



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

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

**«Αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας ηλίανθου υπό
διαφορετικά επίπεδα άρδευσης στην Ανατολική Θεσσαλία»**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ:
Βασίλειου Χατζευφραιμίδη (ΑΜ: 02253)**

ΒΟΛΟΣ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2023



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

**«Αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας ηλίανθου υπό
διαφορετικά επίπεδα άρδευσης στην Ανατολική Θεσσαλία»**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ:
Βασίλειου Χατζηευφραιμίδη (ΑΜ: 02253)**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)
Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής (Μέλος)
Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής (Μέλος)

ΒΟΛΟΣ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2023

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών, κατά τα έτη 2022-2023. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου διατριβής κ. Γιαννούλη Κυριάκο για την επιλογή του θέματος, τις πολύτιμες συμβουλές κατά την εκτέλεση των πειραμάτων και για τις διαφωτιστικές υποδείξεις και διορθώσεις στη συγγραφή του κειμένου της διατριβής. Οφείλω ακόμα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Δαναλάτο Νικόλαο και κ. Καρκάνη Ανέστη για τη συμμετοχή τους στη τριμελή εξεταστική επιτροπή και για τις διορθώσεις που έκαναν. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπ. διδάκτορα κ. Γκιντσιούδη Ιππόλυτο για την συμβολή του σε αυτήν την εργασία καθώς το πείραμα αποτελεί μέρος της διδακτορικής του διατριβής. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την ανεκτίμητη στήριξή τους, τόσο στην παρούσα εργασία, όσο και στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή.....	7
1.1 Ιστορική αναδρομή - Εξάπλωση.....	7
1.1.1. Σημασία του ηλίανθου.....	9
1.1.2. Χρήσεις, προϊόντα.....	10
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά –Μορφολογία φυτού.....	13
1.3 Ανάπτυξη φυτού.....	20
1.4 Οικολογικές απαιτήσεις.....	25
1.4.1 Θερμοκρασία.....	25
1.4.2 Φως.....	26
1.4.3. Υγρασία.....	26
1.4.4. Έδαφος.....	27
1.4.5 Άρδευση.....	27
1.5 Καλλιέργεια του ηλίανθου.....	29
1.5.1 Γενικά για την καλλιέργεια.....	29
1.5.2 Αμειψισπορά.....	29
1.5.3 Προετοιμασία του αγρού.....	30
1.5.4 Σπορά.....	31
1.5.5 Άρδευση.....	32
1.5.6 Αντιμετώπιση ζιζανίων.....	33
1.5.7 Λίπανση.....	34
1.5.8 Συγκομιδή.....	36
1.5.9 Απόδοση καλλιέργειας.....	37
1.6 Φυτοπροστασία.....	38
1.6.1 Εχθροί.....	39
1.6.2 Ασθένειες.....	39

1.7 Εξατμισοδιαπνοή.....	41
1.7.1 Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς.....	41
1.7.2 Προέλευση της έννοιας.....	41
1.7.3 Χρησιμότητα της ΕΤο στην άρδευση των καλλιεργειών.....	43
1.8 Σκοπός της εργασίας.....	44
2. Υλικά και μέθοδοι.....	45
2.1 Πειραματικό σχέδιο.....	45
2.2 Υπολογισμός αρδεύσεων.....	45
2.3 Αρδεύσεις.....	46
2.4 Στατιστική Ανάλυση.....	48
2.5 Εργασίες Αγρού.....	48
2.6 Εργαστηριακές μετρήσεις.....	49
2.7 Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων.....	51
3. Αποτελέσματα.....	55
Αύξηση ηλίανθου.....	55
Συνολική ξηρή βιομάζα ηλίανθου.....	55
Ανάπτυξη ηλίανθου.....	62
4. Συμπεράσματα- Συζήτηση.....	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.2.1: Ριζικό σύστημα ηλίανθου

Εικόνα 1.2.2: Κάμψη στελέχους ηλίανθου

Εικόνα 1.2.3: Καρδιόσχημα φύλλα ηλίανθου

Εικόνα 1.2.4: Βράκτια φύλλα ηλίανθου

Εικόνα 1.2.5: Εσωτερικά άνθη ηλίανθου

Εικόνα 1.2.6: Δυο διαφορετικοί τύποι σπόρων ηλίανθου

Εικόνα 1.3.1: Φυτά ηλίανθου στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης

Εικόνα 1.3.2: Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου

Εικόνα 1.3.3: Στάδιο άνθησης του ηλίανθου

Εικόνα 1.5.8.1: Συγκομιδή ηλίανθου

Εικόνα 2.1.1: Το πειραματικό σχέδιο. Όπου I_{80} , I_{40} και I_{20} οι μεταχειρίσεις, Ε οι επαναλήψεις και με βέλη σημειώνονται οι διαστάσεις των τεμαχίων.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σχεδιάγραμμα 1. Αθροιστικό ύψος νερού (mm) ανά μεταχείριση, καθώς και η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ETo (mm).

Σχεδιάγραμμα 2. Ηλιακή Ακτινοβολία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2022)

Σχεδιάγραμμα 3. Ελάχιστη και Μέγιστη Θερμοκρασία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2022)

Σχεδιάγραμμα 4. Βροχόπτωση (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2022)

Σχεδιάγραμμα 5. Ταχύτητα Ανέμου (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2022)

Σχεδιάγραμμα 6. Σχετική Υγρασία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2022)

Σχεδιάγραμμα 7. Συνολική ξηρή βιομάζα ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 8. Ξηρή βιομάζα βλαστών ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 9. Ξηρή βιομάζα φύλλων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 10. Ξηρή βιομάζα μίσχων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 11. Ξηρή βιομάζα καρποφόρων οργάνων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 12. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI). Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 13. Παραγωγή σε σπόρο Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Σχεδιάγραμμα 14. Ύψος φυτών Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεγάλη οικονομική και οικολογική σημασία του ηλίανθου στηρίζεται στο ηλιέλαιο που περιέχουν οι ηλιόσποροι και στη χρήση του ως βιοκαύσιμο. Το νερό είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών με την ποσότητα που εφαρμόζεται, όμως, να γίνεται εμπειρικά και χωρίς επιστημονική τεκμηρίωση. Η βέλτιστη χρήση νερού μπορεί να αποφέρει οικονομικά οφέλη στον παραγωγό με την αύξηση της παραγωγής, τη μείωση του κόστους άντλησης και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Σκοπός της παρούσας ήταν η μελέτη της αύξησης και της ανάπτυξης του ηλίανθου κάτω από διαφορετικά επίπεδα άρδευσης στην Ανατολική Θεσσαλία και συγκεκριμένα στην περιοχή του Βελεστίου, του Δήμου Ρ. Φεραίου. Δοκιμάστηκαν διαφορετικές δόσεις άρδευσης με βάση την εξατμισοδιαπνοή και μετρήθηκε η αύξηση της καλλιέργειας κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, πραγματοποιώντας περιοδικές δειγματοληψίες. Μετρήθηκε η συνολική ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας καθώς και των επιμέρους οργάνων.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο (CRD) με παράγοντα την άρδευση, σε τρία επίπεδα και σε τρεις επαναλήψεις. Τα επίπεδα της άρδευσης ήταν $I_1=80\%$, $I_2=40\%$ και $I_3=20\%$, με τα ποσοστά να αντιπροσωπεύουν το ποσοστό του νερού που εφαρμόστηκε ως προς την δυναμική εξατμισοδιαπνοή ETo , όπως υπολογίζεται με την μέθοδο Penman-Monteith. Έγιναν οι κατάλληλες εργασίες αγρού και οι ανάλογες εργαστηριακές μετρήσεις, που οδήγησαν στα παρακάτω αποτελέσματα του πειράματος.

Η απόδοση ήταν ανάλογη της άρδευσης, ενώ και οι τρεις μεταχειρίσεις παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η I_{80} έφτασε τα 418 kg/στρέμμα ενώ η I_{40} και η I_{20} τα 335 και 265 αντίστοιχα. Η I_{40} απέδωσε το 80% της I_{80} και η I_{20} το 60%. Η συνολική ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας απέδωσε 1.080 kg/στρέμμα με το 81% της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ενώ με το 57% και 46% οι αποδόσεις ήταν 820 και 670 kg/στρέμμα. Η συνολική βιομάζα της χαμηλής δόση άρδευσης διαφοροποιήθηκε από την μεγαλύτερη ενώ η μέση δόση δεν έδωσε διαφορετικά αποτελέσματα από τις άλλες δύο. Όσον αφορά τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας αυτός είχε αναπτυχθεί πλήρως μέχρι την αρχή των διαφοροποιήσεων της άρδευσης επομένως παρέμεινε σταθερός ανεξαρτήτως άρδευσης. Σχετικά με το ύψος, επίσης λόγω καθυστέρησης της άρδευσης αυτό έφτασε ≈ 1.6 m ασχέτως άρδευσης και έμεινε σταθερό.

ABSTRACT

The great economic and ecological importance of the sunflower is based on the sunflower oil contained in the sunflower seeds and its use as biofuel. Water is an important factor for the growth and development of crops. However, the amount applied is being done empirically, without scientific documentation. Optimum use of water can bring financial benefits to the producer by increasing production, reducing pumping costs and saving energy.

The purpose of the present work was the study of the growth and development of sunflower under different levels of irrigation in Eastern Thessaly and specifically in the area of Velestino, Municipality of P. Feraios. Different irrigation rates were tested based on evapotranspiration and crop growth was measured during the growing season by periodically sampling. It was measured the total dry biomass of the crop, as well as the individual organs.

The experimental design was a complete randomized design (CRD) with irrigation as a factor, in three levels and in three replications. Irrigation levels were $I_1=80\%$, $I_2=40\%$ and $I_3=20\%$, with the percentages representing the percentage of water applied in terms of dynamic evapotranspiration E_{To} , as calculated by the Penman-Monteith method. Appropriate field work and laboratory measurements were made, leading to the following experiment results.

The yield was proportional to irrigation, while all three treatments presented statistically significant differences between them. I_{80} reached 418 kg/hectare while I_{40} and I_{20} reached 335 and 265 respectively. I_{40} performed 80% of I_{80} and I_{20} 60%. The total dry biomass of the crop yielded 1,080 kg/ha with 81% of reference evapotranspiration while with 57% and 46% the yields were 820 and 670 kg/ha. The total biomass of the low irrigation dose differed from the higher one, while the medium dose did not give different results from the other two. As for the leaf area index, it was fully developed until the beginning of the irrigation variations, so it remained stable regardless of irrigation. Regarding height, also due to delayed irrigation this reached ≈ 1.6 m regardless of irrigation and remained stable.

1. Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή - Εξάπλωση

Ο ηλίανθος είναι ένα ιθαγενές φυτό που φύεται στο Μεξικό, στις Η.Π.Α. και στον Καναδά, κι από εκεί εξαπλώθηκε και στις υπόλοιπες χώρες. Το όνομα του είναι σύνθετο και η ονομασία του έχει ελληνική προέλευση από τις λέξεις «ήλιος» και «ανθός» και σημαίνει το λουλούδι που δίνει την εντύπωση του ήλιου (Weiss, 2000). Συναντάται και με άλλες ονομασίες όπως ηλιοτρόπιο ή ήλιος. Πρώτη αναφορά για την ύπαρξη του ηλίανθου γίνεται το 3000 π.Χ. ως πηγή τροφής και ως κίτρινη βαφή για τα σώματα των Ινδιάνων της Βόρειας Αμερικής και για τη χρώση των υφασμάτων τους (Heiser, 1978). Χρόνια μετά εξαπλώθηκε ως ζιζάνιο στα χωράφια αρχικά, ώσπου και τελικά εξημερώθηκε. Στην Ευρώπη εισήχθηκε τον 16^ο αιώνα από Ευρωπαίους ταξιδιώτες, όπου και καλλιεργήθηκε πρώτα στον Βοτανικό κήπο της Μαδρίτης και αργότερα έγινε η εξάπλωσή του στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η αρχική χρήση της καλλιέργειας του ηλίανθου ήταν ως καλλωπιστικό φυτό στους κήπους και αργότερα η χρήση ήταν ως εδώδιμο είδος ή για φαρμακευτικούς σκοπούς από γιατρούς και βοτανολόγους (Skorić, 1992; Seiler, 1992). Για βιομηχανική χρήση κυρίως, ως ελαιοδοτικό φυτό, έγινε αρχικά στην Αγγλία το 1716. Στη Ρωσία μάλιστα ξεκίνησε και η συστηματική καλλιέργειά του, καθώς και προσπάθειες βελτίωσης, όπου ήδη από το 1769 δημιουργήθηκαν τα πρώτα υβρίδια, που αποσκοπούσαν στην αύξηση της απόδοσης, στην ανθεκτικότητα στις ασθένειες, στη σταθερότητα της παραγωγής (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008), αλλά και στη δημιουργία μικρότερου ύψους στα φυτά, γεγονός που συντέλεσε στην αποτελεσματικότερη εκμηχάνιση της καλλιέργειάς του. Εξαιτίας των λιγοστών καλλιεργητικών απαιτήσεων, της μεγάλης προσαρμοστικότητας του φυτού, της υψηλής περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνη, της υψηλής ποιότητας του ελαίου του, καθώς και της δυνατότητας αξιοποίησης όλου του φυτού, η καλλιέργειά του έχει αυξηθεί σε πολλές χώρες ανεξαιρέτως επιπέδου ανάπτυξης.

Ο ηλίανθος θεωρείται ένα από τα τέσσερα σημαντικότερα ελαιούχα φυτά που παράγουν βρώσιμο έλαιο, με θρεπτική αξία που εντάσσεται ανάμεσα στα καλύτερα φυτικά έλαια στον κόσμο. Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα, ξεκίνησε στη Ρωσία η καλλιέργεια του ηλίανθου, με χρήση του βρώσιμου ελαίου του, όπου μάλιστα θεωρήθηκε από τις κύριες καλλιέργειες της χώρας, ιδιαίτερα στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Η εξάπλωση και διάδοση της καλλιέργειας στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης συνετέλεσε η δημιουργία εξαιρετικά αποδοτικών ποικιλιών με μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι. Επίσης, ο ηλίανθος καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση στις χώρες της Λατινικής Αμερικής (π.χ. Αργεντινή) (Δαναλάτος και Αρχοντούλης,

2008). Σήμερα, οι κυριότερες χώρες καλλιέργειας και παραγωγής του φυτού σε παγκόσμια κλίμακα είναι η Κίνα, η Τουρκία, η Ρωσία, η Αργεντινή, η Ουρουγουάη, στην Ευρώπη η Γαλλία, η Ισπανία, η Ρουμανία, η Ουγγαρία, ενώ στον Καναδά και στις Η.Π.Α. είναι πρόσφατη η διάδοση της καλλιέργειας. Τρεις χώρες από αυτές (Ρωσία, Ουκρανία και Αργεντινή) θεωρούνται μάλιστα ότι παράγουν και προμηθεύουν με ηλίανθο και με τα προϊόντα του την παγκόσμια αγορά. Στην Ελλάδα, πριν την ένταξή της στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν καλλιεργήθηκε εκτεταμένα αρχικά, παρά μόνο σε περιοχές της Θράκης, με παραγωγή που αφορούσε κυρίως την κατανάλωσή του ως ξηρός καρπός. Η στήριξη της τιμής του προϊόντος, ήταν μόνο για το χρονικό διάστημα που η Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν ελλειμματική σε ελαιούχους σπόρους. Οι κατάλληλες ποικιλίες συνέβαλαν στην επέκταση της καλλιέργειας κι έγινε κάποια προσπάθεια εξάπλωσης της καλλιέργειας με το καθεστώς της οικονομικής ενίσχυσης της καλλιέργειας από την Ε.Ε., όπου η έκταση της καλλιέργειας κυμαίνονταν από 13.000 στρέμματα μέχρι 910.000 στρέμματα, χωρίς σταθερά αποτελέσματα όμως, γιατί πολλοί καλλιεργούσαν ηλίανθο μόνο για την είσπραξη της επιδότησης και μετά την εγκατέλειψαν. Η συνολική έκταση, αφού πρώτα υπήρξε μια σημαντική άνοδος της καλλιεργήσιμης έκτασης (έφτασε το 1 εκ. στρ. το 1987), αμέσως μετά έπεσε στα 150-200 χιλ. στρ. περίπου, λόγω της μείωσης των ενισχύσεων και της επιβολής της συνυπευθυνότητας. Από τις βόρειες περιοχές (Μακεδονία και Θράκη) εξαπλώθηκε και σε άλλες, όπου η καλλιέργεια γίνεται σε μη αρδευόμενα εδάφη. Ο ηλίανθος στη Θεσσαλία άρχισε να καλλιεργείται εντατικά το 2009 και συνέχισε με αυξητική πορεία, από παραγωγούς, οι οποίοι συνήθως παρήγαγαν δημητριακά, και η προτίμησή τους ήταν λόγω της συμβολαιακής γεωργίας, η οποία τους εξασφάλιζε βέβαιο και σταθερό εισόδημα. Πανελλαδικά, από το 2010 και μετά, παρατηρήθηκε μια σταθεροποίηση της τάξης των 650-700.000 στρ., με τις μισές από τις εκτάσεις να βρίσκονται κυρίως στη Β. Ελλάδα και ιδιαίτερα στον Έβρο, στη Δράμα, στην Ξάνθη και στις Σέρρες (Αναστασιάδης, 2014).

Στις μέρες μας, στην Ελλάδα ο ηλίανθος καλλιεργείται περισσότερο για την παραγωγή βιοκαυσίμων και κυρίως βιοντίζελ, ακολουθώντας την κοινοτική οδηγία 2030/30 ΕΚ, βάση της οποίας προωθείται η διείσδυση των βιοκαυσίμων σαν ανανεώσιμα καύσιμα, στοχεύοντας στην κλιμακωτή υποκατάσταση του συνολικού πετρελαίου κατά 20% το 2020 και κρατώντας μετέπειτα μια ισορροπία στον τομέα αυτόν.

1.1.1. Σημασία του ηλίανθου

Ο ηλίανθος θεωρείται παγκοσμίως μία από τις σπουδαιότερες ελαιοδοτικές καλλιέργειες, όπου λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες και πολυακόρεστα οξέα (με κυριότερα το παλμιτικό, στεατικό, ελαϊκό και λινελαϊκό οξύ) και της ποιότητας του ελαίου που παράγουν οι σπόροι του, για πολλά κράτη είναι η κύρια πηγή εδωδιμου ελαίου (Skorić, 1992). Η μεγάλη οικονομική σημασία του ηλίανθου στηρίζεται στο ηλιέλαιο που περιέχουν οι ηλιόσποροι, το οποίο ανέρχεται σε ποσοστό 25-32%. Η καλλιέργειά του είναι μεγάλης αξίας τόσο για τη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων, όσο και για τη βιομηχανία, λόγω του ενεργειακού του περιεχομένου. Η επιλογή ενός ελαίου στηρίζεται σε διάφορα κριτήρια, όπως η σταθερότητά του στην οξείδωση, η υφή του, η γεύση του, η αίσθηση που αφήνει στο στόμα, οι διατροφικές και διαιτητικές του ανάγκες, το κόστος και η διαθεσιμότητα (Burton et al., 2004). Το ηλιέλαιο έχει πολύ καλή γεύση και μεγάλη οξειδωτική σταθερότητα (χαμηλή περιεκτικότητα λινολενικού οξέος, το οποίο είναι ευάλωτο στην οξείδωση). Στα άλλα τηγανέλαια χρειάζεται να γίνει υδρογόνωση, η οποία ενοχοποιείται για καρδιαγγειακές ασθένειες, για να μην υπάρχει το λινολενικό οξύ. Ο ηλιόσπορος και το ηλιέλαιο έχουν υψηλή διατροφική αξία, που οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων Ω-3 και Ω-6. Το ηλιέλαιο είναι μείγμα από τριγλυκερίδια (εστέρες της γλυκερόλης) μαζί με ανώτερα λιπαρά οξέα, λεκιθίνες, στερόλες, κ.ά. Ο ηλιόσπορος έχει μεγάλο ποσοστό σε βιταμίνη E, που εξουδετερώνει τις συσσωρευμένες ελεύθερες ρίζες του οργανισμού μας και προλαμβάνει την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων (Jing et al, 1997; Hu et al, 2001). Οι φυτοστερόλες, που περιέχει, μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερίνης και τα πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα μειώνουν την αθηρωμάτωση. Περιέχει σελήνιο, ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο, που σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. Επίσης, περιέχει κι άλλα ιχνοστοιχεία, όπως χαλκό, σίδηρο, ψευδάργυρο, φώσφορο, μαγνήσιο, βιταμίνες και πρωτεΐνη, έχοντας μεγάλη θρεπτική αξία.

Εκτός του ελαίου χρησιμοποιούνται και τα υποπροϊόντα του ηλίανθου. Τα παραγόμενα υποπροϊόντα του ηλίανθου μετά την απομάκρυνση του ελαίου (ηλιοπλακούντας ή ηλιόπιτα και ηλιάλευρο) διαφέρουν σημαντικά στην εμφάνιση, στη χημική σύσταση, στο χρωματισμό και στην υφή ανάλογα με το βαθμό αποφλοίωσης του ηλίανθου και την ποικιλία του και χρησιμοποιούνται κυρίως για ζωοτροφή.

Τα βιοκαύσιμα καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα λόγω περιβαλλοντικής υποβάθμισης, και τα τελευταία χρόνια, η πρώτη γενιά βιοκαυσίμων, που

προέρχεται από διάφορα καλλιεργούμενα φυτά (αραβόσιτος, σιτάρι, ελαιοκράμβη, ηλίανθος), θεωρείται από τις πιο διαδεδομένες στα βιοκαύσιμα. Δηλαδή, τα βιοκαύσιμα όπως η βιοαιθανόλη, της οποίας η παραγωγή γίνεται από ζύμωση σακχάρων (ζαχαρότευτλα) ή αμυλούχων σακχάρων (αραβόσιτος) και το biodiesel, που προέρχεται από φυτά με ελαιούχους σπόρους.

1.1.2. Χρήσεις, προϊόντα

Ο ηλίανθος χρησιμοποιείται κυρίως ως ξηρά τροφή αλλά και για το λάδι των σπόρων του. Τα υποπροϊόντα του χρησιμοποιούνται για ζωοτροφή, και είναι αυτά που παράγονται από την πίεση των αποφλοιωμένων ή όχι σπερμάτων. Στις μέρες μας γίνεται αξιοποίηση όλων των τμημάτων του φυτού. Βέβαια, την μεγαλύτερη αξία την έχει ο σπόρος του με το έλαιο που περιέχει, ο οποίος είναι μια από τις πηγές πρωτεΐνης και ακόρεστων λιπαρών οξέων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανθρώπινη διατροφή όσο και των ζώων. Ιστορικά, στην Αγγλία το 1716 πραγματοποιήθηκε η εξαγωγή ελαίου από τον ηλίανθο, για να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία και στη Ρωσία τον 19^ο αι. με σκοπό τη χρήση του στην ανθρώπινη διατροφή (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Σε παγκόσμια παραγωγή, μεταξύ των φυτικών ελαίων, το σογιέλαιο κατέχει την πρώτη θέση κι αμέσως μετά έρχεται το ηλιέλαιο (Αμπατζόγλου, 1979; Ξανθόπουλος, 1993). Επίσης, γίνεται εξαγωγή μιας κίτρινης χρωστικής από τα άνθη του ηλίανθου και πιο συγκεκριμένα από τα περικάρπια και τα κεφάλια, κι αφού απομακρυνθούν οι σπόροι, γίνεται εξαγωγή πηκτίνης, ενώ για την κατασκευή ινοσανίδων χρησιμοποιούνται οι βλαστοί. Επίσης, η παραγωγή της καύσιμης ύλης είτε σε μορφή συσσωμάτων βιομάζας (pellets), είτε σε μορφή βιομάζας προέρχεται από τα συμπιεσμένα περικάρπια και τους βλαστούς, ενώ για την παραγωγή βιοντίζελ χρησιμοποιούνται οι σπόροι.

Η χρήση του ηλίανθου είναι κυρίως για ξηρό καρπό (πασατέμπο, πτηνοτροφή), για παραγωγή ηλιέλαιου και ως καλλωπιστικό φυτό, όπως επίσης και οι ανθοκεφαλές του χρησιμοποιούνται και ως δρεπτά άνθη. Ανάλογα με τη χρήση τους χρησιμοποιούνται και διαφορετικές ποικιλίες, όπου επιλέγονται τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του σπόρου και του φυτού. Οι ποικιλίες που προορίζονται για ξηρό καρπό (ως "πασατέμπο") πρέπει να έχουν ως χαρακτηριστικό ποιότητας τα μεγάλα αχένια, με ομοιόμορφο μέγεθος, σχήμα και χρώμα, με σκληρό περικάρπιο και σπόρο, ο οποίος να καταλαμβάνει αρκετό από το εσωτερικό του αχένιου (αλλά όχι όλο). Τα φυτά συνήθως πρέπει να είναι υψηλόσωμα, με μεγάλη ταξιανθία (Αμπατζόγλου, 1979). Οι ποικιλίες που προορίζονται για εξαγωγή ελαίου

πρέπει να έχουν ως χαρακτηριστικό ποιότητας τα μικρότερα αχένια, που είναι πιο σκούρα και πιο γεμάτα, δηλαδή ο σπόρος να καταλαμβάνει όλο το εσωτερικό του αχένιου (Αμπατζόγλου, 1979).

Δίνεται περισσότερη έμφαση στις ελαιοδοτικές ποικιλίες και στη σύσταση του λαδιού τους, που είναι πιο χαμηλόσωμες και έχουν μεγαλύτερη απόδοση, αλλά και περιεκτικότητα σε λάδι. Αναφορικά με τα φυτά ηλίανθου που προορίζονται για κηποτεχνία και ως διακοσμητικό φυτό, έχουν δημιουργηθεί βελτιωμένες ποικιλίες σχετικά υψηλόσωμες για τους μεγάλους κήπους, αλλά και νάνες ύψους 30-60 cm για μικρούς κήπους και γλάστρες, καθώς και γιγαντιαίοι τύποι χωρίς διακλαδώσεις για χρήση ως δρεπτά άνθη σε ανθοδέσμες που στερούνται γύρης, ύψους μέχρι και 5 m με διάμετρο κεφαλής γύρω στα 60 εκατοστά (Renee's Garden, 2011). Τα μικρόσωμα φυτά των διακοσμητικών ποικιλιών είναι γενικά πρώιμα στην άνθηση, χωρίς γύρη, έχουν πολλές αλλά πιο μικρές ανθοκεφαλές, με μεγάλη διακύμανση στα χρώματα (από ανοιχτό κίτρινο έως σκούρο κόκκινο, όπως και συνδυασμό αυτών) και μέγεθος πετάλων.

Το αχένιο του ηλίανθου απαρτίζεται από το φλοιό (25%) και τον σπόρο (75%), όπου η απόδοση σε λάδι ανέρχεται σε ποσοστά της τάξης του 25-32%, μιλώντας πάντα για τη βιομηχανία. Η περιεκτικότητα στο λάδι που περιέχουν οι ηλιόσποροι, είναι το κυριότερο χαρακτηριστικό, στο οποίο οφείλεται κίόλας η τεράστια οικονομική σημασία του ηλίανθου. Στη διατροφή μπορεί να καταναλωθεί απευθείας ή ως έλαιο τηγάνισματος, κι αυτό εξαιτίας της σταθερότητας και των ιδιοτήτων του μετά το τηγάνισμα. Το ηλιέλαιο, λόγω της υψηλής του θερμοκρασίας καπνίσματος (230°C), συνίσταται κυρίως για τηγάνισμα. Το ηλιέλαιο θεωρείται πολύ καλό για την υγεία, καθώς έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε βιταμίνη E και είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα (ελαϊκό και λινελαϊκό οξύ). Σε παγκόσμιο επίπεδο, το ηλιέλαιο διακρίνεται σε τέσσερις τύπους, σε σχέση με τη σύσταση του σε λιπαρά οξέα. Ο πρώτος και παραδοσιακός τύπος με υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ χρησιμοποιείται στη μαγειρική κυρίως ως λάδι για τηγάνισμα. Ο δεύτερος τύπος, που έχει μια ενδιάμεση περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, προήλθε από βελτίωση και παρουσιάζει καλό όριο συντήρησης τροφίμων, με εξαιρετική σταθερότητα και ουδέτερη γεύση, όπου και προτιμάται ως λάδι τηγάνισματος, όπως και ο τρίτος τύπος με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ που προήλθε κι αυτός από βελτίωση και το έλαιον του διακρίνεται από σταθερότητα και αφήνει μια ουδέτερη γεύση. Ο τέταρτος και νεότερος τύπος παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε στεατικό και ελαϊκό οξύ, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται υποκαθιστώντας τα μερικώς υδρογονωμένα έλαια ή άλλα έλαια που

παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο κορεσμού και χρήση στην αρτοποιία, σε προϊόντα τροφίμων που χρειάζονται ένα «στερεό» λάδι (παγωτά, σοκολάτες, κ.ά), όπως και στην παρασκευή μαργαρίνης.

Οι ιατροί και οι διατροφολόγοι θεωρούν ότι είναι απαραίτητη για την καλυτέρευση της διατροφής του ανθρώπου, την ανάκτηση της υγείας του, και την προστασία του από καρδιολογικά νοσήματα, η αλλαγή στις προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού ως προς τα φυτικά λάδια, τα οποία θα πρέπει να έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Skorici et al., 2008). Από άποψη χημικής σύστασης, το ηλιέλαιο περιέχει παλμιτικό (6%), στεατικό (5%), ελαϊκό (18%) και λινελαϊκό οξύ (69%), με τα δύο τελευταία να αλλάζουν ποσοστό ανάλογα με τη θερμοκρασία κατά την ωρίμανση του σπόρου. Επίσης, το ηλιέλαιο δεν έχει τοξικές ουσίες, ενώ περιέχει και άλλα συστατικά, όπως κηρούς, γλυκίδια, στερόλες και τοκοφερόλες, σε ποσοστό 1,6%. Χρησιμοποιείται επίσης στο μαγείρεμα, στην παρασκευή μαργαρινών, σαλτσών για σαλάτες, βρεφικών τροφών, κ.ά.

Στη χώρα μας, ο ηλίανθος χρησιμοποιείται στη μορφή του ηλιάλευρου σε μεγάλες ποσότητες για ζωοτροφή. Σε μέρη που έχουν πολύ δροσερό κλίμα, οι μεγαλόσωμες ποικιλίες του ηλίανθου που αναπτύσσονται πολύ, χρησιμοποιούνται ακόμα και για ενσίρωση, σαν το καλαμπόκι (Σφήκας, 1988, Ξανθόπουλος, 1993). Όταν αφαιρείται το έλαιο από το σπόρο, ο πλακούντας (που συναντάται και ως πούλπα ή ηλιόπιτα) περιέχει το υπόλοιπο λάδι και 35% πρωτεΐνη, γεγονός που τον καθιστά μια πολύ καλή συμπυκνωμένη ζωοτροφή, αλλά όμως δεν είναι πλούσια σε λυσίνη. Από την άλλη πλευρά όμως, είναι απαλλαγμένος από τοξικές ουσίες, οπότε η χρήση του κάνει τόσο για τα ζώα, όσο και για ανθρώπινη κατανάλωση. Οι ολόκληροι σπόροι βρίσκουν εφαρμογή στη χρήση τους και ως πτηνοτροφή. Τα υποπροϊόντα του ηλίανθου δίνονται στα μηρυκαστικά, στα μόνοπλα, στα κουνέλια, ενώ στα παμφάγα ζώα δίνονται μόνο αποφλοιωμένα σπέρματα, όπως και στους χοίρους, στους νεοσσούς και στις κόττες.

Η παραγωγή βιοκαυσίμου γίνεται από τα mid-oleic και high-oleic υβρίδια που περιέχουν τουλάχιστον 40% ελαϊκό οξύ (Pereyra-Irujo και Aguirrezabal, 2007). Εξαιρετικό καύσιμο αποτελούν οι ξεροί βλαστοί του ηλίανθου, όπου ακόμα και η στάχτη τους είναι χρήσιμη, καθώς έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κάλιο (Murphy, 1994; Αυγουλάς et al, 2001).

Οι ηλιόσποροι που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση τρώγονται ωμοί, αποξηραμένοι ή ψημένοι και προέρχονται από ποικιλίες που οι σπόροι τους έχουν

μικρότερη περιεκτικότητα σε έλαιο, αλλά μεγαλύτερη σε πρωτεΐνες. Οι κόνδυλοι και συγκεκριμένα από το είδος *H. tuberosus* είναι εδώδιμοι, έχοντας γεύση αγκινάρας, και ονομάζονται «Αγκινάρα της Ιερουσαλήμ», ενώ από τους κονδύλους όλων των ειδών παράγεται αλκοόλη.

Μετά από ειδική επεξεργασία των φλοιών των αchenίων παράγονται υποστρώματα για διάφορα ένζυμα (Friedt, 1992), στυπόχαρτο, όπως και από το εσωτερικό του βλαστού παράγεται χαρτί υψηλής ποιότητας για την τυπογραφία. Επίσης, το ηλιάλευρο ή ακόμα και ολόκληροι οι ηλιόσποροι χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ψωμιού, όπου αναμιγνύονται και με άλλα άλευρα. Από το άλεσμα των σπόρων προκύπτει ένα παρόμοιο σκεύασμα που θυμίζει καφέ, καθώς κι ένα είδος φυστικοβούτυρου. Αφού γίνει η συγκομιδή του σπόρου, το υπέργειο τμήμα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ξυλοκυτταρίνης, για κλωστικές ίνες και για χαρτί πολυτελείας (Καββάδας, 1956). Το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται εκτός από τη διατροφή του ανθρώπου, στη σαπωνοποιία και τη βιομηχανία λιπαντικών, για παρασκευή ελαιοχρωμάτων, βαφών, βερνικιών, σαπουνιών, λιπαντικών, κεριών, κ.α. (Friedt, 1992; Skorić, 1992). Στα χρώματα χρησιμοποιείται γιατί δεν έχει λινολενικό οξύ, το οποίο και προκαλεί μετά από καιρό πρόβλημα στα λευκά ελαιοχρώματα (Ξανθόπουλος, 1993). Τα είδη *Helianthus annuus* και *Helianthus tuberosus* βρίσκουν χρήση ως ενεργειακά φυτά. Ο ηλίανθος, από τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, θεωρείται μελισσοκομικό φυτό, καθώς οι μέλισσες επικονιάζοντας τα φυτά, παράγουν αρκετό μέλι, αλλά ταυτόχρονα αυξάνουν και τις αποδόσεις των φυτών (Skorić, 1992).

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά –Μορφολογία φυτού

Ο ηλίανθος ανήκει στο γένος *Helianthus*, τάξη Asterales, της οικογένειας Compositae. Η εξημέρωση του ηλίανθου, έγινε μεταβιβάζοντας γενετικό υλικό (introgression) από το *Helianthus petiolaris* (ζιζάνιο) στο *H. annuus* (αρχικά άγριο) (Ξανθόπουλος, 1993). Πρόκειται για ένα ετήσιο, ποώδες σταυρογονιμοποιούμενο, αγγειόσπερμο, δικότυλο C₃, μονοετές ή πολυετές φυτό και απαντώνται 65 ως 100 περίπου είδη. Κύριος εκπρόσωπος είναι ο *Helianthus annuus*. Το φυτό έχει μόνο ένα βλαστό, στον οποίο καταλήγει μια μεγάλη ταξιανθία και φτάνει περίπου τα 1,5 με 2m ύψος. Η παραγωγική απόδοση της ποικιλίας εξαρτάται από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του, όπως το ύψος των φυτών, το μέγεθος του σπόρου, η διάμετρος της κεφαλής, η πρωιμότητα άνθησης, και το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται. Ο ηλίανθος είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και στις περισσότερες χώρες δημιουργήθηκαν και χρησιμοποιούνται αρκετά υβρίδια και ποικιλίες.

Τα περισσότερα υβρίδια, που αντικατέστησαν τις ποικιλίες ελεύθερης γονιμοποίησης, έχουν αυτογονιμοποιούμενα άνθη. Τα υβρίδια δίνουν πιο αυξημένη παραγωγή, ομοιομορφία, καλύτερη αντίσταση στα ζιζάνια, ποιότητα στο βλαστό και αυτοσυμβατότητα. Σε ξηρικές συνθήκες ή όταν υπάρχει περιορισμός στην άρδευση, τα υβρίδια δεν μπορούμε να πούμε ότι είναι καλύτερα από άποψης αποδόσεων (Poulard και Beg, 2008).

Ριζικό σύστημα: Οι ρίζες είναι πασσαλώδεις, που προχωρούν και φτάνουν σε μεγάλο βάθος (έως και 2m). Η κεντρική του ρίζα μπορεί να επεκταθεί και ν' αποκτήσει το μήκος που ανέρχεται μέχρι και το διπλάσιο του ύψους του στελέχους. Αναφορικά με τις πλευρικές δευτερογενείς ρίζες έχουν μήκος 0 - 100 cm, είναι πυκνές και λεπτές και βρίσκονται στα 30cm (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Οπότε, το φυτό μπορεί να παίρνει το άζωτο και το νερό από τα χαμηλότερα στρώματα του εδάφους, και γι' αυτό καλλιεργείται και σε περιοχές που είναι πολύ ξηρές κι έχουν περιορισμένες βροχοπτώσεις. Ένα από τα μειονεκτήματα της καλλιέργειάς του είναι ότι η ρίζα του δεν μπορεί να προχωρήσει σε σκληρό έδαφος. Το ριζόστρωμα του ηλίανθου είναι σε βάθος περίπου 60 cm, όπου μετά τα 10-15 cm του εδάφους αναπτύσσονται πολυάριθμες πλάγιες ρίζες, οι οποίες δεν προχωρούν σε μεγάλο βάθος, αλλά εκτείνονται πλάγια, καταλαμβάνοντας μεγάλο όγκο εδάφους. Η διάμετρος της ρίζας όσο πιο βαθιά βρίσκεται τόσο πιο λεπτή γίνεται. Το υπόγειο τμήμα του φυτού αρχικά μεγαλώνει γρηγορότερα από το υπέργειο, δηλαδή όταν ο ηλίανθος φτάσει τα 40 cm ύψος και 8-10 φύλλα, τότε η ρίζα του γίνεται 70 cm περίπου.



Εικόνα 1.2.1: Ριζικό σύστημα ηλίανθου

Στελέχη: Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος έχει ύψος μεταξύ 0,5-6 m (συνήθως γύρω στα 2 m) και είναι κατά κανόνα μονοστέλεχο φυτό, καθώς τα επιπλέον στελέχη δεν χρειάζονται επειδή υποβαθμίζουν την ποιότητα και την ποσότητα του σπόρου, προκαλώντας και ανομοιομορφία στην ωρίμανσή του. Ο ηλίανθος όταν έχει ένα μόνο στέλεχος, έχει μεγάλη ταξιανθία κεφαλή που έχει διάμετρο έως και 40 cm. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιούνται για την κηποτεχνία, τα άγρια είδη και οι καθαρές σειρές, οι οποίες έχουν χρήση ως επικονιαστές, διαθέτουν περισσότερες διακλαδώσεις, ενώ οι κεφαλές τους είναι πιο μικρές. Ο βλαστός είναι χνουδωτός, κυλινδρικός και στο εσωτερικό του έχει εντεριώνη. Συνήθως, παρουσιάζεται μια κάμψη του άνω άκρου του στελέχους και της ταξιανθίας, που καθορίζει τη γωνία κλήσης της ταξιανθίας, ώστε να είναι πιο εύκολη η αποξήρανση του σπόρου και ταυτόχρονα να προστατεύεται από τα πουλιά. Η κάμψη αυτή παρατηρείται σε διάφορες φάσεις ανάπτυξης, αλλά επιθυμητή είναι αυτή λίγο πριν να ωριμάσει ή ακριβώς όταν ωριμάζει. Τα μεσογονάτια διαστήματα, παίζουν μεγάλο στην αντοχή και την ανθεκτικότητα του στελέχους, γεγονός που εξαρτάται από το μέγεθος και τον αριθμό αυτών (όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των μεσογονατίων, τόσο μεγαλύτερη η αντοχή του στελέχους).



Εικόνα 1.2.2: Κάμψη στελέχους ηλίανθου

Φύλλα: Τα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα στη μορφολογία (μέγεθος, σχήμα, πάχος, χρώμα και τριχίδια ή μη στην επιφάνεια). Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στην επίδραση του περιβάλλοντος, όσο και στα χαρακτηριστικά των ποικιλιών. Ο αριθμός τους παρουσιάζει διακυμάνσεις (20 - 30 φύλλα ανά φυτό, κατά μέσο όρο), όπου τα ανώτερα φύλλα μπορεί να είναι πλατιά, ωοειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα να είναι καρδιόσχημα (Danalatos et al., 2005b; Archontoulis et al., 2007). Τα φύλλα παρουσιάζουν πολλές νευρώσεις και το μήκος τους μπορεί να είναι από 10 έως 40 cm. Τα πρώτα φύλλα (πρώτα πέντε ζεύγη) εκφύονται πάντα αντίθετα και τα επόμενα εναλλάσσονται. Ο αριθμός των φύλλων στο φυτό εξαρτάται από την απόσταση φύτευσης των φυτών στον αγρό, τη θερμοκρασία και τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους και του περιβάλλοντος. Συνήθως, τα πιο όψιμα φυτά έχουν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων. Τα βράκτια φύλλα, είναι μετασχηματισμένα φύλλα, που βρίσκονται στην πίσω πλευρά της ταξιανθίας, περιβάλλοντας την ταξιανθία, και στα οποία μειώθηκε ο ιστός του μεσόφυλλου και η επιφάνεια του ελάσματος, οπότε ο μίσχος τροποποιήθηκε σε ένα είδος κολεού. Επίσης, τα βράκτια των ανθέων, που κι αυτά πρόκειται για μετασχηματισμένα φύλλα, είναι ισουπή ή λίγο ψηλότερα από τα αχάινια. Ο χρωματισμός των φύλλων είναι πράσινος, και διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, ενώ στα νεαρά φυτά, στις άκρες των φύλλων, στα νεύρα, στους μίσχους και στα βράκτια παρατηρείται ένας ερυθρός χρωματισμός, που προέρχεται από την παρουσία ανθοκυανινών. Στις περισσότερες ποικιλίες, το στέλεχος, τα

φύλλα και πολλά άλλα μέρη του φυτού εμφανίζουν τρίχες που παρουσιάζουν διαφορές στη σκληρότητα και στην πυκνότητα. Τα φύλλα εμφανίζουν κι αυτά ηλιοτροπισμό πριν ανθίσει το φυτό, φαινόμενο που μειώνεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.



Εικόνα 1.2.3 Καρδιόσχημα φύλλα ηλίανθου



Εικόνα 1.2.4: Βράκτια φύλλα ηλίανθου

Ταξιανθία: Το φυτό θεωρείται ασυνήθιστο και μοναδικό, λόγω της εντυπωσιακής του ταξιανθίας. Ο ηλίανθος που καλλιεργείται, δεν εμφανίζει διακλαδώσεις, και καταλήγει στο σχηματισμό μιας μεγάλης κεφαλής, ενώ, αντίθετα, ο διακλαδιζόμενος ηλίανθος σχηματίζει πιο μικρές και περισσότερες κεφαλές, διαμέτρου 8-60 cm, οι οποίες έχουν κίτρινα έως

κοκκινωπά πέταλα, περιβάλλονται από οξύληκτα βράκτια φύλλα, φέροντας 40-80 κίτρινες ακτίνες. Εξωτερικά της ταξιανθίας βρίσκονται πολλά βράκτια φύλλα με σχήμα που μπορεί να ποικίλει (επίπεδο, κυρτό, σιγμοειδές, ή κοίλο) (Seiler, 1997). Δίπλα στα βράκτια φύλλα βρίσκονται τα άγονα άνθη σε ακτινωτή διάταξη (δεν φέρουν ανθήρες, ο στύλος και το στίγμα είναι εκφυλισμένα) και κίτρινα, για να προσελκύουν τα έντομα. Τα άνθη της ακολουθούν διάταξη ομόκεντρων τόξων, αρχίζοντας την άνθηση περιφερειακά και καταλήγοντας κεντρικά της ταξιανθίας (γόνιμα άνθη). Δίσκος αποκαλούνται τα άνθη που βρίσκονται στο κέντρο της κεφαλής, έχουν μικρότερο μέγεθος και διαφέρουν χρωματικά και σχηματικά. Το καθένα από τα άνθη στο εσωτερικό του δίσκου, περιβάλλεται από ένα βράκτιο, έχει κάλυκα με δύο σέπαλα, πέντε πέταλα ενωμένα σε σχήμα σωλήνα, με τους πέντε στήμονες που ξεκινούν από τη βάση της στεφάνης ελεύθερους στη βάση και ενωμένους στην κορυφή. Ο στύλος τους καταλήγει σε δισχιδές στίγμα.

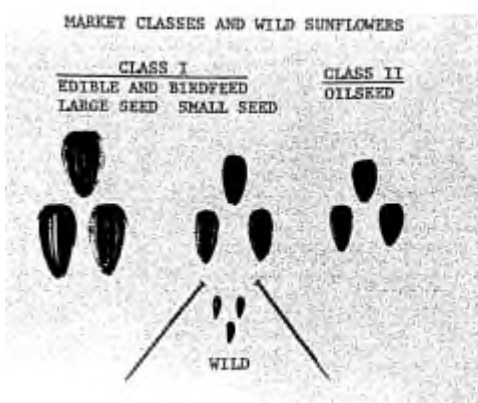
Οι καλλωπιστικές ποικιλίες, που έχουν πιο εντυπωσιακά άνθη, ακολουθούν τον τύπο "χρυσάνθεμου" κι έχουν πολλές σειρές περιφερειακών ανθέων. Η ταξιανθία του μπορεί να έχει από 700 έως 4.000 άνθη, όταν προορίζεται για έλαιο και ως 8.000 άνθη, όταν προορίζεται για πασατέμπο.

Το μέγεθός της επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία), την καλλιεργούμενη ποικιλία, τις καλλιεργητικές φροντίδες (νερό, λίπασμα), τον τύπο του εδάφους, τη διαθεσιμότητα νερού κ.ά. Η ανθοφορία γίνεται από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο, με ξεχωριστή γονιμοποίηση για κάθε άνθος. Στο άνθος, η παραγωγή των σπόρων γίνεται όπως και η άνθηση, δηλαδή ξεκινώντας εξωτερικά και καταλήγοντας εσωτερικά και η ωρίμανσή τους γίνεται 30 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση. Όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, η περίοδος της ανθοφορίας επιμηκύνεται, ενώ σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες ελαττώνεται.



Εικόνα 1.2.5: Εσωτερικά άνθη ηλίανθου

Καρπός: Στη φυσιολογική ωρίμανση, το μισό του ξηρού βάρους της κεφαλής προέρχεται από το βάρος των καρπών. Ο καρπός του ηλίανθου είναι αχαίνιο (καρπός με περικάρπιο) διαφόρων μεγεθών και σχημάτων, όπου μπορεί να είναι ωοειδής, ρομβοειδής ή στρογγυλός και περιλαμβάνει δύο τμήματα: α) τον φλοιό (περικάρπιο), που είναι σκληρό και προφυλάσσει τον σπόρο και β) τον σπόρο, που περιλαμβάνει το έμβρυο και τις δύο κοτυληδόνες (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 25mm, ενώ σε πλάτος τα 15mm περίπου. Όσα αχαίνια βρίσκονται περιφερειακά της ταξικαρπίας είναι πιο μεγάλα και βαρύτερα από αυτά που βρίσκονται στο κέντρο της.



Εικόνα 1.2.6: Δύο διαφορετικοί τύποι σπόρων ηλίανθου

Τα αχαίνια που προορίζονται για λάδι είναι τις πιο πολλές φορές μικρότερα και συμπαγή, με χρώμα γκρι ως μαύρο και έχουν μερικές φορές από σκούρες καστανές ως και άσπρες

ραβδώσεις. Από την άλλη πλευρά, τα αχαίνια των ποικιλιών που προορίζονται για πασατέμπο συνήθως είναι επιμήκη και μεγαλύτερα, με πιο ανοιχτό χρώμα κι έχουν πιο πολλές ραβδώσεις όπως και αναλογία σε φλοιό. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι ηλίανθου: αυτός που στα αχαίνια του έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι και αυτός που δεν έχει. Η πρώτη κατηγορία προέρχεται κυρίως από τη Ρωσία και αποτελείται από ποικιλίες με μικρούς σπόρους και προσκολλημένο φλοιό σ' αυτούς, από τους οποίους δύσκολα διαχωρίζεται, με μεγαλύτερη από 40% (40% - 51%) περιεκτικότητα σε έλαιο, η οποία και πηγαίνει κυρίως για ηλιέλαιο. Η δεύτερη κατηγορία προέρχεται από την Βόρεια Αμερική και έχει μεγάλα, ριγωτά αχαίνια χαμηλής περιεκτικότητας σε έλαιο, που βρίσκουν χρήση αποκλειστικά στην διατροφή του ανθρώπου και των πτηνών.

Ηλιοτροπισμός: Ο ηλίανθος παρουσιάζει το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού, όπου η ταξιανθία του και τα φύλλα του ακολουθούν την πορεία του ήλιου σε ολόκληρη τη διάρκεια της μέρας, σε γωνία 50° έως 70° από τον βορρά, ενώ ανορθώνονται κατά τις νυχτερινές ώρες και στρέφονται πάλι προς την ανατολή το πρωί. Όταν υπάρχει συννεφιά ή όταν αφαιρεθούν τα φύλλα ή όταν υπάρχουν τεχνητές συνθήκες φωτισμού στην ανάπτυξη του φυτού, τότε δεν παρατηρείται ηλιοτροπισμός, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αντίδραση του φυτού εξαρτάται μόνο από τον ήλιο και τις κινήσεις του. Όλη αυτή η περιφορά και η κίνηση οφείλεται στην κάμψη του βλαστού, η οποία όμως, δε συνεχίζει μετά την άνθηση και τη γονιμοποίηση των ανθέων, όπου και τα κεφάλια παραμένουν στραμμένα προς την Ανατολή.

Η διαδικασία αυτή εμφανίζεται μέχρι το τέλος της άνθησης, οπότε τα φυτά μένουν στραμμένα βορειοανατολικά στο Βόρειο ημισφαίριο και νοτιοανατολικά στο Νότιο και βοηθάει στη μείωση των ζημιών από τα πουλιά, καθώς και τη μείωση της ανάπτυξης ασθενειών, αλλά κυρίως συντελεί στην αύξηση της φωτοσύνθεσης (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) και μάλιστα 10 - 30%, ανάλογα με τον τρόπο κατανομής των φύλλων (Seiler, 1997).

1.3 Ανάπτυξη φυτού

Ο βιολογικός κύκλος του ηλίανθου διαρκεί 80 με 170 ημέρες, ανάλογα με τον γενότυπο (ποικιλία), το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή και το χρόνο σποράς, με μέση διάρκεια τις 120 ημέρες. Για τον προσδιορισμό των σταδίων του βιολογικού κύκλου του ηλίανθου, έχουν προταθεί διάφορα συστήματα, αλλά όλα κλείνουν σε πέντε στάδια ανάπτυξης, ως

εξής: 1) σπορά-φύτρωμα, 2) βλαστικό στάδιο, 3) διαμόρφωση ανθέων, 4) αρχή και τέλος της άνθησης, 5) φυσιολογική ωρίμανση (Blamey et al., 1997). Το κύριο σύστημα που χρησιμοποιείται στη γεωργία, για όλους τους τύπους ηλίανθου, είναι αυτό των Schneider και Miller (1981), όπου ο βιολογικός κύκλος διαιρείται σε βλαστικά (φύτρωμα και λοιπά στάδια που καθαρίζονται από τον αριθμό των φύλλων που φέρει το φυτό) και σε αναπαραγωγικά στάδια (από την πρώτη εμφάνιση του ανθοφόρου οφθαλμού μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση). Η περιγραφή θα γίνει για τις συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα.

Σπορά-φύτρωμα. Η σπορά ακολουθεί τη γραμμική φύτευση με τη βοήθεια πνευματικών μηχανών, ακολουθώντας αποστάσεις ανάμεσα στις γραμμές 75 cm και πάνω στη γραμμή σποράς 20 - 22 cm όταν πρόκειται για εύφορους και αρδευόμενους αγρούς, ενώ 25 cm για πιο φτωχούς και αδύναμους μη αρδευόμενους αγρούς. Ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα που θεωρούνται αποδοτικά είναι 4.500 με 5.000 φυτά ανά στρέμμα για ξηρική καλλιέργεια, και 5.500 - 6.000 φυτά στο στρέμμα για ποτιστική καλλιέργεια. Η ποσότητα του σπόρου μπορεί να κυμανθεί από 350 έως 500 gr / στρ. Η σπορά των μεγάλων σπόρων θα πρέπει να αποφεύγεται σε βάθη πάνω από 2.5 cm. Το φύτρωμα του ηλίανθου είναι επίγειο. Μιας και η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας επιρροής του φυτρώματος, στη χώρα μας ικανοποιητικό φύτρωμα παρατηρείται στους 6-10°C, και μάλιστα σε εδάφη με επαρκή υγρασία και αερισμό. Βέβαια, υπάρχουν και ποικιλίες, των οποίων το φύτρωμα γίνεται σε θερμοκρασία 5°C, αλλά ο χρόνος μεταξύ σποράς και φυτρώματος επιμηκύνεται. Η θερμοκρασία κατά το φύτρωμα (ιδιαίτερα η χαμηλή) μπορεί να επηρεάσει την περιεκτικότητα και τη σύσταση των σπόρων σε έλαιο.

Δηλαδή, σε σπόρους με υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι παρατηρούνται πιο μεγάλες ζημιές στις χαμηλές θερμοκρασίες από ότι σε σπόρους με χαμηλή περιεκτικότητα, και μάλιστα πιο έντονα στις περιπτώσεις καθυστέρησης του φυτρώματος. Για πιο γρήγορη εγκατάσταση των φυτών ηλίανθου στον αγρό, προτιμάτε να έχει ο σπόρος υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ (Weiss, 2000).

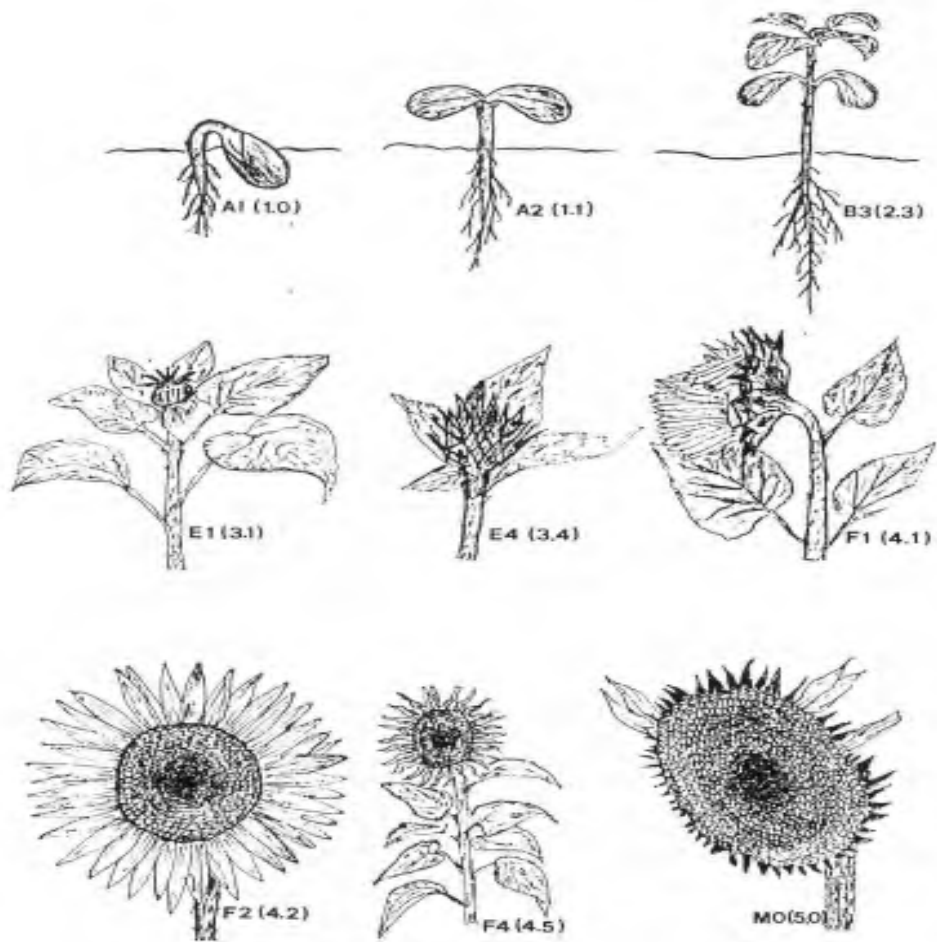


Εικόνα 1.3.1: Φυτά ηλίανθου στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης

Βλαστικό στάδιο. Κατά το φύτευμα, ο αριθμός των φύλλων (παράγονται 20-40 φύλλα ανά φυτό) εξαρτάται από την ποικιλία, όπως και ο ρυθμός έκπτυξης των φύλλων. Σε αρδευόμενη καλλιέργεια η φυλλική επιφάνεια είναι διπλάσια έως και τριπλάσια σε σχέση με την ξηρική καλλιέργεια. Μέχρι ν' αρχίσει η άνθηση συνεχίζει τόσο η παραγωγή των φύλλων, όσο και η επιμήκυνση του στελέχους, όπου και στο σημείο αυτό μειώνεται η ενεργή δραστηριότητα των κάτω φύλλων, γιατί στην ουσία η συνεισφορά των δέκα κατώτερων φύλλων στην απόδοση είναι μόνο το 10% (Weiss, 2000). Ο συνολικός χρόνος από το φύτευμα έως και τη διαμόρφωση των ανθέων εξαρτάται ουσιαστικά από τη θερμοκρασία, την ποικιλία και την ευαισθησία στη φωτοπερίοδο.

Διαμόρφωση των ανθέων - Έναρξη και τέλος άνθησης. Αφού αναπτυχθεί ο βλαστός με τα φύλλα, παρατηρούνται δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο παρατηρείται η διαφοροποίηση της ταξιανθίας έως και τη στιγμή που θα εμφανιστούν οι πρώτες ανθικές καταβολές στο κέντρο της, ενώ στη δεύτερη φάση γίνεται η ολοκλήρωση της ανάπτυξης των ανθέων, με την άνθιση των ωρίμων. Η άνθηση στην κεφαλή ξεκινά περιφερειακά, προχωρώντας σταδιακά προς το κέντρο της, με προοδευτική αύξηση γύρω στις 4 σειρές ανθέων περίπου κάθε μέρα.

Συνολικά, η διάρκεια της άνθησης μιας κεφαλής είναι περίπου 5-10 ημέρες, αλλά μπορεί να επιμηκυνθεί όταν οι ταξιανθίες είναι μεγάλες ή όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και συννεφιά.



Εικόνα 1.3.2: Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου



Εικόνα 1.3.3 Στάδιο άνθησης του ηλίανθου

Η επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα τόσο στην άνθηση, όσο και στην επικονίαση (Connor και Hall, 1997). Τα άνθη είναι πρώτανδρα και γονιμοποιούνται κυρίως με έντομα-επικονιαστές, ενώ σπανιότερα με τη βοήθεια του αέρα. Οι μέλισσες είναι οι κύριοι επικονιαστές, οι οποίες επισκέπτονται πιο πολύ τα περιφερειακά άνθη σε σχέση με τα κεντρικά, καθώς παράγουν περισσότερη γύρη, οπότε παρατηρείται δημιουργία λιγότερων σπόρων στο κέντρο. Ο λόγος που δε σχηματίζονται οι σπόροι αποδίδεται συνήθως στην ελλιπή επικονίαση. Η ελκυστικότητα των εντόμων επηρεάζεται από την ποσότητα παραγωγής νέктar που διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Ο ηλίανθος είναι σχετικά ανθεκτικός στην ξηρασία, εκτός από την περίοδο της ανθοφορίας.

Φυσιολογική ωρίμανση. Σε αυτό το στάδιο παρατηρείται η αύξηση (γέμισμα) του σπόρου όπως και ο καθορισμός του τελικού αριθμού των σπόρων που θα σχηματιστούν. Η ωρίμανση επηρεάζεται από το γενότυπο, τη διαθεσιμότητα N στο έδαφος και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Ο αριθμός των σπόρων καθορίζεται ήδη από την έναρξη της διαφοροποίησης των ανθέων, από το χρονικό διάστημα της ανάπτυξης μέχρι την άνθηση, το ποσοστό γονιμοποίησης και την ύπαρξη αποβολής εμβρύων. Η αύξηση του σπόρου γίνεται με τη βοήθεια της φωτοσύνθεσης του φυτού και της μετακίνησης των

αποθηκευμένων συστατικών(υδατάνθρακες, αζωτούχες ουσίες) πριν την άνθηση, η οποία μειώνει τη βιομάζα των βλαστικών τμημάτων.

Αρχικά, παρατηρείται αύξηση του περιβλήματος (περικάρπιο) και μετά από χρονικό διάστημα 8 ημερών περίπου ξεκινά η ταχεία ανάπτυξη της ψίχας (έμβρυο). Τη στιγμή που το έμβρυο αποκτήσει το 1/3 του τελικού βάρους του, σταματάει η ανάπτυξη του περικαρπίου. Η αύξηση των σπόρων περιφερειακά της κεφαλής αρχίζει και γίνεται πιο γρήγορα σε σχέση με αυτούς στο εσωτερικό της κεφαλής. Όμως, παρόλα αυτά, οι σπόροι όπου κι αν βρίσκονται, επιτυγχάνουν χρονική ομοιομορφία στη φυσιολογική ωρίμανση, δηλαδή περίπου από την αρχή της άνθησης. Η διάρκεια και η ταχύτητα γεμίσματος του σπόρου διαφοροποιούνται, γι αυτό και υπάρχουν μικρότεροι κεντρικοί σπόροι στην ανθοκεφαλή. Στο κέντρο της κεφαλής εμφανίζεται μικρότερος λόγος παραγόμενων σπόρων προς τα διαθέσιμα άνθη (Connor και Hall, 1997). Στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης, οι σπόροι έχουν υγρασία 30- 40%, έχοντας τη μέγιστη τιμή σε ξηρό βάρος και περιεκτικότητα σε έλαιο.

Η καλλιέργεια απαιτεί κατά στάδιο κατά μέσο όρο 6 με 10 ημέρες από τη σπορά έως το φύτευμα, 30 ημέρες από το φύτευμα έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 20-30 ημέρες από την εμφάνιση ταξιανθίας έως την έναρξη της ανθοφορίας, 7 με 12 ημέρες από την έναρξη έως την λήξη της ανθοφορίας και τέλος άλλες 30 ημέρες από τη λήξη της ανθοφορίας έως τη φυσιολογική ωρίμανση. Σε γενικές γραμμές, χρειάζονται 100 με 150 μέρες από τη φύτευση μέχρι την ωρίμανση του ηλίανθου, αλλά και πάλι ο χρόνος εξαρτάται από την ποικιλία, τη χρήση (σποροπαραγωγή, αποθήκευση για ζωοτροφή, κ.ά) και τη θερμοκρασία.

1.4 Οικολογικές απαιτήσεις

Ο ηλίανθος θεωρείται ένα ανθεκτικό φυτό, με εύκολη προσαρμογή και μπορεί να καλλιεργηθεί κάτω από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Η καλλιέργειά του μπορεί να γίνει σε περιοχές από 55° Β μέχρι 40° Ν γεωγραφικό πλάτος, αλλά προτιμούνται οι θερμές κι εύκρατες περιοχές μεταξύ 20° και 50° Β, και 20° και 40° Ν γεωγραφικό πλάτος. Η καλλιέργειά του συναντάται ακόμα και σε υψόμετρο μέχρι 2500 m, χρησιμοποιώντας βέβαια κοντόσωμες με πρώιμη ωριμότητα ποικιλίες και συναντάται ως ξηρική, αλλά και ως αρδευόμενη. Συγκαταλέγεται στις ανοξιόφιτες καλλιέργειες και η καλλιέργεια του μπορεί να γίνει με πρώιμη σπορά και χωρίς άρδευση, κι αυτό οφείλεται στο πλούσιο ριζικό σύστημα και τη σχετική αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες.

1.4.1 Θερμοκρασία

Οι θερμοκρασίες για τη βασική ανάπτυξη του ηλίανθου εξαρτώνται από την ποικιλία και κυμαίνεται από 4 μέχρι 8°C. Στην Ελλάδα, οι κλιματικές συνθήκες επιτρέπουν την έναρξη της σποράς του ηλίανθου από τις αρχές Μαρτίου, με προϋπόθεση τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας πάνω από την βασική. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η βλάστηση των σπόρων ξεκινά στους 4°C, με μέγιστη στους 15°C, επιτρέποντας την σπορά πρώιμα. Τα νεαρά φυτά είναι πολύ ανθεκτικά στο κρύο, ιδιαίτερα μέχρι το στάδιο του πρώτου ζεύγους των φύλλων (-8°C), ενώ μετά το στάδιο των 6-7 φύλλων, προκαλούνται ζημιές όταν οι θερμοκρασίες είναι υπό τους 0°C, και κατά το στάδιο της ωρίμανσης καταστρέφεται ολοσχερώς σε θερμοκρασία 2°C. Η καλύτερη βλάστηση των σπόρων γίνεται σε θερμοκρασίες 4°C, το πιο γρήγορο φύτρωμα δηλαδή σε 3-4 ημέρες γίνεται σε θερμοκρασίες αέρος 15°C, η βέλτιστη ανάπτυξη του φυτού γίνεται σε θερμοκρασίες 25 - 33°C, ενώ η παραγωγή του σπόρου γίνεται καλύτερα σε θερμοκρασίες 24-26°C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 18-20°C της νύχτας. Η ανάπτυξη του φυτού μπορεί να επιμηκυνθεί, όταν η θερμοκρασία πέσει (20°C), ενώ η ανάπτυξη επιταχύνεται με ταυτόχρονη μείωση της απόδοσης σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες της τάξης των >35°C (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Σε ορισμένες περιοχές, όπου επικρατούν θερμοκρασίες πάνω από 0°C, υπάρχει διευρυμένη βλαστική περίοδος του ηλίανθου, επιτρέποντας δύο συγκομιδές το χρόνο. Οι θερμοκρασίες της νύχτας έχουν εξίσου σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα του ηλίανθου με αυτές της ημέρας. Κατά τη νύχτα, αν υπάρξουν υψηλές θερμοκρασίες (>25°C), γίνεται ραγδαία αύξηση της αναπνοής, γεγονός που επιφέρει μείωση στην παραγωγή. Γενικότερα, ο ηλίανθος δίνει υψηλές αποδόσεις όταν οι θερμοκρασίες κατά την ημέρα είναι μεταξύ των 25 - 30°C και της νύχτας μεταξύ των 15 - 20°C. Η βέλτιστη θερμοκρασία φωτοσύνθεσης είναι περίπου στους 28-30°C. Έχει παρατηρηθεί ότι σε υψηλές θερμοκρασίες γίνεται αύξηση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του σπόρου και μείωση του ελαίου που θα παραχθεί. Με βάση τους 0°C, οι απαιτούμενες θερμομονάδες της καλλιέργειας (Growing Degree Days) είναι για τις πρώιμες ποικιλίες περίπου 2350, ενώ για τις μεσοόψιμες 2425. Το καλύτερο για την καλλιέργεια του ηλίανθου είναι να υπάρχει μια περίοδος 120 ημερών χωρίς παγετό. Η προσαρμοστικότητα του ηλίανθου φαίνεται γιατί σε συνθήκες θερμοκρασίας από 8°C έως 34 °C μπορεί ν' αναπτυχθεί, χωρίς να υπάρξει σημαντική μείωση της παραγωγής του.

Όταν αναπτύσσεται σε περιοχές με ζεστές μέρες και κρύες νύχτες (<16 °C) μπορεί να επέλθει μείωση του αριθμού των σπόρων, αλλά και αλλαγές στην περιεκτικότητα του λαδιού.

1.4.2 Φως

Ο ηλίανθος είναι ουδέτερο φυτό ως προς τη φωτοπερίοδο και παρατηρείται ανθοφορία σε μεγάλο μήκος ημέρας (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Σε ορισμένες περιοχές π.χ. Ρωσία υπάρχουν ποικιλίες φυτών που αντιδρούν διαφορετικά στην φωτοπερίοδο και μάλιστα υπάρχουν τρεις κατηγορίες: βραχείας, μακράς και ουδέτερης φωτοπερίόδου (Connor και Hall, 1997). Ως φυτό είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε φως για αυτό και σε ηλιόλουστες περιοχές έχει άριστη ανάπτυξη. Είναι ένα C3 φυτό, που δεσμεύει από την ατμόσφαιρα 5.5 kg CO₂/ στρέμμα φύλλου/ h, σε ηλιακή ακτινοβολία με ένταση >550 W/m², που θεωρητικά είναι πολύ υψηλός ρυθμός. Σύμφωνα με την έρευνα των Bange et al, (1997), όταν σε ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο, μειωθεί ο φωτισμός κατά 40% απ' ό,τι ο κανονικός, μπορεί να μειώσει την απόδοση του ηλίανθου έως και 64%. Όπως ακόμα και η μείωση του φωτισμού γενικότερα κατά 20%, μειώνει τον δείκτη συγκομιδής, άρα και την οικονομική απόδοση, ενώ δεν προκαλεί μείωση στη συνολική βιομάζα του φυτού. Η έλλειψη αρκετού φωτισμού στην περίοδο της άνθησης με διάρκεια 20-27 ημερών, μειώνει την απόδοση του κατά 36%.

1.4.3. Υγρασία

Ο ηλίανθος διαθέτει πολλά και μεγάλα στομάτια, γι' αυτό και έχει υψηλό συντελεστή διαπνοής. Η ξηρασία δεν επιδρά σημαντικά στο φυτό του ηλίανθου, κι αυτό γιατί το ριζικό του σύστημα βρίσκεται σε βάθος και πιάνει αρκετό χώρο, έχει την ανεκτικότητα, αλλά και την ικανότητα να φωτοσυνθέτει ακόμα και όταν έχει μεγάλη ξηρασία. Σε αγρούς που δεν αρδεύονται εξαντλεί την υγρασία ακόμα και σε βάθος 2 m. Η ξηρασία μπορεί να επιφέρει μαρανση και πτώση των φύλλων και ίσως να μειωθεί η φωτοσύνθεση, με συνέπεια να μειωθεί η παραγωγή. Αν η διάρκεια της ξηρασίας δεν είναι μεγάλη, η επίδραση στην απόδοση δεν είναι σημαντική, καθώς φωτοσυνθέτει και σε συνθήκες μεγάλης ξηρασίας και είναι πολύ ανθεκτικό φυτό. Απαραίτητη θεωρείται η υγρασία του εδάφους, κατά το στάδιο του φυτρώματος, ώστε να υπάρχει ομοιόμορφο και άριστο φύτρωμα. Ως κρίσιμη περίοδος για να είναι επαρκής σε υγρασία ο αγρός, θεωρείται το διάστημα 20 μέρες πριν έως και 20 ημέρες μετά την ανθοφορία, (δηλαδή η άνθηση και η πλήρωση των σπόρων), γιατί μπορεί να μειωθεί η παραγωγή έως και 70%.

Σε βροχόπτωση περίπου 300 mm, ο ηλίανθος αποδίδει περίπου 300 kg /στρ., και παρατηρείται μια ευθύγραμμη σχέση ανάμεσα στο ύψος άλλες βροχόπτωσης και στην απόδοση σε σπόρο από τα 200 έως τα 500 mm (Weiss, 2000).

1.4.4. Έδαφος

Η προσαρμογή και η ευδοκίμηση του ηλίανθου είναι ικανοποιητική ανεξαρτήτως του τύπου εδάφους και των τύπων εδαφικών pH, με άριστες τις τιμές μεταξύ 6 και 7,2 και άλλες τιμές που μπορεί να κυμαίνονται από 5,6 - 8,2 (Φασούλας και Σενλόγλου, 1966). Ενώ δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις προς το έδαφος, η βέλτιστη ανάπτυξή του γίνεται σε ελαφρά οργανικά εδάφη, που έχουν καλή αποστράγγιση, καθώς σ' αυτά γίνεται καλύτερη διείσδυση της ρίζας, χωρίς εμπόδια. Δεν έχει αντοχή σε αλατούχα και αλκαλικά εδάφη, όπου και εντάσσεται στα φυτά που έχουν μικρή ή μέση ανθεκτικότητα στα άλατα. Ο ηλίανθος παρουσιάζει μείωση στην περιεκτικότητα του λαδιού, όταν αναπτύσσεται σε αλατούχα εδάφη. Παρόλα αυτά στα εδάφη αυτά, ιδιαίτερα όταν αρδεύονται, χρησιμοποιείται ο ηλίανθος πριν από τις επιθυμητές καλλιέργειες, γιατί έχει την ιδιότητα να μεταφέρει τα άλατα σε πιο βαθιά στρώματα απ' ότι άλλες καλλιέργειες (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Η απαίτησή του σε θρεπτικά στοιχεία είναι αρκετά μεγάλη, ιδιαίτερα σε φώσφορο και άζωτο. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να ληφθεί στη χρήση υπερβολικής ποσότητας αζώτου, γιατί μειώνεται η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι, αλλά και τα φυτά κινδυνεύουν να πλαγιάσουν. Παρόλο που πιστεύεται ότι κατατάσσεται στα ανθεκτικότερα φυτά αναφορικά με την τοξικότητα από Mn, ο ηλίανθος έχει ιδιαίτερη ευαισθησία στην οξύτητα του εδάφους και δεν είναι ανθεκτικά στην τοξικότητα από Al (Blarney et al., 1997).

1.4.5 Άρδευση

Κατά την άνοιξη, η άρδευση του ηλίανθου είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας σε φτωχούς και ξηρικούς αγρούς, αν κι έχει εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Το φυτό αυτό σε σχέση με άλλα δεν έχει υψηλή ικανότητα χρήσης του νερού, όπως για παράδειγμα το σόργο, το σιτάρι, η άγρια αγκινάρα (Danalatos et al., 2009). Συγκριτικά με άλλες ανοιξιάτικες καλλιέργειες, οι ανάγκες του ηλίανθου σε νερό ανέρχονται στο 50% περίπου των απαιτήσεων του αραβόσιτου (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Είναι σημαντικό το γεγονός ότι ο ηλίανθος έχει βαθιά ρίζα, η οποία χρησιμοποιεί πιο εξαντλητικά την εδαφική υγρασία σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες, κι αυτό καλό είναι να λαμβάνεται υπόψη στις ξηρές περιοχές ιδιαίτερα, για τις επόμενες καλλιέργειες που θα χρησιμοποιηθούν στον αγρό.

Στη Βόρεια Ελλάδα, η καλλιέργεια του ηλίανθου γίνεται σε ξηρικούς αγρούς, αναμένοντας τις ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις για άρδευση. Αύξηση της απόδοσης (από 60 – 90 kg/στρ σε 250–350 kg/στρ), όπως και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης των λιπασμάτων παρατηρείται, αν ο ηλίανθος καλλιεργηθεί σε αρδευόμενους αγρούς (Giannoulis et al.,

2008). Η ποσότητα της άρδευσης εξαρτάται από την εξατμισοδιαπνοή του φυτού, η οποία εξαρτάται από τους κλιματικούς παράγοντες κάθε περιοχής και κυμαίνεται από 200 - 450mm ανάλογα με το έδαφος και το κλίμα, την ποικιλία και την εποχή σποράς (Chapman et al., 1993; Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Το πιο σύνηθες είναι ο ηλίανθος να χρειάζεται 3-5 ποτίσματα όταν διαρκεί η ανθοφορία (δηλαδή από τον σχηματισμό της ταξιανθίας μέχρι να πέσουν τα περιφερειακά κίτρινα άνθη και να καμπουριάσουν οι κεφαλές) και αυτό πάλι λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή καλλιέργειας. Όπως αναφέρεται από τους Goskoy et al. (2004), τα φυτά θα πρέπει να αρδεύονται τουλάχιστον τρεις φορές σε όλη την καλλιεργητική περίοδο, ώστε να υπάρξει υψηλή παραγωγή και απόδοση σε σπόρο. Σε κάθε καλλιεργητική περίοδο, η άρδευση στον ηλίανθο κυμαίνεται από 200 έως 900 mm, αναλόγως με τη διαχείριση, το έδαφος, το γεωγραφικό πλάτος, τις συνθήκες του κλίματος και την περίοδο που θα γίνει η σπορά (Karam et al., 2007). Αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνολικά λιγότερο νερό, γεγονός που εξαρτάται από την περίοδο φύτευσης, τη διάρκεια ανάπτυξης και την αποθηκευμένη ποσότητα του νερού που τυχόν υπάρχει στο υπέδαφος από τις βροχές. Γενικότερα, η Μεσόγειος διακρίνεται για τις ήπιες θερμοκρασίες και την υψηλή διαθεσιμότητα σε νερό πριν την αρχή της καλλιέργειας, όπως και μετέπειτα. Σε μερικές περιοχές, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, είναι δύσκολο να μην εφαρμοστεί άρδευση, λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών και του μικρού αριθμού βροχοπτώσεων (Soriano et al., 2004). Εντούτοις, ο ηλίανθος δεν αντέχει στην κατάκλυση με νερό, όπου ανάλογα με τη διάρκεια της υπάρχουν και διάφορες επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα, η μείωση της φωτοσύνθεσης και της αγωγιμότητας των φύλλων. Σε γόνιμα εδάφη, αν εφαρμοστεί συμπληρωματική άρδευση, μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση των σπόρων του ηλίανθου, πάνω από 4,5t/ha (Danalatos et al., 2005a), ακόμη και χωρίς την εφαρμογή λιπασμάτων.

1.5 Καλλιέργεια του ηλίανθου

1.5.1 Γενικά για την καλλιέργεια

Η προετοιμασία του αγρού για την καλλιέργεια του ηλίανθου είναι σχεδόν ίδια με αυτή του αραβόσιτου και του βάμβακος. Η προτίμηση της καλλιέργειάς του από τους αγρότες οφείλεται στην ευκολία προσαρμογής που δείχνει σε διάφορους τύπους εδαφών (από

φτωχά ξηρικά χωράφια έως και σε αρδευόμενα χωράφια) και στις χαμηλές εισροές (λίπανση, άρδευση), με τις οποίες μπορεί να καταφέρει συμφέρουσες αποδόσεις. Τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται ο ηλίανθος κατά τη λίπανση, είναι πρωτίστως το άζωτο, το οποίο είναι εξαιρετικά κρίσιμο, καθώς έχει βασική συμμετοχή στη φωτοσύνθεση και σε άλλες απαραίτητες βιολογικές διεργασίες των φυτών για την αύξηση και ανάπτυξη και ο φώσφορος που βοηθάει σε καλύτερες αποδόσεις τόσο στην παραγωγή όσο και στην περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο. Στα γερά χωράφια για να μην πλαгиάζουν τα φυτά θα πρέπει να μην χρησιμοποιείται υπερβολική ποσότητα αζώτου. Για την επίτευξη ομοιομορφίας και βέλτιστου αποτελέσματος στο φύτευμα, είναι απαραίτητη η υγρασία του εδάφους, όπως επίσης έχει μεγάλη ανάγκη για νερό στο στάδιο της ανθοφορίας και του γемίσματος της ταξιανθίας. Στον ελλαδικό χώρο, η καταλληλότερη εποχή σποράς είναι μεταξύ 20 Μαρτίου και 20 Απριλίου και συγκομιδής τον Αύγουστο αντίστοιχα. Το όφελος του παραγωγού από την καλλιέργεια είναι το καθεστώς της συμβολαιακής γεωργίας, που συνοδεύεται από συμφέρουσες τιμές. Σε γενικές γραμμές, τα έξοδα της καλλιέργειας (σπόρος, λίπασμα, ζιζανιοκτονία, άρδευση, καλλιεργητικές εργασίες) είναι λιγότερα σε σχέση με τα έσοδα από την απόδοσή της τόσο σε ποσότητα, όσο και σε τιμή.

1.5.2 Αμειψισπορά

Οι κύριοι λόγοι που δικαιολογούν την ύπαρξη της αμειψισποράς είναι η εκμετάλλευση του διαφορετικού βάθους του ριζικού συστήματος, η διαφοροποίηση ως προς τις ασθένειες, τους εχθρούς και τα ζιζάνια, αλλά και οι διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά των εναλλασσόμενων καλλιεργειών.

Ο ηλίανθος μπορεί κι εκμεταλλεύεται τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους καλύτερα συγκριτικά με άλλα επιπολαιόριζα φυτά, καθώς και αφήνει πολύ εξαντλημένο το έδαφος σε υγρασία, σε σχέση με τις περισσότερες καλλιέργειες. Σε αλατούχα εδάφη, είναι από τα καλύτερα φυτά να προηγηθούν από τις επόμενες καλλιέργειες, γιατί ειδικά σε εδάφη που αρδεύονται, μετακινούν τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα (Ξανθόπουλος, 1993). Η συνεχής σπορά του ηλίανθου στον ίδιο αγρό δεν είναι καλό να επαναλαμβάνεται, γιατί αφενός αφήνει ανασταλτικές ουσίες στο έδαφος για την ανάπτυξη των φυτών του και αφετέρου γιατί η νέα καλλιέργεια ενδέχεται να επιμολυνθεί από ασθένειες ή τα έντομα, από τα οποία είχε ήδη προσβληθεί η προηγούμενη καλλιέργεια. Επίσης, η απόδοση της καλλιέργειάς του

είναι μικρότερη, συγκριτικά με αυτήν της καλλιέργειάς του μετά από σιτάρι. Ούτε, βέβαια, και η προηγούμενη καλλιέργεια θα πρέπει να έχει προσβληθεί από ασθένειες που προσβάλλουν τον ηλίανθο και που μπορεί να του προκαλέσουν σοβαρή ζημιά. Ακολουθεί η καλλιέργεια του ηλίανθου, μόνο αν δεν τον προσβάλει η ασθένεια που προσέβαλε την προηγούμενη καλλιέργεια. Για παράδειγμα η *σκληρωτινίαση*, που μπορεί να μεταφερθεί από προηγούμενη καλλιέργεια, όπως πατάτα, τεύτλα, μηδική, καρποδοτικά ψυχανθή, κουκιά, σόγια, κ.ά. και το *Verticillium*, που μπορεί να μεταφερθεί από προηγούμενη καλλιέργεια, όπως τεύτλα, βαμβάκι, πατάτα, μηδική, ελαιοκράμβη, κ.ά.

Συνήθως, στον ξηρικό ηλίανθο γίνεται αμειψισπορά με επιπολαιόριζα φυτά, που μπορούν να αναπτυχθούν ανάμεσα στα φυτικά υπολείμματα, όπως τα χειμωνιάτικα σιτηρά, ενώ ιδανική είναι η καλλιέργεια του ηλίανθου μετά από ψυχανθή, σιτηρά, χειμωνιάτικες καλλιέργειες, λαχανοκομικά ή ακόμα και μετά από αγρανάπαυση. Παρόλα αυτά, καλό θα ήταν ν' αποφεύγεται η χρήση φυτοφαρμάκων στο έδαφος για τα σιτηρά, καθώς η παρουσία υπολειμμάτων τους, όπως σιμαζίνη, ατραζίνη, δείχνει να αποτελεί πρόβλημα για την ανάπτυξη του ηλίανθου. Ο ηλίανθος, μετά την συγκομιδή, βελτιώνει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, αποδίδοντας στο έδαφος φυτικά υπολείμματα που έχουν διάφορα συστατικά και τα οποία αποτελούν εν δυνάμει με κατάλληλους χειρισμούς, ένα καλό μέσο προστασίας από τους παγετούς για επόμενες καλλιέργειες (Πανταζή, 2012).

1.5.3 Προετοιμασία του αγρού

Η προετοιμασία του αγρού θα πρέπει να γίνεται συστηματικά και με επιμέλεια, από τη στιγμή και μόνο που ο αγρός είναι στον ρώγο του, και είναι σχεδόν ίδια με αυτή του βάμβακος και του αραβόσιτου. Επίσης σημαντικό είναι η προετοιμασία να γίνεται έγκαιρα και με το μικρότερο δυνατόν κόστος.

Οι καλλιεργητικές εργασίες που χρειάζονται για την προετοιμασία του αγρού είναι: η φθινοπωρινή ή χειμωνιάτικη στελεχοκοπή, το όσο πιο νωρίς φθινοπωρινό όργωμα, η χειμωνιάτικη καταστροφή ζιζανίων σε μικρό βάθος (βοηθούν και στο ομοιόμορφο στρώσιμο του εδάφους), γιατί αν δεν εξαλειφθούν, την άνοιξη απαιτείται βαθύ όργωμα για την καταστροφή τους.

Ο σπόρος του ηλίανθου, που είναι ελαιούχος χρειάζεται αρκετή υγρασία για να φυτρώσει, γι' αυτό είναι απαραίτητη η διατήρηση της υγρασίας στο έδαφος σε πολύ καλό επίπεδο. Η προετοιμασία της σποροκλίνης θα πρέπει να γίνει με τρόπο ώστε το έδαφος να είναι καλά

θρυμματισμένο και συμπιεσμένο, για την ομοιόμορφη κατανομή της υγρασίας. Στην επιφάνεια θα πρέπει να υπάρχουν μικροί βόλοι (διαμέτρου 3cm), για να μην δημιουργείται «κρούστα» με απότομη βροχή, που συχνά εμφανίζεται εξαιτίας της πρώιμης σποράς, γι' αυτό και θα πρέπει να γίνει αρχικά δισκοσβάρνισμα και κατόπιν κυλίνδρισμα. Γίνονται και περιστασιακές καλλιεργητικές εργασίες, όπως η αποστράγγιση και η ισοπέδωση. Επειδή είναι βαθύρριζο φυτό και το μέσο βάθος ριζοστρώματος του ηλίανθου είναι 50cm, διαφοροποιείται ανάλογα με τις μεταχειρίσεις, όπως για παράδειγμα το σύστημα οργώματος (Gajri et al. 1997). Το πιο σύνηθες είναι ότι ο αγρός χρειάζεται βαθύ όργωμα, έτσι ώστε να καταστραφεί το τυχόν αδιαπέρατο υπεδάφιο στρώμα και να υπάρξει καλύτερος αερισμός του εδάφους και χαλάρωση αυτού.

1.5.4 Σπορά

Η σπορά του ηλίανθου στην Ελλάδα μπορεί να γίνει ως βασική εαρινή καλλιέργεια (από μέση Μαρτίου μέχρι αρχή Απριλίου, για βέλτιστη αξιοποίηση της υγρασίας των χειμερινών και ανοιξιάτικων μηνών) ή ως επίσπορη καλλιέργεια μετά τις χειμωνιάτικες καλλιέργειες (σιτηρά, ελαιοκράμβη, όσπρια, κ.α.). Στη Βόρεια Ελλάδα η σπορά του ηλίανθου γίνεται όσο πιο πρώιμα μπορεί, για την εκμετάλλευση των αναγκών του σε νερό, αλλά και την αποφυγή ξηροθερμικών συνθηκών. Η σπορά γίνεται με μηχανές ακριβείας με ειδική ρύθμιση ή με άλλους δίσκους, όπου το βάθος σποράς είναι 3-10cm (σε συνάρτηση με την υγρασία και τον τύπο του εδάφους και το μέγεθος του σπόρου) και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς είναι 60-75cm (ανάλογα με την ευρωστία του φυτού) (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Υπάρχει και περίπτωση σποράς σε διπλές γραμμές, οι οποίες απέχουν μεταξύ τους στα 25cm και από το επόμενο ζεύγος στα 80-120cm. Προτιμότερο είναι κατά τη σπορά του ηλίανθου να χρησιμοποιείται σπόρος της αμέσως προηγούμενης εσοδείας, γιατί το ποσοστό βλαστικότητας μειώνεται με το χρόνο.

Ο σπόρος που χρησιμοποιείται είναι 0,5-1,5 kg/στρέμμα και οι αποστάσεις των φυτών πάνω στη γραμμή 15-20cm, με άριστο πληθυσμό φυτών τα 5000-7000 φυτά/στρέμμα, ώστε να αποδώσει το μέγιστο και η καλλιέργεια. Αν τα φυτά προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση του σπόρου, τότε ο επιθυμητός πληθυσμός είναι 2000-3000 φυτά/στρέμμα. Ευνόητο είναι ότι σε αρδευόμενες εκτάσεις η πυκνότητα των φυτών ανά στρέμμα είναι μεγαλύτερη από ότι στις ξηρικές. Όταν οι πληθυσμοί είναι πυκνοί, η καλλιέργεια ωριμάζει όψιμα και τα στελέχη πλαγιαίζουν με τον αέρα γιατί είναι ψηλά και αδύνατα. Η εκτίμηση του πληθυσμού των φυτών εμπειρικά γίνεται με τη διάμετρο της κεφαλής (όταν είναι

μικρότερη των 12,3cm, κρίνεται ότι ο αριθμός τους είναι πολύ μεγάλος, ενώ όταν είναι μεγαλύτερη των 25cm, τότε είναι πολύ μικρός).

Η ποιότητα του ελαίου μπορεί να πει κανείς ότι εξαρτάται έμμεσα από την εποχή σποράς, καθώς αυτή προσδιορίζει την περίοδο άνθησης. Σαν αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού, η μείωση ή η αύξηση της περιεκτικότητας σε λινελαϊκό οξύ εξαρτάται από τις θερμοκρασίες που θα επικρατήσουν την περίοδο αυτή (χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν αύξηση της περιεκτικότητας). Ο χρόνος για τη σπορά εξαρτάται κυρίως από την υγρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία, την ποιότητα του προϊόντος και τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου της εκάστοτε ποικιλίας. Η επίτευξη της καλύτερης απόδοσης του ηλίανθου συνίσταται από τρεις παράγοντες: α) το βάρος του σπόρου β) τον αριθμό των ταξιανθιών των φυτών και γ) τον αριθμό των σπόρων σε κάθε ταξιανθία (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

1.5.5 Άρδευση

Ο ηλίανθος, ενώ καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικός, δεν παύει να χρειάζεται νερό από το στάδιο που εμφανίζεται η κεφαλή έως και το γέμισμα των σπόρων. Αν αρδευτεί κατάλληλα (2-4 ποτίσματα), μπορεί να βελτιώσει κατά πολύ την απόδοσή του, αλλά και την αποτελεσματικότητα της λίπανσης, αν και οι υπόλοιποι παράγοντες βέβαια, είναι επαρκείς. Επιπλέον, με το πότισμα στην καλλιέργεια του ηλίανθου εξασφαλίζεται η αύξηση της περιεκτικότητας των σπόρων σε έλαιο, η αύξηση του ποσοστού γεμίσματος των σπόρων σε κάθε κεφαλή, η βελτίωση της ποιότητας της πρωτεΐνης στο σπόρο, λόγω των αμινοξέων που παράγονται και η μείωση των στοιχείων P, Mg, Mn και B στο σπόρο. Η συχνότητα της άρδευσης εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, όπου στα εδάφη μέσης έως βαριάς σύστασης χρειάζονται 2-3 αρδεύσεις και στα αμμώδη αυξάνονται ανάλογα με το κλίμα και τη στράγγιση.

Η εφαρμογή της άρδευσης αυξάνει την παραγωγή του ηλίανθου κατά 35%, ενώ η εφαρμογή της λίπανσης κατά 72%. Ο χρόνος εφαρμογής της άρδευσης και η ποσότητα σε νερό, θα πρέπει να είναι ο επιθυμητός, γιατί σε περίπτωση υπερβολικής χρήσης του μπορεί να προκαλέσει στην καλλιέργεια υπερβολική βλάστηση, γεγονός που αποβαίνει σε βάρος της απόδοσης. Η υπερβολική υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων και προσβολών από αυτούς στο φυτό, όπως από *σκληρωτινίαση* κατά την άνθιση. Ο ηλίανθος θα πρέπει να αποκτήσει ένα δείκτη φυλλικής επιφάνειας περίπου 2,5-3,0, για το οποίο απαιτείται περίπου 160-180 mm νερού. Η έλλειψη υγρασίας επιφέρει μείωση της επιφάνειας των

φύλλων, αλλά προκαλεί αύξηση στην αναλογία ελαϊκού/λινολεϊκού οξέος στο έλαιο. Επίσης, για να υπάρχει μια καλή φυσιολογική λειτουργία των φύλλων, η οποία και θα οδηγήσει στην καλή ποιότητα του σπόρου χρειάζεται ένα ικανοποιητικό ποσοστό υγρασίας (150-200 mm νερού). Η άρδευση προτιμότερο είναι να γίνεται με αυλάκια, ή ακόμα καλύτερα με στάγδην άρδευση, κι αυτό γιατί όταν γίνεται με μπεκ, αυξάνονται οι πιθανότητες προσβολών από μυκητολογικές ασθένειες. Στις αρδευόμενες εκτάσεις, όπου το έδαφος είναι πιο χαλαρό, όταν υπάρχουν ισχυροί άνεμοι, τα φυτά κυρίως των υψηλόσωμων ποικιλιών πλαγιάζουν. Το αρδευόμενο έδαφος προσφέρει στα φυτά μικρότερη προστασία στο πλάγιασμα, ενώ μεγάλο ρόλο παίζει η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης μπορεί να γίνει ανόρθωση των στελεχών, ενώ στο στάδιο της άνθησης το πλάγιασμα επιφέρει μεγάλες απώλειες (Πανταζή, 2012).

1.5.6 Αντιμετώπιση ζιζανίων

Μετά τη σπορά, κατά το φύτεωμα, και πιο ειδικά 15 ημέρες μετά, όπου ο ρυθμός αύξησης του φυτού επιβραδύνεται, τα ζιζάνια αναπτύσσονται και μπορούν εν δυνάμει να ανταγωνιστούν το φυτό του ηλίανθου και να προκαλέσουν ζημιά μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης. Όταν ο ηλίανθος καλύψει το έδαφος με τα φύλλα του, γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια, τα οποία και ανταγωνίζεται πολύ καλά, στο στάδιο αυτό. Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων συνδυάζονται μηχανικά και χημικά μέσα. Συνήθως, γίνονται 1-2 σκαλίσματα, μέχρι το αργότερο τέσσερις εβδομάδες μετά την σπορά (το πρώτο σκάλισμα με τη συμπλήρωση του φυτρώματος και το δεύτερο 10-15 μέρες μετά το πρώτο). Πολλές φορές χρησιμοποιείται το σταυρωτό σκάλισμα, γιατί καταστρέφονται όλα τα ζιζάνια και αραιώνεται και η καλλιέργεια. Δεν χρειάζονται παραπάνω σκαλίσματα, γιατί αφενός καταστρέφουν τις πλάγιες ρίζες και αφετέρου επιφέρουν ζημιές στα φυτά της καλλιέργειας.

Σε περίπτωση που υπάρχει έντονο πρόβλημα ζιζανίων, τότε συμπληρωματικά γίνεται χημική ζιζανιοκτονία πάνω στη γραμμή φύτευσης, με κατάλληλα ζιζανιοκτόνα, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν πριν τη σπορά, πριν το φύτεωμα ή/και μετά το φύτεωμα.

1.5.7 Λίπανση

Ο ηλίανθος έχει πολλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, όπου καλό θα ήταν να γίνεται εδαφική ανάλυση για τον προσδιορισμό της σωστής δοσολογίας του αντίστοιχου θρεπτικού

στοιχείου. Το έδαφος δίνει από μόνο του στο φυτό, μέρος των απαραίτητων θρεπτικών ουσιών και το υπόλοιπο συμπληρώνεται με τη λίπανση από τον παραγωγό. Βέβαια, εκτός από τη λίπανση χρειάζεται να υπολογίζονται και άλλες παράμετροι, οι οποίοι βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση, όπως η θερμοκρασία, ο φωτισμός και η υγρασία. Εκτός από άζωτο, φώσφορο και κάλιο, ο ηλίανθος απαιτεί κι άλλα στοιχεία σε σχετικά μεγάλες ποσότητες, όπως το μαγνήσιο, το ασβέστιο, ο σίδηρος, ο χαλκός και το βόριο. Η απόδοση του ηλίανθου σε σπόρο, μπορεί να υπερβεί τους 4,5 tn/ha μόνο σε γόνιμα εδάφη με αρκετή υγρασία, κι αυτό αν υπάρχει συμπληρωματική άρδευση και λίπανση (Danalatos et al., 2005a). Η ενσωμάτωση των λιπασμάτων γίνεται είτε προσπαρτικά, χρησιμοποιώντας λιπασματοδιανομέα, είτε ταυτόχρονα με την σπορά, ρίχνοντας κοντά στον σπόρο και γραμμικά, τα λιπάσματα (σε απόσταση 10-20cm).

Η ύπαρξη αζώτου στο έδαφος βοηθάει σημαντικά την ανάπτυξη του ηλίανθου, καθώς άζωτο αποτελεί δομικής σημασίας θρεπτικό στοιχείο. Το άζωτο βοηθάει στη βιωσιμότητα του εμβρύου, αυξάνει την συγκέντρωση πρωτεΐνης στον σπόρο και διατηρεί εύρωστα τα φυτά. Οι ρίζες του ηλίανθου μπορούν να εκμεταλλευτούν το άζωτο του εδάφους, που βρίσκεται πιο βαθιά, και οι άλλες καλλιέργειες (σιτάρι, αραβόσιτος, κ.ά) δεν μπορούν. Με έλλειψη αζώτου μειώνεται κατά πολύ η απόδοση του ηλίανθου, ειδικά σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας, ενώ όταν υπάρχει ανεπάρκεια στο άζωτο με ταυτόχρονη έλλειψη υγρασίας, παρουσιάζονται σπόροι στο κέντρο της κεφαλής. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα των φυτών που παρουσιάζουν ανεπάρκεια αζώτου είναι η καθυστέρηση ή η μείωση της ανάπτυξης, η εμφάνιση λεπτότερων μίσχων και η ολική χλώρωση των φύλλων, που εμφανίζεται κυρίως στα πιο χαμηλά (παλιά) φύλλα. Η λίπανση των φυτών με άζωτο όμως θα πρέπει να εφαρμόζεται προσεκτικά, γιατί η υπερβολική αζωτούχος λίπανση μπορεί να επιφέρει αρνητικές επιδράσεις στην αναλογία φλούδας/ψίχα, στο βάρος του σπόρου και στην αύξηση της αναλογίας ελαϊκού/λινολεϊκό οξύ στο λάδι.

Επίσης, κατά την υπερβολική λίπανση γίνεται μείωση της περιεκτικότητας ελαίου και αύξηση της περιεκτικότητας πρωτεΐνης με υποβάθμιση της ποιότητας αυτής, όπως επίσης μπορεί να προκαλέσει πλάγιασμα. Η εφαρμογή της λίπανσης με άζωτο, μπορεί να γίνει βασική και επιφανειακή, αφού ληφθούν υπόψη και οι άλλοι παράγοντες επιρροής της πρόσληψής του. Η συνήθης δόση που χρησιμοποιείται είναι 10-13 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα, αν και η έρευνα των Δαναλάτος και Αρχοντούλης (2008) αναφέρει ότι η καλύτερη ποσότητα αζωτούχου λίπανσης είναι μεταξύ 4-19 μονάδες/στρέμμα, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του νερού, τη γονιμότητα και τον τύπο του εδάφους. Σε αμμώδη εδάφη

αποφεύγεται η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας κυρίως (Σκαράκης, και συν, 2008).

Εξίσου απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο είναι και ο φώσφορος, που βοηθάει στην αύξηση της περιεκτικότητας του ελαίου. Αναλόγως της περιοχής, της καλλιέργειας και του ιστορικού λίπανσης του αγρού, η ποσότητα φωσφόρου που απαιτείται μπορεί να διαφέρει. Τα δείγματα της εδαφικής ανάλυσης για το κάλιο και το φώσφορο, καλό είναι να μην λαμβάνονται αμέσως μετά την εφαρμογή λιπασμάτων, αλλά πρώιμα την άνοιξη ή το φθινόπωρο. Οπότε, οι ανάγκες για λίπανση θα φανούν από τα επίπεδα διαθέσιμου φωσφόρου στο έδαφος, όπου τα φυτά ωφελούνται από τη λίπανση μόνο όταν η διαθεσιμότητα φωσφόρου στο έδαφος είναι μικρότερο των 3,4 kg ανά στρέμμα. Το φώσφορο εφαρμόζεται συνολικά πριν ή κατά τη φύτευση, γιατί είναι απαραίτητο στην ανάπτυξη των ριζών, με βέλτιστη εφαρμογή σε λωρίδες και όχι χύμα. Τα φυτά του ηλίανθου που δεν έχουν φωσφορικά άλατα, συνήθως αναπτύσσονται λιγότερο και πιθανά φέρουν γκριζόχρωμες νεκρώσεις στις άκρες των κάτω φύλλων. Σταδιακά, με την πάροδο του χρόνου, θα πρέπει να αυξάνεται στον αγρό η περιεκτικότητα του εδάφους σε φώσφορο. Τα πιο συνηθισμένα λιπάσματα φωσφόρου με ευρεία χρήση είναι το μονοφωσφορικό αμμώνιο (11-54-0) ή υγρά μείγματα όπως το 8-24-6 ή το πολυφωσφορικό αμμώνιο (10-34-0).

Πολύ συχνά επίσης απαιτείται καλιούχος λίπανση, για να μη γίνει μείωση στην απόδοση και στην περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι, καθώς και στη ρύθμιση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού στα φυτά του ηλίανθου. Η έλλειψη καλίου δεν συναντάται συχνά, μιας και γίνεται από τα φυτά η απορρόφηση των αναγκαίων ποσοτήτων από το έδαφος. Παρόλα αυτά, η έλλειψη καλίου είναι συνήθης σε αμμώδη εδάφη, όπου η εφαρμογή λιπάσματος K γίνεται σε τιμές του κάτω από 150 ppm. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα είναι η μικροφυλλία, με χλωρωτικά ελάσματα και κύρια νεύρα των κάτω φύλλων. Μερικές φορές τα φύλλα κυρτώνουν προς τα κάτω. Η έλλειψη σε κάλιο είναι σοβαρότερη όταν τα φυτά βρίσκονται σε κατάσταση υπερβολικής ξηρασίας.

Έλλειψη καλίου προκαλεί αύξηση του ποσοστού των ακόρεστων οξέων (Σκαράκης και συν, 2008). Μια καλή ποσότητα καλίου που μπορεί να εφαρμοστεί είναι 1,7-3,5 kg ανά στρέμμα, η οποία διπλασιάζεται σε περιπτώσεις εφαρμογής χύμα λιπάσματος. Η συνήθης πρακτική είναι η εφαρμογή του πριν ή κατά τη φύτευση, κι αυτό γιατί είναι απαραίτητο το 90% του K μέχρι το στάδιο της άνθησης. Οι απώλειες του K φαίνονται πολύ στον αγρό

όταν μαζευτούν τα στελέχη της καλλιέργειας, οπότε και θα πρέπει να γίνει προσαρμογή της λίπανσης ανάλογα.

Για μέσες αποδόσεις της τάξης των 250kg/στρ, το φυτό απομακρύνει από το έδαφος 5 μονάδες φωσφόρου, 20 μονάδες καλίου, 4 μονάδες μαγνησίου και 9 μονάδες αζώτου (Σκαράκης και συν, 2008). Ο ηλίανθος πάσχει και από ανεπάρκεια άλλων στοιχείων, όπως όταν υπάρχει τροφοπενία Mo σε όξινα εδάφη με pH 4-5. Επίσης, πολλές φορές υπάρχει ανεπάρκεια σε Zn και S. Από την άλλη πλευρά, κατά την βλαστική περίοδο κυρίως, είναι απαραίτητο το B, καθώς έλλειψή του προκαλεί πολλές κηλίδες στα φύλλα και ρωγμές στο βλαστό, που μπορεί να επιφέρουν ακόμα και το σπάσιμο της κεφαλής. Η έλλειψη B προλαμβάνεται με τη βασική λίπανση ή εφαρμόζοντας 0,1% διάλυμα B στο φύλλωμα.

1.5.8 Συγκομιδή

Στον ελλαδικό χώρο, η συγκομιδή του ηλίανθου γίνεται προς το τέλος του Αυγούστου μέχρι και την αρχή του Οκτώβρη, ανάλογα με την περιοχή. Για τη φυσιολογική ωρίμανση του σπόρου του ηλίανθου απαιτούνται περίπου 30 μέρες από τη λήξη της ανθοφορίας, γιατί στο στάδιο αυτό επιτυγχάνεται η μέγιστη τιμή της περιεκτικότητας σε έλαιο, αλλά και σε λινολεϊκό οξύ, και του ξηρού βάρους των σπόρων. Στο στάδιο αυτό, οι κεφαλές έχουν ωριμάσει φυσιολογικά, όπου η πίσω πλευρά-επιφάνεια τους είναι κιτρινωπή προς καστανή, με υγρασία να ανέρχεται στο 70%, ενώ στους σπόρους στο 40%. Η κατάλληλη εποχή για την συγκομιδή είναι όταν ο σπόρος έχει 10-15% υγρασία, δηλαδή όταν τα 3/4 των κάτω φύλλων έχουν ήδη ξεραθεί και τα υπόλοιπα έχουν κιτρινίσει, κι αυτό γιατί οι απώλειες από τη μηχανή συγκομιδής και από το ράγισμα των σπόρων είναι μικρότερες. Αν υπάρξει καθυστέρηση της συγκομιδής για οποιονδήποτε λόγο, οι απώλειες μπορεί να είναι σοβαρές, όχι μόνο από τα πουλιά που θα φάνε το σπόρο, αλλά και από τις ασθένειες (όταν επικρατεί υγρασία) και από το τίναγμα των σπόρων. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού, αφού γίνει πρώτα κατάλληλη ρύθμιση, για τον περιορισμό της απώλειας του σπόρου που μπορεί να φτάσει πλέον του 40-45%.

Ο κατάλληλος μηχανολογικός εξοπλισμός μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας. Σε περίπτωση που το φυτό περιέχει πολύ υγρασία, αλλά οι σπόροι είναι φυσιολογικά ώριμοι, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί σε υπερβολική λίπανση με άζωτο ή στις βροχοπτώσεις, ίσως και να γίνεται η εφαρμογή της χημικής

αποφύλλωσης. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται χημικά σκευάσματα, με δραστικές ουσίες όπως diguat και dinethipin.

Ο σπόρος του ηλίανθου για να είναι εμπορεύσιμος πρέπει: η υγρασία του να είναι έως 10%, το ποσοστό ελαίου τουλάχιστον 42% και οι ξένες ύλες μέχρι 2%. Σε περίπτωση που η περιεκτικότητα του σπόρου όταν συγκομιστεί είναι πάνω από 14% νερό, θα πρέπει να οδηγηθεί σε ξηραντήριο για να γίνει η αποξήρανσή του, η οποία είναι δύσκολη και μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητά του. Στις συνθήκες ξήρανσης οποιουδήποτε προγράμματος εφαρμόζεται, δεν θα πρέπει η θερμοκρασία εντός του σπόρου να ξεφεύγει από τους 45 °C. Η αποθήκευση των σπόρων γίνεται σε αποθήκες που έχουν χαμηλό ποσοστό σχετικής υγρασίας (μέχρι 62%) και που υπάρχει καθαριότητα. Η αποθήκευση και συντήρηση των σπόρων του ηλίανθου είναι πιο δύσκολη από τους σπόρους των σιτηρών, γιατί ο ηλιόσπορος χρειάζεται περισσότερο αερισμό, μιας και δημιουργούνται συσσωματώματα στην αποθηκευμένη μάζα του από τις ξένες ύλες συν το γεγονός ότι αναπνέει περισσότερο από τους καρπούς των σιτηρών.



Εικόνα 1.5.8.1 Συγκομιδή ηλίανθου

1.5.9 Απόδοση καλλιέργειας

Ο μέσος όρος στρεμματικής απόδοσης του ηλίανθου είναι 150 kg/στρ., αλλά μπορεί να ξεπεράσει και τα 450 kg/στρ, σε ιδανικές συνθήκες. Στη Θεσσαλία υπολογίζεται στα 350 kg/στρ και ο προορισμός του είναι κυρίως για την παρασκευή ηλιέλαιου και βιοκαύσιμου. Η απόδοση της καλλιέργειας εκφράζεται τόσο με τον αριθμό και το μέγεθος των σπόρων, όσο και με την περιεκτικότητα αυτών σε έλαιο και τον τύπο του ελαίου, αλλά και την ποσότητα της πρωτεΐνης. Όλοι οι παράγοντες που συντελούν στην απόδοση επηρεάζονται από το περιβάλλον, τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και τις εισροές σε λιπάσματα και νερό.

Ο καθορισμός του τελικού αριθμού των σπόρων που θα σχηματιστούν γίνεται στο διάστημα που αρχίζει η διαφοροποίηση των ανθέων μέχρι που αναπτύσσεται ο σπόρος, από το γενότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως: η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα Ν του εδάφους, η ξηρασία, κ.ά. Το μέγεθος των σπόρων παρουσιάζει μεγάλες διαφορές και εξαρτάται από το γενότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες του ανάπτυξης.

Παρατηρήθηκε επίσης μεγάλη σχέση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του βάρους 1000 σπόρων (Miller και Fick, 1997). Το ποσοστό των περιβλημάτων επί του συνολικού βάρους των σπόρων είναι περίπου 35 έως 50 %. Οι Kovacic et al. (1980) εντόπισαν ότι ήταν σημαντικότερος στον προσδιορισμό της απόδοσης ο αριθμός των σπόρων κατά τρεις φορές απ' ότι το βάρος των σπόρων.

Η συγκέντρωση του λαδιού στο σπόρο εξαρτάται από γενοτυπικούς και κλιματικούς παράγοντες (θερμοκρασία, ξηρασία και διαθεσιμότητα Ν). Στον γενότυπο αποδίδεται η διαφοροποίηση του σπόρου ως προς την αναλογία του περικαρπίου προς την ψίχα. Το χρονικό διάστημα της ανάπτυξης του σπόρου, μειώνεται η περιεκτικότητα του ελαίου, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες ή όταν υπάρχουν σύντομοι περίοδοι ξηρασίας. Μετά την άνθηση και κατά την ανάπτυξη των σπόρων, η μεγάλη διαθεσιμότητα αζώτου στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει μείωση στην περιεκτικότητα του λαδιού, αν και η συνολική ποσότητα του λαδιού στο σπόρο δύναται να αυξηθεί. Επίσης, όταν αυξάνεται η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο σπόρο, πολλές φορές ακολουθείται από μείωση της περιεκτικότητας σε λάδι.

1.6 Φυτοπροστασία

Ο ηλίανθος είναι μια καλλιέργεια που προσβάλλεται εύκολα από αρκετούς μικροοργανισμούς και έντομα. Πανευρωπαϊκά αναφέρεται ότι οι ασθένειες είναι αυτές που προκαλούν σοβαρές ζημιές, ενώ τα έντομα δεν προκαλούν σοβαρά προβλήματα. Στην Ελλάδα, για την ώρα, δεν παρατηρείται σοβαρό πρόβλημα από εχθρούς και ασθένειες, πιθανά εξαιτίας του κλίματος. Θ' αναφερθούν οι κυριότεροι εχθροί και ασθένειες του ηλίανθου, που έχουν σημασία για την Ευρώπη, αλλά και τον ελλαδικό χώρο (Σφήκας, 1988; Ξανθόπουλος, 1993).

1.6.1 Εχθροί

Τα έντομα που μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στην καλλιέργεια του ηλίανθου είναι κάποια έντομα εδάφους, τα μυζητικά έντομα (αφίδες, θρίπες), μερικά λεπιδόπτερα (*Homoeosoma nebullela*, με προσβολή σε ταξιανθίες και σπόρους, *Agrotis sp.*) και μερικά κολεόπτερα (π.χ. *Smicronyx fulvus*, με προσβολή σε σπόρους, *Agriotes sp.*, *Zygogramma exclamationis*). Κάποιες χρονιές, σε ξηρικές καλλιέργειες, παρατηρήθηκαν ζημιές από ακρίδες. Στη χώρα μας, το 1986, σημειώθηκε προσβολή του ηλίανθου από τον σκώρο *Homoeosoma electellum* (Hulst).

Η αντιμετώπιση στα λεπιδόπτερα και κολεόπτερα γίνεται κυρίως δημιουργώντας ανθεκτικούς γενότυπους, χρησιμοποιώντας υπερπαράσιτα και ρυθμίζοντας την καλλιεργητική τεχνική. Όταν είναι απαραίτητη η χρήση εντομοκτόνων, αυτά θα πρέπει να είναι φιλικά προς τους επικονιαστές, καθώς αυτοί πετούν και τρέφονται από τους ανθισμένους ηλίανθους.

Επίσης, σημαντικές ζημιές προκαλούνται από πουλιά, όπως το *Quiscalus quiscula*, ο κότσυφας και άλλα είδη πουλιών που δημιουργούν σμήνη, τα οποία τρώνε τους ηλιόσπορους, ιδιαίτερα σε περιοχές που καλλιεργείται σε μικρότερα και πιο απομονωμένα χωράφια. Στις πιο γνωστές καλλιεργούμενες ποικιλίες ηλίανθου, αφού γίνει η ανάλογη λίπανση, οι κεφαλές στρέφονται προς το έδαφος, οπότε υπάρχει μείωση των απωλειών που προέρχονται από τα πουλιά. Όταν γίνεται η σορά πρώιμα γίνεται και η συγκομιδή πρώιμα, τότε δηλαδή που δεν υπάρχουν πολλά πουλιά σε αριθμό. Ως μέτρο καταπολέμησης των πουλιών, είναι η χρήση κροτίδων από τους παραγωγούς.

1.6.2 Ασθένειες

Οι οικονομικές επιπτώσεις μιας ασθένειας είναι αρκετά σημαντικές, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που σημειώνονται σοβαρές προσβολές. Ο ηλίανθος μολύνεται από τις παρακάτω ασθένειες:

Περονόσπορος (*Plasmopara helianthii*). Θεωρείται από τις πιο σοβαρές ασθένειες του ηλίανθου. Ο περονόσπορος ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες και σε υψηλή σχ. υγρασία. Το κύριο σύμπτωμα είναι η εμφάνιση χλωρωτικών κηλίδων σε όλα τα μέρη του φυτού, που γίνονται νεκρωτικές, με την πάροδο του χρόνου. Το παθογόνο μεταδίδεται με μεγάλη ταχύτητα και γι' αυτό κατά καιρούς ευδοκιμούν σοβαρές επιδημίες.

Άσπρη όψη (*Sclerotinia sclerotinium*). Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα σκληρώτια και το φυτό εμφανίζει συμπτώματα μάρανσης. Οι δευτερογενείς μολύνσεις παρουσιάζονται ως λευκό μυκήλιο, που σχηματίζουν τα ασκοσπόρια, στη συνέχεια δημιουργούνται σκληρώτια, που διαχειμάζουν στο έδαφος, κυρίως σε υπολείμματα των φυτών του προηγούμενου έτους.

Τα φυτά του ηλίανθου προσβάλλονται και από άλλες μυκητολογικές ασθένειες, όπως η γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinerea*), η καστανή κηλίδωση, ή φόμοψη (*Phomopsis helianthii*), το μαύρισμα στελέχους (*Phoma macdonaldi*), που προσβάλλει ταξιανθία, φύλλα και στελέχη, σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotium bataticola*, σκληρωτιακή μορφή του *Macrophomina phaseoli*), οι αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*), η σκωρίαση (*Puccinia helianthii*) και η αλτερνάρια (*Alternaria sp.*) καθώς και από ιούς, βακτήρια και από φυτικά παράσιτα, όπως οροβάγχη κ.ά.

Η μέθοδος της ολοκληρωμένης καταπολέμησης για ν' αντιμετωπιστούν οι ανωτέρω εχθροί και ασθένειες είναι η πιο ενδεδειγμένη, καθώς γίνεται συνδυασμός: α) κατάλληλης αμειψισποράς, β) εφαρμογής ορθών καλλιεργητικών τεχνικών (π.χ. εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών), γ) χρήση ανθεκτικών γενοτύπων (μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από άγρια είδη) και δ) ορθολογικής χρήσης χημικών σκευασμάτων (απολύμανση σπόρου κ.ά.)

Ποιοτική ή και ποσοτική υποβάθμιση στους σπόρους μπορεί να προκληθεί από μύκητες που αναπτύσσονται αρχικά επάνω στα περιβλήματα, όταν υπάρχουν κακές συνθήκες αποθήκευσης. Τα πιο συνηθισμένα γένη μυκήτων που αναπτύσσονται είναι τα *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Rhizopus*, οι οποίοι προκαλούν σήψη στο σπόρο, μείωση της περιεκτικότητας σε έλαιο, αλλά και υποβάθμιση της ποιότητας του ελαίου. Η παραγωγή τοξινών από μύκητες στους σπόρους ή σε επεξεργασμένα προϊόντα τους, δύναται να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στα ζώα ή στους ανθρώπους που θα τραφούν με αυτούς, όπως για παράδειγμα οι αφλατοξίνες εξαιτίας του *Aspergillus flavus* και του *Aspergillus parasiticus*, ή/και οι ρουβρατοξίνες εξαιτίας της μόλυνσης από *Penicillium purpuregenum*. Η ανάπτυξη των σήψεων οφείλεται σε παράγοντες του περιβάλλοντος αποθήκευσης όπως η σχετική υγρασία του χώρου και η υγρασία του σπόρου, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 7%. Ο ηλιόσπορος, λίγες μέρες μετά την αποθήκευσή του, αρχίζει να θερμαίνεται, γι' αυτό πρέπει να αερίζεται συνέχεια, έως ότου η θερμοκρασία του σπόρου πέσει στους 2 °C.

1.7 Εξατμισοδιαπνοή

1.7.1 Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Η εξατμισοδιαπνοή (ET) είναι η διαδικασία με την οποία το νερό μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής. Η εξάτμιση είναι η φυσική διαδικασία κατά την οποία το νερό μετατρέπεται από υγρό σε αέριο από ελεύθερες επιφάνειες νερού, όπως λίμνες, ρέματα και από υγρό έδαφος ή υγρή βλάστηση. Η διαπνοή είναι μια διαδικασία όπου τα φυτά ανταλλάσσουν νερό με την ατμόσφαιρα. Όλα τα φύλλα έχουν μικροσκοπικά ανοίγματα, που ονομάζονται στόματα. Όταν τα στόματα είναι ανοιχτά, το νερό εξατμίζεται λόγω διαφοράς συγκέντρωσης. Κατά την εναλλαγή νερού με την ατμόσφαιρα, το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί και εισέρχεται στο φυτό μέσω της ανοικτής κοιλότητας. Όταν τα στόματα κλείσουν, περιορισμένο διοξείδιο του άνθρακα ή νερό εισέρχεται ή εξέρχεται από το φυτό. Το φυτό εξισορροπεί το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων για να αποκτήσει αρκετό διοξείδιο του άνθρακα και να μην χάσει πολύ νερό, ώστε να μπορεί να παραμείνει ζωντανό. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία, η ακτινοβολία, ο άνεμος και η σχετική υγρασία επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή από τα φυτά.

Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποσότητας νερού που χάνεται από τις καλλιέργειες. Σύμφωνα με τους Allen et al. (1998), η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ορίζεται ως «ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μια μεγάλη περιοχή, που καλύπτεται από πράσινο γρασίδι, ύψους 8 έως 15 cm, η οποία αναπτύσσεται ενεργά, σκιάζει εντελώς το έδαφος και η οποία δεν στερείται νερού». Η μέτρηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς είναι δύσκολη, έτσι έχουν αναπτυχθεί εμπειρικές εξισώσεις για την εκτίμησή της. Αυτές περιλαμβάνουν τις εξισώσεις Thornthwaite, Blaney-Criddle και Penman-Montieth (Allen et al., 1998). Από αυτά, το Penman-Montieth είναι σήμερα το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο.

1.7.2 Προέλευση της έννοιας

Η πρώτη δημοσιευμένη εμφάνιση της λέξης «Εξατμισοδιαπνοή» χρονολογείται από το 1937, αν και χωρίς ορισμό ή εξήγηση, και σε συλλαβισμένη μορφή. Η εξατμισοδιαπνοή, τόσο η πραγματική όσο και η δυναμική, ορίστηκε για πρώτη φορά από τον Thornthwaite το 1944 και ο όρος έγινε ευρέως γνωστός το 1948 μετά τη δημοσίευσή του, στην οποία η

πιθανή εξατμισοδιαπνοή εκτιμήθηκε ως μια σύνθετη, εμπειρική συνάρτηση της θερμοκρασίας του αέρα και της διάρκειας της ημέρας. Εκείνη την εποχή, η έμφαση στη συνολική απώλεια νερού στην ατμόσφαιρα προέκυπτε από την απουσία μεθόδων που θα επέτρεπαν τη μέτρηση των διαφόρων συνιστωσών της εξατμισοδιαπνοής ξεχωριστά υπό συνθήκες πεδίου. Ένας άλλος λόγος για την ταχεία και ευρεία υιοθέτηση του όρου ήταν η δημοσίευση από τον Penman κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους της συνδυασμένης θερμικής ισορροπίας και αεροδυναμικής εξίσωσης, η οποία επέτρεψε την εκτίμηση της συνολικής απώλειας νερού στην ατμόσφαιρα σε μια υγιή φυσική βάση από τυποποιημένες, ευρέως διαθέσιμες κλιματικές μετρήσεις. Περίπου 50 χρόνια αργότερα, με τη συμπερίληψη από τον Monteith ενός όρου που επιτρέπει την αντοχή της φυλλοστοιβάδας στην απώλεια νερού, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) υιοθέτησε την εξίσωση Penman-Monteith ως συνιστώμενη μέθοδο εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών. Ο Penman θεώρησε περιττή τη χρήση της λέξης «εξατμισοδιαπνοή» στο ότι η «εξάτμιση» ήταν ένας εξίσου έγκυρος όρος για τα ξεχωριστά συστατικά καθώς και για τη συνολική απώλεια νερού στην ατμόσφαιρα. Υπάρχει ιστορική υποστήριξη για αυτή τη θέση. Όταν η χρήση της λέξης «εξάτμιση» καταγράφηκε για πρώτη φορά στα μέσα του 16ου αιώνα, κάλυπτε επίσης τη «διαπνοή»-απώλεια νερού από τα φυτά. Το αντίστροφο είναι επίσης αλήθεια, και η ευρεία και ανακριβής χρήση και των δύο αυτών λέξεων έχει διατηρηθεί, ακόμη και στην επιστημονική βιβλιογραφία, για περισσότερα από 400 χρόνια. Δύο δεκαετίες μετά την εισαγωγή της έννοιας της εξατμισοδιαπνοής, αναπτύχθηκαν μικρομετεωρολογικές τεχνικές, οι οποίες επέτρεψαν τη χωριστή μέτρηση της διαπνοής από φυτά που αναπτύσσονται υπό συνθήκες πεδίου, μειώνοντας την ανάγκη συγκέντρωσης των διαφόρων συστατικών της εξατμισοδιαπνοής. Η ανάγκη για τον διαχωρισμό τους ακολούθησε την αναγνώριση της σημασίας βιολογικών παραγόντων όπως η στοματική αγωγιμότητα στον έλεγχο της διαπνοής και η ισχυρή σχέση που είναι γνωστό ότι υπάρχει μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών και της απόδοσης και της διαπνοής των καλλιεργειών. Αυτή η σχέση είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό των περισσότερων κλιματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται ευρέως για την προσομοίωση της ανάπτυξης των φυτών και της απόδοσης των καλλιεργειών. Με τις μετρήσεις τόσο της διαπνοής όσο και της δέσμευσης του άνθρακα να είναι πλέον δυνατές τόσο σε ένα απλό φύλλο όσο και σε ολόκληρη φυλλοστοιβάδα, η σχέση τους μπορεί να μελετηθεί υπό συνθήκες πεδίου.

1.7.3 Χρησιμότητα της ΕΤο στην άρδευση των καλλιεργειών

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εξαμυσοδιαπνοή αναφοράς ΕΤο και άλλα εργαλεία προγραμματισμού άρδευσης, εν μέρει λόγω του αυξανόμενου κόστους του νερού και της ανάγκης βελτίωσης της απόδοσης του νερού. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον είναι επίσης αποτέλεσμα των αναβαθμισμένων συστημάτων παροχής νερού στα αγροκτήματα. Ως αποτέλεσμα αυτών των αναβαθμίσεων, πολλοί αγρότες έχουν διαπιστώσει ότι έχουν μεγαλύτερο έλεγχο του νερού στο αγρόκτημα και είναι σε θέση να εξοικονομήσουν χρήματα από τα εργαλεία προγραμματισμού άρδευσης. Η χρήση της ΕΤο επιτρέπει στους αγρότες να ταιριάζουν καλύτερα την άρδευση με τις απαιτήσεις των αναπτυσσόμενων φυτών, βοηθώντας έτσι στην επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων και στη βελτίωση της απόδοσης του νερού. Η ΕΤο βοηθά στην απομάκρυνση της εκτίμησης στην άρδευση από τις πραγματικές ανάγκες. Μια μικρή, αλλά τακτική βελτίωση στον προγραμματισμό της άρδευσης μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη συνολική παραγωγικότητα και ποιότητα των φυτών. Η ΕΤο παρέχει επίσης μια αντικειμενική εκτίμηση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με υποκειμενικές μεθόδους προγραμματισμού άρδευσης που χρησιμοποιούνται ήδη από αγρότες, όπως το ημερολογιακό πότισμα. Με την τακτική παρακολούθηση των δεδομένων της ΕΤο, οι αγρότες μπορούν να ενημερωθούν καλύτερα σχετικά με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό και είναι σε θέση να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στον προγραμματισμό και να «επαναβαθμονομήσουν» άλλες εμπειρικές μεθόδους προγραμματισμού της άρδευσης. Ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης της ΕΤο είναι ότι στις πεδιάδες, η ΕΤο τείνει να είναι σχετικά σταθερή σε αποστάσεις άνω των αρκετών χιλιομέτρων. Αυτό είναι σε αντίθεση με τις βροχοπτώσεις, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από το ένα άκρο της περιοχής στο άλλο. Από την άλλη, οι μετρήσεις της υγρασίας του εδάφους συνήθως μετρώνται μόνο από πολύ μικρό όγκο εδάφους. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα κατά τη χρήση πληροφοριών σχετικά με την υγρασία του εδάφους για τον προγραμματισμό αρδεύσεων σε μια φάρμα ή μεγαλύτερη γεωργική περιοχή λόγω της μεταβλητότητας των τύπων εδάφους, της ικανότητας συγκράτησης νερού του εδάφους, των ρυθμών άντλησης νερού και της ομαλότητας του ποτίσματος. Λόγω αυτών, η παρακολούθηση της υγρασίας του εδάφους μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον προγραμματισμό άρδευσης αλλά σε μικρότερη κλίμακα. Ιδανικά, η ΕΤο και η παρακολούθηση της υγρασίας του εδάφους χρησιμοποιούνται μαζί για την ενημέρωση των αποφάσεων άρδευσης. Χωρίς αντικειμενικές πληροφορίες, μπορεί να είναι δύσκολο να βρεθεί η καλύτερη στιγμή για τον προγραμματισμό των αρδεύσεων. Ορισμένοι αγρότες δίνουν επίσης ιδιαίτερη προσοχή στα

δεδομένα της ΕΤο το καλοκαίρι, όταν οι απαιτήσεις νερού των φυτών είναι υψηλές και οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι πιο ευαίσθητοι στις καθυστερημένες αρδεύσεις. Η ΕΤο παρέχει μοναδικές πληροφορίες σχετικά με τις μελλοντικές απαιτήσεις νερού των καλλιεργειών που επιτρέπουν τον σχεδιασμό των αρδεύσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Penman-Monteith για τον υπολογισμό της ΕΤο και τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας του ηλίανθου και για την εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας ανά ποσότητα νερού, δώθηκαν διαφορετικές δόσεις. 80% της ΕΤο, 40% και 20% αυτής.

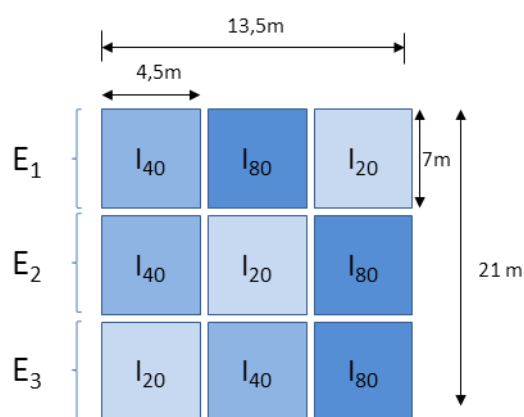
1.8 Σκοπός της εργασίας

Η καλλιέργεια του ηλίανθου είναι σημαντική τόσο από οικονομικής όσο και από οικολογικής άποψης διεθνώς, αλλά και για τη χώρα μας. Θεωρήθηκε σκόπιμο, για το λόγο αυτό, να γίνει η καλλιέργειά του σε πειραματικό αγρό, έχοντας ως στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων και τη σύγκριση αυτών με τα ήδη υπάρχοντα βιβλιογραφικά δεδομένα. Σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν η μελέτη της αύξησης και της ανάπτυξης του ηλίανθου κάτω από διαφορετικά επίπεδα άρδευσης στην Ανατολική Θεσσαλία και συγκεκριμένα στην περιοχή του Βελεστίνου, του Δήμου Ρ. Φεραίου. Δοκιμάστηκαν διαφορετικές δόσεις άρδευσης με βάση την εξατμισοδιαπνοή και μετρήθηκε η αύξηση της καλλιέργειας κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, πραγματοποιώντας περιοδικές δειγματοληψίες. Μετρήθηκε η συνολική ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας καθώς και των επιμέρους οργάνων ενώ για την πιστοποίηση των διαφορών στην βιομάζα μεταξύ των διαφορετικών αρδεύσεων, έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) και χρήση του κριτηρίου των ελάχιστων σημαντικών διαφορών (LSD) κατά Fisher.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο (Complete Randomized Design – CRD) με παράγοντα την άρδευση, σε τρία επίπεδα και σε τρεις επαναλήψεις. Τα επίπεδα της άρδευσης ήταν $I_1=80\%$, $I_2=40\%$ και $I_3=20\%$ με τα ποσοστά να αντιπροσωπεύουν το ποσοστό του νερού που εφαρμόστηκε ως προς την δυναμική εξατμισοδιαπνοή ΕΤο, όπως υπολογίζεται με την μέθοδο Penman-Monteith και δημοσιεύτηκε στο Irrigation and drainage paper No. 56 του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (F.A.O). Τα πειραματικά τεμάχια τυχαιοποιήθηκαν στον αγρό ανά επανάληψη με την διάταξη να δίνεται στην εικόνα 2.1.1



Εικόνα 2.1.1: Το πειραματικό σχέδιο. Όπου I_{80} , I_{40} και I_{20} οι μεταχειρίσεις, E οι επαναλήψεις και με βέλη σημειώνονται οι διαστάσεις των τεμαχίων.

2.2 Υπολογισμός αρδεύσεων

Οι δόσεις άρδευσης υπολογίστηκαν ως ποσοστό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ΕΤο όπως αυτή υπολογίζεται με την μέθοδο των Penman-Monteith. Ο υπολογισμός της ΕΤο γίνεται για κάθε ημέρα με χρήση της εξίσωσης 1. Για τον υπολογισμό της ΕΤο από ημερομηνία άρδευσης σε άρδευση, αθροίζονται οι ημερήσιες ΕΤο για αυτήν την περίοδο.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34u_2)} \quad (1)$$

Όπου:

- ΕΤο: Δυναμική εξατμισοδιαπνοή [mm day^{-1}],
- R_n : η καθαρή ακτινοβολία στην κορυφή της καλλιέργειας [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$],

- T: Μέση ημερήσια θερμοκρασία σε ύψος 2m [°C],
- u_2 : Ταχύτητα ανέμου σε ύψος 2m [m s⁻¹],
- e_s : πίεση ατμών στον κορεσμό [kPa],
- e_a : πραγματική πίεση ατμών [kPa],
- Δ : η κλίση της καμπύλης πίεσης ατμών [kPa °C⁻¹],
- γ : ψυχομετρική σταθερά [kPa °C⁻¹].

Τα R_h , T, u_2 , πάρθηκαν από τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού. Οι τιμές των e_s και e_a δίνονται από τις εξισώσεις 4 και 5.

$$e_s(T_{max}) = 0,611 \exp\left(\frac{17,27T_{max}}{T_{max}+237,3}\right) \quad (2)$$

$$e_s(T_{min}) = 0,611 \exp\left(\frac{17,27T_{min}}{T_{min}+237,3}\right) \quad (3)$$

$$e_s = \frac{e_s(T_{max}) + e_s(T_{min})}{2} \quad (4)$$

$$e_a = \frac{1}{2} \left(e_s(T_{min}) \frac{RH_{max}}{100} + e_s(T_{max}) \frac{RH_{min}}{100} \right) \quad (5)$$

Όπου T_{max} και T_{min} η μέση ημερήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία αντίστοιχα, και RH_{max} και RH_{min} η μέση ημερήσια μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία αντίστοιχα. Η κλίση της καμπύλης πίεσης ατμών Δ δίνεται από την εξίσωση 6 με T την μέση ημερήσια θερμοκρασία.

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp\left(\frac{12,27T}{T+237,2}\right) \right]}{(T+237,3)^2} \quad (6)$$

Η τιμή της ψυχομετρικής σταθεράς γ τέθηκε ίση με 0.067 kPa °C⁻¹.

Με βάση τον αρχικό σχεδιασμό του πειράματος το αρδευτικό δίκτυο στήθηκε με τρόπο ώστε τα πειραματικά τεμάχια των μεταχειρίσεων I_{40} και I_{20} να λαμβάνουν το μισό και το ¼ νερό της I_{80} αντίστοιχα, σε κάθε άρδευση.

2.3 Αρδεύσεις

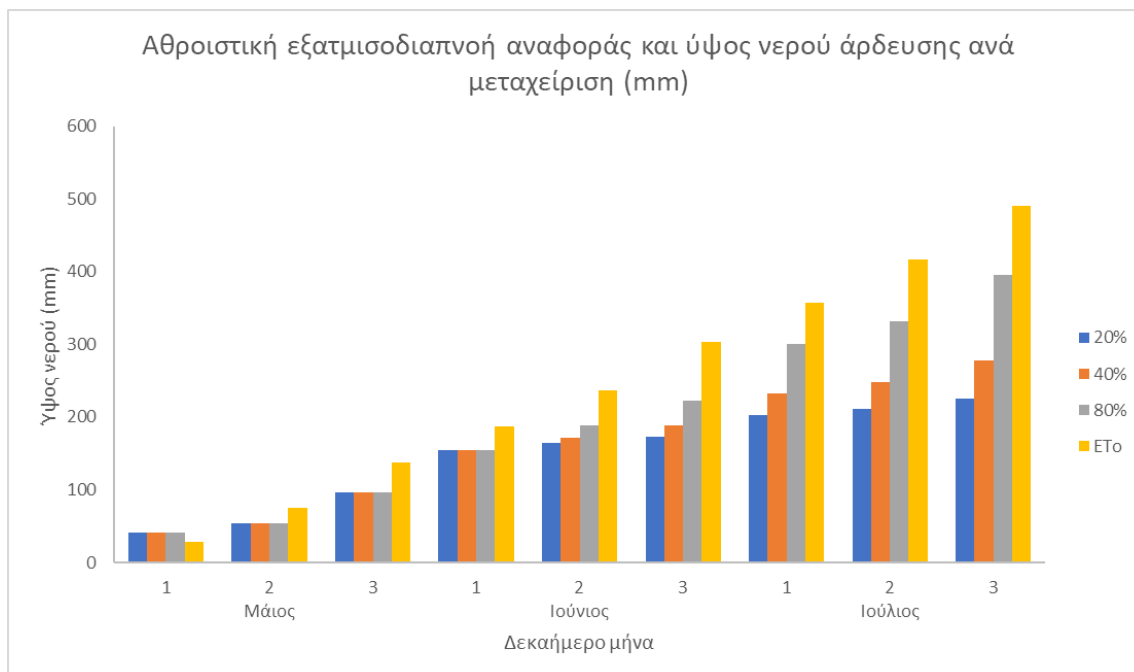
Τον 1^ο μήνα μετά το φύτευμα (Μάϊο) πραγματοποιήθηκαν 2 ποτίσματα με καταιονισμό εφαρμόζοντας συνολική ποσότητα νερού 80mm. Το 1^ο δεκαήμερο του Ιουνίου και ενώ

ήταν να ξεκινήσουν οι διαφοροποιήσεις στην άρδευση, βροχές συνολικού ύψους 58 mm καθώς και παρατεταμένη περίοδος συννεφιάς καθυστέρησαν την διαφοροποίηση. Οι αρδεύσεις ξεκίνησαν από τις 16/6/2022 μέχρι τις 29/7/2022 και πραγματοποιήθηκαν σε εβδομαδιαία βάση. Ο πίνακας με την ποσότητα νερού άρδευσης ανά δεκαήμερο, το ύψος βροχής και την δυναμική εξατμισοδιαπνοή δίνονται στον πίνακα 1. Τέλος Ιουλίου η καλλιέργεια ήδη έδειχνε σημάδια ωρίμανσης και γι' αυτό σταμάτησε η άρδευση.

Πίνακας 1: Εισροές από άρδευση και βροχή κατά την καλλιεργητική περίοδο. Όπου I_{20} , I_{40} , I_{80} οι μεταχειρίσεις και ΕΤο το ύψος νερού της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής.

Μήνας	Δεκαήμερο	Εισροές (mm)			Εκροές (mm)	
		I_{20}	I_{40}	I_{80}	Βροχή	ΕΤο
Μάιος	1 ^ο	40	40	40	1	28
	2 ^ο	0	0	0	12	46
	3 ^ο	40	40	40	3	64
Ιούνιος	1 ^ο	0	0	0	58	49
	2 ^ο	7	15	32	3	49
	3 ^ο	7	15	32	2	68
Ιούλιος	1 ^ο	15	30	63	15	54
	2 ^ο	7	15	32	0	59
	3 ^ο	15	30	63	0	74

Στο σχεδιάγραμμα 1 παρουσιάζεται το συνολικό ύψος νερού (mm) ανά μεταχείριση, καθώς και η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤο (mm). Λόγο των έντονων βροχοπτώσεων οι αναλογίες της άρδευσης άλλαξαν από το σχεδιαζόμενο με αποτέλεσμα οι μεταχειρίσεις I_{20} και I_{40} να λάβουν τελικά 46% και 57% της ΕΤο. Η μεταχείριση I_{80} συνολικά έλαβε το 81% της ΕΤο. Η ποσότητα νερού που δώθηκε στις μεταχειρίσεις I_{80} , I_{40} και I_{20} ήταν 396, 278 και 226 mm αντίστοιχα.



Σχεδιάγραμμα 1. Αθροιστικό ύψος νερού (mm) ανά μεταχείριση, καθώς και η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ETo (mm).

2.4 Στατιστική Ανάλυση

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την μέθοδο ανάλυσης παραλλακτικότητας (ANOVA) μέσω του λογιστικού προγράμματος Microsoft– Excel. Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για τον ανίχνευση στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των μεταχειρίσεων. Το επίπεδο σημαντικότητας α τέθηκε ίσο με 0.05. Σε περίπτωση ύπαρξης στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων όρων, χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς κατά Fisher (Least Significant Difference - LSD).

2.5 Εργασίες Αγρού

Την άνοιξη πραγματοποιήθηκε όργωμα, ενώ ακολούθησε ισοπέδωση και ψιλοχωμάτισμα του εδάφους με ελαφρύ καλλιεργητή, ώστε να διαλυθούν οι σβόλοι του εδάφους και να δημιουργηθεί ένα ομοιόμορφο και ίσιο έδαφος. Έπειτα, χαράχτηκε ο πειραματικός αγρός σε υποτεμάχια μεγέθους $4,5 \times 7\text{m} = 31,5 \text{ m}^2$, δημιουργώντας διάδρομο πλάτους 1,5m ανάμεσα σε κάθε επανάληψη. Στις 14/4/2022 πραγματοποιήθηκε σπορά του ηλίανθου με πνευματική μηχανή σποράς Gaspardo, ρυθμιζόμενη ανάλογα με τις διαστάσεις του σπόρου. Πιο συγκεκριμένα, το βάθος σποράς ήταν 3 cm, με αποστάσεις φύτευσης 0,75 m μεταξύ των γραμμών και 0,115 m επάνω στη γραμμή. Ακολούθησε λίπανση με 5 μονάδες αζώτου, φωσφόρου και καλίου ανά πειραματικό τεμάχιο. Ακολούθησαν κάποιες βροχοπτώσεις περίπου 14 χιλιοστών, οι οποίες δεν επαρκούσαν για το φύτρωμα της καλλιέργειας, με

αποτέλεσμα να ακολουθήσει πότισμα με κανόνι σκοπεύοντας στο καλύτερο και ομοιόμορφο φύτρωμα του ηλίανθου. Στις 18/5/2022, όταν τα φυτά είχαν ύψος 14-15 εκατοστά εφαρμόστηκαν στα πειραματικά τεμάχια 15 kg N/στρ. ως νιτρική αμμωνία (34,5-0-0). Στις 23/05/2022 πραγματοποιήθηκε επαναληπτικό πότισμα. Λόγω της ύπαρξης αγρωστωδών ζιζανίων, κυρίως βέλιουρα (*Sorghum halepense*) εφαρμόστηκε εκλεκτικό διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο clethodim 24% β/ο, με εμπορική ονομασία SELECT 24 EC. Η χορηγούμενη δόση του σκευάσματος ήταν 120 g/στρ. σε συνδυασμό με 0,5% λάδι και χορηγούμενη δόση 110 ml/στρ. Σχετικά με την άρδευση του πειραματικού αγρού απλώθηκαν λάστιχα στάγδην άρδευσης, τα οποία είχαν 3 διαφορετικές παροχές 1,6 l/m (1/4), 1,6 l/0.5m (1/2) και 3,4 l/0,5m (1) στα αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια.

Η αύξηση της καλλιέργειας του ηλίανθου μελετήθηκε με 5 δειγματοληψίες-κοπές κατά την καλλιεργητική περίοδο. Συγκεκριμένα οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά τις παρακάτω ημερομηνίες:

- 1^η δειγματοληψία έγινε στις 21/05/2022
- 2^η δειγματοληψία έγινε στις 17/06/2022
- 3^η δειγματοληψία έγινε στις 30/06/2022
- 4^η δειγματοληψία έγινε στις 19/07/2022
- 5^η δειγματοληψία έγινε στις 05/08/2022

Η δειγματοληψία περιλάμβανε την κοπή των φυτών κατά μήκος 1m πάνω στις γραμμές των φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στη συνέχεια, ζυγίστηκε το χλωρό βάρος των δειγμάτων σε ζυγαριά ακριβείας στον αγρό, καθώς και το ύψος, ενώ τέλος τοποθετήθηκαν σε σακούλες για την μεταφορά τους στο εργαστήριο όπου και συνεχίστηκαν εκεί οι υπόλοιπες κατεργασίες και μετρήσεις.

2.6 Εργαστηριακές μετρήσεις

Στο εργαστήριο, λήφθηκε από το κάθε δείγμα ένα υπόδειγμα τριών αντιπροσωπευτικών φυτών, το οποίο ζυγίστηκε εκ νέου και διαχωρίστηκε σε φύλλα, βλαστούς, μίσχους και καρποφόρα όργανα (ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης της δειγματοληψίας). Αφότου ζυγίστηκαν τα επί μέρους φυτικά όργανα, τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες, οι οποίες στη συνέχεια οδηγήθηκαν σε κλίβανο θερμού αέρα (70°C) όπου παρέμειναν μέχρι την αποξήρανση τους και την απόκτηση ενός σταθερού βάρους. Στη συνέχεια, τα ξηρά βάρη των φυτικών οργάνων ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας. Η

παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε και στις επόμενες δειγματοληψίες που έγιναν. Στη τελευταία κοπή, κατά την οποία οι κεφαλές των φυτών βρισκόταν σε πλήρης στάδιο ωρίμανσης, αφαιρέθηκε ο σπόρος χειρωνακτικά και λήφθηκε το χλωρό και ξηρό βάρος και των σπόρων αλλά και του δίσκου της κεφαλής. Επιπρόσθετα, μετρήθηκε η φυλλική επιφάνεια (Φ.Ε.) από κάθε υπόδειγμα.

Από την μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας υπολογίστηκε ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Δ.Φ.Ε) που ισούται με τη συνολική επιφάνεια της μιας πλευράς των φύλλων ανά μονάδα εδάφους και εκφράζει την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα.

Η επιφάνεια των χλωρών φύλλων μετρήθηκε με τη βοήθεια του αυτόματου μετρητή φύλλων LI-COR model LI-3100C, το οποίο διαθέτει δύο διαφανείς μεταφορικούς ιμάντες που περιστρέφονται για να μετακινούν τα φύλλα σε ένα επίπεδο σάρωσης όπου με την χρήση οπτικών μέσων καταγράφει την περιοχή των μεμονωμένων φύλλων που εισέρχονται και υπολογίζει γρήγορα την αθροιστική επιφάνειά τους.

Κατά την χρήση του μηχανήματος τα φύλλα τοποθετήθηκαν πάνω στην περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή έτσι ώστε να είναι παράλληλα με τη ζώνη και να μην διπλώνουν. Μόλις αυτά περνούσαν μέσα από την κεφαλή σάρωσης το LI-COR παρουσιαζόταν οι 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 επιφάνεια ήταν πάντοτε καθαρές ώστε να μην επηρεάζονται οι ενδείξεις.

Συγκεντρωτικά έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις σε κάθε υπόδειγμα:

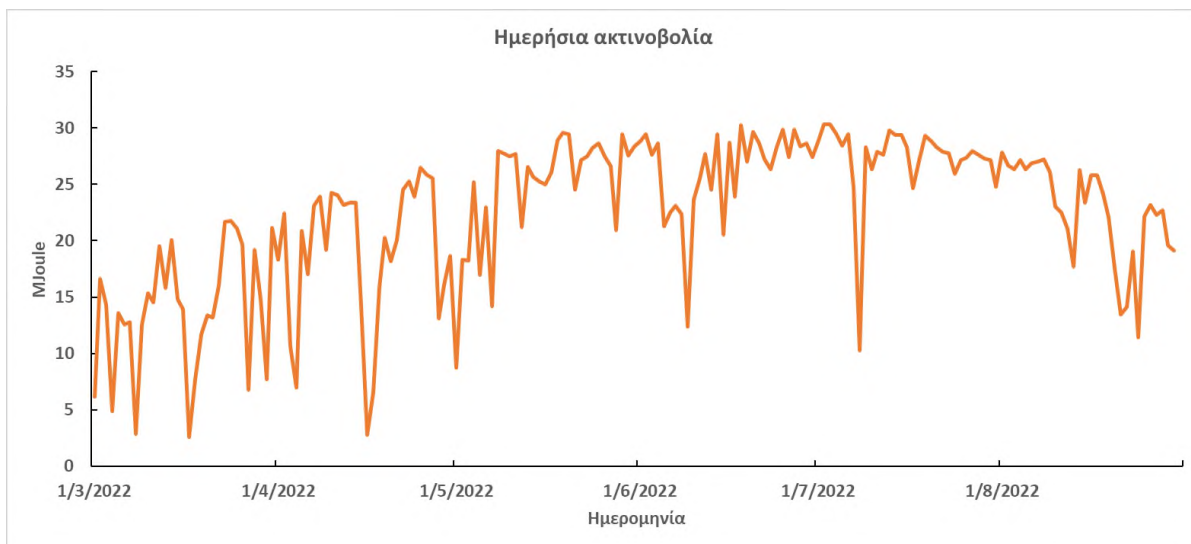
1. Ύψος φυτών,
2. Συνολικό χλωρό βάρος,
3. Χλωρό βάρος φύλλων,
4. Χλωρό βάρος βλαστών
5. Χλωρό βάρος μίσχων,
6. Χλωρό βάρος καρποφόρων οργάνων,

7. Ξηρό βάρος φύλλων,
8. Ξηρό βάρος βλαστών,
9. Ξηρό βάρος μίσχων,
10. Ξηρό βάρος καρποφόρων οργάνων,
11. Βάρος νωπών σπόρων (τελευταία δειγματοληψία)
12. Ξηρό βάρος σπόρων (τελευταία δειγματοληψία)
13. Φυλλική επιφάνεια και Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας.

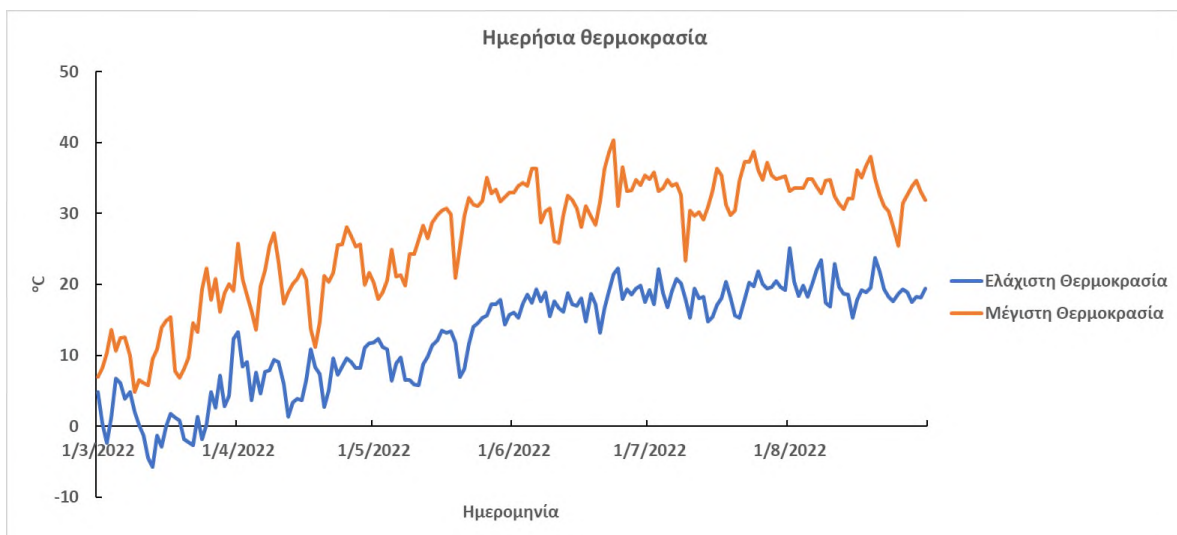
2.7 Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων

Η συλλογή των μετεωρολογικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο μετεωρολογικός σταθμός ήταν της εταιρείας DAVIS και κατέγραφε σε ωριαία βάση τις παρακάτω κλιματικές μεταβλητές

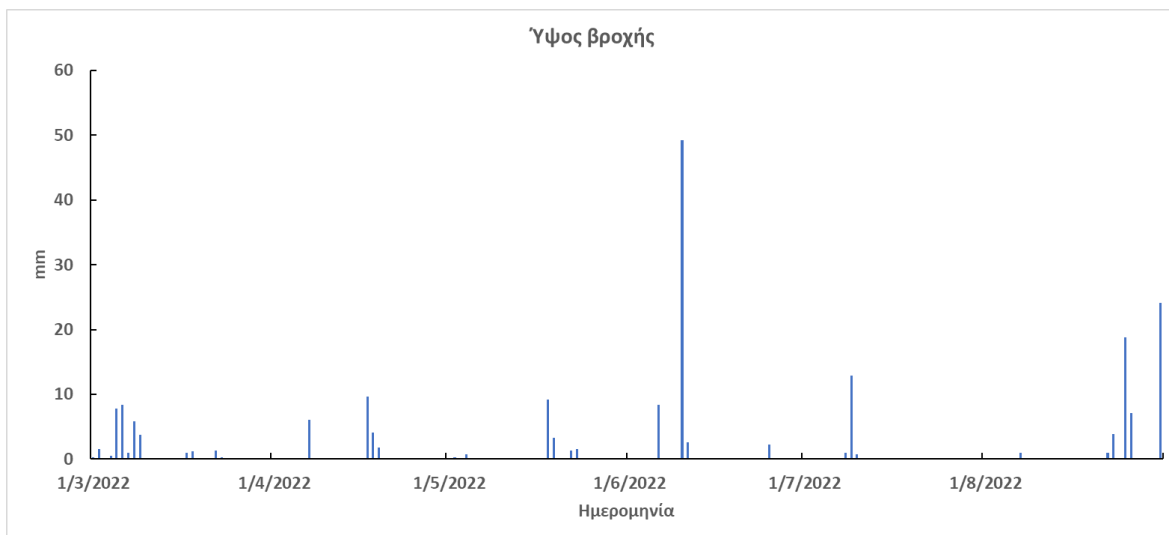
1. Διεύθυνσης Ανέμου (N-S-E-W)
2. Έντασης Ανέμου (km h^{-1})
3. Επικρατούσας Θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$)
4. Ελάχιστης / Μέγιστης Θερμοκρασίας 24ώρου ($^{\circ}\text{C}$)
5. Βαρομετρικής Πίεσης (mbar)
6. Ύψους Βροχόπτωσης (mm)
7. Σχετικής Υγρασίας (%)
8. Ηλιακής Ακτινοβολίας (Watt)



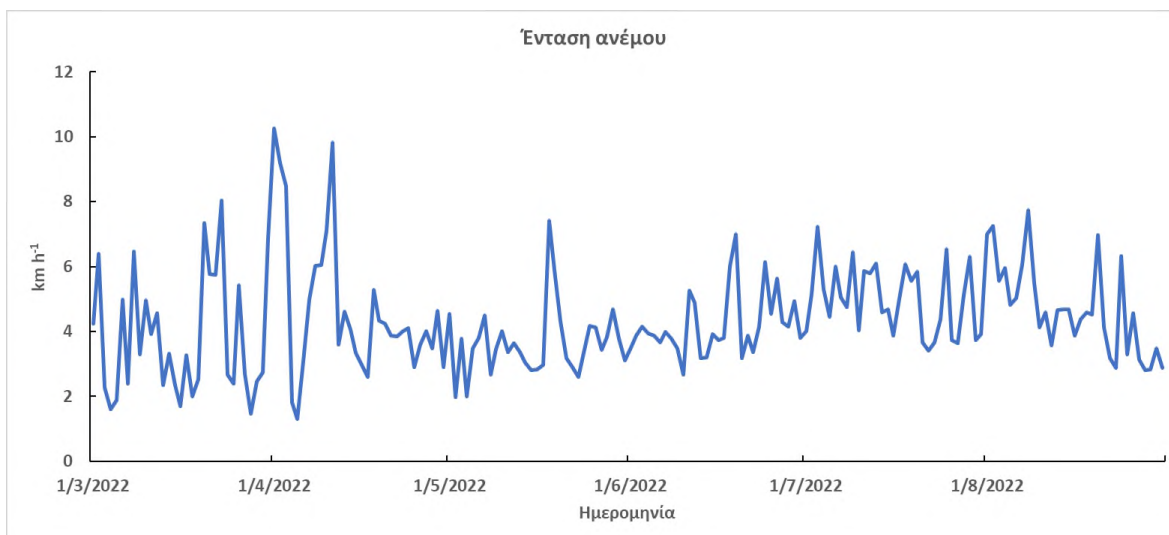
Σχεδιάγραμμα 2. Ηλιακή Ακτινοβολία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2023)



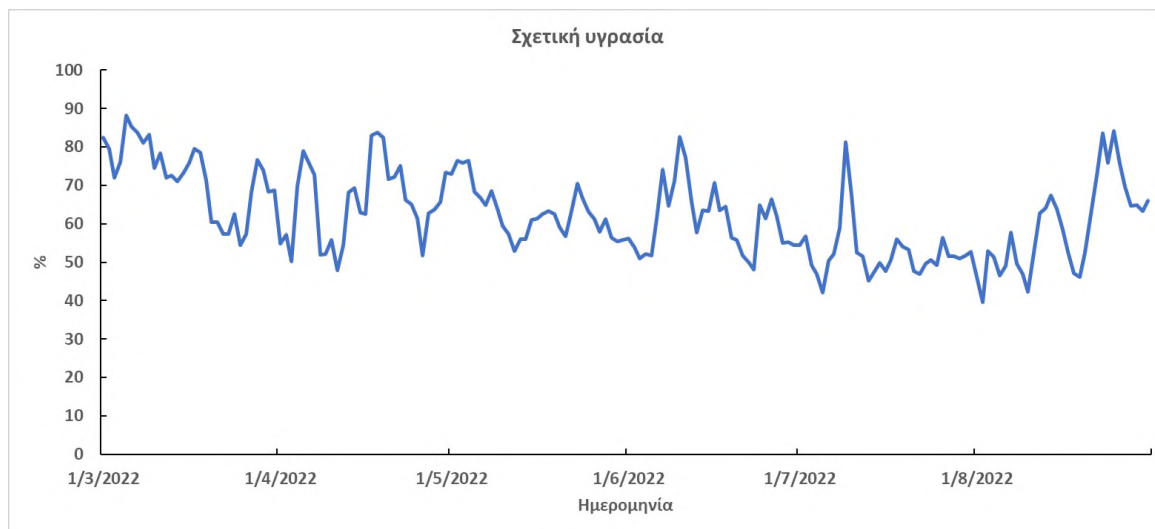
Σχεδιάγραμμα 3. Ελάχιστη και Μέγιστη Θερμοκρασία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2023)



Σχεδιάγραμμα 4. Βροχόπτωση (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2023)



Σχεδιάγραμμα 5. Ταχύτητα Ανέμου (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2023)



Σχεδιάγραμμα 6. Σχετική Υγρασία (Βελεστίνο, Μάρτιος-Αύγουστος 2023)

Ο καιρός με βάση τα παραπάνω διαγράμματα ήταν σχετικά αίθριος με κάποιες μικρές περιόδους βροχών. Κατά την περίοδο της σποράς και φυτρώματος της καλλιέργειας η θερμοκρασία ήταν μεταξύ 4-20°C. Οι ίδιες θερμοκρασίες συνεχίστηκαν όλον τον Απρίλιο μέχρι και το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου ενώ μέχρι τα μέσα Ιουλίου το εύρος θερμοκρασίας έφθασε τους 18-33°C. Από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Αυγούστου το εύρος θερμοκρασίας ήταν 20-35°C όπου και ξεκίνησε να μειώνεται στις προηγούμενες τιμές. Βροχοπτώσεις παρατηρήθηκαν μετά τη σπορά, μια βροχή της τάξης των 12mm, ακολούθησε ελαφριά βροχόπτωση το τελευταίο δεκαήμερο του Μαΐου ενώ το 1^ο δεκαήμερο του Ιουνίου το ύψος βροχής έφτασε τα 50 mm. και τέλος παρατηρήθηκε άλλη μια βροχόπτωση το 1^ο δεκαήμερο του Ιουλίου ύψους 13mm. Συνολικά το ύψος βροχής κατά την καλλιεργητική περίοδο έφθασε τα 109 mm.

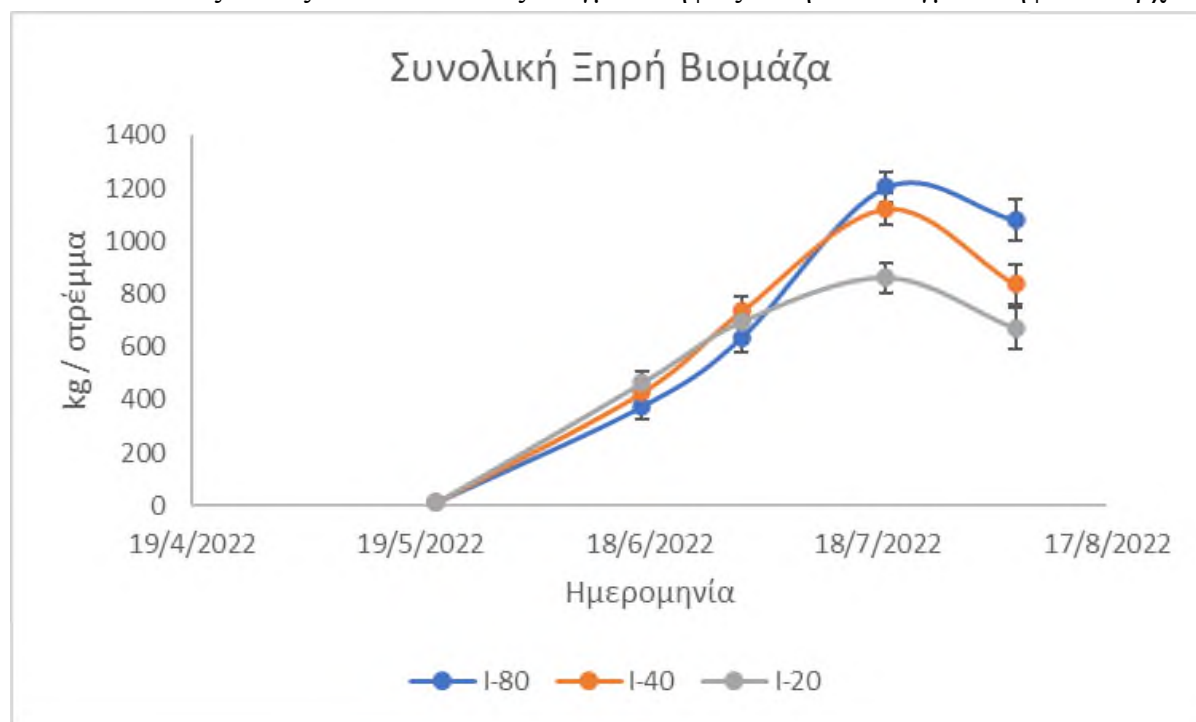
3. Αποτελέσματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αύξησης και της ανάπτυξης του ηλίανθου. Η αύξηση αφορά την ξηρή βιομάζα των επιμέρους οργάνων του φυτού σε kg/στρέμμα, την απόδοση σε σπόρο και την φυλλική επιφάνεια σε m² (φύλλων) / m² εδάφους. Η ανάπτυξη αφορά τα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας όπως φύτρωμα, άνθιση και ωρίμανση καθώς και το ύψος. Όλοι οι πίνακες ανάλυσης της παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων ανά ημερομηνία, δίνονται στο παράρτημα Α.

Αύξηση ηλίανθου.

Συνολική ξηρή βιομάζα ηλίανθου.

Στο σχεδιάγραμμα 7 παρουσιάζεται το σύνολο της ξηρής βιομάζας ανά μεταχείριση. Μέχρι την τρίτη δειγματοληψία δεν παρατηρείται διαφοροποίηση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις κάτι που αλλάζει στις δύο τελευταίες δειγματοληψίες. Στην 4^η δειγματοληψία υπάρχει



σημαντική πτώση της βιομάζας της I₂₀ ενώ δεν διαφοροποιούνται οι άλλες δύο μεταχειρίσεις, γεγονός που αλλάζει στην 5^η και τελευταία δειγματοληψία όπου και οι τρεις μεταχειρίσεις διαφοροποιούνται. Η μη διαφοροποίηση της βιομάζας μέχρι την 3^η δειγματοληψία οφείλεται στο ότι η διαφοροποίηση των αρδεύσεων ξεκίνησε στα μέσα Ιουνίου και μέχρι το τέλος του μήνα οι διαφοροποιήσεις στο νερό δεν πρόλαβαν να επιδράσουν. Η μείωση της μέγιστης συνολικής ξηρής βιομάζας σε σχέση με την

προηγούμενη δειγματοληψία οφείλεται στην μείωση της βιομάζας των βλαστών και την πτώση των φύλλων, στοιχεία που θα παρουσιαστούν στα αντίστοιχα γραφήματα. Η πρώτη μεταχείριση της άρδευσης, I_{80} , εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις με 1200 kg/στρέμμα στην 4^η δειγματοληψία, ποσότητα που μειώθηκε στα 1080 στην 5^η για λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Οι I_{40} και I_{20} απέδωσαν το 76% και 62% της I_{80} αντίστοιχα, στο τέλος της καλλιέργειας.

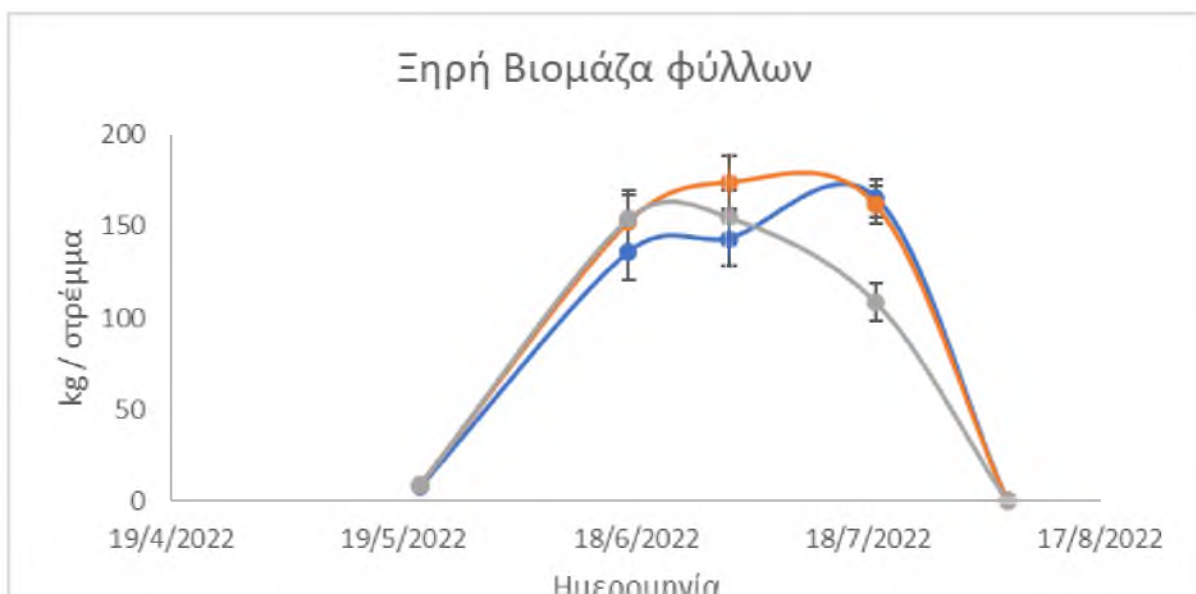
Σχεδιάγραμμα 7: Συνολική ξηρή βιομάζα ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Στο σχεδιάγραμμα 8 παρουσιάζεται το σύνολο της ξηρής βιομάζας των βλαστών ανά μεταχείριση. Παρατηρείται η ίδια αντίδραση στην άρδευση όπως αυτή της συνολικής βιομάζας. Δεν παρατηρείται διαφοροποίηση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις μέχρι την τρίτη δειγματοληψία, ενώ στην 4^η και 5^η δειγματοληψία υπάρχει σημαντική πτώση της βιομάζας της I_{20} ενώ δεν διαφοροποιούνται οι άλλες δύο μεταχειρίσεις. Η μείωση της ξηρής βιομάζας των βλαστών οφείλεται στην αναπνοή των ιστών που κατανάλωσε αποθηκευμένα σάκχαρα για την συντήρηση του βλαστού. Η I_{80} εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, παράγοντας 444 kg/στρέμμα σε βλαστούς, ποσότητα που μειώθηκε ελαφρά στα 420 kg/στρέμμα μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Η I_{40} έδωσε 463 kg/στρέμμα βλαστούς και η I_{20} 372 kg/στρέμμα, ποσότητες που μειώθηκαν κατά 77% και 79% αντίστοιχα μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Το μέγιστο των βλαστών για τις I_{80} και I_{40} παρατηρήθηκε κατά την 4^η δειγματοληψία ενώ για την I_{20} κατά την 3^η.



Σχεδιάγραμμα 8: Ξηρή βιομάζα βλαστών ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Στο σχεδιάγραμμα 9 παρουσιάζεται η ξηρή βιομάζα των πράσινων φύλλων ανά άρδευση. Πάλι μέχρι την 3^η δειγματοληψία δεν παρατηρείται διαφοροποίηση ανάμεσα στις μεταχειρίσεις ενώ στην 4^η υπάρχει σημαντική πτώση της βιομάζας των φύλλων της I_{20} ενώ δεν διαφοροποιούνται οι άλλες δύο μεταχειρίσεις. Στην τελευταία δειγματοληψία δεν υπήρχαν ζωντανά φύλλα στα φυτά. Η I_{40} εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, παράγοντας 174 kg/στρέμμα σε φύλλα ενώ οι I_{80} και I_{20} έδωσαν 166 και 154 kg φύλλα/στρέμμα αντίστοιχα.



Σχεδιάγραμμα 9: Ξηρή βιομάζα φύλλων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Όσον αφορά τους μίσχους των φύλλων, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχεδιάγραμμα 10. Στην 3^η δειγματοληψία παρουσιάζεται μια πτώση της βιομάζας των μίσχων της I_{80} ενώ στην 4^η διαφοροποιείται μόνο η I_{20} . Κοιτώντας αντίστοιχα την βιομάζα των φύλλων στο σχεδιάγραμμα 4 παρατηρούμε την ίδια ακριβώς τάση στους μέσους όρους με μόνη διαφορά την στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στη βιομάζα των μίσχων της I_{80} σε σχέση με τις δύο άλλες αρδεύσεις στην 3^η δειγματοληψία.

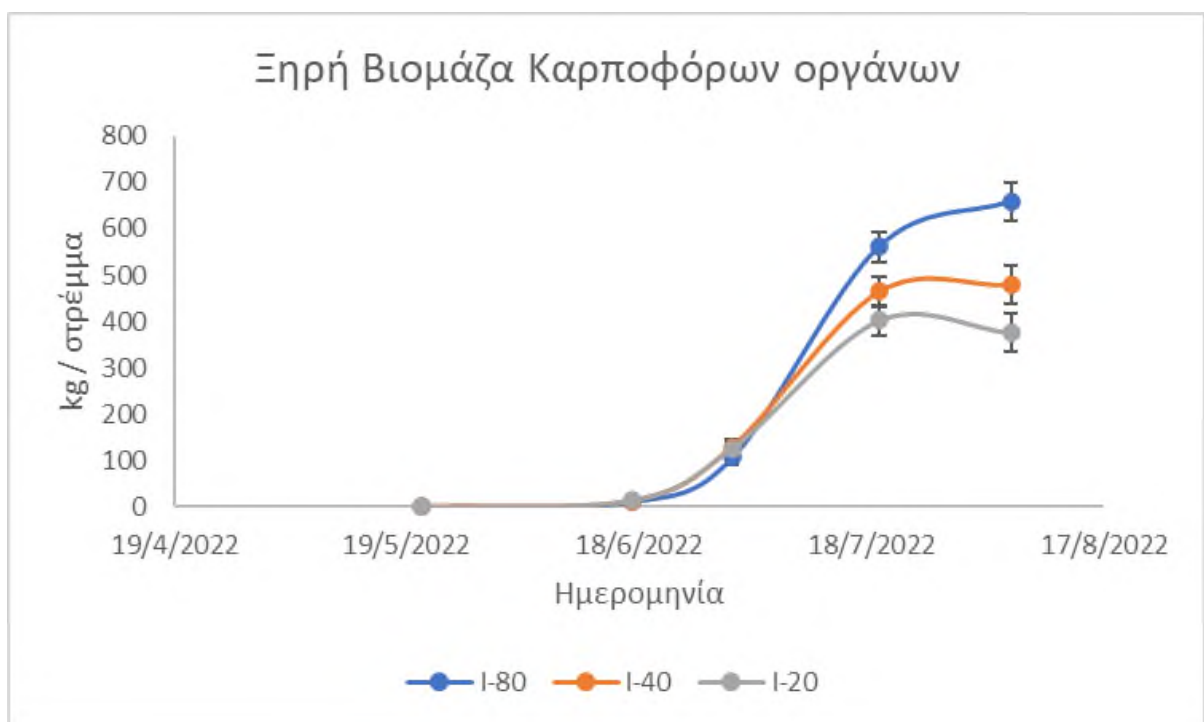
Αντίστοιχα με τα φύλλα η I_{40} εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, παράγοντας 43 kg/στρέμμα σε μίσχους ενώ οι I_{80} και I_{20} έδωσαν 33 και 43 kg μίσχων/στρέμμα αντίστοιχα.



Σχεδιάγραμμα 10: Ξηρή βιομάζα μίσχων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Η βιομάζα των καρποφόρων οργάνων παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα 11. Πάλι μέχρι την 3^η δειγματοληψία δεν παρουσιάζεται διαφοροποίηση. Η διαφοροποίηση φαίνεται από την 4^η δειγματοληψία όπου και οι 3 αρδεύσεις, ανάλογα με την δόση νερού, έχουν και την ανάλογη αύξηση της βιομάζας των καρποφόρων οργάνων. Στην 4^η δειγματοληψία διαφοροποιείται η I_{80} από τις I_{40} και I_{20} αλλά οι I_{40} και I_{20} οριακά δεν έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Στην 5^η και τελευταία δειγματοληψία έχουν διαφοροποιηθεί και οι τρεις αρδεύσεις μεταξύ τους δίνοντας αποδόσεις ανάλογες με την ποσότητα νερού που πήραν.

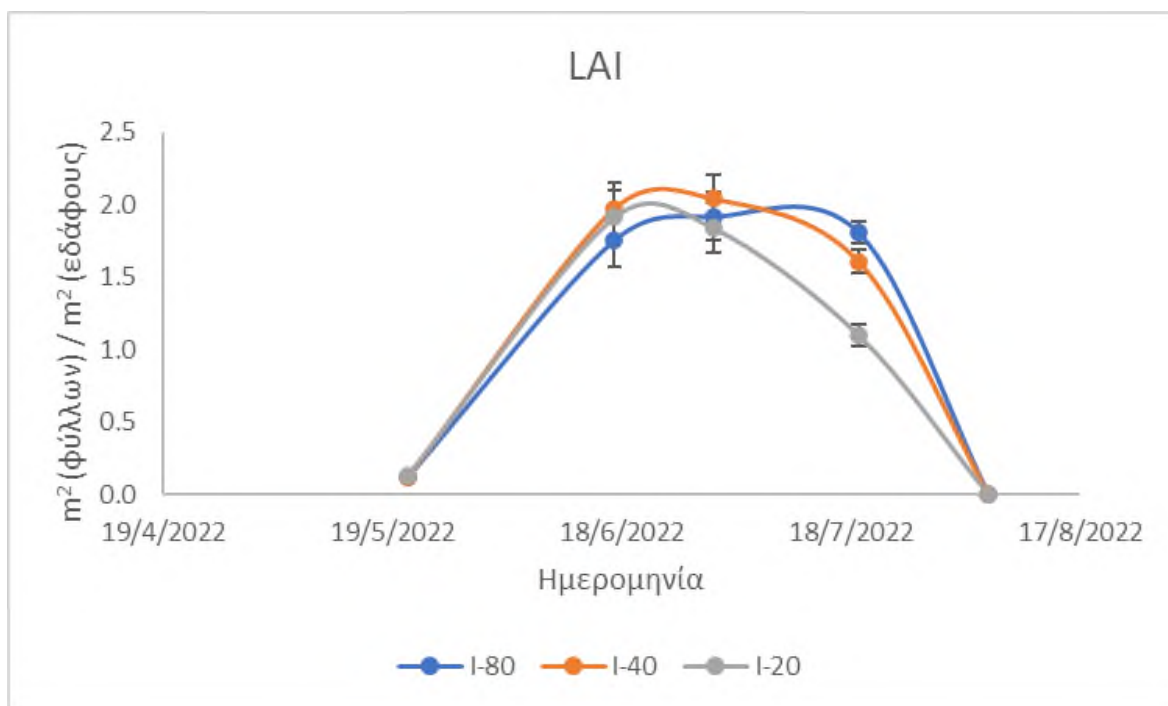
Η I_{80} εμφάνισε τη μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, παράγοντας 659 kg/στρέμμα σε βλαστούς, ενώ οι I_{40} και I_{20} έδωσαν 479 και 376 kg/στρέμμα αντίστοιχα. Ποσοστιαία οι I_{40} και I_{20} έδωσαν αντίστοιχα, το 72% και 57% της I_{80} .



Σχεδιάγραμμα 11: Ξηρή βιομάζα καρποφόρων οργάνων ανά άρδευση. Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

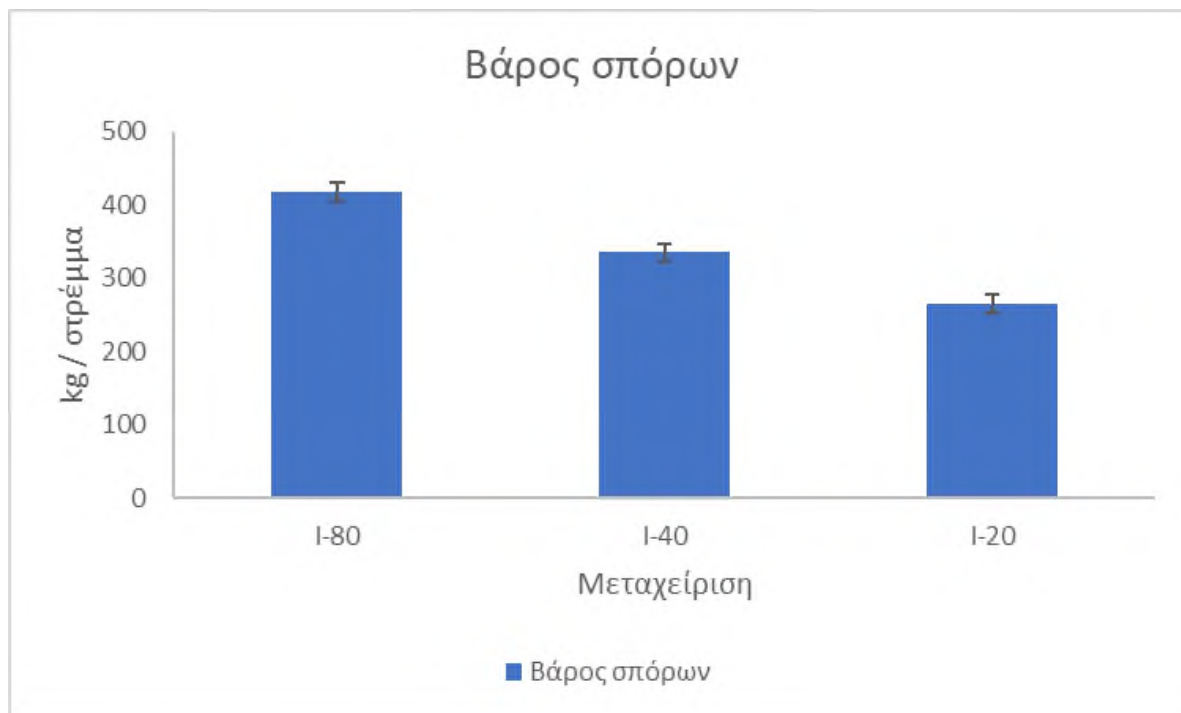
Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) ακολούθησε την ίδια τάση με την ξηρή βιομάζα των φύλλων. Έφτασε την τιμή 2 στις 30/6 κατά την 3^η δειγματοληψία χωρίς οι μέσοι όροι των

τριών αρδεύσεων να διαφοροποιούνται. Τις 19/7 η φυλλική επιφάνεια της I_{20} μειώνεται στην τιμή 1,1 ενώ η I_{40} στο 1,6 και η I_{80} στο 1,8, με στατιστικώς σημαντική διαφορά να υπάρχει και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα 12. Μέχρι τέλη Ιουνίου όπου και άνθισαν τα φυτά, δεν υπήρχαν διαφοροποιήσεις στην άρδευση επομένως είναι λογικό να μην υπάρχουν και διαφοροποιήσεις στο LAI των φύλλων. Έκτοτε το λιγότερο νερό όμως επιτάχυνε την απώλεια των φύλλων, περισσότερο στην μεταχείριση I_{20} που είχε και το λιγότερο νερό.



Σχεδιάγραμμα 12: Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI). Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Η απόδοση σε σπόρο παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα 13. Η απόδοση ήταν ανάλογη της άρδευσης, ενώ και οι τρεις μεταχειρίσεις παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η I_{80} έφτασε τα 418 kg/στρέμμα ενώ η I_{40} και η I_{20} τα 335 και 265 αντίστοιχα. Η I_{40} απέδωσε το 80% της I_{80} και η I_{20} το 60%. Η υγρασία του σπόρου κατά τη συγκομιδή ήταν 21%.

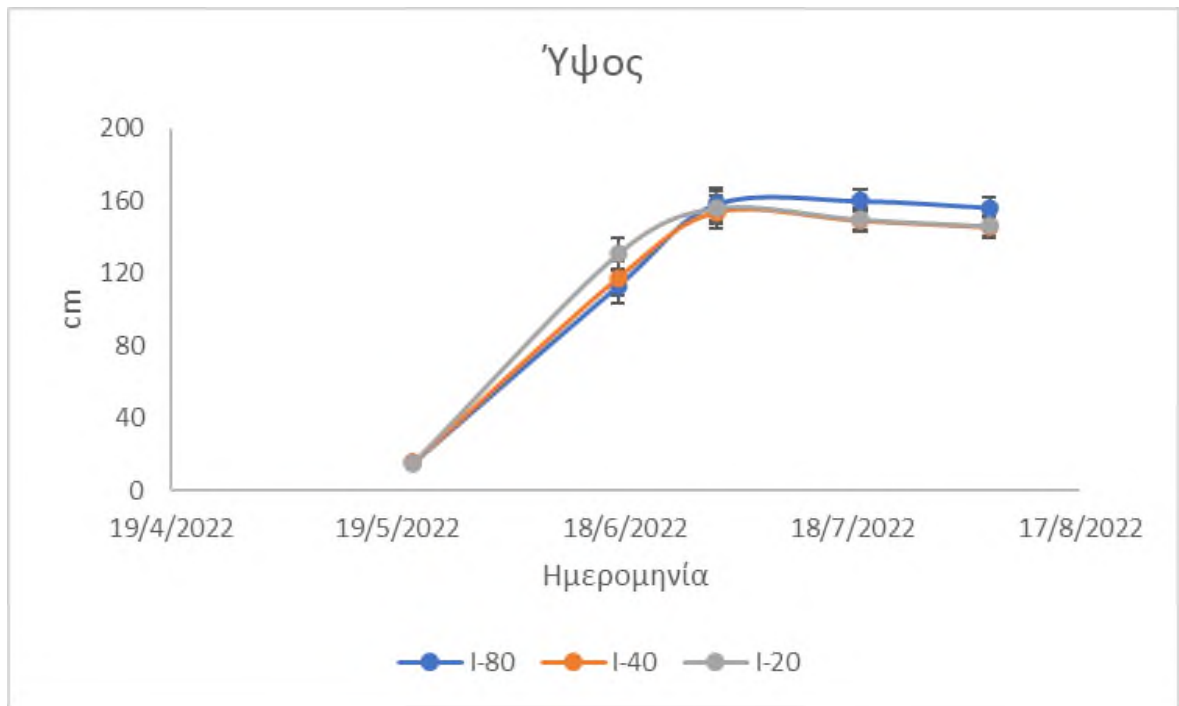


Σχεδιάγραμμα 13: Παραγωγή σε σπόρο Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

Ανάπτυξη ηλίανθου.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 14 Απριλίου 2023 και το φύτευμα έγινε 12 μέρες μετά στις 26/4. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας άρχισε έκτοτε να αυξάνει μέχρι που έφθασε την τιμή 1 (πλήρης εδαφοκάλυψη) στις 4 Ιουνίου. Η τιμή υπολογίστηκε με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές του LAI στις 21/5/2023 (LAI=0) και 17/06/2023 (LAI=2). Μετά την άνθιση στις 27/6 το LAI άρχισε να μειώνεται κυρίως στη I20 όπου μέσα σε 22 μέρες έπεσε στο 1.1 ενώ την ίδια στιγμή τα I80 και I40 το κράτησαν υψηλά στο 1.8 και 1.6 αντίστοιχα λόγω του νερού που έλαβαν. Η άνθιση παρατηρήθηκε στις 27/6, 62 μέρες μετά το φύτευμα.

Το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε με την άρδευση λόγω της καθυστερημένης διαφοροποίησης των επιπέδων νερού. Στα τέλη Ιουνίου τα φυτά είχαν λάβει το μέγιστο ύψος τους που μετρήθηκε στα 154-158 cm και το οποίο παρέμεινε σταθερό μέχρι την ωρίμανση των φυτών (Σχεδιάγραμμα 14). Η ωρίμανση παρατηρήθηκε στις 5/8 όπου τα βράκτια των περισσότερων φυτών είχαν αποκτήσει καφετί χρώμα και το πίσω μέρος της κεφαλής είχε ξεκινήσει να καφετιάζει επίσης.



Σχεδιάγραμμα 14: Ύψος φυτών Οι γραμμές σφαλμάτων αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά LSD.

4. Συμπεράσματα- Συζήτηση

Το νερό είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών με την ποσότητα που εφαρμόζεται όμως να γίνεται εμπειρικά και χωρίς επιστημονική τεκμηρίωση. Η βέλτιστη χρήση νερού μπορεί να αποφέρει οικονομικά οφέλη στον παραγωγό με την αύξηση της παραγωγής, την μείωση του κόστους άντλησης και την εξοικονόμηση ενέργειας. Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος. Οι αποδόσεις σε σπόρο άγγιξαν τα 418 kg/στρέμμα μέχρι τα 265 η μικρότερη δόση άρδευσης, ενώ και οι τρεις δόσεις άρδευσης έδωσαν στατιστικώς σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα. Αποδόσεις σε σπόρο μέχρι 460 kg/στρέμμα έχουν αναφερθεί για την Ελλάδα (Archontoulis et al, 2007) με δόση άρδευσης ≈ 400 mm σε περιοχή όμως με υψηλό ορίζοντα υπόγειου νερού. Αντίστοιχη απόδοση σε σπόρο αλλά με 500 mm νερού έχει αναφερθεί και από άλλους συγγραφείς (Connor, 1985) επομένως τα αποτελέσματά μας είναι κοντά στο να συμπεράνουμε ότι με το 100% της ΕΤο μια απόδοση της τάξης των 450-480 kg/στρέμμα είναι το δυναμικό της καλλιέργειας. Στη βιβλιογραφία οι αποδόσεις που συναντώνται για δόσεις άρδευσης της τάξης των 200-300 mm νερού είναι περίπου στα 250 kg/στρέμμα (Göksoy, 2004; Ghani 2000) αντίστοιχα με τη μέση στρεμματική απόδοση στην Ελλάδα για ξηρικές καλλιέργειες που είναι επίσης στα 250 kg/στρέμμα (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε, 2021). Η συνολική ξηρή βιομάζα της καλλιέργειας απέδωσε 1.080 kg/στρέμμα με το 81% της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ενώ με το 57% και 46% οι αποδόσεις ήταν 820 και 670 kg/στρέμμα. Η συνολική βιομάζα της χαμηλής δόση άρδευσης διαφοροποιήθηκε από την μεγαλύτερη ενώ η μέση δόση δεν έδωσε διαφορετικά αποτελέσματα από τις άλλες δύο. Οι Archontoulis et al (2007) αναφέρουν βιομάζα περί τους 1.2 t/στρέμμα και οι Giannoulis et. al (2008) λίγο λιγότερο, στα 800 kg/στρέμμα. Όσον αφορά τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας αυτός είχε αναπτυχθεί πλήρως μέχρι την αρχή των διαφοροποιήσεων της άρδευσης επομένως παρέμεινε σταθερός ανεξαρτήτως άρδευσης. Μόνο κατά την περίοδο της διαφοροποίησης, από τον Ιούνιο και μετά ξεκίνησε ο γρηγορότερος μαρασμός των φυτών με το λιγότερο νερό. Όσον αφορά την τιμή του LAI στην βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα είναι πολλά και συγκεχυμένα. Οι Giannoulis et. al (2008) αναφέρουν αντίστοιχο LAI, της τάξης του 2 ενώ υπάρχουν πολλές αναφορές για LAI από 2 μέχρι 5 για την καλλιέργεια (Giannoulis et. al, 2008; Archontoulis et al, 2007; Connor et al, 1985). Αντίστοιχη τάση με την πορεία του LAI, μετρήσαμε και για την βιομάζα των φύλλων και τους μίσχους. Για

τους μίσχους δεν βρέθηκαν αναφορές στην βιβλιογραφία μιας και συνήθως το βάρος τους συμπεριλαμβάνεται στο βάρος των βλαστών. Σχετικά με το ύψος, επίσης λόγω καθυστέρησης της άρδευσης αυτό έφτασε ≈ 1.6 m ασχέτως άρδευσης και έμεινε σταθερό εκεί. Το ύψος θα το κρίναμε ως κανονικό αφού κυμαίνεται από 1.4 έως 2.1 m στον ηλίανθο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες ANOVA αποτελεσμάτων

ANOVA		Ξ.Β. Βλαστών 17/6/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	5079.944	2	2539.972	1.952759	0.22224	0.39427
Error	7804.257	6	1300.71			7
Total	12884.2	8				
LSD	50.95043					

ANOVA		Ξ.Β. Βλαστών 30/6/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	2174.944	2	1087.472	0.654091	0.553383	0.17900
Error	9975.414	6	1662.569			2
Total	12150.36	8				
LSD	57.60332					

ANOVA		Ξ.Β. Βλαστών 19/7/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	32765.85	2	16382.93	10.60756	0.010716	0.77953
Error	9266.748	6	1544.458			4
Total	42032.6	8				
LSD	55.51952					

ANOVA		Ξ.Β. Βλαστών 5/8/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	24584.69	2	12292.35	4.082435	0.076	0.57641
Error	18066.2	6	3011.033			7
Total	42650.89	8				
LSD	77.52031					

ANOVA		Ξ.Β. Φύλλων 21/5/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
				0.29946	0.75168	0.09076
Αρδεύσεις	2.427356	2	1.213678	1	3	1
Error	24.31727	6	4.052878			
Total	26.74462	8				
LSD	2.844065					

ANOVA		Ξ.Β. Φύλλων 17/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
					0.55326	0.17906
Αρδεύσεις	608.3253	2	304.1627	0.65435	5	1
Error	2788.99	6	464.8317			
Total	3397.316	8				
LSD	30.45829					

ANOVA		Ξ.Β. Φύλλων 30/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
				1.66145	0.26656	0.35642
Αρδεύσεις	1443.11	2	721.5548	9	2	5
Error	2605.739	6	434.2899			
Total	4048.849	8				
LSD	29.44066					

ANOVA		Ξ.Β. Φύλλων 19/7/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
				14.1160	0.00538	0.82472
Αρδεύσεις	6040.399	2	3020.2	4	5	6
Error	1283.731	6	213.9552			
Total	7324.131	8				
LSD	20.66423					

ANOVA		Ξ.Β. Μίσχων 17/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	179.7361	2	89.86806	1.40177	0.31657	0.31845
Error	384.6611	6	64.11019	5	8	7
Total	564.3973	8				
LSD	11.31153					

ANOVA		Ξ.Β. Μίσχων 30/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	148.7338	2	74.3669	6.36085	0.03291	0.67951
Error	70.14798	6	11.69133	8	7	7
Total	218.8818	8				
LSD	4.830473					

ANOVA		Ξ.Β. Μίσχων 19/7/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	160.3812	2	80.19058	8.48561		0.73880
Error	56.70105	6	9.450175	8	0.01782	4
Total	217.0822	8				
LSD	4.342878					

ANOVA		Ξ.Β. Καρποφόρων οργάνων 17/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	9.238038	2	4.61901		0.71879	0.10421
Error	79.40298	6	13.2338	0.349031	7	9
Total	88.64102	8				
LSD	5.139259					

ANOVA		Ξ.Β. Καρποφόρων οργάνων 30/6/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	902.6457	2	451.322	0.759137	0.50827	0.20194
Error	3567.123	6	594.520		5	5
Total	4469.769	8				
LSD	34.44619					

ANOVA		Ξ.Β. Καρποφόρων οργάνων 19/7/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	38512.55	2	19256.2	9.00024	0.01562	0.75000
Error	12837.17	6	2139.52		4	5
Total	51349.72	8				
LSD	65.34567					

ANOVA		Ξ.Β. Καρποφόρων οργάνων 5/8/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	122940.5	2	61470.2	17.49401	0.00313	0.85361
Error	21082.74	6	3513.79		7	6
Total	144023.3	8				
LSD	83.74244					

ANOVA		Συνολικό Ξ.Β. 21/5/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	6.135022	2	3.067511	0.37379	0.70308	0.11079
Error	49.23847	6	8.206411	4	5	3
Total	55.37349	8				
LSD	4.047011					

ANOVA		Συνολικό Ξ.Β. 17/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	11893.09	2	5946.545	1.39482	0.31808	0.31737
Error	25579.8	6	4263.3	2	3	8
Total	37472.89	8				
LSD	92.24241					

ANOVA		Συνολικό Ξ.Β. 30/6/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	14986.17	2	7493.084	1.27680	0.34514	0.29854
Error	35211.79	6	5868.632	2	9	1
Total	50197.96	8				
LSD	108.2246					

ANOVA		Συνολικό Ξ.Β. 19/7/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	192008.2	2	96004.09	13.9373	0.00555	0.82287
Error	41329.45	6	6888.241	9	7	7
Total	233337.6	8				
LSD	117.2497					

ANOVA		Συνολικό Ξ.Β. 5/8/2022				
				Alpha	0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	256077.2	2	128038.6	10.7738	0.01033	0.78219
Error	71305.51	6	11884.25	2	5	
Total	327382.7	8				
LSD	154.0081					

ANOVA		LAI 21/5/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	0.0002	2	0.0001	0.75	0.512	0.2
Error	0.0008	6	0.0001			
Total	0.001	8	33			
LSD	0.016313					

ANOVA		LAI 17/6/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	0.076827	2	0.0384	0.58320		
Error	0.395197	6	0.0658	3	0.58688	0.16276
Total	0.472024	8	66			
LSD	0.362568					

ANOVA		LAI 30/6/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	0.061293	2	0.0306	0.54185	0.60767	0.15298
Error	0.339352	6	0.0565	3	6	6
Total	0.400645	8	59			
LSD	0.335975					

ANOVA		LAI 19/7/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	0.797083	2	0.3985	33.0282	0.00057	0.91673
Error	0.0724	6	0.0120	7	2	
Total	0.869483	8	67			

LSD 0.155186

ANOVA		Υψος 21/5/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	0.986667	2	0.493333	0.069954	0.933186	0.022787
Error	42.31333	6	7.05222			
Total	43.3	8				
LSD	3.751636					

ANOVA		Υψος 17/6/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	508.6667	2	254.3333	1.487329	0.298813	0.331451
Error	1026	6	171			
Total	1534.667	8				
LSD	18.47378					

ANOVA		Υψος 30/6/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	31.18519	2	15.59259	0.092759	0.912695	0.029992
Error	1008.593	6	168.0988			
Total	1039.778	8				
LSD	18.31639					

ANOVA		Υψος 19/7/2022				
		Alpha			0.05	
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	224.0247	2	112.0123	1.536494	0.289203	0.338696

Error	437.4074	6	72.901
Total	661.4321	8	23
LSD	12.06216		

ANOVA		Υψος 5/8/2022				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	223.5062	2	111.75	1.64015	0.27025	0.35346
			31	2	1	9
Error	408.8148	6	68.135			
Total	632.321	8				
LSD	11.66126					

ANOVA		Σπόροι				
					Alpha	0.05
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>P Eta-sq</i>
Αρδεύσεις	34880.83	2	17440.		0.00013	0.94865
			41	55.4304	5	7
Error	1887.818	6	314.63			
Total	36768.65	8				
LSD	25.0589					

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αμπατζόγλου, Κ. (1979). Ηλίανθος (*Helianthus annuus L.*). Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Σίνδος. σσ. 193-196.

Αναστασιάδης, Α. (2014). Καλλιέργεια ηλίανθου. Κέντρο «ΔΗΜΗΤΡΑ» Δράμας. <https://www.agrocapital.gr/kalliergies/9505/kalliergeia-ilianthoy>

Αυγουλάς, Χρ., Ποδηματάς, Κ., & Παπαστυλιανού, Π. (2001). Φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, σελ. 486.

Δαναλάτος, Ν., & Αρχοντούλης, Σ. 2008. Οδηγός Καλλιεργητικών Φροντίδων Αγριαγκινάρας, Ηλίανθου και Σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Καββάδας, Δ. Σ. (1956). Εικονογραφημένον Βοτανικόν Φυτολογικόν Λεξικόν. Αθήναι.

Ξανθόπουλος, Π.Φ. (1993). Ο ηλίανθος. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας: Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών: Θεσσαλονίκη.

Οδηγία 2010/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα μέσω της επισήμανσης και της παροχής ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με αυτά (αναδιατύπωση)». Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 153/1.

Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. (2021). Συγκεντρωτικά Στοιχεία Ενιαίων Αιτήσεων Εκμετάλλευσης. Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων. <http://aggregate.opekepe.gr/> (πρόσβαση 20/9/2023).

Πανταζή, Α. (2012). Δυνατότητες παραγωγής βιοντίζελ από Ηλίανθο και Γλυκό Σόργο στο Δήμο Ανω Καλαμά του Νομού Ιωαννίνων. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας

Σκαράκης, Γ., Κορρές, Ν., Παυλή, Ο. (2008). Ενεργειακές Καλλιέργειες –Βιοκαύσιμα. Αθήνα.

Σφήκας, Α.Γ. (1988). Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. *Πανεπιστημιακές Σημειώσεις: Θεσσαλονίκη*.

Φασούλας, Α.Π. & Σενλόγλου, Ν.Α. (1966). Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. *Θεσσαλονίκη*.

ΞΕΝΗ

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome, 300*(9), D05109.

Archontoulis, S.V., Danalatos, N.G., Struik, P.C., & Tsalikis, D. (2007). Irrigation and Nfertilization effects on the growth and productivity of sunflower in an aquic soil in central Greece. *Proceedings of the 15th European Biomass Conference, Berlin, Germany*, 413-416.

Bange, M.B., Hammer, G.L., & Rickert, K.G.(1997). Effect of radiation environment of radiation use efficiency and growth of sunflower. *Crop Science*, 37, 1208-1214.

Blamey, F.P.C., Zollinger R.K., & Schneiter, A.A. (1997). Sunflower production and culture. In Schneiter, A.A. (ed.), *Sunflower technology and production*, 35, pp. 595-670.

Burton, J.W., Miller, J.F., Vick, B.A., Scarth, R., & Holbrook, C.C. (2004). Altering fatty acid composition in oil seed crops. *Adv. Agron.*, 84, 273-306.

Chapman, S.C., Hammer, G.L., & Meinke, H. (1993). A Sunflower Simulation Model: I. Model Development. *Agronomy Journal*, 85(3), 725.

Connor, D.J., & Hall, A.J. (1997). Sunflower physiology. In Schneiter, A.A. (ed.) *Sunflower technology and production*, pp. 113-182.

Connor, D. J., Jones, T. R., & Palta, J. A. (1985). Response of sunflower to strategies of irrigation I. Growth, yield and the efficiency of water-use. *Field Crops Research*, 10, 15-36.

Danalatos, N.G., & Archontoulis, S.V. (2009). *Pilot scale agronomical results on Cynara, Sunflower and fiber and sweet Sorghum in three different sites in Greece*. Proceedings of the 17th European biomass conferences, Hamburg, Germany, p. 531-537.

Danalatos, N.G., Archontoulis, S.V., Geronikolou, L., & Papadakis, G. (2005a). Irrigation and N-fertilization effects on growth and productivity of three sunflower hybrids in an aquic soil in central Greece. *Proceeding of 2005 Annual Meeting of the Association for Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development, Murcia, Spain*, 129-138.

Danalatos, N.G., Archontoulis, S.V., Geronikolou, L., & Papadakis, G. (2005b). Biomass and seed yield of sunflower as alternative energy crop in Greece. 14th European Biomass Conference and Exhibition: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. *Proceedings of the 14th European Biomass Conference, Paris, France*, 308-311.

Friedt, W. (1992). Present state and future prospects of biotechnology in sunflower breeding. *Fields Crop Residuals*, 30, 425-442.

Gajri, P. R., Gill, K. S., Chaudhary, M. R., & Singh, R. (1997). Irrigation of sunflower (*Helianthus annuus*) in relation to tillage and mulching. *Agricultural Water Management*, 34(2), 149–160.

Ghani, A. B. D. U. L., Hussain, M. U. M. T. A. Z., & Qureshi, M. S. (2000). Effect of different irrigation regimens on the growth and yield of sunflower. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2(4), 334-335.

Giannoulis, K.D., Archontoulis, S.V., Bastiaans, L. Struik, P.C., & Danalatos, N.G. (2008). Potential growth and seed yield of sunflower as affected by sowing time, irrigation and N-fertilization in central Greece. *Proceedings of the International conference on Agricultural Engineering, Crete, Greece*, 10.

Göksoy, A.M., Demir, A., Turan, Z.M. & Dağüstü, N. (2004). Responses of sunflower (*Helianthus annuus L.*) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*, 87, 167-178.

Heiser, C.B. (1978). *Taxonomy of Helianthus and origin of domesticated sunflower*. In: J.F. Carter (Editor), *Sunflower Science and Technology*. Agronomy Monograph No 19. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 31-51.

Hu, F.B., Manson, J.E., & Willett, W.C. (2001). Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: A critical review. *Journal of the American College of Nutrition*, 20, 5-19.

- Jing, M., Folsom, R., Lewis, L., Eckfeldt, J.H., & Ma, J. (1997). Relation of plasma phospholipid and cholesterol ester fatty acid composition of carotid artery intima-media thickness: The atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, 551-559.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidy, J., Chalita, C., & Roupheal, Y. (2007). Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, 90, 213-223.
- Kovacik, A., Skaloud V., & Vlckova, V. (1980). Evaluation of relation between the yield of achenes and yield components in hybrid sunflower breeding. *Proceedings 9th International Sunflower Conference, Torremolinos, Spain*, 362-388.
- Murphy, D.J. (1994). *Designer oil crops, breeding, processing and biotechnology*. VCH Press, Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany.
- Pereyra-Irujo, A.G., & Aguirrezabal, L.A.N. (2007). Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. *Agricultural Forest Meteorology*, 143, 252-265.
- Poulard, S.S., & Beg, A. (2008). Sunflower productions: Hybrids versus open pollinated varieties on dry land. *Helia*, 31, 155-160.
- Schneiter, A.A., & Miller, J.F. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.
- Seiler, G.J. (1992). Introduction. *Field Crops Residuals*, 30, 191-194.
- Skorić, D. (1992). Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Residuals*, 30, 231-270.
- Skorić, D., Jocić, S., Sakac, Z., & Lecić, N. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 86, 215-221.
- Soriano, A., Orgaz, F., Villalobos, F., & Fereres, E. (2004). Efficiency of water use of early planting of sunflower. *European Journal of Agronomy*, 21, 465-476.
- Weiss, E.A. (2000). *Oilseed Crops*. Blackwell Science. Second Edition. Berlin. Germany. pp. 364.