. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

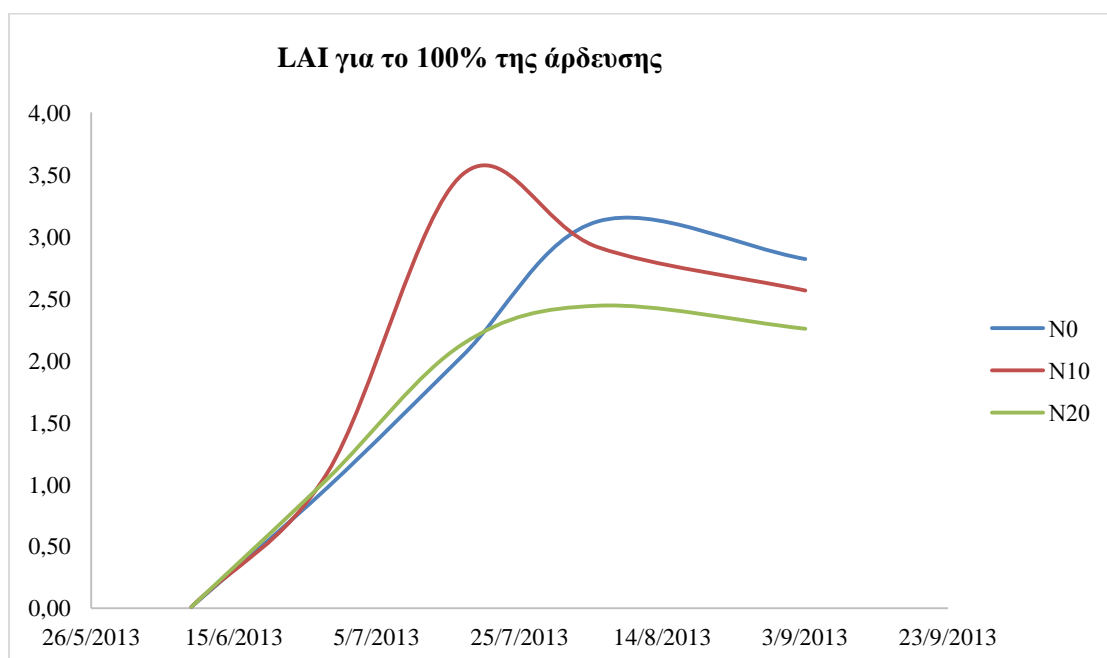
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας για κάθε άρδευση. Η πρώτη μεταχείριση της άρδευσης, δηλαδή το 100% της εξατμισοδιαπνοής εμφάνισε μεγαλύτερο LAI σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μεταχείριση I100 είχε 20% περίπου μεγαλύτερο LAI από τη μεταχείριση I50 και πάνω από 100% μεγαλύτερο LAI από τη μεταχείριση I25. Η μεταχείριση I50 είχε 77% περίπου μεγαλύτερο LAI από τη μεταχείριση I25.



Παρακάτω, ακολουθεί το διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας για κάθε λίπανση. Στη περίπτωση αυτή, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ των τριών επιπέδων λίπανσης. Η μεταχείριση της λίπανσης N10 εμφανίζει μια μικρή αριθμητική υπεροχή.

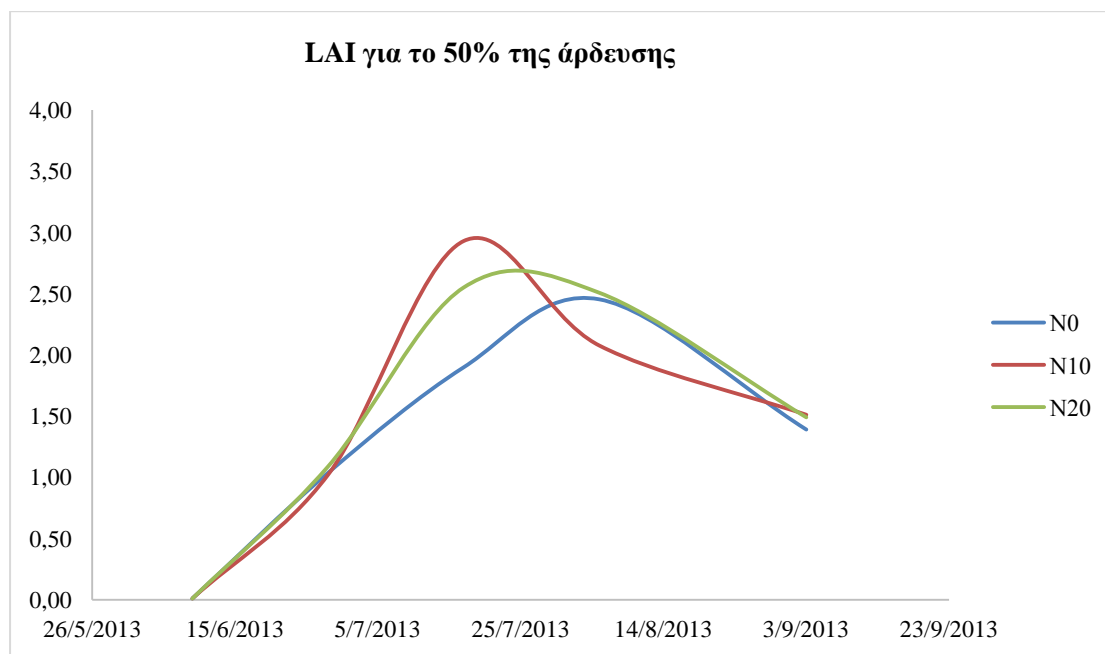


Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας για το 100% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν προκύπτει διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης. Και σ' αυτή τη περίπτωση η μεταχείριση N10 εμφανίζει μικρή αριθμητική υπεροχή.

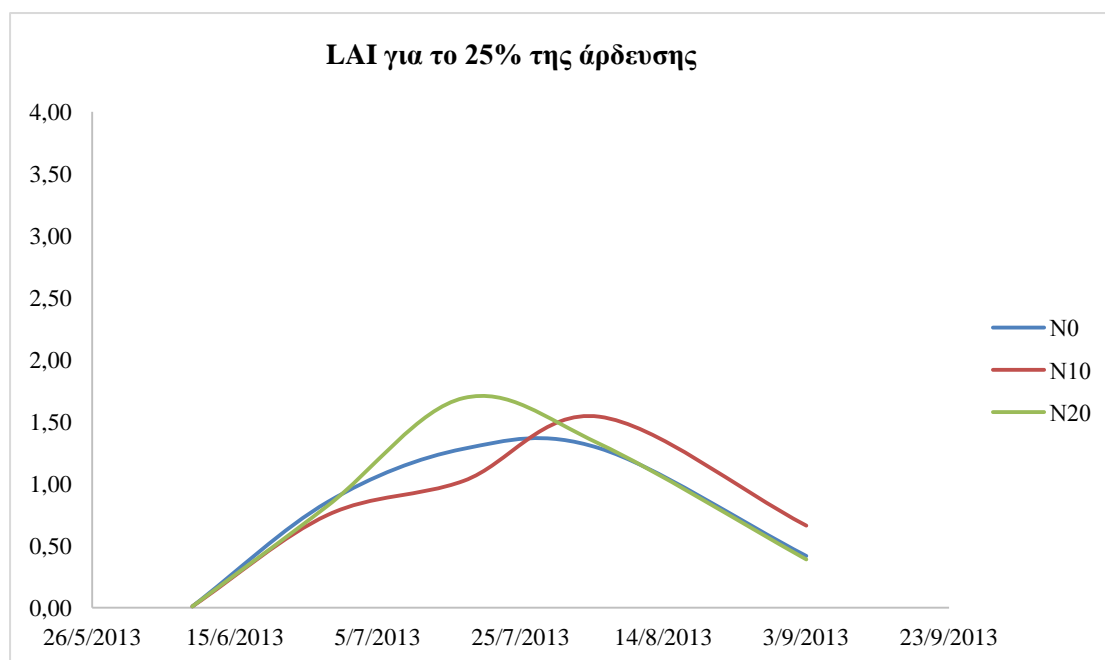


Κατά τον ίδιο τρόπο, στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας για το 50% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν προκύπτει διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις

μεταχειρίσεις λίπανσης. Ομοίως με την περίπτωση για το 100% της άρδευσης, η μεταχείριση N10 εμφανίζει μικρή αριθμητική υπεροχή.

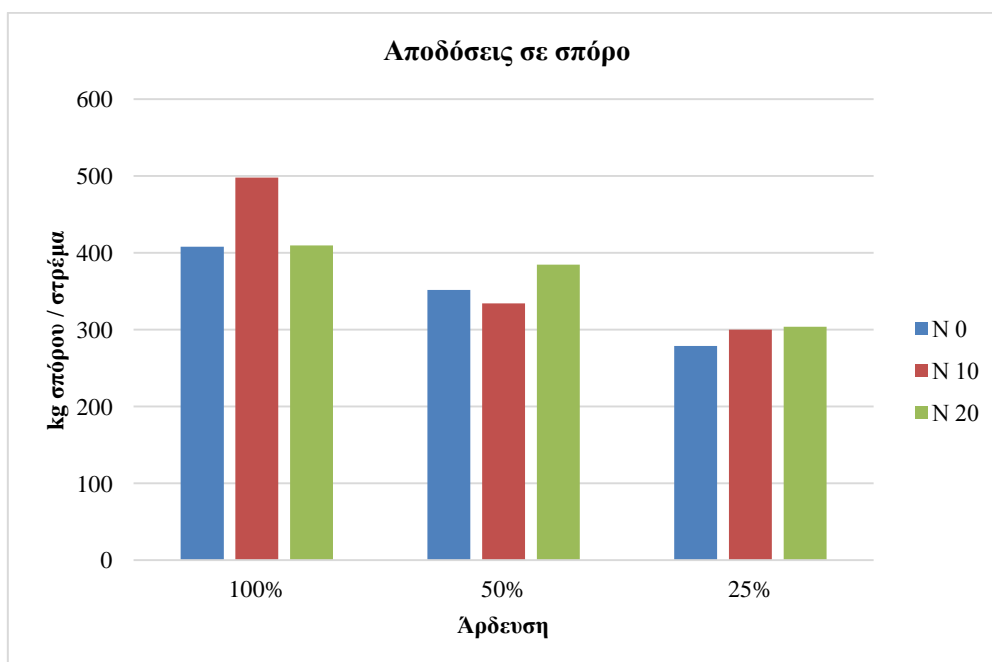


Τέλος, στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας για το 25% της άρδευσης υπό τις τρεις διαφορετικές λιπάνσεις. Παρατηρώντας το διάγραμμα δεν προκύπτει διαφοροποίηση για καμία από τις τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης.



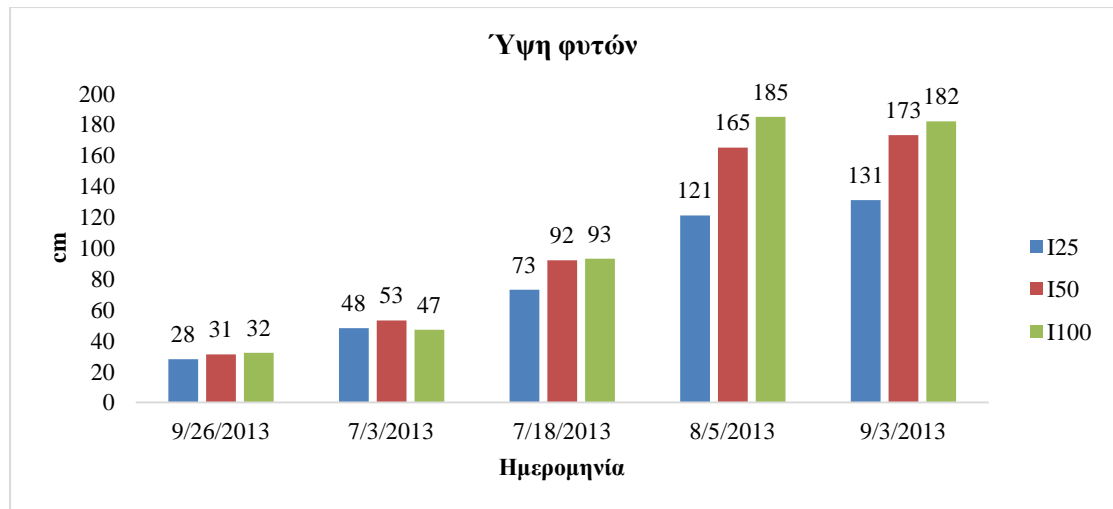
3.6. Σπόρος

Στο παρακάτω γράφημα εμφανίζεται η απόδοση της καλλιέργεια του ηλίανθου για κάθε άρδευση και λίπανση. Η μεταχείριση I100 έδωσε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο και σε ποσοστό περίπου 29% πιο πάνω από τη I50 και 63% πιο πάνω από τη I25. Επιμέρους, στη μεταχείριση I100 τη μεγαλύτερη απόδοση σημείωσε η μεταχείριση λίπανσης N10, στη I50 η μεταχείριση λίπανσης N20 και στη I25 η μεταχείριση λίπανσης N20. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως εκτός από την περίπτωση της I100, όπου η N10 ξεπέρασε αριθμητικά τις υπόλοιπες δύο μεταχειρίσεις, στις άλλες δύο μεταχειρίσεις άρδευσης οι αποδόσεις μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων λίπανσης δεν εμφάνισαν έντονες διαφοροποιήσεις.



3.7 Ανάπτυξη ηλίανθου

Το φύτερωμα του ηλίανθου παρατηρήθηκε 9 ημέρες μετά τη σπορά, στις 9/6/2013 και η άνθιση πραγματοποιήθηκε στις 31/7/2013, 52 ημέρες μετά το φύτερωμα. Μετά το φύτερωμα ο Δ.Φ.Ε άρχισε να αυξάνεται αργά στην αρχή, μέχρι που έφθασε την τιμή ένα, δηλαδή πλήρης φυλλοκόλυση, 18 ημέρες μετά. Εν συνεχεία αυξάνονταν μέχρι τη μέγιστη τιμή 3,5 για τα I100, 3 για τα I50 και 1,5 για τα I25 φυτά. Η αύξηση συνεχίστηκε μέχρι την άνθιση και μετά ακολουθήθηκε φθίνουσα πορεία με τα κάτω φύλλα να μαραίνονται και να πέφτουν. Η άρδευση επομένως έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της φυλλικής επιφάνειας.



Το ύψος των φυτών διαφοροποιήθηκε ανάλογα με την άρδευση. Τα φυτά με τη λιγότερη άρδευση παραμένουν κοντά με μέσο ύψος 1.3m ενώ τα I50 και I100 έφθασαν το 1,82m. Το ύψος των φυτών μετρήθηκε από τη βάση του φυτού μέχρι τη βάση της κεφαλής. Η άνθιση των φυτών πραγματοποιήθηκε στις 31/7/2013 χωρίς καμία διαφοροποίηση ανάλογα με την άρδευση ή την λίπανση. Η ωρίμανση πραγματοποιήθηκε περίπου στις 18/9/2013 για τα I50 και I100 και στις 10/9/2013 για τα I25. Η ημερομηνία ωρίμανσης ορίστηκε η ημερομηνία όπου το 50% των ανθέων είχε αποχρωματιστεί από πράσινο και ξεραθεί αποκτώντας καφέ χρώμα.



Εικόνα 3.1. Ανθισμένος ηλιάνθος στο πειραματικό στις Νέες Καρυές (προσωπικό αρχείο πειράματος).

4.Συμπεράσματα- Συζήτηση

Το νερό θεωρείται ο πλέον σημαντικός παράγοντας για την συντήρηση της ζωής. Αδυναμία επαρκούς πρόσληψης οδηγεί πολύ γρήγορα σε σημαντικές βλάβες. Για το λόγο αυτό η άρδευση στις γεωργικές καλλιέργειες, όπως και στον ηλίανθο διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην αύξηση και ανάπτυξη τους. Το γεγονός αυτό ωστόσο δε σημαίνει ότι ήπια ελλείμματα νερού μειώνουν απαραίτητα τις αποδόσεις του ηλίανθου (Turner,1990). Μελετώντας τόσο τη στατιστική ανάλυση όσο και τις γραφικές παραστάσεις που εξήχθησαν από το πείραμα στις Νέες Καρυές Λάρισας, παρατηρείται ότι η άρδευση επιδρά στην αύξηση και ανάπτυξη του ηλίανθου. Η συνολική ξηρή βιομάζα, η ξηρή βιομάζα των βλαστών, η ξηρή βιομάζα των φύλλων, η ξηρή βιομάζα των καρποφόρων οργάνων, η απόδοση σε σπόρο αλλά και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας παρουσίασαν αυξημένες τιμές όσο αυξανόταν και η δόση της άρδευσης. Πλήρης άρδευση, σε όλα τα στάδια ανάπτυξης επιφέρει τη μέγιστη απόδοση με τα συστατικά της απόδοσης αλλά και τα υπόλοιπα ποσοτικά χαρακτηριστικά να έχουν την υψηλότερη τιμή (Rauf et al., 2012). Ακόμη, από τη μελέτη των γραφικών παραστάσεων προκύπτει ότι σε μερικές περιπτώσεις στη μέγιστη άρδευση (I100) οι φυτικοί ιστοί του ηλίανθου παρέτειναν το βιολογικό τους κύκλο παραπάνω από εκείνους που δέχτηκαν λιγότερο νερό. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται στη βιβλιογραφία καθώς αναφέρεται ότι τα φυτά δεν μαραίνονται τόσο γρήγορα και τα συμπτώματα μαρασμού δεν είναι τόσο εμφανή όπως σε άλλες καλλιέργειες που δε δέχονται άρδευση(Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013).

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι για την καλλιέργεια του ηλίανθου στις Νέες Καρυές Λάρισας η λίπανση δε διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας. Γενικά ισχύει η παραδοχή ότι, ως προς τη λίπανση, οι αποδόσεις είναι ικανοποιητικές, όταν δίδονται κατά μέσο όρο 8 μονάδες αζώτου και 5 φωσφόρου (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Στο συγκεκριμένο πείραμα, η συνολική ξηρή βιομάζα, η ξηρή βιομάζα των βλαστών, η ξηρή βιομάζα των φύλλων, η ξηρή βιομάζα των καρποφόρων οργάνων, η απόδοση σε σπόρο αλλά και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στις τιμές και για τα τρία επίπεδα λίπανσης (N0, N10, N20). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ήδη αυξημένη γονιμότητα του εδάφους αφού το φυτό κάλυψε τις ανάγκες του για αζωτούχο λίπανση από την εγγενή γονιμότητα του εδάφους. Σε ανάλογο πείραμα που έλαβε χώρα το 2012 στη συγκεκριμένη περιοχή η λίπανση δεν επέδρασε στην αύξηση και απόδοση του ηλίανθου(αδημοσίευτα δεδομένα). Η εξέλιξη αυτή οφείλεται στην υψηλή βασική απορρόφηση λίπανσης μέσω των

οριζόντων του εδάφους. Επιστημονικά δεδομένα έχουν δείξει ότι ένα μέσο έδαφος διαθέτει 1,5% οργανική ουσία στα πρώτα 30 cm εδαφικού ορίζοντα. Δεδομένου ότι ισχύει ότι:

- $C_{org} = 2/3 \times \text{Οργ. Ουσίας}$
- $N_{org} = C_{org} / 10$
- $C/N = 10$,

Προκύπτει ότι για το συγκεκριμένο εδαφικό ορίζοντα και για ένα έδαφος 450.000 kg η βασική απορρόφηση είναι το 1-2% του N_{org} , δηλαδή 4,5 με 9 μονάδες αζώτου. Το συγκεκριμένο πειραματικό διαθέτει 2% -2,5% οργανική ουσία. Άρα δεδομένου ότι 8 μονάδες αζώτου επαρκούν για μια ικανοποιητική παραγωγή, είναι εμφανές ότι ο ηλίανθος απορρόφησε τις λιπαντικές του ανάγκες για μια τουλάχιστον ικανοποιητική παραγωγή από τη βασική απορρόφηση του εδάφους ή τουλάχιστον η καλλιέργεια λαμβάνει τη λίπανση που θα χορηγούσε ο παραγωγός από το έδαφος. Με άλλα λόγια αυτό σημαίνει ότι η εγγενής γονιμότητα του εδάφους κάλυψε τις ανάγκες του ηλίανθου σε θρεπτικά στοιχεία. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και το πείραμα της κ. Σκουφογιάννη Έλπης με ακόμη μικρότερα ποσοστά οργανικής ουσίας στους εδαφικούς ορίζοντες. Επιστημονικά δεδομένα που βασίζονται σε εκτενή πειραματισμό σε χώρες όπου ο Ηλίανθος καλλιεργείται σε πολύ μεγάλη έκταση αναφέρουν ότι μια μέση παραγωγή 250 κιλών ανά στρέμμα απομακρύνει από το έδαφος 9 μονάδες Αζώτου, 5 μονάδες φωσφόρου, 20 μονάδες καλίου, 4 μονάδες μαγνησίου και 12 μονάδες ασβεστίου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Σε τριετές πείραμα με την ποικιλία "Καβησός" η απόδοση επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από την αζωτούχο όσο και από την καλιούχο λίπανση. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η άριστη δόση για το N κυμαίνεται από 5 - 10 Kg/στρ. (Ξανθόπουλος και Δοϊτσίνης, 1994). Ανάλογα αποτελέσματα προέκυψαν και από την διατριβή της κ. Σκουφογιάννη.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Anfinrud, M. N. 1997. Planting hybrid seed production and seed quality evaluation. In Schneiter, A. A. (ed.) pp. 697-708 Sunflower technology and production. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
2. Bange, M. B., G. L. Hammer and K. G. Rickert. Effect of radiation environment of radiation use efficiency and growth of sunflower. Crop Science, Vol. 37, pp. 1208-1214.
3. Bergman, W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
4. Blamey, F. P. C., R. K. Zollinger and A. A. Schneiter. 1997. Sunflower production and culture. In Schneiter, A. A. (ed.) pp. 595-670 Sunflower technology and production. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
5. Connor, D. J. and A. J. Hall. 1997. Sunflower physiology. In Schneiter, A. A. (ed.) pp. 113-182 Sunflower technology and production. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
6. FAOSTAT, 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) .
7. FAOSTAT, 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) .
8. Fernandez-Martinez, J. and P. E. Knowles. 1978. Inheritance of self-incompatibility in wild sunflower. Pp. 484-489. In Proceedings 8th International Sunflower Conference, Minneapolis, MN. 23-27 July, International Sunflower Association, Paris, France.
9. Galanopoulou, S. 1996. Abiotic Stresses on Seed Production. In the book: Seed Science and Technology. Ed. ICARDA. Proceedings of a Train- the-Trainers workshop. Amman, Jordan, 24/4-9/5 1993, pp.243-251.
10. Galanopoulou, S., M. Falcinelli, and F. Lorenzetti. 1996. General Agronomic Aspects of Seed Production. In the book: Seed Science and Technology. Ed.

- ICARDA. Proceedings of a Train- the- Trainers workshop. Amman, Jordan, 24/4-9/5 1993, pp.175-187.
11. Giannoulis, K.D., Danalatos, N.G., Sakellariou, M., 2011. Switchgrass, Cardoon and Miscanthus Perennial Crops as Alternatives for Solid Bio-fuel Production in Central Greece. Proceedings of the 19th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, Germany, June 6-10, 2011.
 12. Goulas, C., and S. Galanopoulou.1996. General Agronomic Aspects of Seed Production. In the book: Seed Science and Technology. Ed. ICARDA. Proceedings of a Train- the- Trainers workshop. Amman, Jordan, 24/4-9/5 1993, pp.201-224.
 13. Kovacik, A., V. Skaloud and V. Vlckova. 1980. Evaluation of relation between the yield of achenes and yield components in hybrid sunflower breeding. pp. 362-388. In Proceedings 9th International Sunflower Conference, Torremolinos, Spain. 8-13 June. International Sunflower Association, Paris, France.
 14. Larson, T. D., B. L. Johnson and R. A. Henson. 2008. Comparison of stay-green and conventional sunflower desiccation in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 100: 1124-1129.
 15. Martin, J. H., R. P. Waldren and D. L. Stamp. 2006. Principles of field crop production. Fourth Edition. Pearson Education Inc., New Jersey. pp. 954.
 16. Miller, J. F. and G. N. Fick. 1997. The genetics of sunflower. In Schneiter, A. A. (ed.) pp. 441-495 Sunflower technology and production. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
 17. Poulard, S. S. and A. Beg. 2008. Sunflower productions: Hybrids versus open pollinated varieties on dry land. *Helia*. 31:155-160.
 18. Rauf, A., M. Maqsood, A. Ahmad, A. S. Gondal. 2012. Yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by spacing and reduced irrigation condition. *eSci Journal Crop Production* 01: 41-45.
 19. Renne's Garden, 2011. www.reneesgarden.com.
 20. Sakellariou–Makrantonaki, M., Giouvanis, V., Bota, V., Koliou, A., 2011. Reuse of wastewater in sunflower. Water saving. Proceedings of the 3rd International Conference on Environmental Management, Engineering,

- Planning and Economics (CEMEPE 2011) & SECOTOX Conference, Skiathos Island, Greece, June 19-24, 2011.
21. Schneiter, A. A. and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21:901-903.
 22. Schneiter, A. A., B. Cukarar, E. Zarraroni and H. Majid. 1988. Agronomic evaluation of semidwarf sunflower pp. 363-368. In *Proceedings of 12th International Sunflower Conference*, Novo Sad, Yugoslavia, 25-29 July, International Sunflower Association, Paris, France.
 23. Seiler, G. J. 1997. Anatomy and morphology of sunflower. In Schneiter, A. A. (ed.) pp. 67-111 *Sunflower technology and production*. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
 24. Skorij, D., S. Jocie, Z. Sakac and N. Lecic. 2008. Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 86 (4) : 271-279.
 25. Weiss, E. A. 2000. *Oilseed Crops*. Blackwell Science. Second Edition. Berlin. Germany. pp.364.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αμπατζόγλου, Κ. 1979β. Ηλίανθος (*Helianthus Annuus* L.) . Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Σίνδος. σσ . 193-196.
2. Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ. 2002. Βιομηχανικά Φυτά. Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά. Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλα-Καπνός. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα. σσ . 199-213.
3. Διεθνές Ινστιτούτο Καλίου, 1994. Η αλήθεια για το Κάλιο. Μετάφραση Π. Χ. Κουκουλάκης. Θεσσαλονίκη.
4. ΕΛ. ΣΤΑΤ., 2014. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία.
5. Φασούλας, Α. Π., και Ν. Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

6. Ξανθόπουλος, Π. Φ. και Δοϊτσίνης, Γ. Α. 1994. Επιδράσεις αζώτου και καλίου σε αγρονομικά γνωρίσματα του ηλίανθου. Πρακτικά 5^{ου} Παν. Εδαφ. Συν. Ξάνθη. σσ . 630.
7. Ξανθόπουλος, Π. Φ. 1993. Ο ηλίανθος. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Ινστ. Βάμβ. Και Βιομηχ. Φυτών. Θεσσαλονίκη.
8. Ξανθόπουλος, Π. Φ. και Δοϊτσίνης, Γ. Α. 1989. Επίδραση των θερμοκρασιών κατά την περίοδο ανάπτυξης του ηλίανθου στην περιεκτικότητα του ηλιελαίου σε ελαιϊκό και λινελαϊκό οξύ. Γεωργική Έρευνα 13: 141-150.
9. Καββάδας, Δ. Σ. 1956. Εικονογραφημένον Βοτανικόν Φυτολογικόν Λεξικόν. Αθήναι.
10. Μπαμνάρης, Φ. Μ. 2009. Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων στην άρδευση καλλιέργειας ηλίανθου. Μεταπτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας , φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. σσ. 21-22.
11. Παπαδόπετρος, Δ. και Κ. Αμπατζόγλου. 1970. Πειράματα λιπάνσεως ελαιούχων φυτών. Ι.Β.Β.Φ. Σίνδος.
12. Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2013. Βιομηχανικά φυτά. Δεύτερη Έκδοση. Θεσσαλονίκη. σσ . 435-461.
13. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Καρατάσιου, Ε., Τζιμόπουλος, Χ., Νάκας, Χ., Παπανικολάου, Χ., Μπότα, Β., Μπακιρτζής, Κ. και Μπεγλόπουλος, Ν. 2013. Σύγκριση μεθόδων άρδευσης σε ενεργειακή καλλιέργεια. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδας (ΕΓΜΕ), Βόλος pp. 176-181.
14. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Παπαλέξης Δ., Δαναλάτος Ν., Βουλτσάνης Π., Νάκος Ν., 2003β. Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην Κεντρική Ελλάδα. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, pp. 183-190
15. Σφήκας, Α. Γ. 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά: Θεσσαλονίκη.
16. Τεκέογλου, Ε. Θ. 2013. Μελέτη οικονομικότητας των ενεργειακών καλλιεργειών ηλίανθου και αραβόσιτου σε σύστημα αμειψισποράς με ψυχανθές. Μεταπτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας , φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. σσ. 52-53.

17. Τσαπικούνης Φάνης, 1997. Θρέψη- Λίπανση των φυτών, Μέρος Δ. Λαχανικά- Βιομηχανικά Φυτά, Φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Αθήνα. σσ . 120-122.
18. Τσατσαρέλης, Κ. Α., 2000. Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. σσ . 510.