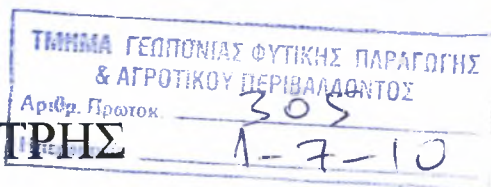


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η επίδραση της άρδευσης και της λίπανσης
στην αύξηση και παραγωγικότητα του νέου
υβριδίου *ηλιανθού*

16 07 2006

ΤΣΑΛΙΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ



Πτυχιακή Διατριβή που υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωπονίας
Φυτικής Παράγωγης & Αγροτικού Περιβάλλοντος του
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη
πτυχίου του γεωπόνου

Βόλος 2010



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

Αριθ. Εισ.: 8812/1
Ημερ. Εισ.: 17-09-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2010
ΤΣΑ

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

Τσαλίκης Δημήτρης

Η επίδραση της άρδευσης και της λίπανσης στην αύξηση και
παραγωγικότητα του νέου υβριδίου *ηλιανθου*

Εξεταστική επιτροπή

- Δαναλάτος Ν. Καθηγητής (Επιβλέπων)
 - Δημήρκου Α. Καθηγήτρια
 - Σακελλαρίου Μ. Καθηγήτρια

Βόλος 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον καθηγητή , Διευθυντή του εργαστηριού Γεωργίας αλλά και φίλο και δάσκαλο Ν.Γ Δαναλάτο για την υπόδειξη του θέματος ,την παροχή βιβλιογραφίας την καθοδήγηση και τις υποδείξεις – διορθώσεις για την σύνταξη της πτυχιακής καθώς και τα υπέροχα χρόνια που περάσαμε στο Βόλο

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μελή της εξεταστικής επιτροπής κα Δημήτρου Α. Καθηγήτρια και την κα Σακελλαρίου Καθηγήτρια για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις της πτυχιακής μου εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον γεωπόνο και Υ. διδάκτορα Αρχοντουλη Σωτήρη για όλη τη βοήθεια και τις συμβουλές που μου προσέφερε για την περάτωση των εργασιών της πτυχιακής μου.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου Παζαρά Βασίλη για την βοήθεια που μου έχει προσφέρει στις εργασίες στον πειραματικό αγρό του Παλαμά Καρδίτσας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Αφιερώνεται στους γονείς μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	7
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Ιστορική εξέλιξη.....	8
1.2 Μορφολογία.....	9-10
1.3 Φαινολογία.....	10-13
1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν αύξηση-ανάπτυξη.....	14
1.4.1 Θερμοκρασία-ηλιοφάνεια-διοξείδιο του άνθρακα.....	14-15
1.4.2 Έδαφος.....	15
1.4.3 Εισροές.....	15-17
1.4.4 Καλλιεργητικές τεχνικές.....	17-18
1.4.5 Εχθροί- ασθένειες.....	18
1.5 Σκοπός μελέτης.....	19
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
2.1 Περιγραφή τοποθεσίας και εδάφους.....	20
2.2 Προετοιμασία του αγρού και διαδικασίες	20
2.3 Πειραματικά σχέδια.....	20-21
2.4 Εφαρμογές άρδευσης.....	21
2.5 Μεθοδολογία	22
2.6 Στατιστική ανάλυση.....	22

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κλιματικά δεδομένα.....	24-25
3.2 Δεδομένα αύξησης (ύψος, SLA και LAI).....	26-28
3.3 Παραγωγή βιομάζας και οργάνων	29-32
3.4 Κατανομή ξηρής ουσίας στα διάφορα φυτικά όργανα.....	32
3.5 Κόστος παραγωγής.....	33-34
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	35
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	36-38
6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	39-65

Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας η οποία οδήγησε σε αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις. Παράλληλα οι φυσικοί πόροι και πιο συγκεκριμένα το πετρέλαιο έχουν αρχίσει να μειώνονται δραστικά. Κατά συνέπεια η έρευνα για εναλλακτικές μορφές ενέργειας είναι πλέον απαραίτητη. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην παραγωγή νέων μορφών ενέργειας όπως τα βιοκαύσιμα (στερεά ,υγρά και αέρια) που προέρχονται από διάφορα φυτικά είδη. Ένα από αυτά είναι και ο ηλίανθος ο οποίος θεωρείται ένα από τα πιο υποσχόμενα φυτά για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα και γενικότερα στη Μεσόγειο .

Έτσι σκοπός της εν λόγω εργασίας ήταν να αξιολογήσει ένα νέο υβρίδιο ηλιάνθου το ‘‘70 –G –3920’’και να καταγράψει παραγωγικότητες κάτω από διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές (άρδευση και λίπανση).Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας το έτος 2006-07.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική εξέλιξη

Ο ηλίανθος πρωτοχρησιμοποιήθηκε ως τροφή από τους Ινδιάνους στην Αμερική. Αργότερα διαδόθηκε ως ζιζάνιο στα χωράφια των κεντρικών πολιτειών των ΗΠΑ και κατόπιν εξημερώθηκε (προήλθε από το ζιζάνιο *Helianthus petiolaris*). Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος είναι γνωστός και ως ήλιος ή ηλιοτρόπιο. Στην Ευρώπη ο ηλίανθος μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς το 1550, ενώ από το 1780 άρχισε να καλλιεργείται στη Ρωσία, όπου και επεκτάθηκε σημαντικά. Από το 1969 άρχισε και η δημιουργία των πρώτων υβριδίων ηλίανθου αυξάνοντας την απόδοση, τη σταθερότητα στην παραγωγή, την ομοιομορφία του αγρού και την αντοχή στις ασθένειες. Σήμερα ο ηλίανθος καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης, την Ισπανία, την Αργεντινή κλπ (Danalatos and Archontoulis, 2008). Ο ηλίανθος ανήκει στο γένος *Helianthus* της οικογενείας *Asteraceae* η οποία περιλαμβάνει 62 είδη. Το είδος *Helianthus annuus* είναι το κυρίως καλλιεργούμενο σήμερα σε όλο τον κόσμο .

Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε στα 24,2 εκατ. τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 195 εκατ. στρέμματα. Από αυτό, περισσότερα από 100 εκατ. στρέμματα καλλιεργήθηκαν στην Ευρώπη και 1,7 εκατ. στην Ιταλία (0,17 εκατ. στρέμματα στην Ελλάδα) (FAOSTAT, 2004).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ηλίανθου συγκεντρώνεται κυρίως στο βορειοανατολικό μέρος της χώρας. Καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής .Ο ηλίανθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (EE-27) είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ (1.504.000 τόνοι το 2003) σε παγκόσμιο επίπεδο, (Biofuels Barometer-June 2004, EUROSERVER)

Στην Ισπανία καλλιεργούνται πάνω από 6 εκατομμύρια στρέμματα και η παραγωγή ανέρχεται στους 743.000 κιλά (FAOSTAT, 2007). Στην Τούρκια με πάνω από 5 εκατομμύρια στρέμματα παράγουν πάνω από ένα εκατομμύριο τόνους έχοντας και υψηλό μέσο όρο παραγωγής που ξεπερνά τα 200 κιλά το στρέμμα (FAOSTAT,

2007). Οι επίσημοι οργανισμοί δείχνουν ότι στην Ελλάδα καλλιεργούμε μια έκταση 150.000 στρεμμάτων και παράγουμε 19.000 τόνους δηλαδή μια μέση παραγωγή 127 κιλά το στρέμμα (FAOSTAT, 2007).

1.2 Μορφολογία

Ο ηλιάνθος ξεχωρίζει από το μοναδικό στέλεχός του και κυρίως από την μεγάλη του ταξιανθία (κεφαλή διαμέτρου έως και 40 εκατοστά). Το φυτό έχει βαθύ ριζικό σύστημα, όπου η κεντρική ρίζα του μπορεί να φτάσει σε μήκος το διπλάσιο του ύψους του στελέχους. Οι πλευρικές ρίζες έχουν μήκος περί τα 50–100 εκατοστά και αναπτύσσονται σε βάθος περίπου 30 εκατοστών. Το ύψος του στελέχους κυμαίνεται από 80 έως 230 cm. Οι ποικιλίες για πασατέμπο φθάνουν και 3.5 μέτρα σε ύψος. (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008)

Το φυτό είναι ετήσιο, χωρίς κλαδιά, ευθύγραμμο και αναπτύσσεται εύκολα. Στήμονες με ύψος 0,7-3,5 μ., δασύτριχοι. Τα φύλλα είναι αντικριστά, ωοειδή, με στρώματα που έχουν 3 κύρια νεύρα μήκους 10-30 εκ και πλάτους 5-20 εκ, ενώ τα χαμηλότερα φύλλα είναι αντικριστά και καρδιόσχημα. Τα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το μέγεθος, το σχήμα, το πάχος και την ύπαρξη τριχιδίων στην επιφάνεια των φύλλων. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από 20–30 φύλλα/φυτό. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ηλιάνθου είναι ο ηλιοτροπισμός που εκδηλώνεται στα φύλλα και τις ταξιανθίες. Το πρωί οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες στρέφονται προς την ανατολή, κατόπιν ακολουθούν την πορεία του ήλιου, με μια μικρή καθυστέρηση. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται μόνο στα νεαρά φύλλα και στις ταξιανθίες μέχρι το τέλος της άνθησης. (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008)

Η κεφαλή του κεντρικού άνθους έχει διάμετρο 10-40 εκ.. Εξωτερικά της κεφαλής υπάρχει μια σειρά ελαφρώς πράσινων μικροσκοπικών φύλλων. Δίπλα σ' αυτά τα φυλλαράκια βρίσκονται τα ακτινωτά άνθη (bracts). Τα ακτινωτά άνθη είναι άγονα και έχουν σκοπό την προσέλκυση των εντόμων. Τα άνθη στο κέντρο της κεφαλής λέγονται δίσκοι, είναι μικρότερα και αρκετά διαφορετικά σε σχήμα και χρώμα. Οι δίσκοι αποτελούνται από μία αυλακωτή στεφάνη με πέντε λοβούς, που αντιπροσωπεύει πέντε θρυαλλίδες πετάλων. Κάτω από τη στεφάνη υπάρχει η χαμηλότερη ωοθήκη

Οι ηλιάνθοι του εμπορίου (υβρίδια) έχουν άνθη αυτογονιμοποιούμενα, δηλ. δεν χρειάζονται έντομο για τη γονιμοποίηση. Τα υβρίδια αντικατέστησαν τις ποικιλίες ελεύθερης γονιμοποίησης γιατί παρέχουν αυξημένη παραγωγή, αντίσταση στα ζιζάνια, ομοιομορφία, ποιότητα μίσχου και αυτοσυμβατότητα. Ο καρπός είναι αχάινιο (καρπός με περικάρπιο) σε διάφορα μεγέθη, συνήθως με μήκος 1-1,5 εκ., έγχρωμος ή ριγωτός

Η ταξιανθία του ηλιάνθου περιέχει από 700 έως 4000 άνθη σε συνάρτηση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία), τις καλλιεργητικές φροντίδες (νερό, λίπασμα) και την καλλιεργούμενη ποικιλία. Τα άνθη της ταξιανθίας διατάσσονται σε ομόκεντρα τόξα και η άνθηση αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη και συνεχίζεται προς το κέντρο της ταξιανθίας. Καθημερινά ανοίγουν από 1 έως 4 σειρές και η περίοδος αυτή διαρκεί από 7 έως 17 ημέρες αναλόγως των θερμοκρασιών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περίοδο της ανθοφορίας, ενώ οι πολύ υψηλές την επιταχύνουν. Με την ολοκλήρωση της ανθοφορίας πέφτουν τα περιφερειακά άγωνα κίτρινα άνθη. Η γύρη του ηλιάνθου είναι βαριά, μεταφέρεται δύσκολα με τον αέρα, η δε απόδοσή του σε νέκταρ (και κατ' επέκταση σε μέλι) είναι 2.5 κιλά νέκταρ/στρ. Ο σπόρος του ηλιάνθου έχει συνήθως χρώμα μαύρο έως γκριζό, το δε βάρος 1.000 σπόρων ποικίλει από 40 έως 90 γραμμάρια. Το σχήμα μπορεί να είναι επίμηκες, ωοειδές και η διατομή του από στενόμακρη έως στρογγυλή (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) .

1.3 Φαινολογία

Η φαινολογία του φυτού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως κλιματικούς (κυρίως θερμοκρασίας), γονοτυπικούς και καλλιεργητικούς (π.χ. εποχή σποράς). Κατά μέσο όρο απαιτούνται 6–10 ημέρες από τη σπορά έως το φύτρωμα, 30–40 ημέρες από το φύτρωμα έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 20–30 ημέρες από την εμφάνιση ταξιανθίας έως την έναρξη της ανθοφορίας, 7–12 ημέρες από την έναρξη έως την λήξη της ανθοφορίας και τέλος άλλες 30 ημέρες από τη λήξη της ανθοφορίας έως τη φυσιολογική ωρίμανση. Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση το πίσω μέρος των ταξιανθιών αποκτά χρώμα καστανό-κίτρινο, με υγρασία περί το 60–70%, οι δε σπόροι έχουν υγρασία 30–40%. Σε αυτό το στάδιο οι σπόροι έχουν τη μέγιστη τιμή

σε ξηρό βάρος και τη μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι και αναλογία λινελαϊκού οξέως (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) .

Η φαινολογία του ηλίανθου σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη σε κατηγορίες «BBCH phenological growth stages»

Στάδιο 00–09: Βλάστηση σπόρου (ξεκινά από τη σπορά και ολοκληρώνεται στο στάδιο της κοτυληδόνας)

Στάδιο 10–19: Δημιουργία φύλλων (ολοκληρώνεται με την έκφυση 9 ή περισσότερων φύλλων στο στέλεχος)

Στάδιο 30–39: Επιμήκυνση στελέχους (ολοκληρώνεται με τη δημιουργία τουλάχιστον 9 μεσογονάτιων διαστημάτων)

Στάδιο 50–59: Δημιουργία ταξιανθίας (ολοκληρώνεται με την εμφάνιση κίτρινων ανθέων στην κλειστή ταξιανθία)

Στάδιο 60–69: Ανθοφορία (ολοκληρώνεται με την πτώση των περιφερειακών κίτρινων ανθέων της ταξιανθίας)

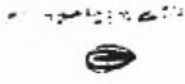
Στάδιο 70–79: Γέμισμα σπόρου (ολοκληρώνεται όταν το 75% των σπόρων έχουν φθάσει στο τελικό τους μέγεθος)

Στάδιο 80–89: Ωρίμανση σπόρου (ολοκληρώνεται όταν το πίσω μέρος της ταξιανθίας έχει καστανό χρώμα. Υγρασία σπόρων 20%)

Στάδιο 90–99: Συγκομιδή προϊόντος

Αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες που παραπέμπουν στο BBCH system ακολουθούν(Meier 2001)

Sunflower



00



10



12



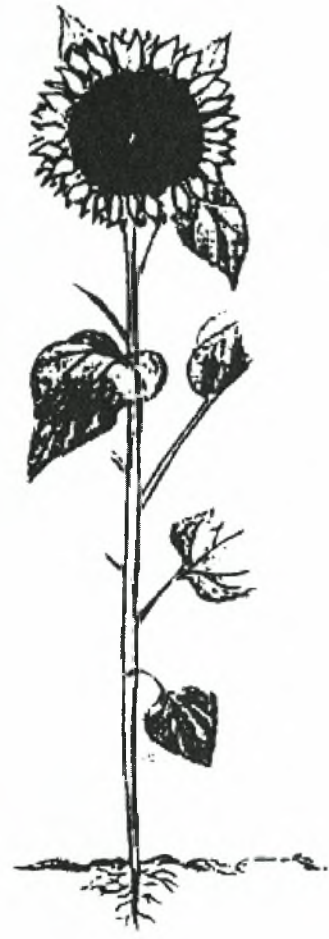
14



59



61



65

Sunflower



18/32



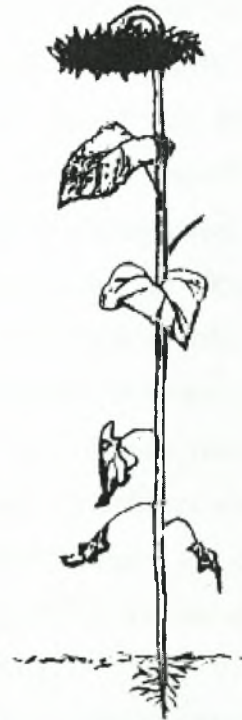
53



57



79



89



92

1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν αύξηση - ανάπτυξη

Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη του ηλίανθου είναι :

- κλιματικοί παράγοντες(θερμοκρασία, ηλιοφάνεια ,διοξείδιο του άνθρακα)
- εδαφικοί παράγοντες(διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους
- εισροές (άρδευση και λίπανση)
- επιλογή ποικιλίας
- καλλιεργητικές τεχνικές(πυκνότητα φύτευσης, εποχή σποράς)
- εχθροί- ασθένειες

Οι παρακάτω παράγοντες καθορίζουν το δυναμικό παραγωγής του ηλίανθου σε αγρούς πλήρως απαλλαγμένους από ζιζάνια.

1.4.1 Θερμοκρασία-ηλιοφάνεια-διοξείδιο του άνθρακα

Η βασική θερμοκρασία ανάπτυξης του ηλίανθου ποικίλει αναλόγως του γενοτύπου από 4 έως 8°C (το βαμβάκι έχει 15° C). Με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας, η σπορά του ηλίανθου μπορεί να αρχίσει από τις αρχές Μαρτίου, εφόσον η θερμοκρασία έχει σταθεροποιηθεί σε επίπεδα πάνω από τη βασική θερμοκρασία. Οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες 4° C, ενώ σε θερμοκρασίες αέρος 15° C έχουμε το ταχύτερο φύτρωμα (3–4 ημέρες). Τα νεαρά φυτά (στάδιο κοτυληδόνας) είναι ανθεκτικά στο ψύχος (–5°C), ενώ η αντοχή αυτή μειώνεται σταδιακά έως το στάδιο των 6–7 φύλλων, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο φυτό (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) . Η βέλτιστη θερμοκρασία ημέρας για την ανάπτυξη του φυτού είναι 25–33° C. Σε χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασιών (π.χ. 20°C) η ανάπτυξη του φυτού επιμηκώνεται, ενώ σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. > 35°C), η ανάπτυξη επιταχύνεται με αναπόφευκτη τη μείωση της απόδοσης. Σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα του ηλίανθου έχουν και οι θερμοκρασίες της νύχτας, καθώς σε υψηλές νυχτερινές θερμοκρασίες (> 25° C) η αναπνοή αυξάνεται δραματικά με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Συνοψίζοντας, υψηλές αποδόσεις ηλίανθου επιτυγχάνονται κάτω από θερμοκρασίες ημέρας 25–30°C και

νύχτας 15–20° C. Ο ηλίανθος είναι πολύ απαιτητικός σε φως. Σε εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας >550 W/m² ο ηλίανθος δεσμεύει από την ατμόσφαιρα περί τα 5.5 κιλά διοξειδίου του άνθρακα ανά στρέμμα φύλλου ανά ώρα, ρυθμός πολύ υψηλός για ένα C3 φυτό. Οι άριστες θερμοκρασίες για τη φωτοσύνθεση είναι περί τους 30°C. Ο ηλίανθος δεν αντιδρά συνήθως στο φωτοπεριοδισμό (ουδέτερο φυτό), διότι ανθίζει σε μεγάλο μήκος ημέρας (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) .

1.4.2 Έδαφος

Προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε διάφορα είδη εδαφών, με pH από 5.6–8.2, ενώ το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7.2. Το χαμηλό pH μειώνει τη διαθεσιμότητα του φώσφορου και αυξάνει την απορρόφηση του αργιλίου και του μαγγανίου σε τοξικά επίπεδα. Το υψηλό pH μειώνει τη διαθεσιμότητα του φώσφορου, ενώ αυξάνει την απορρόφηση του νάτριου σε τοξικά επίπεδα. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί από τους γεωργούς στην καλή στράγγιση του εδάφους, καθώς μια πλημμύρα για τρεις ημέρες μπορεί να καταστρέψει την καλλιέργεια από ασφυξία κάτω από την υπερβολική συγκέντρωση αιθυλενίου στις ρίζες και στο βλαστό που βρίσκεται μέσα στο νερό . Σε αλατούχα εδάφη ο ηλίανθος θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν, γιατί ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη, μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα. (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008) .

1.4.3 Εισροές

Άρδευση

Η ποσότητα του αρδευτικού νερού κυμαίνεται από 200 έως 450 χιλιοστά αναλόγως των εδαφολογικών συνθηκών, την εποχή σποράς και την ποικιλία. Στην βόρεια Ελλάδα (Ν. Έβρου) ο ηλίανθος συνήθως καλλιεργείται σε ξηρικά χωράφια κάνοντας χρήση των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων. Με άρδευση οι αποδόσεις αυξάνονται θεαματικά (από 60–90 κιλά/στρ σε 250–350 κιλά/στρ). Σε περίπτωση άρδευσης έχουμε καλύτερη αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων. Η ποσότητα του αρδευτικού νερού είναι συνισταμένη της εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας, που καθορίζεται από τους κλιματικούς παράγοντες της κάθε περιοχής. Ανάλογα την περιοχή ο

ηλιάνθος απαιτεί τουλάχιστον 3–5 ποτίσματα κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας σε ξηρά εδάφη (από το σχηματισμό της ταξιανθίας έως την πτώση των περιφερειακών κίτρινων ανθέων και την κύρτωση της κεφαλής).

Λίπανση

Το άζωτο αποτελεί δομικής σημασίας θρεπτικό στοιχείο και η έλλειψή του μειώνει πολύ την απόδοση του ηλιόσπορου. Επίσης, ο φώσφορος επιδρά αποτελεσματικά στην αύξηση της περιεκτικότητας του ηλιελαίου. Θα πρέπει να γίνεται ορθολογιστική διαχείριση των λιπασμάτων με γνώμονα

- α) την κατάσταση του εδάφους
- β) το στόχο του παραγωγού για απόδοση και
- γ) τη διαθεσιμότητα σε νερό.

Το έδαφος μπορεί να προσφέρει στην καλλιέργεια ένα μέρος των απαραίτητων θρεπτικών ουσιών (π.χ. 3–7 μονάδες αζώτου, ανάλογα το έδαφος). Κατόπιν ο γεωργός θα πρέπει να θέσει τους στόχους του και να συμπληρώσει τον αγρό με τα απαραίτητα θρεπτικά. Κατά κανόνα οι παραγωγοί θα πρέπει να γνωρίζουν ότι από 300 κιλά/στρ συγκομισμένου ηλιόσπορου αφαιρούνται από τον αγρό περί τα 10.5 κιλά αζώτου (N), 1.3 κιλά φωσφόρου (ή αλλιώς 6 κιλά πεντοξειδίου του φωσφόρου, P₂O₅) και 2.2 κιλά καλίου (ή αλλιώς 5.3 κιλά οξειδίου του καλίου K₂O). Για μεγαλύτερες αποδόσεις η απορρόφηση θρεπτικών αυξάνεται αναλογικά. Η τοποθέτηση των λιπασμάτων μπορεί να γίνει πριν τη σπορά με τη χρήση ενός λιπασματοδιανομέα, κατά την προετοιμασία του αγρού, αλλά μπορεί να γίνει και ταυτόχρονα με την σπορά με την τοποθέτηση των λιπασμάτων γραμμικά δίπλα στο σπόρο (σε απόσταση 10–20 εκατοστά). Με τον δεύτερο τρόπο επιτυγχάνεται ομοιομορφία στον αγρό και οικονομία, καθώς παραλείπεται μια εργασία. Πιο αποτελεσματικό είναι να τοποθετηθεί μια βασική ποσότητα λιπασμάτων μαζί με την σπορά (όλο το PK και ένα 30–40% του N) και το υπόλοιπο (60–70% του N) να δοθεί με την μορφή επιφανειακής λίπανσης, με τη χρήση γραμμικού λιπασματοδιανομέα – σκαλιστηριού, όταν το φυτό βρίσκεται σε ύψος περί τα 30 εκατοστά. Εναλλακτικά, εάν ο αγρός αρδεύεται με στάγδην άρδευση (σταγόνα) προτείνεται η τοποθέτηση των συμπληρωματικών λιπασμάτων εντός του συστήματος άρδευσης, μέθοδος που θα επέφερε το καλύτερο αποτέλεσμα. Η απορρόφηση των θρεπτικών από το φυτό μεγιστοποιείται λίγο πριν έως και λίγο μετά την περίοδο της ανθοφορίας (δημιουργία και

θρέψη των σπόρων που απαιτεί τριπλάσιες ανάγκες σε θρεπτικά από ότι η βλαστική περίοδος). Εφαρμογή λιπασμάτων μπορεί να γίνει και από το φύλλωμα, αλλά η μέθοδος αυτή δεν συστήνεται για τα μικροστοιχεία (NPK) λόγω του μεγάλου κόστους

1.4.4 Καλλιεργητικές τεχνικές

Η απόδοση του ηλίανθου είναι συνισταμένη τριών παραγόντων: α) του αριθμού των φυτών ή των ταξιανθιών, β) του αριθμού των σπόρων ανά ταξιανθία και τέλος γ) του βάρους του σπόρου. Σε αραιές φυτείες (3–4 φυτά/ μ²), ο ηλίανθος εξισορροπεί το μικρό αριθμό των ταξιανθιών με αύξηση του αριθμού και του βάρους των σπόρων, ενώ συμβαίνει το αντίθετο σε πυκνές φυτείες (6–7 φυτά/μ²). Έτσι, η απόδοση παραμένει σταθερή για ένα εύρος πυκνοτήτων. Σύμφωνα με πρόσφατα πειραματικά δεδομένα υπό ελληνικές συνθήκες, σε γόνιμα, επαρκώς αρδευόμενα χωράφια, η πυκνότητα θα πρέπει να είναι 6.6–7.4 φυτά/μ², για μεγιστοποίηση των αποδόσεων, ενώ σε μετρίως γόνιμα εδάφη με λιγότερη άρδευση προτιμούνται πληθυσμοί

3–5 φυτά/μ² (καλύτερη διαχείριση των θρεπτικών ουσιών). Στους αραιούς πληθυσμούς ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην καταπολέμηση ζιζανίων. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγονται πληθυσμοί φυτών > 8 φυτά/μ², διότι τότε παρατηρείται εκτεταμένη βλαστική ανάπτυξη (τα επιπλέον φυτά λειτουργούν ως ανταγωνιστές – ζιζάνια). Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι προσαρμοσμένες με το διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό στα 75 εκατοστά. Για τον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου (ΑΠΣ σε κιλά/στρ) θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το βάρος 1000 σπόρων, η βλαστική και η φυτρωτική ικανότητα του σπόρου στον αγρό, κάνοντας χρήση του παρακάτω τύπου. Σε περίπτωση δυσμενών εδαφικών συνθηκών ή όψιμης σποράς, θα απαιτηθεί επιπλέον ποσότητα σπόρου 5–10%

Πρέπει να σπέρνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα (από μέσα Μαρτίου έως τέλος Απριλίου) ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα. Η πρώιμη σπορά είναι καθοριστικής σημασίας, διότι το φυτό μπορεί να κάνει άριστη χρήση των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων και να δίνει καλές αποδόσεις κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες, που συνήθως επικρατούν το καλοκαίρι. Με την πρώιμη σπορά αυξάνονται οι διαθέσιμες ημέρες για αύξηση-ανάπτυξη της καλλιέργειας με θετική συνεισφορά στην αύξηση της απόδοσης (120–140 ημέρες). Στις όψιμες σπορές (Μαΐου- Ιουνίου), λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών, η περίοδος ανάπτυξης μειώνεται στις 90–110 ημέρες, με

αρνητικό αντίκτυπο στην τελική παραγωγή. Σπορές πέρα από τα τέλη Ιουνίου δεν συνιστώνται διότι η καλλιέργεια συνήθως δεν προλαβαίνει να ωριμάσει, ενώ λόγω των υψηλών θερμοκρασιών οι ανάγκες για άρδευση διπλασιάζονται. Σε χωράφι με κανονική υγρασία το βάθος σποράς πρέπει να είναι 2.5–3.0 εκατοστά. Σε χωράφι που έχει χάσει την επιφανειακή υγρασία ή αν επικρατούν έντονοι ξηροθερμικοί άνεμοι (λίβας) την περίοδο σποράς, ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται βαθύτερα (3.0–6.0 εκατοστά). Σπόροι που σπέρνονται σε βάθος 2–3 εκατοστά βλαστάνουν 3–4 ημέρες νωρίτερα από αυτούς που σπέρνονται βαθύτερα.

1.4.5 Εχθροί- ασθένειες

Έως σήμερα στην Ελλάδα δεν έχουν παρουσιαστεί εχθροί και ασθένειες σε μεγάλη κλίμακα, χωρίς αυτό να αποκλείει την εμφάνιση τους στο άμεσο μέλλον. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι σοβαρότεροι εχθροί του ηλίανθου είναι το *Homoesoma electellum*, το *Homoesoma nebulella* το οποίο προσβάλλει τις ταξιανθίες και αργότερα τους σπόρους του ηλίανθου. Οι κυριότερες ασθένειες του ηλίανθου είναι α) ο περονόσπορος (*Plasmopara halstedii*) ο οποίος ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες και την υψηλή σχετική υγρασία και προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού (εμφάνιση χλωρωτικών κηλίδων), β) η καστανή κηλίδωση και ο καρκίνος του στελέχους (*Phomopsis helianthi*) ο οποίος ευνοείται από τις συχνές βροχοπτώσεις και τις υψηλές θερμοκρασίες γ) το μαύρισμα του στελέχους (*Phoma oleracea*), δ) η σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotinia sclerotiorum*) και άλλες όπως οι *Botrytis cinerea*, *Alternaria heliathi*, *Verticillium dahliae*, κτλ.

Ο σημαντικότερος εχθρός του ηλίανθου είναι τα πουλιά. Όταν καλλιεργείται σε απομονωμένα χωράφια ή σε περιοχές όπου υπάρχουν καταφύγια πουλιών τότε υπάρχει κίνδυνος μεγάλων ζημιών. Οι ζημιές αρχίζουν με το τέλος της ανθοφορίας και συνεχίζονται έως και την ημέρα της συγκομιδής. Σε πιλοτικούς αγρούς στο Κιλκίς, στην Καρδίτσα και το Αγρίνιο το 2007 και το 2008 παρατηρήθηκαν απώλειες από τα πουλιά 30 έως 60%.

1.5 Σκοπός της μελέτης

Λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για αύξηση της παράγωγης των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα , μελετήσαμε ένα νέο υβρίδιο ηλίανθου (δοκιμαστικός σπόρος) κάτω από συνθήκες αυξημένων εισροών (100% άρδευση σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή και 12 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα) και προοδευτικά μειωμένων εισροών νερού(50% και 0%) και λιπάσματος (6 και 0 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα) στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας το έτος 2006.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιγραφή τοποθεσίας και εδάφους

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας (δυτική Θεσσαλική πεδιάδα) το 2006. Η πειραματική τοποθεσία ευρίσκεται σε 39°25' Β και 22°05' Α με υψόμετρο 107 m. Το υπό μελέτη έδαφος έχει (pH= 8-8.2) είναι γόνιμο με κοκκομετρική σύσταση :άμμος 40-42%, ιλύς 40-41%, πηλός 18-19%. Σχηματίστηκε από πρόσφατες προσχωματικές αποθέσεις και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος της δυτικής πεδιάδας της Θεσσαλίας. Το έδαφος περιέχει στρώμα υπόγειου ύδατος που κυμαίνεται από κάπου 150 cm (το Μάιο) μέχρι 400 cm ή βαθύτερα (αργότερα το καλοκαίρι) από την επιφάνεια του εδάφους και ταξινομείται ως Aquic Xerofluvient σύμφωνα με την USDA (1975). Το έδαφος αποστραγγίζεται τεχνητά και έχει οργανική ουσία μεγαλύτερη από 1% σε βάθος 50 cm

2.2 Προετοιμασία του αγρού και διαδικασίες

Η καλλιέργεια σπάρθηκε την 18^η Μαΐου. Μια μέρα πριν την σπορά έλαβαν χωρά η ζιζανιοκτονία αλλά και η λίπανση με προσθήκη 50 kg P ha⁻¹ και 50 kg K ha⁻¹. Η αζωτούχος λίπανση εφαρμόστηκε όταν 3 ζευγάρια πλήρως εκπτυγμένων φύλλων αναπτύχθηκαν.

2.3 Πειραματικά σχέδια

Το πειραματικό σχέδιο ήταν ένα 3×3 split-plot με τέσσερις επαναλήψεις (36 πειραματικά τεμάχια. Κύριος παράγοντας ήταν η άρδευση I σε 3 επίπεδα.

$$I_1 = 0,$$

$$I_2 = 50$$

$$I_3 = 100\% \text{ της εξαμισοδιαπνοής.}$$

Δευτερεύων παράγοντας ήταν η λίπανση σε 3 επίπεδα

$$N_1 = 0,$$

$$N_2 = 6$$

$N_3 = 12$ μονάδες N/στρ

Μετεωρολογικά δεδομένα όπως ακτινοβολία, θερμοκρασία, ταχύτητα άνεμου, βροχής και σχετική υγρασία καταγράφονταν κάθε μια ώρα από ένα αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό που ήταν τοποθετημένος στα όρια του πειραματικού αγρού σε 2.5 μέτρων από το έδαφος.

2.4 Εφαρμογές άρδευσης

Η άρδευση εφαρμόζονταν περίπου κάθε εβδομάδα ξεκινώντας ένα μηνά μετά το φύτευμα χρησιμοποιώντας αυτόματο σύστημα στάγδην άρδευσης (Πίνακας 1). Η ποσότητα αρδευτικού νερού υπολογίστηκε με βάση την εξατμισοδιαπνοή χρησιμοποιώντας ειδικούς συντελεστές για τον ηλίανθο και μετρήσεις από την λεκάνη εξάτμισης. Το συνολικό νερό άρδευσης μερικά σημαντικά φαινολογικά στάδια καθώς και οι μέσοι όροι ορισμένων κλιματικών παραγόντων συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Φαινολογικά δεδομένα, μέσοι όροι κλιματικών παραγόντων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (φύτευμα-ωρίμανση) και εφαρμογές αρδευτικού νερού στον Παλαμά το 2006.

50% φύτευμα (ημερομηνία)	22/05/06
Ωρίμανση (τελική ημ/ια συγκομιδής)	09/09/06
Πυκνότητα φυτών (pl/m ²)	7.6 ± 0.1
Αποτελεσματική βροχόπτωση (mm)	46
Εφαρμογή μέγιστης άρδευσης (mm) ^a	394
Στάθμη υπόγειου ύδατος κατά την σπορά (cm) ^b	190
Συσσωρευμένες θερμομοναδες (°C ημέρες) ^c	2350

^a: από 22/06/06 μέχρι 01/09/06

^b: μετρημένο από γεώτρηση, δείχνοντας ότι η πραγματική υγρασία εδάφους ήταν υψηλότερη στο έδαφος

^c: Βασική θερμοκρασία 4°C [1]

Κατά τη διάρκεια του καλλιεργητικού κύκλου διεξήχθησαν 6 κοπές κάθε 2-3 εβδομάδες. Οι συγκεκριμένες ημερομηνίες διεξαγωγής ήταν οι : 20^η Ιουνίου, 3^η Ιουλίου, 16^η Ιουλίου, 28^η Ιουλίου, 17^η Αύγουστου, 9^η Σεπτεμβρίου.

2.5 Μεθοδολογία

Ο κύριος στόχος της ερευνητικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των τελικών αποδόσεων του ηλιάνθου κάτω από διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και άρδευσης και να ερευνήσει τις διαφορές ανάμεσα σε αυτές τις μεταχειρίσεις. Έτσι μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως ύψος, δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) ,ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) και χαρακτηριστικά παραγωγικότητας ανά φυτικό τμήμα (φύλλα στελέχη κεφαλές) μελετήθηκαν ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Σε κάθε δειγματοληψία το νωπό βάρος κάθε δείγματος ζυγίζονταν απευθείας στον αγρό. Κατόπιν επιλέγονταν ένα υπόδειγμα το οποίο διαχωριζόταν στα διάφορα φυτικά δείγματα. Κάθε δείγμα μεταφέρονταν με χαρτοσακούλα και τοποθετούνταν στον κλίβανο ξήρανσης για 2-4 ημέρες. Κατόπιν τα ξερά δείγματα ζυγίζονταν με ζυγό ακριβείας . Στην περίπτωση των φύλλων πριν την τοποθέτηση τους στο ξηραντήριο γινόταν μέτρηση της επιφάνειας προκειμένου να καθοριστούν οι δείκτες SLA και LAI.

Η φυλλική επιφάνεια (πράσινα φύλλα) μετρήθηκε χρησιμοποιώντας έναν αυτόματο φορητό μετρητή φυλλικής επιφάνειας LI-COR, μοντέλο LI-3000A

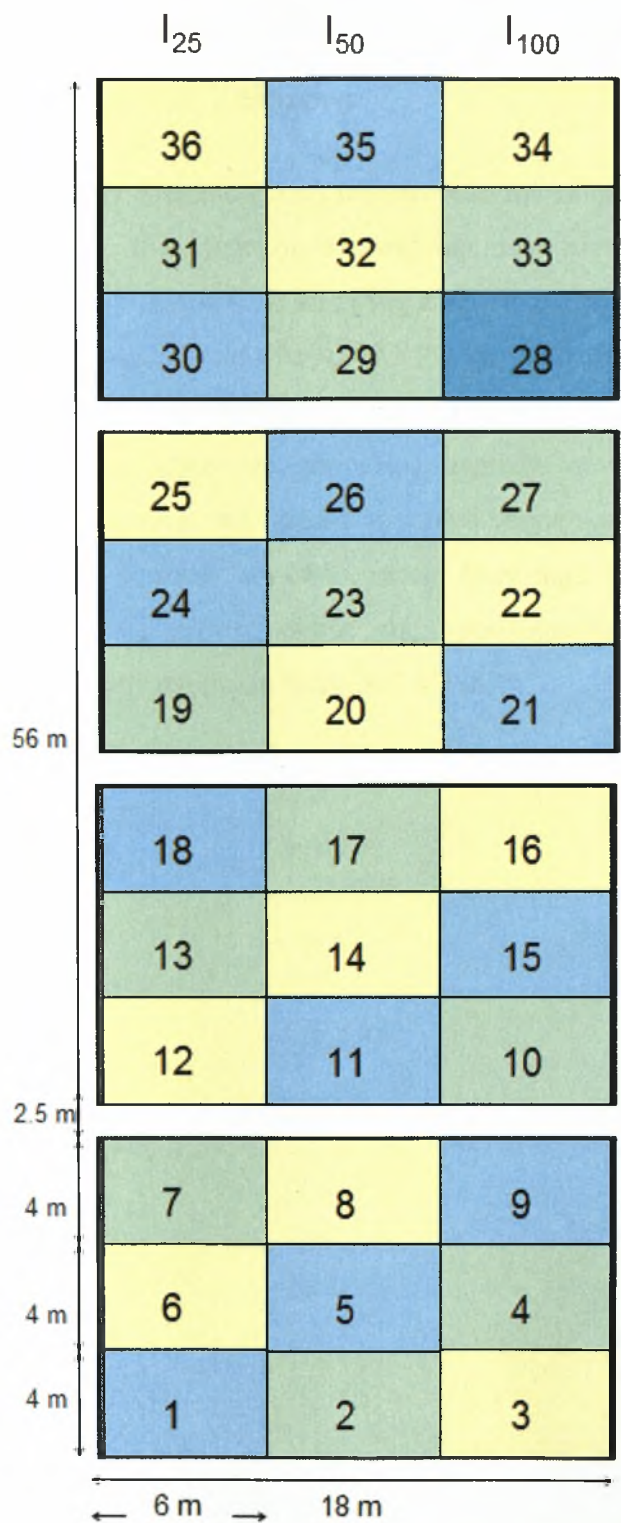
Η ειδική φυλλική επιφάνεια υπολογίστηκε ως το πηλίκο της πράσινης επιφάνειας φύλλων (m^2)ως προς το βάρος φύλλου (kg)

Το LAI υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας το SLA με το ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρ).

2.6 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων (ANOVA) έγινε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο GenStat, Version 7.1 .Τα δεδομένα αναλύθηκαν επιλέγοντας την split-plot ανάλυση. Διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων προσδιορίστηκαν με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD test) σε πιθανότητα πειραματικού σφάλματος 5%

Πειραματικό σχέδιο – Ηλίανθος 2006 – Παλαμάς, Καρδίτσα



Split – plot (3 × 3)

Main factor: irrigation

0–50–100% of PET

Sub-factor: N-fertilization

= 0 kg N / στρ

= 6 kg N / στρ

= 12 kg N / στρ

4 μπλοκ, 36 τεμάχια

Εμβαδόν τεμαχίου: 24 m²

Συνολική έκταση: 1008 m²

Σπορά = 0.75 x 0.2

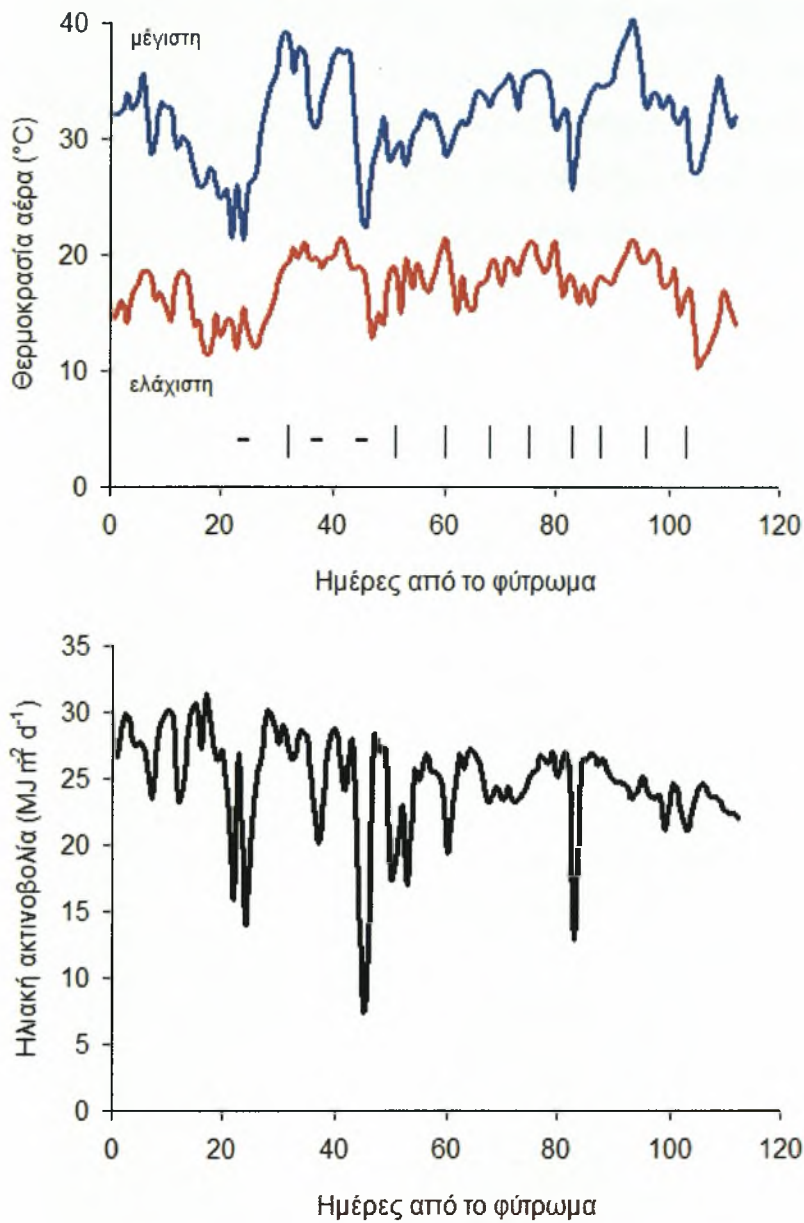
24 γραμμές συνολικά

8 γραμμές / τεμάχιο

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κλιματικά δεδομένα

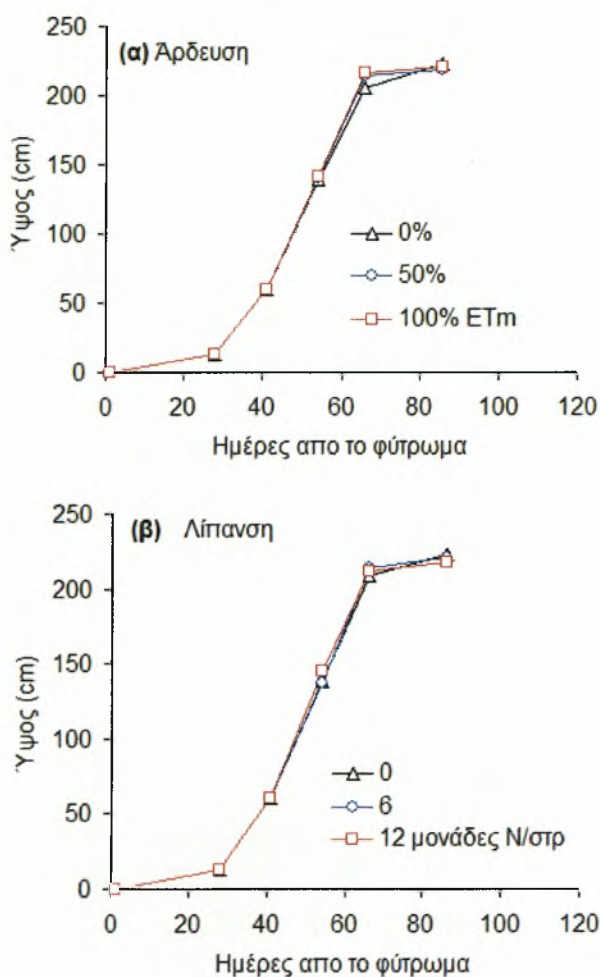
(Σχήμα 1) Αποικονίζει τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα και την συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στην περιοχή του Παλαμά το 2006. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία κατά την περίοδο ανάπτυξης ήταν περί τους 25 °C με μέγιστη καταγεγραμμένη τιμή τους 40.3 °C και ελάχιστη τους 11.6 °C. Ο Ιούνιος του 2006 ήταν κάπως πιο δροσερός (-2.2 °C) συγκρινόμενος με το μακροπρόθεσμο κλιματικό μέσο όρο, λόγω του γεγονότος μερικών σύντομων σε διάρκεια βροχοπτώσεων συνοδευόμενων από ημέρες με πυκνή νεφοκαλυψη. Οι μέσες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια Ιουλίου και Αύγουστου ήταν περί τους 26 °C σε συμφωνία με τους κλιματικούς μέσους ορούς της προηγούμενης χρονιάς. Η μέση προσπίπτουσα συνολική ακτινοβολία ήταν 24.7 MJ m⁻² s⁻¹.



Σχήμα 1 Μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία αέρα(επάνω) και ολική ημερήσια ακτινοβολία (κάτω). Στο επάνω διάγραμμα οι κάθετες γραμμές δείχνουν τις ημέρες που έγινε πότισμα ενώ οι παύλες ,τις ημερομηνίες που είχαμε βροχή στην πειραματική περιοχή..

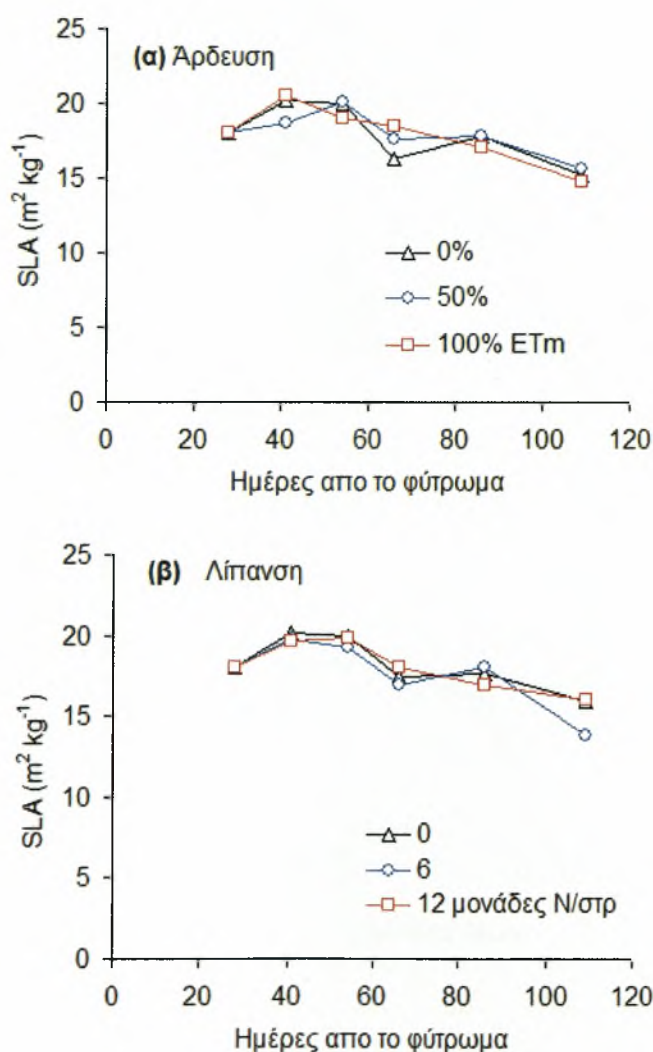
3.2 Δεδομένα αύξησης (ύψος, SLA και LAI)

Μη στατιστικώς σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της άρδευσης και της λίπανσης παρατηρήθηκαν για όλα τα καταμετρημένα δεδομένα ($P > 0.05$). Το ύψος των στελεχών του ηλίανθου αυξάνει από το φύτερωμα με ρυθμούς 3.5 cm d^{-1} , φτάνοντας σε τελικό ύψος (στο τέλος της φάσης ανθοφορίας, 60 DAE) στα 210 cm ανεξάρτητα από την ποσότητα άρδευσης ή της εισροής αζωτούχου λίπανσης ($P > 0.05$). (DAE, days after emergence = ημέρες μετά το φύτερωμα)



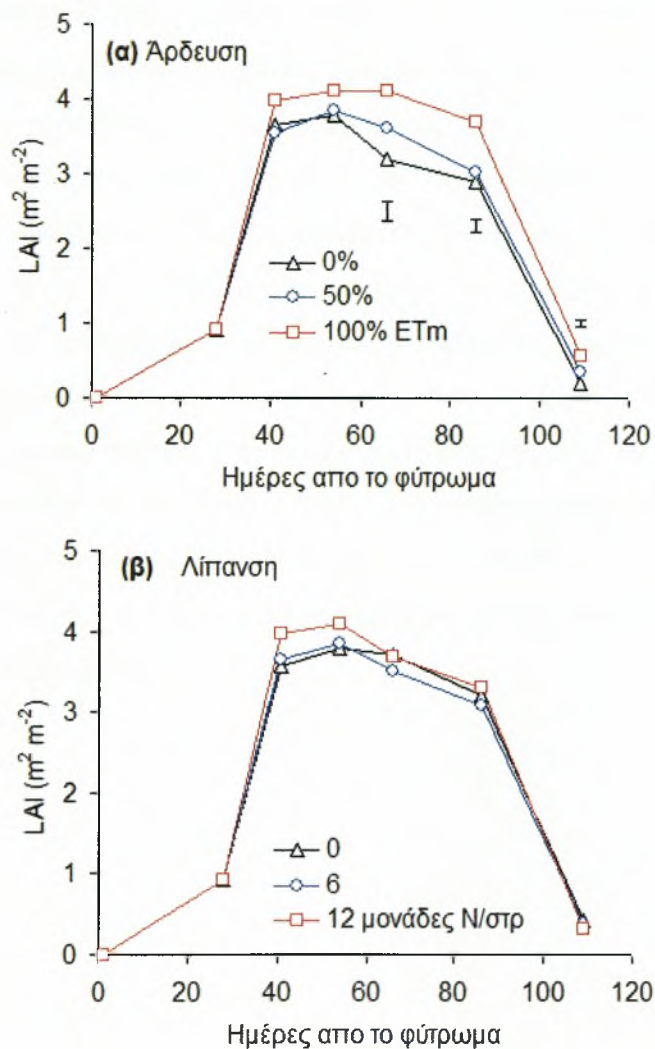
Σχήμα 2. Η πορεία αύξησης του ύψους του ηλίανθου(ποικιλία “70 –G –3920”) σε σχέση με το χρόνο για 3 επίπεδα άρδευσης (α) και για 3 επίπεδα λίπανσης (β). Δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Δεν παρατηρηθήκαν σημαντικές επιδράσεις λόγω άρδευσης ή αζωτούχου λίπανσης στην ειδική φυλλική επιφάνεια του ηλίανθου (SLA) ($P > 0.05$). Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) ήταν περίπου $20 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ μέχρι την έναρξη της ανθοφορίας (53 DAE) και μετά μειώθηκε σταδιακά μέχρι την περίοδο του γεμίσματος του σπόρου σε μια τιμή $15 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ (σχήμα 3).



Σχήμα 3. Εξέλιξη της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (specific leaf area, SLA) του ηλίανθου (ποικιλία ‘‘70 –G –3920’’) σε σχέση με το χρόνο για 3 επίπεδα άρδευσης (α) και για τρία επίπεδα λίπανσης (β). Δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

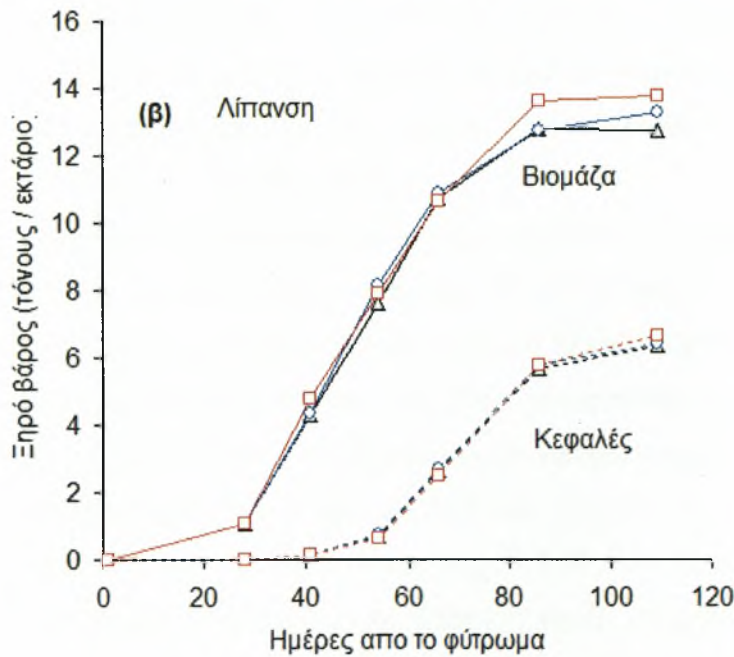
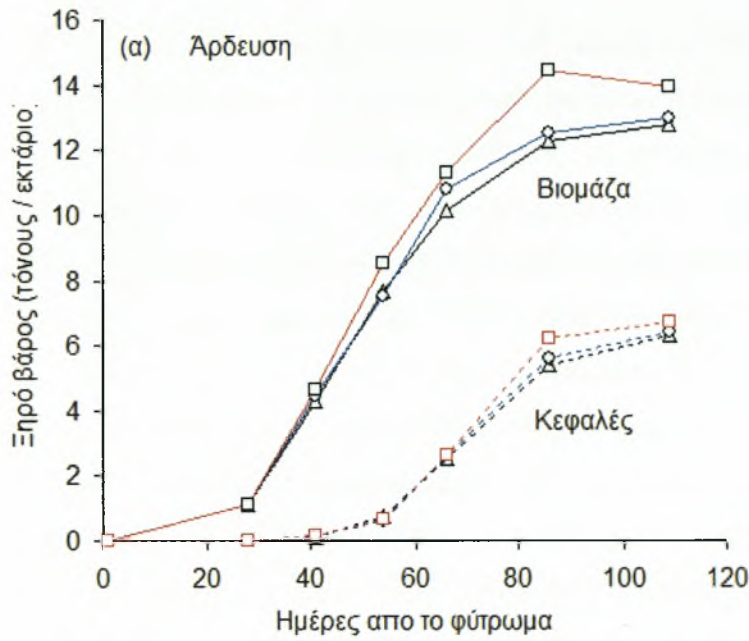
Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) αυξήθηκε σημαντικά από το φυτόμα μέχρι την έναρξη της ανθοφορίας (53 DAE) όπου και έφτασε σε μέγιστη τιμή 3.5–4.1 m² m⁻² (σχ. 4). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) βρέθηκαν μόνο για διαφορετικές μεταχειρίσεις άρδευσης ($P < 0.05$) μετά την ανθοφορία. Η καλλιέργεια είχε κλειστή φυλλοστοιβάδα (LAI πάνω από 3) μεταξύ 28 και 86 DAE (σχ. 4).



Σχήμα 4. Εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (leaf area index, LAI) του ηλιάνθου (ποικιλία ‘‘70 –G –3920’’) σε σχέση με το χρόνο για 3 επίπεδα άρδευσης (α) και για 3 επίπεδα λίπανσης (β). Κάθετες μπάρες δείχνουν ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD, $P < 0.05$) μεταξύ των μεταχειρίσεων (όπου υπάρχουν).

3.3 Παραγωγή βιομάζας και οργάνων

Δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική επίδραση ούτε της άρδευσης ούτε της λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος και στο ξηρό βάρος των κεφαλών στην καλλιεργητική περίοδο 2006 ($P > 0.05$), παρά τις κατά κάπως υψηλότερες τιμές στις μεταχειρίσεις με πολύ υψηλές εισροές (viz. I_3 and N_3 ; σχήμα 5). Η καλλιέργεια παρουσίασε υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης από το στάδιο με τρία ζεύγη φύλλων μέχρι το τέλος του ανθικού σταδίου (265 και $239 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$; για πλήρως αρδευόμενα και μη αρδευόμενα φυτά, αντίστοιχα). Κατά τη διάρκεια της περιόδου του γεμίσματος του σπόρου μέχρι την ωρίμανση η καλλιέργεια αυξήθηκε με χαμηλότερους ρυθμούς (μέσος όρος: $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$), φτάνοντας σε τελικό ποσό βιομάζας 13.9 , 12.9 , 12.8 t ha^{-1} για μεταχειρίσεις πλήρους άρδευσης, ενδιάμεσης άρδευσης και μηδενικής άρδευσης αντίστοιχα (σχήμα 5). Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (καλλιέργεια έτοιμη για συγκομιδή : 9^η Σεπτεμβρίου) οι κεφαλές αποτελούσαν το 48% (μέση τιμή) της συνολικής ξηρής ουσίας ενώ η αναλογία ξηρών σπόρων/ ξηρή κεφαλή ήταν περίπου 70% (μέσο όρο) με αποτέλεσμα ο δείκτης συγκομιδής της καλλιέργειας να είναι $0.34 \text{ (kg seeds (kg total dry weight))}^{-1}$ και η παραγωγή σπόρου υπολογίστηκε περί το 4.69 and 4.41 t ha^{-1} για το δυναμικό παράγωγης και για συνθήκες μειωμένων εισροών άρδευσης και λίπανσης. Αυτές οι παραγωγές είναι μεταξύ των μεγίστων που έχουν αναφερθεί στην βιβλιογραφία.



Σχήμα 5. Αύξηση του ολικού βάρους (α) και των οργάνων καρποφορίας (β) του ηλιανθου (ποικιλία ‘‘70 –G –3920’’) σε σχέση με το χρόνο για τρία επίπεδα άρδευσης (α) και 3 επίπεδα λίπανσης (β). Σύμβολα όπως και στις προηγούμενες φηγούρες.

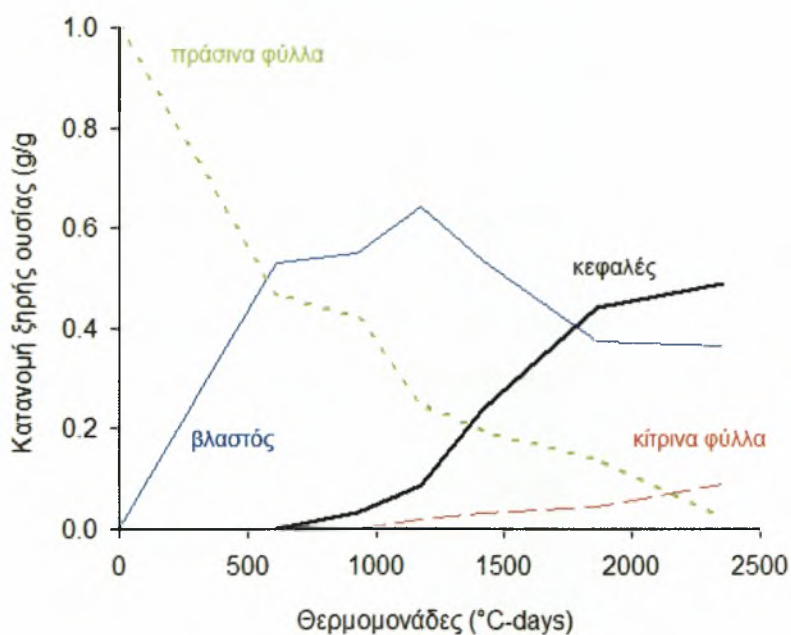
Η απόδοση του σπόρου του ηλίανθου σε 4.5 t ha^{-1} μπορεί να επιτευχθεί μόνο σε εδάφη με υψηλή στάθμη υπόγειου νερού όπως αυτά της δυτικής Θεσσαλίας κάτω από μειωμένες εισροές άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης. Οι πιστοποιημένες αποδόσεις του συγκριμένου υβριδίου “70–G–3920” είναι όμοιες σε σχέση με άλλες αποδόσεις σπόρου σε άλλα δοκιμασμένα υβρίδια σε ίδια εδάφη (π.χ. Sanbro, Sanluka, Favorit, Peredovick, Panter, Turbo, and Golden Word) και συνίσταται για παραγωγή βιοκαυσίμων (Geronikou L et al, 2005), (Danalatos NG et al, 2004). Οι παρατηρηθείσες αποδόσεις είναι τρεις φορές υψηλότερες σε σύγκριση με τις αποδόσεις ηλίανθου που λαμβάνονται στη βόρεια Ελλάδα και είναι όμοιες με εκείνες που αναφέρθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία κάτω από μη περιοριστικές συνθήκες άρδευσης και λίπανσης : $3.5\text{--}5 \text{ t ha}^{-1}$ στην Αργεντινή (Zuibillaga MM et al ,2002 ,Ruffo ML, et al 2003), 4.1 t ha^{-1} στην Τουρκία (Goskoy et al 2004) and $4.3\text{--}4.5 \text{ t ha}^{-1}$ στην Ιταλία (Rinaldi M.2001, Rinaldi M et al 2003). Ο παρατηρηθείς δείκτης συγκομιδής ήταν 0.34 ανεξάρτητα από την εφαρμογή άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης ο οποίος είναι σύμφωνος και με άλλες έρευνες (Goskoy et al 2004, Ruffo ML, et al 2003, Zuibillaga MM et al, 2002)

Ο ηλίανθος έχει ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης τους $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Villabolos , et al 1996) και ιδανική θερμοκρασία για φωτοσύνθεση από $18\text{--}31^{\circ}\text{C}$ (Connor , et al 1993), έτσι οι υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης που έχουμε στην κεντρική Ελλάδα μπορούν να αποδοθούν κυρίως στις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. (σχ.1). και στους συναφείς υψηλούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης ($35 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Danalatos personal communication. Οι Ruiz and Maddonni (2006) ανέφεραν ότι το κριτικό LAI του ηλίανθου για μέγιστη απόδοση παραγωγής ήταν 2.89 όταν στην περίπτωση μας το LAI ήταν πάνω από 2.89 σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Ομοίως με την άρδευση καμία επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση του σπόρου δεν προσδιορίστηκε. Αυτό οφείλεται στην υψηλή γονιμότητα του εδάφους (κατά την διάρκεια των τεσσάρων προηγούμενων ετών το έδαφος καλλιεργήθηκε με βαμβάκι με εισροές αζώτου 20 μονάδες ανά στρέμμα ανά χρόνο . Πολλοί συγγραφείς έχουν προτείνει ρυθμό εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης από 40 to 190 kg N ha^{-1} σε πολλά μέρη του κόσμου (Lopez-Bellido RJ et al, 2003) ενώ ο Zuibillaga et al.(2002) αναφέρει ότι για μεγιστοποίηση της απόδοσης η προσθήκη αζώτου 181 kg N ha^{-1} (υπολειμματικό άζωτο εδάφους και λίπασμα) θα έπρεπε να εφαρμόζεται σε συνδυασμό με φώσφορο 40 kg ha^{-1} . Επιπροσθετα έχει αναφερθεί από τον Connor DJ et al (1993) ότι διαφορετικός

ρυθμός αζώτου είχε επίδραση στο ρυθμό αύξησης του μεγέθους του φύλλου ενώ ο ολικός αριθμός φύλλων ανά φυτό παρέμενε σταθερός το οποίο είναι σύμφωνο με τα αποτελέσματα μας (25 φύλλα ανά φυτό).

3.4 Κατανομή ξηρής ουσίας στα διάφορα φυτικά όργανα

Δεδομένου ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν για να εκτιμηθεί η μέση κατανομή της βιομάζας στα διάφορα φυτικά τμήματα . Αυτό απεικονίζεται στο σχήμα 6. Στην ωρίμανση (109 DAE; 2350°C-d) οι κεφαλές ,τα στελέχη και τα φύλλα (πράσινα και κίτρινα) αποτελούν το 48, 36 and 16% της συνολικής βιομάζας αντίστοιχα.



Σχήμα 6. Κατανομή ξηρής ουσίας του ηλιάνθου στο χρόνο (θερμομονάδες, βασική θερμοκρασία 4°C)

3.5 Κόστος παραγωγής

Ο πίνακας συνοψίζει το κόστος παραγωγής, το ακαθάριστο κέρδος και το κέρδος του παραγωγού από την παραγωγή ηλιάνθου σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού κάτω από ιδανικές συνθήκες καθώς επίσης και κάτω από συνθήκες μειωμένων εισροών. Το συνολικό κόστος καλλιέργειας κυμάνθηκε από 400 έως 600 €/ha ανάλογα με τις μεταχειρίσεις (πλήρης ή μηδενική άρδευση και λίπανση). Το κέρδος του παραγωγού ήταν 345 και 470 €/ha/y⁻¹ για το δυναμικό παραγωγής και για συνθήκες μειωμένων εισροών (άρδευση-λίπανση) αντίστοιχα. Αργότερα μια τιμή 250 €/t ο ηλιόσπορος πληρώθηκε στους παραγωγούς στην κεντρική Ελλάδα. Επομένως το καθαρό κέρδος του παραγωγού θα μπορούσε να είναι 580–688 €/ha ανάλογα πάντα τις εισροές.

Πίνακας: Κόστος παραγωγής, ακαθάριστο κέρδος και το κέρδος του παραγωγού από την καλλιέργεια ηλιάνθου σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού στην κεντρική Ελλάδα. Οι επιδοτήσεις δεν συμπεριλαμβάνονται στην πρόσοδο.

	Δυναμικό	Μειωμένες εισροές
Προετοιμασία αγρού (όργανο ,δισκοσβάρνισμα, σπορά) (€ 190 ha ⁻¹)	190	190
Υλικά εφοδιασμού (σπόροι ζιζανιοκτόνα λιπάσματα) (€ ha ⁻¹)	110	50
Διαχείριση αγρού (σκάλισμα άρδευση συγκομιδή) (€ ha ⁻¹)	300	160
Ολικό κόστος (€ ha ⁻¹)	600	400
Απόδοση παραγωγής βιομάζας (t ha ⁻¹)	13.9	12.8
Δείκτης συγκομιδής (kg kg ⁻¹)	0.34	0.34
Τιμή πώλησης (€ t ⁻¹) ^a	200	200
Ακαθάριστο κέρδος (€ ha ⁻¹)	945	870
Καθαρά έσοδα (€ ha ⁻¹)	345	470

Πειραματικά αποτελέσματα προηγούμενων ετών στην κεντρική Ελλάδα υποδηλώνουν ότι η ενεργειακή αναλογία (εκροές σε MJ kg⁻¹ ως προς εισροές σε MJ kg⁻¹) σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού είναι 7.36:1 (Geronikolou L et al, 2005) ενώ στη βόρεια Ελλάδα η ενεργειακή αναλογία είναι 4.5:1 (Kallivroussis et al, 2002) (χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία). Από την άποψη της καθαρής απόδοσης η καλλιέργεια ηλίανθου για παραγωγή βιοντίζελ σήμερα μπορεί να παρέχει στον παραγωγό ένα καθαρό έσοδο 345–470 € ha⁻¹ εξαιρουμένων των επιδοτήσεων . Επιπρόσθετα τα στελέχη του ηλίανθου αποτελούν το 36% της συνολικής ξηρής βιομάζας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή στερεού βιοκαυσίμου, έτσι αυξάνεται περισσότερο το κέρδος του παραγωγού. Από τότε που το δυναμικό παραγωγικότητας των σπορών έχει σταθεροποιηθεί σε αυτή την περιοχή για έναν αριθμό υβριδίων (Danalatos NG et al, 2005) διαφορετικές προσεγγίσεις θα πρέπει να αναλυθούν με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί περαιτέρω το κόστος παραγωγής του ηλίανθου.

Στη συνέχεια η ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι το πόσο νωρίς πρέπει να φυτέψουμε στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας τον ηλίανθο (Απρίλιο ; εκμεταλλευόμενοι το νερό των βροχών και το υψηλό επίπεδο της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα, μειώνοντας τις εισροές ή τον Ιούνιο ,μετά την καλλιέργεια σιτηρών σαν δεύτερη καλλιέργεια για επιπρόσθετο εισόδημα) και αν είναι πιο αποδοτική η πρόωμη φύτευση από μια όψιμη. Στην Ιταλία εξετάστηκε αυτό το σενάριο χρησιμοποιώντας μοντέλα προσομοίωσης και κατέληξαν ότι η πρόωρη σπορά είναι πιο αποδοτική από την άποψη του δυναμικού παραγωγής και του καθαρού κέρδους (1300 vs. 400 € ha⁻¹ Rinaldi et al 2003). Το συγκεκριμένο σενάριο απαιτεί επιπρόσθετη έρευνα στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι υψηλές αποδόσεις του ηλίανθου που μπορούν να παραχθούν με ελάχιστη προσθήκη αζωτούχου λίπανσης και λίγη συμπληρωματική άρδευση ειδικά στα εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού και η υποχρέωση να χρησιμοποιείται βιοκαυσιμο σε αναλογία 2% (το 2006) – 6% (το 2010) επί της συνολικής ετησίας κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο καθιστά την καλλιέργεια ηλίανθου σε τέτοια εδάφη την καλύτερη και ίσως τη μόνη πιθανή λύση για την παραγωγή ενός ποσοστού του βιοντιζελ στην Ελλάδα.

Έτσι είχαμε μηδενική επίδραση άρδευσης και λίπανσης στην περιοχή παρόλο που αναμέναμε να βρούμε και αυτό καταδεικνύει το δυναμικό της περιοχής.

Ακόμη η παραγωγή των 450 κιλών ανά στρέμμα συμπεριλαμβάνεται στις μέγιστες σε παγκόσμιο επίπεδο

Επιπρόσθετα οι εκτεταμένη έρευνα των επιστημόνων για το εν λόγω φυτό, τα πολλά πειράματα που έχουν εκπονηθεί, και η ύπαρξη καλύτερων υβριδίων σπόρων στην αγορά δημιουργούν μια τεχνογνωσία πολύτιμη για τον Έλληνα παραγωγό, όσο αφορά τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις απαιτούμενες εισροές στην καλλιέργεια.

Τέλος σε μια εποχή δύσκολη για την ελληνική γεωργία αλλά και την παγκόσμια η καλλιέργεια του ηλίανθου είναι μια καλή πηγή εσόδων για τους παραγωγούς της δυτικής Θεσσαλίας που έχουν το συγκριτικό πλεονέκτημα των γονιμότερων αγρών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albrizio R, Steduto P. ,2005 Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea I. Radiation use efficiency. *Agric. & Forest Meteorology* (2005), 130, 254–268

Connor DJ, Hall AJ, Sardas VO. ,1993 Effects of nitrogen content on the photosynthetic characteristics of sunflower leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* (1993), 20, 251–263.

Danalatos NG, Archontoulis SV, Geronikolou L, Papadakis G. ,2005 Biomass and seed yield of sunflower as alternative energy crop in Greece. *Proceedings of the 14th European Biomass Conference*, Paris, France, pp. 308–311

Geronikolou L, Archontoulis SV, Danalatos NG, Papadakis G, Kyritsis S. ,2005 Economic opportunity for seed oil production in S. Europe by new sunflower varieties and under new CAP conditions. *Proceedings of the 14th European Biomass Conference*, Paris, France, pp. 1917–1920.

Goskoy, AT, Demir AO, Turan ZM, Dagustu N. , 2004 Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crop Research* (2004), 87, 167–178.

Kallivroussis L, Natsis A, Papadakis G., 2002 The energy balance of sunflower production for biodiesel in Greece. *Biosystems Engineering* (2002), 81, 347–354.

Lopez-Bellido RJ, Lopez-Bellido L, Castillo JE, Lopez-Bellido FJ., 2003 Nitrogen uptake by sunflower as affected by tillage and soil residual nitrogen in a wheat-sunflower rotation under rainfed Mediterranean conditions. *Soil & Tillage Research* (2003), 72, 43–51.

Meier U , 2001 Growth stage of mono-and dicotyledonous plants. *BBCH monograph* 2nd edition 158 pp



Pateras D, Mavrogianopoulos G, Dimogiannis D, Zerva G, Larsson S., 2004 Biomass short rotation willow coppice fertilized with nutrient from municipal wastewater of Larissa-Greece: 2nd World Biomass Conference (2004), Roma, Italy, Vol. I.

Rinaldi M., 2003 Application of EPIC model for irrigation scheduling of sunflower in southern Italy. *Agric. Water Management* (2001), 49, 185–196

Rinaldi M, Losavio N, Flagella Z., 2003 Evaluation and application of the OILCROP-SUN model for sunflower in southern Italy. *Agric. Systems* (2003), 78, 17–30.

Ruffo ML, Garcia FO, Bollero GA, Fabrizzi K, Ruiz RA., 2003 Nitrogen balance approach to sunflower fertilization. *Communications in soil science and plant analysis* (2003), 34, Nos. 17&18, pp. 2645–2657.

Ruiz RA, Maddonni GA., 2006 Sunflower seed weight and oil concentration under different post-flowering source-sink ratios. *Crop Science* (2006), 46, 671–680.

Schneiter AA, Miller JF. ,1981 Description of sunflower growth stages. *Crop Science* (1981), 85, 901–903.

Villabolos FJ, Hall AJ, Ritchie JT, Orgaz F.,1996 OILCROP-SUN: a development, growth and yield model of the sunflower crop. *Agronomy J.* (1996), 88, 403–415.

Zuibillaga MM, Aristi JP, Lavado RS., 2002 Effect of phosphorus and nitrogen fertilization on sunflower (*Helianthus annuus* L.) nitrogen uptake and yield. *J. Agronomy & Crop Science* (2002), 188, 267–274.

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

Biofuels Barometer-June 2004, EUROSERVER)

FAOSTAT www.fao.org, 2004

FAOSTAT www.fao.org, 2006

FAOSTAT www.fao.org, 2007

Παραρτήματα

Παράρτημα = Κλιματικά δεδομένα

Ημερομηνία	Ημέρες από φύτρωμα	Βροχή (mm)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)	Σχετική υγρασία (%)	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Ημερήσια ηλιοφάνεια MJm ⁻² d ⁻¹
22/05/2006	1	0	0.98	59	32.1	14.6	26.6
23/05/2006	2	0	1.72	51	32.4	16.0	29.7
24/05/2006	3	0	1.73	46	33.9	14.1	29.6
25/05/2006	4	0	0.82	57	32.6	16.4	27.5
26/05/2006	5	0	1.04	59	33.8	17.6	27.8
27/05/2006	6	0	1.28	62	35.4	18.5	26.9
28/05/2006	7	0	1.69	68	28.8	18.4	23.5
29/05/2006	8	0	0.81	64	29.8	16.1	27.8
30/05/2006	9	0	1.41	58	33.0	16.8	29.4
31/05/2006	10	0	1.19	50	32.7	15.4	30.2
01/06/2006	11	0	1.76	48	32.5	14.5	29.8
02/06/2006	12	0	1.84	52	29.3	17.9	23.4
03/06/2006	13	0	2.05	63	30.2	18.6	25.3
04/06/2006	14	0	2.13	58	29.6	18.2	29.7
05/06/2006	15	0	2.76	42	27.1	13.9	30.6
06/06/2006	16	0	2.90	48	25.9	14.3	27.2
07/06/2006	17	0	2.28	50	26.0	11.7	31.4
08/06/2006	18	0	1.51	59	27.5	11.6	27.6
09/06/2006	19	0	2.48	63	26.1	14.9	26.3
10/06/2006	20	0	2.12	57	24.8	13.0	27.0
11/06/2006	21	0	1.04	59	25.4	14.4	22.2
12/06/2006	22	5	1.85	70	21.4	14.2	15.9
13/06/2006	23	0	1.32	69	26.0	11.9	26.9
14/06/2006	24	17	2.19	79	21.3	15.4	14.1
15/06/2006	25	0	1.31	75	26.0	13.2	19.8
16/06/2006	26	0	0.70	72	26.6	12.0	25.3
17/06/2006	27	0	2.26	58	29.9	12.7	26.7
18/06/2006	28	0	1.40	52	32.4	14.2	29.9
19/06/2006	29	0	1.52	48	34.8	15.5	29.3
20/06/2006	30	0	0.92	48	35.7	17.1	27.6
21/06/2006	31	0	1.71	50	38.8	18.5	29.0
22/06/2006	32	0	1.97	49	39.0	19.3	26.6
23/06/2006	33	0	1.37	50	35.7	20.5	26.7
24/06/2006	34	0	1.26	53	37.9	19.7	28.6
25/06/2006	35	0	1.91	57	37.2	20.9	28.1
26/06/2006	36	0	1.79	65	31.8	19.6	24.5
27/06/2006	37	5.5	1.56	72	31.0	19.7	20.1
28/06/2006	38	0	1.07	66	33.4	18.9	23.7
29/06/2006	39	0	0.96	60	34.9	19.5	27.6
30/06/2006	40	0	1.01	56	37.1	19.8	28.8
01/07/2006	41	0	1.38	53	37.7	21.2	26.5
02/07/2006	42	0	1.42	52	37.4	21.3	24.1
03/07/2006	43	0	2.08	53	37.4	19.1	28.0
04/07/2006	44	0	1.38	80	31.2	18.9	20.7
05/07/2006	45	7	1.81	95	23.0	18.9	7.4
06/07/2006	46	3	2.37	85	22.4	17.2	12.0
07/07/2006	47	0	2.07	66	27.4	12.8	28.3

08/07/2006	48	0	1.48	63	29.7	15.0	26.9
09/07/2006	49	0	1.57	59	31.9	14.2	27.3
10/07/2006	50	0	1.97	56	28.3	18.5	17.7
11/07/2006	51	0	1.22	70	29.1	18.8	19.7
12/07/2006	52	0	1.02	70	29.7	15.0	23.0
13/07/2006	53	0	1.31	72	27.8	19.7	17.0
14/07/2006	54	0	1.83	67	30.5	17.1	25.7
15/07/2006	55	0	1.26	64	30.8	19.3	24.9
16/07/2006	56	0	1.17	62	32.4	17.3	26.9
17/07/2006	57	0	1.04	63	31.9	16.9	25.5
18/07/2006	58	0	1.32	61	32.2	18.1	25.5
19/07/2006	59	0	1.97	60	30.6	20.2	24.6
20/07/2006	60	0	2.21	52	28.6	21.5	19.4
21/07/2006	61	0	0.84	60	29.2	19.3	22.5
22/07/2006	62	0	1.72	60	31.0	15.1	26.7
23/07/2006	63	0	1.73	58	31.6	18.1	25.7
24/07/2006	64	0	1.72	55	31.2	15.8	27.1
25/07/2006	65	0	1.15	55	33.1	15.4	26.9
26/07/2006	66	0	1.33	56	34.1	17.4	26.0
27/07/2006	67	0	1.15	58	33.6	17.7	23.3
28/07/2006	68	0	1.05	64	32.9	19.0	23.6
29/07/2006	69	0	0.89	62	34.0	19.6	24.4
30/07/2006	70	0	0.87	65	34.6	17.5	23.4
31/07/2006	71	0	1.46	64	35.3	19.6	24.3
01/08/2006	72	0	1.65	61	35.4	19.6	23.3
02/08/2006	73	0	0.78	71	32.5	18.3	23.4
03/08/2006	74	0	1.48	64	35.0	19.7	24.1
04/08/2006	75	0	1.38	60	35.5	21.2	25.4
05/08/2006	76	0	1.53	59	35.9	21.1	25.6
06/08/2006	77	0	0.94	57	35.9	19.4	26.8
07/08/2006	78	0	1.02	54	35.5	18.6	26.1
08/08/2006	79	0	1.32	55	34.2	20.0	27.0
09/08/2006	80	0	3.18	47	30.8	20.9	25.2
10/08/2006	81	0	1.96	51	32.4	16.6	27.0
11/08/2006	82	0	1.27	60	32.5	18.1	25.7
12/08/2006	83	8.5	1.31	86	25.7	18.2	12.8
13/08/2006	84	0	1.08	77	31.2	15.9	26.1
14/08/2006	85	0	0.92	68	32.3	17.4	26.4
15/08/2006	86	0	0.70	62	34.0	15.7	26.9
16/08/2006	87	0	1.14	57	34.8	17.5	26.0
17/08/2006	88	0	0.81	59	34.6	18.1	26.5
18/08/2006	89	0	1.52	58	34.7	17.8	25.3
19/08/2006	90	0	0.75	57	34.9	17.5	24.9
20/08/2006	91	0	0.82	57	37.0	18.7	24.7
21/08/2006	92	0	0.86	57	38.5	19.9	24.5
22/08/2006	93	0	0.82	56	39.7	20.9	23.6
23/08/2006	94	0	1.21	58	40.3	21.3	23.9
24/08/2006	95	0	1.21	56	36.2	19.6	25.1
25/08/2006	96	0	1.52	58	32.7	19.4	23.9
26/08/2006	97	0	1.76	64	33.9	20.4	23.5
27/08/2006	98	0	1.54	63	33.8	19.7	23.8
28/08/2006	99	0	1.24	64	32.8	17.4	21.2
29/08/2006	100	0	1.74	51	33.8	17.6	24.5
30/08/2006	101	0	3.05	52	31.9	18.7	24.3

31/08/2006	102	0	2.49	55	31.4	14.9	22.3
01/09/2006	103	0	2.60	59	32.6	16.8	21.2
02/09/2006	104	0	2.00	52	27.5	17.1	23.0
03/09/2006	105	0	1.07	52	27.1	10.4	24.5
04/09/2006	106	0	1.26	55	28.4	11.0	24.5
05/09/2006	107	0	0.96	54	30.0	11.8	23.8
06/09/2006	108	0	0.68	53	33.6	13.1	23.6
07/09/2006	109	0	0.93	51	35.4	14.7	23.1
08/09/2006	110	0	1.12	55	33.6	17.0	22.5
09/09/2006	111	0	1.49	61	31.2	15.3	22.4
10/09/2006	112	0	1.21	59	31.9	14.0	22.1

Παράρτημα 2 στατιστική ανάλυση (παράδειγμα, Split-plot)

GenStat Release 7.1 (PC/Windows) 24 June 2010
 00:14:52
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition
 GenStat Procedure Library Release PL15

```
1 %CD 'd:/models'
2 "Data taken from File: C:/Users/sarchont/Desktop/tsal.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*_stitle_]; Just=Left
```

Data imported from Excel file: C:\Users\sarchont\Desktop\tsal.xls
 on: 24-Jun-2010 0:15:11
 taken from sheet ""222"", cells A2:P37

***** Analysis of variance *****

Variate: **ολικό ξηρό βάρος σε kg/ha (16 Ιουλίου 2006)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	17923779.	5974593.	2.73	
B.I stratum					
I	2	7080126.	3540063.	1.62	0.274
Residual	6	13135222.	2189204.	0.87	
B.I.F stratum					
F	2	1889296.	944648.	0.37	0.693
I.F	4	930327.	232582.	0.09	0.984
Residual	18	45363064.	2520170.		
Total	35	86321814.			

***** Tables of means *****

Grand mean 7898.

I	1	2	3	
	7653.	7521.	8520.	
F	1	2	3	
	7618.	8179.	7896.	
I	F	1	2	3
1		7590.	7666.	7703.

2	7011.	7960.	7591.
3	8254.	8912.	8395.

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	427.1	458.3	776.2
d.f.	6	18	23.65
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			793.8
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	604.0	648.1	1097.7
d.f.	6	18	23.65
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1122.5
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
l.s.d.	1478.0	1361.6	2267.3
d.f.	6	18	23.65
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			2358.4
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	814.8	10.3
B.I	6	854.2	10.8
B.I.F	18	1587.5	20.1

***** Analysis of variance *****

Variate: ολικό ξηρό βάρος σε kg/ha (28 Ιουλίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	4831254.	1610418.	0.98	
B.I stratum					
I	2	7967029.	3983514.	2.43	0.169
Residual	6	9849982.	1641664.	0.90	
B.I.F stratum					
F	2	419902.	209951.	0.11	0.892
I.F	4	3758375.	939594.	0.51	0.727
Residual	18	32927500.	1829306.		
Total	35	59754042.			

***** Tables of means *****

Grand mean 10759.

I	1	2	3	
	10169.	10789.	11320.	
F	1	2	3	
	10747.	10897.	10633.	
I	F	1	2	3
1		10139.	10187.	10180.
2		10259.	11130.	10977.
3		11844.	11373.	10743.

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	369.9	390.4	664.6
d.f.	6	18	23.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			676.3
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	523.1	552.2	939.9
d.f.	6	18	23.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			956.4
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
l.s.d.	1279.9	1160.1	1941.8
d.f.	6	18	23.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			2009.3
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	423.0	3.9
B.I	6	739.7	6.9
B.I.F	18	1352.5	12.6

***** Analysis of variance *****

Variate: **ολικό ξηρό βάρος σε kg/ha (17 Αυγούστου 2006)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F	pr.
B stratum	3	40850635.	13616878.	2.17		
B.I stratum						
I	2	33914508.	16957254.	2.70	0.146	
Residual	6	37663933.	6277322.	1.80		
B.I.F stratum						
F	2	6436783.	3218391.	0.92	0.415	
I.F	4	21162841.	5290710.	1.52	0.239	
Residual	18	62776967.	3487609.			
Total	35	202805667.				

***** Tables of means *****

Grand mean 13064.

I	1	2	3	
	12245.	12519.	14427.	
F	1	2	3	
	12809.	12723.	13660.	
I	F	1	2	3
1		12782.	12155.	11798.
2		10933.	12493.	14130.
3		14711.	13520.	15051.

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	723.3	539.1	1050.9
d.f.	6	18	18.95
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			933.8
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	1022.8	762.4	1486.2
d.f.	6	18	18.95
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1320.5
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
l.s.d.	2502.8	1601.8	3111.2
d.f.	6	18	18.95
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			2774.3
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	1230.0	9.4
B.I	6	1446.5	11.1
B.I.F	18	1867.5	14.3

***** Analysis of variance *****

Variate: ολικό ξηρό βάρος σε kg/ha (9 Σεπτεμβρίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	8866359.	2955453.	0.28	
B.I stratum					
I	2	10200320.	5100160.	0.49	0.634
Residual	6	62289917.	10381653.	3.94	
B.I.F stratum					
F	2	6123579.	3061790.	1.16	0.335
I.F	4	25511034.	6377759.	2.42	0.086
Residual	18	47405757.	2633653.		
Total	35	160396967.			

***** Tables of means *****

Grand mean 13246.

I	1	2	3	
	12782.	12965.	13991.	
F	1	2	3	
	12738.	13251.	13748.	
I	F	1	2	3
1		11510.	12655.	14179.
2		13398.	13669.	11827.
3		13306.	13428.	15239.

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	930.1	468.5	1142.0
d.f.	6	18	12.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			811.4
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	1315.4	662.5	1615.0
d.f.	6	18	12.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1147.5
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I
-------	---	---	---

			F
rep.	12	12	4
l.s.d.	3218.7	1391.9	3501.5
d.f.	6	18	12.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			2410.9
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	573.0	4.3
B.I	6	1860.3	14.0
B.I.F	18	1622.9	12.3

***** Analysis of variance *****

Variate: Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI, 16 Ιουλίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	0.5006	0.1669	0.74	
B.I stratum					
I	2	0.7499	0.3750	1.67	0.266
Residual	6	1.3491	0.2248	0.36	
B.I.F stratum					
F	2	0.6034	0.3017	0.48	0.627
I.F	4	1.2346	0.3086	0.49	0.742
Residual	18	11.3152	0.6286		
Total	35	15.7527			

***** Tables of means *****

Grand mean 3.91

I	1	2	3	
	3.78	3.84	4.11	
F	1	2	3	
	3.79	3.85	4.09	
I	F	1	2	3
1		3.72	3.98	3.64
2		3.57	3.72	4.24
3		4.09	3.85	4.39

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	0.137	0.229	0.351
d.f.	6	18	22.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			0.396
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	0.194	0.324	0.497
d.f.	6	18	22.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			0.561
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
l.s.d.	0.474	0.680	1.029
d.f.	6	18	22.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1.178
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	0.136	3.5
B.I	6	0.274	7.0
B.I.F	18	0.793	20.3

179.....

***** Analysis of variance *****

Variate: Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI, 28 Ιουλίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	0.6119	0.2040	0.82	
B.I stratum					
I	2	5.0958	2.5479	10.27	0.012
Residual	6	1.4878	0.2480	0.93	
B.I.F stratum					
F	2	0.3197	0.1598	0.60	0.558
I.F	4	0.4069	0.1017	0.38	0.818
Residual	18	4.7791	0.2655		
Total	35	12.7013			

***** Tables of means *****

Grand mean 3.635

I	1	2	3	
	3.190	3.605	4.110	
F	1	2	3	
	3.716	3.503	3.685	
I	F	1	2	3
1		3.144	3.037	3.388
2		3.681	3.604	3.530
3		4.324	3.867	4.138

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	0.1438	0.1487	0.2548
d.f.	6	18	23.42
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			0.2576
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	0.2033	0.2104	0.3603
d.f.	6	18	23.42
Except when comparing means with the same level(s) of			

I	0.3644
d.f.	18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
l.s.d.	0.4974	0.4419	0.7446
d.f.	6	18	23.42

Except when comparing means with the same level(s) of

I	0.7655
d.f.	18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	0.1505	4.1
B.I	6	0.2875	7.9
B.I.F	18	0.5153	14.2

***** Analysis of variance *****

Variate: **Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, 16 Ιουλίου 2006)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	23.253	7.751	1.17	
B.I stratum					
I	2	8.989	4.495	0.68	0.543
Residual	6	39.815	6.636	1.22	
B.I.F stratum					
F	2	4.088	2.044	0.38	0.692
I.F	4	14.560	3.640	0.67	0.622
Residual	18	97.872	5.437		
Total	35	188.577			

***** Tables of means *****

Grand mean 19.71

I	1	2	3	
	19.99	20.12	19.00	
F	1	2	3	
	19.99	19.23	19.90	
I	F	1	2	3
1		19.66	20.54	19.77
2		20.14	19.16	21.06
3		20.16	17.99	18.85

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
e.s.e.	0.744	0.673	1.208
d.f.	6	18	22.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1.166
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
s.e.d.	1.052	0.952	1.708
d.f.	6	18	22.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1.649
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I
			F
rep.	12	12	4
l.s.d.	2.573	2.000	3.542
d.f.	6	18	22.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			3.464
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	0.928	4.7
B.I	6	1.487	7.5
B.I.F	18	2.332	11.8

***** Analysis of variance *****

Variate: **Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, 28 Ιουλίου 2006)**

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	28.564	9.521	0.95	
B.I stratum					
I	2	27.587	13.793	1.37	0.323
Residual	6	60.382	10.064	2.20	
B.I.F stratum					
F	2	7.683	3.841	0.84	0.448
I.F	4	9.418	2.354	0.51	0.726
Residual	18	82.319	4.573		
Total	35	215.953			

***** Tables of means *****

Grand mean 17.47

I	1	2	3	
	16.32	17.66	18.44	
F	1	2	3	
	17.47	16.91	18.04	
I	F	1	2	3
1		15.74	15.88	17.34
2		18.66	16.64	17.68
3		18.02	18.20	19.10

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	0.916	0.617	1.265
d.f.	6	18	17.14
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1.069
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	1.295	0.873	1.789
d.f.	6	18	17.14
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			1.512

d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
l.s.d.	3.169	1.834	3.773
d.f.	6	18	17.14

Except when comparing means with the same level(s) of

I	3.177
d.f.	18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	1.029	5.9
B.I	6	1.832	10.5
B.I.F	18	2.139	12.2

***** Analysis of variance *****

Variate: Ύψος φυτού (16 Ιουλίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	614.22	204.74	9.32	
B.I stratum					
I	2	886.89	443.44	20.19	0.002
Residual	6	131.78	21.96	0.25	
B.I.F stratum					
F	2	117.72	58.86	0.66	0.529
I.F	4	310.44	77.61	0.87	0.501
Residual	18	1604.50	89.14		
Total	35	3665.56			

***** Tables of means *****

Grand mean 211.9

I	1	2	3	
	205.0	214.2	216.5	
F	1	2	3	
	209.6	214.0	212.1	
I	F	1	2	3
1		207.5	206.2	201.2
2		208.8	215.0	218.8
3		212.5	220.8	216.2

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
e.s.e.	1.35	2.73	4.08
d.f.	6	18	21.72
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			4.72
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I F
rep.	12	12	4
s.e.d.	1.91	3.85	5.78
d.f.	6	18	21.72
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			6.68
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
l.s.d.	4.68	8.10	11.99
d.f.	6	18	21.72

Except when comparing means with the same level(s) of

I	14.03
d.f.	18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	4.77	2.3
B.I	6	2.71	1.3
B.I.F	18	9.44	4.5

***** Analysis of variance *****

Variate: Ύψος φυτού (28 Ιουλίου 2006)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	3	1262.89	420.96	2.95	
B.I stratum					
I	2	109.06	54.53	0.38	0.698
Residual	6	856.28	142.71	3.46	
B.I.F stratum					
F	2	132.06	66.03	1.60	0.229
I.F	4	126.28	31.57	0.77	0.561
Residual	18	742.33	41.24		
Total	35	3228.89			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 3 I 1 F 3 9.8 s.e. 4.5

***** Tables of means *****

Variate: height4

Grand mean 220.6

I	1	2	3	
	222.6	218.3	220.8	
F	1	2	3	
	222.8	220.8	218.1	
I	F	1	2	3
1		226.8	223.2	217.7
2		219.8	216.2	219.0
3		221.8	223.0	217.5

*** Standard errors of means ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
e.s.e.	3.45	1.85	4.33
d.f.	6	18	13.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			3.21
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	I	F	I
rep.	12	12	4
s.e.d.	4.88	2.62	6.13

d.f.	6	18	13.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			4.54
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	I	F	I
			F
rep.	12	12	4
l.s.d.	11.93	5.51	13.19
d.f.	6	18	13.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
I			9.54
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height4

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
B	3	6.84	3.1
B.I	6	6.90	3.1
B.I.F	18	6.42	2.9

Παράρτημα 3
Φωτογραφίες



6 Ιουνίου στον Πειραματικό αγρό του Παλαμά Καρδίτσας



22 Ιουνίου στάγδην άρδευση



21 Ιουνίου Πανοραμική άποψη πειραματικού αγρού



16 Ιουλίου ημερομηνία κόπης



17 Αυγούστου Προτελευταία κοπή(23 ημέρες πριν την συγκομιδή)

Παράρτημα 4

15th European biomass conference, berlin, germany, may 2007

Irrigation and N-fertilization effects on the growth and productivity of sunflower in an aquic soil in central Greece

S.V. Archontoulis^{1,2}, N.G. Danalatos¹, P.C. Struik², and D.A. Tsalikis¹

The introduction of sunflower (*Helianthus annuus* L.) into the existing rotation systems (cotton, wheat, corn, alfalfa) of central Greece and under new CAP conditions should overcome the limitations like water availability, and should allow to produce high amount of seed yield at low production cost. Aquic soils represent a large part of western Thessaly plain, and it was hypothesized that on such soils, sunflower could achieve high yields at low production costs.

The aim of this work was to determine potential and water/nitrogen limited productivity of a new released sunflower hybrid "70-G-3920" in an aquic soil, and to assess the effect of different irrigation and nitrogen inputs on the growth and profitability of this hybrid. Hence, a 3 (irrigation level) × 3 (nitrogen level) split – plot field experiment was carried out in central Greece in 2006. The crop was sown on May 18th 2006.



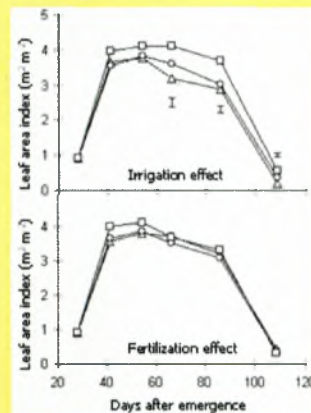
Vegetative phase (22nd June 2006)



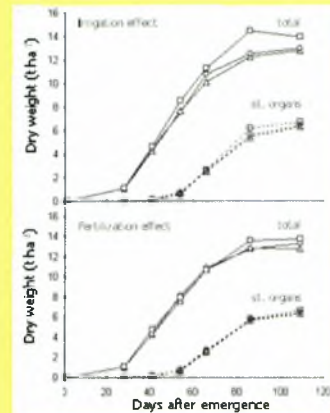
Anthesis phase (16th July 2006)



Maturity phase (2nd September 2006)



Leaf area index (LAI) affected by three irrigation applications (□: 100%, ○: 50% and △: 0% of ETm) and three N-fertilization applications (□: 120, ○: 60, and △: 0 kg N ha⁻¹) in central Greece in 2006. Vertical bars represent LSD at P < 0.05 (if applicable).



Dry weight (total and storage organs biomass) affected by three irrigation applications (□: 100%, ○: 50% and △: 0% of ETm) and three N-fertilization applications (□: 120, ○: 60, and △: 0 kg N ha⁻¹) in central Greece in 2006. Vertical bars represent LSD at P < 0.05 (if applicable).

- ✓ Sunflower reached a final plant height of 210 cm, while its canopy was closed (LAI above 3) from 28 until 86 DAE in all plots. Total dry and dry storage organ biomass was unaffected by irrigation and nitrogen regimes, due to capillary rise (shallow groundwater table) and the high fertility status of the soil.
- ✓ The crop performed high growth rates (265 and 239 kg ha⁻¹ d⁻¹ for full- and non-irrigated plants, respectively), during vegetative phase. The crop harvest index was estimated at 0.34 (g seeds over g total biomass).
- ✓ The observed seed yield is three times higher compared to sunflower yields obtained at the northern part of Greece and it is similar to those reported in literature under potential conditions.
- ✓ The total sunflower cultivation cost was estimated to be 400–600 €/ha depending on the management operations (full or no irrigation/nitrogen), while the net farmer's income was estimated 345 and 470 €/ha² (subsidies excluded), for the potential and water/nitrogen limited production situation, respectively.
- ✓ The obligation for biodiesel use at rates 2% (in 2006) – 6% (in 2010) of the annual diesel consumption at national level comprise sunflower cultivation in such soils the best and perhaps the only possible solution for matching at least a part of the biodiesel consumption in Greece.

¹ University of Thessaly
Dept. of Crop Production & Agricultural Environment
Laboratory of Agronomy & Applied Crop Physiology
Phytoko Str., 38446 Volos
Greece.
E-mail: danal@uth.gr
Web-site: <http://www.agr.uth.gr>

² Wageningen Agricultural University
Dept. of Plant Sciences
Crop & Weed Ecology Group
Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen
The Netherlands.
E-mail: sotirios.archontoulis@wur.nl
Web-site: <http://www.dpw.wau.nl/cwe>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104962