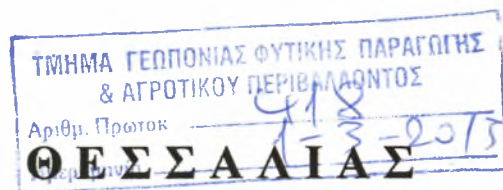


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**“ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ”**



ΒΑΣΙΛΗΣ ΜΑΛΕΑΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ**

ΒΟΛΟΣ 2013



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 11631/1
Ημερ. Εισ.: 30/04/2013
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2013
ΜΑΛ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

“ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ”

ΒΑΣΙΛΗΣ ΜΑΛΕΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ 2013

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ – ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ Μ. Καθηγήτρια Π.Θ
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ. Συμβασιουχος Π.Δ 407/80
ΑΛΕΞΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ. Ερευνητής ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγει το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το θέμα δόθηκε από την καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη στο πλαίσιο των προπτυχιακών σπουδών της Σχολής.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κυρία Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της, καθώς επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών και πειραματικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς. Επίσης την ευχαριστώ για την ηθική της υποστήριξη και την κριτική που άσκησε πριν την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου.

Επίσης τον Συμβασιουχο Π.Δ 407/80 Παπανικολαου Χρηστο της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον κύριο Αλεξίου Ιωάννη ερευνητή ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. για τις πολύτιμες υποδείξεις τους που συνέβαλαν ουσιαστικά στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής, καθώς και για την συμμετοχή τους στην Τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Επίσης ευχαριστώ τον κύριο Παπανίκο Νικόλαο, μέλος Ε.Ε.Δ.Ι.Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την βοήθεια του σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Βασίλης Μαλέας

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

“ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΗΛΙΑΝΘΟΥ”

ΒΑΣΙΛΗΣ ΜΑΛΕΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή μελετάται η επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης στο ύψος και στη διάμετρο δίσκων στο φυτό ηλιάνθου. Για την άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υπόγειας στάγδην άρδευσης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε έρευνα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστήμιου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου το έτος 2008, το οποίο περιελάμβανε ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχέδιο με 2 μεταχειρίσεις σε 4 επαναλήψεις.

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το ύψος των φυτών και την διάμετρο του δίσκου των φυτών.

Επίσης λαμβάνονταν μετρήσεις μετεωρολογικών δεδομένων (βροχόπτωση, θερμοκρασία αέρα, κλπ.) από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής.

Ακολούθως περιγράφεται περιληπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου της παρούσας πτυχιακής διατριβής.

Στο **κεφάλαιο 1** γίνεται μια ιστορική αναδρομή της καλλιέργειας του ηλίανθου και μια αναφορά στην οικονομική της σημασία

Στο **κεφάλαιο 2** δίνονται στοιχεία της καλλιέργειας του ηλίανθου, σχετικά με την ταξινόμηση και την βοτανική περιγραφή, την φυσιολογία του ηλίανθου, την καλλιεργητική τεχνική, τους εχθρούς και τις ασθένειες, και τις οικολογικές απαιτήσεις.

Στο **κεφάλαιο 3** εξετάζουμε την άρδευση και την υδατοκατανάλωση των καλλιεργειών και πιο συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή καθώς και τις μεθόδους υπολογισμού της και αναφέρονται στοιχεία που αφορούν την άρδευση του ηλίανθου.


Στο **κεφάλαιο 4** περιγράφεται η εγκατάσταση του πειράματος και γίνεται μια αναφορά στα υλικά και στις μεθόδους που χρησιμοποιηθήκαν.

Στο **κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και γίνεται η ανάλυση τους με τη χρήση στατιστικών κριτηρίων.

Και τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	4
1.1. Ιστορική αναδρομή	4
1.2. Η παγκόσμια παραγωγή του ηλίανθου.....	4
1.3. Η καλλιέργεια του ηλίανθου στην Ελλάδα	6
Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ηλίανθου που καλλιεργούνται:	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο –ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	9
2.1. Ταξινόμηση και Βοτανική περιγραφή.....	9
2.1.1- Ταξινόμηση.....	9
2.1.2- Βοτανική περιγραφή	9
2.2. Φυσιολογία του ηλίανθου	16
2.2.1 Περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης του ηλίανθου.....	16
2.2.2. Συσώρευση βαθμομερών (GDD) και εμφάνιση των σταδίων του ηλίανθου	19
2.2.3. Στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου	19
2.2.4. Επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην ανάπτυξη του ηλίανθου	22
2.3. Καλλιεργητική τεχνική	27
2.3.1. Αμειψισπορά	27
2.3.2. Προετοιμασία του εδάφους.....	29
2.3.3. Βελτίωση.....	29
2.3.4.Επιλογή υβριδίου	30
2.3.5. Έδαφος	32
2.3.6. Σπορά	34
2.3.7. Φύτρωμα και εμφάνιση φυταρίων	36
2.3.8. Επανασπορά.....	38
2.3.9. Σκαλίσματα.....	38
2.3.10. Θρέψη	39
2.4. Εχθροί, Ασθένειες & Φυσικά φαινόμενα.....	40
2.4.1. Εχθροί.....	40
2.4.2. Φυσικά φαινόμενα.....	44
2.4.3.Ασθένειες	45
2.5..Συγκομιδή, ξήρανση & αποθήκευση	53
2.5.1. Συγκομιδή.....	53
2.5.2. Αποθήκευση	57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΑΡΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	61
3.1 ΓΕΝΙΚΑ –ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ.....	61
3.1.1. Άρδευση με ελεύθερη ροή-Επιφανειακή	61
3.1.2. Άρδευση με καταιονισμό (τεχνητή βροχή)	62
3.1.3.Άρδευση με σταγόνες	63
3.2.-ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ.....	63
3.2.1.Γενικά.....	63
3.2.2-Η ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ.....	64
3.3. Η άρδευση του ηλίανθου	70
3.3.1. Απαιτήσεις σε νερό	70
3.3.2. Πρόσληψη, χρήση και εξάντληση του εδαφικού νερού	72
3.3.3. Προγραμματισμός άρδευσης.....	74
3.3.4. Μέθοδοι άρδευσης	77
3.3.5. Επίδραση της άρδευσης στην ανάπτυξη, την απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλίανθου.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	79
4.1 ΓΕΝΙΚΑ	79
4.2 Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου	79
4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας στο πειραματικό τεμάχιο.....	80
4.4 Άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου	81
4.5 Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	82
4.5.1.Εξατμισόμετρο τύπου A.....	82
4.5.2 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας	83
4.6 Μετρήσεις όσον αφορά τα ην καλλιέργεια του ηλίανθου	84
4.6.1 Ύψος φυτων.....	84
4.6.2 Διάμετρος δίσκων.....	85
4.7 Στατιστική ανάλυση τω αποτελεσμάτων	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	86
5.1 Κλιματολογικά δεδομένα	86
5. 2 Εδαφική υγρασία.....	87
5.3 Αποτελέσματα ανάλυσης ποιοτικών χαρακτηριστικών του ηλίανθου	87
5.3.1 Ύψος Φυτών.....	87
5.3.2 Διάμετρος δίσκων.....	89
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ηλίανθος είναι ένα φυτό που για τα δεδομένα της χώρας μας, κατείχε πάντοτε μικρό μερίδιο καλλιέργειας έναντι άλλων εκτατικών καλλιεργειών. Εξαίρεση αποτέλεσε η περίοδος 1984 - 1988, όπου παρατηρήθηκε η κορύφωσή του από πλευράς εκτάσεων, γεγονός που βασίσθηκε στην επιδότηση του προϊόντος από την τότε Ε.Ο.Κ.

Εκτοτε η καλλιέργεια περιορίστηκε κυρίως στον Β. Έβρο. Μολονότι ως χώρα καταναλώνουμε φυτικά έλαια (σπορέλαια) και το ηλιέλαιο θεωρείται άριστο από υγιεινής πλευράς, δεν δόθηκαν οι ευκαιρίες για την παραγωγή του δικού μας Ελληνικού ηλιέλαιου, με αποτέλεσμα να εισάγουμε χιλιάδες τόνους ηλιόσπορου και ηλιέλαιου. Το εφαλτήριο για την επέκταση της καλλιέργειας του ηλίανθου, αποτέλεσε η κοινοτική οδηγία 2030/30ΕΚ, που προωθεί την διείσδυση των βιοκαυσίμων, ως ανανεώσιμα καύσιμα, με στόχο την σταδιακή υποκατάσταση του συνολικού ντίζελ κατά 5,75% το 2010 και 10% το 2020. Η παραγωγή του βιοντίζελ στην Ελλάδα ξεκίνησε το 2005, αλλά ουσιαστικά η έναρξη της εξάπλωσης του ηλίανθου, πέρα από τα σύνορα της Π.Ε. Έβρου, ήταν το 2009, καλύπτοντας συνολική έκταση 286.000 στρεμμάτων. Τη χρονιά αυτή, οι καλές τιμές που αποκόμισαν οι Έλληνες παραγωγοί, σε συνδυασμό με τις ικανοποιητικές αποδόσεις που σε κάποιες περιπτώσεις ξεπέρασαν τα όρια του αναμενόμενου, αποτέλεσαν το έναυσμα για την περαιτέρω εξάπλωση της καλλιέργειας, αγγίζοντας τα 673.000 στρέμματα το 2010 και τα 686.000 στρ. το 2011. Μέσα σ' αυτό το λίγο χρονικό διάστημα της τριετίας 2009-11, ο ηλίανθος έδειξε άριστη προσαρμοστικότητα σε ποικίλους τύπους εδαφών, χαμηλές καλλιεργητικές απαιτήσεις (άρδευση, λίπανση) και ικανοποιητικές αποδόσεις, πείθοντας μεγάλη μερίδα καλλιεργητών, ότι πρόκειται για ένα φυτό που ταιριάζει άριστα στις συνθήκες της χώρας μας. Από την άλλη πλευρά, το καθεστώς της συμβολιακής γεωργίας που τον διέπει, προσφέρει στον Έλληνα αγρότη μια εναλλακτική επιλογή, με εξασφαλισμένο αγοραστή και τιμή. Η καλή εικόνα του ηλίανθου τα χρόνια αυτά σε συνδυασμό με το άνοιγμα της αγοράς των βιοκαυσίμων, είναι σχεδόν σίγουρο, ότι θα καθιερώσουν τον ηλίανθο στη συνείδηση του Έλληνα αγρότη. (10) Προϋπόθεση γι' αυτό αποτελεί η στήριξη της καλλιέργειας από την Πολιτεία και τις βιομηχανίες εξασφαλίζοντας σταθερές τιμές του προϊόντος, αξιοπιστία στα συμβόλαια και προτεραιότητα στην εγχώρια πρώτη ύλη. Το 2010 η εγχώρια παραγωγή ηλίανθου κάλυψε το 60-70% των αναγκών των βιομηχανιών βιοντίζελ. Παράλληλα με δράσεις ενημέρωσης και κατάρτισης των αγροτών σχετικά με τον τρόπο καλλιέργειας του ηλίανθου, εξασφαλίζεται η ανταγωνιστικότητά του έναντι άλλων καλλιεργειών. (2)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

1.1. Ιστορική αναδρομή

Ο ηλιάνθος είναι φυτό εγγενές στη Β. Αμερική όπου αναπτύσσονται αρκετά άγρια είδη του. Εξημερώθηκε πριν από το καλαμπόκι, και καλλιεργούνταν από τους Ινδιάνους της Β. Αμερικής, όπου χρησιμοποιούνταν ως τρόφιμο, φάρμακο, πηγή βαφής και λάδι για τελετουργικούς σκοπούς. Από τους Ισπανούς μεταφέρθηκε στην Ευρώπη το 1510, έχοντας μόνο καλλωπιστική αξία για αρκετά χρόνια. Η πρώτη εξαγωγή λαδιού για βιομηχανική όμως χρήση γίνεται το 1716 στην Αγγλία. Το 18^ο αιώνα η χώρα που ανέδειξε την καλλιέργεια του ηλιάνθου είναι η Ρωσία και μεγάλο μερίδιο γι'αυτό αποδίδεται στον Μέγα Πέτρο. Η καλλιέργεια ηλιάνθου για εξαγωγή λαδιού στη χώρα αυτή πρωτοαναφέρεται το 1769 και κορυφώνεται ιδιαίτερα μετά το 1830, όπου γίνεται παρασκευή ηλιέλαιου σε εμπορική κλίμακα, χάρη στη συνδρομή της Ορθόδοξης Εκκλησίας της Ρωσίας που επιτρέπει στη νηστεία της Σαρακοστής μόνο την κατανάλωση ηλιέλαιου. Στις αρχές του 19^{ου} αι. καλλιεργούνταν στη Ρωσία 8 εκ. στρέμματα. Από τότε καλλιεργήθηκαν οι δύο τύποι ηλιάνθου, ο ελαιούχος και ο πασατέμπο για κατανάλωση. Η περιεκτικότητα σε λάδι των ελαιούχων σπόρων ήταν περίπου στο 25%. Στυλοβάτης της καλλιέργειας του ηλιάνθου αναδεικνύεται ο Ρώσος Vasily Pustonoyt (1886-1972), ο οποίος δημιούργησε νέες ποικιλίες, πετυχαίνοντας σημαντική αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας (ποσοστό λαδιού, έως 55%) και των αποδόσεων. Σήμερα το πιο διάσημο βραβείο για τον ηλιάνθο φέρει το όνομά του. (2)

Τέλη του 19^{ου} αι. ο ηλιάνθος επιστρέφει ως καλλιέργεια στον τόπο καταγωγής του τη Β.Αμερική, πιθανότατα από Ρώσους μετανάστες. Ο ηλιόσπορος που ήταν περισσότερο γνωστός στις Η.Π.Α. το 1880 είχε την επωνυμία <μαμούθ Ρωσίας> και παρέμεινε δημοφιλής ως το 1970. Οι ανάγκες κατανάλωσης ηλιέλαιου, οδήγησαν στην εξάπλωση της καλλιέργειας ηλιάνθου σε όλη την Ευρώπη και έκτοτε οι εκτάσεις μειώθηκαν στις Η.Π.Α. λαμβάνοντας μερίδιο 6% της παγκόσμιας παραγωγής το 2005.

Στο Ν.Ημισφαίριο και συγκεκριμένα στην Αργεντινή, μία εκ των τριών παγκόσμιων δυνάμεων στην παραγωγή ηλιάνθου μεταφέρθηκε από Εβραίους αποίκους περίπου το 1900.

Το διάστημα του Μεσοπολέμου συνέπεσε με την ισχυρή ανάπτυξη του ηλιάνθου στις βαλκανικές χώρες και στη ν Ουγγαρία που έκτοτε είναι από τις κυριότερες παραγωγικές χώρες της Ευρώπης. (2)

1.2. Η παγκόσμια παραγωγή του ηλιάνθου.

Η παγκόσμια παραγωγή ηλιάνθου για το 2010/11 υπολογίζεται στους 33,5 εκ. τόνους

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

Κύριες παραγωγικές χώρες στον κόσμο είναι η Ρωσία, η Ουκρανία, η Αργεντινή (οι τρεις αυτές χώρες παράγουν πάνω από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής), η Ε.Ε. (Γαλλία-Ισπανία), οι Η.Π.Α., η Κίνα, η Ινδία και η Τουρκία.

➤ Παγκόσμια έκταση και παραγωγή ηλιόσπορου (Πηγή : Oil World & USDA)

Ηλιόσπορος	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Έκταση συγκομιδής 1000ha	24094	23397	24725	23996	24471
Παγκόσμια μέση Απόδοση (κιλ/στρ.)	125	125	141	136	137
Παραγωγικές Χώρες	Παραγωγή (χιλ.τον.)				
Αργεντινή	3120	4600	3200	2520	3665
Ε.Ε.	6407	4944	6909	7012	6976
Υπόλοιπη Ευρώπη	385	295	454	378	380
Ρωσία	6350	5500	7300	6600	5720
Ουκρανία	5550	4880	7100	7300	8000
Κίνα	1850	1800	1750	1650	1710
Η.Π.Α.	997	1309	1553	1377	1241
Ινδία	1450	1460	1150	1000	650
Τουρκία	820	670	850	790	1020
Άλλες	3163	3801	4511	3944	4086
ΣΥΝΟΛΟ	30092	29259	34777	32571	33448

➤Επιφάνειες ηλίανθου στην Ε.Ε. σε χιλ.εκτάρια (Πηγή :CETIOM -EUROSTAT)

	1981	1986	1995	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Γερμανία			56	25	25	32	27	32	19	25	22
Αυστρία			30	22	21	29	30	35	26	27	26
Ισπανία		939	1070	841	754	750	517	623	601	725	760
Γαλλία	168	897	958	729	616	616	646	645	519	630	627
Ελλάδα	3	79	18	15	17	4	5	10	14	15	23
Ιταλία	42	90	243	248	166	124	130	145	127	115	150
Πορτ/λία		44	72	51	38	35	7	8	18	24	22
Τσεχία				30	24	39	40	47	24	25	26
Ουγγαρία				299	418	481	511	534	513	550	542
Πολωνία						3	4	5	3	3	3
Σλοβακία				70	63	91	92	109	65	75	78
Ρουμανία				877	906	977	971	991	836	814	860
Βουλγαρία									602	722	656
ΣΥΝΟΛΟ Ε.Ε.	213	2049	2448	1931	1638	2207	2009	2193	3357	3750	3795

6

1.3. Η καλλιέργεια του ηλίανθου στην Ελλάδα

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ηλίανθου που καλλιεργούνται:

- 1) ο ελαιούχος (oilseed), για την παραγωγή φυτικού λαδιού και
- 2) για την διατροφή ανθρώπων και πτηνών (non oilseed).

Ο δεύτερος τύπος διακρίνεται σε σχέση με τον ελαιούχο, από το μεγαλύτερο μέγεθος του σπόρου και την μικρή ελαιοπεριεκτικότητα. Η περιεκτικότητα σε λάδι του ελαιούχου ηλίανθου κυμαίνεται από 38 ως 50% ενώ περιέχει και περίπου 20% πρωτεΐνη .

Το ηλιέλαιο είναι μίγμα ελαϊκού, λινολεϊκού, στεατικού και παλμιτικού οξέος, με κυριότερα τα δύο πρώτα που με τη μορφή ακόρεστων λιπαρών οξέων αποτελούν το 85-90%, του συνόλου των λιπαρών οξέων του ηλιόσπορου. Είναι λάδι με μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο, κατάλληλο για βρώση αλλά και για χρήση στη βιομηχανία, την παραγωγή σαπουνιών κ.α. (6)

Στοιχεία για την καλλιέργεια του ηλίανθου στη χώρα μας υπάρχουν από το 1961 (ΥΠ.Α.Α.Τ.), όπου με αφετηρία το έτος αυτό ως το 1982, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις κυμαίνονταν από 10-40χιλ. στρέμματα. Με την είσοδο της χώρας μας στην τότε Ε.Ο.Κ. και της επιδότησης που έτυχε το παραγόμενο προϊόν, οι εκτάσεις αυξήθηκαν κατακόρυφα την περίοδο 1983-1988, με αποκορύφωμα το έτος; 1987, όπου καλύφθηκαν με ηλίανθο 1 εκ. στρέμματα.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

Μέσα σε λίγα χρόνια όμως η Ε.Ο.Κ. από ελλειμματική κατέστη πλεονασματική, επιβλήθηκε η γνωστή συνυπευθυνότητα και το ενδιαφέρον των αγροτών ατόνησε .

Έκτοτε η καλλιέργεια του ηλίανθου παρέμεινε κυρίως στην Π.Ε. Έβρου, με την καλλιεργήσιμη έκταση να κυμαίνεται την περίοδο 1989-2002, μεταξύ 150-420 χιλ. στρεμμάτων (ΥΠΑΑΤ). Την τριετία 2003-2005, οι εκτάσεις καθηλώθηκαν, λόγω της χαμηλής τιμής του προϊόντος (0,16-0,19ευρώ), φτάνοντας τα 37χιλ. στρέμματα το 2004 (ΥΠ.Α.Α.Τ.).

Η ανάκαμψη της καλλιέργειας του ηλίανθου αρχίζει πάλι το 2006, αφού προηγήθηκε το 2005, η εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας στην κοινοτική οδηγία 2030/30ΕΚ, που προβλέπει την διείσδυση των βιοκαυσίμων, για την σταδιακή υποκατάσταση του συμβατικού ντήζελ.(18)

Έτσι την τριετία 2006-2008, καλλιεργούνται 102, 140 και 147 χιλ. στρέμματα αντίστοιχα (ΥΠΑΑΤ). Το 2009, ο ηλίανθος επεκτάθηκε σε αρκετές Π.Ε., κυρίως, στη Β. Ελλάδα, διστακτικά στις περισσότερες περιπτώσεις με την συνολική έκταση να καλύπτει 286.540 στρέμματα. Οι υψηλές αποδόσεις το 2009, όπου σε αρκετές περιοχές επιτεύχθηκαν χωρίς άρδευση λόγω των ευνοϊκών συνθηκών και οι καλές τιμές, κέρδισαν το στοίχημα της καλλιέργειας του ηλίανθου. Το ευνοϊκό περιβάλλον που δημιουργήθηκε το 2009 σε συνδυασμό με τις χαμηλές τιμές του καλαμποκιού, οδήγησαν στην αλματώδη αύξηση των εκτάσεων το 2010, κατά 135% σε σχέση με το 2009, φθάνοντας συνολικά τα 673.540 στρέμματα.(2)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

➤ Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ηλίανθου στην χώρα μας σε εκτάρια ανά νομό για το 2009-2010 (Πηγή ΟΠΕΚΕΠΕ)

Περιφερειακή Ενότητα	2010	2009
Αιτωλοακαρνανίας	67,38	0,00
Αρκαδίας	258,72	2,26
Αττικής	5,41	0,00
Αχαΐας	9,00	0,00
Βοιωτίας	18,68	9,44
Γρεβενών	593,00	86,55
Δράμας	3133,12	696,59
Εβρου	37384,85	18569,9
Ηλείας	239,49	181,06
Ημαθίας	3,71	0,00
Θεσσαλονίκης	5340,88	2760,17
Καβάλας	1331,26	147,67
Καρδίτσας	36,66	4,94
Κιλκίς	1297,93	279,71
Κοζάνης	1081,46	77,92
Λάρισας	346,81	249,1
Μαγνησίας	12,53	0,1
Ξάνθης	6182,18	1165,18
Πέλλας	108,62	4,63
Περίας	23,12	17,19
Πρέβεζας	0,45	0,3
Ροδόπης	1114,75	438,12
Σερρών	3728,25	1414,56
Τρικάλων	182,41	10,18
Φθιώτιδας	472,66	86,01
Φλώρινας	1057,19	204,22
Χαλκιδικής	1314,19	239,46
ΣΥΝΟΛΟ	67354,71	28654,26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο –ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

2.1. Ταξινόμηση και Βοτανική περιγραφή

2.1.1- Ταξινόμηση

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος (*Helianthus annuus L*) είναι ετήσιος ανήκει στην οικογένεια Asteraceae και είναι ένα από τα 67 είδη του γένους *Helianthus*. Το γένος *Helianthus* είναι μεγάλο, πολυμορφικό και ο βασικός αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι 17. Όλα είναι ιθαγενή στην Αμερική, όπου μερικά καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά και τα υπόλοιπα είναι ζιζάνια, συνήθως σε βοσκοτόπους ή ακαλλιέργητες εκτάσεις σε άγρια μορφή. Στην πλειονότητά τους τα είδη είναι πολυετή και μόνο δώδεκα είναι ετήσια. Αναφέρεται ότι το ψηλότερο είδος του γένους *Helianthus* αγγίζει τα 8μ., το πλατύτερο κεφάλι που μετρήθηκε ποτέ έφτανε τα 82cm, ενώ βρέθηκε και είδος με είκοσι κεφάλια. Πολλά χαρακτηριστικά των σύγχρονων υβριδίων ηλίανθου, όπως η αυξημένη ελαιοπεριεκτικότητα, η χρήση κυτταροπλασματικής αρρενοστεριότητας για την παραγωγή υβριδίων, η αντίσταση σε έντομα και ασθένειες καθώς, και η ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα, οφείλονται εν πολλοίς στη μεταφορά γονιδίων και χαρακτηριστικών από τα άγρια είδη ηλίανθου (είτε απευθείας, είτε μέσω διασταυρώσεων) στον ήμερο καλλιεργούμενο ηλίανθο . (2)

Η ονομασία ηλίανθος προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις *ήλιος* και *άνθος*. Ανά τον κόσμο είναι γνωστός ως sunflower στα Αγγλικά, tournesoi στα Γαλλικά, κτλ.

2.1.2- Βοτανική περιγραφή

2.1.2.1. Ριζικό σύστημα

Ο ηλίανθος χαρακτηρίζεται από ισχυρό, βαθύ ριζικό σύστημα που αποτελείται από μία κεντρική ρίζα και πολυάριθμες πλευρικές ρίζες. Η κύρια ρίζα είναι πασσαλώδης και αν δεν συναντήσει αντίσταση στο έδαφος π.χ. συμπιεσμένο υπεδάφιο στρώμα, τότε μπορεί να φτάσει σε βάθος δύο μέτρων , διεισδύοντας κατά κάθετο τρόπο τις περισσότερες φορές.

Το σημείο ανάπτυξης της ρίζας εντοπίζεται στο άκρο της. Η ανάπτυξη νέων κυττάρων στο άκρο ασκεί «υδραυλική» πίεση προς τα κάτω, ενάντια στο έδαφος. Αν κατά τη διείσδυσή της συναντήσει συμπιεσμένο χώμα, τότε σταματά η επέκτασή της και μειώνει την διάμετρο του άκρου της προκειμένου να εισχωρήσει ή αναζητά άλλη διέξοδο με μικρότερη αντίσταση του εδάφους, πολλές φορές εκ βάρος του φυτού. Συνέπεια αυτού αποκτά οριζόντιο, ρηχό ριζικό σύστημα με σημαντική επίπτωση στην ικανότητα απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την διείσδυση της ρίζας θεωρείται και το νερό του εδάφους, που λειτουργεί ως «λιπαντικό» για τα εδαφικά σωματίδια, βοηθώντας τα να μετακινηθούν έξω από το δρόμο της αναπτυσσόμενης ρίζας. Είναι σημαντικό για την

ρίζα του ηλίανθου να διεισδύσει σε βάθος, προτού τα επίπεδα υγρασίας στο έδαφος εξαντληθούν από την ξήρανση του εδάφους, την εξάτμιση, την άνοδο της θερμοκρασίας του εδάφους ή την απορρόφησή της από τα φυτά. Υπό ισχυρό υδατικό στρες, ο ηλίανθος αυξάνει τον αριθμό και το βάθος των ριζών, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η έλλειψη νερού. (22) Πειράματα έδειξαν ότι καλλιέργεια ξηρικού ηλίανθου, είχε 2-4 φορές περισσότερο ριζικό σύστημα έναντι του αρδευόμενου, στην εδαφική ζώνη των 30-80 cm. (22). Ο χρόνος που απαιτείται για την αλλαγή του μεγέθους του ακρόριζου είναι 2-3 μέρες, προκειμένου να προσαρμοστεί στις αντίξοες εδαφικές συνθήκες που συναντά, φθάνοντας πολλές φορές σε μείωση της διαμέτρου κατά 50%, που αντιστοιχεί σε ανάλογη μείωση της ικανότητας μεταφοράς νερού. (2)

Συνεπώς η διάμετρος της κεντρικής ρίζας αποτελεί δείκτη της ικανότητας μεταφοράς νερού από το ριζικό σύστημα στο ανώτερο μέρος του φυτού .

Οι δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες είναι πολυάριθμες και εκφύονται από τα πρώτα 15-20 εκ. της κεντρικής ρίζας , ενώ εμφανίζονται ήδη από το στάδιο των κοτυληδόνων. Η ανάπτυξη τους είναι στην αρχή οριζόντια, ενώ αργότερα κινούνται προς τα κάτω και μπορούν να φτάσουν ως το βάθος της κεντρικής ρίζας αλλά η πλειονότητά τους διαμορφώνεται στα πρώτα 40-50εκ. του εδάφους. Επίσης σχηματίζονται τριτογενείς και τεταρτογενείς πλευρικές ρίζες οι οποίες έχουν μικρότερο μήκος. Είναι αξιοσημείωτη η μεγάλη ανάπτυξη που έχουν οι ρίζες σε σχέση με το υπέργειο μέρος του φυτού ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου.

Η ανάπτυξη και δομή του ριζικού συστήματος είναι συνήθως ανάλογη με το ύψος του φυτού. Πιο κοντά φυτά εμφανίζουν μικρότερο βάθος, λιγότερη πυκνότητα και διεισδυτική ικανότητα του ριζικού συστήματος. (2)

• Επιπτώσεις περιβαλλοντικών συνθηκών στην επιμήκυνση της ρίζας

Διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη της ρίζας.

Κατά την περίοδο φυτρώματος ως το στάδιο των δύο φύλλων, η ικανότητα επιμήκυνσης της κύριας ρίζας και σε μικρότερο βαθμό των δευτερευουσών ριζών εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εδάφους. Συνεπώς το κρύο έδαφος μπορεί να καθυστερήσει την ομαλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, με αποτέλεσμα την σημαντική μείωση σύνθεσης κυτοκινινών και γιββερελλινών και την μεταφορά τους στα ακραία νεαρά φύλλα. Αν και η ανάπτυξη της ρίζας του ηλίανθου συνεχίζεται ως το στάδιο της άνθησης όπου επέρχεται η κορύφωσή της, η δομή την οποία θα αποκτήσει καθορίζεται στο στάδιο των 8-10 φύλλων . Από τα δύο φύλλα ως το στάδιο των 10 φύλλων, η ανάπτυξη της ρίζας καθορίζεται κυρίως από την ηλιακή ακτινοβολία και δευτερευόντως από την θερμοκρασία, με την προϋπόθεση της επαρκούς τροφοδότησής της με νερό και θρεπτικά στοιχεία . Συνεπώς ο ρυθμός

φωτοσύνθεσης επηρεάζει την ανάπτυξη της ρίζας, κάτω από καλές περιβαλλοντικές συνθήκες. (22)

Όσον αφορά το βάθος του εδάφους στο οποίο γίνεται απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα, σε σχέση με το στάδιο του φυτού, ισχύουν τα εξής:

- Από το στάδιο VE ως το R3, απορροφά κυρίως σε βάθη 0-60εκ.
- Από το στάδιο R4 ως το R6, το 50% της απορρόφησης του νερού γίνεται σε βάθος 60-120εκ. Η απορρόφηση αυτή προϋποθέτει τον εμπλουτισμό του εδαφικού αυτού στρώματος με νερό από τις βροχές του χειμώνα. (8)

2.1.2.2 Ο Βλαστός

Ο βλαστός των καλλιεργούμενων υβριδίων ηλίανθου κυμαίνεται σε μέγιστο ύψος 1,70-2,20μ. και είναι σχήματος κυλινδρικού. Το ύψος αυτό εξαρτάται από το υβρίδιο σε συνάρτηση με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Όταν αυτές είναι ευνοϊκές κατά τη διάρκεια της άνοιξης, τότε πάντοτε σε συνάρτηση με το υβρίδιο, τα φυτά μπορούν να λάβουν μεγάλο ύψος. Το μέγιστο ύψος παρατηρείται χρονικά, λίγο πάνω από το μισό του βιολογικού κύκλου του φυτού. Μετά την άνθηση όσο γεμίζουν οι σπόροι, αυξάνεται το βάρος της κεφαλής, με αποτέλεσμα να κάμπτεται προς τα κάτω, περιορίζοντας το ύψος του φυτού (1,35-2μ.). Το πάχος του βλαστού κυμαίνεται σε διάμετρο από 2-4εκ., με την μεγαλύτερη διάμετρο να καταγράφεται σε φυτά αραιής σποράς. Η διάμετρος του στελέχους εμφανίζει θετική συσχέτιση με την απόδοση, την ελαιοπεριεκτικότητα, το βάρος των 1000σπόρων, το ξηρό βάρος των στελεχών και των ταξιανθιών και με τον δείκτη LAD. (Leaf Area Duration - δείκτης διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας). Το εσωτερικό του βλαστού είναι πλούσιο σε εντεριώνη, πράσινη στα πρώτα στάδια και λευκή σπογγώδης μεταγενέστερα. Όλος ο βλαστός, όπως και τα άλλα μέρη του φυτού καλύπτονται από πολυάριθμες τρίχες. Η ανάπτυξη του βλαστού στα καλλιεργούμενα υβρίδια είναι μονοστέλεχη, συνδεδεμένη άμεσα με την παρουσία γιββερελλινών στα ακραία φύλλα του φυτού. Αντίθετα τα περισσότερα άγρια είδη του γένους *Helianthus*, εμφανίζουν πολλά στελέχη. Σημειώνεται ότι το ύψος του φυτού σχετίζεται θετικά με την απόδοση. (6)

Η ξηρά ουσία του στελέχους αυξάνεται μέχρι την ολοκλήρωση της άνθησης, όπου αποκτά τη μέγιστη τιμή της και στη συνέχεια μειώνεται ελαφρά όσο πλησιάζουμε προς το τέλος του βιολογικού κύκλου.

Το φαινόμενο της διακλάδωσης στις εμπορικές ποικιλίες ηλίανθου είναι ανεπιθύμητο.

Μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της γενετικής του υβριδίου, περιβαλλοντικών επιδράσεων και ζημιάς από ζιζανιοκτόνα ή έντομα. Η διακλάδωση στον καλλιεργούμενο ηλίανθο καθορίζεται κυρίως από υποτελή γονίδια, ενώ στον άγριο ηλίανθο κληρονομείται από κυρίαρχα γονίδια. Οι διάφοροι τύποι διακλάδωσης ελέγχονται από διαφορετικά γονίδια σε διαφορετικές θέσεις. Η διακλάδωση μπορεί να εντοπίζεται στη βάση ή την κορυφή του στελέχους, ή να είναι εξαπλωμένη σε όλο το φυτό. (6)



Πάχος Βλαστού την εποχή της άνθησης

2.1.2.3. Τα φύλλα

Τα φύλλα του ηλίανθου είναι μεγάλα, έμμισχα, καρδιόσχημα, σκουροπράσινα, οδοντωτό στην περιφέρεια με εμφανείς τις νευρώσεις τρεις κύριες που διακλαδίζονται στη συνέχεια. Ο συνολικός αριθμός φύλλων ενός φυτού είναι συνήθως 25-30. Οι διαστάσεις του φύλλου εξαρτώνται από το υβρίδιο, τις αποστάσεις των φυτών μεταξύ τους και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Το μήκος του ελάσματος του φύλλου είναι περίπου ίσο με το πλάτος, κυμαινόμενο σε κανονικές πυκνότητες φυτών από 20- 30εκ., ανάλογα σε ποιο σημείο του βλαστού βρίσκεται. Σε φυτά αραιής πυκνότητας φτάνει εύκολα τα 30εκ. σε μήκος (μη συμπεριλαμβανομένου του μίσχου) και 35εκ. σε πλάτος. Τα μεγαλύτερα φύλλα απαντώνται μεταξύ του 8^{ου} και 20^{ου} κόμβου ,μετρώντας από τη βάση, που αντιστοιχεί στο μεσαίο τμήμα του στελέχους. Η διάταξη των τριών πρώτων ζευγαριών φύλλων είναι αντίθετη, ενώ αργότερα γίνεται διαδοχικά σε μορφή σπείρας. Όπως δηλαδή ανεβαίνουμε το στέλεχος, το κάθε φύλλο με το επόμενο σχηματίζει γωνία περίπου 90 μοιρών. Τα φύλλα του ηλίανθου χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό και μέγεθος στοματίων, κυρίως στην κάτω επιφάνεια. Ο μίσχος του φύλλου εμφανίζει μεγάλη παραλλακτικότητα, ως προς το σχήμα, το μήκος και τη γωνία που σχηματίζει με τον βλαστό, χαρακτηριστικά που βοηθούν στη διάκριση των υβριδίων . Για παράδειγμα ορισμένα υβρίδια είναι ορθόφυλλα, ιδιαίτερα στα ανώτερα φύλλα. Για τη διάκριση μεταξύ των υβριδίων συμβάλλουν και άλλα χαρακτηριστικά όπως το σχήμα, το μέγεθος, η οδόντωση του φύλλου κ.α. (9)

Το μέγιστο της φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται κατά την άνθηση, όπως επίσης και το ξηρό βάρος των φύλλων, ενώ από την άνθηση και μετά αρχίζει να μειώνεται.

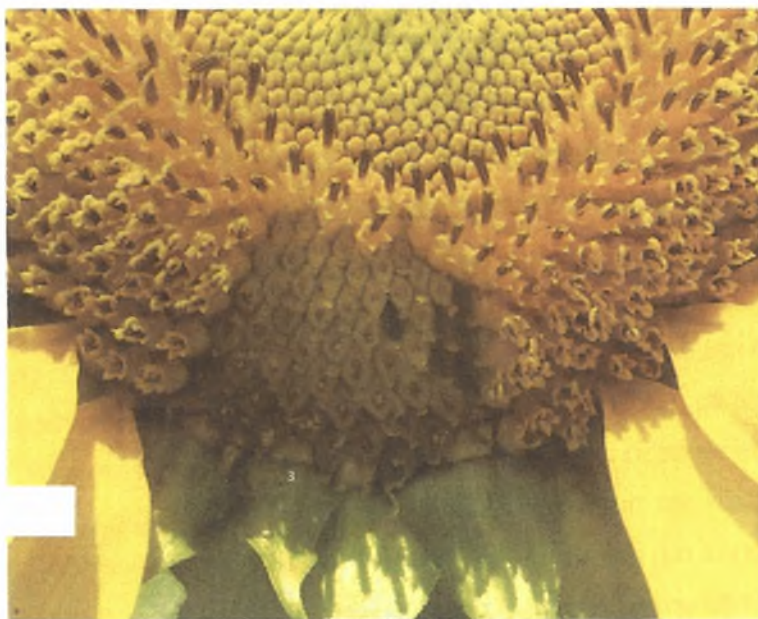
Το υδατικό στρες προκαλεί μείωση της ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας

2.1.2.4. Ταξιανθία - άνθη

Ο ηλίανθος δεν έχει μόνο ένα άνθος αλλά πολλά, 1000-2000 άνθη πρώτανδρα(πρώτα ωριμάζει η γύρη), υπέργυνα (το θηλυκό μέρος υψώνεται πάνω από το αρσενικό),

ερμαφρόδιτα, συγκεντρωμένα σε ακτινωτή διάταξη, πάνω στην ταξιανθία που καλείται κεφαλή και έχει σχήμα δίσκου. Η ταξιανθία είναι επάκρια, κύπτουσα και η διάμετρος της σε μια κανονική σπορά κυμαίνεται από 15-20εκ. Όταν η πυκνότητα των φυτών είναι αραιή, ή σε φυτά της άκρης του χωραφιού, η διάμετρος της ταξιανθίας μπορεί να φτάσει έως 25-30εκ. Άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη διάμετρό της είναι το υβρίδιο, η γονιμότητα, η εδαφική υγρασία, ο φωτισμός κ.α. Το σχήμα της κεφαλής μπορεί να είναι επίπεδο ή κυρτό (σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό). Το χείλος της κεφαλής περιβάλλεται από τρεις επάλληλες σειρές με βράκτια φύλλα, οξύληκτα και χνουδωτά στην εξωτερική τους επιφάνεια. Δίπλα στα βράκτια φύλλα διατεταγμένα στη περίμετρο της κεφαλής, βρίσκονται τα περιφερειακά κίτρινα άνθη γνωστά ως ray flowers. Είναι 40-60 στον αριθμό, αποτελούμενο το καθένα από πέντε ενωμένα πέταλα με χρώμα συνήθως κίτρινο ή κίτρινο-πορτοκαλί είναι άγονα και σκοπός τους είναι η προσέλκυση εντόμων. Έχουν μήκος 7-8cm και πλάτος 2-2,5cm. Τα γόνιμα πολυάριθμα άνθη (disk florets), αποτελούνται από μία αυλακωτή στεφάνη με πέντε λοβούς, που ανοίγει περιφερειακά. Κάτω από τη στεφάνη υπάρχει η ωοθήκη. Έχει πέντε στήμονες ελεύθερους στη βάση τους και ενωμένους στη συνέχεια ως την κορυφή, σχηματίζοντας σωλήνα. Ο στύλος είναι δίλοβος. Ο κάλυκας είναι μεταμορφωμένος σε δύο άγανα, γνωστά ως <ραροί>. Το άνθος περιβάλλεται από αχυρώδες βράκτιο. Στη βάση του στύλου πάνω από την ωοθήκη, ανάμεσα στο «κολάρο» της στεφάνης, βρίσκονται τα νεκτάρια. Χαρακτηριστικά όπως το σχήμα, το μέγεθος και η συχνότητα των στοματίων των νεκταρίων έχουν καταγραφεί. Το μέγεθος τους, καθώς και ο αριθμός και η θέση των στοματίων τους σχετίζεται με την αναζήτηση τροφής από τις μέλισσες. (9)

Ανοίγοντας τη στεφάνη ενός άνθους βλέπουμε τα νήματα των στημόνων, κάτω από τον ενωμένο σωλήνα των ανθέρων. Ο σωλήνας των ανθέρων σχηματίζει έναν πενταμερή κώνο και στις ραφές η κίτρινη γύρη διογκώνεται προς τα έξω σαν ακτίνες αστεριού. Μέσα στον σωλήνα των ανθέρων βρίσκεται το στίγμα. Η κορυφή των ανθέρων καλύπτεται από αδενώδες ή μη τρίχωμα. Αυτό το τρίχωμα μπορεί να διαχωριστεί, να αποσπαστεί ή να συλλεγεί ως τροφή από τα έντομα, αλλά η λειτουργία του εξακολουθεί να μην είναι κατανοητή. Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι περιέχει χημικές ουσίες που δρουν είτε ελκυστικά είτε απωθητικά για τα έντομα. Το κάτω μέρος (βάση) της ταξιανθίας είναι επίπεδο ή ελαφρώς κυρτό και περιέχει στο εσωτερικό του, σπογγώδες, αμυλώδες παρέγχυμα με έντονα κολλώδη υφή, στο οποίο καταλήγουν τα αγγεία του στελέχους για την παροχή θρεπτικών στοιχείων και νερού στα άνθη και μετέπειτα στους καρπούς. (6)



Η άνθηση σε μια κεφαλή ηλίανθου. Στην περιφέρεια τα άνθη που γονιμοποιήθηκαν(οι σπόροι έχουν αποκτήσει σκούρο χρώμα).Στην συνέχεια ανθη στα οποία έχει βγει ο σωλήνας των ανθών και τα οποία έχουν ρίξει την γύρη τους ,με το χαρακτηριστικό αστέρι στην κορυφή και στο κέντρο τα άνθη που δεν άνθησαν ακόμη

- **Επικονίαση και γονιμοποίηση των ανθέων**

Ο ηλίανθος είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο και μερικώς αυτοσυμβίβαστο.

Αν και πολλά από τα σημερινά υβρίδια εμφανίζουν αυτοσυμβατότητα, η επικονίαση των ανθέων συντελείται κατά μεγάλο ποσοστό από τις μέλισσες ή άλλα έντομα. Η παρουσία κυψελών στην ευρύτερη περιοχή των αγρών ηλίανθου είναι απαραίτητη για καλή γονιμοποίηση των ανθέων, περίπου μία κυψέλη/4στρ., στην άκρη του αγρού αν δεν υπάρχει ανταγωνισμός από άλλη πηγή γύρης, ειδάλλως να τοποθετείται μέσα στον αγρό. (9)

14



Η παρουσία των μελισσών συμβάλλει σημαντικά στην επιτυχία της γονιμοποίησης

- **Το φαινόμενο των άδειων ή ελλιπώς ανεπτυγμένων καρπών (IDF)**

Οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ομαλή πορεία της άνθησης είναι

κυρίως η θερμοκρασία του αέρα, ακολουθούμενη από την υγρασία (εδαφική και ατμοσφαιρική), τη θρέψη και το φως. Όταν η θερμοκρασία κατά την περίοδο της άνθησης υπερβεί τους 35°, ιδιαίτερα αν συνοδεύεται από χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία, δυσχεραίνει σημαντικά την διαδικασία της γονιμοποίησης, με αποτέλεσμα την δημιουργία καρπών άδειων ή ελλιπώς ανεπτυγμένων (incompletely developed fruit, IDF,). (3)

• Ηλιοτροπισμός

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα νεαρά φύλλα, τα βράκτια φύλλα και οι ταξιανθίες του ηλίανθου, ακολουθούν την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια ημέρας, με μία χρονική υστέρηση 48 λεπτών. Κάθε πρωί οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες είναι στραμμένες ανατολικά και στη συνέχεια ακολουθούν τον ήλιο μέχρι τη δύση του. Στη διάρκεια της νύχτας επιστρέφουν στη θέση που είχαν το πρωί. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί μια χαρακτηριστική αντίδραση του φυτού, έτσι ώστε να έχει καλύτερη έκθεση των φύλλων του στον ήλιο, αυξάνοντας την φωτοσυνθετική του ικανότητα έως 20%. Σε συνεφιασμένες μέρες καθώς και μετά από την αφαίρεση όλων των φύλλων, δεν γίνεται εκδήλωση του ηλιοτροπισμού.

Ο ηλιοτροπισμός της ταξιανθίας σταματάει όταν εκπτυχθούν όλα τα περιφερειακά άγωνα άνθη. Στη συνέχεια οι ταξιανθίες μένουν στραμμένες μόνιμα προς την Ανατολή. (9)

2.1.2.5. Ο καρπός

Ο καρπός του ηλίανθου είναι αχαίνιο, γνωστός ως «σπόρος», «σπόρια» ή «ηλιόσπορος». Ο καρπός του ελαιούχου ηλίανθου έχει σχήμα επίμηκες μήκος περίπου 1 εκ., πλάτος 0,4-0,5mm και χρώμα λαμπερό μαύρο. Το ενδοσπέρμιο (σπόρος), περιβάλλεται από διαφανή μεμβράνη και καταλαμβάνει σχεδόν το σύνολο της κοιλότητας του κελύφους, περίπου το 70-80% του βάρους του καρπού και περιέχει:

- Λιπίδια, 38-50%
- Πρωτεΐνες, 20-30%
- Υδατάνθρακες, 10-25%
- Ανόργανα στοιχεία, 3-5%

Το περικάρπιο (κέλυφος), αντιστοιχεί στο 20-30% του βάρους του καρπού και περιέχει:

- Λιπίδια, 1-5%
- Πρωτεΐνες; 2-6%
- Υδατάνθρακες; 85-95%
- Ανόργανα στοιχεία: 2-4%

Το βάρος των 1000 καρπών στα εμπορικά υβρίδια ελαιούχου ηλίανθου κυμαίνεται από 40-60γρ., ενώ σε αυτά της διατροφής (πασατέμπο), είναι > 100γρ.

Το μέγεθος και σχήμα του καρπού είναι χαρακτηριστικό του καλλιεργούμενου υβριδίου. (8)

2.2. Φυσιολογία του ηλιάνθου

2.2.1 Περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης του ηλιάνθου

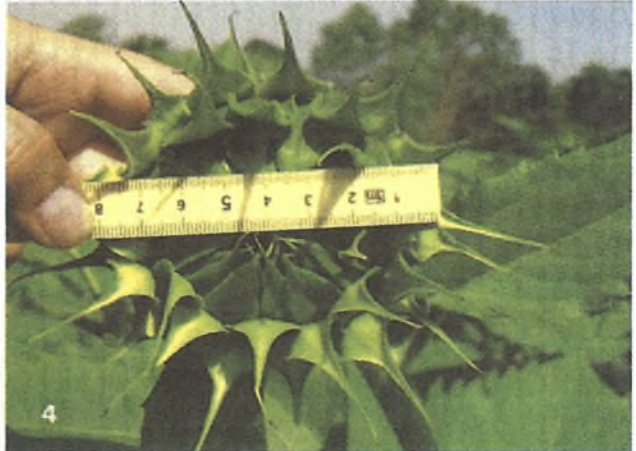
Δύο είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ηλιάνθου και του χρονικού διαστήματος μεταξύ των διαφόρων σταδίων. Πρόκειται για το γενετικό υπόβαθρο του φυτού και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που θα επικρατήσουν κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του, όπως φως, θερμοκρασία, υγρασία και γονιμότητα εδάφους, με την θερμοκρασία να ασκεί την σημαντικότερη επίδραση.

Τα στάδια ανάπτυξης του ηλιάνθου κατανομάζονται διεθνώς με την λατινική γραφή. Ως στάδιο στο οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια αναφέρεται το στάδιο στο οποίο βρίσκεται το 50% τουλάχιστον των φυτών της. (28)

Περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης του ηλιάνθου

από τους **Schneiter A.A. και J.F. Miller. 1981.**(28)

Στάδιο	Περιγραφή
VE	Φύτρωμα
V (αριθμός) Στάδια αγενούς ανάπτυξης δηλ. V-1, V-2, V-3, V-4 κτλ.	Καθορίζεται από τη μέτρηση του αριθμού των πραγματικών φύλλων μήκους > 4 cm. Π.χ. στο στάδιο V4 έχουμε 4 πραγματικά φύλλα. Αν υπάρχουν κατεστραμμένα φύλλα μετράμε ουλές
R-1	Ο κορυφιαίος οφθαλμός αποτελεί μια μικρογραφία της ταξιανθίας σχηματίζοντας ένα σύμπλεγμα φύλλων. Όταν παρατηρείται ακριβώς από πάνω μοιάζει σαν αστέρι.
R-2	Ο ανώριμος οφθαλμός απέχει 0,5-2cm από το πλησιέστερο φύλλο.
R-3	Ο ανώριμος οφθαλμός απέχει >2cm από το πλησιέστερο φύλλο και οι άκρες των βράκτιων φύλλων ανασηκώνονται ελαφρώς. Η διάμετρός του είναι 3-5cm.
R-4	Η ταξιανθία αρχίζει να ανοίγει και κάμπτεται προς τον ήλιο. Όταν παρατηρείται από πάνω τα άγονα κίτρινα άνθη (ray flower) είναι ορατά. Διάμετρος 5-8cm.
R-5 (δεκαδικό) R-5.1, R-5.2, R-5.3 έως R-5.9	Το στάδιο της άνθησης. Χωρίζεται σε επιμέρους στάδια ανάλογα με το ποσοστό της περιοχής της κεφαλής (disk florets) που έχει ολοκληρωθεί ή βρίσκεται σε άνθηση. Π.χ. R-5.3 (30%), R-5.7 (70%).
R-6	Η άνθηση έχει ολοκληρωθεί και τα κίτρινα περιφερειακά άνθη (ray flower) μαραίνονται.
R-7	Το πίσω μέρος της κεφαλής παίρνει ένα απαλό κίτρινο χρώμα
R-8	Το πίσω μέρος της κεφαλής γίνεται κίτρινο αλλά τα βράκτια παραμένουν πράσινα.
R-9	Τα βράκτια γίνονται κίτρινα κα μερικώς καφέ. Είναι το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης.



Εικόνα 1. Στάδιο R1.

Εικόνα 3. Στάδιο R3.

Εικόνα 5. Στάδιο R5 (σε πρώτο πλάνο κεφαλή)

Εικόνα 2. Στάδιο R2.

Εικόνα 4. Στάδιο R4.

Εικόνα 6. Στάδιο R6



18



Εικόνα 7. Στάδιο R7.

Εικόνα 8. Στάδιο R8.

Εικόνα 9. Στάδιο R9.

Εικόνα 10. Τομή κεφαλής ηλιάνθου στο τέλος

Εικόνα 11. Τομή κεφαλής ηλιάνθου στο Στάδιο R6

Εικόνα 12. Το ενδοσπέρμιο στην αρχή της ανάπτυξης του

Εικόνα 13. Πλήρως ανεπτυγμένος σπόρος

2.2.2. Συσσώρευση βαθμομερών (GDD) και εμφάνιση των σταδίων του ηλίανθου

Για τις περισσότερες καλλιέργειες η ανάπτυξη των φαινολογικών σταδίων συνδέεται στενά με την συσσώρευση θερμότητας που μετρείται σε βαθμομέρες (Growing Degree Days), έχοντας ως αφετηρία την ημερομηνία σποράς. Βάσει της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας ημέρας, εκ των οποίων υπολογίζεται η μέση θερμοκρασία ημέρας και ένα όριο θερμοκρασίας το οποίο για τον ηλίανθο έχει καθοριστεί στους 6,7° C υπολογίζονται οι βαθμομέρες για κάθε μέρα. Οι βαθμομέρες (GDD) είναι πολύ χρήσιμες τόσο σε επιστήμονες όσο και σε καλλιεργητές για την πρόβλεψη του ρυθμού ανάπτυξης της καλλιέργειας που θα τους βοηθήσει στην σωστή διαχείριση της (εφαρμογή άρδευσης ή φυτοφαρμάκων, προγραμματισμός της συγκομιδής κ.α.). (21)

2.2.3. Στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου

Ο βιολογικός κύκλος του ηλίανθου διακρίνεται στα εξής στάδια:

- Φύτρωμα (VE) .
- Αγενής ή βλαστική ανάπτυξη (V)

Το στάδιο της αγενούς ανάπτυξης αρχίζει από το φύτρωμα και τελειώνει με την εμφάνιση του ανώριμου οφθαλμού. Κατά τη φάση αυτή γίνεται η εγκατάσταση του ριζικού συστήματος ενώ η συσσώρευση της ξηράς ουσίας είναι σε χαμηλά επίπεδα, μόλις 1 γρ/τ.μ./ημέρα .Στη φάση αυτή όπως και στη φάση της αναπαραγωγής (R), πρέπει να αποφεύγεται η περίσσεια νερού που οδηγεί σε βλαστική ανάπτυξη και ενέχει στα μετέπειτα στάδια του φυτού, τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών και πρόωρης γήρανσης των κάτω φύλλων λόγω σκίασης . Παράλληλα αποτελεί πηγή υψηλής εξατμισοδιαπνοής. Στη φάση αυτή λοιπόν ο ηλίανθος προτιμά περισσότερο ξηρό έδαφος παρά υπερβολική διάθεση νερού, με σκοπό τη δημιουργία μέτριου φυλλώματος αλλά ταυτόχρονα πιο ανθεκτικού. Ωστόσο η ανεπαρκής τροφοδοσία των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία, μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις στην διαφοροποίηση των οφθαλμών και στον μελλοντικό αριθμό των ανθέων . Καταστροφή της κορυφής από οποιαδήποτε αιτία (ζιζανιοκτόνα, έντομα κ.α.), μπορεί να οδηγήσει σε διακλάδωση του φυτού, κατάσταση που είναι ανεπιθύμητη για τον ηλίανθο. (28)

- Αναπαραγωγική ανάπτυξη (R)

Η έναρξη της αναπαραγωγικής ανάπτυξης αρχίζει με την πλήρη διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών, την εμφάνιση δηλαδή του ανώριμου οφθαλμού με μορφή αστεριού και τελειώνει πριν την άνθηση. Τα φυτά έχουν 14-16 φύλλα, ενώ στο αυξανόμενο σημείο της κορυφής, υπάρχουν τουλάχιστον οκτώ διαφοροποιημένα φύλλα, τα οποία θα εκπτυχθούν σταδιακά. Ο αριθμός των σχηματισθέντων οφθαλμών που διαφοροποιήθηκαν ανά φυτό, ο οποίος καθορίζει τον μελλοντικό αριθμό των καρπών, συνδέεται με την φυλλική επιφάνεια των φυτών στο τέλος της περιόδου διαφοροποίησης . Από το στάδιο αυτό ως την

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

άνθηση, τα άνθη αυξάνονται σε μέγεθος για να φθάσουν σε αναπαραγωγική ωριμότητα ικανά να γονιμοποιηθούν .

Χαμηλές θερμοκρασίες αλλά και ανεπαρκής τροφοδοσία των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία (κυρίως N και P) που δημιουργούν προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών την περίοδο αυτή, έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη διαφοροποίηση των οφθαλμών. Η συσσώρευση ξηράς ουσίας αυξάνεται κατακόρυφα (30γρ/τ.μ./ημέρα), κυρίως στο βλαστό και τα φύλλα. (28)

• Άνθηση

Το στάδιο της άνθησης ξεκινά μόλις εκπτυχθούν (ανοίξουν), τα κίτρινα περιφερειακά άνθη, καθιστώντας ορατά τα γόνιμα άνθη (disk florets) και λήγει με την ολοκλήρωση της γονιμοποίησης όλων των ανθέων της κεφαλής. Για κάθε φυτό ηλίανθου η άνθηση δεν ξεπερνά τις 5-7 ημέρες, όμως υπό συνθήκες αγρού, διαρκεί 10-15 μέρες διότι σε ένα χωράφι όλα τα φυτά δεν βρίσκονται στο ίδιο στάδιο, λόγω ανομοιόμορφου φυτρώματος και ρυθμού ανάπτυξης των φυτών. Για κάθε άνθος απαιτείται ένα χρονικό διάστημα 20 περίπου ημερών από την φάση του μπουμπουκιού ως την άνθησή του . Το άνθος δεν πέφτει μετά την γονιμοποίηση, αλλά παραμένει προσκολλημένο στον σπόρο μέχρι την συγκομιδή, όπου όλο αυτό το διάστημα υπόκειται σε προοδευτική ξήρανση. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το στάδιο της άνθησης είναι η θερμοκρασία (αύξησή της επιταχύνει την ανθοφορία), η διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων (σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το βόριο) και η ηλιακή ακτινοβολία. Το γεγονός ότι η άνθηση στον ηλίανθο γίνεται σταδιακά, ξεκινώντας από την περιφέρεια και καταλήγοντας στο κέντρο της κεφαλής, δίνει την ευχέρεια στο φυτό ώστε να αντέξει σύντομες περιόδους στρες, χωρίς τον κίνδυνο να χάσει σημαντικό αριθμό λουλουδιών.

Οι καρποί (περικάρπιο) μόλις γονιμοποιηθούν έχουν λευκό χρώμα, αλλά προοδευτικά το χρώμα τους γίνεται γκρι, με την έναρξη της αλλαγής του χρώματος να λαμβάνει χώρα από τις άκρες (μύτες) του σπόρου.

Κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας η κεφαλή του ηλίανθου είναι η κύρια πηγή αφομοίωσης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης. Στη φάση αυτή ξεκινά η πρωτεόλυση (αποδόμηση των σύμπλοκων πρωτεϊνικών ουσιών) και η γήρανση των κάτω φύλλων, ειδικά σε φυτά που ανέπτυξαν πλούσιο φύλλωμα και δημιουργούν έντονη σκίαση. Τα προϊόντα της υδρόλυσης υπό μορφή απλών σακχάρων κατευθύνονται προς την κεφαλή και τους καρπούς. (8)

• Ωρίμανση

Είναι το στάδιο που ξεκινά με το τέλος της άνθησης και τελειώνει στη φάση της φυσιολογικής ωριμότητας των σπόρων. Διαρκεί από το στάδιο R6, όπου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

πραγματοποιείται η μάρανση των ray flowers, ως το στάδιο R9. Ημερολογιακά το στάδιο R6 εμφανίζεται περίπου στις 25-28 Ιουνίου, ενώ τα στάδια R7 και R8, το 1^ο και 3^ο πενήντημο του Ιουλίου αντίστοιχα. Στη φάση αυτή πραγματοποιείται η πλήρωση των σπόρων και ο καθορισμός της ελαιοπεριεκτικότητας. Τις πρώτες 3-5 μέρες από την γονιμοποίηση, ο καρπός έχει μικρές απαιτήσεις έως ότου διαφοροποιηθούν τα αγγεία του. Από κει και πέρα αυξάνονται οι απαιτήσεις του για υδατάνθρακες, νερό και θρεπτικά στοιχεία, γεγονός που προϋποθέτει υγιή φυτά και επαρκή θρέψη. Το νερό εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο συντελώντας στην διατήρηση του φυλλώματος και την συνέχιση της διαδικασίας της λιπογένεσης. Σε αντίθετη περίπτωση (ανεπαρκής θρέψη και έλλειψη υγρασίας), μειώνεται ο αριθμός των καρπών, το βάρος τους και η ελαιοπεριεκτικότητά τους. Κατά παρόμοιο τρόπο, η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, επιφέρει μείωση του βάρους των καρπών αλλά και του αριθμού τους.

Στη φάση αυτή εντείνεται η γήρανση των φύλλων, η αναπνευστική δραστηριότητα, η μεταφορά των προϊόντων της υδρόλυσης η σύνθεση λιπιδίων και μειώνεται το ολικό ξηρό βάρος του φυτού. Όπως η άνθηση προχωράει από την περιφέρεια προς το κέντρο, κατά τον ίδιο τρόπο εξελίσσεται και ο ρυθμός ωρίμανσης των σπόρων. Κατά τη διάρκεια της φάσης της ωρίμανσης των σπόρων τα φυτά χάνουν σε ύψος εξαιτίας του βάρους της κεφαλής. Το τελικό ύψος των φυτών κατά την συγκομιδή κυμαίνεται από 1,35m έως 2m, ανάλογα πάντοτε με το υβρίδιο και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή για τον προσδιορισμό του ύψους του φυτού, ως ανώτερο σημείο δεν λαμβάνεται η ταξιανθία, αλλά το σημείο του βλαστού πέρα από το οποίο η κεφαλή γέρνει προς τα κάτω. (2)

Στη φάση της ωρίμανσης η σύνθεση των συστατικών του καρπού (λάδι, πρωτεΐνες λιγνίνη και κελουλόζη του κελύφους), απαιτεί πολλή ενέργεια. Η απόδοση σε σπόρους και η ελαιοπεριεκτικότητα εξαρτώνται άμεσα από την ποσότητα της ενέργειας που απορροφάται από το φύλλωμα κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής.

Το τέλος της ωρίμανσης αλλά και του βιολογικού κύκλου του φυτού, επέρχεται όταν οι καρποί έχουν αποκτήσει το ανώτατο όριο του ξηρού βάρους και το μέγιστο της ελαιοπεριεκτικότητάς τους (2-3 μέρες πριν), γνωστό ως στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης. Στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης, τα βράκτια φύλλα αρχίζουν να γίνονται από κίτρινο ή κιτρινοπράσινο, σε καφέ (καστανά) και εύθραυστα. Το πίσω μέρος της κεφαλής αποκτά βαθύ κίτρινο ή λευκοκίτρινο χρώμα και τα ξεραμένα άνθη πέφτουν εύκολα μετά από ελαφρύ τρίψιμο με το χέρι. Στη φάση αυτή το ξηρό βάρος των καρπών έχει φτάσει στην μέγιστη τιμή της περιεκτικότητάς του σε νερό, που μπορεί να κυμαίνεται από 33-41%. Ο χρόνος που μεσολαβεί από το μέσο της άνθησης ως την επίτευξη της φυσιολογικής ωρίμανσης, είναι 30-35 μέρες και εξαρτάται από τον γονότυπο και τις

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης των σπόρων. Τέτοιες συνθήκες είναι η διαθεσιμότητα νερού, η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, αλλά και η παροχή αζώτου. Ανάλογα με τις συνθήκες αυτές, ένα υβρίδιο μπορεί να διαφέρει από 7 έως 10 ημέρες για να φτάσει στην φυσιολογική ωρίμανση. Αρκετά από τα σύγχρονα υβρίδια ηλίανθου έχουν το χαρακτηριστικό του «stay green», δηλαδή να παραμένουν πράσινα, με αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν για τον καθορισμό του σταδίου της φυσιολογικής ωρίμανσης, να αποτυγχάνουν σε αυτές τις περιπτώσεις, διότι τα υβρίδια αυτά διατηρούν το πίσω μέρος της κεφαλής πράσινο ή κιτρινοπράσινο και μόνο τα βράκτια μπορεί να γίνουν ελαφρώς καφέ. (8)

2.2.4. Επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην ανάπτυξη του ηλίανθου • Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στην εξέλιξη της φωτοσύνθεσης. Η συνολική φωτοσύνθεση από την αξιοποιήσιμη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από δύο συνιστώσες:

- ✓ Η πράσινη επιφάνεια της καλλιέργειας που μπορεί να συλλάβει το ηλιακό φως.
- ✓ Η δραστηριότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού ανά μονάδα πράσινης επιφάνειας.

22

Ο ηλίανθος φωτοσυνθετικά ανήκει στα φυτά C3, τόσο ανατομικά όσο και βιοχημικά. Ωστόσο η ανταπόκρισή του στην επίδραση του φωτός και της θερμοκρασίας μοιάζει με αυτή των C4 φυτών. Τα φυτά C3, εμφανίζουν χαμηλά ποσοστά φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και υψηλό ποσοστό φωτοαναπνοής. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του ηλίανθου είναι 40-50 mg CO₂/h/dm², όταν ο αντίστοιχος του καλαμποκιού που ανήκει στα C4 φυτά είναι 50-60 mg CO₂/h/dm² (1 09). Η δυνατότητα αυτή του ηλίανθου, οφείλεται στα πολυάριθμα στομάτια που υπάρχουν και στις δύο επιφάνειες του φύλλου και στην μικρή αντίσταση που προβάλλεται στη διάχυση του CO₂ μέχρι τη στιγμή που θα προσληφθεί από το φυτό. Η φωτοσύνθεση ξεκινά σε θερμοκρασία κάτω από τους 20°C και τελειώνει λίγο πάνω από τους 30°C. Άριστη θερμοκρασία θεωρείται αυτή των 28°C. (21,22)

Ο ηλίανθος είναι φυτό φωτόφιλο με ανάγκες σε φως παραπλήσιες του αραβοσίτου. Σε περιπτώσεις μειωμένης φωτοσύνθεσης η επίδραση στην απόδοση είναι σημαντική, εξαρτώμενη όμως από το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια.

Το κρίσιμο στάδιο φωτός στον ηλίανθο καθορίζεται η περίοδος λίγο πριν το στάδιο R1 έως το τέλος της άνθησης. Μείωση φωτισμού την περίοδο αυτή επηρεάζει τόσο το βάρος των καρπών όσο και την ελαιοπεριεκτικότητά τους.

Μερική ή σοβαρή αποφύλλωση που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της φωτο-

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλιάνθου

σύνθεσης, που συμβαίνει κατά το στάδιο της άνθησης και πλήρωσης των καρπών, επιφέρει μείωση του αριθμού των καρπών/κεφαλή και αύξηση του αριθμού των άδειων καρπών. Με τον ίδιο τρόπο η ξηρασία του εδάφους που προκαλεί μάρανση των φύλλων, οδηγεί σε μειωμένη φωτοσύνθεση. Παράλληλα η ξηρασία αυξάνει την θερμοκρασία του φυτού έωτ και 5°C. Κατά τις απογευματινές ώρες, η μάρανση των φύλλων συμβάλλει περισσότερο στην πτώση της φωτοσύνθεσης σε σύγκριση με το κλείσιμο των στοματίων. Η διατήρηση λοιπόν πράσινου φυλλώματος όσο περισσότερο χρόνο γίνεται, κρίνεται απαραίτητη. (22)

Ο ανταγωνισμός για τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης είναι ιδιαίτερα έντονος κατά τη φάση της υψηλής ανάπτυξης του ηλιάνθου, όπου κατευθύνονται σε δύο προορισμούς, από τη μία σε ζώνες δραστηκής ανάπτυξης (φύλλα, βλαστός, ρίζες) και από την άλλη σε ζώνες της αναπαραγωγικής περιοχής.

Η προσπίπτουσα ακτινοβολία ανά φυτό κατά τη διάρκεια του σταδίου πλήρωσης των σπόρων, επηρεάζει τον αριθμό και το βάρος των καρπών, καθώς και την ελαιοπεριεκτικότητα. Τόσο το βάρος όσο και το ποσοστό του λαδιού, ακολουθούν μια γραμμική σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται τα φυτά κατά τη διάρκεια του κρίσιμου αυτού σταδίου. Το επίπεδο στο οποίο κορυφώνεται το βάρος των καρπών, εξαρτάται από την πυκνότητα των φυτών στην άνθηση, ενώ το ποσοστό του λαδιού είναι ανεξάρτητο από την πυκνότητα.

Η αύξηση της δραστηριότητας του φωτοσυνθετικού μηχανισμού που θα επιφέρει υψηλότερες αποδόσεις στον ηλιάνθο, είναι πολύ δύσκολο να αλλάξει μέσω της γενετικής. Αντίθετα η πράσινη επιφάνεια καθώς και η αρχιτεκτονική της, που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, μπορούν να τροποποιηθούν είτε γενετικά, είτε μέσω της διαχείρισης των καλλιεργειών.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από κλιματικούς παράγοντες του οποίους αδυνατούμε να ελέγξουμε. Μπορούμε όμως μέσα από ορθολογική διαχείριση της καλλιέργειας, όπως η επιλογή του υβριδίου, η αλλαγή της ημερομηνίας σποράς η πυκνότητα των φυτών, η κατάλληλη λίπανση και άρδευση που θα διατηρήσει το φύλλωμα, να μεταβάλλουμε το ποσό της αξιοποιήσιμης ηλιακής ενέργειας. (18,22)

- **Θερμοκρασία**

Όπως προαναφέρθηκε η θερμοκρασία αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα ως προς την ταχύτητα εξέλιξης του βιολογικού κύκλου του ηλιάνθου, η διάρκεια του οποίου στη χώρα μας είναι περίπου 115-130 μέρες (από την σπορά ως την φυσιολογική ωρίμανση). Σε παγκόσμια κλίμακα η διάρκεια του βιολογικού κύκλου ποικίλει από 70 μέρες σε κάποια τμήματα της Ρωσίας όπου η καλλιεργητική

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

περίοδος είναι μικρή, έως 200 ημέρες σε μεγαλύτερα υψόμετρα (2240 μ.) στο Μεξικό.

Στο στάδιο των κοτυληδόνων, τα φυτά εμφανίζουν υψηλή αντοχή στο κρύο, αντέχοντας μέχρι -5°C . Με την αύξηση όμως των φυτών η αντοχή αυτή εξανεμίζεται σταδιακά. Μεταξύ δύο και τεσσάρων φύλλων παρουσιάζει ανθεκτικότητα έως -2°C . Η ζημιά από χαμηλές θερμοκρασίες στο στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από νέκρωση των κοτυληδόνων και της κορυφής των νεαρών φύλλων, επιναστία των φύλλων και στρέβλωση των νεύρων τους που οδηγεί σε παραμόρφωσή του. Αν οι χαμηλές θερμοκρασίες συνεχιστούν και λίγο αργότερα, τότε επηρεάζεται η ανάπτυξη του κορυφαίου οφθαλμού, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση δευτερογενών κλάδων που εκπτύσσονται από τις μασχάλες των φύλλων της βάσης του φυτού, συμπεριλαμβανομένου και των κοτυληδόνων. Οι δευτερογενείς αυτοί κλάδοι που είναι ανεπιθύμητο φαινόμενο στον ηλίανθο, αναπτύσσονται σε ύψος και παράγουν μικρό κεφάλι. Από το στάδιο των 6 φύλλων και μετά, αν συμβεί παγετός το φυτό μπορεί είτε να καταστραφεί ολοκληρωτικά, είτε να δημιουργήσει διακλαδώσεις λόγω καταστροφής του κορυφαίου οφθαλμού. Μπορεί να αντέξει σύντομες περιόδους με θερμοκρασίες $6-8^{\circ}\text{C}$. Ο βαθμός ανθεκτικότητας του φυτού εξαρτάται από το επίπεδο της θερμοκρασίας και την χρονική διάρκειά της.

Κατά την περίοδο διαμόρφωσης και ανάπτυξης του οφθαλμού, πολύ χαμηλές θερμοκρασίες $<5^{\circ}\text{C}$, μπορεί να επιδράσουν αρνητικά, με την δημιουργία ανώμαλων κεφαλών την εποχή της άνθησης.

Από την άλλη πλευρά οι υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν ζημιές τόσο στα φύλλα όσο και στην κεφαλή. Στα φύλλα οι υψηλές, θερμοκρασίες ιδιαίτερα αν η διακύμανση μεταξύ θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας είναι μεγάλη, προκαλούν αφυδάτωση που δημιουργεί νεκρωτικές περιοχές στο έλασμα των φύλλων, που συνήθως περιορίζονται μεταξύ των νεύρων. Οι ζημιές που προκαλούνται στην κεφαλή από τις υψηλές θερμοκρασίες αναφέρονται στην παράγραφο των μη παρασιτικών ασθενειών.

Η θερμοκρασία επηρεάζει τον ρυθμό εμφάνισης και σχηματισμού των φύλλων. Συνιστώσες όπως το μήκος, το πλάτος και το πάχος των φύλλων επηρεάζονται από την θερμοκρασία.

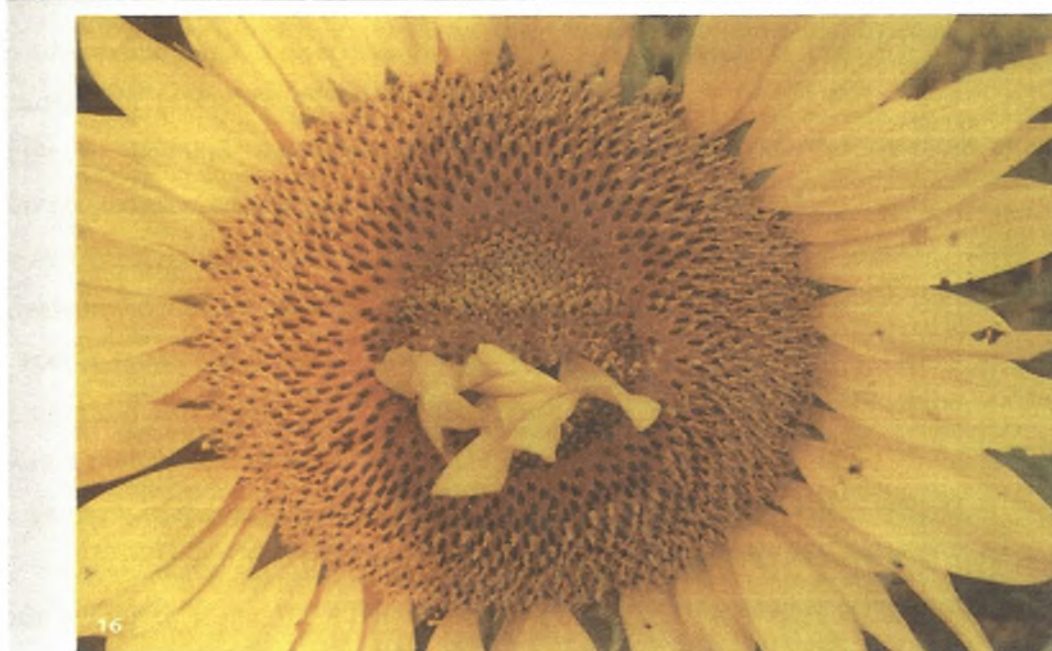
Υψηλές θερμοκρασίες $>35^{\circ}\text{C}$ στη φάση της άνθησης, που συνδέεται με ξηρασία εδάφους και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, προκαλεί κακή γονιμοποίηση. Η χρονική διάρκεια ανάπτυξης των καρπών καθώς και η συσσώρευση ξηράς ουσίας στο ενδοσπέρμιο επηρεάζονται από τη θερμοκρασία. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία, τόσο συντομεύει η ωρίμανση των καρπών.

Η περιεκτικότητα σε λάδι η οποία καθορίζεται στο διάστημα της πλήρωσης των

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

σπόρων, είναι μεγαλύτερη σε χαμηλές θερμοκρασίες της τάξης των 21-25°C. Υψηλές θερμοκρασίες >35°C στο διάστημα αυτό, αυξάνουν την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνες αλλά μειώνουν σημαντικά τη συσσώρευση λαδιού. Μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας προκαλούν και οι θερμοκρασίες κάτω των 16 °C

Η αντοχή του ηλίανθου στο κρύο και τη ζέστη, του δίδει το πλεονέκτημα να προσαρμόζεται σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Γενικότερα ένα ζεστό και κάπως ξηρό κλίμα, θεωρείται ως ιδανικό για την παραγωγή του ηλίανθου. Ζεστό και ξηρό καλοκαίρι, μειώνει την απόδοση και το λάδι. (25)



Εικόνα 14. Όταν ο ώμος μερικών από τα βράκτια φύλλα της κεφαλής γίνει καφέ, σημαίνει ότι είμαστε στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης (R9).

Εικόνα 15. Έκπτυξη δευτερογενών κλάδων, λόγω της επίδρασης χαμηλών θερμοκρασιών, που επικράτησαν στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου κατά τον μήνα Απρίλιο.

Εικόνα 16. Δημιουργία ανώμαλων κεφαλών (παρουσία ray florets στο κέντρο της κεφαλής), οφειλόμενο σε διάφορα αίτια

2.3. Καλλιεργητική τεχνική

2.3.1. Αμειψισπορά

Η εφαρμογή της αμειψισπορας είναι μία τακτική που ωφελεί τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα το χωράφι. Κάνοντας μία σωστή εναλλαγή καλλιεργειών στην οποία συμπεριλαμβάνεται ο ηλίανθος, τα οφέλη προς το χωράφι και την καλλιέργεια είναι αρκετά και σημαντικά. Συγκεκριμένα:

- Διατηρούνται οι φυσικές ιδιότητες του αγρού κυρίως η δομή και το πορώδες.
- Μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ασθενειών ή αποτρέπεται η μετάδοσή τους.

Ορισμένες ασθένειες άλλες σε μικρότερο και άλλες σε μεγαλύτερο βαθμό, έκαναν την εμφάνισή τους σε καλλιεργούμενους αγρούς. Η συνεχής καλλιέργεια ηλίανθου στο ίδιο χωράφι θα επιτείνει την μετάδοσή τους.

- Μειώνονται τα προβλήματα από προσβολές εντόμων. Η αμειψισπορά μπορεί να περιορίσει τον αριθμό των εντόμων που διαχειμάζουν στο έδαφος ή τα φυτικά υπολείμματα, αλλά όχι αυτών που μεταναστεύουν από άλλες περιοχές.

- Μειώνεται ο αριθμός των ζιζανίων. Η περίπτωση της οροβάγχης που αποτελεί το σημαντικότερο ζιζάνιο στον ηλίανθο είναι το πιο τρανταχτό παράδειγμα.

- Αποφεύγεται η ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων. Η επανειλημμένη χρήση ζιζανιοκτόνων που δρουν με τον ίδιο τρόπο, οδηγεί στην ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων, που δύσκολα πλέον καταπολεμούνται χημικά.

- Μειώνεται η εξάντληση της υγρασίας του εδάφους (ως βαθύρριζο φυτό που είναι, εξαντλεί την υγρασία σε μεγάλο βάθος).

- Μειώνονται τα φαινόμενα διάβρωσης και έκπλυσης θρεπτικών στοιχείων. Μεταξύ δύο ανοιξιάτικων καλλιεργειών (από την συγκομιδή ως την σπορά τη νέα χρονιά) μεσολαβούν 8-9 μήνες χωρίς την κάλυψη του εδάφους με αποτέλεσμα οι βροχοπτώσεις του χειμώνα να προκαλούν διάβρωση του εδάφους και έκπλυση του νιτρικού αζώτου, μειώνοντας την γονιμότητα αλλά και επιβαρύνοντας τα υπόγεια νερά με νιτρικά άλατα. Η φυτική κάλυψη του χωραφιού κρίνεται επιβεβλημένη αυτή την περίοδο.

- Αποτρέπονται φαινόμενα φυτοτοξικότητας ή αλληλοπάθειας από τα φυτικά υπολείμματα του ηλίανθου .

- Η καλλιέργεια ενός βαθύρριζου φυτού όπως ο ηλίανθος στον κύκλο της αμειψισπορας, συντελεί στην «συγκομιδή» της περίσσειας του νερού στο έδαφος, διατηρώντας τα άλατα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

- Μειώνεται δραστικά ο πληθυσμός των φυτών εθελοντών (τα φυτά ηλίανθου που φυτρώνουν στο χωράφι, από σπόρους της προηγούμενης χρονιάς, που έπεσαν στο έδαφος κυρίως κατά τη συγκομιδή). Αν π.χ. μετά την καλλιέργεια ηλίανθου ακολουθήσει καλαμπόκι, τότε η καταπολέμηση των φυτών εθελοντών είναι εύκολη

- Αυξάνεται η στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας. (3)

Όταν ο ηλίανθος καλλιεργείται σε ξηρικά χωράφια η καλύτερη λύση θεωρείται αυτή της διετούς αμειψισποράς με χειμερινά σιτηρά (σιτάρι ή κριθάρι). Σε ποτιστικά χωράφια, επειδή οι αποδόσεις είναι μεγαλύτερες το οικονομικό όφελος του παραγωγού βαρύνει ιδιαίτερα και πολλές φορές η εναλλαγή των καλλιεργειών στα χωράφια του παραγωγού δεν «ταιριάζει» πάντα, προτείνεται η εφαρμογή τουλάχιστον διετούς αμειψισποράς. Αν αυτή μπορεί να γίνει τριετούς ή τεταρτοετούς, τότε ακόμα καλύτερα, για να αποφύγουμε την διατήρηση κυρίως ασθενειών. Αρδευόμενες καλλιέργειες οι οποίες μπορούν να μπουν στον κύκλο της αμειψισποράς του ηλίανθου είναι πρωτίστως το καλαμπόκι, το βαμβάκι, τα χειμερινά σιτηρά (είτε ως ποτιστικά είτε ως ξηρικά), και δευτερευόντως η βιομηχανική τομάτα, η σόγια, η ελαιοκράμβη, τα μπιζέλια, διότι προσβάλλονται από τις ίδιες ασθένειες που προσβάλλεται και ο ηλίανθος.

Καλό προηγούμενο για την καλλιέργεια του ηλίανθου θεωρείται το καλαμπόκι και τα χειμερινά σιτηρά.

Επόμενη καλλιέργεια μετά τον ηλίανθο στον κύκλο της αμειψισποράς που ευνοείται περισσότερο, είναι πάλι τα χειμερινά σιτηρά, των οποίων η απόδοση μπορεί να αυξηθεί κατά 15%, σε σύγκριση με την μονοκαλλιέργεια σιταριού. Επειδή όμως ο ηλίανθος είναι φυτό που εξαντλεί το νερό του εδάφους σε μεγάλο βάθος σε ξηρές χρονιές η απόδοση της επόμενης καλλιέργειας θα επηρεαστεί αρνητικά. Η απόδοση αλλά και ελαιοπεριεκτικότητα μειώνονται όταν ο ηλίανθος ακολουθεί καλλιέργεια ζαχαρότευτλων, που οφείλεται στο μικρότερο σθένος και ανάπτυξη των φυτών. Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα αμειψισποράς

- Καλαμπόκι, ηλίανθος, σιτάρι, ελαιοκράμβη .
- Σιτάρι, ηλίανθος σόγια, καλαμπόκι .
- Καλαμπόκι, ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σιτάρι. (6)

2.3.2. Προετοιμασία του εδάφους

Όπως οι περισσότερες καλλιέργειες έτσι και ο ηλίανθος απαιτεί σωστή προετοιμασία του χωραφιού, προκειμένου να έχουμε τη βέλτιστη εγκατάσταση και ανάπτυξη των φυτών. Λάθη που πραγματοποιούνται κατά την προετοιμασία του εδάφους και κατά την σπορά, θα έχουν αντίκτυπο στα φυτά σε όλη την καλλιεργητική περίοδο.

Το φθινοπωρινό όργωμα είναι η πρώτη από τις εργασίες για την προετοιμασία του εδάφους, με σκοπό την αναστροφή του εδάφους, την ενσωμάτωση ζιζανίων και φυτικών υπολειμμάτων που έχουν παραμείνει στο χωράφι, έτσι ώστε να αποσυντεθούν και την καλύτερη απορρόφηση των βροχών του χειμώνα (ταυτόχρονα αποφεύγεται και η διάβρωση του εδάφους). Το όργωμα αυτό αν δεν μπορεί να γίνει το φθινόπωρο τότε μετατίθεται για την άνοιξη. Βασικός παράγοντας για ένα πετυχημένο όργωμα είναι να γίνει όταν το έδαφος βρίσκεται στο ρώγο του.

Με τον ερχομό της άνοιξης ξεκινά η προετοιμασία της σποροκλίνης. Σε κάποιες περιπτώσεις ανάλογα με τον τύπο και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους είναι απαραίτητη η χρήση ρίπερ. Διαφορετικά το ψιλοχωμάτισμα του εδάφους επιτυγχάνεται με καλλιεργητή ή σβωλοκόπτη ή φρέζα ή συνδυασμό αυτών. Είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί η υγρασία του χωραφιού έτσι ώστε να έχουμε ομοιόμορφο φύτρωμα των φυτών. Κατεργασίες του εδάφους πέρα από τις απαραίτητες χώρια ότι εξαντλούν την υγρασία, καταστρέφουν τη δομή του εδάφους, προκαλώντας συμπίεσή του, με αποτέλεσμα την μείωση του αερισμού και περιορισμό της κίνησης του νερού. Τέτοιες συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του περονόσπορου και άλλων εδαφογενών ασθενειών.(3)

29

2.3.3. Βελτίωση

Οι πρώτες βελτιώσεις του ηλίανθου ξεκίνησαν το 1910 στην Ουκρανία και το 1912 στο Ινστιτούτο VNIIMK του Κρασνοντάρ και στο σταθμό Σαράτωφ. Η ανακάλυψη της κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας το 1968 από τον Patrice Leclercq, συνέβαλε σημαντικά στην δημιουργία των πρώτων ουσιαστικά αξιόπιστων υβριδίων ηλίανθου, δίδοντας παράλληλα το κίνητρο για την περαιτέρω εξάπλωση της καλλιέργειας του ηλίανθου. Με τη μέθοδο αυτή έγινε εύκολη και οικονομικά συμφέρουσα η παραγωγή εμπορικών υβριδίων. Τα πρώτα υβρίδια της εποχής εκείνης προσέφεραν αύξηση των αποδόσεων αλλά και ανθεκτικότητα σε ορισμένες ασθένειες.

Ένα γνώρισμα με βαρύνουσα σημασία για τη χώρα μας και την λεκάνη της Μεσογείου είναι η αντοχή του ηλίανθου στην ξηρασία. Χαρακτηριστικά που συνδέονται μ'αυτό είναι η διατήρηση της σπαργής μέσω της ωσμωτικής προσαρμογής, το βαθύτερο ριζικό σύστημα που αξιοποιεί καλύτερα το διαθέσιμο νερό, η ικανότητα ανάκτησης μετά από μαρασμό λόγω στρές, η μεγαλύτερη αντοχή στη διαπνοή και βελτίωση της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων υπό καθεστώς χαμηλής υγρασίας εδάφους.(2,8)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

Η έρευνα πάνω στην βελτίωση των εμπορικών υβριδίων ηλίανθου είναι συνεχής, προσφέροντας σήμερα μια πληθώρα υβριδίων με πολλά επιθυμητά χαρακτηριστικά, προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις των καιρών.

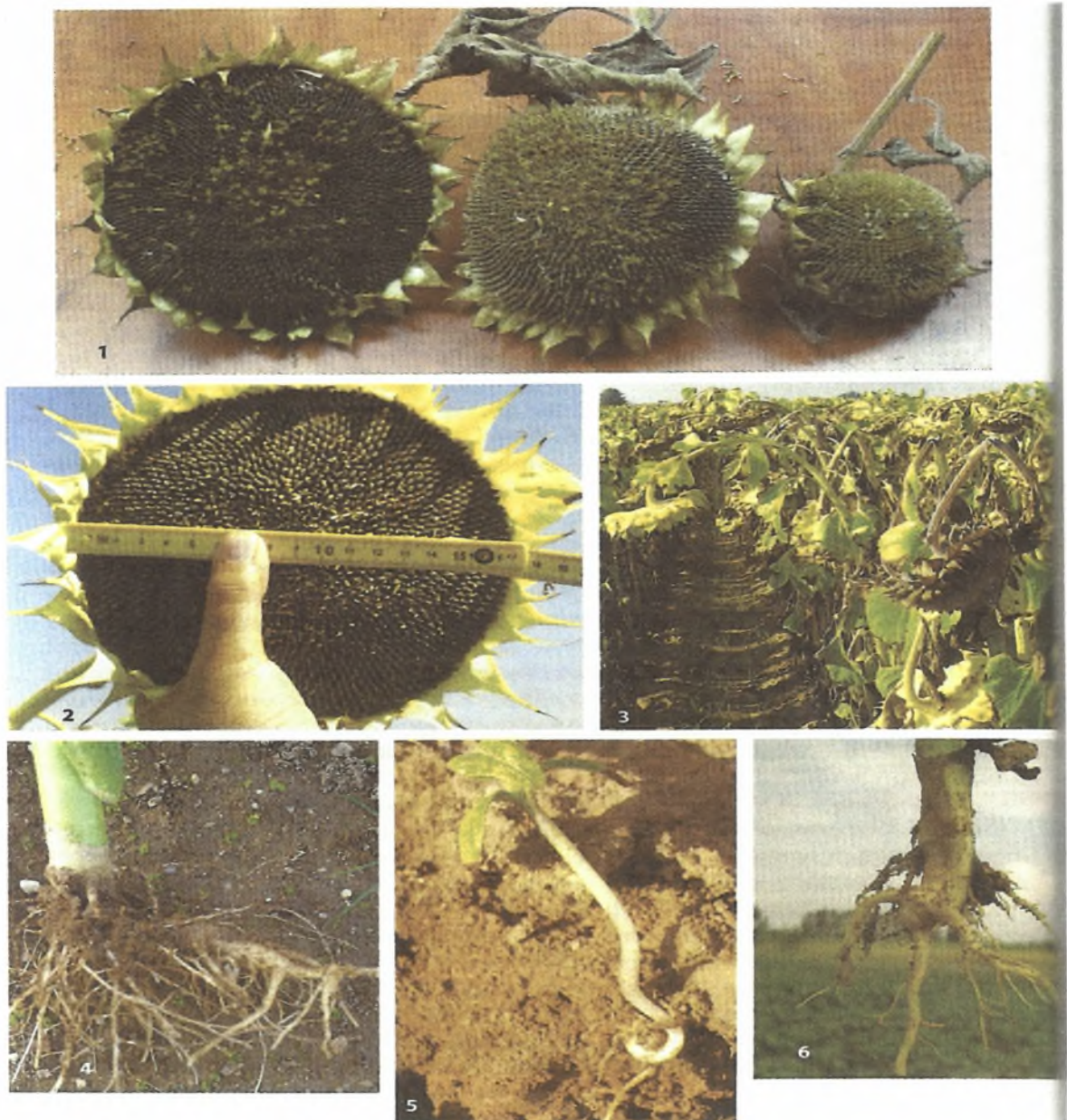
Πάνω σ' αυτό έρχεται η νέα τεχνολογία της γενετικής άγνωστη πριν μια δεκαετία, με σκοπό να βελτιώσει ακόμα πιο πολύ τα εμπορικά υβρίδια ηλίανθου. Είναι η τεχνολογία **SNP (Single Nucleotide Polymorphism)**, που αναμένεται να διαδραματίσει πρωτεύοντα ρόλο στην ανάπτυξη των υβριδίων που θα καλλιεργηθούν τα επόμενα χρόνια. (2)

2.3.4.Επιλογή υβριδίου

Η επιλογή του υβριδίου είναι μια σημαντική πτυχή της παραγωγικής διαδικασίας και είναι ένας τρόπος να εξασφαλιστεί μεγαλύτερο κέρδος χωρίς επιπλέον κόστος. Στη χώρα μας υπάρχουν πολλά υβρίδια ηλίανθου που διακινούνται κυρίως από μεγάλες πολυεθνικές Εταιρίες.

Η επιλογή του υβριδίου είναι μια από τις πιο σημαντικές αποφάσεις του παραγωγού. Στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή του υβριδίου είναι:

- ✓ η απόδοση και το βάρος 1000 σπόρων,
- ✓ η ελαιοπεριεκτικότητα - επιθυμητή από τους μεταποιητές ηλίανθου,
- ✓ η πρωιμότητα,
- ✓ η φυτρωτική ικανότητα,
- ✓ η προσαρμοστικότητα σε ποικίλα εδάφη,
- ✓ η αντοχή στην ξηρασία,
- ✓ η αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες
- ✓ το ύψος του φυτού,
- ✓ η κλίση, το σχήμα και το μέγεθος της κεφαλής,
- ✓ η αντοχή στην οροβάγχη,
- ✓ η γρήγορη ξήρανση του καρπού (dry down),
- ✓ η αντοχή στο πλαγιασμα,
- ✓ η αυτοσυμβατότητα,
- ✓ η αντοχή σε ζιζανιοκτόνα και
- ✓ η ανθεκτικότητα ή ανεκτικότητα σε ασθένεια. (8)



Εικόνα 1. Τρία διαφορετικά μεγέθη και σχήματα κεφαλής ενός υβριδίου από το ίδιο χωράφι. Αριστερά είναι η αντιπροσωπευτική κεφαλή του υβριδίου.

Εικόνα 2. Κεφαλή διαμέτρου 17 cm.

Εικόνα 3. Μεγάλες και βαριές κεφαλές δεν μπορούν να συγκρατηθούν από το στέλεχος το οποίο σπάζει.

Εικόνες 4-6. Συμπιεσμένο έδαφος σε βάθος 10-20 cm, μεταβάλλει την ομαλή πορεία ανάπτυξης της κεντρικής ρίζας, δίνοντάς της σχήμα L (Εικ. 4), Z (Εικ. 5) και αργότερα παραμορφώνεται (Εικ. 6).



Εικόνα 7. Σπορά με κατεύθυνση Β-Ν.

Εικόνα 8. Σπορά με κατεύθυνση Α-Δ.

Εικόνα 9. Η έναρξη της διάρρηξης του περιβλήματος, σηματοδοτεί την εμφάνιση του ριζιδίου

Εικόνα 10. Το περίβλημα αποσπάται, για να εμφανιστούν οι κοτυληδόνες μέσα στο έδαφος

Εικόνα 11. Μετά την απόσπαση του περιβλήματος, το υποκοτύλιο συνεχίζει την ανοδική του πορεία, μέσα στο έδαφος

Εικόνα 12. Η «καμπούρα» του υποκοτυλίου σπρώχνει το χώμα προς τα πάνω.

Εικόνα 13. Από το ανασηκωμένο έδαφος, αναδύονται οι κοτυληδόνες αποκτώντας πράσινο χρώμα.

Εικόνα 14. Σπορόφυτο ηλίανθου που μόλις φύτρωσε, 16 ημέρες μετά τη σπορά..

Εικόνα 15. Κύρτωση και πάχυνση του υποκοτυλίου,συνέπεια κρούστας στο έδαφος που δεν επιτρέπει την ανάδυση του σπορόφυτου.

2.3.5. Έδαφος

Ο ηλίανθος είναι φυτό που μπορεί να προσαρμοσθεί σε πολυποίκιλες εδαφολογικές συνθήκες, γεγονός που αποδείχτηκε την τριετία 2009-2011, όπου σε μια ευ-
ΜΑΛΕΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ρεία γκάμα εδαφών, παρουσίασε αξιόλογη σταθερότητα χωρίς ιδιαίτερη μεταχείριση. Ακόμη και στα πιο υποβαθμισμένα χωράφια, εκεί όπου άλλες καλλιέργειες όπως το σιτάρι ή το καλαμπόκι αδυνατούν να πιάσουν τα στάνταρντ των αποδόσεων τους, ο ηλιάνθος έδειξε άριστη προσαρμογή, αξιοποιώντας στο μέγιστο τα εδάφη αυτά.

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε αμμώδη, μέσης και αργιλώδους σύστασης εδάφη και από φτωχά έως πολύ γόνιμα χωράφια. Βαθιά εδάφη που διαθέτουν καλή στράγγιση, αλλά ταυτόχρονα έχουν ικανότητα συγκράτησης του απαραίτητου για την ανάπτυξη του φυτού νερού, θεωρούνται τα ιδανικότερα. Σε αυτά τα εδάφη το ριζικό σύστημα του ηλιάνθου αναπτύσσεται ανεμπόδιστα σε μεγάλο βάθος, εξασφαλίζοντας τουλάχιστον το 50% του αζώτου για την καλλιέργεια, προερχόμενο από τη διαδικασία της ανοργανοποίησής του και από το υπολειμματικό άζωτο του εδάφους.

Η προσαρμογή του στα οργανικά εδάφη είναι άριστη με αποδόσεις που αγγίζουν τα 500κιλά/στρ. Για τα αμμώδη εδάφη που χαρακτηρίζονται από μειωμένη συγκράτηση και ικανότητα αποθήκευσης νερού, αν υπάρχει μια καλλιέργεια που τα αξιοποιεί καλύτερα, αυτός είναι ο ηλιάνθος, χάρη στην ανεμπόδιστη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος που του προσφέρουν τα εδάφη αυτά.

Περιορισμός των αποδόσεων συμβαίνει σε χωράφια, ισχυρώς αμμώδη, όξινα, αλατούχα, ξηρά ή πολύ υγρά, αλλά με προσαρμογή παρόμοια ίσως και καλύτερη άλλων εμπορικών καλλιεργειών. Σε όξινα και συνάμα ξεπλυμένα εδάφη, προκαλείται μείωση της φυλλικής επιφάνειας, του όγκου της ρίζας και της συσσώρευσης βιομάζας, με αποτέλεσμα την μικρή ανάπτυξη του φυτού και σοβαρή μείωση της απόδοσης (έως μηδενική). Ως προς την αντίδραση λοιπόν του εδάφους, μπορεί να καλλιεργηθεί σε ένα εύρος pH 5,8-8, με άριστο αυτό μεταξύ 6,5-7,5. Όταν το pH του εδάφους είναι μικρότερο από 6,0 τότε συνιστάται ασβέστωση. (3)

Ο ηλιάνθος είναι φυτό ευαίσθητο στα άλατα του εδάφους, ιδιαίτερα στη φάση της εγκατάστασης. Με την ανάπτυξη των φυτών αυξάνεται και η αντοχή του. Θεωρείται πιο ανθεκτικός από τη σόγια, ενώ υπολείπεται από το καλαμπόκι, το σιτάρι, τα ζαχαρότευτλα και το κριθάρι το οποίο θεωρείται από τα πιο ανθεκτικά. Όσον αφορά την επίδραση που ασκεί στην επόμενη καλλιέργεια, όταν καλλιεργείται σε αλατούχο έδαφος, αυτή είναι θετική από την άποψη ότι μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα, ιδιαίτερα στα αρδευόμενα χωράφια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η βαθύρριζη καλλιέργεια του ηλιάνθου αφήνει το έδαφος

ξηρότερο κατά την είσοδο του χειμώνα, αυξάνοντας την ικανότητα διήθησης των αλάτων, τα οποία μετακινούνται μακριά από την επιφάνεια του εδάφους. Παράλληλα το βαθύ ριζικό σύστημα του ηλιάνθου, χρησιμοποιεί περισσότερο τριχοειδές νερό, προλαμβάνοντας την περαιτέρω ανοδική κίνηση των αλάτων. (9)

Επίσης είναι ευαίσθητος σε πλημμυρισμένο έδαφος. Όταν το φαινόμενο διατηρείται

πάνω από τρεις μέρες τότε τα φυτά δεν μπορούν να επιζήσουν (πιο ευαίσθητα είναι τα μικρά φυτά). Το ριζικό σύστημα του ηλίανθου μολονότι είναι βαθύ, δεν χαρακτηρίζεται από υψηλή διεισδυτικότητα. Πράγματι σε εδάφη υπερβολικά συμπιεσμένα, είναι δυνατόν να εμποδιστεί η διείσδυση της ρίζας, η οποία χάνει το φυσιολογικό της σχήμα προσπαθώντας να βρει διέξοδο στο χώμα. Παράλληλα το συνεκτικό έδαφος δεν ευνοεί την ανάπτυξη των πλευρικών ριζών. Αποτέλεσμα αυτών είναι η μείωση της επέκτασης των φύλλων και της παραγόμενης βιομάζας. Λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, τα φυτά είναι ευάλωτα στο πλάγιασμα(9).

2.3.6. Σπορά

Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος του ηλίανθου είναι 5°C για διάστημα τουλάχιστον 24 ωρών. Κάτω από τους 4°C δεν βλαστάνει. Για να έχουμε όμως ένα ικανοποιητικό φύτευμα στο χωράφι, ως ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους, σ'ένα βάθος 4-5cm, θεωρείται αυτή των 8-10°C. Σε θερμοκρασία εδάφους κάτω των 8°C δεν συνιστάται σπορά, διότι καθυστερεί το φύτευμα και οι σπόροι γίνονται ευάλωτοι σε έντομα και ασθένειες. Συνεπώς η σπορά στη χώρα μας θα πρέπει να επικεντρώνεται το διάστημα του 2^{ου} 15^{ου} ημερίου του Μαρτίου.

Η πρώιμη περίοδος σποράς για τον ηλίανθο είναι πολύ σημαντική, διότι το κρίσιμο στάδιο ως προς τις απαιτήσεις σε νερό, που είναι 20 μέρες πριν και 20 μέρες μετά την

34

άνθηση, θα εμφανιστεί χρονικά από το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου ως τα τέλη Ιουνίου. Την περίοδο αυτή στη χώρα μας οι βροχοπτώσεις είναι περισσότερες σε σύγκριση με τον Ιούλιο και θα αξιοποιηθούν από τα φυτά. Επίσης και οι θερμοκρασίες της περιόδου αυτής είναι πιο ήπιες συμβάλλοντας σε καλύτερη γονιμοποίηση των. Η πρώιμη σπορά λοιπόν, σε σύγκριση με την όψιμη, εξασφαλίζει μενάλυτερες αποδόσεις και περισσότερο λάδι (τετραετής μελέτη στη Β. Ντακότα των Η.Π.Α., έδειξε ότι σπορές ένα μήνα αργότερο από τις πρώιμες εμφάνισαν μείωση της απόδοσης κατά 25%). (9)

Σε χώρες όπως η Αργεντινή και οι Η.Π.Α. εφαρμόζεται σε αρκετές εκτάσεις το σύστημα της άμεσης σποράς (no till). Πρόκειται για σπορά που γίνεται απευθείας πάνω στα

φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, συνήθως χειμερινών σιτηρών. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει είναι:

- Διατήρηση του εδάφους
- Μείωση της διάβρωσης
- Εξοικονόμηση χρόνου και καυσίμων
- Λιγότερες απαιτήσεις σε μηχανικό εξοπλισμό
- Μεγαλύτερη συγκέντρωση του διαθέσιμου νερού στο έδαφος



Καλλιέργεια με χαμηλό δείκτη φυλ.επιφανειας



Καλλιέργεια με υπερβολική ανάπτυξη στο στάδιο Του οφθαλμού
.Δεν προτείνεται άρδευση

2.3.6.1. Αποστάσεις σποράς και πυκνότητα φυτών

Ο ηλίανθος όπως και οι περισσότερες ανοιξιάτικες καλλιέργειες, σπέρνεται γραμμικά, με πνευματικές σπαρτικές μηχανές που φέρουν καρίνα ή δίσκο. Οι δίσκοι σποράς που φέρουν είναι 26 θυρών. Οι μηχανές αυτές έχουν τριών ειδών κουτιά, του σπόρου, του λιπάσματος και του κοκκώδους εντομοκτόνου εδάφους. Οι αποστάσεις σποράς είναι:

- ✓ Μεταξύ των γραμμών: 75cm .
- ✓ Πάνω στη γραμμή (σπόρος; από σπόρο): 20-25cm. Για ποτιστικά και γόνιμα χωράφια οι συνηθισμένες αποστάσεις είναι 22-23,5cm και για ξηρικά, φτωχά χωράφια, η απόσταση των 25cm.

Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 3-5cm. Πιο βαθιά στα στεγνά χωράφια και πιο ρηχά σ'αυτά που έχουν ικανοποιητική υγρασία. Σπορά σε μεγάλο βάθος οδηγεί σε επιπλέον κατανάλωση ενέργειας από το σπόρο, για να αποβάλλει το κέλυφος του.(3)

Ο επιθυμητός αριθμός φυτών ανά στρέμμα, εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το έδαφος κατά την σπορά και την πιθανότητα απωλειών στις φάσεις του φυτρώματος και της εγκατάστασης των φυτών. Αυτό σημαίνει ότι αν πιθανολογούμε μια

απώλεια της τάξης του 10%, θα πρέπει να αυξήσουμε την ποσότητα του σπόρου αντίστοιχα κατά 10%.

Η τελική πυκνότητα φυτών μίας εγκατεστημένης καλλιέργειας πρέπει να είναι:

- Για ξηρικές καλλιέργειες 4500-5000 φυτά ανά στρέμμα. Ο χαμηλότερος πληθυσμός επιτυγχάνει μεγαλύτερη απόδοση και περισσότερο λάδι.

- Για ποτιστικές καλλιέργειες ή υγρά χωράφια 5500-6000 φυτά ανά στρέμμα.

Η ποσότητα του απαιτούμενου σπόρου κυμαίνεται από 350-500γρ/στρ.

Η σποροκλίση πρέπει να είναι καλά προετοιμασμένη, με ικανοποιητικό ποσοστό υγρασίας, που θα επιτρέψει γρήγορο και ομοιόμορφο φύτερωμα.

Παράγοντες όπως η προετοιμασία του αγρού, η ημερομηνία σποράς, το βάθος σποράς και οι αποστάσεις σποράς πρέπει να είναι σωστές προκειμένου να αυξήσουμε το βαθμό επιτυχίας της καλλιέργειας ειδάλλως τα προβλήματα που θα προκύψουν από λάθη και παραλείψεις θα μεταφερθούν μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. (3)



Άρδευση ηλίανθου με ροή.

2.3.7. Φύτερωμα και εμφάνιση φυταρίων

Μετά την τοποθέτηση του σπόρου στο έδαφος απορροφάται υγρασία μέσω του περιβλήματος του σπόρου. Μετά τη διαβροχή του σπόρου, η θερμοκρασία του εδάφους θα καθορίσει τον χρόνο εμφάνισης του ριζιδίου και του φυτρώματος. Η παροχή επαρκούς οξυγόνου κατά τη φάση αυτή, θεωρείται εξίσου απαραίτητη. Η διαδικασία του φυτρώματος στον ηλίανθο άρχίζει με την έκπτυξη του ριζιδίου από το περίβλημα του σπόρου. Ο ηλίανθος χαρακτηρίζεται από την γρήγορη εμφάνιση του ριζιδίου. Αυτό μπορεί να γίνει ήδη την 3^η μέρα από την σπορά, με τη «διάρρηξη» του περιβλήματος του σπόρου και την εμφάνιση της άκρης του ριζιδίου που μόλις εκπύχθηκε. Την 5^η μέρα από την σπορά, έχει ήδη αποκτήσει μήκος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

5εκ. Στη συνέχεια αναπτύσσεται ταχύτατα, και διεισδύει στο έδαφος ως ρίζα πλέον.

Η θερμοκρασία του εδάφους όπως προαναφέρθηκε θα καθορίσει την διάρκεια του φυτρώματος. Για τη χώρα μας απαιτούνται 85-90 βαθμοήμερες για την ολοκλήρωση του φυτρώματος. Η χρονική του διάρκεια εξαρτάται από την ημερομηνία σποράς και τις επικρατούσες θερμοκρασίες

- Στους 8-12° C, το φύτερωμα γίνεται σε 14-16 μέρες.
- Στους 12-15° C, το φύτερωμα επιτυγχάνεται σε 10-12 μέρες.
- Σε θερμοκρασία > 15° C, έχουμε ταχύ φύτερωμα σε 6-8 μέρες.

Σε περιπτώσεις που το έδαφος είναι πολύ στεγνό στη ζώνη του σπόρου και δεν αναμένεται βροχή, τότε μπορεί να γίνει ένα ελαφρύ πότισμα (15mm), για την διευκόλυνση του φυτρώματος. Τονίζεται ότι το ομοιόμορφο φύτερωμα αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη φυτών που θα βρίσκονται στο ίδιο στάδιο, κατάσταση η οποία ευνοεί κυρίως την διαδικασία της συγκομιδής, αλλά και άλλων καλλιεργητικών χειρισμών.

Φυτά τα οποία προέκυψαν επτά ημέρες αργότερα από τα αρχικά, εμφάνισαν σε σχέση με τα τελευταία, μειωμένη φυλλική επιφάνεια, ξηρό βάρος και ύψος. (9)

2.3.7.1. Απώλειες κατά το φύτερωμα

Συνήθως τα εμπορικά υβρίδια ηλίανθου παρουσιάζουν πολύ καλή φυτρωτική ικανότητα. Η βιωσιμότητα και ευρωστία των σποροφύτων μπορεί να επηρεαστεί από το επίπεδο των θρεπτικών ουσιών στους σπόρους.

Οι περισσότερες απώλειες κατά τη φάση του φυτρώματος οφείλονται σε κακή προετοιμασία της σποροκλίνης. Όταν δεν έχει επιτευχθεί το απαραίτητο ψιλοχωμάτισμα και το έδαφος είναι σβωλιάρικο, τότε δυσχεραίνεται η τοποθέτηση του σπόρου στο έδαφος από την σπαρτική μηχανή και κατά συνέπεια παρουσιάζονται απώλειες στη εμφάνιση των φυτών.

Άλλο εμπόδιο στη διαδικασία του φυτρώματος είναι η δημιουργία κρούστας προκαλώντας κυρτώσεις στα νεαρά σπορόφυτα μέσα στο έδαφος, δυσχεραίνοντας ή καθιστώντας αδύνατο το φύτερωμα. Τέτοια φαινόμενα εμφανίζονται κυρίως σε εδάφη με κακή δομή..

Επίσης σπορά σε ξηρό έδαφος αυξάνει τις απώλειες. Στην περίπτωση αυτή θα χρειαστεί πότισμα για καλύτερο φύτερωμα. Σε πολύ πρώιμη σπορά ειδικά όταν το έδαφος είναι κρύο και καθυστερήσει το φύτερωμα, τότε κάποιοι σπόροι μπορεί να σαπίσουν.

Σε σπάνιες περιπτώσεις παρουσιάζονται απώλειες από προσβολές ασθενειών ή εντόμων εδάφους (όπως σιδηροσκούληκα, μηλολόνη και κλεωνό των ζαχαροτεύτλων, που είναι επικίνδυνος μόνο στο στάδιο των κοτυληδόνων), είναι όμως ελάχιστες και μεμονωμένες.

Πολλές φορές τα κενά που παρουσιάζονται κατά το φύτερωμα οφείλονται σε κακή σπορά, όπου 2 και 3 σπόροι πέφτουν στο ίδιο σημείο ή δεν πέφτει καθόλου στο προκαθορισμένο σημείο. Δύο σπόροι που θα φυτρώσουν στο ίδιο σημείο θα δώσουν δύο φυτά με αδύνατα ευπαθή στελέχη και μικρές κεφαλές.

Οι απώλειες στην εμφάνιση των φυτών, μειώνει την βέλτιστη πυκνότητα των φυτών ανά στρέμμα, με τελικό αποτέλεσμα την μείωση της; απόδοσης αναλόγως το ποσοστό απωλειών. Αλλά και το ανομοιόμορφο χρονικά φύτρωμα δίνει φυτά που αργότερα θα βρίσκονται σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης δημιουργώντας καρπούς με διαφορετικό επίπεδο ωρίμανσης και υγρασιακής κατάστασης, προκαλώντας δυσχέρειες στη συγκομιδή. (2)

2.3.8. Επανασπορά

Ένας ή περισσότεροι λόγοι , είναι δυνατόν να προκαλέσουν απώλειες φυτρώματος σε τέτοιο βαθμό, που να κρίνεται απαραίτητη η επανασπορά του αγρού.

Ο ηλίανθος μπορεί να εξισορροπήσει τις αποδόσεις σε περιπτώσεις αραιής πυκνότητας λόγω της αύξησης του μεγέθους της κεφαλής και κατά συνέπεια του αριθμού των καρπών που περιέχει.

Σε πυκνότητες φυτών ακόμα και 2.500-3.000 φυτά ανά στρέμμα, όταν όμως αυτά κατανέμονται ομοιόμορφα στο χωράφι, ο ηλίανθος μπορεί να δώσει ικανοποιητική απόδοση, που οφείλεται στο εκτεταμένο ριζικό σύστημα, τα μεγαλύτερα φύλλα και κεφάλια. Αντίθετα αν αυτός ο αριθμός φυτών είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένος στον αγρό τότε πρέπει να προβούμε σε επανασπορά.

Σημαντική βαρύτητα στην λήψη της απόφασης για επανασπορά, διαδραματίζει η πρωιμότητα της φυτείας η οποία χάνεται σε περίπτωση λανθασμένης επιλογής. (3)

38

2.3.9. Σκαλίσματα

Τα σκαλίσματα που γίνονται μετά το φύτρωμα είναι απαραίτητα για την καταστροφή των ζιζανίων και την αναμόχλευση του εδάφους που προσφέρουν αερισμό του εδάφους. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από 0-2.

Σε χωράφια που έχουν μικρό πληθυσμό ζιζανίων ένα σκάλισμα με σκαλιστικό στο στάδιο των 6 φύλλων καταστρέφει τα ζιζάνια, χωρίς να χρειαστεί συμπληρωματική χημική ζιζανιοκτονία. Η μετέπειτα γρήγορη κάλυψη του εδάφους από την φυλλική επιφάνεια του ηλίανθου, δεν επιτρέπει την περαιτέρω ανάπτυξη νέων ζιζανίων. Εάν στη συνέχεια δεν εφαρμοστεί πότισμα με ροή, το σκάλισμα αυτό είναι αρκετό.

Σε περιοχές που εφαρμόζεται το σύστημα της άρδευσης με αυλάκια, γίνονται 1-2 σκαλίσματα. Το πρώτο στο στάδιο των 6-8 φύλλων και το δεύτερο στο στάδιο των 12 φύλλων περίπου όπου δημιουργούνται τα αυλάκια. Η δημιουργία αυλακιών μεταφέρει χώμα στη βάση των φυτών προσφέροντάς τους καλύτερο στήριγμα, από την άλλη πλευρά όμως μειώνει την αντοχή τους; στην ξηρασία.

Τα σκαλίσματα μπορούν να παραλειφθούν τελείως όταν ο αερισμός του εδάφους δεν εμποδίζεται από υπερβολική υγρασία, αλλά και γιατί η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με την χρήση μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. (3)

2.3.10. Θρέψη

Η ανάπτυξη του ηλίανθου καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων σε συνάρτηση με περιβαλλοντικούς παράγοντες που επικρατούν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου, όπως είναι η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία.

Ο ηλίανθος είναι φυτό με λιγότερες εισροές σε σύγκριση με άλλα π.χ. καλαμπόκι, αποδίδοντας ικανοποιητικά σε μια ευρεία γκάμα εδαφών, γεγονός που οφείλεται στο βαθύ ριζικό σύστημα, που αξιοποιεί το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία από τα βάθη αυτά. Ωστόσο όταν καλλιεργείται υπό συνθήκες εντατικής γεωργίας (υψηλή τεχνολογία, άρδευση, περιοχές με άπλετη ηλιοφάνεια, ελάχιστη παρουσία ασθενειών, εδάφη καλλιεργούμενα επί σειρά ετών κτλ.), προκειμένου να επιτευχθούν οι μέγιστες αποδόσεις τότε είναι απαραίτητη η εφαρμογή μιας ορθολογικής λίπανσης. (21)

Σε εδάφη εύφορα καθώς και σε αυτά που διαχειρίζονται ορθά παράγει καλές αποδόσεις συνοδευόμενες από καλή ποιότητα προϊόντων. Η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τον ηλίανθο επηρεάζεται από το υβρίδιο, τη γονιμότητα του εδάφους και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για να πετύχουμε τη βέλτιστη ανάπτυξη πρέπει να υπάρχει επαρκής παροχή θρεπτικών στοιχείων σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο. Μεγάλες αποδόσεις αφαιρούν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την κατάρτιση ενός προγράμματος θρεπτικής διαχείρισης. (27)

Όταν ο ηλίανθος καλλιεργείται υπό κονονικές συνθήκες ανάπτυξης χωρίς το νερό να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, η απορρόφηση του μεγαλύτερου μέρους των απαιτούμενων θρεπτικών στοιχείων, πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής φάσης, μεταξύ των σταδίων R1 (bud stage) και R6 (μάρανση των ray flow-ers), με την ζήτηση να είναι χαμηλότερη στα άλλα στάδια. Κατά τη φάση της πλήρωσης των καρπών, οι ανάγκες του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία καλύπτονται, είτε από την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων που γίνονται στη διάρκεια του σταδίου αυτού, είτε από την μετακίνηση θρεπτικών στοιχείων από τα βλαστικά μέρη προς τους καρπούς. (1)

2.4. Εχθροί, Ασθένειες & Φυσικά φαινόμενα

2.4.1. Εχθροί

2.4.1.1. Έντομα

Εως σήμερα στη χώρα μας δεν έχουν παρουσιαστεί έντομα που να προσβάλλουν τον ηλιάνθο σε μεγάλη κλίμακα χωρίς αυτό να αποκλείει την εμφάνισή τους στο μέλλον. Οι ζημιές από έντομα εντοπίζονται είτε στη φάση της εγκατάστασης (κυρίως έντομα εδάφους), είτε σε μεταγενέστερα στάδια με προσβολή των φύλλων, του στελέχους και των σπόρων.

- Οι προνύμφες των **σιδηροσκώληκων** κινούνται πάνω - κάτω στο χώμα, (μεταξύ 0-60cm) ανάλογα με την θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους. Η πλειονότητα των ζημιών τους είναι στις αρχές της άνοιξης όταν βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, με αποτέλεσμα οι πολύ πρώιμες σπορές να κινδυνεύουν περισσότερο. Η ζημιά που προκαλεί είναι φαγώματα στο σπόρο, στα υπόγεια μέρη και το βλαστό, έως ότου τα φυτά αποκτήσουν 2-4 φύλλα. Τα προσβεβλημένα φυτά μαραίνονται και καταστρέφονται. Σε βαριά προσβολή εμφανίζονται γυμνές κηλίδες στο χωράφι. Επειδή δεν υπάρχει τρόπος καταπολέμησης τους μετά την σπορά, τα μέτρα για την αντιμετώπισή του πρέπει να εφαρμόζονται πριν ή κατά την σπορά.

- Οι προνύμφες του γένους **Agrotis** (καράφατμε), είναι δραστήριες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Την ημέρα βρίσκονται λίγο κάτω από το έδαφος (0,5-1 cm) κοντά στο τελευταίο φυτό που προσέβαλαν. Η προνύμφη προσβάλλει το βλαστό είτε κάτω από το έδαφος (25mm), είτε πάνω από το έδαφος (ως 5cm). Μαραμένα φυτά αποδεικνύουν συχνά την παρουσία προνυμφών *Agrotis* spp.

- Οι προνύμφες της **μηλολόνης** (*Melolonthamelolontha*) προκαλούν ζημιές μετά τη βλάστηση του ριζιδίου κυρίως στο στάδιο των κοτυληδόνων. Προκαλούν διάβρωση ή κόψιμο της αναπτυσσόμενης ρίζας .

Καταλληλότερη μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων εδάφους, είναι η χρήση κοκκωδών εντομοκτόνων.

- Έντομα φυλλώματος όπως **αφίδες, θρίπες και αλευρώδεις** εμφανίζονται συνήθως σε χαμηλούς πληθυσμούς μη ικανούς να προκαλέσουν οικονομική ζημιά.

- Το πράσινο σκουλήκι ***Heliothes armigera***, κατά τόπους μπορεί να προκαλέσει ζημιές με την καταστροφή του οφθαλμού και αργότερα των σπόρων. Ο έλεγχος του γίνεται με χημικές και βιολογικές μεθόδους. Βέβαια η καταπολέμησή του είναι αρκετά δύσκολη, ιδιαίτερα όταν κρύβεται στα βράκτια φύλλα ή τα σαρκώδη μέρη του φυτού.

- Ο **λύγκος** είναι ένα έντομο που παρατηρείται αρκετά συχνά κατά την περίοδο της ανθοφορίας, συνεχίζοντας την παρουσία του ως την πλήρωση των σπόρων. Η οικονομική

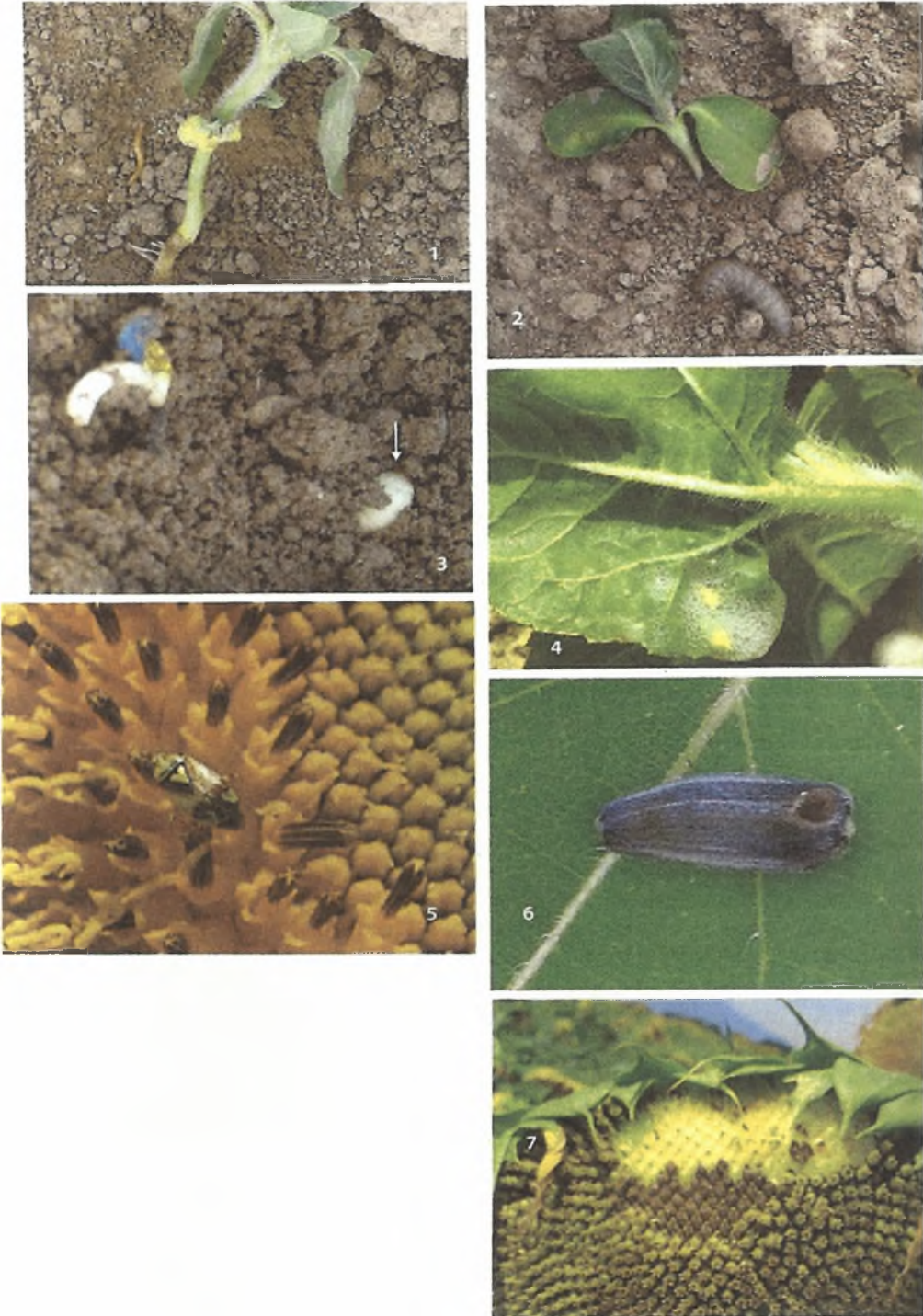
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

ζημιά που προκαλεί έχει αξία μόνο για τον ηλίανθο που προορίζεται για ανθρώπινη διατροφή και όχι για τον ελαιούχο. Διαχειμάζει ως ενήλικο στα φυτικά υπολείμματα. Αποτέλεσμα της προσβολής των σπόρων, είναι ο καφέ χρωματισμός του ενδοσπέρμιου στο σημείο επαφής και η απόκτηση πικρής γεύσης.

- Ο σκώρος του ηλίανθου (*Homoeosoma* spp., Λεπιδόπτερα, Οικ. Pyralidae) είναι το πιο διαδεδομένο έντομο και εντοπίζεται σε όλες σχεδόν τις χώρες που καλλιεργείται ο ηλίανθος.

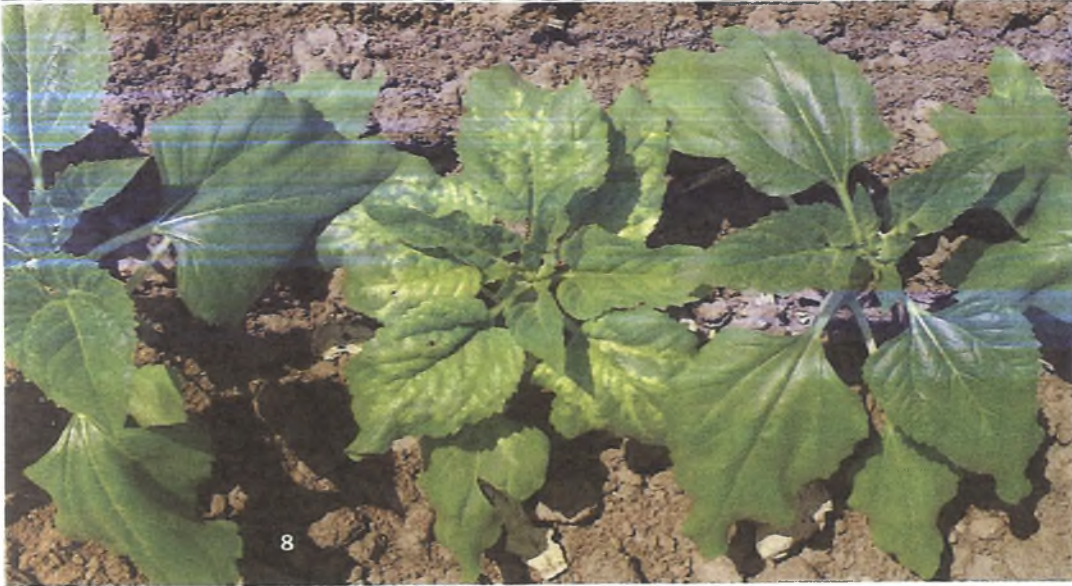
Η περίοδος της άνθησης είναι ιδιαίτερα ελκυστική για τον σκώρο. Μια προνύμφη μπορεί να καταστρέψει 3-12 σπόρους. Σε βαριά προσβολή οι απώλειες κυμαίνονται από 30-60% και σε ορισμένες περιπτώσεις ολόκληρη η κεφαλή. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται νωρίς το πρωί ή αργά το βράδυ. Για την αντιμετώπιση του προτείνεται βαθύ όργωμα μετά την συγκομιδή και εφαρμογή χημικών σκευασμάτων και βιολογικών μεθόδων καταπολέμησης. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης είναι η σπορά ανθεκτικών υβριδίων. (5)

Εικόνα 1. Ζημιά από σιδηροσκώληκα σε νεαρό φυτό. Εικόνα 2. Ζημιά από προνύμφη αγρότιδας (καράφαριε).
Εικόνα 3. Προνύμφη μηλολόνηθης (τόξο) δίπλα σε προσβεβλημένο φυτό ηλίανθου.
Εικόνα 4. Προσβολή από το έντομο *Philaenus spumarius*, το οποίο περιβάλλεται από άφθονα εκκρίματα.
Εικόνα 5. Ενήλικο άτομο λύγκου στο εμπρόσθιο τμήμα κεφαλής ηλίανθου.



Εικόνα 6. Προσβολή καρπού που μοιάζει με αυτή που προκαλείται από το έντομο *Cochylis hospes*.

Εικόνα 7. Ζημιά από πουλιά, λίγο μετά το στάδιο R6



Εικόνα 8. Διασυστηματική προσβολή από περονόσπορο (Μαυρολεύκη Δράμας, 26-05-2011).
Εικόνα 9. Χαρακτηριστική λευκή εξάνθηση στην κάτω πλευρά του φύλλου, μετά από διασυστηματική προσβολή περονόσπορου.
Εικόνα 10. Τοπικές κηλίδες που οφείλονται σε δευτερογενή προσβολή περονόσπορου (Κ. Σίμου, προσωπική επικοινωνία), (Αγ. Αθανάσιος Δράμας, 22-05-2011).

2.4.1 .2. Πουλιά

Ο ηλίανθος λόγω της εύκολης πρόσβασης και της υψηλής θρεπτικής αξίας των σπόρων του, είναι ιδιαίτερα ευάλωτος σε ζημιές από τα πουλιά. Ο σπόρος του ηλίανθου είναι προτιμώμενη από τα πουλιά τροφή γιατί περιέχει πολλές πρωτεΐνες και τα απαραίτητα λιπαρά για την ανάπτυξή τους, την αποθήκευση λίπους και τις διαδικασίες διατήρησης του βάρους τους. Οι περισσότερες απώλειες οφείλονται στα σπουργίτια και ένα μέρος σε άλλα πουλιά (μαυροπούλια, κοτσύφια, περιστέρια κ.α.).

Ιδιαίτερα μέτρα αντιμετώπισης των πουλιών δεν λαμβάνονται στη χώρα μας. Πρακτικές όπως η επιλογή υβριδίων με κλίση της κεφαλής, η έγκαιρη συγκομιδή και η ταυτόχρονη σπορά γειτονικών αγρών σε ευάλωτες περιοχές επειδή οι πρωιμότερες και οψιμότερες σπορές υπόκεινται σε περισσότερες ζημιές είναι μέτρα που περιορίζουν τις απώλειες. (9)

2.4.2. Φυσικά φαινόμενα

2.4.2.1. Χαλάζι

Η πτώση χαλαζιού μπορεί να προκαλέσει στον ηλίανθο από ελαφρές ζημιές ως τον θάνατο των φυτών, Αυτό εξαρτάται από το μέγεθος, τη δύναμη, την πυκνότητα και τη διάρκεια της χαλαζόπτωσης, σε συνάρτηση με το στάδιο στο οποίο βρίσκονται τα φυτά του ηλίανθου. Το χαλάζι προκαλεί βλάβες σε όλα τα υπέργεια μέρη του φυτού. Οι ζημιές αυτές μπορεί να είναι αποφύλλωση, μείωση φυτών λόγω καταστροφής ή τραυματισμένα φυτά.

2.4.2.2. Θερμικό σοκ

Σε εδάφη μαύρου χρώματος, υγρά, συνεκτικά με κρούστα στην επιφάνεια, τα μικρά φυτά του ηλίανθου είναι δυνατόν να υποστούν θερμικό σοκ, υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και ηλιοφάνειας. Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους και δυνατοί άνεμοι, δημιουργούν συνθλιπτική δύναμη που τραυματίζει το φυτό. Η ζημιά στον ηλίανθο μπορεί να είναι σοβαρή διότι το αυξανόμενο σημείο είναι πάνω από τη ζημιά, οπότε το φυτό δεν ανακάμπτει.

2.4.2.3. Πλημμύρα

Το πλημμυρισμένο έδαφος για περισσότερο από τρεις ημέρες προκαλεί τον θάνατο των φυτών, με πιο ευαίσθητα να εμφανίζονται τα νεαρά φυτά. Το πλημμυρισμένο έδαφος αυξάνει την παραγωγή αιθυλενίου στα στελέχη και τις ρίζες. Ακολουθεί διάσπαση της χλωροφύλλης και επιναστία των φύλλων. Συνθήκες όπως ζεστές και ηλιόλουστες μέρες κατά τη διάρκεια της πλημμύρας, επιταχύνουν το θάνατο των φυτών και επιβραδύνεται από κρύο και συννεφιασμένο καιρό

2.4.2.4. Άνεμος

Θεωρείται η πιο συχνή αιτία ζημιών από καιρικά φαινόμενα στην καλλιέργεια του ηλίανθου. Το αποτέλεσμα της επίδρασης του αέρα είναι το πλάγιασμα των φυτών, σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό, ανάλογα με την ένταση του ανέμου και την ευαισθησία του υβριδίου. Ο ηλίανθος είναι πιο επιρρεπής στην επίδραση του ανέμου, μετά την άνθηση, όταν γεμίζουν οι σπόροι και βαραίνει η κεφαλή, παίρνοντας κλίση προς τα κάτω. Η ένταση του πλαγιάσματος ως αποτέλεσμα της επίδρασης του ανέμου, εξαρτάται από κάποιους παράγοντες. Υβρίδια με μειωμένη αντοχή στο πλάγιασμα, ιδιαίτερα όταν το χωράφι είναι φρεσκοποτισμένο, κινδυνεύουν περισσότερο. Υπάρχουν υβρίδια με αυξημένη αντοχή στο πλάγιασμα, που ακόμη και όταν είναι φρεσκοποτισμένα δεν πλαγιάζουν από τον αέρα. Επίσης τα φυτά είναι πιο ευαίσθητα όταν ποτίζονται με το σύστημα της ροής. Στην περίπτωση αυτή, η άρδευση αυλάκι παρά αυλάκι θεωρείται ασφαλέστερη. Πλαγιασμένα φυτά εξαιτίας του ανέμου, δυσχαιρένουν την συγκομιδή και μειώνουν την απόδοση που σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι αρκετά σοβαρή. (23)

2.4.3. Ασθένειες

Εως σήμερα δεν έχουν παρουσιασθεί στη χώρα μας σοβαρά προβλήματα ασθενειών στην καλλιέργεια του ηλίανθου. Από τις ασθένειες που προσβάλλουν τον ηλίανθο, η Μακροφομιά φαίνεται να αναδεικνύεται το κυριότερο πρόβλημα της καλλιέργειας, λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών της χώρας που ευνοούν την ανάπτυξή της. Στη συνέχεια περιγράφονται οι ασθένειες που προσβάλλουν τον ηλίανθο με βάση τον χρόνο εμφάνισης τους και το σημείο προσβολής τους στο φυτό. (5,3,6,2)

2.4.3.1. Ασθένειες της πρώιμης καλλιεργητικής περιόδου

➤ Περονόσπορος (Downy Mildew)

Είναι από τις σοβαρότερες ασθένειες του ηλίανθου, που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ικανότητα εμφάνισης νέων φυλών. Ευνοείται περισσότερο σε κακώς στραγγιζόμενα αργιλώδη εδάφη. Μπορεί να μεταφερθεί από χώρα σε χώρα με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό. Τα συμπτώματα που προκαλεί ποικίλουν ανάλογα με το στάδιο των φυτών και τις κλιματικές συνθήκες. Η προσβολή από περονόσπορο διακρίνεται σε διασυστηματική και δευτερογενή.

Η διασυστηματική προσβολή εμφανίζεται πριν η ρίζα του σπορόφυτου υπερβεί τα 5cm σε μήκος. Υγρά εδάφη ευνοούν σε μεγάλο βαθμό την μόλυνση. Η διασυστηματική προσβολή συνήθως θανατώνει τα φυτά. Αν επιβιώσουν, τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στις κοτυληδόνες ή τα πρώτα πραγματικά φύλλα, που χαρακτηρίζονται από πάχυνση και κλώρωση των φύλλων.

Τα συμπτώματα της δευτερογενούς μόλυνσης χαρακτηρίζονται από μικρές γωνιώδεις

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

κηλίδες στην πάνω επιφάνεια των φύλλων που ονομάζονται «τοπικές κηλίδες». Στην κάτω πλευρά των τοπικών κηλίδων εμφανίζεται η χαρακτηριστική λευκή εξάνθηση του μύκητα.

Όταν τα προσβεβλημένα φυτά κατανέμονται τυχαία στον αγρό, τότε η ζημιά δεν είναι σημαντική. Υγιή φυτά ηλίανθου δίπλα σε προσβεβλημένα χαρακτηρίζονται από εξαιρετική ικανότητα παραγωγής. Όταν η ασθένεια εντοπίζεται σε μεγαλύτερη περιοχή όπως κάποιο χαμηλό μέρος του αγρού, τότε και η ζημιά είναι μεγαλύτερη. (5)

Η διαχείριση της ασθένειας γίνεται με:

- ✓ Σπορά ανθεκτικών ποικιλιών.
- ✓ Επεξεργασμένους σπόρους.
- ✓ Αμειψισπορά
- ✓ Καταστροφή των ξενιστών.
- ✓ Ψεκασμούς μυκητοκτόνων
- ✓ Χρήση πιστοποιημένου σπόρου
- ✓ Καθυστέρηση της σποράς

2.4.3.2. Ασθένειες φυλλώματος

➤ Σκωρίαση (*Rust*)

Το παθογόνο αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας της σκωρίασης *Puccinia helianthi*, που έχει παγκόσμια εξάπλωση. Στις συνθήκες της Μεσογείου εμφανίζεται υπό καθεστώς άρδευσης. Η σκωρίαση χαρακτηρίζεται από κηλίδες χρώματος κόκκινο-καφέ ή μικρές κυκλικές 0,5-1 mm φλύκταινες ουρεδοσωρών, που εμφανίζονται κυρίως στα κατώτερα φύλλα, αλλά μπορεί να βρεθούν και στον βλαστό, τους μίσχους, τα βράκτια φύλλα και το πίσω μέρος της κεφαλής σε σοβαρές προσβολές.

Προκαλεί μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας, του μεγέθους των σπόρων, του βάρους των 1000σπόρων, της σχέσης κέλυφος/ενδοσπέρμιο και κατά συνέπεια της απόδοσης. Όταν η προσβολή επεκτείνεται και στα ανώτερα φύλλα, τότε οι απώλειες είναι μεγαλύτερες, λόγω της αντίστοιχης μεγαλύτερης ικανότητάς τους για φωτοσύνθεση.

Η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της ασθένειας. Καταστροφή των ζιζανίων, των φυτών εθελοντών και των άγριων ειδών του ηλίανθου συντελεί στη μείωση του μολύσματος. (2,5)



Εικόνα 11. Πρώιμη προσβολή από Αλτερνάρια, με την εμφάνιση κηλίδων που περιβάλλονται από κλωρωτική άλω (Φωτολίβος Δράμας, 17-05-2011).

Εικόνα 12. Κηλίδες στο στέλεχος νεαρών φυτών, που οφείλονται σε προσβολή από Αλτερνάρια.

Εικόνα 13. Υπόλευκες κηλίδες στα κάτω φύλλα λόγω προσβολής από Σεητορίαση,



Εικόνα 14. Προσβολή από ωίδιο .

Εικόνα 15. Κηλίδα στη βάση του στελέχους που οφείλεται σε προσβολή από Σκλεροτίνια

Εικόνα 16. Η προσβολή από Σκλεροτίνια χαρακτηρίζεται από την παρουσία μαύρων σκληρωτίων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό σημείο του βλαστού το οποίο έχει προσβληθεί από την ασθένεια.

➤Λευκή σκωρίαση (White Rust)

Το παθογόνο αίτιο είναι ο μύκητας των Peronosporales, *Albugo tragopogonis*.

Για το λόγο αυτό τα συμπτώματά του συνδέονται πιο πολύ με τον περονόσπορο. Το πρώτο χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι υπερυψωμένες κιτρινοπράσινες κηλίδες στην πάνω επιφάνεια του φύλλου, συνήθως στο ακραίο τμήμα. Στην κάτω επιφάνεια του φύλλου σχηματίζονται κρεμώδεις λευκές φλύκταινες, διαμέτρου περίπου 1 cm. Επίσης μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο στέλεχος τους μίσχους, τα βράκτια φύλλα και το πίσω μέρος της κεφαλής με διαφορετικά συμπτώματα (σκούρες ελαιώδεις κηλίδες).

Η χρήση των επεξεργασμένων σπόρων (*metalaeryl* και *metaoxam*) προστατεύουν τα φυτά μέχρι κάποιο χρονικό διάστημα. Συμπληρωματικά προτείνεται, η καταστροφή των ξενιστών του (ζιζάνια, φυτά εθελοντές) και αμειψισπορά.

Επειδή τα συμπτώματα της ασθένειας μοιάζουν με αυτά του περονόσπορου, στη συνέχεια αναφέρονται τρία χαρακτηριστικά που βοηθούν στη διάκριση των δύο ασθενειών :

- Ο περονόσπορος δεν προκαλεί φλύκταινες όπως η λευκή σκωρίαση.
- Η λευκή σκωρίαση δεν προκαλεί βράχυνση του βλαστού.
- Τα σπόρια της λευκής σκωρίασης, χαρακτηρίζονται από κρούστα κρεμ χρώματος, ενώ στον περονόσπορο εμφανίζεται λευκή εξάνθηση. (5,2)

➤Αλτερνάρια

Διάφορα είδη του γένους *Alternaria* έχουν αναφερθεί ότι προσβάλλουν τον ηλίανθο, αλλά το κυριώτερο είναι το *Alternaria helianthi*. Η ασθένεια ευνοείται σε θερμά κλίματα με πολλές βροχές. Οι ζημιές από την προσβολή του φυλλώματος είναι αμελητέες σε σχέση με αυτές που προκαλούνται από την προσβολή του στελέχους. Οι απώλειες στην απόδοση οφείλονται στη μείωση της διαμέτρου της κεφαλής και του βάρους των 1000σπόρων.

Παράλληλα μειώνεται και η ελαιοπεριεκτικότητα.

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας προτείνεται η χρήση ανεκτικών υβριδίων, η εφαρμογή αμειψισποράς, η καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων, η αλλαγή του τρόπου άρδευσης και ο έλεγχος των ζιζανίων και των φυτών εθελοντών.

➤Σεπτορίαση

Το παθογόνο αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας *Septoria helianthi*, προσβολή του οποίου παρατηρήθηκε στη χώρα μας την καλλιεργητική περίοδο 2011. Εμφανίζει συμπτώματα στα κατώτερα φύλλα και βαθμιαία εξαπλώνεται στα ανώτερα, υπό τη μορφή μικρών κιτρινοπράσινων κηλίδων

Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η προοδευτική ξήρανση και πτώση των φύλλων κυρίως του κατώτερου μισού του βλαστού, αλλά και η έντονη παρουσία κηλίδων στα ανώτερα φύλλα του φυτού. Η αμειψισπορά και η καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων είναι μέτρα που

προτείνονται για την αντιμετώπισή της.

➤ **Ωίδιο (*Powdery Mildew*)**

Οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe cichoracearum.*, χαρακτηρίζεται από την παρουσία λευκών επανθήσεων στα φύλλα που αργότερα γίνονται γκριζοκαστανές οι οποίες ανάλογα των συνθηκών εξαπλώνονται και μπορεί να εμφανιστούν σε όλα τα εναέρια πράσινα μέρη του φυτού.

Τα ωίδια ευνοούνται από την παρουσία πλούσιας φυλλικής επιφάνειας που εμποδίζει τον αερισμό. Οψιμες αρδεύσεις σε καλλιέργειες ηλιάνθου με πλούσιο φύλλωμα, οδηγούν συχνά στην προσβολή ωιδίου. Γενικότερα η ασθένεια δεν παρουσιάζει οικονομικό ενδιαφέρον.

2.4.3.3. Ασθένειες στελέχους και ριζικού συστήματος

➤ **Σκλεροτίνια**

Η ασθένεια αυτή αναφέρεται σχεδόν σε όλες τις χώρες που καλλιεργείται ο ηλιάνθος. Το 2011 παρατηρήθηκε και στη χώρα μας, Σε παγκόσμιο επίπεδο θεωρείται η πιο καταστρεπτική ασθένεια του ηλιάνθου. Το παθογόνο αίτιο οφείλεται στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Άρδευση ή βροχή σε συνδυασμό με δροσερές νύχτες ευνοούν την ανάπτυξή του. Προσβάλλει τον ηλιάνθο σε διαφορετικά στάδια με διαφορετικά συμπτώματα όπως:

- Σήψη ρίζας και στελέχους (*Sclerotinia Wilt*).
- Σήψη μεσαίου τμήματος του στελέχους.
- Σήψη κεφαλών

Κρίσιμη περίοδος προσβολής από την ασθένεια είναι το διάστημα μεταξύ τριών εβδομάδων πριν την έναρξη της άνθησης έως το τέλος της άνθησης .

Σοβαρές ζημιές στην απόδοση και την ελαιοπεριεκτικότητα, προκαλεί η πρώτη περίπτωση, της σήψης των ριζών και του στελέχους. Τα μολυσμένα φυτά πεθαίνουν γρήγορα Η σήψη της κεφαλής είναι ανύπαρκτη τα ξηρά έτη, ενώ σε υγρές χρονιές οι ζημιές είναι αρκετά μεγάλες τόσο στην απόδοση, όσο και στην ποιότητα (αυξάνεται η οξύτητα των σπόρων).

Η Σκλεροτίνια που προκαλεί την σήψη του στελέχους και των ριζών, είναι μια ασθένεια που παρουσιάζει δυσκολίες στη διαχείρισή της, διότι έχει ευρύ φάσμα ξενιστών. Για τον περιορισμό της εμφάνισής της προτείνεται αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά, καλαμπόκι και σόργο. Υβρίδια με καλό επίπεδο αντίστασης είναι διαθέσιμα.

Για την αντιμετώπιση της Σκλεροτίνια που προκαλεί σήψη της κεφαλής, πολύ καλά αποτελέσματα δίνει ο βιολογικός έλεγχος της ασθένειας με μικροοργανισμούς που καλούνται μυκοπαράσιτα . Συμπληρωματικά μέτρα για την αντιμετώπιση της Σκλεροτίνια είναι η καταστροφή των ζιζανίων και η αποφυγή υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης. (21)

➤ **Μακροφομίνια**

Ασθένεια με μεγάλη σημασία στις ξηρές περιοχές του κόσμου, συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας όπου φαίνεται να αναδεικνύεται ως η σημαντικότερη ασθένεια, τουλάχιστον

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

ως προς την έκταση των προσβολών, οι οποίες παρατηρήθηκαν την καλλιεργητική περίοδο 2010 και ιδιαίτερα αυτή του 2011, όπου λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών που επικράτησαν, το ποσοστό προσβολής σε ορισμένα χωράφια ανήλθε στο 90%, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την ευαισθησία του υβριδίου. Προκαλείται από τον μύκητα εδάφους *Macrophomina phaseolina* ο οποίος έχει 400 περίπου ξενιστές, συμπεριλαμβανομένου του ηλίανθου, καλαμπόκι, σόγια, φασόλι κ.α. Το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της ασθένειας είναι η πρόωρη ξήρανση των φυτών, τα οποία εμφανίζονται σαν καμμένα.

Η ασθένεια παρατηρείται κυρίως σε στεγνά (αμμουδερά) χωράφια.

Στο ίδιο χωράφι, όπου υπάρχει στεγνό έδαφος, τα φυτά είναι πιο ευάλωτα στην προσβολή από Μακροφομίνα, με αποτέλεσμα το τμήμα αυτό του αγρού να εμφανίζεται πρόωρα ξηραμένο, σε σύγκριση με το υπόλοιπο που παραμένει πιο πράσινο. Αιτιώδης παράγοντας της ασθένειας όπως θεωρείται από πολλούς ερευνητές, είναι μια κατάσταση στρες των φυτών που προκαλείται από άλλα παθογόνα, έντομα ή ξηρασία του εδάφους. Το πρώτο χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας που χρονικά εμφανίζεται στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης είναι ο αποχρωματισμός της βάσης του στελέχους στο σημείο του εδάφους, με την εμφάνιση κηλίδας χρώματος κόκκινο-καφέ που έχει ασαφή περιθώρια.

Η ασθένεια μπορεί να συνυπάρχει στο ίδιο φυτό και με άλλες ασθένειες του βλαστού, κυρίως Φόμα και Φόμοψη.

Η ασθένεια μπορεί να εγκαθίσταται στη ρίζα στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου, αλλά τα συμπτώματα δεν εκδηλώνονται πριν την άνθηση Καθετί που προκαλεί βλάβη ή στρες στα φυτά του ηλίανθου, προδιαθέτει για την προσβολή τους από την Μακροφομίνα.

Η ασθένεια επηρεάζει αρνητικά το μέγεθος της κεφαλής, τον αριθμό των σπόρων/κεφαλή, το βάρος των 1000 σπόρων και την ελαιοπεριεκτικότητα. Ωστόσο επειδή τα συμπτώματα εμφανίζονται την περίοδο της φυσιολογικής ωρίμανσης και μετέπειτα, η δυσμενής επίπτωση στην απόδοση δεν είναι σημαντική. Αγροί με ποσοστό προσβολής 80-90% την περίοδο της συγκομιδής απέδωσαν έως 400κιλά/στρ. το 2011.

Η πρόωμη σπορά, η αμειψισπορά, η ισορροπημένη λίπανση και η επαρκής άρδευση ώστε να διατηρείται η εδαφική υγρασία μετά την άνθηση, ιδιαίτερα σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, συντελούν στην αντιμετώπιση της ασθένειας. (5,8)

➤ Φόμα

Προκαλείται από τον εδαφογενή μύκητα *Phoma macdonaldii* και χαρακτηρίζεται από μεγάλες μαύρες κηλίδες στο στέλεχος, που κάποιες φορές φτάνουν τα 6cm σε μήκος και έχουν σχήμα ασπίδας. Τα συμπτώματα της ασθένειας μοιάζουν με αυτά που προκαλούνται από την Φόμοψη, διαφέρουν όμως από την τελευταία, διότι οι κηλίδες της έχουν χρώμα γυαλιστερό μαύρο, με σαφή όρια διάκρισης από τους πράσινους ιστούς.

Οι μολύνσεις από την Φόμα μπορεί να συμβούν νωρίς κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, αλλά τα συμπτώματα να φανούν αργότερα, κατά ή μετά την άνθηση. Θερμοκρασία

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

25 °C και υγρές συνθήκες την περίοδο αυτή (κατά ή μετά την άνθηση), ευνοούν στην εξάπλωση της ασθένειας. Τα προσβεβλημένα φυτά παράγουν μικρότερες κεφαλές, με μειωμένη απόδοση σε σπόρο (ως 30%) και λάδι (ως 10%), ενώ ωριμάζουν 2-3 εβδομάδες νωρίτερα.

Δεν υπάρχει κάποιο μέτρο που να είναι πλήρως αποτελεσματικό για την αντιμετώπιση της ασθένειας. Τετραετής τουλάχιστον αμειψισπορά με άλλες καλλιέργειες, μειώνει τον πληθυσμό του μύκητα στο έδαφος. Στα συμπληρωματικά μέτρα διαχείρισης εντάσσονται η καταστροφή και το θάψιμο των φυτικών υπολειμμάτων, η ισορροπημένη λίπανση αζώτου και η κανονική πυκνότητα φυτών .

Τα επιφανειακά, ρηχά εδάφη, φαίνονται να πλήττονται περισσότερο, επιταχύνοντας την ξή-
ρανση των φυτών. Μερικά υβρίδια είναι πιο ανθεκτικά από άλλα.

➤Φόμοψη

Το παθογόνο αίτιο της ασθένειας είναι ο μύκητας *Phomopsis helianthi* .

Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι οι μεγάλες ανοικτοκαστανές κηλίδες, που εξελίσσονται σε έλκη πάνω στο στέλεχος.

Η ασθένεια προκαλεί απώλειες στην απόδοση που φτάνουν τα 50-100κιλ/στρ.

Η διαχείριση της ασθένειας γίνεται με:

- Επιλογή ανθεκτικών υβριδίων
- Καταστροφή και θάψιμο των φυτικών υπολειμμάτων.
- Αποφυγή πυκνής φύτευσης .
- Εγκεκριμένα μυκητοκτόνα

➤Βερτισιλλίωση

Προκαλείται από τον εδαφογενή μύκητα *Verticillium dahliae*. Τα συμπτώματα που προκαλεί είναι νέκρωση μεταξύ των νευρώσεων των φύλλων με κλωρωτικά περιθώρια. Τα συμπτώματα είναι πιο εμφανή κατά την ανθοφορία,

Φυτά ηλίανθου που προσβάλλονται από την ασθένεια πριν την πλήρωση των σπόρων, υπόκεινται σε μείωση της απόδοσης εξαιτίας του μικρότερου μεγέθους των κεφαλών και του βάρους των 1000 σπόρων.

Η διαχείριση της ασθένειας βασίζεται στη χρήση ανθεκτικών υβριδίων και την εφαρμογή αμειψισποράς.

2.4.3.4. Βακτηριολογικές και ιολογικές ασθένειες

Διάφορα βακτήρια εμφανίζονται σποραδικά και γενικά δεν θεωρούνται σοβαρές ασθένειες του ηλίανθου. Από τα βακτήρια *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas solanacearum* και *Agrobacterium tumefaciens*, τα δύο πρώτα φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη σημασία για τον ηλίανθο.

Από τις ιολογικές ασθένειες το μωσαϊκό του ηλίανθου είναι η κυριώτερη. Τα συμπτώματα που προκαλεί είναι μωσαϊκό, χλωρωτικοί δακτύλιοι, χλώρωση των νευρώσεων, νέκρωση των φύλλων και του στελέχους, επιμήκυνση των φύλλων, παραμόρφωση του ελάσματος και θάνατος του πάνω μέρους του φυτού. (5,9)

2.4.3.5. Μη παρασιτικές ασθένειες

➤ Ξηρά νέκρωση των βρακτίων

Δεν οφείλεται σε παθογόνο. Εμφανίζεται όταν παρατηρείται υψηλή θερμοκρασία (ξαφνική αύξηση της θερμοκρασίας >37°), κατά τις μέρες πριν την άνθηση. Αν εμφανιστεί στην αρχή της άνθησης και παράλληλα η εξάπλωσή του είναι γρήγορη τότε η κεφαλή γίνεται μικρή και

➤ «Κάψιμο» των σπόρων

Οι υψηλές θερμοκρασίες η απότομη άνοδος της θερμοκρασίας και η έντονη ηλιοφάνεια, είναι δυνατόν να επηρεάσουν τους σπόρους, προκαλώντας μαύρισμα (κάψιμο) που συνοδεύεται από ολοκληρωτική ή εν μέρει απουσία του ενδοσπερμίου. Το φαινόμενο αυτό δημιουργείται κατά τη φάση πλήρωσης των σπόρων, στα άνθη της κεφαλής που είναι άμεσα εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία. (2)

2.4.3.6. Γενικά μέτρα αντιμετώπισης των ασθενειών

Ως γενικά μέτρα για τον έλεγχο των περισσότερων ασθενειών του ηλίανθου προτείνονται τα εξής:

- Σπορά ανθεκτικών υβριδίων
- Τετραετής τουλάχιστον αμειψισπορά.
- Καταστροφή και θάψιμο των φυτικών υπολειμμάτων. Τα στελέχη του ηλίανθου είναι εύθραυστα και αποσυντίθενται γρήγορα μετά το όργωμα.
- Επεξεργασμένοι σπόροι (metalaxyl ή mefanoxam, fludioxonil) για τον έλεγχο εδαφογενών μυκήτων, κυρίως για τον έλεγχο του περονόσπορου.
- Αποφυγή πυκνής σπορά και υπερβολικού N.
- Εφαρμογή μυκητοκτόνων. (5)

2.5..Συγκομιδή, ξήρανση & αποθήκευση

2.5.1. Συγκομιδή

2.5.1.1. Εποχή και στάδιο συγκομιδής του ηλίανθου

Μετά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης τα φυτά χάνουν βαθμιαία το πράσινο χρώμα τους. Τα φύλλα κιτρινίζουν ενώ τα βράκτια φύλλα της κεφαλής προοδευτικά ξηραίνονται.

Όσο πλησιάζουμε προς την συγκομιδή τα φύλλα ξηραίνονται ξεκινώντας από την βάση του φυτού, και συνεχίζεται η ξήρανση των βρακτίων φύλλων και των υπολειμμάτων των

ανθέων που είναι προσκολλημένα στους σπόρους.

Η συγκομιδή του ηλιάνθου δεν πρέπει να γίνει ούτε πολύ νωρίς, διότι δυσχεραίνεται η διαδικασία της και το συγκομιζόμενο προϊόν έχει υψηλή υγρασία που παρουσιάζει δυσκολία στην αποθήκευση, αλλά ούτε και πολύ αργά, όταν οι σπόροι έχουν ξεραθεί πολύ, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώλειες. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του σταδίου της φυσιολογικής ωρίμανσης και της έναρξης των «αλωνιών», είναι περίπου 25 μέρες. Αυτό σημαίνει ότι αν σε μια περιοχή, η φυσιολογική ωρίμανση εμφανίζεται στις 20 Ιουλίου, τότε τα «αλώνια» θα ξεκινήσουν περίπου στις 15 Αυγούστου. Πράγματι στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας, η έναρξη της συγκομιδής γίνεται την περίοδο του Δεκαπενταύγουστου, κορυφώνεται το 2^ο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου και τελειώνει περίπου στα μέσα Σεπτεμβρίου. (2.3)

2.5.1.2. Διαδικασία συγκομιδής

Η συγκομιδή του ηλιάνθου γίνεται με τις σύγχρονες πλέον θεριζοαλωνιστικές μηχανές του καλαμποκιού που φέρουν ειδικά μαχαίρια για τον ηλιάνθο (ηλιομάχαιρα). Στις μηχανές αυτές όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις για τον αλωνισμό γίνονται αυτόματα με την επιλογή της ένδειξης «suntlower» στον ηλεκτρονικό πίνακα που βρίσκεται στην καμπίνα του οδηγού της μηχανής. Ακολουθεί η παράδοση του προϊόντος στους τόπους συγκέντρωσης, που περιλαμβάνει την ζύγιση και την μέτρηση της υγρασίας. Από κει μεταφέρεται στις μονάδες μεταποίησης για την επεξεργασία του. Τα πρότυπα εμπορίας του ηλιάνθου είναι, υγρασία 9% και ξένες ύλες 2%.

Η συγκομιδή θεωρείται αποτελεσματική, όταν οι αλωνισμένες κεφαλές που βγαίνουν μαζί με τα υπολείμματα του στελέχους από το πίσω μέρος της μηχανής, παραμένουν ολόκληρες ή το πολύ σε 2-3 κομμάτια. Μετά την συγκομιδή του ηλιάνθου σημαντικό μέρος του στελέχους παραμένει στο χωράφι μαζί με τα θρυμματισμένα φυτικά υπολείμματα που πέρασαν μέσα από την θεριζοαλωνιστική μηχανή. Τα φυτικά υπολείμματα πρέπει να καταστρέφονται και να θάβονται, διότι αποτελούν εστία μόλυνσης πολλών μυκητολογικών ασθενειών του ηλιάνθου. (2)

Οι απώλειες κατά τη συγκομιδή οφείλονται στους εξής λόγους:

- Καθυστερήση της συγκομιδής με αποτέλεσμα την ξήρανση των σπόρων.
- Υπερβολική ταχύτητα της μηχανής (> 7 κλμ/ώρα).
- Ανομοιομορφία της καλλιέργειας ως προς το ύψος των φυτών, τη διάμετρο των κεφαλών και την υγρασία των σπόρων.
- Ακατάλληλος εξοπλισμός και κακή ρύθμιση των συστημάτων της μηχανής



Εικόνα 1. Έναρξη της πρόωρης ξήρανσης σε ορισμένο σημείο του αγρού.

Εικόνα 2. Κεφαλή ηλιάνθου με υγρασία 22 % όσο προχωράει η ξήρανση των βρακτίων φύλλων τόσο μειώνεται η υγρασία των σπόρων.

Εικόνα 3. Εξέλιξη της ξήρανσης των ανθέων που παραμένουν προσκολλημένα ως την συγκομιδή.

Εικόνα 4. Κεφαλή ηλιάνθου με υγρασία



Καλλιέργεια ηλίανθου προς αλωνισμό



Συγκομιδή ηλίανθου

2.5.2. Αποθήκευση

2.5.2.1. Παράγοντες που εξασφαλίζουν επιτυχή αποθήκευση

Η αποθήκευση του ηλίανθου, είναι δυσκολότερη από αυτή των δημητριακών (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι), γιατί ο ηλιόσπορος αναπνέει περισσότερο από τους καρπούς των δημητριακών και η συχνή παρουσία ξένων υλών που τον συνοδεύει, είναι δυνατόν να δημιουργήσει συσσωματώματα στο χώρο αποθήκευσης, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται ο αερισμός. Παράλληλα ο ηλίανθος περιέχει σημαντική ποσότητα λαδιού, που επιβάλλει χαμηλότερη υγρασία αποθήκευσης(6)

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για επιτυχή αποθήκευση έχουν ως εξής:

- Καθαρισμός του χώρου αποθήκευσης.
- Καθαρισμός των ηλιόσπορων.
- Αποθήκευση ξηρού ηλιόσπορου.
- Έλεγχος της θερμοκρασίας με εξαερισμό.
- Συχνός έλεγχος των σπόρων



Χώρος συγκέντρωσης ηλίόσπορου.

. Θρυμματισμένα κεφάλια μετά την συγκομιδή, αποτέλεσμα κακής ρύθμισης των συστημάτων τη; θεριζοσυνθλιπτικής μηχανής.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

Μετά την συγκομιδή του ηλίανθου, σημαντικό μέρος των φυτικών υπολειμμάτων παραμένει στον αγρό. Απώλειες σπόρων κατά τη συγκομιδή. Οι σπόροι αυτοί αποτελούν πηγή δεξαμενής για φυτά εθελοντ».



59

Απώλειες σπόρων κατά τη συγκομιδή. Οι σπόροι αυτοί αποτελούν πηγή δεξαμενής για φυτά εθελοντές

2.5.2.2. Απεντόμωση αποθηκευμένου ηλίανθου

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος απεντόμωσης, χωρίς να αφήνει υπολείμματα στους σπόρους, είναι υποκαπνισμός με φωσφίνη. Η εφαρμογή της φωσφίνης επειδή πρόκειται για πάρα πολύ επικίνδυνο αέριο, επιτρέπεται μόνο από εξουσιοδοτημένο συνεργείο απολυμάνσεων. (6)

2.5.3. Ξήρανση

Η ξήρανση του ηλίανθου γίνεται όταν η υγρασία των σπόρων είναι σε τέτοια επίπεδα, που δεν επιτρέπουν την ασφαλή αποθήκευσή του. Στη χώρα μας λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, η πλειονότητα του ηλίανθου συγκομίζεται με κανονικά επίπεδα υγρασίας (8-10%). Όταν απαιτείται ξήρανση αυτή μπορεί να γίνει είτε με φυσικό τρόπο, είτε με μηχανήματα ξήρανσης που βασίζονται στην παροχή αέρα. Ο ηλίανθος ξηραίνεται εύκολα, λόγω του χαμηλού ειδικού βάρους και των μεγάλων πόρων που υπάρχουν μεταξύ των σπόρων, που επιτρέπει την εύκολη ροή του αέρα. Η ξήρανση μπορεί να διαρκέσει από τρεις ως έξι εβδομάδες ανάλογα με την υγρασία των σπόρων, την εξωτερική θερμοκρασία και τον αερισμό. (9)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΡΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ –ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ

Οι αγροτικές καλλιέργειες αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή νερού στη χώρα(ποσοστό 84% στις καταναλωτικές χρήσεις). Στο σημείο αυτό, όπως και σε πολλά άλλα, η χώρα μας διαφέρει σημαντικά από άλλες χώρες της ΕΕ. Η διαφορά αυτή δεν υποδηλώνει, όπως πολλοί ισχυρίζονται, χαμηλό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης σε σχέση π.χ. με χώρες του Ευρωπαϊκού Βορρά. Είναι αποτέλεσμα κλιματολογικών συνθηκών και αποτελεί μόνιμη και αναπόφευκτη χαρακτηριστική διάσταση της διαχείρισης των υδατικών πόρων της Ελλάδας, στο βαθμό που η γεωργία παραμένει ως μια από τις σημαντικές παραγωγικές δραστηριότητες της χώρας.(11)

Άρδευση είναι η παροχή πρόσθετου νερού στις καλλιέργειες, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες τους σε νερό και να πραγματοποιηθεί κανονική ανάπτυξη και απόδοση τους. Ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζεται το νερό στο χωράφι ονομάζεται μέθοδος άρδευσης.

Ως εύρος άρδευσης εννοούμε το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων. Κριτήριο καθορισμού του αποτελεί ή υδατοκατανάλωση.

Διάρκεια άρδευσης ορίζεται ο χρόνος από την έναρξη μέχρι και τη λήξη κάθε άρδευσης.

Με τον όρο αρδευτική περίοδος εννοούμε το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την πρώτη έως την τελευταία εφαρμογή άρδευσης στη διάρκεια του ημερολογιακού έτους.

Υπάρχει πληθώρα μεθόδων άρδευσης που όμως όλες εντάσσονται σε τρεις μεγάλες ομάδες. Υπάρχουν οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης, η άρδευση με τεχνητή βροχή και η πιο σύγχρονη η άρδευση με σταγόνες.

Η επιλογή μιας από αυτές τις μεθόδους είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων.

Αυτοί είναι το κλίμα, το έδαφος, το είδος του φυτού και ο τρόπος καλλιέργειας, η διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα νερού, το διαθέσιμο εργατικό προσωπικό και τεχνικό δυναμικό, το επίπεδο ανάπτυξης των αγροτών και το κόστος των διάφορων μεθόδων άρδευσης(13)

3.1.1. Άρδευση με ελεύθερη ροή-Επιφανειακή

Το σύστημα άρδευσης μ' ελεύθερη ροή του νερού στο έδαφος παρουσιάζει τα παρακάτω βασικά μειονεκτήματα :

- α) Απαιτείται κατά την άρδευση η παρουσία του καλλιεργητή ώστε να κατευθύνεται το νερό στον προορισμό του.
- β) Απαιτούνται κατάλληλα αυλάκια για τη ροή του νερού.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλιάνθου

γ) Όταν το έδαφος έχει μεγάλη απορροφητικότητα έχουμε μεγάλη απώλεια νερού, αφού αυτό ξεπερνάει σε βάθος το ριζικό σύστημα των φυτών και δεν εξυπηρετεί κανένα σκοπό, ενώ ταυτόχρονα παρασύρει και το λίπασμα σε αδικαιολόγητα μεγάλο βάθος όπου δεν εξυπηρετείται το φυτό.

δ) Δεν επιδέχεται διάταξη αυτόματης λειτουργίας.

ε) Όταν το έδαφος δεν έχει την αναγκαία απορροφητικότητα (αργιλώδες κλπ), το νερό φεύγει χωρίς να επιτυγχάνεται η επιδιωκόμενη άρδευση, αφού το έδαφος δεν προλαβαίνει ν' απορροφήσει την απαιτούμενη ποσότητα νερού.

στ) Όταν το έδαφος παρουσιάζει μεγάλη κλίση, είναι δύσκολη η συγκράτηση του νερού εκεί που θέλει ο καλλιεργητής. Γι' αυτούς τους λόγους η μέθοδος αυτή τείνει να εγκαταλειφθεί. (11,12)

3.1.2. Άρδευση με καταιονισμό (τεχνητή βροχή)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα στην άρδευση. Στην άρδευση με τεχνητή βροχή (καταιονισμό) υπάρχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα :

A. Πλεονεκτήματα τεχνητής βροχής:

α) Εξυπηρετείται η άρδευση σε μη ομαλά εδάφη.

β) Είναι εύκολη η αυτόματη λειτουργία και γενικά η λειτουργία χωρίς παρακολούθηση.

γ) Γίνεται οικονομία νερού σε εδάφη με μεγάλη απορροφητικότητα (αμμώδη κλπ).

δ) Είναι δυνατή η άρδευση με μικρή απορροφητικότητα, αφού το νερό πέφτει σε μικρές δόσεις και προλαβαίνει το έδαφος να το απορροφήσει.

ε) Εξασφαλίζεται ομοιομορφία άρδευσης.

στ) Μπορούμε να αρδεύσουμε τη έκταση σε πυκνά χρονικά διαστήματα με μικρές ποσότητες νερού.

ζ) Μπορούμε να εξυπηρετήσουμε τις αρδευτικές μας ανάγκες με μικρή παροχή.

η) Έχουμε ολοκληρωτική αξιοποίηση του λιπάσματος. (13,16)

• Μειονεκτήματα τεχνητής βροχής

Τα μειονεκτήματα της τεχνητής βροχής είναι τα ακόλουθα:

α) Η επίδραση του αέρα στον καταιονισμό που θα είχε σαν συνέπεια να μεταβάλλει το αποτέλεσμα από σημείο σε σημείο ή και να διώξει το νερό από την αρδευόμενη έκταση.

β) Οι δυσμενείς επιδράσεις του νερού στο φύλλωμα και στην ανθοφορία των δένδρων και κυρίων των δένδρων που έχουν ψεκαστεί για περονόσπορο, μελίγκρα κλπ, αφού η τεχνητή βροχή απομακρύνει επικίνδυνα τα φυτοφάρμακα από τα δένδρα.

γ) Η δυσμενής επίδραση στα φυλλώματα, νερού με μεγάλη σκληρότητα.

δ) Το φράξιμο των οπών των καταιονηστήρων (μπεκ) από άμμο, σκουπίδια κλπ, καθώς και την εκ των έξω είσοδο σαλιγκαριών.

ε) Όταν πρόκειται για δενδροκαλλιέργειες όπου τα δένδρα διατηρούν σημαντικές αποστάσεις

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

μεταξύ τους με την τεχνητή βροχή αρδεύεται πρόσθετο έδαφος που δεν περιέχει αξιόλογες ρίζες δένδρων και κάτω από άλλες συνθήκες θα ήταν περιττή (και δαπανηρή) η άρδευσης τέτοιων τμημάτων ενός αγροκτήματος.

στ) Δεν προσφέρεται για άρδευση μέσα σε θερμοκήπια. (11,13)

3.1.3. Άρδευση με σταγόνες

Η άρδευση αυτή είναι η πιο οικονομική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως σε δενδροκαλλιέργειες, σε θερμοκήπια και σε μεγάλες καλλιέργειες όπου η τεχνητή βροχή παρουσιάζει τα προβλήματα που προαναφέραμε. Τα μπεκ της άρδευσης είναι μικρά και βγάζουν το νερό κοντά στις ρίζες των φυτών με μορφή σταγονιδίων ή με ψεκασμό σε ακτίνα 10-15 εκατοστών. Όμως κι αυτά τα ακροφύσια (μπεκ) διατρέχουν τον κίνδυνο να βουλώσουν από φερτές ύλες. Σ' αυτή τη μέθοδο επιβάλλεται η χρήση φίλτρου και η κατά διαστήματα παρακολούθηση της ροής, ώστε να προλαμβάνονται οι συνέπειες μιας διακοπής στη ροή του νερού. Ιδανικότερη θεωρείται σ' αυτή την περίπτωση η άρδευση σε καθημερινή βάση σε μικρά χρονικά διαστήματα, ώστε να μην προλαβαίνουν να ξεραθούν μέσα στο μπεκ οι φερτές ύλες.

Σ' αυτό μπορεί να μας βοηθήσει ένας ηλεκτρικός ωρολογιακός χρονοδιακόπτης όταν υπάρχει διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

Και αυτή η μέθοδος παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι απλώνονται στο χώρο πολλοί εξωτερικοί έρποντες σωλήνες μικρής διαμέτρου, που ενώ προσφέρονται στην επέμβαση τρίτων (καταστροφή ή κλοπή σωλήνων και μπεκ όταν το κτήμα δεν φυλάσσεται) δυσχεραίνουν τις καλλιέργειες με μηχανικά μέσα (οργώματα - φραιζαρίσματα). Οι σωλήνες της άρδευσης που τροφοδοτούνται από τον κεντρικό αγωγό, έχουν μικρή διάμετρο (10-30 χιλ.) και περνάνε από τις ρίζες των φυτών ή των δένδρων που θέλουμε ν' αρδεύσουμε.

Όταν γίνεται όρυγμα για τη μόνιμη εγκατάσταση του σωλήνα, πρέπει να έχει ελάχιστο βάθος 0,60 μ., ώστε να μην κινδυνεύει ο σωλήνας από καταστροφή κατά τη διάρκεια του οργώματος. Η διάμετρος των σωλήνων άρδευσης με σταγονίδια πρέπει αρχικά να είναι μεγαλύτερη που προοδευτικά θα μικραίνει ώστε να λειτουργούν όλα τα μπεκ με σταθερή πίεση. Πριν από την εγκατάσταση, πρέπει ο ενδιαφερόμενος να παίρνει πληροφορίες για την ποσότητα του νερού που βγαίνει από ένα μπεκ και τον αριθμό των μπεκ που πρέπει να τροφοδοτηθούν από κάθε διάμετρο σωλήνα (12.16.26)

3.2.-ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ-ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

3.2.1. Γενικά

Γενική είναι η διαπίστωση ότι το υφιστάμενο σήμερα καθεστώς στον τομέα των αρδεύσεων οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη νερού. Τα αίτια είναι πολλά, με βασικότερο τον μη επακριβή προσδιορισμό των σε νερό άρδευσης αναγκών των καλλιεργειών

ΜΑΛΕΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

Οι καλλιέργειες, όταν έχουν στη διάθεσή τους νερό χωρίς κανένα περιορισμό, καταναλώνουν ποσότητες οι οποίες ρυθμίζονται από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που τις περιβάλλει. Αυτό οδηγεί στη μεγιστοποίηση της βλάστησης, που δε σημαίνει κατ' ανάγκη μεγιστοποίηση και, πολύ περισσότερο, βελτιστοποίηση της απόδοσης. Το καίριο ερώτημα είναι τι προσδοκούμε από μια καλλιέργεια ·τη μεγιστοποίηση της φυτικής ύλης; τη μεγιστοποίηση της παραγωγής; ή τη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος; Το ύψος των σε νερό αναγκών μιας καλλιέργειας διαφοροποιείται ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό. Η γεωργία αποβλέπει στη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος και οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πρέπει να προσδιορίζονται σαν αυτές που αποφέρουν το μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος. Οι ανάγκες αυτές εκφράζονται από την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας. Ο σωστός υπολογισμός των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών πρέπει να βασίζεται στο τρίπτυχο

- (1) ακριβής υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας, που αποσκοπεί στο μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα κάτω από τις συνθήκες της περιοχής,
- (2) ακριβέστερος δυνατός υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και
- (3) αντιπροσωπευτικοί φυτικοί συντελεστές, κάτω από τις ελληνικές συνθήκες. (11,13,14)

3.2.2-Η ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

✓Εισαγωγικές έννοιες

Εξάτμιση (evaporation): η μετατροπή του νερού από την υγρή στην αέρια φάση

Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από:

1. τη φυσική διαθεσιμότητα του νερού
2. τη διαθεσιμότητα ενέργειας στην επιφάνεια
3. τη δυνατότητα διάχυσης των παραγόμενων υδρατμών στην ατμόσφαιρα

Διαπνοή (transpiration): η μετατροπή του νερού σε υδρατμούς που πραγματοποιείται στους πόρους της χλωρίδας, και ιδίως των φυλλωμάτων των φυτών (έδαφος - ρίζες - αγγειακό σύστημα - πόροι φυλλωμάτων - στόματα).

Δεδομένου ότι ο ρυθμός διαπνοής ελέγχεται από τα φυτά μέσω της ρύθμισης του ανοίγματος των στομάτων, η διαπνοή ελαττώνεται όταν η διαθεσιμότητα νερού είναι μικρή και μηδενίζεται κατά τη διάρκεια της νύκτας όπου η διαδικασία της φωτοσύνθεσης διακόπτεται και τα στόματα κλείνουν.

Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή: Η απευθείας εξάτμιση από το έδαφος και η διαπνοή γίνονται ταυτόχρονα στη φύση και είναι δύσκολο να διαχωριστούν οι υδρατμοί που παράγονται με τις δυο διεργασίες. Ως εκ τούτου, ο όρος εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration - ET)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

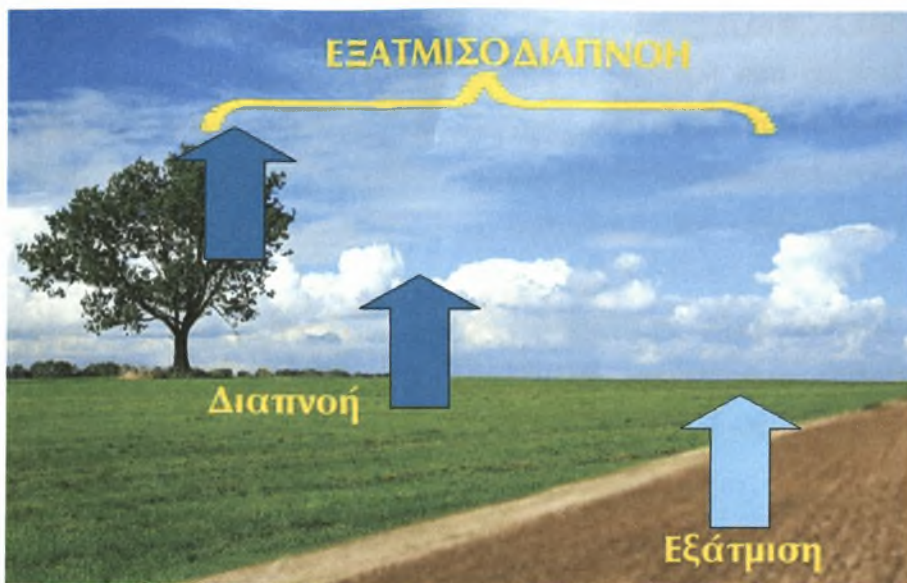
χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συνολική διεργασία μεταφοράς νερού στην ατμόσφαιρα από φυτοκαλυμμένες επιφάνειες.

Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή: Η ποσότητα εξατμισοδιαπνοής (potential evapotranspiration - *EPT* ή *PET*) που πραγματοποιείται σε πλήρως και ομοιόμορφα καλυμμένες με χλωρίδα επιφάνειες, κάτω από συνθήκες απεριόριστης διαθεσιμότητας νερού. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι πάντα μικρότερη (συνήθως πολύ μικρότερη τους θερινούς μήνες) ή το πολύ ίση με την δυνητική εξατμισοδιαπνοή.

Ο όρος εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration) περιγράφει το σύνολο των πραγματικών απωλειών νερού από την εξάτμιση υγρασίας των εδαφών και από τη διαπνοή της χλωρίδας.

Ως συνώνυμοι έχουν χρησιμοποιηθεί οι όροι εξατμοδιαπνοή και εξατμισοδιαπνοή.

Τα νερό εισέρχεται στα φυτά μέσω του ριζικού συστήματος, κυκλοφορεί μέσα από τους ιστούς και τελικά το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού (πάνω από 95%) αποδίδεται τελικά στην ατμόσφαιρα, μέσω της διαπνοής. Η κύρια έξοδος του νερού προς την ατμόσφαιρα είναι μικροσκοπικά ανοίγματα -που ονομάζονται στομάτια και υπάρχουν σε αριθμό που εξαρτάται από το είδος- στα φύλλα των φυτών. Έτσι το φυτό λειτουργεί ως μία αντλία που μεταφέρει νερό από το έδαφος στην ατμόσφαιρα. Στην πορεία το φυτό απορροφά τα θρεπτικά στοιχεία που είναι διαλυμένα στο νερό τα οποία όροι εξατμοδιαπνοή και εξατμισοδιαπνοή. Το νερό εισέρχεται στα φυτά μέσω του ριζικού και χρησιμοποιεί στο πλαίσιο των φυσιολογικών λειτουργιών του. Παράλληλα από την επιφάνεια του εδάφους εξατμίζεται νερό. Η εξατμισοδιαπνοή λοιπόν συμμετέχει ουσιαστικά στην μετακίνηση νερού προς την ατμόσφαιρα, αποτελώντας ένα σημαντικό μέρος του υδρολογικού ισοζυγίου ή αλλιώς κύκλου του νερού. Ακόμη, επειδή για τη λειτουργία του μηχανισμού της εξατμισοδιαπνοής απαιτείται η χρήση ενέργειας, αυτή αποτελεί σημαντικό μέρος και του ενεργειακού ισοζυγίου. Κάθε μόριο νερού απαιτεί μία ποσότητα ενέργειας για να μεταβεί από την υγρή στην αέρια κατάσταση (υδρατμός). Η ενέργεια που δίνει κίνηση στη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής προέρχεται κατά κύριο λόγο από τον ήλιο. (15,19,24)



Σχηματική παράσταση της εξατμισοδιαπνοής

Μέσω του αγγειώδους ιστού των φυτών το νερό κινείται από τις ρίζες προς τους βλαστούς για να καταλήξει στα φύλλα όπου υδρατμοί γεμίζουν τους διαθέσιμους μεσοκυττάριους χώρους. Τα στομάτια συνδέουν τους χώρους αυτούς με τον αέρα που περιβάλλει το φυτό δίνοντας έτσι τη δυνατότητα ανταλλαγής αερίων. Επειδή ο αέρας στους μεσοκυττάριους χώρους είναι συνήθως κορεσμένος σε υδρατμούς (περιέχει τη μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει για τις δεδομένες συνθήκες περιβάλλοντος) ενώ ο εξωτερικός ατμοσφαιρικός αέρας συνήθως δεν είναι, παρατηρείται διάχυση του υδρατμού από το εσωτερικό του φυτού προς την ατμόσφαιρα (όπου υπάρχει χώρος για υδρατμούς) . Αυτός είναι και ο κύριος μηχανισμός της διαπνοής. Στην συνέχεια το κενό που αφήνουν στους μεσοκυττάριους χώρους οι υδρατμοί που ελευθερώθηκαν στην ατμόσφαιρα, αναπληρώνεται από νερό των γειτονικών κυττάρων, αναπλήρωση που σταδιακά φθάνει έως τα κύτταρα των ριζών που με τη σειρά τους για να αναπληρώσουν το κενό απορροφούν νερό από το έδαφος. Αυτό ονομάζεται ρεύμα διαπνοής και είναι ο βασικός τρόπος εφοδιασμού των φυτών με νερό .

Μία παρόμοια κατάσταση διαδραματίζεται στο έδαφος με τους υδρατμούς που γεμίζουν τους πόρους που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια να μεταβαίνουν στην ατμόσφαιρα.

Ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες όπως είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η διάρκεια έκθεσης σε αυτή, η θερμοκρασία, η υγρασία και ο άνεμος. Ακόμη εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και η περιεκτικότητα αυτού σε υγρασία, το είδος και το βαθμό ανάπτυξης της κλωρίδας καθώς και το ποσοστό του εδάφους που καλύπτεται από αυτή. Για δεδομένο συνδυασμό εδάφους και φυτοκάλυψης (είδος και ποσοστό κάλυψης) η εξατμισοδιαπνοή αποτελεί ουσιαστικά έναν σύνθετο κλιματικό παράγοντα. (15,20,21,24)

✓Η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στην εξατμισοδιαπνοή έχει ως εξής:

- **Ηλιακή ακτινοβολία:** Η εξατμισοδιαπνοή γίνεται εντονότερη όσο αυξάνει η ένταση και ο χρόνος έκθεσης του συστήματος φυτά-έδαφος στην ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία εκτός από την άμεση παροχή ενέργειας ώστε να εξατμιστεί το νερό, επιδρά και σε όλους τους υπόλοιπους κλιματικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή.

- **Θερμοκρασία:** Η εξατμισοδιαπνοή γίνεται εντονότερη όταν αυξάνει η θερμοκρασία. Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν το άνοιγμα των φυτικών κυττάρων που ελέγχουν τα στομάτια με αποτέλεσμα την εντονότερη μεταφορά υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Ο μηχανισμός αυτός βοηθά και στην ψύξη των φυτών

- **Σχετική υγρασία:** Όσο αυξάνει η σχετική υγρασία του αέρα τόσο ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής μειώνεται. Μεγαλύτερη σχετική υγρασία σημαίνει ότι ο αέρας πλησιάζει στον κορεσμό όσο αφορά τη δυνατότητα συγκράτησης υδρατμών και επομένως έχει λιγότερο χώρο για νέες ποσότητες από αυτούς.

- **Άνεμος:** Εντονότερη κίνηση του αέρα προκαλεί εντονότερη εξατμισοδιαπνοή. Αυτό σχετίζεται βασικά με την υγρασία του αέρα μια και ο άνεμος συντελεί στην απομάκρυνση από τις επιφάνειες του αέρα που έχει δεχθεί ήδη μεγάλες ποσότητες υδρατμών και έτσι πλησιάζει στον κορεσμό και αντικατάστασή του με ξηρότερο αέρα από άλλες περιοχές της ατμόσφαιρας.

- **Εδαφική υγρασία:** Όταν δεν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος, τα φυτά καταπονούνται και διαπνέουν μικρότερες ποσότητες νερού. Αυτό σημαίνει και το ότι μικρότερες ποσότητες θρεπτικών συστατικών εισέρχονται στα φυτά αλλά και το ότι καταπονούνται θερμικά. Εάν η κατάσταση αυτή διαρκέσει τα φυτά υπόκεινται σε φυσιολογικές μεταβολές παράγουν λιγότερο και έχουν κίνδυνο να ξεραθούν.

- **Είδος φυτού:** Τα διάφορα είδη φυτών, παρουσιάζουν διαφορές όσο αφορά την ένταση της διαπνοής που μπορούν να αναπτύξουν. Αυτό σχετίζεται κυρίως με την εξελικτική τους προσπάθεια να προσαρμοστούν στο κλίμα της περιοχής όπου αναπτύσσονται.

Ως σύνθετος κλιματικός παράγοντας η εξατμισοδιαπνοή μεταβάλλεται τόσο σε επίπεδο έτους όσο και σε επίπεδο ημέρας, ακολουθώντας τις εποχικές και ημερήσιες διακυμάνσεις των παραγόντων που την επηρεάζουν. (15)

✓ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

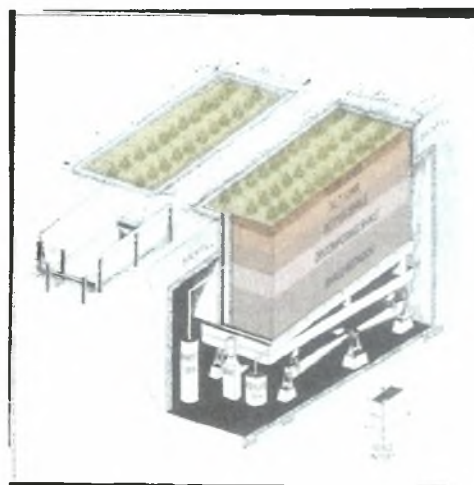
Μία σημαντική εφαρμογή της εξατμισοδιαπνοής με πολύ σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σχετίζεται με τη χρήση της ως εργαλείο εκτίμησης των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών αλλά και των έργων πράσινου σε νερό. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι το 80% των υδατικών πόρων χρησιμοποιείται για άρδευση και για το λόγο αυτό η καλύτερη δυνατή

εκτίμηση της ποσότητας του νερού που απαιτείται για άρδευση, οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση του πολύτιμου αυτού φυσικού πόρου .

Με απλά λόγια εάν εκτιμηθεί η ποσότητα νερού που μεταβαίνει από μία περιοχή με φυτοκάλυψη προς τον αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής τότε με δεδομένο ότι αυτή αντιστοιχεί τουλάχιστον στο 95% του νερού που περνά μέσα από τα φυτά γίνεται πρακτικά γνωστή και η ποσότητα νερού που πρέπει να αναπληρωθεί μέσω της άρδευσης ώστε να παράγουν σύμφωνα με το δυναμικό τους οι καλλιέργειες και να διατηρείται το πράσινο σε καλή κατάσταση. Στους υπολογισμούς αυτούς πρέπει σε κάθε περίπτωση να λαμβάνεται υπόψη και η ποσότητα εδαφικής υγρασίας που αναπληρώνεται από τη βροχή. Στην συνέχεια οι διαχειριστές της άρδευσης σε κάθε περιοχή δεν έχουν παρά να δώσουν στα φυτά την απαιτούμενη ποσότητα νερού αποφεύγονται περιττές σπατάλες .

Τέλος η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αποτελεί πολύτιμο εργαλείο όσο αφορά την διαχείριση οικοσυστημάτων όπως τα δάση, οι υγροβιότοποι

Για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι που διαφέρουν μεταξύ τους τόσο όσο αφορά την προσέγγιση (άμεσες ή έμμεσες - υπολογιστικές μέθοδοι), την φυσική βάση (υδατικό, ενεργειακό ισοζύγιο ή συνδυασμός τους) όσο και σχετικά με τον αριθμό των κλιματικών παραμέτρων που λαμβάνουν υπόψη τους. Τυπικές συσκευές εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής αποτελούν το εξατμισόμετρο (evaporation pan) και το λυσίμετρο (lysimeter). Η ερευνητική προσπάθεια για την αναζήτηση ακριβέστερων και απλούστερων μετρητικών και υπολογιστικών προσεγγίσεων παραμένει σε εξέλιξη. (15)



Εξατμισόμετρο (αριστερά) και λυσίμετρο (δεξιά)

(α) Άμεση εκτίμηση (μέτρηση) της εξατμισοδιαπνοής

Η εξατμισοδιαπνοή μπορεί να μετρηθεί άμεσα με:

- (α) δεξαμενές,
- (β) λυσίμετρα και
- (γ) χρήση αγροτεμαχίων

(β) Έμμεση εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής

1. Μέθοδοι υδατικού ισοζυγίου

Όταν δεν υπάρχει άρδευση η εξατμισοδιαπνοή δίνεται από την εξίσωση:

$$ET = P + \Delta SW \pm RO - D$$

όπου:

- P είναι η κατακρήμνιση,
- ΔSW η μεταβολή της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό,
- RO η επιφανειακή απορροή και
- D η βαθιά διήθηση.

* Μειονεκτήματά της μεθόδου είναι η χαμηλού επιπέδου ακρίβεια των μετρήσεων και οι δυσκολίες εκτίμησης της ET στη διάρκεια των περιόδων βροχής.

2.-Μέθοδοι προσδιορισμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής από κλιματικά δεδομένα

2.1 Μέθοδος Penman - Monteith

2.2 Μέθοδος Thornthwaite

Σχέση για τη μηνιαία εξατμισοδιαπνοή με βάση την μέση μηνιαία θερμοκρασία

2.3 Μέθοδος Blaney - Criddle

Εμπειρική σχέση ανάμεσα στην εξατμισοδιαπνοή, τη μέση θερμοκρασία του αέρα και το μέσοποσοστό ωρών ημέρας.

2.4 Μέθοδος Hargreaves Πολύ απλή μέθοδος και απαιτεί ελάχιστα κλιματικά δεδομένα

✓ Μονάδες μέτρησης

- 1 joule = 1Nm = 0.239 cal
- 1 ατμόσφαιρα = 1013.25 mb = 760 mm Hg = 14.7 psi
- 1 εκτοπασκάλ (hPa) = 100 Pa

- 1 bar = 105 Pa = 1000 hPa
- Βαθμοί Kelvin ($^{\circ}$ K) = T σε $^{\circ}$ C + 273.16

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας συμβολίζεται διεθνώς με το ακρωνύμιο ETc προερχόμενο από την αγγλική λέξη *Evapotranspiration* με την ορολογία *Evaporation* (Εξάτμιση) και *Transpiration* {Διαπνοή}. Ο συντελεστής c ανταποκρίνεται στην έννοια της καλλιέργειας (crop).

Η εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών μετρείται σε χιλιοστόμετρα (mm) ανά μονάδα χρόνου. Εκφράζεται ως το ύψος του νερού που χάνεται από μια επιφάνεια και υπολογίζεται με την πιο κάτω σχέση:

$$\text{Ύψος νερού (mm)} = \frac{\text{Όγκος νερού (m}^3\text{)}}{\text{Επιφάνεια (m}^2\text{)}} \times 1000$$

Στη γεωργική πρακτική μας ενδιαφέρει ο υπολογισμός της ποσότητας του νερού σε του νερού σε όγκο (m³).

Σύμφωνα με την πιο πάνω σχέση η απώλεια νερού ενός χιλιοστού (1 mm=0,001 m), σε επιφάνεια ενός εκταρίου (10 000 m²) ισοδυναμεί με απώλεια νερού 10 κυβικών μέτρων (m³).
(17)

3.3. Η άρδευση του ηλίανθου

3.3.1. Απαιτήσεις σε νερό

Ο ηλίανθος είναι μια ανοιξιάτικη καλλιέργεια πολύ ανθεκτική σε ξηρές συνθήκες του εδάφους αλλά και υψηλές θερμοκρασίες λόγω του βαθέως ριζικού ουσίηματος που του επιτρέπει να εξαγάγει το νερό καλύτερα από τις περισσότερες άλλες καλλιέργειες (το καλαμπόκι για παράδειγμα). Μαραίνεται εύκολα, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία των φύλλων να μειώνεται, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε σημαντικά χαμηλότερες σπώλειες υγρασίας. Καλλιέργεια ηλίανθου υπό συνθήκες υδατικού στρες, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της φυλλικής επιφάνειας, του υπέργειου τμήματος, της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη και της απόδοσης. Μολονότι είναι ανθεκτικός στην ξηρασία, ανταποκρίνεται θετικά στην άρδευση που πραγματοποιείται κατά το κρίσιμο στάδιο των απαιτήσεών του σε νερό, ιδιαίτερα στα αμμώδη εδάφη και με την προϋπόθεση της μέτριας ανάπτυξης στην φάση του αγενούς σταδίου.

Το ποσό του νερού που χρησιμοποιείται από τον ηλίανθο, ποικίλει ανάλογα με την διαθέσιμη ποσότητα νερού που προέρχεται από το έδαφος, τις βροχοπτώσεις και την άρδευση καθώς και την χρονική διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, κυμαινόμενο σε ένα εύρος από 250-900 mm (οι μεγαλύτερες τιμές αφορούν περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις. Συνήθως όμως οι μέσες απαιτήσεις του ηλίανθου σε νερό, είναι μεταξύ 450-550 mm . Υπό καθεστώς μέγιστης εξατμισοδιαπνοής, οι ανάγκες σε νερό μπορεί να φτάσουν τα 650 mm . Η ΜΑΛΕΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

διαθεσιμότητα του νερού τόσο κατά την σπορά , που επηρεάζεται από παράγοντες όπως η προηγούμενη καλλιέργεια, το όργωμα και η αγρανάπαυση, όσο και κατά την άνθηση, έχουν στενή σχέση με την απόδοση.

Η χρήση του νερού αυξάνει την απόδοση του ηλίανθου, όταν άλλοι παράγοντες όπως η γονιμότητα, τα ζιζάνια, τα έντομα και οι ασθένειες δεν έχουν περιοριστικό ρόλο.

Όπως συμβαίνει με πολλές άλλες καλλιέργειες, το κρίσιμο στάδιο ως προς την ικανοποίηση των αναγκών σε νερό του ηλίανθου, είναι η περίοδος της άνθησης. Ειδικότερα το κρίσιμο στάδιο υδατικών αναγκών του ηλίανθου, είναι η περίοδος που διαρκεί 20 μέρες πριν και μετά την έναρξη της ανθοφορίας, δηλαδή χρονικό διάστημα 40 ημερών. Το χρονικό αυτό διάστημα οριζόμενο με βάση τα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου, αρχίζει από την διαμόρφωση του οφθαλμού (bud stage), ως το στάδιο R6 (petal drop, μάρανση των πετάλων). (19,20)

Ημερολογιακά για πρώιμες σπορές (2^ο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου), το κρίσιμο διάστημα άρδευσης των 40 ημερών, αρχίζει στις 25 Μαΐου και τελειώνει στις 5 Ιουλίου, πάντοτε λαμβάνοντας υπόψη, τον βιολογικό κύκλο του υβριδίου και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ουσιαστικά ο Ιούνιος είναι ο καθοριστικός μήνας για την άρδευση του ηλίανθου στη χώρα μας.

Η ημερήσια κατανάλωση νερού από τον ηλίανθο, βασίζεται στη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία, σε συνδυασμό με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Ο ηλίανθος είναι πιο ευαίσθητος σε υδατικό στρες κατά τη διάρκεια της κρίσιμης περιόδου των 40 ημερών και αρκετά λιγότερο κατά την φάση της βλαστικής ανάπτυξης. Ποσοστό μείωσης του νερού άρδευσης κατά 20%, από την εμφάνιση των φυτών ως το στάδιο R2, είχε ως αποτέλεσμα μείωση της απόδοσης μόνο κατά 5%. Ανάλογη μείωση του νερού άρδευσης (20%), κατά τη διάρκεια από το στάδιο R2 ως; το στάδιο R5.9, είχε ως αποτέλεσμα μείωση της απόδοσης κατά 50%.

Αν η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό την εποχή σποράς, είναι κοντά στην υδατοϊκανότητα τότε η πρώτη άρδευση μπορεί να καθυστερήσει, μέχρι η υγρασία στο ριζικό σύστημα του ηλίανθου εξαντληθεί κατά 70% περίπου , πλην όμως κατά τη διάρκεια της κρίσιμης περιόδου R2-R5.0, οι αρδεύσεις πρέπει να αποσκοπούν στη διατήρηση της υδατοϊκανότητας του εδάφους, τουλάχιστον στα επίπεδα 60-65% (ή εξάντληση το ανώτερο 35-40%) . Η εξάντληση της υγρασίας του εδάφους μπορεί να φθάσει και πάλι τα επίπεδα του 70%, προς το τέλος της φάσης πλήρωσης των σπόρων, με ελάχιστη ή καθόλου μείωση στην απόδοση .

Μπορεί η κατανάλωση νερού από τον ηλίανθο να είναι μεγάλη, παρουσιάζει όμως μια ιδιαιτερότητα που σχετίζεται με την άρδευση. Η έγκαιρη άρδευση, που χρησιμοποιεί λιγότερο νερό απ' ότι η πλήρης άρδευση, μπορεί να δώσει καλύτερη απόδοση, περισσότερο ποσοστό λαδιού και μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι υδατικό

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

στρες, κατά τη διάρκεια ζωής ενός φυτού ηλίανθου, είναι κάτι φυσιολογικό.

Πράγματι πολυάριθμες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι είναι περιττό να ικανοποιηθούν πλήρως οι απαιτήσεις σε νερό της καλλιέργειας του ηλίανθου. Μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται, όταν ικανοποιείται το 70% των αναγκών σε νερό, καθόλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ηλίανθου.

Η απόδοση ενός αγρού με πλήρη άρδευση, θα είναι ίση με αυτόν που θα χρησιμοποιήσει τα 2/3 του απαιτούμενου νερού, σε μια ευνοϊκή χρονιά για τον ηλίανθο.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ηλίανθου ως προς την συμπεριφορά του στο νερό, είναι η μειωμένη του ανοχή στην υπεράρδευση ή στις έντονες βροχοπτώσεις. Αποτελέσματα συγκριτικών δοκιμών στην Αργεντινή, παρουσίασαν αρνητική σχέση μεταξύ της απόδοσης και των έντονων βροχοπτώσεων ή πλημμυρών που συνέβησαν στο διάστημα, άνθηση - πλήρωση των σπόρων. Αυτό εξηγείται από την σύντμηση της διάρκειας του σταδίου πλήρωσης και την πρόωρη γήρανση της φυλλικής επιφάνειας, ως αποτέλεσμα λιγότερης ακτινοβολίας και εμφάνισης ασθενειών

Η αρνητική αυτή σχέση ποικίλει ανάλογα με το έδαφος, όπου στα βαριά εδάφη εμφανίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό η πτώση της απόδοσης. Συμμετοχή στο φαινόμενο φαίνεται να εμφανίζει ένας μεταβολίτης που συντίθεται στις ρίζες, ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται σε αιθυλένιο στο υπέργειο τμήμα του φυτού και προκαλεί τις αντιδράσεις που παρατηρούνται στο σπόρο και τα φύλλα.

Η γονιμότητα έχει μικρή επιρροή επί του συνολικά χρησιμοποιούμενου νερού, αλλά όσο αυξάνεται η γονιμότητα, αυξάνεται και η αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού, γιατί αυξάνονται οι αποδόσεις.

Σε μια εποχή που οι υδάτινοι πόροι φθίνουν συνεχώς και η αξία του νερού άρδευσης ακριβαίνει, σωστοί συνδυασμοί καλλιεργειών με διαφορετικό ανάγκες νερού στον κύκλο της αμειψισποράς, κρίνεται επιβεβλημένη (2, 19, 20)

3.3.2. Πρόσληψη, χρήση και εξάντληση του εδαφικού νερού

Εάν δεν υπάρχουν εμπόδια στο εδαφικό προφίλ, τότε η κατάληψη του εδάφους από τις ρίζες του ηλίανθου είναι πολύ καλή. Αυτό του δίνει τη δυνατότητα της εξαγωγής νερού από βαθύτερα στρώματα εδάφους, να χειρίζεται καλύτερα τη θερμότητα και την πίεση νερού, έναντι άλλων καλλιεργειών. Επίσης μπορεί να εξάγει περισσότερο νερό από ίσο όγκο ριζικής ζώνης και ταυτόχρονα να κάνει χρήση του νερού νωρίτερα από άλλες καλλιέργειες (καλαμπόκι, βαμβάκι, σόργο κ.α.). Σε περιόδους ξηρασίας ο ηλίανθος εξασφαλίζει υδατική ισορροπία, μειώνοντας την επιφάνεια και τον αριθμό των φύλλων όταν το υδατικό στρες συμβεί στα πρώτα στάδια ανάπτυ-

ξης ή απορρίπτοντας αριθμό φύλλων, όταν η έλλειψη υγρασίας παρουσιαστεί κατά την

άνθηση. Υπάρχει μια λειτουργική ισορροπία μεταξύ της ανάπτυξης τη ρίζας και του υπέργειου τμήματος. Η έλλειψη νερού διαταράσσει αυτή την λειτουργική ισορροπία, με την μείωση της επέκτασης του φυλλώματος να επηρεάζεται περισσότερο σε σχέση με την φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Αυτή η αναστολή του φυλλώματος, μειώνει την κατανάλωση άνθρακα και ενέργειας, με αποτέλεσμα υψηλό ποσοστό της βλαστικής αφομοίωσης να διανέμεται στο υπόγειο σύστημα για την μελλοντική ανάπτυξη της ρίζας. Φυσιολογικές λειτουργίες όπως η φωτοσύνθεση και η διαπνοή, επανέρχονται εύκολα, όταν το υδατικό στρες κρατήσει μικρό χρονικό διάστημα. Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης επανέρχεται στα φυσιολογικά της επίπεδα, 3-5 ώρες μετά από άρδευση ή βροχόπτωση. Όταν όμως η έλλειψη νερού είναι παρατεταμένη, η φωτοσύνθεση δεν επανέρχεται στα φυσιολογικά της επίπεδα, επειδή τα στομάτια δεν ανοιγοκλείνουν καλά. Ξηρές συνθήκες κατά την περίοδο μέχρι πριν την άνθηση, είναι δυνατόν να προωθήσουν τη δημιουργία βαθύτερου ριζικού συστήματος από ότι συμβαίνει υπό καθεστώς υγρών συνθηκών.

Μολονότι ο ηλίανθος χαρακτηρίζεται από την δυνατότητα αξιοποίησης του εδαφικού νερού από μεγαλύτερα βάθη, δεν φημίζεται για την σωστή διαχείρισή του, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί ίδιο ή και περισσότερο νερό με άλλες καλλιέργειες κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό αποδίδεται στο μεγάλο αριθμό και μέγεθος των στοματίων και στην μικρότερη αντίσταση που προβάλλουν στην κίνηση του νερού, με αποτέλεσμα η διαπνοή του να είναι αυξημένη έναντι άλλων ανοιξιάτικων καλλιεργειών, υπό καθεστώς παρόμοιων συνθηκών.

Ο δείκτης απόδοσης της χρήσης νερού, λαμβάνεται από τη σχέση φωτοσύνθεση/διαπνοή. Φυτά που αναπτύσσονται σε καθεστώς περιορισμένης παροχής νερού, δίδουν λιγότερη ξηρά ουσία, αλλά το βάρος των καρπών/φυτό είναι ίδιο. Η επίδραση εμφανίζεται πιο θεαματική στο ύψος άρδευσης: με 450mm νερού συμπεριφέρεται πανομοιότυπα, με φυτά που παρουσιάζουν μέγιστη εξατμισοδιαπνοή, δηλαδή περίπου 650mm. Ο ηλίανθος για κάθε κυβικό μέτρο καταναλισκόμενου νερού, παράγει 2-3 κιλά ξηράς ουσίας.

Ως γενικός κανόνας για την χρήση του νερού από τα καλλιεργούμενα είδη, το μήκος της ενεργού καλλιεργητικής περιόδου, φαίνεται να είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας. Σύμφωνα μ'αυτό, όταν το νερό δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, οι μικροί σπόροι (σιτηρά κ.α.) χρησιμοποιούν 50-75mm λιγότερο νερό απ'ότι ο ηλίανθος κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου..

Για να αυξηθεί η παραγωγή της καλλιέργειας του ηλίανθου, απαιτείται η βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης του νερού (ξηρά ουσία/κατανάλωση νερού), σε σχέση με την παραγωγή ξηράς ουσίας των καρπών. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- α) αύξηση της φωτοσύνθεσης και αντίστοιχη μείωση της διαπνοής, για να επιτευχθεί καλύτερη μετατροπή της βιομάζας ανά μονάδα καταναλισκόμενου νερού,
- β) βελτίωση του δείκτη συγκομιδής, που είναι χαμηλός στον ηλίανθο, αυξάνοντας την κινη-

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλιάνθου

τοποίηση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης προς όφελος των καρπών.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ηλιάνθου απόρροια του βαθέος ριζικού συστήματος και της χρήσης του νερού που πραγματοποιεί είναι η εξάντληση του εδαφικού νερού.

Στα ξηρά έτη το αποτέλεσμα της αρχικής στάθμης του νερού κατά τη σπορά της επόμενης καλλιέργειας, το οποίο οφείλεται στην καλλιέργεια του ηλιάνθου το προηγούμενο έτος, δεν αντισταθμίζεται από τη βροχή κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

(2,8,17,18)

3.3.3. Προγραμματισμός άρδευσης

Προγραμματισμός άρδευσης είναι ο προσδιορισμός του πότε και πόσο νερό πρέπει να εφαρμοστεί. Από αυτά που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, συνεπάγεται ότι ο ηλιάνθος ανταποκρίνεται καλά υπό καθεστώς περιορισμένης άρδευσης. Κατά τη διάρκεια ευνοϊκών ετών με επαρκείς βροχοπτώσεις, οι αποδόσεις των μη αρδευόμενων καλλιεργειών ηλιάνθου, είναι συγκρίσιμες με τον καλύτερο μακροχρόνιο μέσο όρο αποδόσεων των αρδευόμενων καλλιεργειών.

Ωστόσο μια ορθολογική διαχείριση των αρδεύσεων, ιδιαίτερα για τη χώρα μας όπου οι συνθήκες του καλοκαιριού είναι τις περισσότερες φορές ξηροθερμικές, έχει θετικό αντίκτυπο στην απόδοση.

Βασικός στόχος των αρδεύσεων στον ηλιάνθο είναι η κάλυψη των υδατικών του αναγκών στο κρίσιμο στάδιο των 40 ημερών.

Ο προγραμματισμός της άρδευσης πρέπει να καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Η επιλογή της ημερομηνίας έναρξης των αρδεύσεων, εξαρτάται από την κατάσταση των φυτών πριν την άνθηση και την περιεκτικότητα του εδάφους σε αποθέματα νερού. Μία πρώιμη άρδευση κατά τη φάση της αγενούς ανάπτυξης, μπορεί να οδηγήσει σε βλαστική ανάπτυξη με συνέπεια την σπατάλη στην κατανάλωση νερού αργότερα .

Σκοπός των αρδεύσεων είναι η δημιουργία κατάλληλης φυλλικής επιφάνειας και όχι υπερβολικής που θα καταναλώνει πολύ νερό. Ο άριστος δείκτης φυλλικής επιφάνειας του ηλιάνθου είναι μεταξύ 2,5 και 3, τιμή η οποία μπορεί να επιτευχθεί με νερό πάνω από 160-180mm κατά τη βλαστική φάση του ηλιάνθου, ποσότητα που καλύπτεται από τις ανοιξιάτικες βροχές και τα αποθέματα του εδάφους. Σε ακραίες περιπτώσεις επιφανειακών εδαφών, έλλειψη βροχοπτώσεων, στεγνού εδάφους και χαμηλού δείκτη φυλλικής επιφάνειας πριν το στάδιο R2, μια άρδευση διασφαλίζει την εγκατάσταση επαρκούς φυλλικής επιφάνειας. Αντίθετα αν ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας είναι επαρκής στη φάση αυτή, τότε δεν γίνεται άρδευση ώστε να σκληραγωγηθούν τα φυτά στην ξηρασία, τόσο στην παρούσα φάση όσο και στις μεθεπόμενες.

Μακροσκοπικά σημεία της καλλιέργειας, που μας βοηθούν στη λήψη ορθής απόφασης για την εφαρμογή αρδεύσεως την περίοδο πριν την άνθηση, είναι ο θαμπός πράσινος

χρωματισμός της κορυφής των φυτών, που συνοδεύεται από μάρανση των κατώτερων φύλλων, όσο δε προχωρεί η ξήρανση του εδάφους και η αύξηση του φυτού, η μάρανση επεκτείνεται στα φύλλα του μεσαίου τμήματος του στελέχους και παράλληλα κιτρινίζουν ή ξεραίνονται τα φύλλα της βάσης. Η εικόνα αυτή παρατηρείται κυρίως στα αμμουδερά χωράφια. Από την άλλη πλευρά τα φυτά που αναπτύσσονται υπό καθεστώς επάρκειας υγρασίας, εμφανίζουν ανοικτοπράσινο χρωματισμό, με ελάχιστη έως ανύπαρκτη μάρανση των κατώτερων φύλλων.

Ο αριθμός των αρδεύσεων, το μεταξύ τους διάστημα και η εποχή έναρξης και λήξης των αρδεύσεων, καθορίζεται από την κατάσταση (εμφάνιση) των φυτών, τον τύπο του εδάφους, το ύψος της κάθε άρδευσης και τις επικρατούσες θερμοκρασίες.

Σε ρηχά, αμμώδη εδάφη που παρουσιάζουν μέτρια ανάπτυξη πριν την ανθοφορία στο στάδιο του οφθαλμού (bud stage), μπορεί να χρειαστούν έως τέσσερις αρδεύσεις (από 2 και πάνω), ξεκινώντας από το R2 αν γίνουν 4 αρδεύσεις.

Αντίστοιχα σε ρηχά, αμμώδη εδάφη όπου η ανάπτυξη των φυτών είναι κανονική έως μεγάλη στο στάδιο του οφθαλμού (bud stage), δύο αρδεύσεις είναι αρκετές και ίσως χρειαστεί μία ακόμη. Αν προγραμματίζονται τρεις αρδεύσεις αυτές μπορεί να γίνουν, πριν (μεταξύ R3 και R4), κατά και μετά την άνθηση.

Σε μετρίως βαθιά εδάφη, όπου η ανάπτυξη των φυτών στο στάδιο του οφθαλμού είναι μέτρια, προτείνονται μία έως τρεις αρδεύσεις, ενώ αν η ανάπτυξη των φυτών είναι κανονική, μία έως δύο αρδεύσεις είναι αρκετές.

Σε βαθιά εδάφη με μεγάλη υδατοϊκανότητα, μια άρδευση στα τέλη της άνθησης μπορεί να είναι αρκετή.

Στην περίπτωση που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν δύο αρδεύσεις, τότε η καλύτερη πρόταση εφαρμογής τους είναι, πριν και μετά την άνθηση. Αν το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο και υποχρεούμαστε σε μία μόνο άρδευση, τότε αυτή μπορεί να γίνει πριν ή μετά την άνθηση, όπου βελτιώνεται η απόδοση και στις δύο περιπτώσεις. Ωστόσο στην περίπτωση αυτή, προτιμότερο είναι να γίνει η άρδευση μετά την ανθοφορία, διότι βελτιώνει σημαντικά και την περιεκτικότητα σε λάδι (έως +4%).

Καθοριστικό ρόλο στον προγραμματισμό των αρδεύσεων διαδραματίζουν οι περίοδοι υψηλών θερμοκρασιών (συχνές στη χώρα μας) επισπεύδοντας ή καθυστερώντας την εφαρμογή της άρδευσης ανάλογα με τον χρόνο εμφάνισης τους.

Συνεπώς οι προτάσεις άρδευσης που αναφέρθηκαν, πρέπει να προσαρμόζονται από τους καλλιεργητές, στις κατά τόπους κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Ημερολογιακά, ο Ιούνιος είναι ο κρίσιμος μήνας άρδευσης του ηλίανθου στη χώρα μας.

Ένα σημαντικό σημείο στην άρδευση του ηλίανθου είναι η επιλογή του χρόνου (ή σταδίου ανάπτυξης) της τελευταίας άρδευσης. Αναφέρθηκε στην παράγραφο των

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

απαιτήσεων, ότι μετά το τέλος της ανθοφορίας οι ημερήσιες ανάγκες του ηλίανθου σε νερό φθίνουν σιγά-σιγά, με αποτέλεσμα προς το τέλος της φάσης πλήρωσης των σπόρων, να ανέχεται εξάντληση του εδαφικού νερού έως 70% (30% υδατοϊκανότητα).

Βέβαια η επιλογή του χρόνου της τελευταίας άρδευσης εξαρτάται από παραμέτρους όπως ο χρόνος που έγινε η προηγούμενη άρδευση, ο τύπος του εδάφους, οι κλιματικές συνθήκες και το γεγονός ότι η φυσιολογική ωρίμανση των σπόρων συμβαίνει περίπου 30-35 μέρες από το μέσο της άνθησης.

Είναι γεγονός ότι υπό συνθήκες υψηλής εξατμισοδιαπνοής και των χαμηλών βροχοπτώσεων που παρατηρούνται στη χώρα μας μία έως δύο αρδεύσεις την περίοδο της πλήρωσης των σπόρων είναι επωφελείς. Το πότε πρέπει να γίνει αυτό, εξαρτάται από το στάδιο που εφαρμόστηκε η προηγούμενη άρδευση.

Άρδευση μεταξύ R6 και R7, επιτείνει την δραστηριότητα των φύλλων, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερες τιμές του δείκτη διάρκειας φυλλικής επιφάνειας, συμβάλλοντας στην βελτίωση των αποδόσεων. Αντίθετα άρδευση λίγες μέρες πριν τη φυσιολογική ωρίμανση, δεν προσφέρει κάτι το ιδιαίτερο, απεναντίας καθυστερεί την ξήρανση των σπόρων, ευνοεί την εμφάνιση ωιδίου (κυρίως σε καλλιέργειες με πλούσιο φύλλωμα) και παράλληλα ελλοχεύει τον κίνδυνο πλαγιάσματος από καταιγίδες.

Είναι σημαντικό λοιπόν να γνωρίζουμε πότε αναμένεται το στάδιό της φυσιολογικής ωρίμανσης, έτσι ώστε να μην προβαίνουμε σε άστοχες και άκαιρες αρδεύσεις. Στο στάδιο αυτό οι σπόροι δεν απορροφούν πλέον νερό και θρεπτικά στοιχεία, έχουν χρώμα λαμπερό μαύρο και το ενδοσπέρμιο σταδιακά χάνει τον άσπρο χρωματισμό του. Ωστόσο όταν η καλλιεργητική περίοδος είναι αρκετά ξηροθερμική μία άρδευση ακόμη και λίγες ημέρες πριν την φυσιολογική ωρίμανση είναι δυνατόν να αυξήσει την απόδοση, ιδιαίτερα σε αμμουδερά χωράφια. Το αποτέλεσμα αυτό στην ουσία δεν οφείλεται άμεσα στη χρήση του νερού, αλλά έμμεσα στη μείωση της προσβολής των φυτών από την ασθένεια Μακροφομίνια.

Ο προγραμματισμός της άρδευσης και η διαχείριση του νερού, βασίζονται στη μέτρηση της υγρασίας του εδάφους. Η υγρασία του εδάφους μπορεί να μετρηθεί ή να εκτιμηθεί με διάφορους τρόπους.

Άλλος τρόπος συμβολής στον ορθό προγραμματισμό της άρδευσης είναι η χρήση τενσιόμετρων και μπλοκ αντίστασης. Η τοποθέτηση αυτών των συσκευών πρέπει να γίνεται σε διάφορα βάθη (30 cm, 1 m και ενδεχομένως ως 1,5 m), σε δύο ή περισσότερες αντιπροσωπευτικές θέσεις του αγρού για καλύτερα αποτελέσματα.

Μια άλλη μορφή προγραμματισμού των αρδεύσεων είναι με την χρησιμοποίηση, κατ'εκτίμηση, των ημερήσιων ποσοτήτων νερού που καταναλώνει ο ηλίανθος βάσει της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας. Η μέθοδος αυτή που ονομάζεται «μέθοδος αντικατάστασης χρησιμοποιούμενου νερού», στηρίζεται στη γνώση των ημερήσιων ποσοτήτων χρησιμοποιούμενου νερού από τον ηλίανθο και το ύψος βροχής που δέχτηκε ο αγρός. Οι

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

αρδεύσεις που προβλέπονται, σκοπεύουν να αντικαταστήσουν την ποσότητα της υγρασίας του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε από τον ηλίανθο, μείον το ποσό του νερού που προστέθηκε στον αγρό από τις βροχές. (2,22,26)

3.3.4. Μέθοδοι άρδευσης

Η άρδευση στον ηλίανθο μπορεί να γίνει με καταιονισμό (τεχνητή βροχή), με ροή στα αυλάκια και στάγδην. Ο ηλίανθος προτιμά τις μεγάλες αρδεύσεις (50-100 cm³), από τις μικρότερες και ουχνότερες, διότι η διήθηση του νερού στα βαθύτερα στρώματα, αξιοποιείται από το βαθύ ριζικό σύστημα. Αυτή η τακτική μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης ασθενειών, λόγω των λιγότερων αρδεύσεων και της υγρασίας που αναπτύσσεται, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται η μέθοδος του καταιονισμού. Ωστόσο οι ισχυρές αρδεύσεις ελλοχεύουν τον κίνδυνο πλαγιάσματος, κυρίως μετά την άνθηση όπου οι κεφαλές γέρνουν προς τα κάτω λόγω του βάρους τους.

Το φαινόμενο του πλαγιάσματος μπορεί να μειωθεί, με την μέθοδο ροής στα αυλάκια «ένα παρά ένα», ενώ παράλληλα μειώνει τις απώλειες νερού (κυρίως στα αμμώδη εδάφη) και δίδει μεγαλύτερη απόδοση ανά μονάδα χρησιμοποιούμενου νερού, σε σχέση με την άρδευση σε όλα τα αυλάκια.

Η άρδευση με καταιονισμό στο στάδιο της άνθησης είναι δυνατόν να εμποδίσει την γονιμοποίηση και να ενισχύσει την εμφάνιση ασθενειών, κυρίως της *Sclerotinia* όταν ο καιρός είναι υγρός, συνθήκες που στη χώρα μας είναι σπάνιες λόγω του ξηροθερμικού κλίματος. Για το λόγο αυτό, σε περιοχές με υγρό κλίμα, η άρδευση προτείνεται να εφαρμόζεται πριν την άνθης..

Η μέθοδος της στάγδην άρδευσης, έχει το πλεονέκτημα της εξοικονόμησης νερού και της ταυτόχρονης εφαρμογής λιπασμάτων (υδρολίπανση). (2,9,12)

3.3.5. Επίδραση της άρδευσης στην ανάπτυξη, την απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ηλίανθου

Το νερό αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα που περιορίζει την απόδοση στα εδάφη με μικρά έως μέτρια αποθέματα σε συνδυασμό με το ξηρό κλίμα. Δύο αρδεύσεις στο κρίσιμο στάδιο της άνθησης αυξάνουν την απόδοση ως 80-100 κιλά/στρ. και την ελαιοπεριεκτικότητα κατά 2 βαθμούς. Επταετή (2000-2007) πειράματα στην περιοχή Rhone-Alpes, στη Γαλλία, έδειξαν ότι για κάθε άρδευση 40 cm³ νερού, ανεξάρτητα σε ποιο σημείο της κρίσιμης φάσης εφαρμόστηκε, η απόδοση αυξήθηκε περίπου 50 κιλά/στρ. Στα ίδια πειράματα εκτός από την απόδοση, η άρδευση βελτίωσε και την ελαιοπεριεκτικότητα κατά τρεις ποσοστιαίες μονάδες χωρίς όμως να μεταβάλλει το ποσοστό του ελαϊκού οξέος.

Η επωφελής επίδραση του νερού στον ηλίανθο, συνίσταται στη βελτίωση της φυλλικής

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια ηλίανθου

επιφάνειας, στην αύξηση της διαμέτρου των κεφαλών (άρα περισσότεροι καρποί/κεφαλή), στην αύξηση του βάρους των 1000 σπόρων και ως εκ τούτων στην αύξηση της απόδοσης. Επάρκεια νερού κατά και μετά την άνθηση, συμβάλλει θετικά στην αύξηση του αριθμού των γεμάτων σπόρων.

Η ανταπόκριση του ηλίανθου στην άρδευση είναι μεγαλύτερη στα αμμώδη εδάφη, όπου μπορεί να αναμένεται σχεδόν κάθε χρόνο, αύξηση της απόδοσης 50% ή και περισσότερο. Ωστόσο αύξηση της απόδοσης μπορεί να μην είναι συχνή σε εδάφη με υψηλή υδατοχωρητικότητα και ικανότητα συγκράτησης του εδαφικού νερού, σε περιοχές με επαρκείς βροχοπτώσεις. (9,11,16,17)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2007- 2008 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου, έγινε προσπάθεια της μελέτης της επίδρασης της ελλειματικής άρδευσης, όσον αφορά την ανάπτυξη του ετήσιου Ηλίανθου (*Helianthus Annuus*).

Η περιοχή του Βελεστίνου βρίσκεται δυτικά της πόλης του Βόλου και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι 39023' γεωγραφικό πλάτος, 22045' γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας αντιστοιχεί σε 50m. Τα αγροτεμάχια που παραχωρήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος ήταν έκτασης 10x50m και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, χαρακτηρίζονται ηπειρωτικές που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Έτσι παρατηρείται ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα.

Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστόχο, αργιλλοπηλώδες και καλά στραγγιζόμενο. Η υφή τέτοιων εδαφών χαρακτηρίζεται αμμοαργιλοπηλώδης έως και αργιλλώδης, ενώ η κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη ως λεπτόκοκκη. Το ΡΗ του βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα και έχει καλά αναπτυγμένο πορώδες, το οποίο αποτελείται από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους. (7)

79

4.2 Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα πλήρως τυχαίο σχέδιο στο οποίο περιέχονταν δύο μεταχειρίσεις σε 4 επαναλήψεις. Η πρώτη μεταχείριση ήταν η άρδευση της προς εγκατάσταση καλλιέργειας με 60% της απαιτούμενης ποσότητας νερού. Η δεύτερη περιελάμβανε άρδευση 100% της απαιτούμενης ποσότητας. Για το σκοπό αυτό τα αγροτεμάχια υποδιαιρέθηκαν σε 8 πειραματικά τεμάχια, από τα οποία τα 4 προορίστηκαν για μεταχείριση 60% της απαιτούμενης ποσότητας νερού και τα επόμενα 4 για μεταχείριση που περιλάμβανε άρδευση με 100% της απαιτούμενης ποσότητας νερού. Έτσι κάθε πειραματικό τεμάχιο καταλάμβανε έκταση 88m² (10m μήκος και 8,8m(πλάτος). Εγκαταστάθηκαν 8 σειρές φυτών. Μεταξύ των επαναλήψεων υπήρχε διάδρομος πλάτους 4m. Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή προσεγγίζονται πειραματικά δυο διαφορετικές δόσεις άρδευσης στην καλλιέργεια ηλίανθου.

60%		100%
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
100%		60%
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
60%		100%
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ
100%		60%

Διάταξη πειραματικού αγροτεμαχίου σύμφωνα με τη χάραξη

80

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 100%: Ηλιάνθος αρδευόμενος με Υ.Σ.Α. με δόση αρδευσης που καλύπτει το 100% της εξατμισοδιαπνοης της καλλιέργειας.
- 60%: Ηλιάνθος αρδευόμενος με Υ.Σ.Α. με δόση αρδευσης που καλύπτει το 60% της εξατμισοδιαπνοης της καλλιέργειας.
- Πλάτος διαδρόμου: 4 m.
- Διαστάσεις πειραματικού τεμαχίου:
- μήκος 10 m & πλάτος 8,8 m.

4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας στο πειραματικό τεμάχιο

Στο πεδίο του πειράματος πραγματοποιήθηκε προετοιμασία της σποροκλίνης, λαμβάνοντας χώρα δυο μεταχειρίσεις φρεζαρίσματος.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 20 Μαΐου 2008.

Χρησιμοποιώντας σκαλιστήρι ανοίχθηκαν συνολικά 8 αυλάκια κατά μήκος του τεμαχίου με βάθος 3-4cm. Η τοποθέτηση του σπόρου έγινε με το χέρι σε αποστάσεις 4- 5cm μεταξύ των φυτών και 80cm μεταξύ των γραμμών. Μετά την τοποθέτηση του σπόρου ακολούθησε κάλυψή τους με χώμα και άρδευση με τη μέθοδο του καταιονισμού. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν πραγματοποιήθηκε λιπαντική

αγωγή, ενώ 2- 3

εβδομάδες μετά τη σπορά και με την εμφάνιση των φυτών αποφασίστηκε να γίνει αραιώση επί των γραμμών, ώστε τα φυτά να έχουν απόσταση μεταξύ τους 10- 15cm.

Το φύτευμα της καλλιέργειας έγινε γύρω στις 5 Ιουνίου και παρουσίασε περίπου 90% επιτυχία, ενώ κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες που χρειάστηκαν για να αναπτυχθεί η καλλιέργεια.

4.4 Άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου

Ως καταλληλότερη αρδευτική μέθοδος επιλέχθηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση. Πλεονέκτημα της πρακτικής αυτής για την παρούσα κατάσταση αποτελεί το γεγονός ότι μειώνονται οι υδατικές απώλειες λόγω εξάτμισης του από το έδαφος και διαπνοής του από την καλλιέργεια, λόγω ότι χορηγείται στα φυτά το επιθυμητό για τις ανάγκες του πειράματος νερό και όχι επιφανειακά.

Το δίκτυο μεταφοράς αρδευτικού νερού του συστήματος αποτελείται από αγωγούς οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο και έχουν εσωτερική διατομή 32 mm, ενώ η πίεση λειτουργίας τους αντιστοιχεί σε 6 Atm. Οι αγωγοί εφαρμογής (μήκους 25m) είναι επίσης κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό, με μόνη διαφορά ότι είναι μικρότερης διατομής (20 mm). Η απόσταση μεταξύ των ανωνών εφαρμογής είναι 1,60 m και κατά την εγκατάσταση του συστήματος, η τοποθέτησή τους έγινε σειρά τιαρά σειρά μεταξύ των γραμμών των φυτών. Επίσης, στους αγωγούς εφαρμογής ανά 0,6 m είναι τοποθετημένοι αυτορρυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι σταλακτήρες, οι οποίοι έχουν παροχή ίση με 3,6 lt/h, σε πίεση λειτουργίας 3,5 Atm και ωριαίο ύψος διαβροχής 3,75 mm/h.

Για να αποφευχθεί η αναρρόφηση του νερού, η οποία έχει ως άμεση συνέπεια την έμφραξη των σταλακτάρων από τα στερεά σωματίδια του εδάφους, τοποθετήθηκαν ειδικές βαλβίδες εκτόνωσης, καθώς επίσης και φίλτρο δίσκων εμποτισμένο με treflan. Το σκεύασμα αυτό είναι ζιζανιοκτόνο το οποίο χρησιμοποιείται στην περίπτωση της υπόγεια άρδευσης με σταγόνες ως ριζοαπωθητικό, εμποδίζοντας έτσι την έμφραξη των σταλακτάρων από την είσοδο ριζών σε αυτούς.

Όσο για τη μονάδα ελέγχου του υφιστάμενου συστήματος άρδευσης η οποία ευθύνεται για τη διοχέτευση του νερού στα δίκτυα μεταφοράς και εφαρμογής, αποτελείται από ένα αριθμό ηλεκτροβανών, οι οποίες συνδέονται με ένα ειδικό προγραμματιστή άρδευσης (Miracle DC). Στο σύστημα γίνεται επίσης χρήση δύο υδρομέτρων για τον έλεγχο της ποσότητας του νερού που χορηγείται.

Με σκοπό την αυτόματη έναρξη και λήξη της εφαρμογής του αρδευτικού νερού στο πειραματικό τεμάχιο, χρησιμοποιήθηκαν δύο ηλεκτροβάνες τύπου Aquanet II με

τάση λειτουργίας 9- 40V (κατ'αντιστοιχεία με τους υδρομετρητές), οι οποίες ήταν συνδεδεμένες με τον προγραμματιστή .Ο προγραμματιστής Miracle DC κατασκευάζεται από την εταιρία Motorola και αυτοματοποιεί την όλη διαδικασία. Έχει τη δυνατότητα σύνδεσης με 12 ηλεκτροβάνες ταυτόχρονα για την κάλυψη πολλαπλών αναγκών και αποτελείται από ψηφιακή οθόνη, πλήκτρα εντολών που καθορίζουν την ημέρα, την ώρα έναρξης και τη διάρκεια της άρδευσης και λοιπά εξαρτήματα (μπαταρία λιθίου 9V, συνδέσεις, καλώδια κ.τ.λ.).

Κάποιες από τις προδιαγραφές του είναι ο εβδομαδιαίος προγραμματισμός των αρδεύσεων, η αύξηση του χρόνου άρδευσης χωρίς να απαιτείται επαναπρογραμματισμός, η διακοπή του προγράμματος για προεπιλεγμένο χρόνο μέχρι και 99 ημέρες και η αυτόματη επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα μετά την πάροδο της χρονικής αυτής διάρκειας, καθώς επίσης και πρόγραμμα ασφαλείας 10 λεπτών για κάθε μέρα. Με το Miracle DC η διάρκεια άρδευσης για κάθε ηλεκτροβάνη ποικίλει από 1 λεπτό έως 9 ώρες και 59 λεπτά.

Πρέπει ακόμη να αναφερθεί ότι οι μεταχειρίσεις στην καλλιέργεια του ηλίανθου με τα συστήματα υπόγειας άρδευσης ξεκίνησαν στις 30 Ιουνίου και περατώθηκαν στις 25 Σεπτεμβρίου της ίδιας χρονιάς .Ο υπολογισμός των δόσεων εφαρμογής έγινε αρχικά λαμβάνοντας υτιόψη τις υδραυλικές ιδιότητες του εδάφους και ακολούθως την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, απως αυτή προέκυψε ατιό μετρήσεις που πάρθηκαν με τη βοήθεια ενός εξατμισιμέτρου τύπου A.

4.5 Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος

4.5.1.Εξατμισόμετρο τύπου A.

Η χρήση του συνιστάται για τον προσδιορισμό της ημερησιας εξατμισοδιαπνοης (ΕΤο) , η γνώση της οποίας είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό των αναγκών μιας καλλιέργειας σε νερό. Πρέπει να τονιστεί ότι η μέτρηση της εξατμισοδιαπνοης με τον τρόπο αυτό, αποτελεί μια αρκετά αξιόπιστη και αποτελεσματική μέθοδο.

Ένα εξατμισόμετρο τύπου A αποτελείται ατιό ένα μεταλλικό πλέγμα και μία μεταλλική κυλινδρική λεκάνη, η οποία είναι κατασκευασμένη από γαλβανισμένο χάλυβα. Οι διαστάσεις της είναι 121 cm η διάμετρος και 25,4 cm το βάθος. Η λεκάνη αυτή τοποθετείται πάνω σε ξύλινη βάση, ώστε ο πυθμένας της να απέχει 15cm από την επιφάνεια του εδάφους. Για τη σωστή εγκατάσταση ενός εξατμισιμέτρου τύπου A απαιτείται η βάση στην οποία εναποτίθεται η λεκάνη να είναι τιλήρως οριζοντιοποιημένη και στη συνέχεια το έδαφος κάτω από το σύστημα να υπερυψωθεί, ώστε η απόσταση μεταξύ πυθμένα και εδάφους να είναι 5cm.

Μετα την εγκατάσταση η λεκάνη συμπληρώνεται με νερό έως το ύψος των 5 cm

κάτω από το χείλος της. Απαραίτητη προϋπόθεση για την άρτια λειτουργία του οργάνου είναι, η στάθμη του νερού μέσα στη λεκάνη να μην πέσει ποτέ κάτω από το επίπεδο των 7,5cm από το χείλος της λεκάνης. Επίσης είναι αναγκαίο το νερό του εξατμισιμέτρου να ανανεώνεται συχνά για να μην θολώσει και μια φορά το χρόνο η λεκάνη να συντηρείται επικαλύπτοντας τη με χρώμα αλουμινίου, για την αποφυγή της ανάπτυξης μυκήτων και αλγών.

Η λειτουργία ενός εξατμισιμέτρου τύπου Α συνίσταται στη μέτρηση της ημερήσιας πτώσης της στάθμης του νερού στη λεκάνη, η οποία εκφράζεται με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή αναφοράς του (ET_{pan}) και τον υπολογισμό του βάθους του νερού. Οι τιμές που λαμβάνονται πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή εξατμισιμέτρου (K_p) και ανάγονται στην εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_o) σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$ET_o = K_p \cdot ET_{pan}$$

όπου: ET_o: σε mm/ημέρα.

ET_{pan}: σε mm/ημέρα.

Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου υπολογίζεται ως συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας, του είδους, όπως επίσης και της έκτασης της επιφάνειας που περιβάλλει το εξατμισόμετρο. Βάση δεδομένων προηγούμενων ετών για το εξατμισόμετρο που είναι εγκατεστημένο στο αγρόκτημα, βρέθηκε ότι είναι 0,8, ενώ η εύρεση της πτώσης της στάθμης του νερού στη λεκάνη έγινε με τη βοήθεια ενός σταθμήμετρου με ακίδα. (12,13,14)

83

4.5.2 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας

Βασικό κριτήριο για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά το χρόνο και τη δόση εφαρμογής του αρδευτικού νερού σε μια καλλιέργεια αποτελεί ο προσδιορισμός της εδαφικής υγρασίας. Λόγω του ότι οι τιμές αυξομειώνονται με την πάροδο του χρόνου ως αποτέλεσμα ανθρωπογενών και βιολογικών επιδράσεων, ο προσδιορισμός της υγρασίας του εδάφους καθίσταται αντιπροσωπευτικός μόνο κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας.

Οι μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας διαχωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες. Για την άμεση μέτρηση χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι όπως είναι η σταθμική και άλλες, καθώς επίσης και κατάλληλα όργανα όπως είναι τα λυσίμετρα. Ο προσδιορισμός της μπορεί να γίνει και έμμεσα, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ αυτής και κάποιας άλλης ιδιότητας του εδάφους όπως γίνεται στις μεθόδους μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης, σκεδασμού νετρονίων, τασιμέτρων και T.D.R. (Time Domain Reflectory) .

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης της εδαφικής υγρασίας στο συγκεκριμένο πείραμα, επιλέχθηκε η μέθοδος T.D.R. Χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι η ταχύτητα και ακρίβεια των μετρήσεων που δίνει κατά τον προσδιορισμό της

ογκομετρικής περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό, ενώ η απόδοσή της δεν εξαρτάται από τον τύπο του προς μέτρηση εδάφους και η χρήση της δεν εγκυμονεί κινδύνους λόγω ραδιενεργών εκπομπών. Παράλληλα έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοστεί και σε όργανα με χρήση Η/Υ για αυτόματη ανάλυση.

Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στην απευθείας μέτρηση της φαινόμενης διηλεκτρικής σταθεράς του εδάφους και την αναγωγή αυτής σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού (Σακελλαρίου, 2003). Με άλλα λόγια βασίζεται στην χρονομετρημένη απόκριση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος της πηγής του οργάνου για βάθη από 0 έως 120cm και την αναγωγή του χρόνου καθυστέρησης σε μονάδες εδαφικής υγρασίας, χρησιμοποιώντας πολυωνυμικές εξισώσεις. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό επηρεάζει την διηλεκτρική του σταθερά.

Το σύστημα για τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο T.D.R. αποτελείται από τη συσκευή η οποία φέρει ενσωματωμένο επεξεργαστή, έναν αισθητήρα, τα καλώδια σύνδεσης του αισθητήρα με τη συσκευή και τον Η/Υ, την ομάδα εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή του αισθητήρα και το φορτιστή μπαταριών του οργάνου.

Από τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας που πραγματοποιήθηκε στα πειραματικά ανροτεμάχια, διαπιστώθηκε η καλή ύγρανση του ριζοστρώματος και στις τρεις μεταχειρίσεις ανάλογα με τη δόση της άρδευσης. Ακόμη λόγω του ότι η εκροή του νερού λάβαινε χώρα σε βάθος 15cm, η αύξηση της εδαφικής υγρασίας παρατηρήθηκε στα

0-45cm. Αυτό είναι ευνοϊκός όρος για τα φυτά, τα οποία αναπτύσσουν το 70% του ριζικού τους συστήματος σε βάθος έως και 50cm από την επιφάνεια του εδάφους.

4.6 Μετρήσεις όσον αφορά τα ην καλλιέργεια του ηλίανθου

4.6.1 Ύψος φυτων

Για την παρατήρηση του ρυθμού αύξησης του ηλίανθου, έγινε μέτρηση του ύψους των φυτών και των δύο μεταχειρίσεων. Σε καθένα από τα 8 πειραματικά τεμάχια επιλέχθηκαν τυχαία 5 φυτά για δειγματοληψία, τα οποία επισημάνθηκαν και μετρήθηκε το ύψος τους σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να παρακολουθείται η πορεία τους.

Η επισήμανσή τους εξυπηρετεί, έτσι ώστε οι μετρήσεις να γίνονται κάθε φορά στα ίδια φυτά και να μην υπάρχει σύγχυση στις συγκρίσεις των αποτελεσμάτων. Στις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, το μέσο ύψος κάθε μεταχείρισης

είναι αποτέλεσμα ενός συνολικού αριθμού 20 φυτών από τα επιμέρους πειραματικά τεμάχια.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 8 μετρήσεις με την έναρξη να γίνεται στις 05/06/2008, ενώ η τελευταία μέτρηση έλαβε χώρα στις 29/09/2008.

Το διάστημα που μεσολαβούσε μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων, είχε μέση διάρκεια περίπου 15 ημέρες.

4.6.2 Διάμετρος δίσκων

Η μέτρηση της διαμέτρου πραγματοποιήθηκε τις ίδιες ημερομηνίες με τη μέτρηση του ύψους των φυτών, ενώ για τη δειγματοληψία πάρθηκαν τα ίδια φυτά που είχαν ήδη επισημανθεί.

Όπως και παραπάνω η μέτρηση στην κεφαλή κάθε φυτού έγινε με τη βοήθεια μέτρου, με τη διαφορά ότι η διαδικασία αυτή άρχισε μετά το άνοιγμα των ανθέων. Η παράμετρος που λήφθηκε υπόψη ήταν η διάμετρος των δίσκων και η μέση τιμή της για κάθε μεταχείριση προέρχεται από το σύνολο 20 φυτών από τη κάθε μεταχείριση μετρήσεων.

4.7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

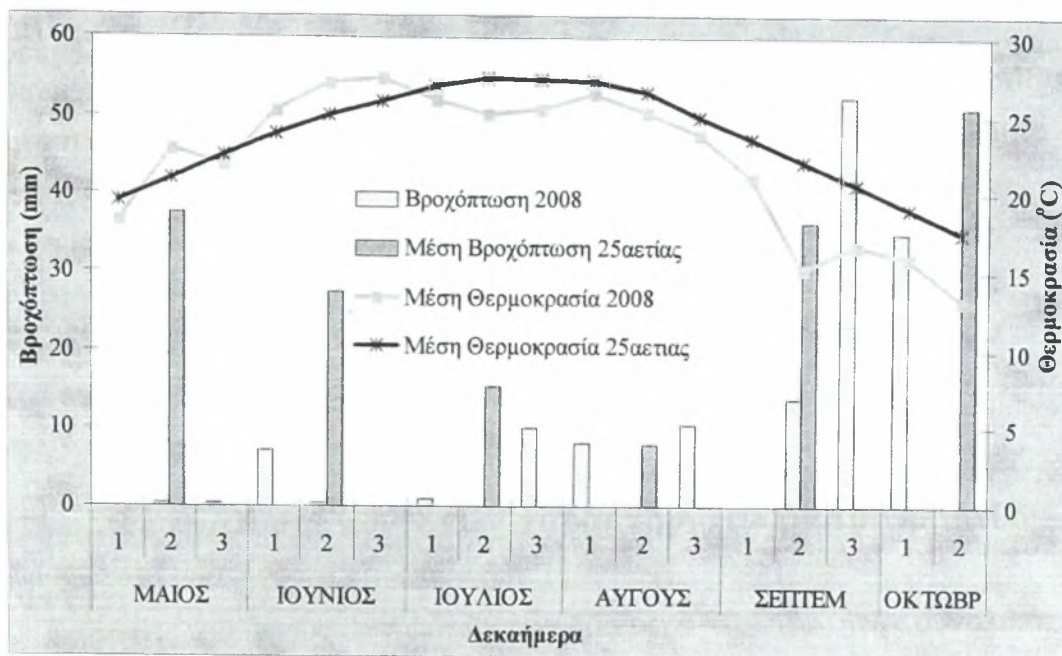
Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS, με τη βοήθεια του οποίου έγινε στατιστική ανάλυση των μετρήσεων. Επειδή έπρεπε να γίνει σύγκριση μεταξύ δύο μέσων όρων (ύψους φυτών και διαμέτρου δίσκου φυτών) ενός παράγοντα (ποσότητα δόσης άρδευσης). Από τις λειτουργίες του στατιστικού πακέτου χρησιμοποιήθηκε μόνο αυτή του κριτηρίου t συγκεκριμένα του independent t -test.

Η παρουσίαση των επεξεργασμένων δεδομένων είναι τόσο ανά ημερομηνία μέτρησης, όσο και στο σύνολο των μετρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Στο σχήμα 5.1 φαίνονται η μέση θερμοκρασία και η ωφέλιμη βροχοπτώση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2008 καθώς και οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων της τελευταίας 25αετίας.



Διάγραμμα 5.1. Μέσοι όροι θερμοκρασίας και βροχοπτώσης Μαΐου-Οκτωβρίου 2008 και των τελευταίων 25 ετών (ανά 10ήμερο)

Όπως προκύπτει από το σχήμα 5.1 οι βροχοπτώσεις από το 3^ο δεκαήμερο του Μαΐου έως το 2^ο δεκαήμερο του Ιουνίου αξιοποιήθηκαν από την καλλιέργεια στο στάδιο του φυτρώματος. Από τη σπορά (20/5/2008) έως και την έναρξη της άρδευσης (5/6/2008) το ύψος της βροχοπτώσης ήταν συνολικά 10,00 mm. Συγκεκριμένα στις 9/6/2008 σημειώθηκε η βροχοπτώση με τη μεγαλύτερη ένταση (9,00mm). Από την έναρξη (5/6/2008) μέχρι και τη λήξη των αρδεύσεων (17/9/2008) το ύψος βροχοπτώσης ήταν συνολικά 37,80 mm. (14)

Κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου (Ιούνιος-Σεπτέμβριος), συνέβησαν πέντε βροχοπτώσεις αλλά σε κανένα το ύψος βροχής δεν ήταν μεγάλο. Μάλιστα, σε περισσότερα από αυτά το ύψος βροχής ήταν κάτω από 15 mm. Μεγαλύτερης έντασης βροχοπτώση εκείνη που σημειώθηκε στις 27/07/2008 (12,50 mm).

Οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά το θέρος δεν είχαν το ανάλογο ύψος για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό. Έτσι, επιβεβαιώνεται η ανάγκη των φυτών για άρδευση με σκοπό τη σωστή ανάπτυξη.

Τέλος, οι μειωμένες βροχοπτώσεις συνετέλεσαν στις γρήγορες και ακριβείς μετρήσεις του νερού που δέχθηκε η καλλιέργεια, αφού η μεγαλύτερη ποσότητα χορηγήθηκε μέσω της άρδευσης. Αυτό έχει σαν επακόλουθο, τη σωστή σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, αφού μειώνεται η πιθανότητα του λάθους και η παραλλακτικότητα, εξαιτίας εξωτερικών παραγόντων.

5.2 Εδαφική υγρασία

Όπως έχει αναφερθεί με την εφαρμογή της κατάλληλης ποσότητας νερού στα φυτά η παραγωγή των καλλιεργειών τείνει να φτάσει τη μέγιστη τιμή και το κόστος της άρδευσης μειώνεται. Ο ηλιάνθος διαθέτει ριζικό σύστημα το οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί την υγρασία του εδάφους σε αρκετά μεγάλο βάθος. Έτσι αν το νερό διοχετευτεί στην περιοχή του ριζοστρώματος είναι εφικτό να μειωθούν οι αρδευτικές δόσεις που θα εφαρμοστούν στην καλλιέργεια.

Στο πείραμα η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έγινε με τη χρήση ενός οργάνου T.D.R. πριν και μετά την άρδευση.

5.3 Αποτελέσματα ανάλυσης ποιοτικών χαρακτηριστικών του ηλιάνθου

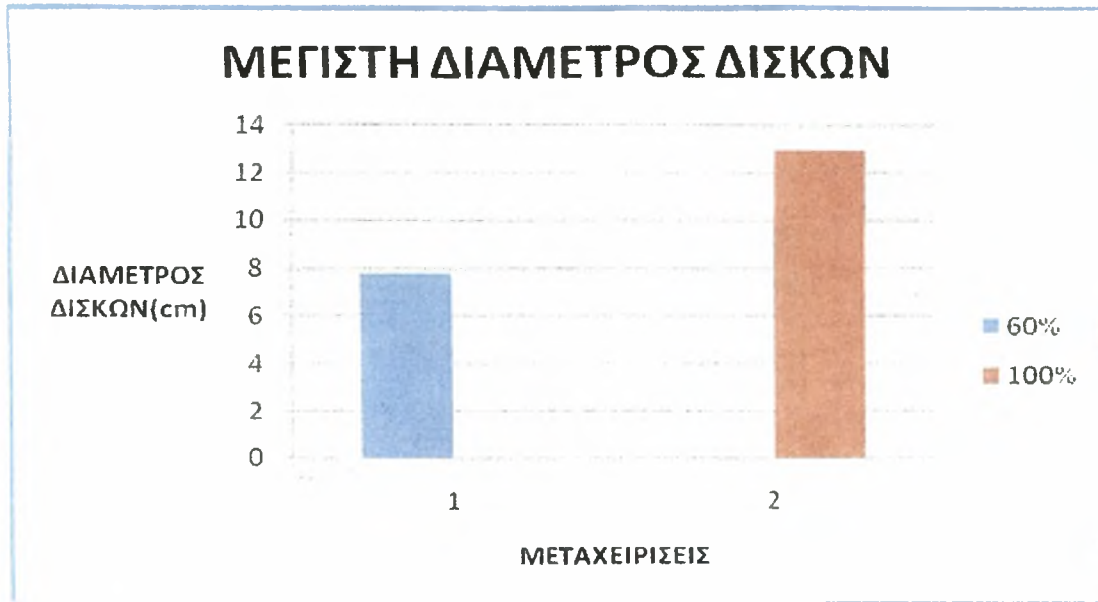
87

5.3.1 Ύψος Φυτών

Οι μετρήσεις του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ήταν συνολικά 8 και πραγματοποιήθηκαν το διάστημα 5/06/2008 μέχρι και τις 29/09/2008. Προκύπτει ότι, το μέσο ύψος των φυτών στη μεταχείριση με δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 60% της εξατμισοδιαπνοής έφτασε τα 69,72 cm ενώ στη δεύτερη μεταχείριση στην οποία καλύπτεται το 100% της εξατμισοδιαπνοής έφτασε τα 116,18 cm.

Από τις 11/7 που πραγματοποιήθηκε η τρίτη μέτρηση, έως τις 22/8 που πραγματοποιήθηκε η έκτη μέτρηση παρατηρείται μεγάλη μεταβολή του μέσου ύψους των φυτών περίπου 37 cm για την πρώτη μεταχείριση (60%) και περίπου 62 cm για την δεύτερη μεταχείριση (100%). Είναι φανερό ότι η δεύτερη μεταχείριση προσφέρει μεγαλύτερη ανάπτυξη στα φυτά.

Από τις 22/8 που πραγματοποιήθηκε η έκτη μέτρηση, έως τις 29/9 που πραγματοποιήθηκε η όγδοη μέτρηση παρατηρείται μείωση της μεταβολής του μέσου ύψους των φυτών περίπου 12 cm για την πρώτη μεταχείριση (60%) και περίπου 20 cm για την δεύτερη μεταχείριση (100%).



Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων:

Πίνακας 5.1. Μέσος όρος και σημαντικότητα του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης.

		Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι	Σημαντικότητα	
			επαναληπτικών μετρήσεων		
Υ Ψ Ο Σ Φ Υ Τ Ω Ν	1 ^η Μέτρηση 25/5	60%	3,09	0,103	89
		100%	5,16		
		2 ^η Μέτρηση 25/6	60%		
	100%	17,69			
	3 ^η Μέτρηση 14/7	60%	20,6	0,001	
		100%	34,3		
		4 ^η Μέτρηση 24/7	60%		
	100%		50,56		
	5 ^η Μέτρηση 9/8		60%	45,72	
		100%	76,22		
		6 ^η Μέτρηση 24/8	60%	57,6	
	100%		96,27		
	7 ^η Μέτρηση 14/9		60%	67,42	
		100%	112,36		
		8 ^η Μέτρηση 28/9	60%	69,72	
	100%		116,18		

5.3.2 Διάμετρος δίσκων

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 5 μετρήσεις, αρχής γενομένης στις 11/07/2008 έως και τις 12/09/2008. Σημειωτέον ότι και για αυτή την παράμετρο οι μετρήσεις έγιναν τις

ίδιες ημερομηνίες με αυτές του ύψους των φυτών. Παρατηρήθηκε ότι η μέση διάμετρος δίσκου των φυτών στη μεταχείριση με δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 60% της εξατμισοδιαπνοής έφτασε τα 7,78 cm ενώ στη δεύτερη μεταχείριση στην οποία καλύπτεται το 100% της εξατμισοδιαπνοής έφτασε τα 12,96 cm.

Από τις 11/7 που πραγματοποιήθηκε η πρώτη μέτρηση, έως τις 26/7 που πραγματοποιήθηκε η δεύτερη μέτρηση παρατηρείται μικρή μεταβολή της μέσης διαμέτρου των δίσκων των φυτών περίπου 0,6 cm εντός των μεταχειρίσεων.

Συγκριτικά οι δύο μεταχειρίσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα έχουν διαφορά μέσης διαμέτρου δίσκου της τάξης των 3,4 cm.

Από τις 26/7 που πραγματοποιήθηκε η δεύτερη μέτρηση, έως τις 22/8 που πραγματοποιήθηκε η τέταρτη μέτρηση παρατηρείται μεγάλη αύξηση της μέσης διαμέτρου των δίσκων των φυτών περίπου 2,4 cm για την πρώτη μεταχείριση (60%) και περίπου 4 cm για την δεύτερη μεταχείριση (100%).

Από τις 22/8 που πραγματοποιήθηκε η τέταρτη μέτρηση, έως τις 12/9 που πραγματοποιήθηκε η πέμπτη μέτρηση παρατηρείται μείωση της αύξησης της μέσης διαμέτρου των δίσκων των φυτών περίπου 0,1 cm.

Συγκριτικά οι δύο μεταχειρίσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα έχουν διαφορά μέσης διαμέτρου δίσκου της τάξης των 5,2 cm.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων:

		Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων	Σημαντικότητα
Διάμετρος δίσκου (cm)	1η μέτρηση			0,027
	11/7	60%	4,86	
		100%	8,11	
	2η μέτρηση			0,028
	26/7	60%	5,31	
		100%	8,86	
	3η μέτρηση			0,037
	9/8	60%	6,83	
		100%	11,38	
	4η μέτρηση			0,125
	22/8	60%	7,68	
		100%	12,8	
	5η μέτρηση			0,055
	12/9	60%	7,78	
		100%	12,96	

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη και σύγκριση των αποτελεσμάτων, για τις δυο μεταχειρίσεις του ηλίανθου, οδηγούμαστε στην εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Η μέθοδος της υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι η πλέον επικρατέστερη μεταξύ των σύγχρονων και των παραδοσιακών μεθόδων άρδευσης για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, και μάλιστα με την πιο ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού.

Αυτό οφείλεται στην άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού απευθείας στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών με την ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω εξάτμισης, καθώς επίσης και στη διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας (πλησίον της τιμής της υδατοϊκανότητας) μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής και για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα.

2. Ο σωστός προγραμματισμός των αρδεύσεων σε συνδυασμό με τις συνεχείς μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας καθώς και οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια του θέρους δεν διέκοψαν την αναπτυξιακή διαδικασία της καλλιέργειας, αντίθετα επιτεύχθηκαν μέγιστοι ρυθμοί ανάπτυξης.

3. Οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία αέρας και βροχόπτωση) που επικράτησαν καθ' όλη τη διάρκεια του θέρους του 2008 βοήθησαν στη σύγκριση μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το χαμηλό ύψος βροχής κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δεν επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την αναπτυξιακή διαδικασία της καλλιέργειας η οποία επομένως επηρεάστηκε στο μεγαλύτερο βαθμό από την άρδευση που δέχθηκε η καλλιέργεια κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

4. Όσον αφορά τη διακύμανση των τιμών της σημαντικότητας που προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

✓ Για το ύψος των φυτών η σημαντικότητα κυμαίνεται από $<0,001$ έως $0,202$. Οι τιμές αυτές είναι μεγαλύτερες από $0,05$ επομένως οι μέσοι όροι των μετρήσεων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με εξαίρεση την τρίτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 11/7 όπου η τιμή της σημαντικότητας είναι $<0,001$. Η διαφορά της τιμής της σημαντικότητας της τρίτης μέτρησης σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές πιθανώς να οφείλεται στην επίδραση μη ελεγχόμενων παραγόντων

✓ Για τη διάμετρο του δίσκου των φυτών η σημαντικότητα κυμαίνεται από 0,027 έως 0,125. Οι τιμές αυτές είναι μικρότερες από 0,05 εκτός της τέταρτης μέτρησης όπου η τιμή είναι ίση με 0,125. Επομένως οι μέσοι όροι των μετρήσεων δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερος στατιστικά σημαντικές διαφορές και έχουμε την δυνατότητα εξαγωγής αξιόπιστων συμπερασμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αναλογίδης Δ., 2007. Τα μικροθρεπτικά στοιχεία στο Αγροτικό Οικοσύστημα. Αθήνα, Γεωργία-Κτηνοτροφία, εκδόσεις Αγρότυπος σελ. 53
2. Αναστασιάδης Άνθιμος 2012 < Ο Ηλίανθος> Εκδόσεις Αγρότυπος Αθήνα
3. Δαναλάτος Ν.- Αρχοντούλης Σ . 2008. <Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων/Αγριαγκινάρας/Ηλίανθου Σόργου>. σελ. 72. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος
4. Δαναλάτος Ν. 2008, Ειδική Γεωργία ΙΙ, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Βόλος.
5. Θανασουλόπουλος Κ, 1989. <Ασθένειες του ηλίανθου>. Εκδοση ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη σελ. 46.
6. Μεμάκη Άννα 2009 Διπλωματική Εργασία <Συγκριτική αξιολόγηση καλλιέργειας Ηλίανθου σε τρεις νομούς (Αιτωλοακαρνανία,Καρδίτσα και Κιλκίς)> Αθήνα
7. Μήτσιος, Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός Χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
8. Μουσταφέρη Φ.Θ., 2010. Μεταπτυχιακή διατριβή <Αξιολόγηση της ανάπτυξης και των αποδόσεων τεσσάρων υβριδίων ηλίανθου (Helianthus annuus L.) (δύο συμβατικών και δύο με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ) υπό τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Αττικής>. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
9. Ξανθόπουλος Φ.Π. 1993. <Ο ηλίανθος> ΕΘΙΑΓΕ. Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών, Θεσσαλονίκη.
10. Οικονομίδης Κ. 2010. <Ο ηλίανθος ως συμβολαιακή καλλιέργεια>. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 1/2010. Εκδόσεις Αγρότυπος.
11. Παπαζαφειρίου Ζ. Γ.,1984.,< Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων.> Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
12. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ., 1993. <Άρδευση με σταγόνα.Άρδευση με αυλάκια> Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος
13. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ., 2003. <Σημειώσεις αρδεύσεων>Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
14. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Πανώρας Α.,Μαυρούδης Ι.,Μανούδης Ν. και Πογιαρίδης Θ., 1996. <Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοης αναφοράς και βροχόπτωσης στο Ν. Λάρισας>. Πρακτικά 20^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα «Εγγειοβελτιωτικά έργα - Διαχείριση υδατικών πόρων - Εκμηχάνιση Γεωργίας» σελ.155-173.
15. Σαμαράς Βασίλειος Γεωπόνος < Εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής -Υδατικές απαιτήσεις των καλλιεργειών>
16. Τερζίδης Γ.Α. και Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., 1997.< Γεωργική υδραυλική>, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

17. Τσακίρης Γ. 2004 Σημειώσεις : <Ανάγκες σε αρδευτικό νερό >Αθήνα
- 18.-Φραντζεσκάκης Γ. 1988. <Η καλλιέργεια του βιομηχανικού ηλιάνθου>. Γεωργική Τεχνολογία, 1-88, σελ. 35-47.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 19.-Anderson, W. K. 1979. Water use of sunflower crops. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.
- 20.-Angelakis, A., Sakellariou- Makrantonaki, M., Tzimopoulos, C., 2002. Comparison of a green & Ampt and Parlange infiltration equations. Experimental procedure. 5th International conference of EWRA on water resources management in the era of transition. 4- 8 September 2002. Athens.
- 21.- Connor, D.J., and v.o.. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. Field Crops Res
- 22.-Connor D.J., Palta J.A., Jones T.R., 1985. Response of sunflower to strategies of irrigation. Crop photosynthesis and transpiration, pp 281-293.
- 23.- Danalatos, N.G., Archontoulis, S.V., Gel'oni-kolou, L., Papadakis, G., 2004. Potential growth and productivity of three Sunflower hybrids a soil with aquic moisture regime in central Greek conditions. Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, Roma, Italy, pp 315-318
- 24.-Doorenbos, J. and W.O.Pruitt, 1977. Crop water requirements. FAO, Irrig. and Drain, paper 24 (revised), 156 p.
- 25.-Francois, I.E., 1996. Salinity effects on four sunflower hybrids. Agron..
- 26.- H.F. and W.D.Griddle, 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA (SCS) TP-96, 48p.
- 27.Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.B., Meek, D.W., and Re, J.V., 1983. Management of Subsurface Trickle Irrigation Systems. ASAE paper No. 83-2598.
- 28.Schneiter A.A., Miller J.F 1981. Description of Sunflower Growth Stages. Crop Sci. 21:901-903

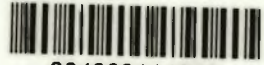
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://epp.eu-rostat.ec.europa.eu>
<http://cropwatch.unl.edu>
www.agromage.com
www.syngenta.ru
www.agro.basf.ru
www.plantprotection.hu
www.croplangenetics.com
www.niderasemillas.com
www.agroatlas.ru
www.inra.fr
www.elsitioagricola.com
www.fao.org/landwater/aglw/cropwater/sunflower.stm
www.faostatofao.org
www.fertilizer.org
www.gov.mb.ca/agriculture/soilwater/nutrient
www.cres.gr
www.ebb-eu.org
www.ptapde.gr
www.biodiesel.org
www.sbibe.gr

www.newenergy.gr
www.ag.ndsu.edu
www.canadasunflower.com
www.maisadur-semences.fr
www.padil.gov.au
www.syngenta.com
www.cetiom.fr
www.sunflowernsa.com
www.asagir.org.ar
www.minagric.gr



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114800