

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ-ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α. Ι. ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

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.

Φιλιά Θεοδώρα Μουσταφέρη

ΑΘΗΝΑ 2010

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ-ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α. Ι. ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

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.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Παπαθεοχάρη Γιολάντα, Επίκουρος καθηγήτρια

ΜΕΛΗ : Καραμάνος Ι. Ανδρέας, Καθηγητής

Μπιλάλης Δημήτριος, Επίκουρος καθηγητής

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επίκουρο Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Παπαθεοχάρη Γιολάντα για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση και το προσωπικό της ενδιαφέρον σε όλα τα στάδια αυτής της μελέτης.

Θέλω να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κ. Καραμάνο Ανδρέα και Μπιλάλη Δημήτριο για τις πολύτιμες συμβουλές και την βαθμολόγηση της μελέτης μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους υποψήφιους διδάκτορες Βαχαμίδα Πέτρο και Κωτούλα Βασίλη.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνάδελφους μεταπτυχιακούς φοιτητές, όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Γεωργίας και τον κ. Κατσιλιέρο Τ. που μου πρόσφεραν τη βοήθειά τους.

Θερμές ευχαριστίες στους Κ. Οικονομίδα. από τη Sygenta, Β. Στεφανίδου από τη Monsanto, Δ. Ηλιοπουλο από την Pioneer για την προμήθεια του φυτικού υλικού καθώς και στην Δ. Βροχίδου. από την Agrolab.

Τέλος ευχαριστώ το εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και το εργαστήριο Μετεωρολογίας.

*Αθήνα, Ιούνιος 2010
Φιλιά Θεοδώρα Μουσταφέρη*

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	10
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	11
1.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	11
1.2 ΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΙΑΝΘΟΥ	15
1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	18
1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	19
1.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ	19
1.5.1 Γενικά.....	19
1.5.2 Περιγραφή του φυτού	20
1.6 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	23
1.7 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	26
1.8 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	27
1.9 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	28
1.10 ΑΠΟΔΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	28
1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	33
Κεφάλαιο 2 Υλικά και Μέθοδοι.....	34
2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	34
2.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	34
2.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	36
2.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	37
2.5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	40
2.5.1 Συγκομιδή	45
2.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	47
2.7 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	48
Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα.....	51
3.1 Ύψος Φυτών	51
3.2 Αριθμός Πρασίνων Φύλλων	52
3.3 Φυλλική Επιφάνεια	53
3.4 Ξηρα Βαρη.....	56
3.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	60

3.5.1 Διάμετρος της βάσης των στελεχών	60
3.5.2 Αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία.....	61
3.5.3 Βάρος 1000 σπορών.....	63
3.5.4 Τελικές αποδόσεις σε σπόρο.....	63
3.5.5 Ελαιοπεριεκτικότητα και τελικές αποδόσεις σε έλαιο	64
3.5.6 Συντελεστής συγκομιδής (Harvest index)	66
3.5.7 Σύσταση ελαίου	66
3.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ & ΤΕΛΙΚΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΣΕ ΣΠΟΡΟ ΚΑΙ ΣΕ ΕΛΑΙΟ.	71
Κεφάλαιο 4 Συζήτηση.....	73
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....	80
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 - ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ	104

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1.1. Τα σημαντικότερα έλαια στον κόσμο την πενταετία 2004-2008 (πηγή: FAO, 2010).....	11
Διάγραμμα 1.2.1. Παραγωγή ηλιέλαιου σε τόνους σε Ευρώπη, Αμερική, Ασία, Αφρική και Ωκεανία κατά μέσο όρο για τα έτη 1999 έως 2003 και 2004 έως 2008 (πηγή: FAO, 2010).....	15
Διάγραμμα 1.2.2. Παραγωγή ηλιέλαιου στις χώρες τις Ε.Ε. κατά μέσο όρο τη δεκαετία 1999 έως 2008 (πηγή: FAO, 2010).....	16
Διάγραμμα 1.2.3. Έκταση καλλιέργειας ηλιάνθου σε στρέμματα στην Ελλάδα από το 1999 έως το 2009 (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010).....	16
Διάγραμμα 1.2.4. Παραγωγή ηλιέλαιο σε τόνους στην Ελλάδα από το 1999 έως το 2009. (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010).	17
Διάγραμμα 1.2.5. Οι κυριότερες εξαγωγικές χώρες σε τόνους ηλιέλαιου κατά μέσο όρο την περίοδο 2003-2007 (Πηγή: FAO, 2010).	17
Διάγραμμα 1.2.6. Οι κυριότερες εισαγωγικές χώρες σε τόνους ηλιέλαιου κατά μέσο όρο την περίοδο 2003-2007 (Πηγή: FAO, 2010).	18
Διάγραμμα 2.7.1. Χρονική πορεία της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας σε °C του αέρα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α).	48
Διάγραμμα 2.7.2. Μηνιαία κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.	49
Διάγραμμα 2.7.3. Χρονική πορεία της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης σχετικής υγρασίας του αέρα % κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α).....	49
Διάγραμμα 3.1.4. Χρονική πορεία της ολικής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α).....	50
Διάγραμμα 3.1.1. Χρονική πορεία του ύψους των φυτών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.....	52
Διάγραμμα 3.2.1 Χρονική πορεία του αριθμού πράσινων φύλλων στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά	

σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$) Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.....	53
Διάγραμμα 3.3.2. Συνολική διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας των τεσσάρων υβριδίων κατά την καλλιεργητική περίοδο. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).....	56
Διάγραμμα 3.4.1. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των στελεχών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.....	58
Διάγραμμα 3.4.2. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των φύλλων στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα	59
Διάγραμμα 3.4.3. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των ταξιανθιών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα	59
Διάγραμμα 3.5.1.1. Διάμετρος της βάσης των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona)	61
Διάγραμμα 3.5.2.1. Αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία στα τέσσερα υβρίδια στη συγκομιδή 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).....	62
Διάγραμμα 3.5.2.2 Ποσοστό % μη αναπτυγμένων σπόρων στις ταξιανθίες των τεσσάρων υβριδίων 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).....	62
Διάγραμμα 3.5.3.1. Βάρος 1000 σπόρων των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).....	63

Διάγραμμα 3.5.5.1. Ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων των τεσσάρων υβριδίων σε ποσοστό % ,127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).	65
Διάγραμμα 3.5.5.2. Τελικές αποδόσεις σε έλαιο των τεσσάρων υβριδίων σε ποσοστό %, 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).	65
Διάγραμμα 3.5.6.1. Συντελεστή συγκομιδής των τεσσάρων υβριδίων Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).	66
Διάγραμμα 3.5.7.1. Συνολική σύσταση του ελαίου των τεσσάρων υβριδίων.	69
Διάγραμμα 3.5.7.2. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στο έλαιο των τεσσάρων υβριδίων.	69
Διάγραμμα 3.5.7.3. Τα λιπαρά οξέα που ανιχνεύτηκαν στο έλαιο των τεσσάρων υβριδίων σε μικρά ποσοστά.....	70

Πίνακες

Πίνακας 1.5.2.1. Μέση σύνθεση των οξέων του ηλιέλαιου.	22
Πίνακας 1.5.2.2. Φυσικές και χημικές σταθερές του ηλιέλαιου.....	22
Πίνακας 2.1.1. Αναλύσεις εδάφους	34
Πίνακας 2.4.1. Ημερολόγιο αρδεύσεων με τη μέθοδο του καταιονισμού.....	39
Πίνακας 2.5.1. Χρονοδιάγραμμα δειγματοληψιών και αντίστοιχα στάδια ανάπτυξης των φυτών.	41
Πίνακας 3.3.1. Χρονικά ολοκληρώματα του δείκτη φυλλικής επιφάνειας LAD των τεσσάρων υβριδίων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).	55
Πίνακας 3.5.7.1. Σύσταση λιπαρών οξέων στο έλαιο του ηλιάνθου, του ηλιάνθου με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (high oleic) και μέσης (mid oleic), όπως καθορίστηκαν με αέρια χρωματογραφία, επί του συνόλου των λιπαρών οξέων. (ND σημειώνεται ως μη ανιχνεύσιμο για $\leq 0,05\%$).....	68
Πίνακας 3.6.1. Πίνακας Συσχετίσεων.....	72

Εικόνες

Εικόνα 1.6.1. Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου.....	25
Εικόνα 1.6.2. Ταξιανθία στο τέλος της άνθισης, στην οποία έχει ολοκληρωθεί η γονιμοποίηση των ανθιδίων ενώ όλα τα περιφερειακά άνθη έχουν μαραθεί.	26
Εικόνα 2.4.1. Απώλεια σπόρου σε ταξιανθία από επιδρομές σπουργιτιών.....	40
Εικόνα 2.5.1. Η καλλιέργεια στο χωράφι στο βλαστικό στάδιο.....	42
Εικόνα 2.5.2. Η καλλιέργεια στο χωράφι στην άνθιση	42
Εικόνα 2.5.3. . Η καλλιέργεια στο χωράφι στην πλήρη ωρίμανση. Η καλλιέργεια στο χωράφι στο τέλος της άνθισης	43
Εικόνα 2.5.4. καλλιέργεια στο χωράφι στην πλήρη ωρίμανση	43
Εικόνα 2.5.5. Προσδιορισμός του ύψους σε όρθιο και σε φυτό με κλίση. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν το ανώτερο σημείο όπου λαμβανόταν η μέτρηση του ύψους.	44
Εικόνα 2.5.6 Ανεπτυγμένοι (δεξιά) και μη ανεπτυγμένοι (αριστερά) σπόροι ηλίανθου στο υβρίδιο Nutrasol.....	46

Σχήματα

Σχήμα 2.3.1. Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων στον αγρό, όπου I, II, III είναι οι επαναλήψεις και 63A90, 64E83, Oleko και Nutrasol είναι τα υβρίδια. .	37
---	----

Περίληψη

Εξετάσθηκε στον αγρό η πορεία ανάπτυξης, οι τελικές αποδόσεις και η ποιότητα του ελαίου δύο συμβατικών υβριδίων ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.), των 63A90 και 64E83 και δύο high-oleic υβριδίων ηλίανθου με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (high oleic), των Oleko και Nutrasol στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Αττικής. Τα τέσσερα υβρίδια παρουσίασαν περίπου το ίδιο μήκος βιολογικού κύκλου. Παρατηρήθηκε υπεροχή του υβριδίου Oleko κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, μέχρι την εμφάνιση της ταξιανθίας ως προς το ύψος, τον αριθμό των φύλλων και το ξηρό βάρος των στελεχών. Στη συνέχεια δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υβριδίων. Τα υβρίδια Oleko και 64E83 εμφάνισαν μία τάση για υπεροχή του δείκτη συνολικής διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD total), ενώ τα υβρίδια Nutrasol και 63A90 παρουσίασαν την τάση για υπεροχή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).

Επιπλέον τα υβρίδια Oleko και 63A90 παρουσίασαν μία τάση για υπεροχή των τελικών αποδόσεων σε σπόρο, που έφτασαν τα 820 και 750 kg/στρ αντίστοιχα, και σε έλαιο, που έφτασε τα 295.7 και 295.1 kg/στρ αντίστοιχα. Η ανάλυση της σύστασης του ελαίου των δύο high-oleic υβριδίων, Oleko και Nutrasol, έδειξε ότι περιείχε μεγάλα ποσοστά ελαϊκού οξέως 86,07% και 85,02% αντίστοιχα, όπως ήταν αναμενόμενο, μικρά ποσοστά λινελαϊκού οξέως και περίπου 10% κορεσμένα λιπαρά οξέα. Το έλαιο των δύο συμβατικών υβριδίων, 63A90 και 64E83, περιείχε 62.93% και 58.25% ελαϊκό οξύ, 16.2% και 19.2% λινελαϊκό οξύ αντίστοιχα και μέχρι 20.3% κορεσμένα λιπαρά οξέα. Τα σχετικά αυξημένα ποσοστά ελαϊκού οξέως, που παρατηρήθηκαν στο έλαιο των συμβατικών υβριδίων θα μπορούσαν να αποδοθούν στην πιθανή γονιμοποίηση των ανθέων τους από τη γύρη των high-oleic υβριδίων, ή και στις αυξημένες θερμοκρασίες που επικράτησαν μέχρι την ωρίμανση.

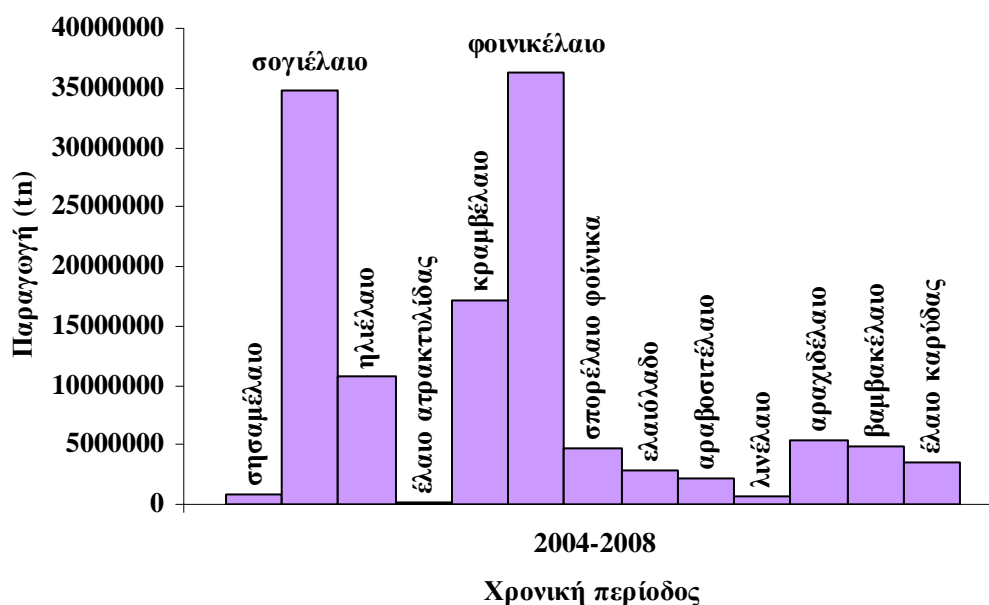
Η ανάπτυξη των φυτών φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με τις τελικές αποδόσεις των φυτών σε σπόρο και σε έλαιο. Την πιο ισχυρή συσχέτιση με τις τελικές αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο παρουσίασαν το ξηρό βάρος των ταξιανθιών και ο δείκτης διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD total), ενώ την πιο ισχυρή συσχέτιση με τις τελικές αποδόσεις σε έλαιο παρουσίασαν το ξηρό βάρος των ταξιανθιών και ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Η σημασία της καλλιέργειας του ηλίανθου

Ο ηλίανθος είναι μία από τις πιο σημαντικές ελαιοδοτικές καλλιέργειες στον κόσμο. Εξαιτίας της μεγάλης προσαρμοστικότητας του φυτού, των χαμηλών καλλιεργητικών απαιτήσεων, της υψηλής ποιότητας του ελαίου του, της περιεχόμενης πρωτεΐνης και της αξιοποίησης όλων των μερών του φυτού η καλλιέργειά του έχει αυξηθεί στις αναπτυγμένες αλλά και στις υποανάπτυκτες χώρες (Škorić, 1992). Σήμερα το έλαιο του ηλίανθου κατατάσσεται τέταρτο στη λίστα των παραγόμενων ελαίων σε όλο τον κόσμο.



Διάγραμμα 1.1. Τα σημαντικότερα έλαια στον κόσμο την πενταετία 2004-2008 (πηγή: FAO, 2010).

Είναι γνωστή η σημασία της καλλιέργειας του ηλίανθου για τη διατροφή των ανθρώπων, των ζώων και τη βιομηχανία. Σήμερα αξιοποιούνται όλα τα τμήματα του φυτού. Μεγαλύτερη αξία έχει ο σπόρος του που είναι καλή πηγή πρωτεΐνης και ακόρεστων λιπαρών οξέων και χρησιμοποιείται στη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων. Το έλαιο του ηλίανθου έχει μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο και είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα και μονακόρεστα λιπαρά οξέα. Καταναλώνεται απευθείας και χρησιμοποιείται για την παρασκευή μαργαρίνης. Προτιμάται πολύ ως έλαιο τηγανίσματος επειδή είναι σταθερό και διατηρεί πολλές από τις ιδιότητες του μετά το τηγάνισμα. Η επιλογή ενός ελαίου για κατανάλωση εξαρτάται από διάφορα κριτήρια: τη σταθερότητα στην οξείδωση, τη γεύση, την υφή, την αίσθηση στο στόμα, τη διαθεσιμότητα, το κόστος, τις διατροφικές και διαιτητικές ανάγκες (Burton *et al.* 2004). Τα περισσότερο σημαντικά κριτήρια είναι η οξειδωτική σταθερότητα και η γεύση του προϊόντος. Αντίθετα με άλλα έλαια, το ηλιέλαιο έχει πολύ μικρό ποσοστό λινολενικού οξέως που είναι ευαίσθητο στην οξείδωση. Έλαια όπως το σογιέλαιο και το κραμβέλαιο, όταν χρησιμοποιούνται για τηγάνισμα απαιτούν υδρογόνωση για να εξαλειφθεί το λινολενικό οξύ. Η υδρογόνωση οδηγεί στην δημιουργία trans λιπαρών οξέων, τα οποία ενοχοποιούνται για καρδιαγγειακές ασθένειες. Αυξάνοντας την συγκέντρωση του ελαϊκού οξέως στο ηλιέλαιο αυξάνεται και η σταθερότητα του στην οξείδωση, χωρίς να γίνει υδρογόνωση, ελαχιστοποιώντας έτσι την συγκέντρωση των trans λιπαρών οξέων και των προβλημάτων που συνδέονται με αυτά. Παράλληλα ένα οριακό επίπεδο λινολεϊκού οξέως πρέπει να διατηρηθεί για ικανοποιητική γεύση του προϊόντος. Χαμηλή συγκέντρωση κορεσμένων και trans λιπαρών οξέων θα ήταν ωφέλιμη για καταναλωτές με ιδιαίτερες διαιτητικές απαιτήσεις ή καρδιαγγειακές ασθένειες (Burton *et al.* 2004).

Το έλαιο του ηλίανθου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πολλών άλλων προϊόντων, όπως καύσιμα (βιοντήζελ), λιπαντικά, σαπούνια και κεριά, για την παραγωγή ειδικών υδατανθράκων (Škorić, 1992; Friedt, 1992) και στη βιομηχανία χρωμάτων επειδή δεν περιέχει σχεδόν καθόλου λινολενικό οξύ, το οποίο προκαλεί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα προβλήματα στα λευκά ελαιοχρώματα (Ξανθόπουλος 1993).

Μετά την αφαίρεση του ελαίου από το σπόρο η πούλπα αποτελεί σημαντική πηγή πρωτεΐνης η οποία χρησιμοποιείται κατά κανόνα ως ζωοτροφή. Οι φλοιοί των σπόρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή αλκοόλης και για την δημιουργία υποστρωμάτων διαφόρων ενζύμων, μετά από ειδική επεξεργασία (Friedt

1992). Επίσης μπορεί να παραχθεί στυπόχαρτο και από το εσωτερικό του βλαστού τυπογραφικό χαρτί υψηλής ποιότητας. Τα αποξηραμένα στελέχη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ελαστικού (Friedt 1992), ινών και χαρτιού και σε φτωχές χώρες ως φτηνή πρώτη ύλη (Ξανθόπουλος 1993). Η εντεριώνη του βλαστού είναι από τις πιο ελαφρές γνωστές ουσίες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές σωσιβίων και σλάιντς μικροσκοπίου. Οι ξηροί βλαστοί αποτελούν εξαιρετικό καύσιμο, ενώ η στάχτη που απομένει έχει υψηλή περιεκτικότητα σε κάλιο (Murphy, 1994; Αυγουλάς *et al.*, 2001).

Επειδή για κάθε χρήση απαιτούνται ορισμένα χαρακτηριστικά, η αξία των σπόρων καθορίζεται από το πόσο ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά αυτά (Burton *et al.*, 2004). Ο ηλιάνθος δίδει δύο τύπους σπόρων, τους μεγάλους που προορίζονται για άμεση εδώδιμη κατανάλωση και τους μικρούς που είναι κατάλληλοι για εξαγωγή ελαίου (Αυγουλάς *et al.*, 2001). Η εκτίμηση της θρεπτικής αξίας των σπόρων βασίζεται σε διάφορα κριτήρια, όπως είναι η σχέση υδατανθράκων – πρωτεϊνών, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών σε απαραίτητα αμινοξέα και το είδος των λιπαρών οξέων (Ξανθόπουλος 1993). Οι μικροί σπόροι με μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαιο προορίζονται για την παραγωγή ηλιέλαιου. Η καταλληλότητα του παραγόμενου ηλιέλαιου για διαφορετικές χρήσεις καθορίζεται από την σύσταση του σε λιπαρά οξέα και την περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικά. Η σύνθεση του ηλιέλαιου εξαρτάται από το γονότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Robertson *et al.*, 1978; Lajara *et al.*, 1990; Miller και Vick, 1999; Sobrino *et al.*, 2003). Ο ηλιάνθος με βάση τη σύστασή του ελαίου του διακρίνεται σε συμβατικό με περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ 14%-39%, mid-oleic με περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ 42%-72% και high-oleic με περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ 75%-91% (Codex Alimentarius Committee, 2005). Στη συνέχεια θα αναφέρεται με την αγγλική ονομασία η οποία και έχει επικρατήσει. Η σταθερότητα στην οξείδωση του ηλιέλαιου, που καθυστερεί την απώλεια της θρεπτικής του αξίας και την δημιουργία δυσάρεστων γεύσεων, εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε ελαϊκό οξύ και σε αντιοξειδωτικά, κυρίως την α-τοκοφερόλη (Pereyra-Irujo και Aguirrezábal, 2007). Εναλλακτικά η σταθερότητα στην οξείδωση μπορεί να επιτευχθεί με την υδρογόνωση, με την οποία όμως παράγονται trans λιπαρά οξέα, τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικά για την ανθρώπινη υγεία (Valenzuela και Morgado, 1999; Burton *et al.* 2004). Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως το ελαϊκό (18:1) και το λινελαϊκό οξύ (18:2), είναι χρήσιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς έχουν τη δυνατότητα να μειώνουν τη χοληστερόλη και τον κίνδυνο εμφάνισης

καρδιαγγειακών προβλημάτων (Grundy 1986; Kris-Etherton και Yu, 1997; Jing *et al.*, 1997; Hu *et al.*, 2001). Έχει βρεθεί ότι η σίτιση γαλακτοπαραγωγών αγελάδων με ηλιέλαιο υψηλής περιεκτικότητας σε λινελαϊκό οξύ έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή γάλατος με υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ (CLA) κατά 500%, που είναι ένας ισχυρός αντικαρκινικός παράγοντας (Kelly *et al.*, 1998). Επιπλέον οι τοκοφερόλες που περιέχει το ηλιέλαιο είναι πρόδρομες ουσίες της σύνθεσης της βιταμίνης E (Pereyra-Igujo και Aguirrezábal, 2007).

Το έλαιο που παράγεται από τα high oleic υβρίδια είναι κατάλληλο για παραγωγή βιοντήζελ και η σύνθεσή του δεν επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Škorić, 1992). Το έλαιο του ηλίανθου για να χρησιμοποιηθεί σαν βιοκαύσιμο έχει υπολογιστεί ότι πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 40% ελαϊκό οξύ. Έτσι για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι κατάλληλα τα mid-oleic και τα high-oleic υβρίδια (Pereyra-Igujo *et al.*, 2009).

Η μερική τουλάχιστον αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιοκαύσιμα είναι σήμερα επιτακτική ανάγκη για την μείωση των ρύπων που απειλούν τη ζωή στο πλανήτη. Με το πρωτόκολλο του Κιότο (16.02.2005) οι μεγαλύτερες βιομηχανικές χώρες του κόσμου αποφάσισαν να μειώσουν την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Το βιοντήζελ θα μπορούσε να παίξει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη αυτού του στόχου. Στις Η.Π.Α υπολογίζεται ότι ο εφοδιασμός των οχημάτων με βιοντήζελ θα φτάνει το 30% μέχρι το 2010. Κατά την τελευταία δεκαετία έχει δοθεί μεγάλη σημασία και από τη Ε.Ε. στην ανάπτυξη νέων μεθόδων και τεχνολογιών για την εξοικονόμηση ενέργειας. Βάσει της οδηγίας 2003/30/EK της Ε.Ε. επιβάλλεται σε όλα τα κράτη μέλη διείσδυση των βιοκαυσίμων σε ποσοστά 5,71% βιοντήζελ και 5,71% βιοαιθανόλη μέχρι το 2010, ενώ το 2020 τα ποσοστά αυτά θα πρέπει να ανέρχονται στο 20%. Στην Ελλάδα στο πλαίσιο της εναρμόνισής της με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία εγκρίθηκε νομοσχέδιο που επιβάλλει τη διείσδυση βιοκαυσίμων στα παραπάνω ποσοστά. Έτσι η παραγωγή σε βιοντήζελ μέχρι το 2010 θα πρέπει να φτάνει τους 150.000tn και σε βιοαιθανόλη τους 390.000tn.

Ο ηλίανθος επιπλέον είναι μια πρωτεϊνούχος καλλιέργεια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καλή πρωτεϊνούχος τροφή ζώων, αλλά και στην ανθρώπινη διατροφή (Fernandez-Martinez και Alba, 1984).

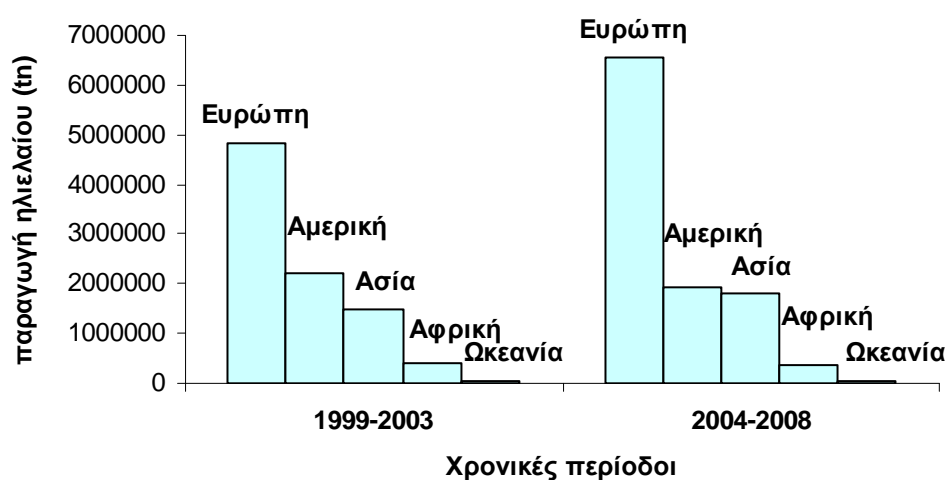
Χημική ανάλυση σε είδη ηλίανθου έχει οδηγήσει στην απομόνωση ακετυλενίου, φλαβονοειδών, σεσκιτερπενοειδών και διτερπενοειδών που έχουν

επιδείξει αντιβιοτική δράση εναντίον πολλών ειδών εντόμων, και αντιμικροβιακή δράση εναντίον βακτηρίων θετικών κατά Gram (Škorić, 1992).

Ο ηλίανθος είναι η πιο σημαντική καλλιέργεια φυτών μεγάλης καλλιέργειας για παραγωγή μελιού από τις μέλισσες. Οι μέλισσες επιπλέον αυξάνουν τις τελικές αποδόσεις της καλλιέργειας συμβάλλοντας στην καλύτερη επικονίαση (Škorić, 1992).

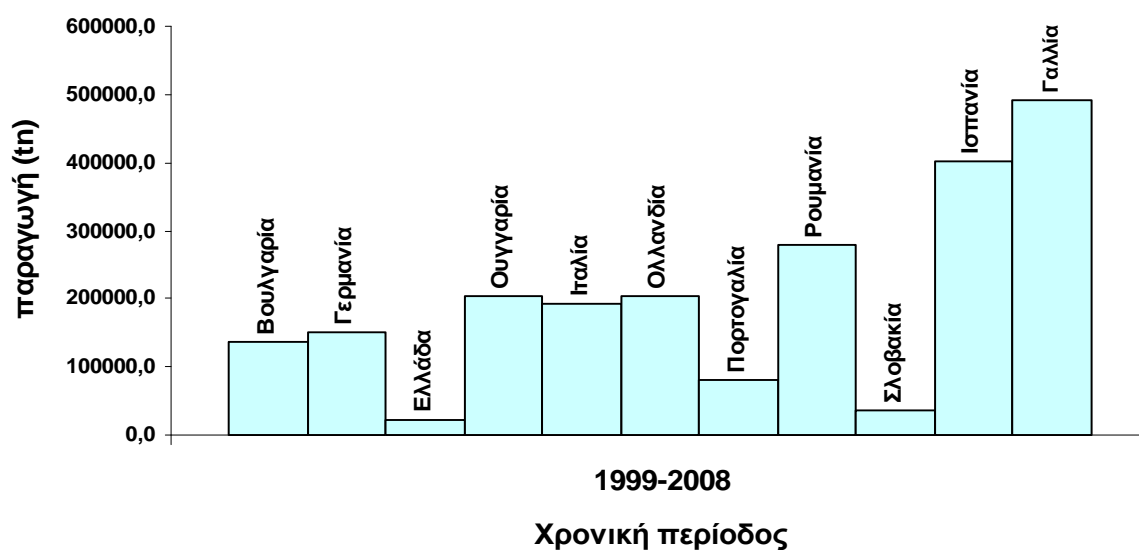
1.2 Τάσεις της καλλιέργειας ηλίανθου

Η παραγωγή ηλιέλαιου παρουσιάζει αυξητικές τάσεις τα τελευταία χρόνια και η παγκόσμια παραγωγή ξεπερνά τα 10 εκατ. tn σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία του FAO (2010). Η Ευρώπη δίνει πάνω από το 60% της παγκόσμιας παραγωγής και τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ανοδικές τάσεις.



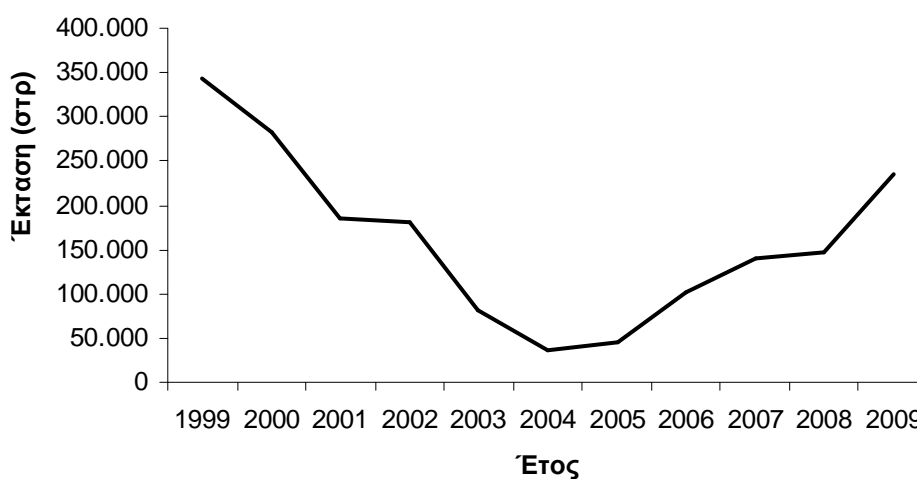
Διάγραμμα 1.2.1. Παραγωγή ηλιέλαιου σε τόνους σε Ευρώπη, Αμερική, Ασία, Αφρική και Ωκεανία κατά μέσο όρο για τα έτη 1999 έως 2003 και 2004 έως 2008 (πηγή: FAO, 2010).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ηλιέλαιου είναι η Γαλλία, η Ισπανία και η Ρουμανία με παραγωγή κατά μέσο όρο την τελευταία δεκαετία 491.078, 402.888 και 278.525 τόνους ανά έτος αντίστοιχα. Ακολουθούν οι Ολλανδία, Ουγγαρία, Ιταλία, Γερμανία και Βουλγαρία (FAO, 2010).

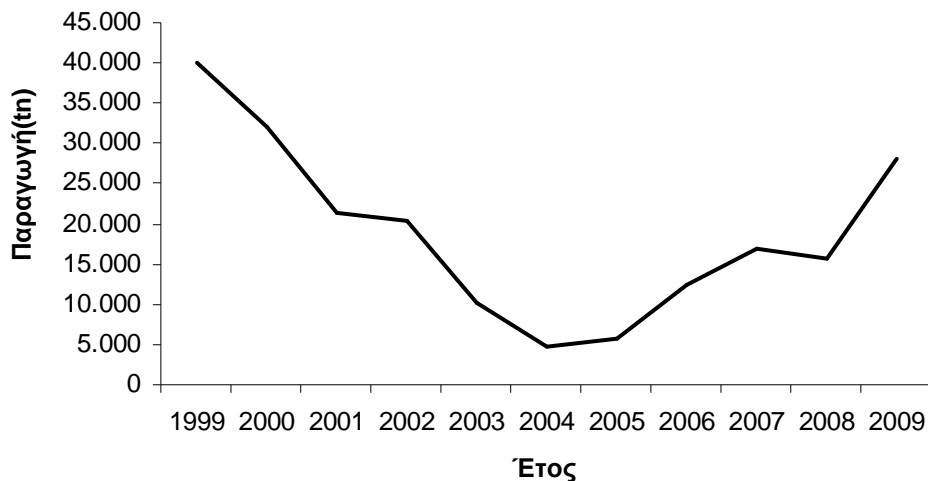


Διάγραμμα 1.2.2. Παραγωγή ηλιέλαιου στις χώρες της Ε.Ε. κατά μέσο όρο τη δεκαετία 1999 έως 2008 (πηγή: FAO, 2010).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του ηλίανθου παρουσίαζε πτωτικές τάσεις μέχρι περίπου το 2004, όμως τα τελευταία χρόνια οι καλλιεργούμενες εκτάσεις έχουν αυξηθεί (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010).



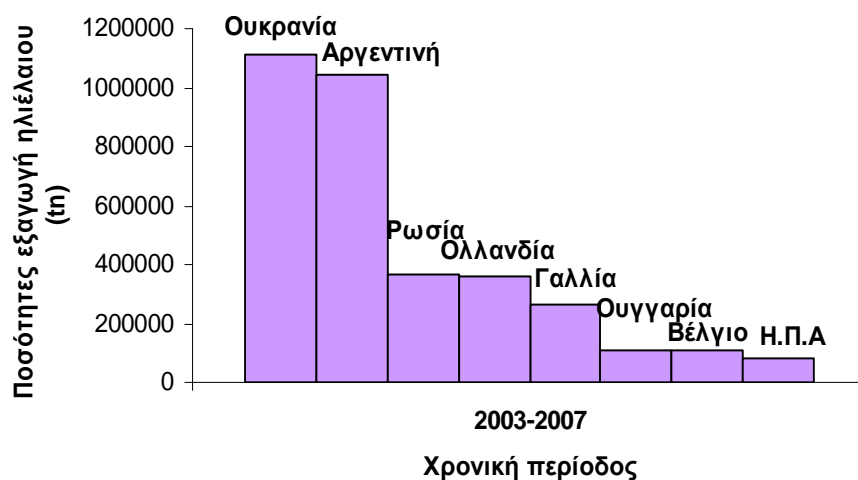
Διάγραμμα 1.2.3. Έκταση καλλιέργειας ηλίανθου σε στρέμματα στην Ελλάδα από το 1999 έως το 2009 (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010).



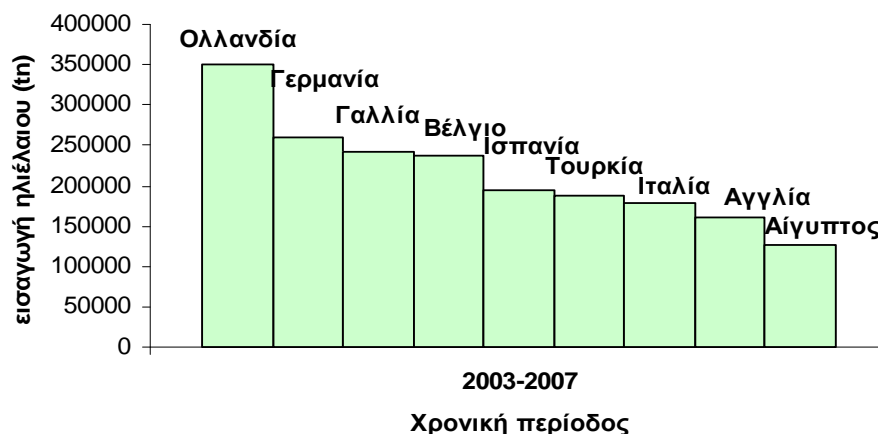
Διάγραμμα 1.2.4. Παραγωγή ηλιέλαιο σε τόνους στην Ελλάδα από το 1999 έως το 2009.

(Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2010).

Οι μεγαλύτερες εξαγωγικές χώρες την πενταετία 2003-2007 κατά μέσο όρο είναι η Ουκρανία και η Αργεντινή και ακολουθούν οι Ρωσία, Ολλανδία, Γαλλία, Ουγγαρία, Βέλγιο και Η.Π.Α (διάγραμμα 1.2.5). Οι μεγαλύτερες χώρες εισαγωγής ηλιέλαιου την πενταετία 2003-2007 είναι οι Ολλανδία, Γερμανία, Γαλλία, Βέλγιο, Ισπανία, Τουρκία, Ιταλία, Αγγλία και Αίγυπτος (διάγραμμα 1.2.6).



Διάγραμμα 1.2.5. Οι κυριότερες εξαγωγικές χώρες σε τόνους ηλιέλαιου κατά μέσο όρο την περίοδο 2003-2007 (Πηγή: FAO, 2010).



Διάγραμμα 1.2.6. Οι κυριότερες εισαγωγικές χώρες σε τόνους ηλιέλαιου κατά μέσο όρο την περίοδο 2003-2007 (Πηγή: FAO, 2010).

1.3 Ιστορική αναδρομή

Ο ηλίανθος είναι ιθαγενές φυτό της Βόρειας Αμερικής και αυτοφύεται στις Η.Π.Α., στον Καναδά και το Μεξικό. Ο μονοστέλεχος τύπος ηλίανθου, με σπόρο παρόμοιο του σημερινού καλλιεργούμενου ηλίανθου, καλλιεργήθηκε από τους Ινδιάνους της Βόρειας Αμερικής το 3000 π.Χ (Heiser, 1978).

Τον 16^ο αιώνα Ευρωπαίοι ταξιδιώτες έφεραν τον ηλίανθο από την Αμερική στην Ευρώπη και κυρίως στη Ισπανία απ' όπου εξαπλώθηκε σε όλη την ήπειρο. Αρχικά καλλιεργήθηκε σαν καλλωπιστικό φυτό και στην συνέχεια σαν εδώδιμο αλλά και για φαρμακευτικούς σκοπούς (Škorić, 1992; Seiler, 1992).

Οι πρώτες απόπειρες βελτίωσης του ηλίανθου ξεκίνησαν με την εξάπλωση της καλλιέργειας του ηλίανθου ως ελαιοδοτικό φυτό. Εξαιτίας των ερμαφρόδιτων ανθέων, η επίτευξη της ετέρωσης στα υβρίδια ηλίανθου έγινε εφικτή μετά την ταυτοποίηση κατάλληλων πηγών αρρενοστεριότητας. Τα υβρίδια ηλίανθου συνέβαλλαν, χωρίς αμφιβολία, στην αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής ηλίανθου από 8 σε πάνω από 14εκ. ha. Η χρήση υβριδίων είναι πιο αποτελεσματική στην αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών, μέσω ανθεκτικότητας και στην επίτευξη αυξημένων αποδόσεων, σε σχέση με τη χρήση ποικιλιών ή φυσικών πληθυσμών (Škorić, 1992).

Ο Soldatov (1976) έκανε μια σημαντική διαφοροποίηση στη σύνθεση του ηλιέλαιου. Ανέπτυξε έναν τύπο ηλιάνθου με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, μέσω μιας μετάλλαξης. Εφαρμόζοντας στο σπόρο της ποικιλίας VNIIMK8931 ένα διάλυμα 0,5% DMS (dimethyl sulphate) και συλλέγοντας στην M₃ γενιά σπόρους φυτών με περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ πάνω από 500g/kg. Στις επόμενες γενιές συλλέγοντας σπόρους με ακόμα μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ελαϊκό, δημιούργησε τελικά μια ποικιλία με το όνομα Pervenents με μεγάλη περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ. Ακολούθησαν διάφορες ποικιλίες με την ίδια βάση από πολλούς ερευνητές μέχρι σήμερα (Škorić, 1992).

1.4 Βοτανική ταξινόμηση

Ο ηλιάνθος ανήκει στην οικογένεια *compositae*, τάξη (*Synantherales*). Τα είδη *H. annuus* και *H. tuberosus* χρησιμοποιούνται ως είδη διατροφής, ενώ τα είδη *H. argophyllus*, *H. debilis*, *H. decapetalus*, *H. maximiliani* και *H. salisifolius* καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά. Ο βασικός αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι 17 και υπάρχουν διπλοειδή, τετραπλοειδή και εξαπλοειδή (Ξανθόπουλος 1993).

Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλιάνθου έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού από το *H. petiolaris* (ζιζάνιο) στο *H. annuus*. Στο γένος *Helianthus* υπάρχουν πολλά άλλα είδη (Ξανθόπουλος 1993).

Οι ποικιλίες διακρίνονται αναλόγως του ύψους σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες και χαμηλόσωμες (Ξανθόπουλος 1993).

1.5 Μορφολογία – Φυσιολογία

1.5.1 Γενικά

Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος είναι ένα ασυνήθιστο φυτό, μονοστέλεχο με εντυπωσιακή ταξιανθία, γνωστό από τα χαρακτηριστικό γνώρισμα του ηλιοτροπισμού, που του έδωσε το όνομα *Helianthus*, δηλαδή άνθος του ήλιου.

Στην περιοχή της Μεσογείου σπέρνεται Απρίλιο και συγκομίζεται Αύγουστο. Ο βιολογικός του κύκλος απαιτεί 80 έως 170 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία, τις κλιματικές συνθήκες και το χρόνο σποράς (Αυγουλάς 2008).

1.5.2 Περιγραφή του φυτού

Ο ηλίανθος αναπτύσσει ένα βαθύ **ριζικό σύστημα**, πασσαλώδες το οποίο έχει βρεθεί να ξεπερνά τα 2m (Sandras *et al.*, 1989) ή σύμφωνα με άλλους συγγραφείς να φτάνει τα 4-5m (Αυγουλάς 2008). Έρευνες έχουν δείξει ότι μπορεί να απορροφήσει μεγαλύτερη ποσότητα νερού από βαθιά στρώματα εδάφους σε σχέση με άλλα φυτά. Παρουσιάζει όμως μικρή διεισδυτικότητα (Bremmer και Preston, 1990).

Το φύτερωμα και η ανάδυση των φυτών πάνω από την επιφάνεια του εδάφους γίνεται με την ενεργοποίηση και την επιμήκυνση του υποκοτυλίου. Το φύτερωμα γίνεται εύκολα με κανονικές θερμοκρασίες και έδαφος χωρίς κρούστα (Αυγουλάς 2008). Η βλάστηση των σπόρων του ηλίανθου επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες από 3° έως 30° C, είναι όμως ταχύτερη από 6° έως 23° C (Connor και Sandras, 1992).

Ο **βλαστός** αποκτά ύψος 0,5-4m και η διάμετρος του στελέχους είναι 1-5cm. Στις καλλιεργούμενες ποικιλίες το ύψος του στελέχους είναι συνήθως 1,60-1,80m και η διάμετρος 2-3cm, ενώ έχουν δημιουργηθεί και ποικιλίες με ύψος στελέχους 1-1,5m που διευκολύνουν τη μηχανική συγκομιδή. Το φυτό αποκτά το μέγιστο ύψος του στα μισά του βιολογικού κύκλου. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι μονοστέλεχες (Αυγουλάς 2008).

Τα **φύλλα** είναι 20-30 έμμισχα και διαφορετικού μεγέθους. Τα μεγαλύτερα βρίσκονται μεταξύ 8^{ου} και 20^{ου} κόμβου, αρχίζοντας από τη βάση (Αυγουλάς 2008).

Το στέλεχος, τα φύλλα αλλά και τα περισσότερα μέρη του φυτού καλύπτονται συνήθως από τρίχες. Υπάρχουν ποικιλίες με πολλές και μεγάλες τρίχες και ποικιλίες στις οποίες οι τρίχες απουσιάζουν εντελώς (Αυγουλάς 2008).

Η **ταξιανθία** είναι επάκρια, κύπτουσα. Είναι κεφαλή σε σχήμα δίσκου, με διάμετρο 7,5-60cm και ακτινωτή διάταξη των πολυάριθμων ανθέων της. Το χείλος του δίσκου περιβάλλεται από οξύληκτα βράκτια, χνουδωτά στην εξωτερική τους επιφάνεια, τοποθετημένα στις τρεις επάλληλες σειρές (Αυγουλάς 2008).

Από τα **άνθη** του δίσκου, τα περιφερειακά (40-80) είναι συνήθως άγονα και φέρουν μόνο ένα μεγάλο, γλωσσοειδές, κίτρινο πέταλο. Όλα τα υπόλοιπα είναι γόνιμα. Η άνθιση γίνεται νωρίς προτού το φυτό πάρει το τελικό του ύψος. Η ταξιανθία των ελαιούχων ποικιλιών έχει 700 έως 3000 άνθη και των ποικιλιών που προορίζονται για πασσατέμπο έως 8000. Η ανθοφορία αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη, συνεχίζεται προς το κέντρο και ολοκληρώνεται, για την ίδια ταξιανθία, σε 5-10 ημέρες συνήθως. Η πτώση των πετάλων των άγονων ανθέων υποδηλώνει ότι έχει ανθίσει και το τελευταίο άνθος, στο κέντρο της ταξιανθίας. Η ανθοφορία στον αγρό διαρκεί περί τις 20 ημέρες (Αυγουλάς 2008).

Ο ηλίανθος είναι κατά κανόνα σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, γιατί τα άνθη του είναι πρώτανδρα και υπέργυνα. Επιπλέον πολλές ποικιλίες έχουν το χαρακτηριστικό του αυτοασυμβίβαστου. Η επικονίαση γίνεται με έντομα, κυρίως μέλισσες, γιατί η γύρη είναι βαριά και δεν μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα (Αυγουλάς 2008).

Τα νεαρά φύλλα, τα βράκτια και οι ταξιανθίες του ηλίανθου, ακολουθούν την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας, μέχρι να αρχίσει η άνθιση. Το φαινόμενο αυτό λέγεται **ηλιοτροπισμός**. Οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες κάθε πρωί είναι στραμμένες ανατολικά και στη συνέχεια ακολουθούν τον ήλιο μέχρι τη δύση του. Στη διάρκεια της νύχτας επιστρέφουν στη θέση που είχαν το πρωί. Οι ηλιοτροπικές κινήσεις της ταξιανθίας σταματούν μόλις ολοκληρωθεί η έκπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων, οπότε οι ταξιανθίες μένουν στραμμένες βορειοανατολικά στο Βόρειο ημισφαίριο και νοτιοανατολικά στο Νότιο (Αυγουλάς 2008).

Ο **καρπός** είναι αχαίνιο, έχει χρώμα μαύρο, σταχτί ή γκρι, κηλιδωτό μέχρι άσπρο. Το σχήμα του είναι επίμηκες και μοιάζει με ρόμβο. Το μέγεθος του σπόρου κυμαίνεται σε μεγάλα όρια και οι σπόροι αποτελούν το μισό βάρος του ξηρού δίσκου. Το βάρος των 1000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 100g. Οι σπόροι των ποικιλιών για λάδι συνήθως είναι πιο μικροί, πιο στρογγυλοί και συμπαγείς (Αυγουλάς 2008). Ο καρπός του ηλίανθου συνήθως καλείται «σπόρος» Κατά μέσο όρο 100kg σπόρων δίνουν 40kg φλοιούς και 60kg ψίχα. Η αποφλοιώση των σπόρων γίνεται με το πέρασμα των σπόρων ανάμεσα σε δίσκους που περιστρέφονται κατ' αντίθετη φορά. Η μεταξύ του απόσταση ρυθμίζεται έτσι ώστε να σπάζει μόνο ο φλοιός. Ακολουθεί διαχωρισμός με κοσκίνισμα. Η κατεργασία των σπόρων γίνεται με πίεση σε πιεστήρια, όπου η απόδοση των αποφλοιωμένων σπόρων φτάνει το 38% κατά βάρος

ή με εκχύλιση, όπου η απόδοση των σπόρων φτάνει το 44-45% κατά βάρος (Μπαλατσούρας, 1995).

Πίνακας 1.5.2.1. Μέση σύνθεση των οξέων του ηλιέλαιου.

Παλμιτικό οξύ	3-5%
Στεατικό οξύ	2-4%
Αραχιδικό & ληγνοκηρικό οξύ	0,5-1,5%
ελαϊκό οξύ	33-55%
Λινελαϊκό οξύ	55-60%

(Πηγή: Μπαλατσούρας, 1995).

Πίνακας 1.5.2.2. Φυσικές και χημικές σταθερές του ηλιέλαιου

Δείκτης διαθλάσεως (25°C)	1,4709- 1,4749
Ειδικό βάρος (15 °C)	0,920- 0,927
Ιξώδες κατά Engler (25°C)	≈ 8,2
Σημείο πήξεως	-16° έως τους -18°C
Αριθμός σαπωνοποίησης	186-194
Αριθμός Ιωδίου	127-136
Αριθμός Ακετυλίου	≈ 14,5
Μέσο μοριακό βάρος των λιπαρών του οξέων	280-287
Ασαπωνοποίητα συστατικά	0,5-1,3%

(Πηγή: Μπαλατσούρας, 1995).

1.6 Στάδια ανάπτυξης

Ο βιολογικός κύκλος των φυτών του ηλίανθου χωρίζεται σε διάφορα στάδια τα οποία ανταποκρίνονται σε μορφολογικές μεταβολές του φυτού και οι οποίες γίνονται εύκολα διακριτές. Το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια καθορίζεται από το στάδιο που βρίσκεται το 50% των φυτών της (Ξανθόπουλος, 1993). Υπάρχουν πολλοί τρόποι να διαχωριστούν τα στάδια ανάπτυξης. Ένα από τα πιο διαδεδομένα καθορίζει πέντε κύρια στάδια (Arnaud, 1986):

- ✦ Φύτρωμα (**A**)
- ✦ Βλαστικό στάδιο (**B**)
- ✦ Εμφάνιση ανθικής καταβολής (**E**)
- ✦ Άνθιση (**F**)
- ✦ Ωρίμανση (**M**)

Το καθένα από τα κύρια αυτά στάδια χωρίζεται σε επιμέρους στάδια, που προσδιορίζονται από δύο κωδικούς.

A. Φύτρωμα

- A0 0 Σπόρος
 - 0.1 ο σπόρος είναι ακόμα ξηρός
 - 0.3 τέλος της απορρόφησης νερού από το σπόρο
 - 0.5 έναρξη εξόδου του ριζιδίου
 - 0.7 το μήκος του βλαστιδίου είναι το μισό του σπόρου
 - 0.9 το βλαστίδιο είναι διπλάσιο σε μήκος από το σπόρο
- A1 1.0 εμφάνιση κοτυληδόνων
 - 1.1 εμφάνιση των πρώτων φύλλων

B. Βλαστικό στάδιο

- B1 2.1 το 1^ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων έχει μήκος 4cm
- B2 2.2 το 1^ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων διακρίνεται καλά
- B3 2.3 το 2^ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων έχει μήκος 4cm
- B4 2.4 το 2^ο ζευγάρι αντίθετων φύλλων διακρίνεται καλά
- B5 2.5 το 5^ο φύλλο έχει μήκος 4cm
- Bv 2.v το νιοστό φύλλο έχει μήκος 4cm

E. Εμφάνιση ανθικής καταβολής

- E1 3.1 εμφάνιση της ανθικής καταβολής (star stage) ανάμεσα στα φύλλα
- E2 3.2 διάμετρος της ταξιανθίας 0,5-2cm
- E3 3.3 η ταξιανθία έχει ξεχωρίσει από τα φύλλα και έχει διάμετρο 3-5cm
- E4 3.4 διάμετρος ταξιανθίας 5-8cm
- E5 3.5 η ταξιανθία είναι ακόμα κλειστή και τα περιφερειακά άνθη μόλις διακρίνονται

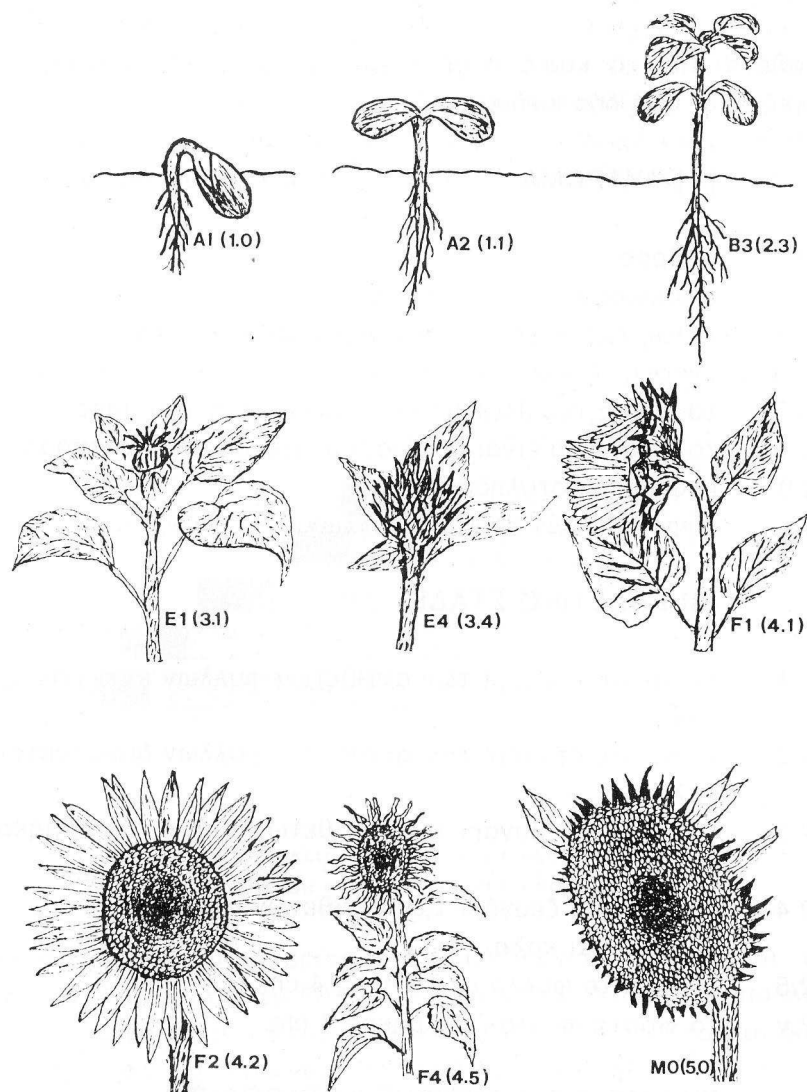
F. Άνθιση

- F1 4.1 τα περιφερειακά άνθη διακρίνονται καλά
- F2 4.2 οι πρώτοι τρεις κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν ανοίξει
- F3 4.3 οι επόμενοι τρεις κύκλοι ανθέων έχουν ανοίξει
- F5 4.4 οι πρώτοι τρεις κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν γονιμοποιηθεί, οι επόμενοι τρεις έχουν ακόμη το στίγμα ανοικτό και οι τρεις που ακολουθούν μόλις ανοίγουν
- F6 4.5 όλα τα άνθη, έχουν ανοίξει τα περιφερειακά άνθη έχουν μαραθεί

M. Ωρίμανση

- M0 5.0 τα περιφερειακά άνθη έχουν πέσει, ενώ ακόμα η πίσω πλευρά της ταξιανθίας είναι πράσινη
- M1.1 5.11 η πίσω πλευρά της ταξιανθίας αρχίζει να κιτρινίζει, οι σπόροι έχουν υγρασία 50% και η υπόλοιπη κεφαλή 80%
- M1.2 5.12 η πίσω πλευρά της κεφαλής και τα βράκτια έχουν κιτρινίσει, η υγρασία των σπόρων είναι γύρω στο 40% και τα κάτω έχουν ξεραθεί
- M1.3 5.13 η πίσω πλευρά της κεφαλής είναι κίτρινη, τα βράκτια αρχίζουν να γίνονται καστανά και η υγρασία των σπόρων μειώνεται στο 30%
- M2 5.2 τα βράκτια της κεφαλής έχουν γίνει κατά 75% καστανά, η υγρασία των σπόρων περίπου 20-25% και τα 2/3 των κατώτερων φύλλων έχει ξεραθεί
- M3 5.3 όλο το πίσω μέρος της κεφαλής έχει γίνει καστανό, η υγρασία κυμαίνεται στο 15% και όλα σχεδόν τα φύλλα έχουν ξεραθεί
- M4 5.4 όλα τα μέρη του φυτού έχουν γίνει καστανά και η υγρασία των σπόρων κυμαίνεται στο 10%

Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης των φυτών ηλίανθου παρουσιάζονται στην εικόνα 1.6.1



Εικόνα 1.6.1. Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου.



Εικόνα 1.6.2. Ταξιανθία στο τέλος της άνθισης, στην οποία έχει ολοκληρωθεί η γονιμοποίηση των ανθιδίων ενώ όλα τα περιφερειακά άνθη έχουν μαραθεί.

1.7 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Ο ηλίανθος προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών, από τα πολύ φτωγά μέχρι τα πολύ γόνιμα, όμως καλύτερα σε εδάφη μάλλον ελαφρά, όπου δεν παρεμποδίζεται η διείσδυση της ρίζας. Προτιμά καλά στραγγιζόμενα εδάφη, όπως όλα τα βαθύρριζα φυτά. Ανέχεται pH εδάφους από 5,7 έως 8 αλλά το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7,2 (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002).

Ευδοκίμει σε μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών, από τη Ρωσία ως την Αργεντινή. Άριστες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του ηλίανθου είναι 24-25° C την ημέρα και 18-20° C τη νύχτα. Τα νεαρά φυτά αντέχουν πολύ στο κρύο, έως -2° C στο στάδιο των κοτυληδόνων και έως -8° C στο στάδιο ενός ζεύγους φύλλων. Στη συνέχεια όμως γίνονται περισσότερο ευαίσθητα (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002).

Στη φωτοπερίοδο είναι ουδέτερο. Υπάρχουν ποικιλίες μικρής και μεγάλης ημέρας. Τα καλλιεργούμενα υβρίδια χρειάζονται περί τα 650m³ νερού ανά στρέμμα για την καλλιεργητική περίοδο (Αυγουλάς 2008).

1.8 Τεχνική καλλιέργειας

Αμειψισπορά. Ο ξηρικός ηλίανθος έχει θέση στην αμειψισπορά των σιταγρών, με πλεονεκτήματα το διαφορετικό βάθος του ριζικού συστήματος και των θρεπτικών συστατικών και των διαφορετικών ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών. Καλό προηγούμενο για τον ηλίανθο αποτελεί το σιτάρι, ενώ η συνεχής καλλιέργεια του αποδίδει λιγότερο. Είναι καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν σε αλατούχα εδάφη (Ξανθόπουλος 1993).

Προετοιμασία αγρού. Πρέπει να καταστρέφεται το αδιαπέραστο υπεδάφιο στρώμα επειδή το φυτό είναι βαθύρριζο, ενώ το επιφανειακό στρώμα της σποροκλίνης πρέπει να είναι ελαφρά ψιλοχωματισμένο (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Αντιμετώπιση ζιζανίων. Ο ηλίανθος παθαίνει ζημιές μόνο κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξής του. Στη συνέχεια γίνεται ιδιαίτερα αποπνικτικό για τα ζιζάνια. Η αντιμετώπιση γίνεται με μηχανικά και χημικά μέσα (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Λίπανση. Ο ηλίανθος χρειάζεται συνήθως 8 μονάδες αζώτου και 5 φωσφόρου και σχετικά μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού και βορίου (Ξανθόπουλος 1993). Η υπερβολική ποσότητα αζώτου μειώνει την περιεκτικότητα σε λάδι των σπόρων, ενώ ο φώσφορος και το κάλιο την αυξάνουν (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Σπορά. Πρέπει να σπέρνεται πρώιμα, ιδιαίτερα ο ξηρικός. Σπέρνεται με μηχανές ακρίβειας αραβοσίτου ή ζαχαροτεύτλων, σε βάθος 3-10cm αναλόγως της υγρασίας και του μεγέθους των σπόρου. Οι συνήθειες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς είναι 60-75cm και επί της γραμμής 15-20cm. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 0,5-1,5 kg/στρ και η άριστη πυκνότητα είναι 5000-6000 φυτά/στρ. Μείωση του αριθμού των φυτών κατά 10-15% δεν υποβαθμίζει σοβαρά την απόδοση καθώς η απώλεια αντισταθμίζεται από την αύξηση του βάρους των σπόρων (Ξανθόπουλος 1993).

Άρδευση. Καλλιεργείται ως ξηρικός, επωφελείται όμως από την άρδευση και υπερδιπλασιάζει τις αποδόσεις του. Η άρδευση αυξάνει την περιεκτικότητα σε λάδι και βελτιώνει την ποιότητα των πρωτεϊνών (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Συγκομιδή. Όταν η πίσω επιφάνεια των ταξιανθιών γίνει κίτρινη σημειώνεται η φυσιολογική ωρίμανση. Η συγκομιδή γίνεται όταν η υγρασία του

σπόρου πέσει στο 10-15%, τότε όλα τα φύλλα κιτρινίζουν και τα κάτω φύλλα ξεραίνονται. Καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να αυξήσει τις απώλειες από τα πουλιά και τις ασθένειες. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές σιταριού ή καλαμποκιού (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Ο εμπορεύσιμος σπόρος έχει υγρασία έως 10% και ξένες ύλες έως 2% (Ξανθόπουλος 1993).

1.9 Εχθροί και ασθένειες

Ο ηλίανθος είναι καλλιέργεια ευπρόσβλητη από ασθένειες και έντομα. Στην Ευρώπη τα έντομα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα σε αντίθεση με τις ασθένειες. Οι κυριότερες ασθένειες που μπορούν να προσβάλλουν την καλλιέργεια του ηλίανθου στην Ελλάδα είναι ο περονόσπορος (*Plasmopara helianthii*), η άσπρη σήψη (*Sclerotinia sclerotium*), η γκριζωπή μούχλα (*Botrytis cinerea*), οι αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*), η σκωρίαση (*Puccinia helianthii*), η αλτερνάρια (*Alternaria* spp.) καθώς και διάφοροι ιοί, βακτήρια και φυτικά παράσιτα, όπως η οροβάγχη κ.α. (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί και κάποιες νέες ασθένειες όπως η καστανή κηλίδωση ή καρκίνος του στελέχους ή φώμοψη (*Phomopsis helianthii*), το μαύρισμα του στελέχους (*Phoma macdonaldi*) και η σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotium bataticola*) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης δηλαδή με το συνδυασμό κατάλληλης αμειψισποράς, ορθής καλλιεργητικής τεχνικής και χρήσης ανθεκτικών γονότυπων (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

1.10 Αποδοτικά στοιχεία

Οι κυριότεροι στόχοι της καλλιέργειας του ηλίανθου που προορίζεται για παραγωγή ελαίου, είναι η αύξηση των τελικών αποδόσεων σε σπόρο και σε έλαιο, η βελτίωση του δείκτη συγκομιδής, η αυξημένη ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες που βλάπτουν την καλλιέργεια, η ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας σε σύντομο χρονικό διάστημα, η ομοιογένεια της καλλιέργειας στο

χωράφι, το περιορισμένο ύψος των φυτών, η υψηλή συγκέντρωση ελαίου στο σπόρο και η παραγωγή ελαίου υψηλής ποιότητας (Škorić, 1992).

Οι αποδόσεις σε έλαιο και η ποιότητά του ελαίου είναι αποτέλεσμα του γονότυπου και των περιβαλλοντικών επιδράσεων (Flagella *et al.*, 2002). Το ηλιέλαιο περιέχει μία σημαντική ποσότητα λινελαϊκού οξέως (550-650g/kg) και αρκετή ποσότητα ελαϊκού οξέως (200-300 g/kg), ενώ άλλα λιπαρά οξέα ανιχνεύονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Η αναλογία λινελαϊκού/ ελαϊκού δεν είναι σταθερή. Μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες αλλά οι πιο σημαντικοί είναι ο γονότυπος και το περιβάλλον (Škorić, 1992). Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στα high oleic υβρίδια, ο πιο καθοριστικός παράγοντας είναι ο γονότυπος (Flagella *et al.*, 2002). Στα συμβατικά υβρίδια ηλίανθου οι αποδόσεις σε έλαιο και η ποιότητα του ελαίου εξαρτώνται περισσότερο από το περιβάλλον, το οποίο αλλάζει ανά έτος, περιοχή και εποχή σποράς. Στις καλλιέργειες με επαρκή εδαφική υγρασία και θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, η ποιότητα του σπόρου και του ελαίου καθορίζεται κυρίως από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία. Ο τρόπος επίδρασης αυτών των παραγόντων έχει εκτενώς μελετηθεί (Connor και Hall, 1997).

Η έναρξη της άνθισης ξεκινά 20-30 ημέρες μετά τη σπορά και επιταχύνεται με αυξημένες θερμοκρασίες. Αμέσως μετά ξεκινά η ανάπτυξη των ανθιδίων. Η περίοδος της άνθισης διαρκεί περίπου 10 ημέρες. Ο γονότυπος και οι περιβαλλοντικές συνθήκες καθορίζουν το ρυθμό και τη διάρκεια του γεμίματος των σπόρων, δηλαδή από το τέλος της άνθισης μέχρι τη φυσιολογική ωρίμανση, και αυτό επιταχύνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και την ξηρασία και επηρεάζεται από την ακτινοβολία. Η περίοδος από την έναρξη της άνθισης μέχρι και το τέλος της ωρίμανσης είναι σημαντική για τον καθορισμό των τελικών αποδόσεων (Connor και Sandras, 1992). Η θερμοκρασία είναι ο πιο καθοριστικός περιβαλλοντικός παράγοντας (Hammer *et al.*, 1982). Η συγκέντρωση ελαίου στο σπόρο ξεκινά την πρώτη ημέρα της άνθισης και τελειώνει με την φυσιολογική ωρίμανση του φυτού. Η πιο σημαντική περίοδος είναι μεταξύ 15^{ης} και 22^{ης} ημέρας μετά την έναρξη της άνθισης. Η αναλογία λινελαϊκού/ ελαϊκού οξέως αλλάζει κατά την περίοδο σχηματισμού του ελαίου. Η υψηλή συγκέντρωση ελαϊκού οξέως βρέθηκε από διάφορους ερευνητές ότι οφείλεται σε γονιδιακή δράση (Fick, 1984; Miller *et al.*, 1987; Fernandez-Martinez *et al.*, 1989).

Η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας ολοκληρώνεται μέχρι την άνθιση. Όπως έχει βρεθεί είναι πολύ ευαίσθητη στην υδατική καταπόνηση, η οποία προκαλεί

τη μειωμένη ανάπτυξη της (Sandras *et al.*, 1991b). Η παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων εξαρτάται από την απορρόφηση της ακτινοβολίας από την κόμη των φυτών και την έκταση των φωτοσυνθετικών επιφανειών, που είναι κυρίως τα φύλλα και δευτερευόντως τα στελέχη και η ταξιανθία. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας εξαρτάται από το γονότυπο και από το βαθμό και τη διάρκεια παραγωγής φύλλων (Connor και Sandras, 1992).

Μία βελτίωση στη δομή της φυλλικής επιφάνειας, τροποποιώντας τον αριθμό και τη θέση των φύλλων στο στέλεχος, είναι επιθυμητή για την αύξηση του δείκτη διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD) των φυτών, την αποτελεσματικότερη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας και την αύξηση της παραγωγής φωτοσυνθετικών προϊόντων. Σύμφωνα με τους Čurina και Vasiljević (1974) και Škorić (1992) τα υβρίδια πρέπει να αναπτύσσουν τη μέγιστη φυλλική επιφάνεια και να τη διατηρούν όσο το δυνατό περισσότερο, για να επιτύχουν μεγαλύτερες αποδόσεις.

Ο ηλιοτροπισμός των φύλλων έχει ερευνηθεί ευρέως στον ηλίανθο. Δεν είναι ένας ενδογενής ρυθμός, αλλά μια ανταπόκριση στην (προφανή) κίνηση του ήλιου, η οποία προκαλεί μια αύξηση στην φωτοσύνθεση κατά 20% περίπου (Shell και Lang, 1976).

Ο μέγιστος ρυθμός φωτοσύνθεσης στον ηλίανθο είναι μεγαλύτερος από των περισσότερων C₃ ειδών. Το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) και το βούρλο (*Typha latifolia* L.) είναι C₃ είδη με παρόμοιες ικανότητες φωτοσύνθεσης (Connor και Sandras, 1992). Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του ηλίανθου πλησιάζει αυτόν των C₄ φυτών. Δεσμεύει 40-50mg CO₂/h/dm, κατά μέσο όρο, ενώ το καλαμπόκι που ανήκει στα C₄ φυτά δεσμεύει 50-60mg CO₂ αντίστοιχα (Καραμάνος, 1993). Στον ηλίανθο αυτό το χαρακτηριστικό φαίνεται πως είναι αποτέλεσμα μεγαλύτερης αγωγιμότητας των στοματίων των φύλλων, μεγαλύτερης δραστηριότητας της rubisco και αποτελεσματικής μεταφοράς των ηλεκτρονίων στους χλωροπλάστες (Connor και Sandras, 1992).

Η καλλιέργεια του ηλίανθου έχει επεκταθεί σε άγονες περιοχές ταχύτατα όμως, δεν είναι επικερδής σε όλες της περιοχές. Διαφορετικοί τύποι απαιτούνται για διαφορετικές περιοχές ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη παραγωγή (Škorić, 1992). Από το 1979 οι Konačik και Škaloud υποστήριξαν ότι η πρωιμότητα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για την καλλιέργεια του ηλίανθου σε νοτιότερες περιοχές της Ευρώπης, για να μπορούν τα υβρίδια να συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο

σε περισσότερο ευνοϊκές συνθήκες και χωρίς τον κίνδυνο προσβολής από κάποια ασθένεια. Άλλοι ερευνητές δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στη ανθεκτικότητα στην ξηρασία (Fernandez-Martinez και Dominguez-Jimenez, 1981) ή στην αποτελεσματική απορρόφηση του φωσφόρου από το έδαφος (Diakon, 1981).

Ο φαινότυπος είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του γονότυπου με το περιβάλλον (Borojević, 1971). Η απόδοση του ηλίανθου είναι ένα σύνθετο χαρακτηριστικό που εξαρτάται από διάφορα χαρακτηριστικά και επηρεάζεται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Fick, 1978). Η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων εξαρτάται από τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες και τη διαθέσιμη υγρασία στο στάδιο γεμίσματος των σπόρων, καθώς και στη διάρκεια αυτού του σταδίου. Η συγκέντρωση ελαίου στο σπόρο αυξάνει με μέση θερμοκρασία κάτω από τους 25° C, επαρκή εδαφική υγρασία και απουσία ασθενειών (Škorić, 1992).

Στον ηλίανθο σημαντικοί παράγοντες που επιδρούν στην απόδοση σε σπόρο και σε έλαιο ανά μονάδα επιφάνειας είναι: ο αριθμός των φυτών (55000-60000/ ha), ο αριθμός σπόρων ανά φυτό (πάνω από 1500), το βάρος 1000 σπόρων (πάνω από 80g), το μικρό ποσοστό περιβλημάτων (20-24%) και η υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (πάνω από 500g/kg). Αν η καλλιέργεια του ηλίανθου καταφέρει να φτάσει τις παραπάνω τιμές θα μπορούσαν να παραχθούν πάνω από 2000kg ελαίου / ha (Škorić, 1992).

Ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό καθορίζεται από τον αριθμό των ανθέων που σχηματίζονται ανά ταξιανθία, τον βαθμό αυτοασυμβίβαστου του συγκεκριμένου γονότυπου, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και σαφέστατα το ποσοστό των ανθέων που θα γονιμοποιηθούν και θα παράγουν σπόρο. Ο Darwin (1859) πρότεινε ότι η διάταξη των ανθιδίων και των σπόρων στις ταξιανθίες των *Compositae* επηρεάζει την ανάπτυξη και το σχήμα τους. Η γεωμετρική διάταξη των ανθιδίων έχει περιγραφεί από τότε από πολλούς ερευνητές (Adler, 1974; Ridley, 1982; Jean, 1983; Williams και Brittain, 1984). Τα ανθίδια που αδυνατούν να παράγουν σπόρο εξαιτίας προβλημάτων αυτοασυμβίβαστου ή ελλειπούς επικονίασης βρίσκονται συνήθως διασκορπισμένα τυχαία σε όλη την επιφάνεια της ταξιανθίας (Connor και Sandras, 1992). Υπάρχει όμως κι ένα δεύτερος τύπος ανθιδίων που αδυνατούν να γονιμοποιηθούν και βρίσκονται στο κέντρο της ταξιανθίας. Πολλές αιτίες έχουν προταθεί μέχρι σήμερα για να εξηγήσουν τα “άδεια κέντρα” στις ταξιανθίες του ηλίανθου. Θεωρείται όμως πιο πιθανό η ανεπάρκεια χώρου να περιορίζει την ανάπτυξη των σπόρων που βρίσκονται στο κέντρο της ταξιανθίας (Goffner *et al.*,

1988; Steer *et al.*, 1988). Η αναλογία των ανθιδίων που μπορούν να παράγουν σπόρο μειώνεται σημαντικά όταν σημειωθεί υδατικό έλλειμμα κατά τη διάρκεια της άνθισης ή μετά την άνθιση (Blanchet και Merrien, 1982; Hall *et al.*, 1985; Sandras *et al.*, 1992). Ο μεγάλος αριθμός ανθιδίων ανά φυτό που μπορούν να παράγουν σπόρο διασφαλίζει αυξημένες αποδόσεις (Škorić, 1992). Στην αύξηση της απόδοσης μπορεί να συμβάλλει σημαντικά και το μεγάλο βάρος 1000 σπόρων. Η αύξηση του βάρους 1000 σπόρων κατά 1g μόνο μπορεί να αποφέρει αύξηση στις αποδόσεις κατά 40kg/ha (Škorić, 1992).

Πολλοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να προσδιορίσουν την επίδραση των αγρονομικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών των σπόρων, στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να έχουν διαφορετική επίδραση στις αποδόσεις της καλλιέργειας, αναλόγως εποχής σποράς. Όμως η συσχέτιση μεταξύ του ύψους των φυτών και της περιεκτικότητας του ελαίου στο σπόρο, μεταξύ του βάρους 1000 σπόρων και του αριθμού σπόρων ανά ταξιανθία και μεταξύ του ύψους των φυτών και της διαμέτρου της ταξιανθίας είναι σταθερή και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους (Qaizar *et al.*, 1991). Οι διαφορές ανάμεσα στις καλλιεργητικές περιόδους μάλλον οφείλονται στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, ενώ η συστηματικά σταθερή σχέση των παραπάνω συσχετίσεων πιθανότατα οφείλεται σε ορισμένα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του ηλίανθου. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφέρει οι Adams (1967) και οι Rasmusson και Cannell (1970). Το ύψος των φυτών του ηλίανθου φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Την Άνοιξη η μεγαλύτερη παραμονή της καλλιέργειας στο χωράφι και η επικράτηση περισσότερων ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών συμβάλλει στην αύξηση του ύψους των φυτών όταν καλλιεργούνται αυτήν την εποχή, παρόλο που το ύψος των φυτών θεωρείται γενετικά ελεγχόμενο χαρακτηριστικό (Pillai *et al.*, 1995). Η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος έχει βρεθεί ότι επηρεάζουν και το ολικό ξηρό βάρος των φυτών (Villalobos *et al.*, 1996). Τα αποτελέσματα πολλών ερευνητών έχουν δείξει ότι οι αποδόσεις σε σπόρο σχετίζονται σημαντικά με τον αριθμό σπόρων ανά ταξιανθία (Putt, 1943; Alba και Greco, 1978; Kotecha, 1980; Kesteloot, 1982; Beard και Geng, 1982; Benjamin *et al.*, 1982; Lakshmanrao *et al.*, 1985; Zaffaroni και Schneiter, 1991; Qaizar *et al.*, 1991; Rana *et al.*, 1991; Punia και Gill, 1994; Miralles *et al.*, 1997) και πιο συγκεκριμένα ότι ίσως είναι ο περισσότερο καθοριστικός παράγοντας των αποδόσεων σε σπόρο και σε έλαιο. Όμως οι αποδόσεις σε έλαιο φτάνουν σε ένα μέγιστο στους 7.500 σπόρους / m² περίπου και στη συνέχεια

η συσχέτιση δεν είναι πια θετική (López Pereira *et al.*, 1999b). Επιπλέον οι αποδόσεις σε σπόρο έχει βρεθεί ότι σχετίζονται σημαντικά και θετικά με τη διάμετρο της ταξιανθίας (Putt, 1943; Alba και Greco, 1978; Benjamin *et al.*, 1982; Qaizar *et al.*, 1991; Rana *et al.*, 1991; Punia και Gill, 1994; Miralles *et al.*, 1997) και με την περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (Putt, 1943; Fick *et al.*, 1974; Alba και Greco, 1978; Beard και Geng, 1982; Benjamin *et al.*, 1982; Qaizar *et al.*, 1991; Rana *et al.*, 1991; Miralles *et al.*, 1997). Ο Marinković (1992) ωστόσο βρήκε ότι η περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο σχετίζεται αρνητικά με τις αποδόσεις σε σπόρο. Ο δείκτης διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας έχει βρεθεί να σχετίζεται σημαντικά και θετικά με τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο (Miralles *et al.*, 1997). Η βιομάζα των φυτών (Miralles *et al.*, 1997; Zaffaroni και Schneiter, 1991) και η διάμετρος της βάσης του στελέχους (Ashok *et al.*, 2000) σχετίζονται θετικά με τις αποδόσεις σε σπόρο. Ο Marinković (1992) βρήκε ότι το βάρος των 1000 σπόρων ασκούσε την περισσότερο σημαντική επίδραση στις αποδόσεις σε σπόρο. Ενώ άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το βάρος 1000 σπόρων, ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία και η διάμετρος της ταξιανθίας έχουν συγκριτικά τη μικρότερη άμεση επίδραση στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο και ότι την περισσότερο άμεση και σημαντική επίδραση παρουσιάζουν το ύψος των φυτών και η περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (Qaizar *et al.*, 1991). Το ύψος των φυτών έχει βρεθεί ότι σχετίζεται σημαντικά και θετικά με τις τελικές αποδόσεις των φυτών σε σπόρο (Fick *et al.*, 1974; Benjamin *et al.*, 1982; Vinisree *et al.*, 1988; Rana *et al.*, 1991; Punia και Gill, 1994; Ashok *et al.*, 2000). Τέλος εκτός από τον γονότυπο, οι αποδόσεις επηρεάζονται καθοριστικά από την τεχνική της καλλιέργειας, την λίπανση, την άρδευση και τον έλεγχο των ζιζανίων. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση σε έλαιο μπορεί να φτάσει τα 291kg/στρ, ενώ η μέγιστη τα 329kg/στρ (Ξανθόπουλος, 1993).

1.11 Σκοπός της μελέτης

Ο σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η 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, όπου τους καλοκαιρινούς μήνες επικρατούν έντονα ξηροθερμικές συνθήκες.

Κεφάλαιο 2

Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Γενικά

Για τη μελέτη του θέματος εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός στην έκταση που διαθέτει το Εργαστήριο Γεωργίας, στο Βοτανικό, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2009.

Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 253m². Οι αναλύσεις του εδάφους έγιναν στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας του Γ.Π.Α σε δείγματα εδάφους βάθους 0-20cm (Πιν. 2.1.1).

Πίνακας 2.1.1. Αναλύσεις εδάφους

pH	8,2
Άμμος	19,08%
Άργιλος	35,2%
Ιλύς	45,7%
Χαρακτηρισμός εδάφους	Αργιλοπηλώδες
οργανική ουσία (Walkley & Black)	2,44
διαθέσιμος φωσφόρος (Olsen)	34,63ppm
CaCO ₃	33%
Κάλιο	880ppm
Ολικό άζωτο	0,175%
Αγωγιμότητα	2700μmhos

2.2 Φυτικό Υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα υβρίδια ηλίανθου (*Helianthus annuus* L.) δύο συμβατικά, 63A90 και 64E83 της PIONEER και δύο υβρίδια με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαιικό οξύ (High oleic), Oleko της Syngenta και Nutrasol της

Monsanto. Τα αγρονομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των υβριδίων δίνονται παρακάτω:

Υβρίδιο 63A90 (Pioneer) :

- Πρώιμο υβρίδιο με ισχυρά αγρονομικά χαρακτηριστικά.
- Σταθερό φυτό, με πλεονέκτημα απόδοσης στα μπαϊρια και τα μη αρδευόμενα χωράφια.
- Ισχυρό ριζικό σύστημα.
- Ανθεκτικότητα στη φόμοψη.
- Πολύ σημαντικό υβρίδιο στην αγορά της κ. Ευρώπης.

Υβρίδιο PR64E83 (Pioneer):

- Εξαιρετική αντοχή στο stress. Πλεονεκτήματα απόδοσης.
- Πολύ ισχυρό ριζικό σύστημα.
- Πολύ ζωνρό ξεκίνημα.
- Ανθεκτικότητα στη φόμοψη.
- Υβρίδιο που συνιστάται ειδικά για τις περιοχές και τα χωράφια που υποβάλλουν την καλλιέργεια σε stress. Το φυτό είναι μεσαίου μεγέθους, ισορροπημένο με γερό στέλεχος. Η ξεχωριστή ευρωστία εκκίνησης του φυτού δίνει συγκριτικό πλεονέκτημα σε πρώιμες σπορές και σε πιο βαριά εδάφη. Εξαιρετική αντοχή σε ότι αφορά την παραγωγή σε συνθήκες καλλιέργειας με χαμηλές εισροές.

Υβρίδιο Oleko (Syngenta):

- Άριστη φυτρωτική ικανότητα.
- Γρήγορη βλάστηση και ζωνρή πρώτη ανάπτυξη.
- Άριστη και ταχεία εγκατάσταση της φυτείας ακόμα και κάτω από δύσκολες εδαφοκλιματικές συνθήκες.
- Μέσο ύψος φυτού και πολύ δυνατό στέλεχος που αντέχει στο πλάγιασμα.
- Πρώιμο υβρίδιο τόσο σε ανθοφορία όσο και σε ωρίμανση.
- Πολύ καλή αντοχή στην οροβάγχη (φυλές A, B, C, D, E).
- Άριστη αντοχή στις μυκητολογικές ασθένειες.
- Πολύ μεγάλες και ομοιόμορφες ταξιανθίες.

- Εξαιρετικό γέμισμα της ταξιανθίας.
- Υβρίδιο που αντέχει σε συνθήκες stress και υψηλών θερμοκρασιών.
- Εξαιρετικές παραγωγές σε όλες τις συνθήκες καλλιέργειας.
- Υβρίδιο που δίνει λάδι υψηλής περιεκτικότητας σε ελαϊκό οξύ (High oleic).
- Λάδι ανώτερων ποιοτικών προδιαγραφών ιδανικό για παραγωγή βιοντήζελ.
- Λάδι υψηλότερης διατροφικής αξίας.

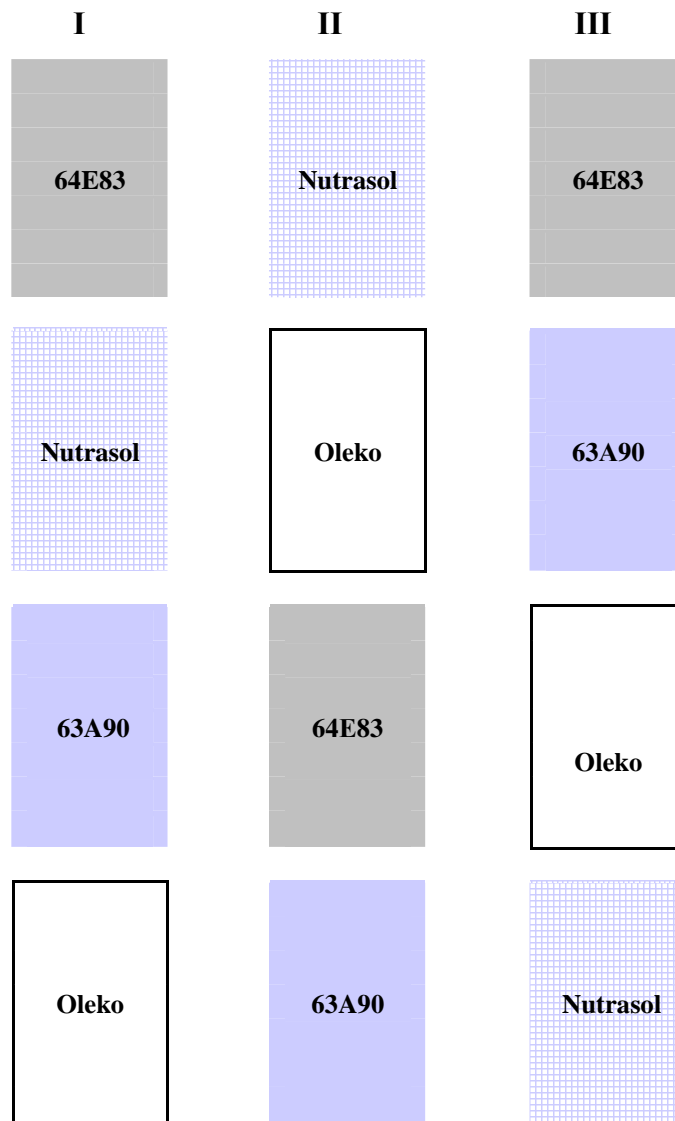
Υβρίδιο Nutrasol (Monsato):

- Υβρίδιο ημιπρώιμο έως ημιόψιμο.
- Μικρό ύψος φυτού με ομοιογένεια στον αγρό.
- Εξαιρετική αντοχή στη σκληροτίνια και στη φώμοψη.
- Μεγάλη απόδοση καρπού.
- Υβρίδιο που δίνει λάδι υψηλής περιεκτικότητας σε ελαϊκό οξύ (High oleic).

2.3. Πειραματικό Σχέδιο

Ακολουθήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και τέσσερις επεμβάσεις (υβρίδια).

Κάθε επανάληψη είχε τέσσερα πειραματικά τεμάχια. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε έκταση 15m² (3m x 5m) και πέντε γραμμές με απόσταση μεταξύ των γραμμών 75cm. Η απόσταση των φυτών επί της γραμμής ήταν 20cm. Η απόσταση μεταξύ των επαναλήψεων όπως και η απόσταση μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων ήταν 1m. Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων ήταν 12 (διάγραμμα 2.3.1).



Σχήμα 2.3.1. Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων στον αγρό, όπου I, II, III είναι οι επαναλήψεις και 63A90, 64E83, Oleko και Nutrasol είναι τα υβρίδια.

2.4. Καλλιεργητικά στοιχεία του πειράματος

Η σπορά του αγρού έγινε στις 27 Απριλίου 2009. Προηγήθηκε κατεργασία του εδάφους και λίπανση. Στο έδαφος αρχικά έγινε ένα όργωμα (βάθους 25cm) για να παραχωθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και στη συνέχεια ακολούθησε κατεργασία με φρέζα για τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης. Την παραμονή της σποράς πραγματοποιήθηκε λίπανση με το σύνθετο λίπασμα 11-15-15 σε ποσότητα 25kg λιπάσματος ανά στρέμμα. Η σπορά έγινε με το χέρι, σε πέντε

γραμμές ανά τεμάχιο και σε κάθε θέση τοποθετήθηκαν 3 σπόροι. Στις 4 Ιουνίου έγινε αραίωμα των φυτών με σκοπό να μείνει ένα φυτό ανά θέση.

Χημική ζιζανιοκτονία δεν εφαρμόστηκε σε κανένα στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Ο έλεγχος των ζιζανίων έγινε με σκαλίσματα και βοτανίσματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα, κυρίως στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Στη συνέχεια τα φυτά αναπτύχθηκαν, έγιναν περισσότερο ανταγωνιστικά και δεν επέτρεπαν στα ζιζάνια να αναπτυχθούν.

Η άρδευση εφαρμόστηκε με τη μέθοδο του καταιονισμού, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2.4.1, μέχρι την ολοκλήρωση της άνθισης. Το συνολικό ύψος του αρδευτικού νερού για όλη την καλλιεργητική περίοδο ήταν 292mm.

Το φύτευμα του ηλίανθου πραγματοποιήθηκε για τα υβρίδια 63A90, 64E83 και Oleko στις 4-5 Μαΐου, δηλαδή 7-8 ημέρες μετά τη σπορά, ενώ το υβρίδιο Nutrasol ήταν αυτό που φύτεψε τελευταίο στις 7-10 Μαΐου.

Η άνθιση παρατηρήθηκε πρώτα στο υβρίδιο Oleko στις 22 Μαΐου και ακολούθησαν τα υπόλοιπα υβρίδια. Πλήρης άνθιση κατεγράφη στις 29 Μαΐου.

Ο πειραματικός αγρός αμέσως μετά την ολοκλήρωση της άνθισης, δηλαδή στις 74 ημέρες μετά την σπορά, καλύφθηκε με δίχτυ, με στόχο την προφύλαξη της καλλιέργειας από τις επιδρομές πουλιών, που τρώνε τον σπόρο. Παρόλα αυτά υπήρχαν σημαντικές απώλειες σε σπόρο, οι οποίες προκλήθηκαν κυρίως από επιδρομές σπουργιτιών. Όπως αναφέρουν πολλοί ερευνητές τα πουλιά αποτελούν το πιο σοβαρό πρόβλημα της καλλιέργειας του ηλίανθου. Ο σπόρος του ηλίανθου είναι ιδιαίτερα αρεστός στα πουλιά, ενώ στη Ελλάδα ο σπουργίτης αποτελεί τον κύριο επιδρομέα. Οι επισκέψεις αρχίζουν μετά την ολοκλήρωση της άνθισης. Τα πουλιά στη αρχή τρώνε τους σπόρους που βρίσκονται στον πρώτο περιφερειακό κύκλο της κεφαλής και στην συνέχεια προχωρούν εσωτερικά προς το κέντρο. Η προτίμηση στους περιφερειακούς σπόρους οφείλεται αφενός μεν στο μεγάλο ποσοστό ψίχας και αφετέρου στην πρόωμη ωρίμανσή τους (Ξανθόπουλος 1993).

Πίνακας 2.4.1. Ημερολόγιο αρδεύσεων με τη μέθοδο του καταιονισμού

Ημέρες από τη σπορά	Ποσότητα νερού (m³)
2	4
4	4
8	4
11	4
14	4
17	4
21	4
23	4
25	4
27	4
28	2
29	4
32	4
35	4
41	4
52	4
60	4
67	4
77	4
Σύνολο(m³)	74
ΣΥΝΟΛΟ (mm)	292



Εικόνα 2.4.1. Απώλεια σπόρου σε ταξιανθία από επιδρομές σπουργιτιών.

2.5. Παρατηρήσεις - Προσδιορισμοί

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν έξι συνολικά μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 10 Ιουνίου, η δεύτερη στις 24 Ιουνίου, η Τρίτη στις 10 Ιουλίου, η τέταρτη στις 23 Ιουλίου, η πέμπτη στις 10 Αυγούστου και η τελευταία, που ήταν η συγκομιδή, στις 31 Αυγούστου.

Οι παρατηρήσεις ελήφθησαν στις τρεις εσωτερικές γραμμές του κάθε τεμαχίου, σε ένα φυτό από κάθε γραμμή, δηλαδή σε τρία φυτά ανά τεμάχιο και επομένως σε εννιά συνολικά φυτά και για τις τρεις επαναλήψεις και για κάθε υβρίδιο. Κατά τη συγκομιδή, ελήφθησαν εννιά φυτά από κάθε τεμάχιο (τρία συνεχόμενα φυτά από κάθε εσωτερική γραμμή των τεμαχίων). Οι δειγματοληψίες και τα αντίστοιχα στάδια ανάπτυξης των φυτών φαίνονται στον πίνακα 2.5.1. Η υγρασία των σπόρων κατά τον προσδιορισμό των τελικών αποδοτικών χαρακτηριστικών (ελαιοπεριεκτικότητα, βάρος 1000 σπόρων, απόδοση σε σπόρο και σε έλαιο) ήταν 5%. Η μέτρηση της υγρασίας έγινε με τη συσκευή προσδιορισμού υγρασίας σπόρων MT- PRO της εταιρείας Farmex, κατόπιν ξήρανσης των σπόρων σε κλίβανο στους 80 °C για 24h.

Πίνακας 2.5.1. Χρονοδιάγραμμα δειγματοληψιών και αντίστοιχα στάδια ανάπτυξης των φυτών.

Δειγματοληψία	Ημέρες από τη σπορά	Στάδιο ανάπτυξης των φυτών	
1	45	E1 3.1	Εμφάνιση της ανθικής καταβολής ανάμεσα στα νεαρά φύλλα
2	59	F1 4.1	Τα περιφερειακά άνθη διακρίνονται καλά- αρχή άνθισης
3	75	F3 4.3	Περίπου έξι κύκλοι γόνιμων ανθέων έχουν ανοίξει - πλήρης άνθιση
4	88	F6 4.5	Τα περιφερειακά άνθη έχουν πέσει, ενώ ακόμα το πίσω μέρος της ταξιανθίας είναι πράσινη- ολοκλήρωση της άνθισης
5	106	M1.3 5.13	Η πίσω πλευρά της κεφαλής είναι κίτρινη, τα βράκτια αρχίζουν να γίνονται καστανά και η υγρασία των σπόρων μειώνεται στο 30%
6	127	M4 5.4	Όλα τα μέρη του φυτού έχουν γίνει καστανά, η υγρασία των σπόρων κυμαίνεται στο 10%- πλήρης ωρίμανση



Εικόνα 2.5.1. Η καλλιέργεια στο χωράφι στο βλαστικό στάδιο.



Εικόνα 2.5.2. Η καλλιέργεια στο χωράφι στην άνθιση.



Εικόνα 2.5.3. Η καλλιέργεια στο χωράφι στο τέλος της άνθισης.



Εικόνα 2.5.4. Η καλλιέργεια στο χωράφι στην πλήρη ωρίμανση.

Τα χαρακτηριστικά των υβριδίων ηλίανθου που μετρήθηκαν ήταν τα εξής:

Ύψος φυτών (cm): Το ύψος των φυτών μετρήθηκε επί τόπου στον αγρό και ορίστηκε ως η απόσταση του ανώτερου τμήματος του φυτού (το οποίο ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης ήταν, είτε η ταξιανθία, είτε το σημείο κάμψης του κεντρικού στελέχους) από το έδαφος.



Εικόνα 2.5.5. Προσδιορισμός του ύψους σε όρθιο και σε φυτό με κλίση. Τα κόκκινα βέλη δείχνουν το ανώτερο σημείο όπου λαμβανόταν η μέτρηση του ύψους.

Αριθμός φύλλων: Σε κάθε φυτό μετρήθηκε ο αριθμός των φύλλων.

Φυλλική επιφάνεια: τα φύλλα του κάθε φυτού χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας. Η μέτρηση έγινε με την βοήθεια της αυτόματης συσκευής DT-area meter (Delta-T Devices Ltd, Burwell Cambridge, UK).

Η φυλλική επιφάνεια χρειάστηκε για να υπολογιστεί ο δείκτης φυλλώματος LAI (Leaf Area Index), που εκφράζεται ως επιφάνεια φυλλώματος ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους, δηλαδή είναι ένας καθαρός αριθμός. Ο δείκτης LAI εκφράζει την

πυκνότητα του φυλλώματος σε ένα δεδομένο επίπεδο της συστάδας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ολόκληρη τη φυτεία

$$\text{LAI} = \text{επιφάνεια φυλλώματος} / \text{επιφάνεια εδάφους.}$$

Ακόμα υπολογίστηκε ο δείκτης διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD), η οποία προκύπτει από το ολοκλήρωμα της χρονικής πορείας του δείκτη φυλλώματος (LAI) και εκφράζει τον αριθμό των ημερών που ένα τετραγωνικό μέτρο φυλλικής επιφάνειας καλύπτει ένα τετραγωνικό μέτρο εδάφους $\text{LAD} = \int_0^t \text{LAI}$, όπου t : χρόνος.

Ξηρό βάρος (kg): Η μέτρηση του ξηρού βάρους έγινε χωριστά για το στέλεχος, τα φύλλα και την ταξιανθία, από τη στιγμή που σχηματίστηκε. Τα διαφορετικά μέρη των φυτών μεταφέρονταν σε κλίβανο όπου και παρέμειναν για 24-96 ώρες στους 80°C (Miralles et al., 1997) και στην συνέχεια ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας. Ο υπολογισμός του ξηρού βάρους έγινε με αναγωγή στο στρέμμα.

2.5.1 Συγκομιδή

Διάμετρος βάσης στελέχους: Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης τοποθετώντας το παχύμετρο στη βάση του στελέχους του φυτού. Μετρήθηκε σε cm.

Αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία: Στα φυτά τα οποία συγκομίστηκαν συλλέχθηκαν οι ταξιανθίες και στο εργαστήριο έγινε εξαγωγή όλων των σπόρων με το χέρι. Οι σπόροι καταμετρήθηκαν για να υπολογιστεί ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία.

Ποσοστό μη ανεπτυγμένων σπόρων ανά ταξιανθία: Στις ταξιανθίες που συλλέχθηκαν καταμετρήθηκαν οι μη ανεπτυγμένοι σπόροι που βρέθηκαν σε αυτές και υπολογίστηκε το ποσοστό μη ανεπτυγμένων σπόρων ανά ταξιανθία.



Εικόνα 2.5.6. Ανεπτυγμένοι (δεξιά) και μη ανεπτυγμένοι (αριστερά) σπόροι ηλίανθου στο υβρίδιο Nutrasol.

Βάρος 1000 σπόρων: Μετρήθηκαν τρία τυχαία δείγματα των 100 ανεπτυγμένων σπόρων από κάθε ταξιανθία, στα φυτά που συγκομίστηκαν. Τα δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας. Η τιμή του βάρους των 1000 σπόρων υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας επί 10 τον μέσο όρο των τριών δειγμάτων. Η υγρασία των σπόρων ήταν 5%.

Τελικές αποδόσεις σε σπόρο (kg/στρ): Οι αποδόσεις σε σπόρο των φυτών που συγκομίστηκαν υπολογίστηκαν από το βάρος 1000 σπόρων και τον αριθμό των σπόρων των ταξιανθιών τους. Με αναγωγή στο στρέμμα των αποδόσεων αυτών των φυτών υπολογίστηκαν οι τελικές αποδόσεις σε kg/στρ.

Συντελεστής συγκομιδής (Harvest index): Ο συντελεστής συγκομιδής για κάθε υβρίδιο, υπολογίστηκε από τον λόγο του βάρους του παραγόμενου σπόρου προς το τελικό ολικό ξηρό βάρος φυτών

$$\text{Συντελεστής συγκομιδής} = \frac{\text{απόδοση σπόρου (σε kg/στρ)}}{\text{Τελικό ολικό ξηρό βάρος φυτών (σε kg/στρ)}}$$

Ελαιοπεριεκτικότητα σπόρων : Η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων μετρήθηκε σε δείγματα των 50g, τα οποία ελήφθησαν μετά την ανάμειξη των σπόρων των εννιά φυτών που συλλέχθηκαν από κάθε τεμάχιο. Τα δείγματα του σπόρου αλέστηκαν σε ειδικό μύλο προκειμένου να αποκτήσουν συγκεκριμένη κοκκομετρία για την εξαγωγή του ελαίου. Η εξαγωγή του ελαίου έγινε με την μέθοδο της όξινης υδρόλυσης – soxhlet (Soxhlet, 1879). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια της AGROLAB.

Σύσταση του ελαίου (Προφίλ λιπαρών οξέων): Το προφίλ των λιπαρών οξέων μετρήθηκε στα τέσσερα υβρίδια, 63A90, 64E83, Oleko και Nutrasol, μόνο στη δεύτερη επανάληψη, σε δείγματα 50g, όπως και στην προηγούμενη μέτρηση. Ακολουθήθηκε η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας, σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΟΚ) αριθ. 2568/91. Μετρήθηκαν όλα τα λιπαρά οξέα και αναφέρονται όλα όσα ανιχνεύθηκαν. Υπολογίστηκαν τα ποσοστά των κεκορεσμένων, των μονοακόρεστων και των πολυακόρεστων λιπαρών. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια της AGROLAB.

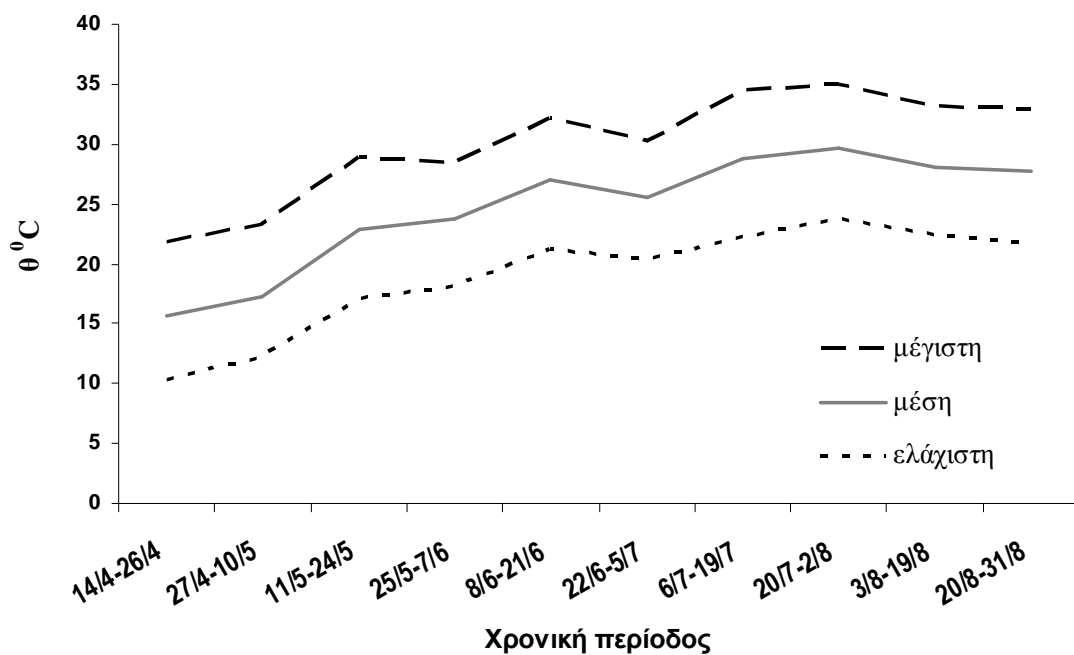
Τελικές αποδόσεις σε έλαιο (kg/στρ): Οι τελικές αποδόσεις σε έλαιο σε kg/στρ υπολογίστηκαν από τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο σε kg/στρ και την ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων.

2.6 Στατιστική επεξεργασία

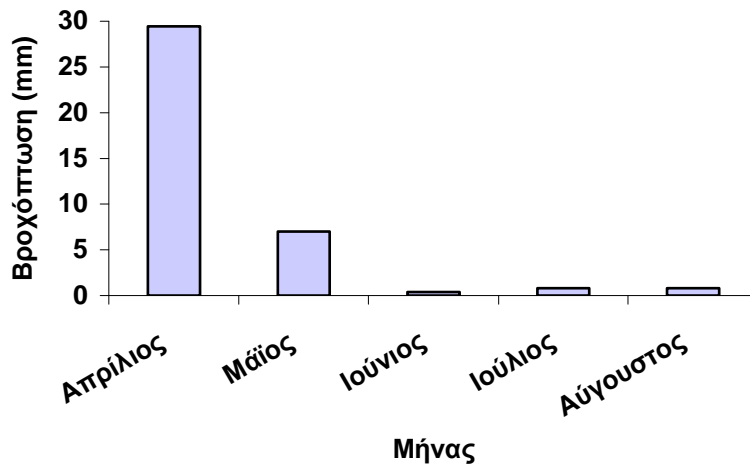
Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τα προγράμματα jump 6 και Microsoft Excel. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στο παράρτημα. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν με το κριτήριο του F και οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ).

2.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

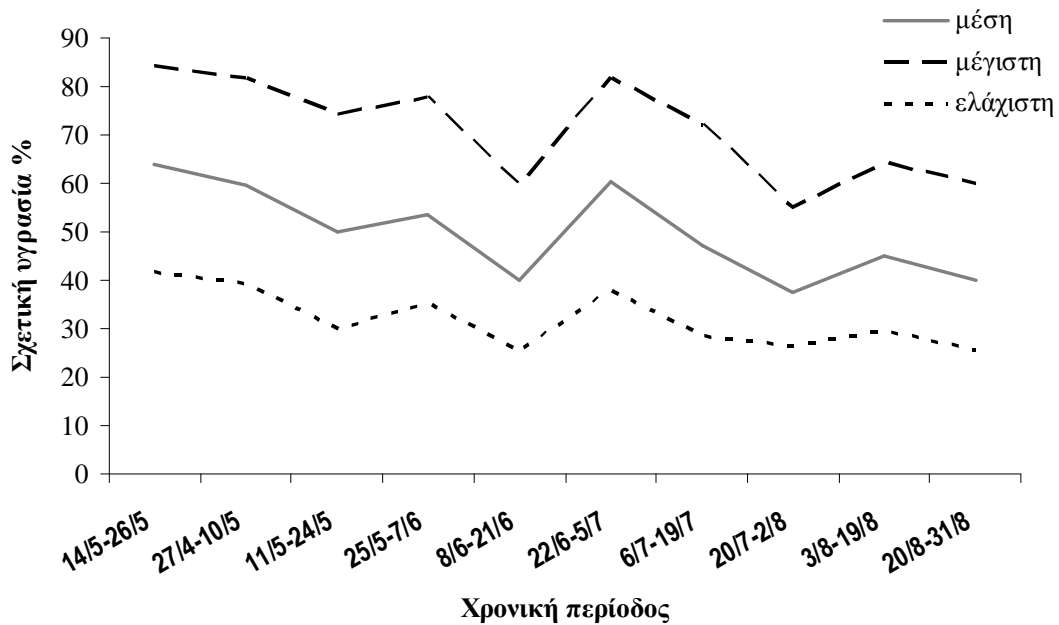
Τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιόδου που διενεργήθηκε το πείραμα συλλέχθηκαν από το Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α και το Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α. Παρατίθενται τα διαγράμματα της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας σε °C (διάγραμμα 3.1.1), της μηνιαίας κατανομής βροχοπτώσεων σε mm (διάγραμμα 3.1.2) και της σχετικής υγρασίας % του αέρα (διάγραμμα 3.1.3) κατά τη χρονική περίοδο διεξαγωγής του πειράματος.



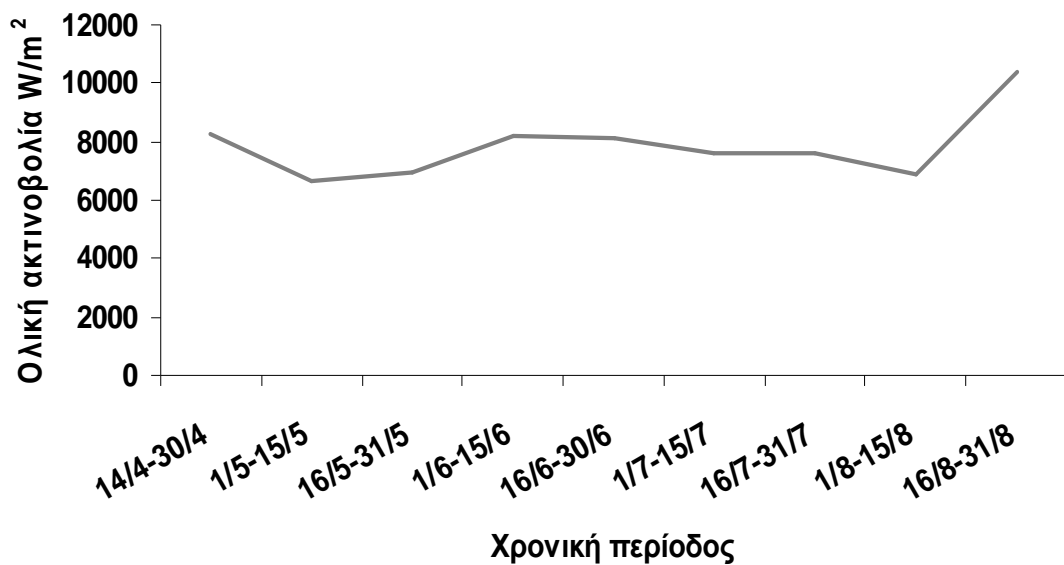
Διάγραμμα 2.7.1. Χρονική πορεία της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας σε °C του αέρα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α).



Διάγραμμα 2.7.2. Μηνιαία κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Διάγραμμα 2.7.3. Χρονική πορεία της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης σχετικής υγρασίας του αέρα % κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α).



Διάγραμμα 3.1.4. Χρονική πορεία της ολικής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α).

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.1.1 η μέση θερμοκρασία κατά την περίοδο της σποράς (27 Απριλίου) ξεπερνούσε τους 15 °C και επέδρασε θετικά στο φύτρωμα των φυτών και την καλή εγκατάσταση της φυτείας. Ακολούθησε σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας και μικρές αυξομειώσεις, ενώ διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα μέχρι την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας.

Από το διάγραμμα 3.1.2 φαίνεται ότι τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις ήταν ελάχιστες. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν τον Απρίλιο, όπου η συνολική βροχόπτωση του μήνα δεν ξεπέρασε τα 30mm.

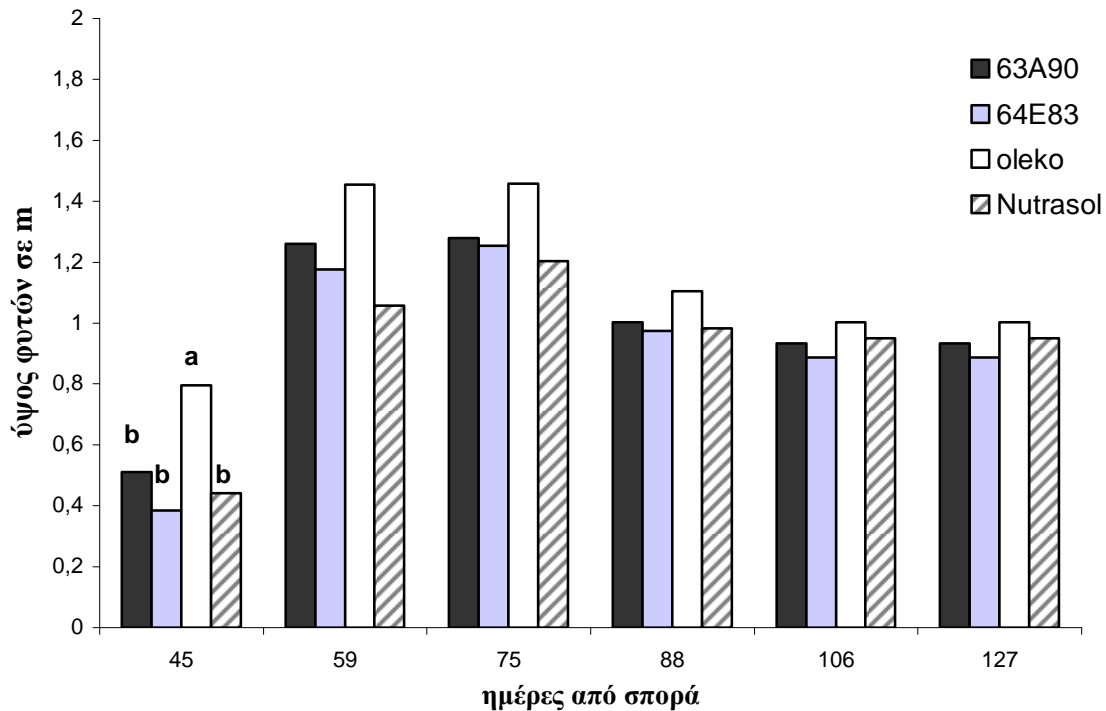
Κεφάλαιο 3

Αποτελέσματα

3.1 Ύψος φυτών

Στο διάγραμμα 3.1.1 παρουσιάζεται η χρονική πορεία του ύψους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων ηλίανθου. Στο στάδιο εμφάνισης της ανθικής καταβολής ανάμεσα στα φύλλα (45 μέρες από την σπορά) το υβρίδιο Oleko έχει το μεγαλύτερο ύψος. Η διαφορά με τα υπόλοιπα υβρίδια είναι στατιστικά σημαντική. Ακολουθούν τα υβρίδια 63A90 και Nutrasol, ενώ το υβρίδιο 64E83 έχει την τάση για μικρότερο ύψος. Στην συνέχεια, όταν τα φυτά φτάσουν στην άνθιση (75 ημέρες από τη σπορά) δηλαδή περίπου στα μισά του βιολογικού κύκλου, τα φυτά αποκτούν το μέγιστο ύψος. Σε όλη την διάρκεια του βιολογικού κύκλου τα φυτά του υβριδίου Oleko εμφανίζουν μια υπεροχή σε ύψος έναντι των υπολοίπων, οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Το μέγιστο ύψος των φυτών δεν ξεπέρασε το 1,5m.

Μετά την ολοκλήρωση της άνθισης σταματά η αύξηση του ύψους, ενώ μέχρι το τέλος του βιολογικού κύκλου, η μείωση του ύψους οφείλεται στην κάμψη της ταξιανθίας ή του στελέχους.

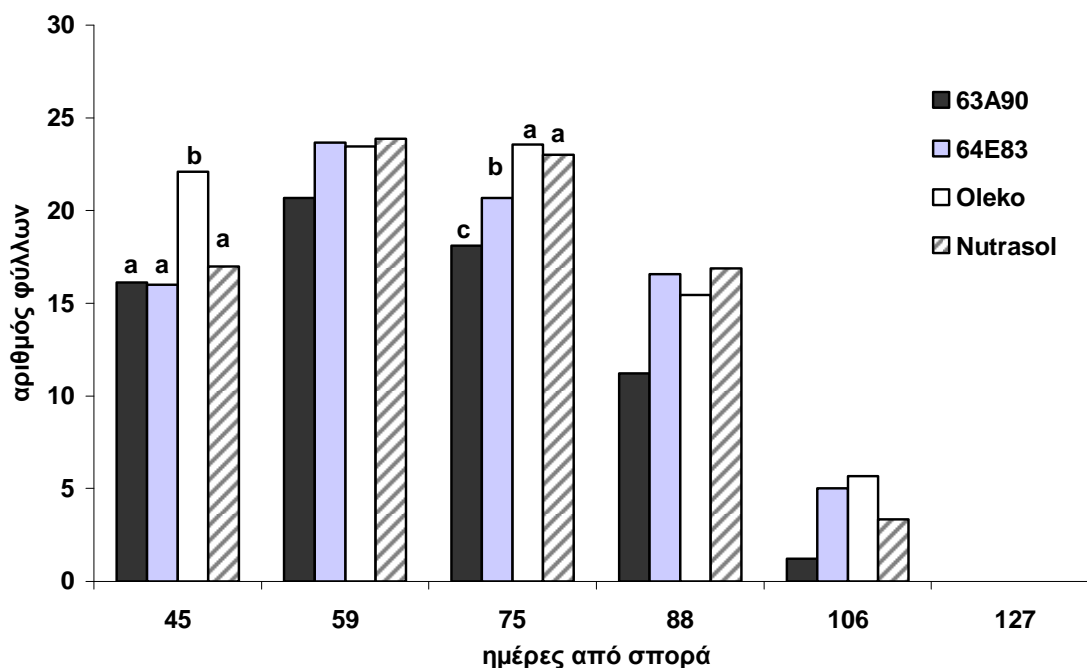


Διάγραμμα 3.1.1. Χρονική πορεία του ύψους των φυτών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.

3.2 Αριθμός πράσινων φύλλων

Στο διάγραμμα 3.2.1, φαίνεται ο αριθμός των φύλλων που αναπτύχθηκαν στα τέσσερα υβρίδια κατά την διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Στο στάδιο της εμφάνισης της ανθικής καταβολής (45 ημέρες από τη σπορά) στο υβρίδιο Oleko αναπτύχθηκαν 22 φύλλα, ενώ στα υπόλοιπα τρία υβρίδια 16 – 17 φύλλα. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Στην αρχή της άνθισης (59 ημέρες από τη σπορά) τα υβρίδια αποκτούν τον μέγιστο αριθμό φύλλων που είναι 23 -24 στα υβρίδια Oleko, Nutrasol και 64E83. Τον μικρότερο αριθμό φύλλων παρουσίασε το 63A90 στο οποίο αναπτύχθηκαν 20 φύλλα. Η υπεροχή ωστόσο των τριών υβριδίων δεν είναι στατιστικά σημαντική. Στη συνέχεια, στη πλήρη άνθιση (75 ημέρες από τη σπορά) ο αριθμός των φύλλων παραμένει περίπου σταθερός στο υβρίδιο Oleko, μικρή μείωση παρουσιάζει στο υβρίδιο Nutrasol και μεγαλύτερη στα 64E83 και 63A90 που έφτασαν στα 20 και 18 φύλλα αντίστοιχα. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Η μείωση του αριθμού των φύλλων οφείλεται στην γήρανση των παλαιότερων φύλλων τα οποία δεν φωτοσυνθέτουν πια, το χρώμα τους

γίνεται κίτρινο και στην συνέχεια ξεραίνονται. Γι' αυτό τον λόγο υπολογίζονται μόνο τα πράσινα φύλλα τα οποία είναι φωτοσυνθετικά ενεργά. Έτσι στην συνέχεια ο αριθμός των πράσινων φύλλων μειώνεται και στη πλήρη ωρίμανση (127 ημέρες από τη σπορά), όλα τα φύλλα έχουν ξεραθεί.



Διάγραμμα 3.2.1. Χρονική πορεία του αριθμού πράσινων φύλλων στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (ανάλυση απονα, σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.

3.3 Φυλλική επιφάνεια

Για την μελέτη της φυλλικής επιφάνειας υπολογίστηκε ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας LAI (leaf area index). Ο δείκτης LAI έχει μεγάλη σπουδαιότητα για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων στο φυτό.

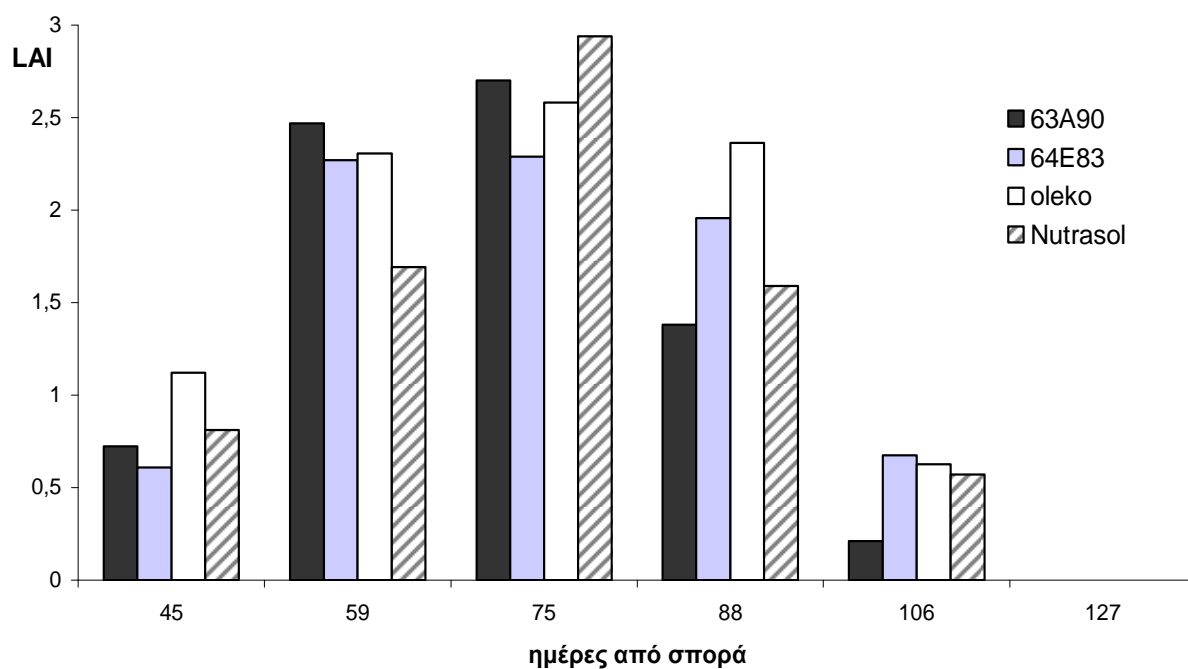
Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.3.1, ο δείκτης LAI αυξάνει μέχρι περίπου τα μισά του βιολογικού κύκλου ενώ στην συνέχεια παρουσιάζει μείωση. Στο στάδιο

εμφάνισης της ανθικής καταβολής (45 ημέρες από τη σπορά) ο δείκτης LAI στο υβρίδιο Oleko εμφανίζει μια τάση για υπεροχή, ενώ το 64E83 εμφανίζει τον μικρότερο LAI. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Τα υβρίδια φαίνεται να αποκτούν τον μέγιστο LAI στο στάδιο της πλήρους άνθισης (75 ημέρες από τη σπορά). Σ' αυτό το στάδιο το υβρίδιο Nutrasol παρουσιάζει μια τάση για υπεροχή, ακολουθεί το 63A90 και ο μικρότερος LAI παρατηρείται στο 64E83. Ο μέγιστος LAI των τεσσάρων υβριδίων κυμάνθηκε μεταξύ 2.9 (Nutrasol) και 2.3 (64E83). Σε κανένα στάδιο δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στην συνέχεια ο LAI μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί (πλήρης ωρίμανση), το υβρίδιο Oleko είναι αυτό που έχει την τάση να διατηρεί τον μεγαλύτερο LAI μέχρι την ολοκλήρωση της άνθισης, και δευτερευόντως το 64E83.

Σύμφωνα με τους Cupina και Vasiljevic (1974) τα υβρίδια του ηλίανθου προκειμένου να έχουν βελτιωμένες αποδόσεις, πρέπει να αναπτύσσουν την μέγιστη φυλλική επιφάνεια στο συντομότερο χρονικό διάστημα και να την διατηρούν όσο το δυνατό περισσότερο. Για την μελέτη του χρονικού διαστήματος που αναπτύχθηκε η φυλλική επιφάνεια υπολογίστηκε ο δείκτης διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας LAD (leaf area duration). Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 το LAD εκφράζει τον αριθμό των ημερών που ένα τετραγωνικό μέτρο φυλλικής επιφάνειας καλύπτει ένα τετραγωνικό μέτρο εδάφους. Το LAD είναι πολύ σημαντικό γιατί συνεκτιμά όλες τις φάσεις του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Στον πίνακα (3.3.1) παρουσιάζονται οι τιμές του LAD των τεσσάρων υβριδίων ηλίανθου που μελετήθηκαν για τις χρονικές περιόδους μέχρι την άνθιση και μετά την άνθιση. Στο διάγραμμα 3.3.2 παρουσιάζεται ο δείκτης συνολικής διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (total LAD) των υβριδίων για την καλλιεργητική περίοδο.

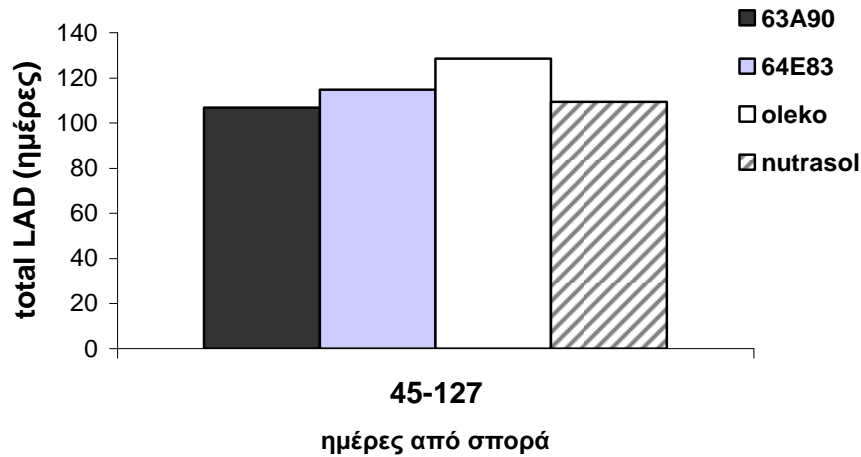
Το LAD δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμιά από τις χρονικές περιόδους που μελετήθηκε. Ο δείκτης της συνολικής διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD total) κυμάνθηκε μεταξύ 128,7 ημέρες (Oleko) και 106,7 ημέρες (63A90). Οι διαφορές μεταξύ των υβριδίων δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Παρατηρώντας τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι τα υβρίδια που εμφάνισαν την τάση για μεγαλύτερο LAD total, δηλαδή τα Oleko και 64E83, εμφάνισαν επιπλέον την τάση για μικρότερο δείκτη LAI στο στάδιο της πλήρους άνθισης (75 ημέρες από τη σπορά).



Διάγραμμα 3.3.1. Χρονική πορεία του δείκτη φυλλικής επιφάνειας LAI στα τέσσερα υβρίδια. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (απονα).

Πίνακας 3.3.1. Χρονικά ολοκληρώματα του δείκτη φυλλικής επιφάνειας LAD των τεσσάρων υβριδίων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (απονα).

LAD		
Υβρίδια	Μέχρι την άνθιση	Μετά την άνθιση
63A90	72,96	14,54
PR64E83	84,23	30,75
Oleko	95,24	33,48
Nutrasol	83,99	25,44



Διάγραμμα 3.3.2. Συνολική διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας των τεσσάρων υβριδίων κατά την καλλιεργητική περίοδο. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apova).

3.4 Ξηρά βάρη

Για την μελέτη του ξηρού βάρους των υβριδίων μετρήθηκαν χωριστά τα ξηρά βάρη των στελεχών, των φύλλων, των ταξιανθιών και υπολογίστηκε το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών των τεσσάρων υβριδίων. Τα ξηρά βάρη των στελεχών, των φύλλων, των ταξιανθιών και το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών παρουσιάζονται στα διαγράμματα 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 και 3.4.4 αντίστοιχα.

Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.4.1 το ξηρό βάρος των στελεχών αυξάνει μέχρι την ολοκλήρωση της άνθισης (88 ημέρες από τη σπορά), όπου τα στελέχη των υβριδίων αποκτούν το μέγιστο ξηρό βάρος, ενώ προς το τέλος του βιολογικού κύκλου εμφανίζεται μικρή μείωση. Το υβρίδιο Oleko παρουσιάζει μια τάση για υπεροχή καθόλη τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου. Οι διαφορές μεταξύ των υβριδίων ήταν στατιστικά σημαντικές μόνο στο στάδιο εμφάνισης της ανθικής καταβολής (45 ημέρες από τη σπορά). Το μέγιστο ξηρό βάρος των στελεχών κυμάνθηκε μεταξύ 519,53 kg/στρ (Oleko) και 447,31 kg/στρ (63A90).

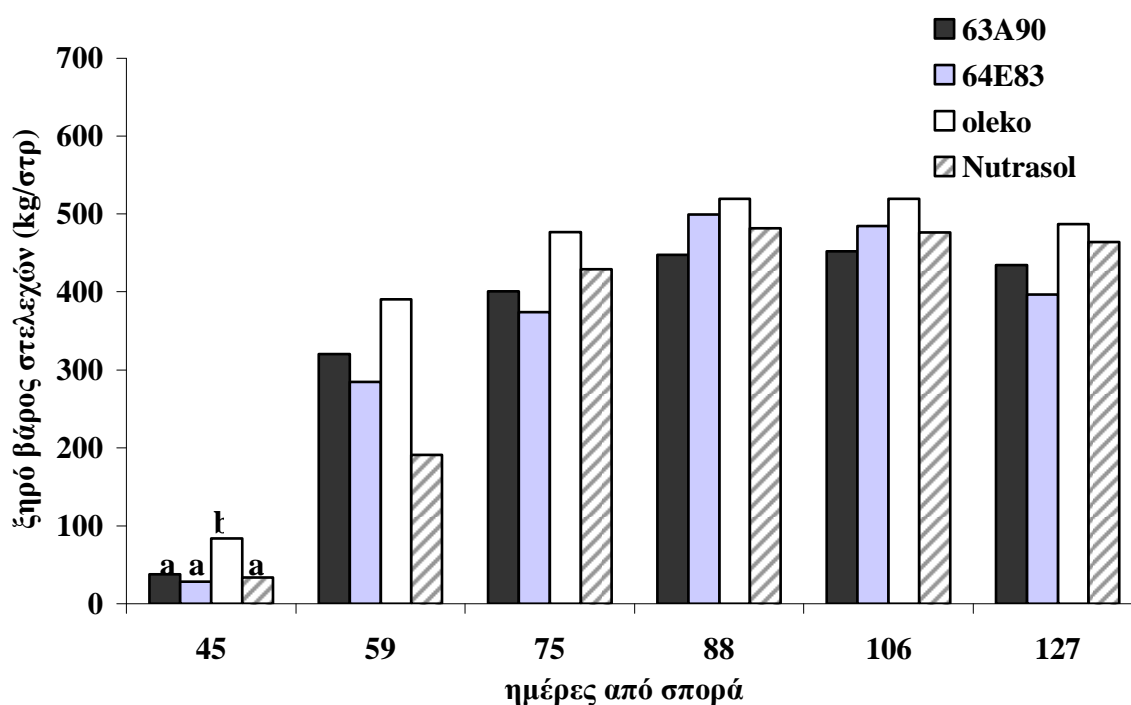
Ο χρόνος όπου παρατηρείται το μέγιστο ξηρό βάρος των στελεχών των υβριδίων 88 ημέρες από τη σπορά, συμπίπτει με τον χρόνο όπου παρατηρείται η πρώτη μείωση του ξηρού βάρους των φύλλων (88 ημέρες από τη σπορά). Στο διάγραμμα 3.4.2 φαίνεται ότι το ξηρό βάρος των φύλλων στο στάδιο εμφάνισης της ανθικής καταβολής (45 ημέρες από τη

σπορά) εμφανίζει μια τάση για υπεροχή στο υβρίδιο Oleko, το οποίο την ίδια περίοδο είχε και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελεχών. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Στη συνέχεια το ξηρό βάρος των φύλλων αυξάνει και τα υβρίδια αποκτούν το μέγιστο ξηρό βάρος φύλλων στην πλήρη άνθιση (75 ημέρες από τη σπορά). Στο στάδιο αυτό το υβρίδιο Nutrasol εμφανίζει μια τάση για υπεροχή που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική. Το μέγιστο ξηρό βάρος των φύλλων κυμάνθηκε μεταξύ 402,22 kg/στρ (Nutrasol) και 311,23 kg/στρ (63A90). Προχωρώντας προς την ολοκλήρωση της άνθισης (88 ημέρες από τη σπορά) παρουσιάζεται μείωση του ξηρού βάρους των φύλλων των υβριδίων, ενώ στην πλήρη ωρίμανση (127 ημέρες από τη σπορά) το ξηρό βάρος των φύλλων κυμάνθηκε από 307,41 kg/στρ (Nutrasol) μέχρι 41,73 kg/στρ (Oleko). Οι διαφορές μεταξύ των υβριδίων ήταν στατιστικά σημαντικές. Έτσι φαίνεται πως το υβρίδιο Nutrasol που έφτασε το μέγιστο ξηρό βάρος φύλλων ήταν αυτό που διατήρησε το μεγαλύτερο βάρος ξηρών φύλλων και κατά την ωρίμανση. Στο υβρίδιο Nutrasol τα φύλλα παρ' ότι κιτρινίζαν, αρκετά παρέμεναν πάνω στο στέλεχος μέχρι την πλήρη ωρίμανση, σε αντίθεση με τα υβρίδια Oleko, 63A90 και κυρίως το πρώτο, στο οποίο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη φυλλόπτωση.

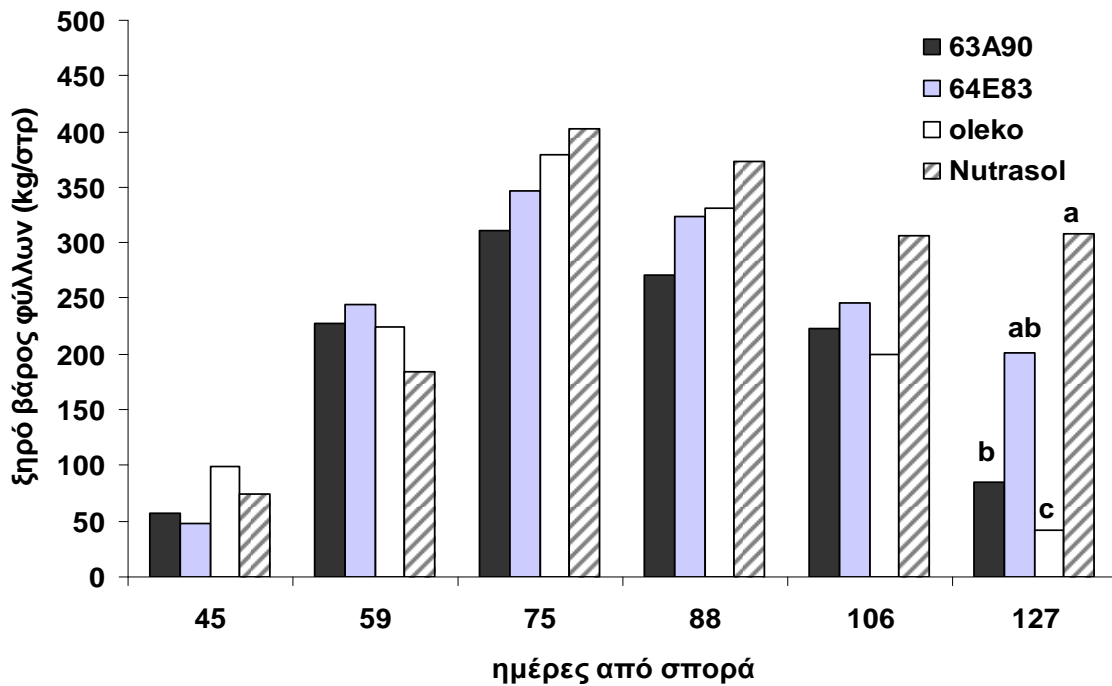
Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.4.3 παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο κατά την άνθιση (59 ημέρες από τη σπορά), όπου υπερέχουν τα υβρίδια Oleko και 63A90, στην συνέχεια το ξηρό βάρος των ταξιανθιών αυξάνει διαρκώς και τα ίδια αυτά υβρίδια εμφανίζουν μια τάση για υπεροχή έναντι των άλλων δύο. Στην ωρίμανση (127 ημέρες από τη σπορά) το ξηρό βάρος των ταξιανθιών κυμάνθηκε μεταξύ 869,56 kg/στρ (63A90) και 776,74 kg/στρ (Oleko).

Η μεταβολή του ολικού ξηρού βάρους παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.4.4 και φαίνεται πως, εκτός από το υβρίδιο Oleko, το μέγιστο ολικό ξηρό βάρος των υβριδίων αναπτύσσεται στη πλήρη ωρίμανση (127 ημέρες από τη σπορά) και σε αυτό συμβάλει η αύξηση του ξηρού βάρους των ταξιανθιών, εφόσον το ξηρό βάρος των φύλλων και των στελεχών μειώνεται. Το υβρίδιο Oleko αποκτά το μέγιστο ξηρό βάρος μετά την ολοκλήρωση της άνθισης. Στα υβρίδια 63A90, 64E83 και Nutrasol παρατηρείται μείωση του ολικού ξηρού βάρους στην ολοκλήρωση τα άνθισης (88 ημέρες από τη σπορά). Στο υβρίδιο Oleko η μείωση του ξηρού βάρους εμφανίζεται αργότερα (106 ημέρες από τη σπορά) Όπως προκύπτει από τον υπολογισμό του ολικού ξηρού βάρους η μείωση αυτή οφείλεται στην γήρανση και την πτώση των φύλλων που σε αυτό το στάδιο δεν αντισταθμίζεται από το ξηρό βάρος των ταξιανθιών. Στη συνέχεια το ξηρό βάρος αυξάνεται καθώς αυξάνεται το ξηρό βάρος των ταξιανθιών. Το τελικό ολικό ξηρό βάρος

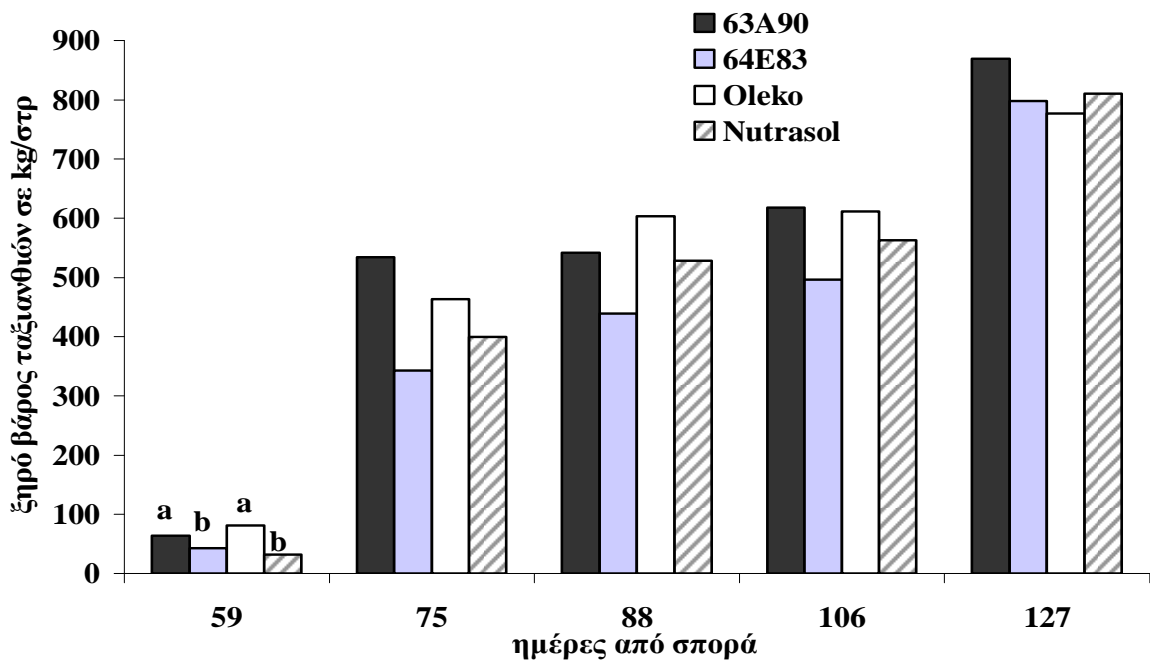
κυμάνθηκε μεταξύ 869,56 kg/στρ (Nutrasol) και 776,64 kg/στρ (Oleko). Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 3.4.1. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των στελεχών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την ANOVA.

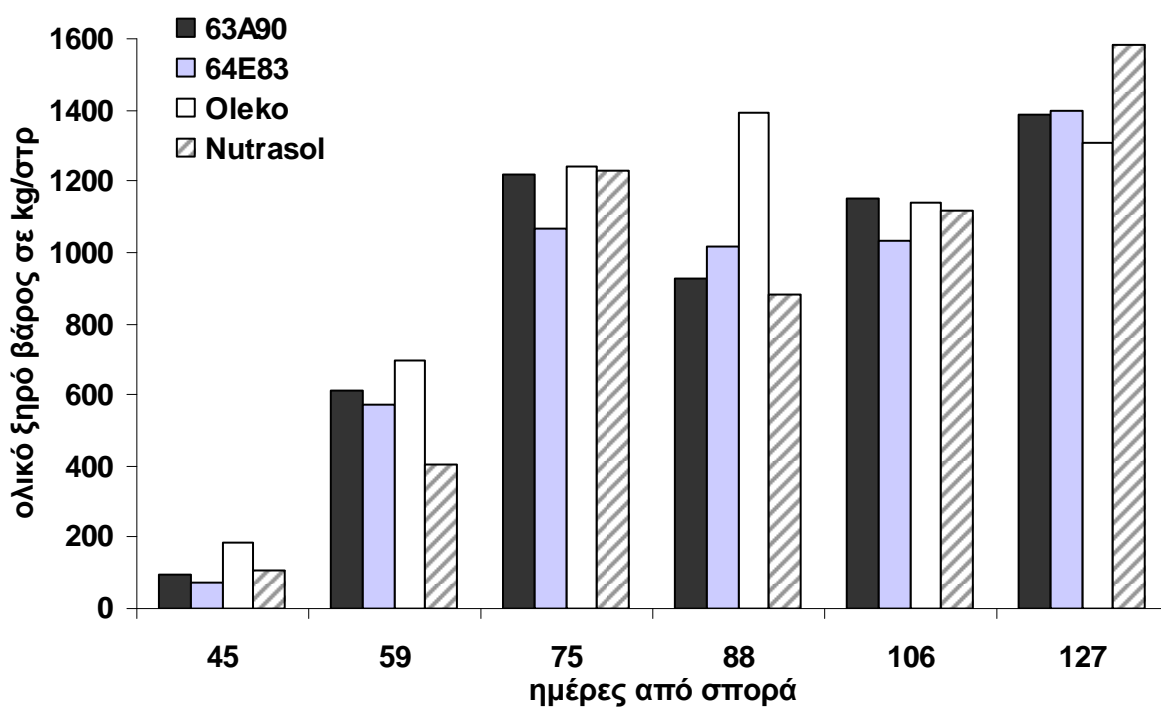


Διάγραμμα 3.4.2. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των φύλλων στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την άποψη.



Διάγραμμα 3.4.3. Χρονική πορεία του ξηρού βάρους των ταξιανθιών στα τέσσερα υβρίδια. Τα διαφορετικά γράμματα στις στήλες συμβολίζουν στατιστικά σημαντικές

διαφορές (ανάλυση απονα, σύγκριση ΕΣΔ για $P=0,05$). Όπου δε σημειώνονται γράμματα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την απονα.



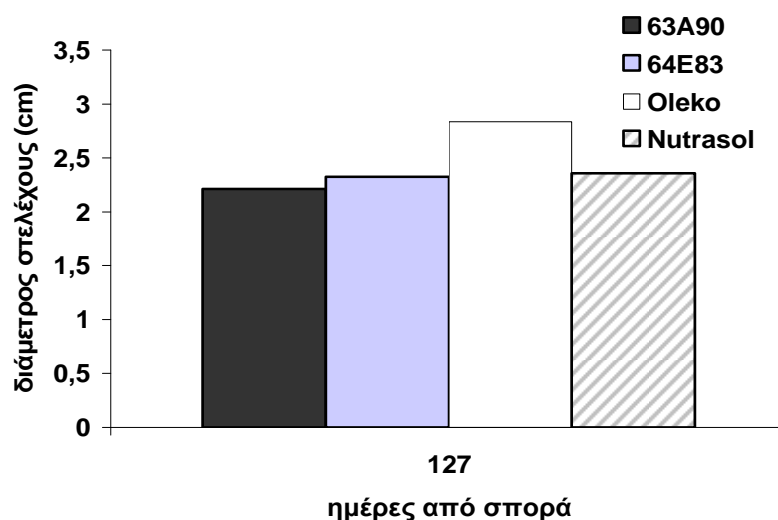
Διάγραμμα 3.4.4. Χρονική πορεία του ολικού ξηρού βάρους στα τέσσερα υβρίδια. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apona).

3.5 Συγκομιδή

3.5.1 Διάμετρος της βάσης των στελεχών

Στο διάγραμμα 3.5.1.1 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της διαμέτρου της βάσης των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Στο τέλος του βιολογικού κύκλου η διάμετρος της βάσης των στελεχών των υβριδίων κυμάνθηκε μεταξύ 2,83cm (Oleko) και 2,21cm (63A90). Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Διάγραμμα 3.5.1.1. Διάμετρος της βάσης των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

3.5.2 Αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία

Ο μέσος αριθμός σπόρων που αναπτύχθηκαν ανά ταξιανθία στα υβρίδια του ηλιάνθου παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.5.2.1.

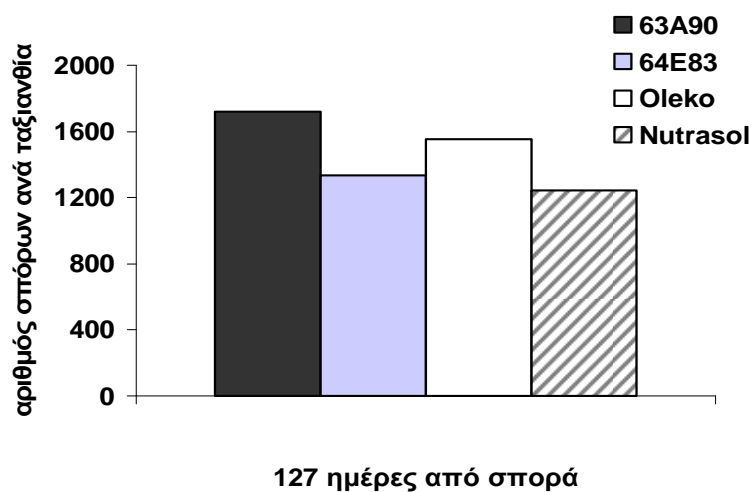
Στο τέλος του βιολογικού κύκλου ο αριθμός των σπόρων στο υβρίδιο 63A90 εμφάνισε μια τάση για υπεροχή και ακολούθως στο υβρίδιο Oleko. Το υβρίδιο Nutrasol είχε τον μικρότερο αριθμό σπόρων, οι διαφορές όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Στο διάγραμμα 3.5.2.2 φαίνεται το ποσοστό των μη αναπτυγμένων σπόρων που βρέθηκαν στις ώριμες ταξιανθίες των υβριδίων. Το ποσοστό των μη αναπτυγμένων σπόρων δείχνει το ποσοστό των ανθέων που δεν γονιμοποιήθηκαν και δεν ολοκλήρωσαν την ανάπτυξή τους.

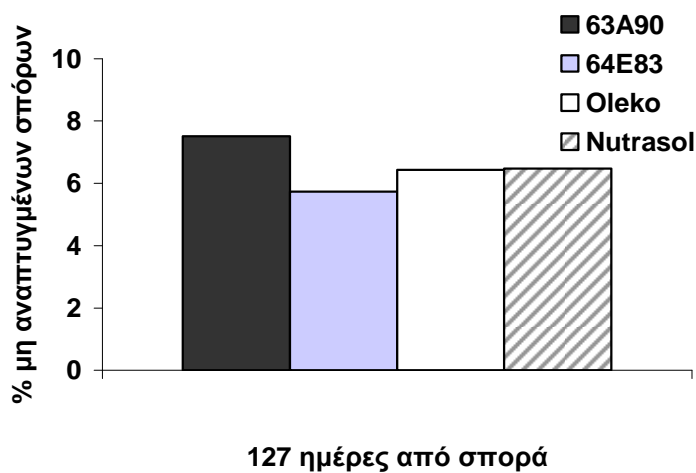
Όπως παρατηρήθηκε σε όλες τις ταξιανθίες ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων που δεν έχουν αναπτυχθεί βρίσκεται στο κέντρο της ταξιανθίας. Περιφερειακά βρέθηκαν ελάχιστοι μη αναπτυγμένοι σπόροι.

Ο μέσος αριθμός των μη αναπτυγμένων σπόρων κυμάνθηκε μεταξύ 7,51% για το υβρίδιο 63A90 και 5,74% για το υβρίδιο 64E83. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά

σημαντικές. Ωστόσο στο υβρίδιο 63A90 υπάρχει μια τάση για σχηματισμό περισσότερων μη αναπτυγμένων σπόρων.



Διάγραμμα 3.5.2.1. Αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία στα τέσσερα υβρίδια στη συγκομιδή 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

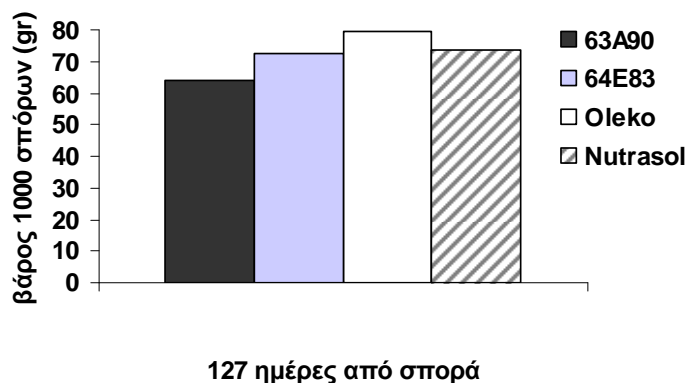


Διάγραμμα 3.5.2.2. Ποσοστό % μη αναπτυγμένων σπόρων στις ταξιανθίες των τεσσάρων υβριδίων 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

3.5.3 Βάρος 1000 σπορών

Στον ηλίανθο ένας από τους τελικούς παράγοντες που διαμορφώνουν τις αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο είναι το βάρος 1000 σπόρων. Για να επιτύχουμε μεγάλες αποδόσεις θα πρέπει το βάρος των 1000 σπόρων να είναι μεγάλο (Skorik, 1992). Στο διάγραμμα 3.5.3.1 παρουσιάζεται το βάρος 1000 σπόρων για τα τέσσερα υβρίδια ηλίανθου στο τέλος του βιολογικού τους κύκλου.

Το βάρος 1000 σπόρων κυμάνθηκε μεταξύ 79,3 gr (Oleko) και 63,8 gr (63A90). Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υβριδίων. Όμως τα δύο high-oleic και κυρίως το υβρίδιο Oleko παρουσιάζουν μια τάση για υπεροχή στο βάρος 1000 σπόρων.

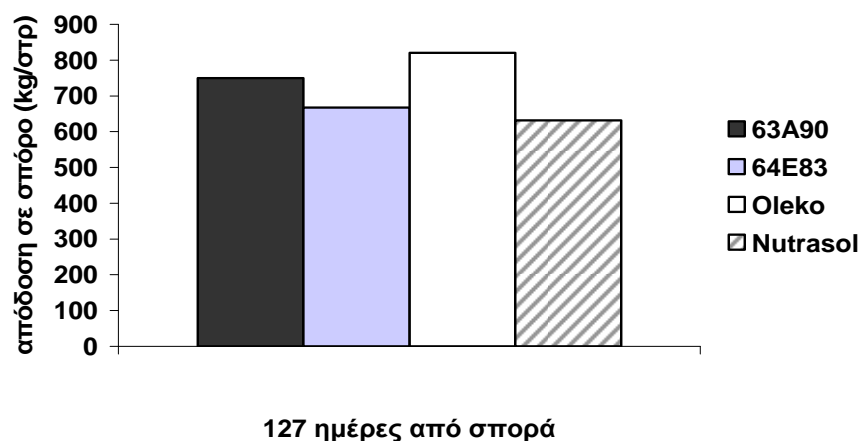


Διάγραμμα 3.5.3.1. Βάρος 1000 σπόρων των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apova).

3.5.4 Τελικές αποδόσεις σε σπόρο

Οι τελικές αποδόσεις σε σπόρο των τεσσάρων υβριδίων παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.5.4.1.

Το υβρίδιο Oleko εμφανίζει μια τάση για υπεροχή στην παραγωγή σπόρου έναντι των υπολοίπων, με απόδοση που φτάνει τα 820,60 kg/στρ. Ακολουθεί το υβρίδιο 63A90 με 750,12 kg/στρ. Τα 64E83 και Nutrasol παρήγαγαν 667,87 και 630,87 kg/στρ αντίστοιχα. Οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



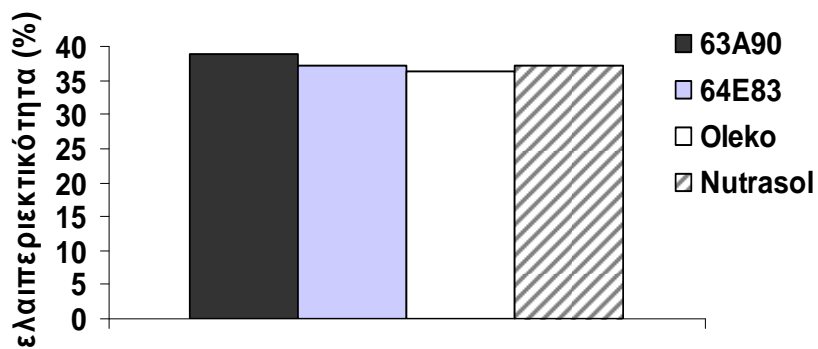
Διάγραμμα 3.5.4.1. Τελικές αποδόσεις σε σπόρο των τεσσάρων υβριδίων σε kg ανά στρέμμα 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (apovna).

3.5.5 Ελαιοπεριεκτικότητα και τελικές αποδόσεις σε έλαιο

Η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων των τεσσάρων υβριδίων παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.5.5.1.

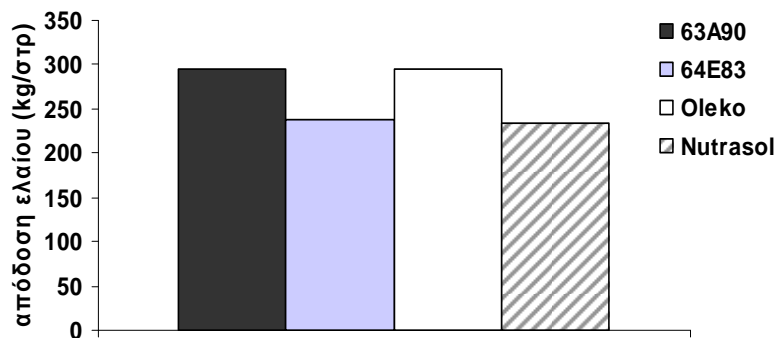
Το υβρίδιο 63A90 εμφανίζει μικρή υπεροχή στην περιεκτικότητα σε έλαιο των σπόρων του που φτάνει το 38,77%, όμως δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα. Η περιεκτικότητα σε έλαιο των υβριδίων PR64E83, Nutrasol και Oleko έφτασε το 37,75%, 37,2% και 36,27% αντίστοιχα. Έτσι οι αποδόσεις σε έλαιο των υβριδίων διαμορφώθηκαν όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.5.5.2.

Το υβρίδιο Oleko εμφάνισε μια τάση για υπεροχή της απόδοσής του σε έλαιο που έφτασε τα 295,68 kg/στρ αλλά και το υβρίδιο 63A90, με πολύ μικρή διαφορά, έφτασε τα 295,12 kg/στρ. Στο υβρίδιο Oleko η μικρότερη ελαιοπεριεκτικότητα αντισταθμίστηκε από την μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο. Τα υβρίδια 64E83 και Nutrasol απέδωσαν 238,4 και 234,4 kg/στρ αντίστοιχα. Οι διαφορές ωστόσο των αποδόσεων των τεσσάρων υβριδίων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



127 ημέρες από σπορά

Διάγραμμα 3.5.5.1. Ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων των τεσσάρων υβριδίων σε ποσοστό % ,127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

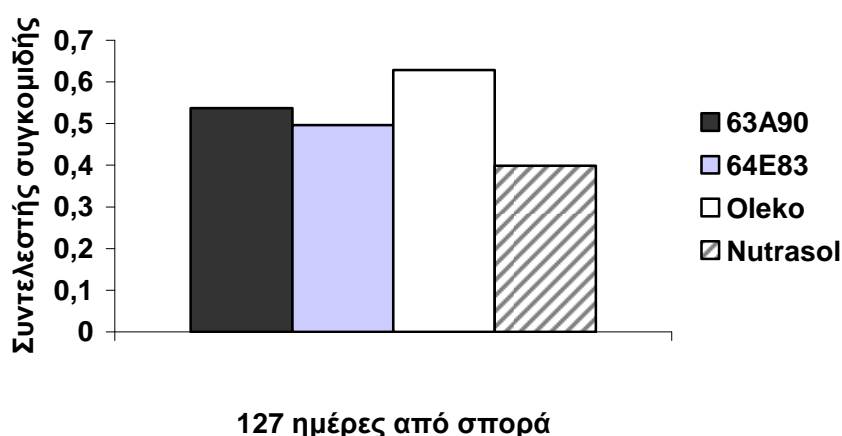


127 ημέρες από σπορά

Διάγραμμα 3.5.5.2. Τελικές αποδόσεις σε έλαιο των τεσσάρων υβριδίων σε ποσοστό % , 127 ημέρες από τη σπορά (συγκομιδή). Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

3.5.6 Συντελεστής συγκομιδής (Harvest index)

Ο συντελεστής συγκομιδής για το κάθε υβρίδιο παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.6.6.1. Στο υβρίδιο Oleko ο συντελεστής συγκομιδής εμφανίζει μια τάση για υπεροχή φτάνοντας το 0,63, ακολουθούν τα υβρίδια 63A90 και 64E83 με συντελεστή συγκομιδής 0,54 και 0,50 αντίστοιχα, ενώ το υβρίδιο Nutrasol παρουσιάζει τα μικρότερο συντελεστή συγκομιδής με τιμή 0,40. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 3.5.6.1. Συντελεστή συγκομιδής των τεσσάρων υβριδίων Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (anova).

3.5.7 Σύσταση ελαίου

Η σύσταση του ελαίου σε κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι καθοριστική για την χρήση του. Η συνολική σύσταση του ελαίου σε κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα του κάθε υβριδίου παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.5.7.1. Τα high oleic υβρίδια, Oleko και Nutrasol, υπερτερούν σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ η περιεκτικότητά τους σε κεκορεσμένα λιπαρά οξέα είναι περίπου η μισή των συμβατικών υβριδίων. Αντίθετα τα συμβατικά υβρίδια περιέχουν περισσότερα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα από τα high oleic.

Πιο αναλυτικά το έλαιο των τεσσάρων υβριδίων όπως έδειξαν οι αναλύσεις αποτελείται από 18 συνολικά λιπαρά οξέα σε διαφορετικές αναλογίες. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα που περιέχει είναι τα παλμιτικό (C 16:0), στεατικό (C 18:0), λινελαϊκό cis (C

18:2 ω6 cis), και ελαϊκό cis (C 18:1 cis), ενώ σε μικρότερα ποσοστά ανιχνεύτηκαν τα μυριστικό (C 14:0), παλμιτελαϊκό trans (C 16:1 trans), παλμιτελαϊκό cis (C 16:1 cis), δεκαεπτανικό (C 17:0), δεκαεπτενικό (C 17:1), ελαϊκό trans (C 18:1 trans), ελαϊκό ω-7 (C 18:1 ω-7), λινελαϊκό trans (C 18:2 ω6 trans), λινολενικό trans (C 18:3 ω3 trans), λινολενικό cis (C 18:3 ω-3 cis), αραχιδικό (C 20:0), εικοσενικό (C 20:1) και βαχενικό (C 22:0). Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα τέσσερα κυριότερα λιπαρά οξέα (διάγραμμα 3.5.7.2) και τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα που ανιχνεύτηκαν σε μικρότερα ποσοστά (διάγραμμα 3.5.7.3) για τα τέσσερα υβρίδια.

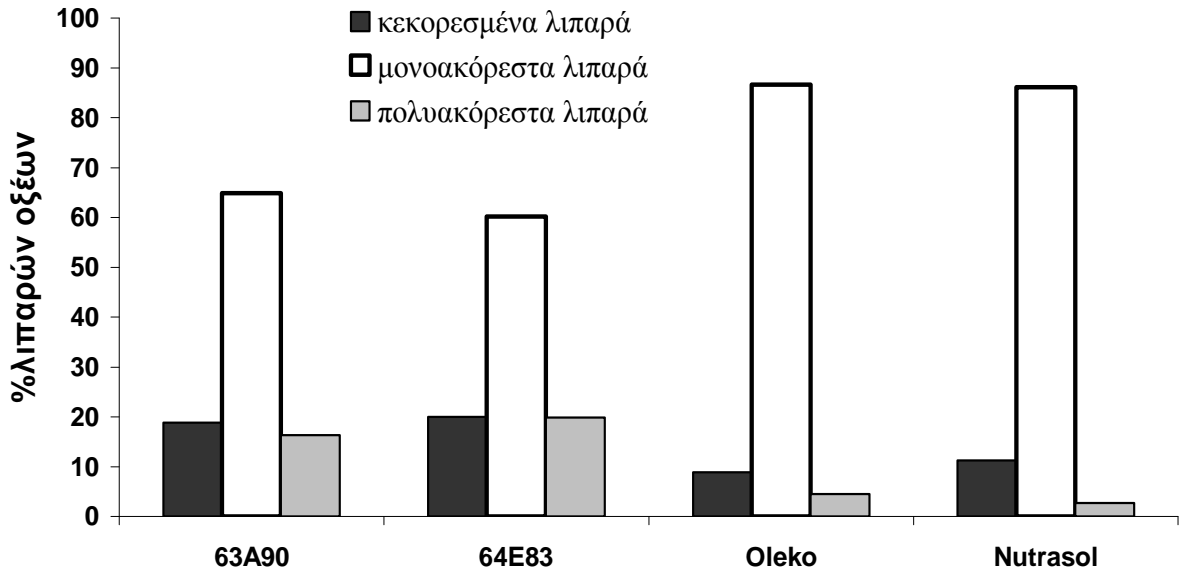
Από τα κυριότερα λιπαρά οξέα αυτό που βρέθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό είναι το ελαϊκό οξύ και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα. Ειδικότερα στα δύο high oleic υβρίδια το ποσοστό του ελαϊκού οξέος έφτασε το 86,07% για το υβρίδιο Oleko και στο 85,02% για το υβρίδιο Nutrasol. Στα δύο συμβατικά υβρίδια το ελαϊκό οξύ διαμορφώθηκε στο 62,93% για το υβρίδιο 63A90 και 58,25% για το 64E83. Τα ποσοστά αυτά είναι ιδιαίτερα αυξημένα και σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Κώδικα Διατροφής (Codex Alimentarius Commission, 2009) το έλαιο αυτών των υβριδίων κατατάσσεται στην κατηγορία mid oleic (με περιεκτικότητα ελαϊκού οξέως 43,1- 71,8% του συνόλου των λιπαρών οξέων, πίνακας 3.6.7.1). Στα δύο συμβατικά υβρίδια το λινελαϊκό οξύ έφτασε στο 19,72% για το 64E83 και 16,2% για το 63A90. Φαίνεται πως όταν αυξάνεται το ποσοστό του λινελαϊκού οξέως μειώνεται αντίστοιχα το ποσοστό του ελαϊκού οξέως. Στα high oleic υβρίδια το ποσοστό του λινελαϊκού οξέως ήταν ιδιαίτερα χαμηλό και ιδίως στο Nutrasol που έφτασε μόλις 2,64%. Τα υπόλοιπα δύο λιπαρά οξέα, παλμιτικό και στεατικό, βρέθηκαν σε μικρές συγκεντρώσεις. Ειδικότερα σε μικρότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν τα κορεσμένα λιπαρά οξέα στο Oleko (4,57% παλμιτικό, 3,02% στεατικό) και ακολούθως στο Nutrasol (5,34% παλμιτικό, 4,42% στεατικό), όπου συνολικά έφταναν το 7,59% και 9,76% αντίστοιχα του συνόλου των λιπαρών οξέων. Στα συμβατικά υβρίδια σε μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκαν στο 64E83 (11,79% παλμιτικό, 5,9% στεατικό) και σε λίγο μικρότερη στο 63A90 (11,55% παλμιτικό, 4,82% στεατικό). Στο υβρίδιο 64E83 βρέθηκαν τα μεγαλύτερα ποσοστά παλμιτικού στεατικού και λινελαϊκού οξέως.

Εκτός από τα τέσσερα λιπαρά οξέα που βρέθηκαν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ανιχνεύτηκαν σε μικρά ποσοστά τα λιπαρά οξέα όπως διαμορφώνονται στο διάγραμμα 3.5.7.3. Συνολικά αποτελούν το 3,49% και 3,37% στα συμβατικά υβρίδια 63A90 και PR64E83 αντίστοιχα, και το 1,7% και 1,94% στα high oleic υβρίδια Oleko και Nutrasol αντίστοιχα.

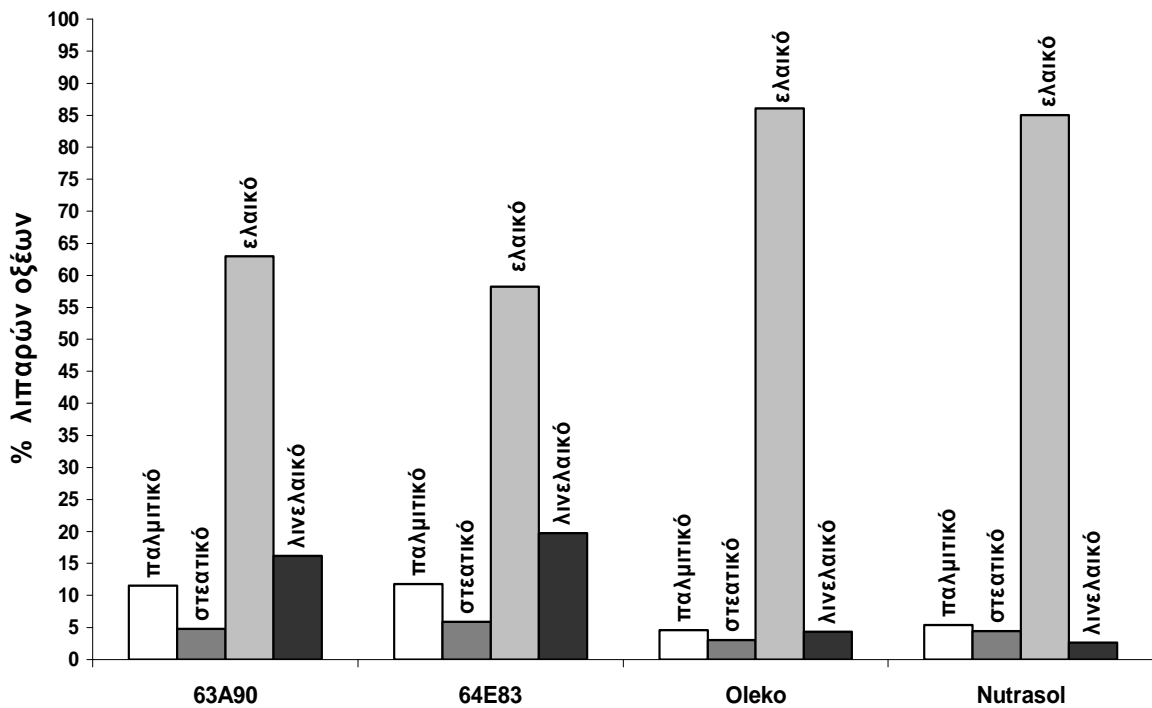
Πίνακας 3.5.7.1. Σύσταση λιπαρών οξέων στο έλαιο του ηλίανθου, του ηλίανθου με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (high oleic) και μέσης (mid oleic), όπως καθορίστηκαν με αέρια χρωματογραφία, επί του συνόλου των λιπαρών οξέων. (ND σημειώνεται ως μη ανιχνεύσιμο για $\leq 0,05\%$).

Fatty acid	Sunflower-seed oil	Sunflowerseed oil (high oleic acid)	Sunflowerseed oil (mid- oleic acid)
C6:0	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND
C12:0	ND-0.1	ND	ND
C14:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-1
C16:0	5.0-7.6	2.6-5.0	4.0-5.5
C16:1	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.05
C17:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.05
C17:1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.06
C18:0	2.7-6.5	2.9-6.2	2.1-5.0
C18:1	14.0-39.4	75-90.7	43.1-71.8
C18:2	48.3-74.0	2.1-17	18.7-45.3
C18:3	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5
C20:0	0.1-0.5	0.2-0.5	0.2-0.4
C20:1	ND-0.3	0.1-0.5	0.2-0.3
C20:2	ND	ND	ND
C22:0	0.3-1.5	0.5-1.6	0.6-1.1
C22:1	ND-0.3	ND-0.3	ND
C22:2	ND-0.3	ND	ND-0.09
C24: 0	ND-0.5	ND-0.5	0.3-0.4
C24:1	ND	ND	ND

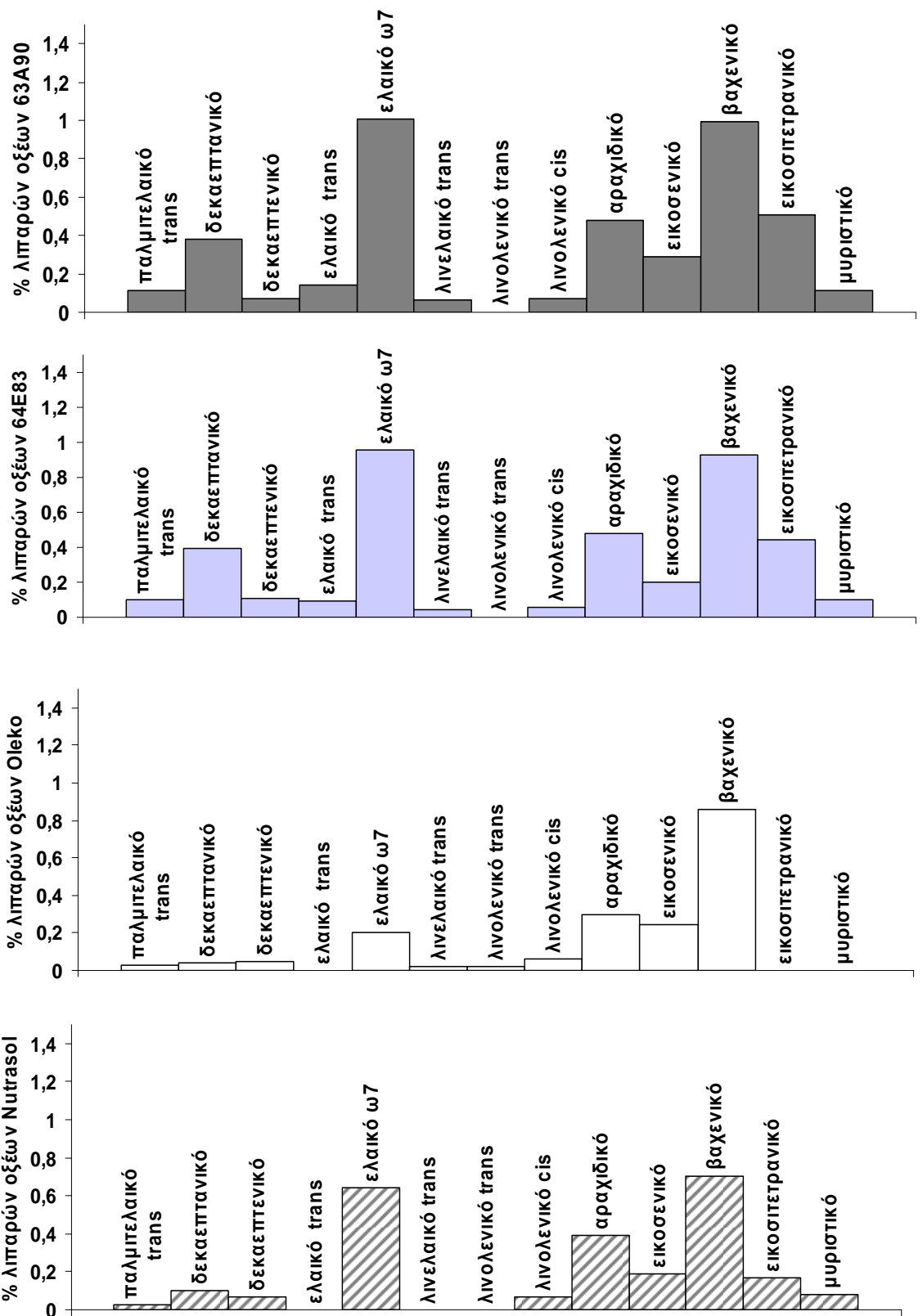
(Πηγή: Codex Alimentarius Committee, 2009)



Διάγραμμα 3.5.7.1. Συνολική σύσταση του ελαίου των τεσσάρων υβριδίων.



Διάγραμμα 3.5.7.2. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στο έλαιο των τεσσάρων υβριδίων.



Διάγραμμα 3.5.7.3. Τα λιπαρά οξέα που ανιχνεύτηκαν στο έλαιο των τεσσάρων υβριδίων σε μικρά ποσοστά.

3.6 Συσχετίσεις χαρακτηριστικών & τελικών αποδόσεων σε σπόρο και σε έλαιο.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των συσχετίσεων των αγρονομικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν , των χαρακτηριστικών των σπόρων και των τελικών αποδόσεων σε σπόρο και σε έλαιο. Τιμές που σημειώνονται με αστερίσκο σημαίνει ότι είναι στατιστικά σημαντικές (* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P = < 0,0001$).

Πίνακας 3.6.1. Πίνακας συσχετίσεων

LAD μετά την άνθιση	LAD μέχρι άνθιση	συντ συγκ	απόδοση ελαίου(kg/στρ)	ελασιπ εριεκπ κόπτητα	απόδο ση σπόρο υ(kg/στρ)	βάρος 100 σπόρω υ	% μη αναπτ. σπόρω υ	αριθ.σ πόρων /ταξιαν θ.	Τελικό ολικό ξ.β.	Τελικό Ξ.β.ταξ ιανθ.	Max ξ.β. φύλλω υ	Max ξ.β. στελεχ.	LAD total	Max LAI	αριθ.φ ύλλω υ	διάμετρ ος	Max ύψος
0,66*	0,83***	0,53	0,66*	-0,51	0,81**	0,60*	-0,22	0,58*	0,61*	0,67*	0,43*	0,70*	0,83***	0,60*	0,58*	0,74**	
0,77**	0,75**	0,50	0,64*	-0,45	0,78**	0,76**	-0,18	0,43	0,49	0,56	0,50	0,69*	0,80**	0,50	0,48		διάμετρος
0,64*	0,59*	0,19	0,26	-0,64*	0,44	0,51	-0,43	0,17	0,47	0,40	0,13	0,49	0,65*	0,30			αριθ. φύλλων
0,40	0,89***	-0,20	0,59*	-0,17	0,72**	0,69*	-0,27	0,33	0,86***	0,82**	0,87***	0,83***	0,78**				Max LAI
0,86***	0,97***	0,17	0,62*	-0,54	0,85***	0,82**	-0,27	0,42	0,84***	0,81**	0,68*	0,89***					LAD total
0,64*	0,93***	0,03	0,68*	-0,42	0,82**	0,60*	-0,20	0,60*	0,90**	0,90***	0,78**						Max ξ.β. στελεχ
0,35	0,77**	-0,30	0,43	-0,08	0,52	0,58*	-0,24	0,17	0,75*	0,70*							Max ξ.β. φύλλων
0,56	0,85***	0,06	0,84**	-0,26	0,85***	0,57	-0,17	0,71**	0,96***								Τελικό ξ.β Ταξιανθ.
0,61*	0,87***	-0,13	0,69*	-0,34	0,75**	0,61*	-0,14	0,54									Τελικό ολικό ξ.β.
0,29	0,44	0,52	0,82**	-0,24	0,70*	0,10	0,15										αριθ. σπόρων/ ταξιανθ.
-0,14	-0,31	0,05	-0,24	-0,26	-0,33	-0,44											% μη αναπτ. σπόρων
0,73**	0,79**	0,14	0,54	-0,27	0,61*												βάρος 100 σπόρων
0,63*	0,76**	0,50	0,95***	-0,26													απόδοση σπόρου (kg/στρ)
-0,63*	-0,45	-0,36	-0,05														ελασιπερικτικό τητα
0,44	0,65*	0,42															απόδοση ελαίου (kg/στρ)
0,31	0,09																συντ. συγκομ.
0,72**																	LAD μέχρι την άνθιση

Κεφάλαιο 4

Συζήτηση

Η ανάπτυξη και οι αποδόσεις του ηλίανθου έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Στο συγκεκριμένο πείραμα μελετήθηκαν η ανάπτυξη, οι αποδόσεις και η ποιότητα του ελαίου τεσσάρων υβριδίων στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Αττικής.

Οι διαφορές στην διάρκεια του βιολογικού κύκλου των τεσσάρων υβριδίων ήταν πολύ μικρές καθώς όλα τα υβρίδια ολοκλήρωσαν νωρίς τον βιολογικό τους κύκλο.

Το υβρίδιο Oleko εμφάνισε την ταχύτερη πρώτη ανάπτυξη και προσέγγισε το τελικό ύψος νωρίτερα. Παρόμοια ανάπτυξη εμφάνισε και το 63A90. Στο στάδιο της πλήρους άνθισης, όπου τα φυτά όλων των υβριδίων απέκτησαν το μέγιστο ύψος, το υβρίδιο Oleko εμφάνισε μια τάση για μεγαλύτερο ύψος έναντι των υπολοίπων, αν και δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το υβρίδιο Oleko που παρουσίασε την τάση για μεγαλύτερο ύψος από τα υπόλοιπα υβρίδια πλησίασε το 1,5m. Το μέγιστο ύψος, σχετίζεται σημαντικά με τις αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο ($r = 0,81^{**}$) και σε έλαιο ($r = 0,66^*$), με τα χαρακτηριστικά της απόδοσης αλλά και σχεδόν με όλα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν (πίνακας 3.12.1). Το ύψος είναι ένα γενετικά ελεγχόμενο χαρακτηριστικό, που όμως επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Pillai *et al.* 1995) και σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές (Fick *et al.*, 1974; Qaizar *et al.*, 1991; Punia και Gill, 1994) σχετίζεται θετικά με τις αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο. Αντίθετα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την ελαιοπεριεκτικότητα ($r = -0,51$), δηλαδή η ελαιοπεριεκτικότητα μειώνεται με την αύξηση του φυτού σε ύψος. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουν οι Qaizar κ.α. (1991).

Το υβρίδιο Oleko έκτος από τάση για μέγιστο ύψος, εμφάνισε και τάση για μέγιστη διάμετρο της βάσης του στελέχους στο τέλος του βιολογικού του κύκλου. Η αύξηση του ύψους αυξάνει τον αριθμό των φύλλων κι έτσι τα φυτά φωτοσυνθέτουν περισσότερο. Αυτό οδηγεί σε φυτά με μεγαλύτερη διάμετρο στελέχους, διάμετρο ταξιανθίας και βάρος 1000 σπόρων που αποφέρουν μεγαλύτερες αποδόσεις (Vinisree *et al.*, 1988). Ακόμα η σχέση μεταξύ του ύψους και της διαμέτρου του στελέχους ($r = 0,74^{**}$) δείχνει ότι τα ψηλά φυτά αναπτύσσουν παχύτερο στέλεχος για την

καλύτερη στήριξή τους (Doddamani *et al.*, 1997). Η διάμετρος παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με τις αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο ($r = 0,76^{**}$) και σε έλαιο ($r = 0,64^*$), με το βάρος 100 σπόρων ($r = 0,78^{**}$), με το ξηρό βάρος των στελεχών ($r = 0,69^*$) και των ταξιανθιών ($r = 0,56^*$) και με την διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας.

Έτσι το υβρίδιο Oleko, σύμφωνα και με τα παραπάνω, μέχρι την εμφάνιση της ανθικής καταβολής, έχει τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων, και παράλληλα παρουσιάζει την τάση για μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Στην συνέχεια τα υβρίδια αποκτούν περίπου τον ίδιο αριθμό φύλλων, όμως όσο προχωράει η άνθιση ο αριθμός των φύλλων είναι μεγαλύτερος στα δύο high-oleic υβρίδια, και μειώνεται στα συμβατικά. Ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με το ύψος ($r = 0,58^*$), όμως δεν φαίνεται να σχετίζεται με τις αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο. Αντίθετα υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση της μέγιστης τιμής του δείκτη φυλλικής επιφάνειας LAI με τις αποδόσεις σε σπόρο ($r = 0,72^{**}$) και σε έλαιο ($r = 0,59^*$). Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουν οι Miralles κ.α. (1997). Έτσι μεγαλύτερο ρόλο φαίνεται ότι παίζει η φυλλική επιφάνεια, παρά ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό. Ο αριθμός των φύλλων εξαρτάται λιγότερο από το περιβάλλον και περισσότερο από τον γονότυπο (Ξαnthόπουλος, 1995). Οι Vinisree κ.α. (1988) και οι Tekelwold κ.α. (2000) αναφέρουν ότι τα ψηλά φυτά ηλίανθου που αναπτύσσουν μεγάλο αριθμό φύλλων μπορούν να αυξήσουν την ολική βιομάζα, μέσω αύξησης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Εδώ η συσχέτιση του αριθμού φύλλων ανά φυτό με την βιομάζα, δεν είναι σημαντική. Όμως σημαντική θετική συσχέτιση με την βιομάζα των φυτών, παρουσιάζει ο μέγιστος δείκτης LAI ($r = 0,86^{***}$). Ο αριθμός των φύλλων παρουσιάζει σημαντική αρνητική συσχέτιση με την ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων, που σημαίνει ότι όσο αυξάνει ο αριθμός των φύλλων η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων μειώνεται.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η τάση των υβριδίων που ανέπτυξαν το μικρότερο LAI στο στάδιο της πλήρους άνθισης, δηλαδή τα Oleko και 64E83, να εμφανίζουν την τάση για μεγαλύτερο LAD. Όταν η φυλλική επιφάνεια των φυτών είναι μεγαλύτερη από μία κριτική τιμή του LAI τα κατώτερα φύλλα των φυτών δεν λαμβάνουν το φως του ήλιου, με αποτέλεσμα την ταχύτερη γήρανσή τους και την μείωση του LAD (Rousseaux *et al.*, 1999; Ruiz και Maddonni 2006). Η διατήρηση του LAI σε υψηλό επίπεδο και η δραστηριότητα της φυλλικής επιφάνειας είναι σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων

(Connor και Sandras, 1992). Σύμφωνα με τον Škorić (1992) η διατήρηση ενεργής φυλλικής επιφάνειας είναι καθοριστική για το γέμισμα των σπόρων. Το LAD παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με τις αποδόσεις των φυτών σε σπόρο ($r = 0,62^*$) και σε έλαιο ($r = 0,85^{***}$), με τη βιομάζα των φυτών ($r = 0,84^{***}$), με το βάρος 1000 σπόρων ($r = 0,82^{**}$) αλλά και με όλα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Οι Miralles κ.α. (1997) βρήκαν επίσης θετική σημαντική συσχέτιση του LAD με τις αποδόσεις των φυτών ηλίανθου σε έλαιο και σε σπόρο. Επιπλέον οι ίδιοι βρήκαν αρνητική συσχέτιση του δείκτη διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD) μετά την άνθιση και του συνολικού ξηρού βάρους με το βάρος 1000 σπόρων (Miralles *et al.*, 1997). Αντίθετα εδώ βρέθηκε θετική και σημαντική συσχέτιση του LAD μέχρι και μετά την άνθιση, με το ολικό ξηρό βάρος και το βάρος 1000 σπόρων αντίστοιχα (πίνακας 3.12.1).

Το υβρίδιο Oleko, όπως ήταν αναμενόμενο, λόγω της ταχύτερης ανάπτυξης μέχρι την εμφάνιση της ανθικής καταβολής, παρουσίασε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελεχών και την τάση για μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων. Στην συνέχεια δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Στο τέλος της άνθισης, παρατηρείται το μέγιστο ξηρό βάρος των στελεχών των υβριδίων και ταυτόχρονα παρατηρείται η πρώτη μείωση του ξηρού βάρους των φύλλων, απ' όπου φαίνεται ότι η ανάπτυξη των φύλλων ολοκληρώθηκε μέχρι την πλήρη άνθιση, ενώ το στέλεχος ακόμα αναπτυσσόταν μέχρι το τέλος της άνθισης. Μετά την άνθιση παρατηρείται περαιτέρω μείωσή του ξηρού βάρους των φύλλων και μείωση του ξηρού βάρους των στελεχών, εκτός από το υβρίδιο Nutrasol, στο οποίο το ξηρό βάρος των στελεχών παραμένει μάλλον σταθερό. Η μείωση του ξηρού βάρους σ' αυτά τα μέρη του φυτού πιθανότατα οφείλεται στη μεταφορά φωτοσυνθετικών προϊόντων προς τον σπόρο. Αυτή η μεταφορά, και κυρίως των φύλλων, διαφέρει ανάλογα με το γονότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Miralles *et al.*, 1997) και έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ξηρού βάρους της ταξιανθίας των φυτών. Το ξηρό βάρος των ταξιανθιών είναι μεγαλύτερο στο υβρίδιο Oleko στο στάδιο εμφάνισης της ανθικής καταβολής, καθώς ήταν το υβρίδιο που αναπτύχθηκε ταχύτερα στην πρώτη φάση του βιολογικού κύκλου.

Στην φάση της πλήρους ωρίμανσης τα υβρίδια Oleko και 63A90, παρουσιάζουν το μικρότερο ξηρό βάρος φύλλων, δηλαδή παρουσίασαν την μεγαλύτερη φυλλόπτωση, ενώ τα υβρίδια Nutrasol και 64E83, διατήρησαν τα περισσότερα κίτρινα φύλλα πάνω στο στέλεχος.

Η μείωση του ολικού ξηρού βάρους των φυτών που παρατηρείται στο τέλος της άνθισης, και λίγο αργότερα για το υβρίδιο Oleko, σχετίζεται με την αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας, την γήρανση και πτώση των φύλλων και την αυξημένη σύνθεση λιπιδίων (Evans *et al.*, 1972), η οποία σε αυτό το στάδιο δεν αντισταθμίζεται από μία συμμετρική αύξηση του ξηρού βάρους των σπόρων, αφού η σύνθεση 1g λιπιδίων απαιτεί περίπου 3g γλυκόζης (Penning de Vries *et al.*, 1974) ή 2,22g γλυκόζης (Andrade, 1995). Η γήρανση και η πτώση των φύλλων, όπως παρατηρήθηκε σε όλα τα υβρίδια ξεκινά από τα φύλλα που βρίσκονται στη βάση του στελέχους και επεκτείνεται προς το ανώτερο τμήμα του στελέχους. Η μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των κατώτερων φύλλων συνδέεται με το επίπεδο φωτός που δέχονται και με την φυσιολογική τους κατάσταση (Merrien *et al.*, 1983; Rousseaux *et al.*, 1999). Ο Warren Wilson (1966) αναφέρει ότι σε θερμά και τροπικά κλίματα ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης CO₂ επηρεάζεται λίγο από αλλαγές στη θερμοκρασία και ότι περισσότερο περιοριστικός παράγοντας είναι το φως. Η θετική σημαντική συσχέτιση του ολικού ξηρού βάρους με το ύψος ($r = 0,61^*$), τον LAI ($r = 0,86^{***}$) και το LAD ($r = 0,84^{***}$), δείχνει ότι τα ψηλότερα φυτά που αναπτύσσουν πολλά φύλλα αυξάνουν την βιομάζα μέσω αύξησης της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας. Το ολικό ξηρό βάρος παρουσιάζει θετική σημαντική συσχέτιση με το βάρος 1000 σπόρων ($r = 0,61^*$) και τις αποδόσεις των φυτών σε σπόρο ($r = 0,75^{**}$) και με τις αποδόσεις των φυτών σε ελαιο ($r = 0,69^*$) που σημαίνει ότι φυτά με μεγαλύτερο ολικό ξηρό βάρος παράγουν βαρύτερους σπόρους και έχουν μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο (Pathak, 1974; Zaffaroni and Schneiter, 1991; Miralles *et al.*, 1997). Το ολικό ξηρό βάρος των φυτών κυμάνθηκε μεταξύ 1305,7 και 1581,4 kg/στρ. Στην Καρδίτσα όπου εξετάστηκαν τρία ελαιοδοτικά υβρίδια (Turbo, Peredovik και Panter) το ολικό ξηρό βάρος των φυτών στη συγκομιδή κυμάνθηκε από 1100-1350kg/στρ (Καλαβριώτου, 2005).

Στον ηλίανθο, οι πιο σημαντικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τις αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο ανά μονάδα επιφάνειας είναι, ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα, ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό, το βάρος 1000 σπόρων και η υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (Škorić, 1992). Οι Zaffaroni και Schneiter (1991) θεωρούν ότι ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα που επηρεάζει τις αποδόσεις της καλλιέργειας, αντισταθμίζεται συνήθως από τους υπόλοιπους παράγοντες που επιδρούν στην απόδοση, ενώ οι Kesteloot, (1982), Beard και Geng, (1982) Lakshmanrao κ.α. (1985) και Zaffaroni και Schneiter, (1991) προτείνουν ότι ο

αριθμός των σπόρων ανά φυτό είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας των αποδόσεων και τον οποίο οι βελτιωτές θα έπρεπε να λαμβάνουν υπόψη όταν επιλέγουν για φυτά με μεγαλύτερες αποδόσεις σε συνθήκες ευνοϊκές για την καλλιέργεια. Ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια καθώς ο αριθμός των ανθέων που μπορούν να γονιμοποιηθούν εξαρτάται από τον γονότυπο και τις περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορεί να είναι από 700 έως 3000 για τις ελαιοδοτικές ποικιλίες (Ξανθόπουλος, 1993). Οι Leon κ.α., (1987) όπως αναφέρεται από τον Andrade, (1995) βρήκαν ότι μία μείωση στον αριθμό των σπόρων κατά 80% (με παρεμπόδιση της γονιμοποίησης), προκάλεσε αύξηση του βάρους των σπόρων κατά 100%. Παρατηρώντας το υβρίδιο 63A90 διακρίνουμε ότι η τάση για υπεροχή του αριθμού σπόρων ανά ταξιανθία, συμβαδίζει με μια τάση για μικρότερο βάρος 1000 σπόρων. Φαίνεται δηλαδή ότι ο αριθμός σπόρων και το βάρος τους, είναι αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη. Ο αριθμός σπόρων ανά ταξιανθία κυμάνθηκε από 1243-1721 και το βάρος 1000 σπόρων από 63,8-79,2g. Το βάρος 1000 σπόρων μπορεί να κυμαίνεται από 40-100g (Ξανθόπουλος, 1993). Ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία παρουσιάζει σημαντική θετική συσχέτιση με τις αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο ($r = 0,69^*$) και σε έλαιο ($r = 0,82^{**}$), ενώ το βάρος 1000 σπόρων φαίνεται ότι σχετίζεται σημαντικά με τις αποδόσεις σε σπόρο ($r = 0,61^*$). Πολλοί ερευνητές έχουν βρει θετική σημαντική συσχέτιση του αριθμού σπόρων ανά ταξιανθία και του βάρους 100 σπόρων, με τις αποδόσεις (Kotecha, 1980; Beard and Geng, 1982; Marinkovic, 1992, Punia και Gill, 1994).

Το ποσοστό των σπόρων που δεν αναπτύχθηκαν δε σχετίζεται σημαντικά με τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν και φαίνεται ότι οι συσχετίσεις με όλα τα χαρακτηριστικά είναι αρνητικές.

Για τον καθορισμό των αποδόσεων η πιο κριτική περίοδος στον ηλιάνθο είναι η άνθιση και το γέμισμα των σπόρων (Andrade, 1995). Οι αποδόσεις σε σπόρο κυμάνθηκαν από 631-820kg/στρ. Στην Καρδίτσα σε αντίστοιχο πείραμα, όπου εξετάστηκαν τέσσερα ελαιοδοτικά υβρίδια (Panter, Peredovick, Turbo και Golden world) η μέση απόδοση των υβριδίων σε σπόρο ήταν 450 kg/στρ (Καλαβριώτου, 2005).

Η περιεκτικότητα των σπόρων του ηλιάνθου σε έλαιο είναι ένα ποσοτικό χαρακτηριστικό (Škorić, 1992) επηρεάζεται από την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας την περίοδο του σχηματισμού τους (Canvin, 1965; Vranceanu, 1977). Όμως υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες φυσιολογικοί ή περιβαλλοντικοί που καθορίζουν την

περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (Goyné *et al.*, 1979; Škorić, 1992). Η συγκέντρωση ελαίου στο σπόρο είναι περισσότερο έντονη με μέση θερμοκρασία ημέρας κάτω από τους 25⁰ C, σε επαρκή υγρασία εδάφους και απουσία ασθενειών (Škorić, 1992). Η ελαιοπεριεκτικότητα των υβριδίων κυμάνθηκε από 36,27% για το υβρίδιο Oleko έως 38,77% για το υβρίδιο 63A90 και δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά.. Οι Robertson *et al.* (1971) εξετάζοντας στις Η.Π.Α και συγκεκριμένα σε νότιες Πολιτείες, δείγματα σπόρου διάφορων υβριδίων ηλίανθου βρήκαν ότι στα high oleic υβρίδια η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων ήταν 32,2-44,3% και στα συμβατικά 23,4-33,4%. Σύμφωνα με τον Ξανθόπουλο (1993) η μέση ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων μπορεί να φτάσει 40-42%. Η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσίασε αρνητική σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό των φύλλων ($r = -0,64^*$) και με τον LAD μετά την άνθιση ($r = -0,63^*$), δηλαδή η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων φαίνεται να μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των φύλλων και η διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας μετά την άνθιση. Επιπλέον η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με όλα τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

Οι αποδόσεις σε έλαιο εμφάνισαν μια τάση για υπεροχή στα υβρίδια Oleko και 63A90 σαν αποτέλεσμα της μεγαλύτερης παραγωγής σπόρου σε αυτά τα υβρίδια και έφτασαν τα 295,68 και 295,12kg/στρ. Όπως αναφέρει ο Ξανθόπουλος (1993) η μέση απόδοση σε έλαιο μπορεί να φτάσει τα 291kg/στρ. Οι τελικές αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο παρουσίασαν την πιο ισχυρή συσχέτιση με το ξηρό βάρος των ταξιανθιών ($r = 0,85^{***}$) και με τον LAD total ($r = 0,85^{***}$), ενώ την πιο ισχυρή συσχέτιση με τις τελικές αποδόσεις σε έλαιο παρουσίασαν το ξηρό βάρος των ταξιανθιών ($r = 0,84^{**}$) και ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία ($r = 0,82^{**}$). Η βιομάζα των φυτών σχετίστηκε περισσότερο σημαντικά με το ξηρό βάρος των ταξιανθιών ($r = 0,96^{***}$) και των στελεχών ($r = 0,90^{***}$) αλλά και με το LAD μέχρι την άνθιση ($r = 0,87^{***}$) και με το LAI ($r = 0,86^{***}$).

Ο δείκτης συγκομιδής παρουσίασε τάση για υπεροχή στο υβρίδιο Oleko και ακολούθως στο 63A90, καθώς ήταν τα υβρίδια που υπερείχαν σε παραγωγή σπόρου. Τα υβρίδια Nutrasol και 64E83 είχαν παρουσίασαν την τάση για μικρότερο δείκτη συγκομιδής. Στην Ισπανία σε αντίστοιχο πείραμα όπου η σπορά πραγματοποιήθηκε το πρώτο δεκαήμερο του Ιουλίου ο δείκτης συγκομιδή ήταν 46-55%. Στα σύγχρονα υβρίδια οι δυνατότητες για μεγάλο δείκτη συγκομιδής είναι αυξημένες (Ξανθόπουλος, 1993).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σύσταση του ελαίου των τεσσάρων υβριδίων. Η αναλογία ελαϊκού / λινελαϊκού οξέως μπορεί να διαφοροποιηθεί από πολλούς παράγοντες, όμως ο γονότυπος και οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι οι περισσότερο σημαντικοί. Στα high-oleic υβρίδια η μεγάλη συγκέντρωση του ελαϊκού οξέως είναι αποτέλεσμα γονιδιακής δράσης (Škorić, 1992) και όπως ήταν αναμενόμενο στα υβρίδια Oleko και Nutrasol η συγκέντρωση ελαϊκού οξέως ήταν μεγάλη. Όσον αφορά στην αρκετά μεγάλη συγκέντρωση ελαϊκού οξέως στα δύο συμβατικά υβρίδια, 63A90 και 64E83, μπορεί να οφείλεται στην ανταλλαγή της γύρης με τα δύο high-oleic υβρίδια, καθώς η συγκέντρωση ελαϊκού οξέως εξαρτάται από το γονότυπο της γύρης που γονιμοποιεί τα άνθη του ηλίανθου (Fernandez-Martinez *et al.*, 1989; Izquierdo *et al.*, 2002). Εναλλακτικά η αυξημένη παραγωγή ελαϊκού οξέως θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα των υψηλών θερμοκρασιών που επικράτησαν την περίοδο του γεμίσματος των σπόρων μέχρι την ωρίμανση (Kinman και Earle, 1964; Canvin, 1965; Robertson *et al.*, 1971; Anderson *et al.*, 1978; Hazel *et al.*, 1978). Το ποσοστό των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων ήταν μεγαλύτερο στα δύο high-oleic υβρίδια και ελάχιστα μεγαλύτερο στο υβρίδιο Oleko, ενώ το ποσοστό των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ήταν μεγαλύτερο στα δύο συμβατικά υβρίδια. Το ποσοστό των κορεσμένων λιπαρών οξέων ήταν μεγαλύτερο στα δύο συμβατικά υβρίδια, ενώ τα high-oleic υβρίδια παρουσίασαν αρκετά μικρό ποσοστό κορεσμένων λιπαρών οξέων.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

Το high oleic υβρίδιο Oleko και το συμβατικό υβρίδιο 63A90 εμφάνισαν την τάση να αποδίδουν περισσότερο σε σπόρο και σε έλαιο, στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Αττικής, ενώ το υβρίδιο Nutrasol παρουσίασε τάση για υπεροχή σε παραγωγή βιομάζας.

Τα τέσσερα υβρίδια δεν διέφεραν στη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Το υβρίδιο Oleko μέχρι το στάδιο εμφάνισης της ανθικής καταβολής παρουσίασε ταχύτερη ανάπτυξη, στη συνέχεια όμως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ανάπτυξη των φυτών, ωστόσο, φάνηκε να σχετίζεται σημαντικά με τις τελικές αποδόσεις των φυτών σε σπόρο και σε έλαιο. Το ύψος, η διάμετρος της βάσης του στελέχους, ο μέγιστος δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) και ο δείκτης της συνολική διάρκειά της (LAD total), το ξηρό βάρος των στελεχών, των ταξιανθιών και το ολικό ξηρό βάρος των φυτών παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση με τις αποδόσεις των φυτών σε έλαιο και σπόρο.

Από την μελέτη της φυλλικής επιφάνειας προέκυψε ότι ο μέγιστος δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) επηρεάζει σημαντικά τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο και σε έλαιο, ενώ ο αριθμός των φύλλων δεν σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με αυτές. Επιπλέον η αυξημένη φυλλική επιφάνεια φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην διάρκεια που παραμένει ενεργή πάνω στο φυτό, καθώς τα υβρίδια Nutrasol και 63A90 παρουσίασαν το μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) στην πλήρη άνθιση αλλά και τον μικρότερο δείκτη διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας (LAD total), ενώ τα υβρίδια Oleko και 64E83 παρουσίασαν αντίθετη συμπεριφορά.

Η ανάπτυξη του στελέχους φάνηκε ότι διαρκεί περισσότερο από την ανάπτυξη των φύλλων. Το ξηρό βάρος των στελεχών, αυξάνει μέχρι το τέλος της άνθισης, ενώ το ξηρό βάρος των φύλλων φτάνει τη μέγιστη τιμή του περίπου μέχρι την πλήρη άνθιση.

Η μεταφορά των φωτοσυνθετικών προϊόντων από το στέλεχος και τα φύλλα στους σπόρους προκαλεί τη μείωση του ξηρού βάρους των στελεχών και των φύλλων, ενώ αναπτύσσονται οι σπόροι και αυξάνει το ξηρό βάρος των ταξιανθιών. Το ξηρό βάρος των φύλλων μειώνεται περαιτέρω λόγω της πτώσης των γηρασμένων φύλλων. Τα υβρίδια Oleko και 63A90 παρουσίασαν τη μεγαλύτερη φυλλόπτωση στο

τέλος του βιολογικού τους κύκλου, ενώ στα υβρίδια Nutrasol και 64E83 αρκετά γηρασμένα φύλλα διατηρήθηκαν πάνω στο στέλεχος .

Ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία και το βάρος τους είναι δύο παράγοντες που επιδρούν θετικά στις αποδόσεις των φυτών σε σπόρο, όμως πιο σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει ο πρώτος.

Την πιο ισχυρή συσχέτιση με τις τελικές αποδόσεις των υβριδίων σε σπόρο παρουσίασαν το ξηρό βάρος των ταξιανθιών και ο LAD total. Την πιο ισχυρή συσχέτιση με τις τελικές αποδόσεις σε έλαιο παρουσίασαν το ξηρό βάρος των ταξιανθιών και ο αριθμός των σπόρων ανά ταξιανθία. Η βιομάζα των φυτών σχετίστηκε περισσότερο σημαντικά με το ξηρό βάρος των ταξιανθιών και των στελεχών, με το LAD μέχρι την άνθιση και με το μέγιστο LAI.

Η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων δε σχετίζεται με τα περισσότερα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Παρατηρήθηκε ωστόσο ότι μειώνεται σημαντικά όταν αυξάνεται ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό και η διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας μετά την άνθιση. Η ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων των τεσσάρων υβριδίων δε διέφερε σημαντικά, όμως οι τελικές αποδόσεις των φυτών σε έλαιο παρουσίασαν τάση για υπεροχή στα υβρίδια Oleko και 63A90, σαν αποτέλεσμα της τάσης για παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού σπόρων σε αυτά. Φαίνεται δηλαδή περισσότερο σημαντικό για την επίτευξη αυξημένων αποδόσεων σε έλαιο των φυτών ηλίανθου, να παράγεται μεγαλύτερος αριθμός σπόρων ανά φυτό.

Το έλαιο των δύο high oleic υβριδίων περιείχε μεγάλες ποσότητες ελαϊκού οξέως, ενώ τα δύο συμβατικά υβρίδια παρήγαγαν μεγαλύτερες ποσότητες κορεσμένων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων.

Τα ποσοστά ελαϊκού οξέως, που παρατηρήθηκαν στο έλαιο των συμβατικών υβριδίων, ήταν σχετικά αυξημένα και θα μπορούσαν να αποδοθούν στην πιθανή γονιμοποίηση των ανθέων τους από τη γύρη των high-oleic υβριδίων, ή και στις αυξημένες θερμοκρασίες που επικράτησαν την περίοδο της ωρίμανσης. Για να καταλήξουμε όμως σε ασφαλή συμπεράσματα απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Adams, M.W., 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean. *Crop Sci.*, 7: 505-510.
- Adler, I., 1974. A model of contact pressure in phyllotaxis. *J. Theor. Biol.*, 45: 1-79.
- Alba, E. and I Greco, 1978. An analysis of the association factors influencing seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) *The sunflower newsletter*, No. 2, 3: 13-15.
- Allman-Farinelli, M.A., K. Gomes, E.J. Favaloro, and P. Petocz, 2005. A Diet Rich in High-Oleic-Acid Sunflower Oil Favorably Alters Low-Density Lipoprotein Cholesterol, Triglycerides, and Factor VII Coagulant Activity. *Am. Diet. Assoc. Number 7*, 105: 1071-1079.
- Anderson, W., R. Smith, J. Mc William, 1978. A system approach to the adaptation of sunflower to new environments. I. Phenology and environment. *Field Crops Res.*, 1: 142-152.
- Andrade F.H. 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Res.*, 41: 1-12.
- Anonymous, 2009. Codex standard for named vegetable oils. Codex-Stan 210. Available at <http://www.codexalimentarius.net> (verified 7 March 2010). Codex Alimentarius Commission, 13p.
- Anonymous, 2010. Available at <http://faostat.fao.org>. (verified 7 March 2010).
- Arnaud, F., 1986. Cahier technique: plante-selection. Tournesol. Paris. Centre Technique Interprofessionel des Oleagineux Metropolitains (CETIOM).
- Ashok, N., M. Sheriff and L.S. Narayana, 2000. Character association and path coefficient analysis in sunflower (*Heliantus annuus* L.). *Crop Res.*, 20: 453-6.
- Beard, B.H. and S. Geng, 1982. Interrelationship of morphological economic characters in sunflower. *Crop Sci.*, 22: 817-22.
- Benjamin, H., Beard and Shugeng, 1982. Interrelationship of morphological and economic characters in sunflower. *Crop. Sci.*, 22: 820.
- Blanchet, R. and A. Merrien, 1982. Influence of water supply on assimilation, yield components and oil-protein production of sunflower. In *Proc. Sunflower Workshop*, E.E.C. Plant Protein Program, Athens, 23-24 November, 1982. Plant Breeding Institute, University of Bari, Italy, pp.185-201.

- Borojević, S., 1971. Forming a model of high-yielding wheat varieties. *Contemporary Agriculture*, Novi Sad, Yugoslavia, 6: 33-47.
- Bremm, P.M. and G.K. Preston, 1990. A field comparison of sunflower (*Helianthus annuus*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) in a long drying cycle. II. Plant water relations, growth and yield. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 463-478.
- Burton, J.W., J.F. Miller, B.A. Vick, R. Scarth, and C.C. Holbrook. 2004. Altering fatty acid composition in oil seed crops. *Adv. Agron.*, 84: 273–306.
- Canvin, D.T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. *Can. J. Bot.*, 60:195-200.
- Charlet, L.D and J.F. Miller, 1993. Seed production after floret removal from sunflower heads. *Agron. J.* 85: 56-58.
- Connor, D.J., A.J. Hall, 1997. Sunflower physiology. In: Schneiter, A.A. (Ed.), *Sunflower Technology and Production*. Agronomy Monograph No. 35, ASA, CSSA, SSSA, Madison Wisconsin, pp. 113-182.
- Connor, D.J., and V.O. Sandras, 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Res.*, 30: 333-389.
- Ćupina, T. and L.J. Vasiljević, 1974. Study of inheritance of size and structure of photosynthetic apparatus in sunflower. In: *Proc of the 4th Congress of Yugoslav Biologists*, Sarajevo, pp. 27-28.
- Darwin, C., 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. Marray J. (Editor), Albemarle st, London, 502pp.
- Diakov, A.B., 1981. Physiological basis of sunflower variety and ideotypes for limiting conditions. In: *Proc. EUCARPIA: Sunflower Breeding Prague*, Czechoslovakia, pp. 157-167.
- Doddamani, I.K., S.A. Patil and R.L Ravikumar, 1997. Self-compatibility and seed set in selected genotypes of sunflower. *Crop Impr.*, 24: 207-212.
- Evans, G. C., 1972. *The Quantitative Analysis of Plant Growth*, Blackwell Scientific Studies in Ecology, University of California Press, Berkeley, 734pp.
- Fernandez Martinez, J. and E. Alba, 1984. Breeding for oil and meal quality in sunflower . In: *Proc. Int. Symp. on Science and Bio- Technology for an Integral Sunflower Utilization*, Bari, Italy, pp. 75-97.

- Fernandez-Martinez, J. and J. Dominguez-Jimenez, 1981. Sunflower breeding for drought resistance. In: *Proc. EUCARPIA: Sunflower Breeding* Prague, Czechoslovakia, pp. 138-147.
- Fernandez-Martinez, J., A. 1, Jimenez, J. Dominguez, J.M. Garcia, R. Garces, and M. Mancha, 1989. Genetic analysis of the high oleic acid content in cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, 41: 39-51.
- Fick, G.N., 1978. Breeding and Genetics. In: J.F. Carter (Editor), *Sunflower Science and Technology*, Agronomy Monograph No. 19. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 279-338.
- Fick, G.N., 1984. Inheritance of high oleic acid in the seed of sunflower oil of sunflower. In: *Proc. Sunflower Research Workshop*. National Sunflower Assoc., Bismarck, ND, p. 9.
- Fick G.N., D.E. Zimmer and D.C. Zimmermann, 1974. Correlation of seed oil content with other plant and seed characteristics. *Crop Sci.*, 14: 755-7.
- Flagella, Z., T. Rotunno, E. Tarantino, R. Di Caterina, A. De Caro, 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *Eur. J. Agron.*, 17: 221-230.
- Friedt, W, 1992. Present state and future prospects of biotechnology in sunflower breeding. *Fields Crop Res.*, 30: 425-442.
- Goffner, D., R. Cazalis, C. Percie du Sert, J. Calmes and G. Cavalie, 1988. ¹⁴C photoassimilate partitioning in developing sunflower seeds. *J. Exp. Bot.* 39: 1411-1420.
- Goyne, P.J., B.W. Simpson, D.R. Woodruff, and J.D. Churchett, 1979. Environmental influence on sunflower achene growth, oil content and oil quality. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 19: 82-88.
- Grundy, S.M., 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New Engl. J. Med.*, 314: 745-748.
- Hammer, G.L., P.J. Goyne and D.R. Woodruff, 1982. Phenology of sunflower cultivars. III. Models of prediction in field environments. *Aust. J. Agric. Res.*, 33: 263-274.
- Hazel C. H., J. R. McWilliam and W. K. Mason, 1978. Influence of Temperature on Oil Content and Composition of Sunflower Seed. *Aust. J. Agric. Res.*, 29, 1203-1212.

- Hall, A.J., C.A. Chimenti, F. Villela, and G. Freier, 1985. Timing of water stress effects on yield components in sunflower. In: *Proc. 11th Int. Sunflower Conf.*, Mar del Plata, Argentina, 10-13 March. Int. Sunflower Assoc., Toowoomba, Australia, pp. 131-136.
- Heiser, C.B., 1978. Taxonomy of *Helianthus* and origin of domesticated sunflower. In: J.F. Carter (Editor), *Sunflower Science and Technology. Agronomy Monograph No. 19*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 31-51.
- Hu, F.B., J.E Manson, and W.C. Willett, 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: A critical review. *J. Am. Coll. Nutr.*, 20: 5-19.
- Izquierdo, N.,L. Aguirrezábal, F. Andrade, V. Pereyra, 2002. Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phenological stage. *Field Crops Res.*, 77: 115-126.
- Jean, R.V., 1983. Introductory review. Mathematical modeling in phyllotaxis: The state of the art. *Math. Biosci.*, 64: 1-27.
- Jing, M., A. R. Folsom, L. Lewis, J. H. Eckfeldt, J. Ma, 1997. Relation of plasma phospholipid and cholesterol ester fatty acid composition of carotid artery intima-media thickness: The atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 65: 551-559.
- Kelly, M.L., J.R. Berry, D.A. Dwyer, J.M. Griinari, P.Y. Chouinard, M.E. Van Arburgh, D.E. Bauman, 1998. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, 128: 881-885.
- Kesteloot 1982. Morphological differences of high and low yielding hybrids of sunflower. In: *Proc. X Int. Sunflower Conf.* Surfers Paradise, Australia, 14-18 Mar., Int Sunflower Assoc., Toowoomba, Queensland, Australia, pp. 3-11.
- Kinman, M.L. and F.R. Earle, 1964. Agronomic performance and chemical composition of the seed of sunflower hybrids and introduced varieties. *Crop Sci.*, 4: 417-420.
- Kotecha, A. 1980. Inheritance and association of seeds per head, yield per head, blotch and flower color in sunflower species. *Canadian j. Pl. Sci.*, 60: 813-9.
- Kovačik, A. and B. Škaloud, 1979. Prerequisites for the determination of sunflower ideotype for the northern regions. *Rostl. Vyroba*, 25: 551-556.
- Kris-Etherton, P.M., S. Yu, 1997. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 65: 1628-1644.

- Lajara, J.R., U. Diaz, and R.D. Quidiello, 1990. Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 67: 618–623.
- Lakshmanrao, N.G., K.G. Shambulingappa and P. Kusumakumari, 1985. Studies on Path-coefficient analysis in sunflower. In: *Proc. of the 11th Inter. Sunfl. Conf.* 733-735, 10-13 March, Mar del Plata, Argentina.
- Leon, A.J., J. Moutus, M.C. Moutus, M. MacManey and F.H. Andrade. 1981. Efectos de la falta de polen en lineas machoesteriles de girasol utilizadas en la produccion de semilla hibrida. *Actas: V Reunión Técnica Nacional de Girasol*, Bahia Blanca, 2-4 september, pp. 231-236.
- López Pereira, M., N. Trápani and V.O. Sandras, 1999b. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. II: Phenological development, growth and source-sink relationship. *Field Crops Res.*, 63: 247-254.
- Marinkovic R. 1992. Path coefficient analysis of some yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.), I. *Euphytica*, 60: 201-205.
- Merrien, A., R. Blanchet and N. Gelfi, 1983. Role des relations source-puits et de la competition intraspecificue dans l' evolution de l' activite assimilatrice du tournesol au cours de son cycle de development. *Agronomie*, 3(10): 1045-1051.
- Miller, J.F., D.C. Zimmerman and B.A. Vick, 1987. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. *Crop Sci.*, 27: 923-926.
- Miller, J.F., and B.A. Vick, 1999. Inheritance of reduced stearic and palmitic acid content in sunflower seed oil. *Crop Sci.*, 39:364–367.
- Miralles, O.B., J.A. de Juan Valero, F. Martin de Santa Olalla, 1997. Growth, development and yield of five sunflower hybrids. *Eur. J. Agron.*, 6: 47-59.
- Murphy, D.J. (1994). *Designer Oil Crops, Breeding, Processing and Biotechnology*. VCH Press, Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany.
- Neto da Silva, F., Salgado Prata A., Rocha Texeira, J., 2003. Technical feasibility assessment of oleic sunflower methyl ester utilisation in diesel bus engines. *Energ. Convers, Manage.*, 44: 2857-2878.
- Pathak, R.S. 1974. Yield components in sunflower. In: *Proc. of the 6th Inter. Sunfl. Conf*, 22-24 July, Bucharest, pp. 271-228
- Penning de Vries, F.W.T., A.H.M. Brunsting, and H.H. Van Laar, 1974. Products requirements and efficiency of biosynthesis: a quantitative approach. *J. Theor Biol.*, 45: 339-377.

- Pereyra-Irujo A. Gustavo and L.A.N. Aguirrezábal, 2007. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. *Agr. Forest Meteorol.*, 143: 252-265.
- Pereyra-Irujo A. Gustavo, N.G. Izquierdo, M. Covi, S.M. Nolasco, F. Quiroz, and L.A.N. Aguirrezábal, 2009. Variability in sunflower oil quality for biodiesel production: A simulation study. *Biomass Bioen.*, 33: 459-468.
- Putt, E.D., 1943. Association of seed yield and oil content with other characters in the sunflower. *Sci. Agric.*, 23: 377-383.
- Pillai, M.A., P. Ramalingam, C.S. Srodharan, S. Murugan and C.Vanniarajan, 1995. Stability analysis for seed yield and it's components in Sunflower hybrids. *Annals of Agric. Res.*, 16: 409-412.
- Punia, M.S. and S.H. Gill, 1994. Correlation and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 17: 7-11.
- Qaizar A., M.A. Rana and S.U.H. Siddiqui, 1991. Sunflower seed yield as influenced by some agronomic and seed characters. *Euphytica*, 56: 137-142.
- Rana, M.A. M.A. Khan, M. Yousuf and S.M. Mirza, 1991. Evaluation of 26 sunflower cultivars at Islamabad. *Helia*, 14: 19-28.
- Rasmusson, D.C. and R.Q. Cannel, 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Sci.*, 10:51-54.
- Ridley, J.N., 1982. Packing efficiency in sunflower heads. *Math. Biosci.*, 54: 129-139.
- Robertson, J.A., Jr. G.W. Chapman, and Jr. R.L. Wilson, 1978. Relation of days after flowering to chemical composition and physiological maturity of sunflower seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 55: 266-269.
- Robertson J.A., J.K. Thomas and D. Burdick, 1971. Chemical composition of the seed of Sunflower hybrids and open pollinated varieties. *J. Food Sci.*, 36: 873-876.
- Rousseaux, M.C, A.J. Hall, and R.A. Sánchez. 1999. Light environment, nitrogen content, and carbon balance of basal leaves of sunflower canopies. *Crop Sci.*, 39: 1093-1100.
- Ruiz R.A., and G.A. Maddonni, 2006. Sunflower Seed Weight and Oil Concentration under Different Post-Flowering Source-Sink Ratios. *Crop Sci.*, 46: 671-680.
- Sandras, V.O., D.J. Connor, and D.M. Whitfield, 1992. Yield, yield components and source-sink relationships in water stress sunflower. *Field Crops Res.*, 31: 27-39.

- Sandras, V.O., A.J. Hall, N. Trápani and F. Vilella, 1989. Dynamics of rooting and root length: leaf area relationships as affected by plant population in sunflower crops. *Field Crops Res.*, 28: 17-37.
- Sandras, V.O., D.M. Whitfield and D.J. Connor, 1991b. Regulation of evapotranspiration and its partitioning between transpiration and solar evaporation by sunflower crops. A comparison between hybrids of different structure. *Field Crops Res.*, 28: 17-37.
- Seiler, G.J. 1992. Introduction. *Field Crops Res.*, 30: 191-194.
- Shell G.S.G. and Lang A.R.G., 1976. Movements of sunflower leaves over a 24-h period. *Agric. Meteorol.*, 16: 161-170.
- Škorić, D. 1992. Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Res.*, 30: 231-270.
- Sobrinho, E., A.M. Tarquis, and M.C. Diaz, 2003. Modeling the oleic acid content in sunflower oil. *Agron. J.*, 95: 329–334.
- Soldatov, K., 1976. Chemical mutagenesis for sunflower breeding. In: *Proc. 7th Int. Sunflower Conf.*, Krasnodar, USSR. Int. Sunflower Assoc. Toowoomba, Australia, pp: 179-182 & 352-357.
- Soxhlet, F., 1879. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. *Dinglers Polytech. J.*, 232: 461.
- Steer, B.T., P.J. Hocking and A. Low, 1988. Dry matter, minerals and carbohydrates in the capitulum of sunflower (*Helianthus annuus* L.): effects of competition between seeds and defoliation. *Field Crops Res.*, 18: 71-85.
- Tekelwold A., H. Jayarmaiah and B.N. Jagadesh, 2000. Correlation and path analysis of physiomorphological characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as related to breeding method. *Helia*, 23(32): 105-114.
- Valenzuela, A., N. Morgado, 1999. Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry. *Biol. Res.*, 32: 273-287.
- Villalobos, A.J. Hall, J.T.Ritcie and F.Orgos, 1996. Seasonal impact on growth, development and yield model of sunflower crop. *Agron. J.*, 88: 403-415.
- Vinisree,G., K. Ananthasayana, G.V.S. Nagabhusnanam and C.A. Jagadish, 1988. Correlation and path coefficient analysis in sunflower. *J. Oilseeds Res.*, 2: 46-51.
- Vranceanu, A.V., 1977. *El girasol*. Madrid, Spain. Ediciones Mundi-Prensa, 379pp.
- Warren Wilson, J. 1966. Effect of temperature on net assimilation rate. *Ann. Bot.*, 30: 383-402.

Williams, R.F. and E.G. Brittain, 1984. A geometrical model of phyllotaxis. *Aust. J. Bot.*, 32: 43-72.

Zaffaroni, E. and Schneiter, A.A. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population and row arrangement. *Agron. J.*, 83: 113-118.

Ελληνική βιβλιογραφία

Ανώνυμος, 2010. Διαθέσιμο στο <http://www.minagric.gr>. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Αυγουλάς, Χρ., Κ. Ποδηματάς, Π. Παπαστυλιανού, 2001. *Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας*. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 486 σελ.

Αυγουλάς, Χ. 2008. Σημειώσεις για τα Ελαιούχα και Κλωστικά Φυτά. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, 19 σελ.

Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ., 2002. *Βιομηχανικά Φυτά. Βαμβάκι και υπόλοιπα Κλωστικά, Ελαιοδοτικά, Ζαχαρότευτλα, Καπνός*. Εκδόσεις Σταμούλης, 412 σελ.

Καλαβριώτου, Π.Α., 2005. Αύξηση και ανάπτυξη του ηλίανθου και του κενάφ για την παραγωγή βιομάζας και βιοενέργειας στην κεντρική Ελλάδα. M. Sc. Thesis, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ.2568/91 σχετικά με τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ελαιολάδων και των πυρηνέλαιων καθώς και με τις μεθόδους προσδιορισμού. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 248, σελ 1.

Καραμάνος, Α.Ι. 1993. Γενική Γεωργία. Μέρος Ι. *Το εναέριο Περιβάλλον*. 186 σελ.

Μπαλατσούρας Γ., 1995. *Ελαιολάδο Σπορέλαια*. Τόμος Α'. Εκδόσεις Γ.Π.Α, 431 σελ.

Ξανθόπουλος, Φ.Π. 1993. *Ο Ηλίανθος*. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών, 261 σελ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πίνακας 1. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,30329167	0,101097	15,3242	0,0032
Επανάληψη	2	0,00695000	0,003475	0,5267	0,6155
Υπόλοιπο	6	0,03958333	0,006597		
Σύνολο	11	0,34982500			

Πίνακας 2. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,25606667	0,085356	2,7957	0,1313
Επανάληψη	2	0,09461667	0,047308	1,5495	0,2867
Υπόλοιπο	6	0,18318333	0,030531		
Σύνολο	11	0,53386667			

Πίνακας 3. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,10622500	0,035408	1,0341	0,4422
Επανάληψη	2	0,13655000	0,068275	1,9939	0,2168
Υπόλοιπο	6	0,20545000	0,034242		
Σύνολο	11	0,44822500			

Πίνακας 4. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,03295833	0,010986	0,5436	0,6702
Επανάληψη	2	0,08826667	0,044133	2,1836	0,1938
Υπόλοιπο	6	0,12126667	0,020211		
Σύνολο	11	0,24249167			

Πίνακας 5. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,02086667	0,006956	0,3681	0,7791
Επανάληψη	2	0,04961667	0,024808	1,3128	0,3366
Υπόλοιπο	6	0,11338333	0,018897		
Σύνολο	11	0,18386667			

Πίνακας 6. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ύψους των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,02086667	0,006956	0,3681	0,7791
Επανάληψη	2	0,04961667	0,024808	1,3128	0,3366
Υπόλοιπο	6	0,11338333	0,018897		
Σύνολο	11	0,18386667			

Πίνακας 7. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	75,90023	25,3001	6,6316	0,0247
Επανάληψη	2	4,99707	2,4985	0,6549	0,5530
Υπόλοιπο	6	22,89040	3,8151		
Σύνολο	11	103,78769			

Πίνακας 8. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	20,574833	6,85828	1,5294	0,3005
Επανάληψη	2	15,704450	7,85222	1,7511	0,2518
Υπόλοιπο	6	26,905217	4,48420		
Σύνολο	11	63,184500			

Πίνακας 9. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	55,648225	18,5494	23,9566	0,0010
Επανάληψη	2	5,046117	2,5231	3,2585	0,1101
Υπόλοιπο	6	4,645750	0,7743		
Σύνολο	11	65,340092			

Πίνακας 10. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	61,35557	20,4519	2,6533	0,1427
Επανάληψη	2	26,27707	13,1385	1,7045	0,2593
Υπόλοιπο	6	46,24893	7,7082		
Σύνολο	11	133,88157			

Πίνακας 11. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	35,343892	11,7813	1,5581	0,2942
Επανάληψη	2	8,299267	4,1496	0,5488	0,6041
Υπόλοιπο	6	45,366733	7,5611		
Σύνολο	11	89,009892			

Πίνακας 12. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAI των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,4406917	0,146897	1,6758	0,2701
Επανάληψη	2	0,1544667	0,077233	0,8811	0,4618
Υπόλοιπο	6	0,5259333	0,087656		
Σύνολο	11	1,1210917			

Πίνακας 13. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAI των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παράλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	1,0465667	0,34886	0,6053	0,6353
Επανάληψη	2	2,5600500	1,28002	2,2208	0,1897
Υπόλοιπο	6	3,4582833	0,57638		
Σύνολο	11	7,0649000			

Πίνακας 14. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAI των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παράλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,650092	0,21670	0,2018	0,8916
Επανάληψη	2	11,212550	5,60628	5,2197	0,0486
Υπόλοιπο	6	6,444383	1,07406		
Σύνολο	11	18,307025			

Πίνακας 15. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAI των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παράλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	1,6830917	0,56103	1,3366	0,3477
Επανάληψη	2	2,4304167	1,21521	2,8952	0,1318
Υπόλοιπο	6	2,5183833	0,41973		
Σύνολο	11	6,6318917			

Πίνακας 16. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAI των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παράλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,4004667	0,133489	0,3616	0,7834
Επανάληψη	2	0,1390500	0,069525	0,1883	0,8331
Υπόλοιπο	6	2,2150833	0,369181		
Σύνολο	11	2,7546000			

Πίνακας 17. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAD των τεσσάρων υβριδίων μέχρι την ολοκλήρωση της άνθισης, δηλαδή 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	744,876	248,29	0,3282	0,8056
Επανάληψη	2	5698,767	2849,38	3,7669	0,0871
Υπόλοιπο	6	4538,511	756,42		
Σύνολο	11	10982,154			

Πίνακας 18. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAD των τεσσάρων υβριδίων μετά την άνθιση, δηλαδή από 88 έως 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	630,4790	210,160	0,8034	0,5360
Επανάληψη	2	135,7064	67,853	0,2594	0,7798
Error	6	1569,6063	261,601		
C. Total	11	2335,7918			

Πίνακας 19. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του LAD total των τεσσάρων υβριδίων για τη συνολική διάρκεια της φυλλικής επιφάνειας.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	2645,515	881,84	0,4957	0,6985
Επανάληψη	2	7282,761	3641,38	2,0470	0,2100
Error	6	10673,330	1778,89		
C. Total	11	20601,606			

Πίνακας 20. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	5915,0664	1971,69	5,2798	0,0404
Επανάληψη	2	659,8623	329,93	0,8835	0,4610
Υπόλοιπο	6	2240,6459	373,44		
Σύνολο	11	8815,5746			

Πίνακας 21. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	62145,45	20715,1	2,1093	0,2004
Επανάληψη	2	36537,01	18268,5	1,8602	0,2352
Υπόλοιπο	6	58925,87	9821,0		
Σύνολο	11	157608,33			

Πίνακας 22. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	17157,82	5719	0,2345	0,8693
Επανάληψη	2	218039,53	109020	4,4700	0,0648
Υπόλοιπο	6	146334,44	24389		
Σύνολο	11	381531,79			

Πίνακας 23. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	8471,38	2823,8	0,1911	0,8987
Επανάληψη	2	177966,52	88983,3	6,0230	0,0368
Υπόλοιπο	6	88643,29	14773,9		
Σύνολο	11	275081,18			

Πίνακας 24. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	6998,49	2332,8	0,1310	0,9381
Επανάληψη	2	172851,57	86425,8	4,8547	0,0557
Υπόλοιπο	6	106814,66	17802,4		
Σύνολο	11	286664,72			

Πίνακας 25. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των στελεχών των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	16489,850	5496,6	0,5897	0,6440
Επανάληψη	2	24149,984	12075,0	1,2954	0,3407
Υπόλοιπο	6	55928,652	9321,4		
Σύνολο	11	96568,486			

Πίνακας 26. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	4716,831	1572,28	1,8869	0,2328
Επανάληψη	2	1683,362	841,68	1,0101	0,4187
Υπόλοιπο	6	4999,636	833,27		
Σύνολο	11	11399,829			

Πίνακας 27. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	5837,424	1945,81	0,4150	0,7487
Επανάληψη	2	19187,722	9593,86	2,0461	0,2101
Υπόλοιπο	6	28133,448	4688,91		
Σύνολο	11	53158,594			

Πίνακας 28. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	14116,30	4705,4	0,1907	0,8990
Επανάληψη	2	148493,25	74246,6	3,0083	0,1245
Υπόλοιπο	6	148085,10	24680,9		
Σύνολο	11	310694,64			

Πίνακας 29. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	15948,41	5316,1	0,4184	0,7465
Επανάληψη	2	41724,32	20862,2	1,6418	0,2700
Υπόλοιπο	6	76242,40	12707,1		
Σύνολο	11	133915,13			

Πίνακας 30. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	18670,90	6223,6	0,3457	0,7939
Επανάληψη	2	8207,16	4103,6	0,2279	0,8028
Υπόλοιπο	6	108015,77	18002,6		
Σύνολο	11	134893,82			

Πίνακας 31. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	129253,42	43084,5	10,5229	0,0084
Επανάληψη	2	15733,67	7866,8	1,9214	0,2265
Υπόλοιπο	6	24566,12	4094,4		
Σύνολο	11	169553,20			

Πίνακας 32. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	4466,3955	1488,80	15,8770	0,0029
Επανάληψη	2	3201,7507	1600,88	17,0722	0,0033
Υπόλοιπο	6	562,6255	93,77		
Σύνολο	11	8230,7717			

Πίνακας 33. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	61311,12	20437,0	1,0007	0,4545
Επανάληψη	2	100746,25	50373,1	2,4666	0,1653
Υπόλοιπο	6	122533,21	20422,2		
Σύνολο	11	284590,59			

Πίνακας 34. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	41307,86	13769	0,4982	0,6970
Επανάληψη	2	216133,44	108067	3,9102	0,0818
Υπόλοιπο	6	165822,26	27637		
Σύνολο	11	423263,56			

Πίνακας 35. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	28286,1	9429	0,0821	0,9674
Επανάληψη	2	311431,6	155716	1,3553	0,3268
Υπόλοιπο	6	689377,3	114896		
Σύνολο	11	1029095,0			

Πίνακας 36. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	14280,5	4760	0,0808	0,9681
Επανάληψη	2	650679,5	325340	5,5193	0,0437
Υπόλοιπο	6	353675,2	58946		
Σύνολο	11	1018635,2			

Πίνακας 37. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 45 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	20125,208	6708,40	3,0054	0,1166
Επανάληψη	2	4337,651	2168,83	0,9716	0,4310
Υπόλοιπο	6	13392,733	2232,12		
Σύνολο	11	37855,592			

Πίνακας 38. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 59 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	133143,62	44381,2	1,5393	0,2983
Επανάληψη	2	140332,04	70166,0	2,4337	0,1683
Υπόλοιπο	6	172986,81	28831,1		
Σύνολο	11	446462,47			

Πίνακας 39. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 75 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	61013,1	20338	0,1152	0,9480
Επανάληψη	2	1480263,6	740132	4,1913	0,0726
Υπόλοιπο	6	1059523,8	176587		
Σύνολο	11	2600800,5			

Πίνακας 40. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 88 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	490304,9	163435	1,5258	0,3013
Επανάληψη	2	451178,4	225589	2,1060	0,2028
Υπόλοιπο	6	642696,8	107116		
Σύνολο	11	1584180,0			

Πίνακας 41. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 106 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	24972,8	8324	0,0210	0,9954
Επανάληψη	2	547930,8	273965	0,6907	0,5371
Υπόλοιπο	6	2379774,0	396629		
Σύνολο	11	2952677,6			

Πίνακας 42. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ολικού ξηρού βάρους των φυτών των τεσσάρων υβριδίων στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	122077,9	40693	0,2409	0,8649
Επανάληψη	2	1331239,3	665620	3,9410	0,0807
Υπόλοιπο	6	1013373,5	168896		
Σύνολο	11	2466690,8			

Πίνακας 43. Ανάλυση της διασποράς των τιμών της διαμέτρου της βάσης του στελέχους στα φυτά των υβριδίων στη συγκομιδή (127 ημέρες από τη σπορά).

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,6834917	0,227831	4,0219	0,0694
Επανάληψη	2	0,2287167	0,114358	2,0188	0,2136
Υπόλοιπο	6	0,3398833	0,056647		
Σύνολο	11	1,2520917			

Πίνακας 44. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του βάρους 1000 σπόρων των τεσσάρων υβριδίων στη συγκομιδή, δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	372,9072	124,302	1,0217	0,4467
Επανάληψη	2	746,4802	373,240	3,0678	0,1209
Υπόλοιπο	6	729,9915	121,665		
Σύνολο	11	1849,3789			

Πίνακας 45. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του αριθμού σπόρων ανά φυτό των τεσσάρων υβριδίων στη συγκομιδή, δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	421059,3	140353	3,8314	0,0760
Επανάληψη	2	836575,5	418288	11,4185	0,0090
Υπόλοιπο	6	219794,3	36632		
Σύνολο	11	1477429,1			

Πίνακας 46. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του ποσοστού μη αναπτυγμένων σπόρων ανά ταξιανθία των υβριδίων στη συγκομιδή (127 ημέρες από τη σπορά).

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	4,846000	1,61533	1,3610	0,3412
Επανάληψη	2	6,015417	3,00771	2,5341	0,1593
Υπόλοιπο	6	7,121250	1,18688		
Σύνολο	11	17,982667			

Πίνακας 47. Ανάλυση της διασποράς των τιμών της ελαιοπεριεκτικότητας των σπόρων των υβριδίων στη συγκομιδή δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	9,60333	3,2011	0,1984	0,8939
Επανάληψη	2	11,52167	5,7608	0,3570	0,7137
Υπόλοιπο	6	96,83167	16,1386		
Σύνολο	11	117,95667			

Πίνακας 48. Ανάλυση της διασποράς των τιμών των αποδόσεων σε σπόρο των τεσσάρων υβριδίων σε kg/στρ, στη συγκομιδή δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	64984,82	21662	0,6646	0,6036
Επανάληψη	2	278747,64	139374	4,2763	0,0701
Υπόλοιπο	6	195553,70	32592		
Σύνολο	11	539286,15			

Πίνακας 49. Ανάλυση της διασποράς των τιμών των αποδόσεων σε έλαιο των τεσσάρων υβριδίων σε kg/στρ στη συγκομιδή δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	10466,336	3488,8	0,7838	0,5450
Επανάληψη	2	37599,671	18799,8	4,2239	0,0716
Υπόλοιπο	6	26705,138	4450,9		
Σύνολο	11	74771,146			

Πίνακας 50. Ανάλυση της διασποράς των τιμών του δείκτη συγκομιδής (H.I) των τεσσάρων υβριδίων σε kg/στρ στη συγκομιδή δηλαδή στις 127 ημέρες από τη σπορά.

Πηγή Παραλλ/τας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	Prob > F
Υβρίδιο	3	0,06049167	0,020164	3,7130	0,0805
Επανάληψη	2	0,00161667	0,000808	0,1488	0,8648
Υπόλοιπο	6	0,03258333	0,005431		
Σύνολο	11	0,09469167			

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ

