

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

Η επίδραση της λίπανσης στην αύξηση και παραγωγικότητα τεσσάρων (4) ποικιλιών ελαιοκράμβης, στη Θεσσαλία το 2006/2007



Κακαβικάκης Γεώργιος, ΑΜ:947 Βόλος 2010



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

Αριθ. Εισ.: 8810/1
Ημερ. Εισ.: 16-09-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2010
ΚΑΚ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

“Η επίδραση της λίπανσης στην αύξηση και παραγωγικότητα τεσσάρων (4) ποικιλιών ελαιοκράμβης, στη Θεσσαλία το 2006/2007”

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

- ✓ Καθηγητής Νικόλαος Δαναλάτος, Εργαστήριο γεωργίας και εφαρμοσμένης φυσιολογίας φυτών, Τμήμα γεωπονίας, φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (επιβλέπων καθηγητής)
- ✓ Αν. Καθηγήτρια Ανθούλα Δημήρκου, Εργαστήριο εδαφολογίας, Τμήμα γεωπονίας, φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- ✓ Αν. Καθηγητής Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, Εργαστήριο γενετικής, Τμήμα γεωπονίας φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κακαβικάκης Γεώργιος
Εργαστήριο Γεωργίας
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Φυτόκο, 38446 Βόλος, Ελλάδα
Email: Georgekak@gmail.com

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Ενεργειακά φυτά.....	7
1.1.1 Ενέργεια και περιβάλλον	
1.1.2 Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα	
1.2 Γενικά για τα φυτά.....	10
1.2.1 Έδαφος – φυτό – ατμόσφαιρα	
1.3 Ελαιοκράμβη.....	12
1.3.1 Γενικά στοιχεία για την ελαιοκράμβη	
1.3.2 Παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη του φυτού	
1.3.2.1 Γενικά – το εναέριο περιβάλλον	
1.3.2.2 Θρεπτικά στοιχεία	
1.3.2.3 Καλλιεργητικές φροντίδες	
1.3.3 Φαινολογία	
1.3.4 Παραγωγικότητα	
1.3.5 Ποικιλίες	
1.4 Σκοπός της εργασίας.....	22
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
2.1 Πειραματική περιοχή και πειραματικό σχέδιο.....	23
2.2 Εργασίες στον αγρό.....	25
2.3 Μετρήσεις – Παρατηρήσεις.....	25
2.4 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	27
2.5 Στατιστική ανάλυση.....	27

3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	28
3.1	Κλιματικές συνθήκες.....	28
3.2	Εξέλιξη Πυκνότητας και ύψους φυτών.....	30
3.3	Εξέλιξη Δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) και δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA).....	32
3.4	Χλωρό και ξηρό βάρος και κατανομή στα φυτικά όργανα.....	34
3.5	Αποδοτικότητα χρήσης αζώτου.....	40
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	42
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44
6.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	49
6.1	Παράδειγμα στατιστικής ανάλυσης.....	49
6.2	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	61
6.3	Φωτογραφικό παράρτημα.....	65

Πρόλογος

Η διατριβή αυτή αναφέρεται στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης (*Brassica napus*, oil-seed rape), μία σύγχρονη καλλιέργεια που αναπτύχθηκε μετά από γενετική βελτίωση ποικιλιών από Γερμανούς επιστήμονες. Η εξάπλωσή της αφορά πολλές χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου και ιδιαίτερα τη βόρεια Ευρώπη στο κλίμα της οποίας είναι καλά προσαρμοσμένη. Χρησιμοποιείται για εξαγωγή λαδιού από τον –πλούσιο σε έλαια- σπόρο, το οποίο αξιοποιείται στην Παρασκευή τροφίμων και επίσης για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Έτσι, αρχικά δίνεται η περιβαλλοντική διάσταση των φυτών βιοενέργειας και μία περιγραφή των προβλημάτων στα οποία επιχειρείται να δώσουν λύσεις. Συνεχίζει το εισαγωγικό μέρος με γενικά στοιχεία για το φυτό και τους παράγοντες που επιδρούν στην αύξηση και τις αποδόσεις του, τις διεργασίες πρόσληψης-αφομοίωσης αζώτου και παρουσιάζεται ο σκοπός αυτής της εργασίας.

Ακολουθεί το πειραματικό μέρος με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν στον αγρό και τα εργαστήρια για την καλλιέργεια του φυτού και τη λήψη παρατηρήσεων και μετρήσεων. Δίνεται μία περιγραφή του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε, των εργαλείων και των εργασιών στο χωράφι και στο εργαστήριο με ημερολογιακά στοιχεία. Έπειτα, γίνεται παράθεση και ανάλυση των όποιων αποτελεσμάτων προέκυψαν από τις μετρήσεις ώστε να εξαχθούν να ανάλογα συμπεράσματα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. **N. Δαναλάτο** για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου παρείχε κατά τη διεξαγωγή και συγγραφή αυτής της μελέτης, καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε στο πλαίσιο των μαθημάτων του εργαστηρίου γεωργίας.

Επίσης, θα πρέπει να εκδηλώσω την ευχαρίστησή μου στην αν. καθηγήτρια κ. **A. Δημήρκου** για την προσφορά της να αναλάβει ως μέλος της επιτροπής, για τη συνεισφορά της στην εκμάθηση του αντικείμενου της εδαφολογίας κατά τη φοίτησή μου στη σχολή γεωπονικών επιστημών και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Ευχαριστώ θερμά και τον αν. καθηγητή κ. **I.A. Χα** για το ενδιαφέρον του για αυτή τη μελέτη και για όσα μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον Διδακτορικό φοιτητή του πανεπιστημίου του Wageningen κ. Σ. Αρχοντούλη για την εξαιρετική στάση που μου έδειξε και για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε για την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Τέλος, να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου και προσωπικό φίλο κ. Γ. Κυδωνάκη για τη σημαντική βοήθεια του σε αυτή τη μελέτη, της εταιρία Biogewa hellas που παρείχε τους σπόρους και το πιο σημαντικό την οικογένεια μου που τόσα χρόνια με στηρίζει συνεχώς με πολλούς τρόπους κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στη σχολή, καθώς και όλα τα άτομα που αυτά τα χρόνια ήταν δίπλα μου και με βοηθούν στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Εισαγωγή

1.1 Ενεργειακά φυτά

1.1.1. Ενέργεια και περιβάλλον

Μετά από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, την χρήση των νέων τεχνολογιών σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής και την εντατική εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών από τον άνθρωπο φαίνονται πλέον ξεκάθαρα οι αρνητικές επιπτώσεις του σύγχρονου καταναλωτικού τρόπου ζωής στο περιβάλλον, χερσαίο και υδάτινο του πλανήτη μας. Τα ορυκτά καύσιμα επιτάχυναν τις μεταφορές, τη διακίνηση αγαθών και ανθρώπων, έδωσαν νέο μέγεθος στο παγκόσμιο εμπόριο και μετέτρεψαν τη Γη σ' ένα παγκόσμιο χωριό. Έγιναν όμως και η κύρια αιτία για την υποβάθμιση του πλανήτη μας. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η αλλαγή του καιρού και των εποχών, με ακραία καιρικά φαινόμενα και δυσμενείς συνθήκες για ανάπτυξη των φυτών και τη διαβίωση του ανθρώπου εμφανίζονται πιο συχνά πλέον και είναι πιο έντονα. Ο κύριος παράγοντας αυτών των προβλημάτων είναι οι ρύποι που εκπέμπονται από καύση προϊόντων του πετρελαίου και κυρίως το CO₂ και δευτερευόντως οξείδια του θείου, μικροσωματίδια, αέριοι υδρογονάνθρακες και πολλές ακόμη βλαβερές ουσίες επιβαρυντικές για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

1.1.2. Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα – Ενεργειακά φυτά

Η αναζήτηση από τον άνθρωπο ενεργειακών πόρων φιλικότερων προς το περιβάλλον και σύμφωνα και με τη συνθήκη που υπογράφηκε στο Κιότο, οδήγησε σε νέες μορφές αξιοποίησης της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. Πέρα από την παραδοσιακή καύση του ξύλου, αναζητήθηκαν και βρέθηκαν φυτικές μορφές που είναι παραγωγικές και κατάλληλες για παραγωγή ενέργειας. Παγκόσμια, υπάρχει πλέον τάση για καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιομηχανικών ελαίων, σακχάρων και άλλων φυτικών υλών οι οποίες αποτελούν πρώτες ύλες για καύσιμα κατάλληλα για χρήση στις μεταφορές, στη θέρμανση, στην παραγωγή κίνησης στη βιομηχανία και αλλού. Το όφελος από τη χρήση των βιοκαυσίμων αντί για συμβατικά παράγωγα πετρελαίου είναι πως οι ρύποι που απελευθερώνονται κατά την καύση

τους, κατ' ανάγκη έχουν προηγούμενα δεσμευτεί από τα ενεργειακά φυτά, οπότε το ισοζύγιο τους στο περιβάλλον είναι μηδενικό και δεν υφίσταται επιβάρυνση της ατμόσφαιρας.

Ωστόσο, το σκεπτικό πως οι εκπομπές σε CO₂ δεσμεύονται κατά τη φωτοσύνθεση δεν είναι απόλυτα ακριβές επειδή κατά την ανάπτυξη των φυτών και με τις καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιούνται εκπέμπονται ρύποι στην ατμόσφαιρα και επιπλέον εφαρμόζονται εισροές (λιπάσματα, λοιπά αγροχημικά, καύσιμα κίνησης γεωργικών μηχανημάτων) οι οποίες δεν περιλαμβάνονται σ' αυτό το ισοζύγιο. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις οι αυξημένες ανάγκες για εισροές στις ενεργειακές καλλιέργειες δημιουργούν ένα τελικό αρνητικό ισοζύγιο για το περιβάλλον. Υπάρχουν μελέτες που εκτιμούν τη μεταβολή των θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα. Οι Clair *et al.* (2008) ερεύνησαν την κατάληξη του ενεργειακού ισοζυγίου στην περίπτωση της φύτευσης μίσχανθου ή ελαιοκράμβης. Τα αποτελέσματα αναφέρουν πως ο μίσχανθος έχει αρκετά χαμηλές εκπομπές CO₂, ειδικά σε σχέση με τις αροτραίες καλλιέργειες και το ίδιο συμβαίνει στην περίπτωση χρήσης δεντροδών καλλιεργειών για συγκομιδή βιομάζας. Η ελαιοκράμβη εξαιτίας της ανάγκης της για αζωτούχο λίπανση, εμφανίζει μεγαλύτερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, κέρδος σε αέρια θερμοκηπίου μπορεί να προκύψει κυρίως αν μετατραπεί η χρήση γης αροτραίων καλλιεργειών σε καλλιέργειες ενεργειακών φυτών. Αντίθετα, αν μετατραπούν δασικές ή χορτολιβαδικές εκτάσεις σε καλλιέργειες ελαιοκράμβης, οι εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων αυξάνονται λόγω της οξείδωσης που παρατηρείται στην αποθηκευμένη στο έδαφος οργανική ουσία. Από την άλλη, οι Thamsiriroj και Murphy (2008) μελέτησαν τη μείωση σε εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων με τη χρήση βιοντίζελ από ελαιοκράμβη στην Ιρλανδία και με χρήση βιοντίζελ από Ταϊλανδέζικο φοινικέλαιο. Η μείωση ήταν 29% και 55% σε σχέση με το πετρέλαιο αντίστοιχα, πράγμα που δείχνει πως είναι περισσότερο περιβαλλοντικά συμφέρουσα η παραγωγή και μεταφορά βιοντίζελ από φοινικέλαιο Ταϊλάνδης, παρά από εντατική καλλιέργεια ελαιοκράμβης στα εδάφη αυτής της χώρας.

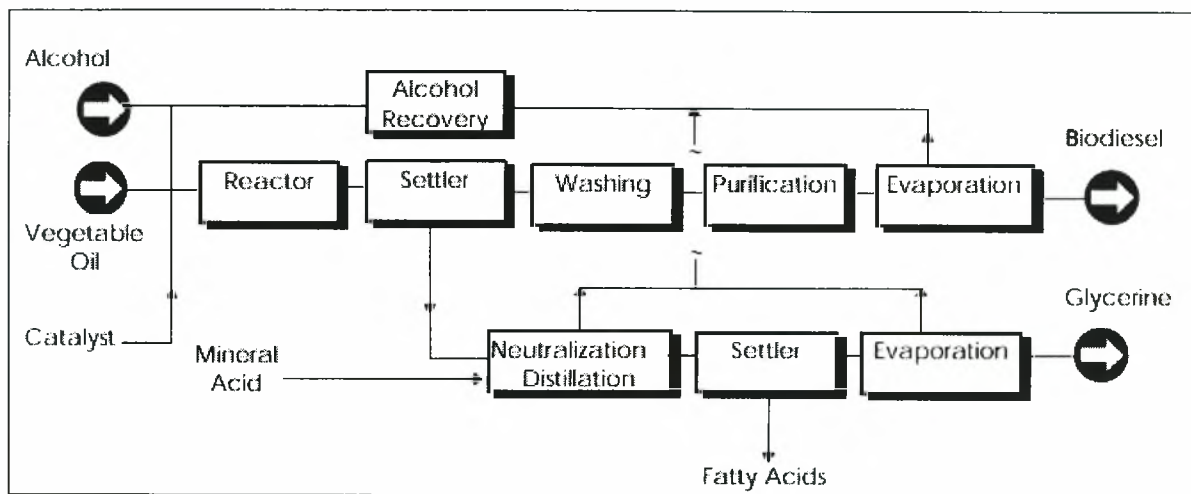
Τα ενεργειακά φυτά χωρίζονται ανάλογα με τα παράγωγά τους:

- σε καλλιέργειες που παρέχουν σημαντικές ποσότητες σακχάρων, που με αλκοολική ζύμωση μετατρέπονται σε βιοαιθανόλη
- σε καλλιέργειες παραγωγής ελαίων όπου μετά από επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μηχανές ντίζελ και

- σε καλλιέργειες παραγωγής βιομάζας που χρησιμοποιούνται για καύση σε σταθερές εγκαταστάσεις όπως λέβητες θέρμανσης, θερμοκήπια και βιομηχανίες ή για παραγωγή βιοαερίου με αεριοποίηση, πυρόλυση ή άλλες διεργασίες με τη χρήση μικροοργανισμών.

Από τα σημαντικότερα φυτά για κάθε κατηγορία είναι: Γλυκό σόργο, ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλο και αραβόσιτος για βιοαιθανόλη, ηλίανθος και ελαιοκράμβη για έλαια και στα φυτά βιομάζας ξεχωρίζουν δενδρώδη είδη (πχ. Ευκάλυπτος), αλλά και φυτά με υψηλές αποδόσεις και χαμηλές εισροές όπως η αγριαγκινάρα.

Επίσης, διαφοροποίηση των φυτών συμβαίνει και από χώρα σε χώρα όπου για παράδειγμα η Βραζιλία που χρησιμοποιεί τεράστιες ποσότητες ζαχαροκάλαμων για παραγωγή βιοαιθανόλης, τις Η.π.α. να εστιάζουν σε παραγωγή αραβόσιτου, ενώ στη Βόρεια Ευρώπη να κυριαρχούν ελαιοδοτικά φυτά όπως η ελαιοκράμβη.



Σχήμα 1 Διαδικασία παραγωγής Βιοντίζελ. Πηγή: National biodiesel board, 2001

1.2 Γενικά για τα φυτά

1.2.1. Έδαφος - φυτό - ατμόσφαιρα

Το φυτό αποτελεί σύνθετο ζωντανό οργανισμό με ιστούς, όργανα και οργανικά συστήματα τα οποία επιτελούν τις φυσιολογικές λειτουργίες. Στο εσωτερικό του κυρίαρχο συστατικό είναι το νερό σε μεγάλο ποσοστό (συνήθως πάνω από 80%). Το νερό προσλαμβάνεται από τις ρίζες που διεισδύουν στο έδαφος και δημιουργούν αρνητικό υδατικό δυναμικό, με αποτέλεσμα να απορροφάται το νερό από αυτές, παρασύροντας ταυτόχρονα και τα διαλυμένα σε αυτό θρεπτικά στοιχεία. Το νερό αυτό μέσα από ένα σύνθετο μηχανισμό περνώντας από τις ριζικές δομές, καταλήγει στα αγγεία του ξύλου από τα οποία ανέρχεται στο χώρο της κόμης. Η δύναμη που οδηγεί σε ανοδική πορεία το νερό είναι η διαφορά υδατικού δυναμικού. Ουσιαστικά, η απώλεια ύδατος από τα φύλλα και η συσσώρευση θρεπτικών ουσιών σε αυτά δημιουργεί αρνητικότερο υδατικό δυναμικό από τις αγγειακές δομές του ξύλου. Έτσι, το νερό αποκτάει την τάση να μετακινείται από το ξύλο στα φύλλα, από τις ρίζες στο ξύλο και από το έδαφος στις ρίζες. Επίσης, τα φυτά επιφανειακά ανέπτυξαν μηχανισμούς (στοματία, κηρώδεις ουσίες, δρυφακτοειδές παράγχυμα) που –εκτός των άλλων- λειτουργούν και ως εμπόδια εξόδου του νερού και μηχανισμοί ελέγχου της υδατικής κατάστασης. Μέσω λοιπόν, των στοματίων και με τη βοήθεια των υπόλοιπων δομών του φύλλου επιτελείται η φυσιολογική λειτουργία της διαπνοής. Αυτή είναι ουσιαστικά η ελεγχόμενη εξάτμιση νερού από τα φύλλα, η οποία παρασύρει επαγωγικά την πρόσληψη νερού και θρεπτικών από τις ρίζες (με τη μείωση του υδατικού δυναμικού), εφόσον βέβαια υπάρχει διαθέσιμη υγρασία στο ριζόστρωμα. Η διαπνοή έχει ένταση που σχετίζεται στενά με την ένταση του φωτός, τις συνθήκες στον ατμοσφαιρικό αέρα (θερμοκρασία, σχ. Υγρασία), με τη διαφορά θερμοκρασίας αέρα-φύλλων και με την διαθεσιμότητα του νερού.

Η άλλη φυσιολογική λειτουργία που έχει άμεση σύνδεση με τη διαθεσιμότητα νερού είναι η φωτοσύνθεση. Η φωτοσύνθεση είναι η δέσμευση ενέργειας από το ηλιακό φως και η μετατροπή της σε μορφή που μπορεί να αξιοποιήσει το φυτό. Η φυσιολογική λειτουργία αυτή επιτελείται στις μεμβράνες των θυλακοειδών μέσα στους χλωροπλάστες με τη βοήθεια χρωστικών ουσιών. Προϊόντα της είναι τα σάκχαρα και το οξυγόνο, ενώ «πρώτες ύλες» αποτελούν τα μόρια νερού, διοξειδίου του άνθρακα και η ενέργεια του ηλιακού φωτός. Πρόκειται ουσιαστικά για τη φυσιολογική λειτουργία του φυτού που «δημιουργεί» το θρεπτικό υλικό που αποδίδει την ενέργεια που χρειάζεται το φυτό για να επιτελέσει τις βιοτικές του λειτουργίες. Σημαντική παράμετρος της

λειτουργίας της φωτοσύνθεσης είναι η λειτουργία των στοματίων, καθότι από αυτά εκτός από την εξάτμιση του νερού, συντελείται η είσοδος του CO₂ στο μεσόφυλλο. Όταν οι συνθήκες το απαιτήσουν (υδατική καταπόνηση, υψηλές θερμοκρασίες), τα στομάτια κλείνουν και η έλλειψη διαθεσιμότητας του CO₂ στο μεσόφυλλο λειτουργεί ως περιοριστικός παράγοντας στη φωτοσύνθεση περιορίζοντας ταυτόχρονα τις αναγωγικές διεργασίες και τη δημιουργία βιομάζας.

1.3 Ελαιοκράμβη

1.3.1. Γενικά στοιχεία για την ελαιοκράμβη

Από βοτανικής άποψης, η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*) είναι φυτό συγγενικό με το σινάπι ή αγριοσινάπι (ένα σύνολο πολύ συγγενικών ειδών των γενών *Sinapis* και *Brassica*), οι σπόροι του οποίου είναι σημαντικό συστατικό της μουστάρδας αλλά εμφανίζεται και ως ζιζάνιο σε αγρούς σιτηρών κυρίως.

Η ελαιοκράμβη σήμερα χρησιμοποιείται για παραγωγή βρώσιμου ελαίου, για τη διατροφή των παραγωγικών ζώων, στην παραγωγή βιοκαυσίμων (biodiesel, εστεροποιημένα φυτικά έλαια). Μάλιστα, το έτος 2000 ήταν η 3η σημαντικότερη πηγή φυτικών ελαίων μετά το φοινικέλαιο και το σογιέλαιο. Παλιότερα, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των σπόρων ελαιοκράμβης ήταν η υψηλή περιεκτικότητα σε ερουκικό οξύ και σε γλυκοσιδάσες που καθιστούσαν μη βρώσιμο το κραμβέλαιο και προκαλούσαν στομαχικές διαταραχές στα ζώα. Ωστόσο, οι νέες ποικιλίες, με την ένδειξη 00, περιέχουν τα παραπάνω συστατικά σε ελάχιστες ποσότητες ή καθόλου, ενώ αντίθετα κάποιες ποικιλίες έχουν πολύ αυξημένη περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (high oleic varieties). Μία ακόμη δευτερογενής χρήση της ελαιοκράμβης προκύπτει από τη μεγάλη παραγωγή νέκταρ, χρήσιμο στη μελισσοκομία. Αποτελεί, σημαντική πηγή τροφής λοιπόν για την ανάπτυξη των μελισσιών και την παραγωγή τους, αλλά το μέλι αυτό θεωρείται χαμηλής ποιότητας και χρησιμοποιείται περισσότερο στη ζαχαροπλαστική ή σε χαρμάνια με μέλι καλύτερης ποιότητας.

1.3.2. Παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη του φυτού

1.3.2.1. Γενικά – το εναέριο περιβάλλον

Αποτελώντας η ελαιοκράμβη μία καλλιέργεια μεγάλης έκτασης, με υψηλή ένταση εκμετάλλευσης και κεφαλαίου είναι εξαιρετικά σημαντική η κατανόηση της φυσιολογίας ανάπτυξης των φυτών. Έτσι, έχουμε το εναέριο περιβάλλον που επιδρά ποικιλοτρόπως στην παραγωγή και το υπόγειο/ριζικό περιβάλλον που αφορά τη θρέψη του φυτού με τα απαραίτητα στοιχεία, την πρόσληψη νερού από τις ρίζες και την αναπνοή τους, προσλαμβάνοντας O_2 από τους εδαφικούς πόρους. Το εναέριο περιβάλλον είναι πιο δύσκολο να ελεγχθεί, απαιτώντας ιδιαίτερες κατασκευές όπως θερμοκήπια, αερισμό, θέρμανση που δύσκολα μπορούν να εφαρμοστούν σε

μεγάλες εκτάσεις. Αντίθετα, ο έλεγχος του ριζικού περιβάλλοντος είναι σήμερα εφικτός και εύκολος, χάρη στην ευρεία διάδοση μεγάλων και αποτελεσματικών γεωργικών μηχανημάτων, λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών που τροποποιούν τις αναλογίες θρεπτικών στοιχείων και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Επίσης, τα αρδευτικά συστήματα επίσης εκσυγχρονίστηκαν και έγινε εφικτή η άρδευση μεγάλων εκτάσεων καλλιέργειας.

Η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το ρυθμό αύξησης και όλες τις βασικές φυσιολογικές διεργασίες του φυτού και αποτελεί βασικό κριτήριο για το αν ένα είδος φυτού μπορεί να καλλιεργηθεί σε κάποιο συγκεκριμένο μέρος. Ειδικότερα, οι Faraji et al. (2008) στο Ιράν διαπίστωσαν σημαντική αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στις θερμοκρασίες που επικρατούν στο αναπαραγωγικό στάδιο και στην συγκομιζόμενη απόδοση σπόρου, γεγονός που δείχνει πως η ελαιοκράμβη αποδίδει καλύτερα σε περιοχές με κλίμα πιο δροσερό τη συγκεκριμένη περίοδο. Επίσης, οι ίδιοι αναφέρουν την πρώιμη σορά ως ένα σοβαρό εργαλείο για να αποφύγει η καλλιέργεια την δύσκολη ξηροθερμική περίοδο στα στάδια της άνθισης και του γεμίσματος των σπόρων. Πέρα από τη θερμοκρασία, οι ρυθμοί φωτοσύνθεσης, άρα και οι τελικές αποδόσεις επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες που αναφέρονται σε προηγούμενη ενότητα.

1.3.2.2. Θρεπτικά στοιχεία

Στην κατηγορία των θρεπτικών στοιχείων, αυτό που έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα στους φυτικούς ιστούς είναι το Άζωτο (N). Η επίδρασή του στην παραγωγικότητα ελαιοκράμβης, στην παραγωγή ελαίου ανά μονάδα καλλιεργούμενης έκτασης και στην σύνθεση των ελαίων που παράγονται είναι αντικείμενο πολλών ερευνών. Οι ανάγκες της ελαιοκράμβης σε άζωτο εμφανίζονται λίγο μεγαλύτερες απ' ότι για το σιτάρι και συχνά το άζωτο, όπως και το θείο, αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες στην αύξηση. Ο Barraclough (1989) στην Μ. Βρετανία βρήκε πως για παραγωγή σπόρου 500kg/στρ η απορρόφηση αζώτου ήταν 36,4kg/στρ. Οι Joshi et al. (1997) στην Ινδία αναφέρουν ότι εφαρμογές αζώτου επιπέδων 6 kg/στρ συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της παραγωγής και σε γενικές γραμμές με αυξημένες ποσότητες χορηγούμενου αζώτου προκύπτει αύξηση της ξηρής βιομάζας, όπως και μεγαλύτερος αριθμός διακλαδώσεων. Ωστόσο, με αύξηση από 15 σε 22,5kg/στρ αζώτου, δεν εμφανίστηκε σημαντική αύξηση στην απόδοση σε σπόρο (Momoh et al., 2001). Αντίθετα, σύμφωνα με τον Jackson (2000.) η εαρινή ελαιοκράμβη έχει βέλτιστη δόση γύρω στα 20kg/στρ από τα οποία απορροφώνται 14kg N/στρ στην καλλιεργητική περίοδο και εμφανίζεται στενή συσχέτιση της παραγωγής σπόρου με την δόση

αζώτου που εφαρμόζεται. Επίσης, στενή συσχέτιση της δόσης αζώτου εμφανίζεται με την περιεκτικότητα σε έλαια, η οποία μειώνεται σε αυξανόμενες τιμές αζώτου. Επίσης, οι Yusuf και Bullock (1993) αναφέρουν στις Η.Π.Α. μία σχέση δεύτερου βαθμού ανάμεσα στην δόση αζώτου που εφαρμόζεται και στην απόδοση σε σπόρο της χειμερινής ελαιοκράμβης, με μέγιστο τα 25kg/στρ. Σαν ένα γενικό συμπέρασμα εκτιμάται πως η αύξηση στην δόση εφαρμοζόμενου αζώτου, οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας σε σπόρο, αλλά σε υψηλές τιμές η αύξηση αυτή περιορίζεται σε βαθμό που να μην είναι σημαντική και πολλές φορές μειώνεται (πιθανώς εξαιτίας άλλων περιοριστικών παραγόντων ή τοξικότητας). Επίσης η βέλτιστη δόση διαφέρει από περιοχή σε περιοχή με βάση και τις καλλιεργητικές συνθήκες, την ποικιλία που καλλιεργείται, την εφαρμογή ή όχι άρδευσης, την εποχή σποράς ή άλλους παράγοντες και θα πρέπει να γίνεται ένας υπολογισμός με βάση μοντέλα ή πειραματικά δεδομένα για κάθε περιοχή για την εξακρίβωση αυτής της τιμής. Τέλος, αναφέρεται πως η αποδοτικότητα του Αζώτου (N) είναι χαμηλή στις γεωργικές εφαρμογές (Raun & Johnson, 1999), κάτι που σημαίνει πως αξιοποιείται ένα μικρό μέρος του για την παραγωγή και θα πρέπει να υπάρξουν στρατηγικές για καλύτερη διαχείριση του αζώτου. Υπάρχουν ενδείξεις πως η αμειψισπορά της ελαιοκράμβης με σιτάρι, κριθάρι μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα του αζώτου (Christen, 2001)

Επιπλέον, ο Φώσφορος (P) και το Κάλιο (K) αποτελούν σημαντικά συστατικά σε πολλά βιολογικά συστήματα του φυτού, συμμετέχουν σε μοριακά σύμπλοκα και πολυμερή σε ποικίλες βιοχημικές διεργασίες. Ο φώσφορος έχει πολύ σημαντική δράση στις ενεργειακές διεργασίες του φυτού (αναβολισμός/καταβολισμός με ATP), στα νουκλεϊκά οξέα, στον κύκλο των φωσφορικών πεντοζών κτλ. ενώ το Κάλιο έχει πολύ σημαντική επίδραση στον οσμωρυθμιστικό μηχανισμό του φυτού, στη λειτουργία των στομάτων και ως συμπάραγοντας σε πολλά ένζυμα. .

Σε ότι αφορά την απόδοση της ελαιοκράμβης, οι Lickfett et al. (1999) είχαν ως αποτέλεσμα στατιστικά σημαντική αύξηση στην στρεμματική απόδοση σπόρου και ελαίου και στην ελαιοπεριεκτικότητα των σπόρων με αύξηση την δόσης φωσφόρου, ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα. Επίσης, διαπιστώθηκαν και σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ποικιλίας και λίπανσης με φώσφορο σε ότι αφορά τις στρεμματικές αποδόσεις σπόρου και ελαίου.

Επίσης, οι Bolland et al. (2006) ανέφεραν πολύ σημαντική απόκριση της απόδοσης της ελαιοκράμβης και του σίτου σε αυξανόμενες δόσεις υπερφωσφορικού. Οι Rose et al. (2007) έδειξαν πως « απαιτείται λίπανση με P αλλά όχι με K μετά την άνθιση για επίτευξη της μέγιστης απόδοσης»

με ένα πείραμα καλλιέργειας σε αμμώδες υπόστρωμα όπου «αφαιρούσαν» το εξεταζόμενο θρεπτικό στοιχείο (P ή K) σε τέσσερα (4) διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, με δύο (2) επίπεδα λίπανσης. Στην περίπτωση της λίπανσης με μέτριες –όχι αυξημένες– ποσότητες φωσφόρου τα φυτά εξακολουθούσαν την προσρόφηση φωσφόρου μετά την άνθιση, ενώ το K είχε προσροφηθεί στο μεγαλύτερο μέρος του. Σε άλλο πείραμα οι Rose, Rengel, Ma & Bowden (2007) ανέφεραν πως η μέγιστη συσσώρευση P εμφανίστηκε στο τέλος της άνθισης, ενώ στο σιτάρι ακριβώς πριν την άνθιση. Το Κάλιο αντίθετα, εμφάνισε μέγιστη συγκέντρωση πριν την άνθιση. Πάντως, οι Bolland, Brennan & White, (2006) έδειξαν πως σε εαρινές καλλιέργειες η ελαιοκράμβη έχει μικρότερες απαιτήσεις σε φώσφορο από το σιτάρι. Ο Barraclough (1989) στη Βρετανία αναφέρει πως οι μέγιστες προσροφήσεις της ελαιοκράμβης ήταν 36,4Kg/στρ N, 4,3Kg/στρ P, 30,8Kg/στρ K και 28,7Kg/στρ Ca. Ωστόσο, τα επίπεδα αυτά αντιπροσωπεύουν ανάγκες των φυτών σε συνθήκες Βρετανίας, όπου οι καλλιέργειες έχουν επάρκεια νερού όλο το χρόνο και αναφέρονται σε παραγωγή 500kg/στρ. σπόρου.

Από τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία, διάφορα ιχνοστοιχεία μπορεί να επηρεάσουν την παραγωγή, παρά τις μικρές συγκεντρώσεις, ενώ σημαντική είναι η αντίδραση της καλλιέργειας στις μεταβολές της συγκέντρωσης του θείου (S). Αποτελεί σε αρκετές περιπτώσεις περιοριστικό παράγοντα σε καλλιέργειες ελαιοκράμβης, ιδιαίτερα σε εδάφη που δε χρησιμοποιούνται λιπάσματα που περιέχουν θειικά (πχ. Θεική αμμωνία) για αρκετά χρόνια. Ο Jackson (2000) βρήκε για την εαρινή ελαιοκράμβη πως σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει απόκριση στην απόδοση σε σπόρο/στρ ή σε έλαιο/στρ με εφαρμογή θειούχου λίπανσης και τοποθετεί τη βέλτιστη δόση στα 2kg S/στρ, αν και αναφέρει πως σε ιδανικές θρεπτικές συνθήκες απορροφούνται 6kg S/στρ. Από την άλλη, οι Malhi et al αναφέρει τη μέγιστη απόδοση σε σπόρο στα δικά τους πειράματα στα 3kg S/στρ για όλα τα είδη του γένους Brassica που ερεύνησε. Επίσης, αναφέρει θετική συσχέτιση ανάμεσα στην ελαιοπεριεκτικότητα του σπόρου και τη θειούχο λίπανση. Θα μπορούσαμε να πούμε πως η ελαιοκράμβη έχει κάποιες λιπαντικές ανάγκες σε θείο, όχι πολύ μεγάλες (της τάξης των 3kg S/στρ), αλλά είναι κάτι που μπορεί να υποβοηθήσει την παραγωγή. Αναφέρεται επίσης σε αρκετές πηγές, πως η ανάγκες σε θείο είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του σιταριού.

1.3.2.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

Πέραν των θρεπτικών στοιχείων, η φυσική κατάσταση του εδάφους και ειδικότερα η περιεκτικότητα οργανικής ουσίας, η κοκκομετρική σύσταση και η διαθεσιμότητα νερού, επίσης η

ημερομηνία και η πυκνότητα σποράς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση και ανάπτυξη της ελαιοκράμβης.

Καταστάσεις όπως η υδατική καταπόνηση ή οι υψηλές θερμοκρασίες συχνά μειώνουν τις συνολικές αποδόσεις (Mendhamand Salsbury, 1995) ή τη διάρκεια του αναπαραγωγικού σταδίου (Hall, 1992). Η άρδευση είναι ένας καλός τρόπος να αντιμετωπιστούν καταστάσεις υδατικής καταπόνησης και έχει εμφανή θετική επίδραση στην απόδοση σε καρπούς και στην παραγωγή βιομάζας και επίσης αναφέρεται ότι σε μεσογειακού τύπου κλίματα πολλές χρονιές η βροχόπτωση δεν είναι επαρκής για την καλλιέργεια ώστε να εκφράσει το παραγωγικό δυναμικό της, ειδικά στα αναπαραγωγικά στάδια και εμφανίζεται σοβαρή μείωση της απόδοσης σε σπόρο/στρ. Σε τέτοιες περιπτώσεις η επιπλέον άρδευση αποτελεί ανεκτίμητο εργαλείο για αύξηση της γεωργικής παραγωγής. (Faraji et al., 2008, Oweis et al., 2004)

Αναφορικά με την πυκνότητα των φυτών βρέθηκε ότι οι υψηλές πυκνότητες συσχετίζονται αρνητικά με την αφομοίωση ξηρής ουσίας ανά φυτό, αν και αναφέρεται αύξηση της τάξης του 13,3-16% στην απόδοση σπόρου/στρ με την αύξηση της πυκνότητας από τα 67,5 στα 97,5 και στα 127,5 φυτά/m² (Momoh et al., 2001). Αντίθετα, άλλο πείραμα στο Πακιστάν (Oad et al, 2001) μελετώντας διαφορετικές αποστάσεις φύτευσης στο εύρος 30-60cm γραμμή από γραμμή, καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η αραιή φύτευση η οποία έφτασε γρηγορότερα στην ωρίμανση. Επίσης, διαφορές στην απόδοση αναφέρονται και σε διαφορετικές ημερομηνίες σποράς, όπου πρώιμη σπορά έχει αποτελέσματα καλύτερη αποδοτικότητα της χρήσης νερού (WUE) και αύξηση απόδοσης σε σπόρο/στρ.. Σε πείραμα που έγινε στην Αριζόνα δοκιμάστηκαν 10 ποικιλίες ελαιοκράμβης σε διαφορετικές ημερομηνίες σποράς (3 ημ/νιες Νοε-Δεκ 1995 και 4 ημ/νιες Οκτ-Δεκ 1997), ενώ τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν οι ημερομηνίες στις αρχές του Νοεμβρίου (F.J. Adamsen & T.A. Coffelt, 2005 ; Habekotte, 1997 ; Morrison & Stewart, 2002 ; Faraji et al. 2008)

1.3.4. Φαινολογία – Στάδια ανάπτυξης

Το φυτό της ελαιοκράμβης από τη σπορά έως τη συγκομιδή περνά από διάφορα διαδοχικά στάδια ανάπτυξης και η παραμονή του φυτού σε κάθε στάδιο είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας. Τα στάδια ανάπτυξης της ελαιοκράμβης σύμφωνα με το φαινολογικό σύστημα (BBCH) παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της ελαιοκράμβης

Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης και κλειδιά αναγνώρισης της ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L. ssp. *napus*)

(Πηγή : Weber and Bleiholder, 1990; Lancashire et al., 1991)

Βασικό στάδιο 0: Βλάστηση

- 00 Ξηρός σπόρος
- 01 Έναρξη ενυδάτωσης σπόρου
- 03 Ολοκλήρωση ενυδάτωσης σπόρου
- 05 Εμφάνιση ριζίδιου από το σπόρο
- 07 Εμφανίζονται οι κοτυληδόνες με το υποκοτύλιο
- 08 Οι κοτυληδόνες και το υποκοτύλιο αυξάνονται προς την επιφάνεια του εδάφους
- 09 Φύτρωμα: Οι κοτυληδόνες εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους

Βασικό στάδιο 1: Ανάπτυξη φύλλων

- 10 Πλήρης έκπτυξη κοτυληδόνων
- 11 Πλήρης έκπτυξη 1ου πραγματικού φύλλου
- 12 Πλήρης έκπτυξη 2ου πραγματικού φύλλου
- 13 Πλήρης έκπτυξη 3ου πραγματικού φύλλου
- 14 Έκπτυξη επόμενων 5 φύλλων
- 19 Έκπτυξη 9 φύλλων ή περισσότερων

Βασικό στάδιο 2: Σχηματισμός πλάγιων βλαστών

- 20 Ανυπαρξία πλάγιων βλαστών
- 21 Έναρξη διαφοροποίησης πλάγιων βλαστών: ο πρώτος πλάγιος είναι εμφανής
- 22 Ο δεύτερος πλάγιος είναι εμφανής
- 23 Ο τρίτος πλάγιος είναι εμφανής

2 . Οι επόμενοι 5 πλάγιοι εμφανίζονται

29 Τέλος σχηματισμού πλάγιων βλαστών: 9 πλάγιοι ή περισσότεροι

Βασικό στάδιο 3: Επιμήκυνση βλαστών

30 Ροζέτα: Έναρξη επιμήκυνσης – χωρίς μεσογονάτια

31 1 εμφανές αναπτυγμένο μεσογονάτιο

32 2 εμφανή αναπτυγμένα μεσογονάτια

33 3 εμφανή αναπτυγμένα μεσογονάτια

3. Επόμενα 5 εμφανή αναπτυγμένα μεσογονάτια

39 9 ή περισσότερα εμφανή αναπτυγμένα μεσογονάτια

Βασικό στάδιο 4: Σχηματισμός βλαστικών οργάνων που μπορούν να συγκομιστούν

-

Βασικό στάδιο 5: Εμφάνιση ταξιανθίας

50 Ύπαρξη ανθοφόρων οφθαλμών, καλυμμένων από φύλλα

51 Πράσινη κορυφή: Εμφανείς ανθοφόροι οφθαλμοί από πάνω

52 Ανθοφόροι οφθαλμοί ελεύθεροι στο επίπεδο των νεότερων φύλλων

53 Ανθοφόροι οφθαλμοί ψηλότερα από τα νεότερα φύλλα

55 Ορισμένοι οφθαλμοί εμφανείς αλλά κλεισμένοι ακόμη

57 Ορισμένοι οφθαλμοί εμφανείς αλλά κλεισμένοι

59 Εμφανή τα πρώτα πέταλα, αλλά ακόμη κλειστοί οι οφθαλμοί (κίτρινη κορυφή)

Βασικό στάδιο 6: Άνθιση

60 Ανοικτά τα πρώτα άνθη

61 10% των ανθέων στην κύρια ταξιανθία ανοικτά, η ταξιανθία επιμηκύνεται

62 20% των ανθέων στην κύρια ανθοταξία ανοικτά

63 30% των ανθέων στην κύρια ανθοταξία ανοικτά

64 40% των ανθέων στην κύρια ανθοταξία ανοικτά

65 50% των ανθέων στην κύρια ανθοταξία ανοικτά, τα παλιότερα πέταλα αρχίζουν να πέφτουν (κύρια ανθοφορία)

67 Τελικό στάδιο άνθισης, η πλειοψηφία των πετάλων πεσμένα

69 Λήξη άνθισης

Βασικό στάδιο 7: Διαμόρφωση καρπών

71 10% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

72 20% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

73 30% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

74 40% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

75 50% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

76 60% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

77 70% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

78 80% των λοβών έχουν φτάσει στο τελικό τους μέγεθος

79 Σχεδόν όλοι οι λοβοί έφτασαν στο τελικό τους μέγεθος

Βασικό στάδιο 8: Ωρίμανση

80 Έναφξη ωρίμανσης καρπών, σπόροι με πράσινο χρώμα, γέμισμα κοιλότητας λοβών

81 10% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

82 20% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

83 30% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

84 40% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

85 50% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

86 60% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

87 70% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

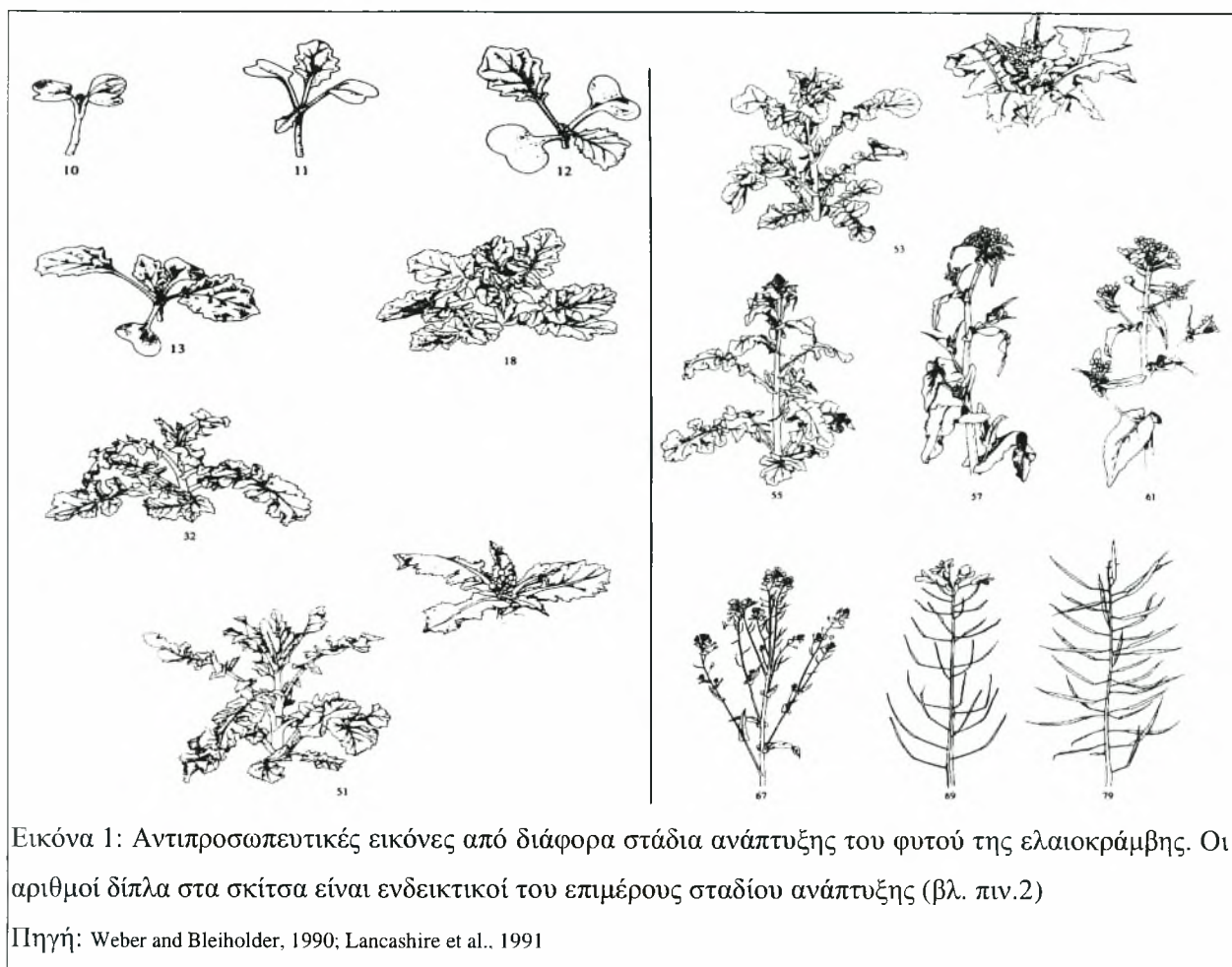
88 80% των λοβών ώριμοι, σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

89 Πλήρης ωρίμανση, σχεδόν όλοι οι λοβοί ώριμοι και σπόροι σκούρου χρώματος και σκληροί

Βασικό στάδιο 9: Γηρασμός

97 Φυτά νεκρά και ξηρά

99 Προϊόντα συγκομισμένα



Εικόνα 1: Αντιπροσωπευτικές εικόνες από διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού της ελαιοκράμβης. Οι αριθμοί δίπλα στα σκίτσα είναι ενδεικτικοί του επιμέρους σταδίου ανάπτυξης (βλ. πιν.2)

Πηγή: Weber and Bleiholder, 1990; Lancashire et al., 1991

1.3.5. Παραγωγικότητα

Η παραγωγικότητα της ελαιοκράμβης κυμαίνεται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και οι τιμές που παίρνει προσεγγίζουν αυτές του σιταριού. Γενικά, σε μέρη με επάρκεια ύδατος και θερμοκρασία που δεν ξεπερνά συχνά τους 30°C, ουσιαστικά δηλαδή χώρες τις βόρειας Ευρώπης, μπορεί να φτάσει 690kg σπόρου/στρ. (συνολική ξηρή βιομάζα >1000kg/στρ), ενώ καθόλου

ασυνήθιστες είναι παραγωγές περί τα 400-450kg/στρ. Αντίθετα, στις ξηροθερμικές συνθήκες της Ελλάδας και χωρίς άρδευση το δυναμικό παραγωγής τοποθετείται χαμηλότερα και τα 350 kg σπόρου/στρ θεωρούνται μία πολύ καλή παραγωγή. Συνήθως όμως η παραγωγικότητα σε μεσογειακά κλίματα κυμαίνεται από 130 έως 250kg/στρ (ΚΑΠΕ, 2003, Namaton et al., 2000)

Αναφέρεται πως σε πείραμα στη Λάρισα το 2005-6 (Ραμνιώτης, 2008) μετρήθηκε παραγωγή 350-390kg/στρ σε ξηρική καλλιέργεια σε μία χρονιά με επαρκή βροχόπτωση (285mm). Οι Faraji et al. τις περιόδους 2005-6 και 2006-7 στο Ιράν κατέγραψαν αποδόσεις σπόρου 200-250kg/στρ ανάλογα με την εφαρμογή άρδευσης ή όχι, 190-270kg/στρ ανάλογα με την ποικιλία και έως 380kg/στρ ανάλογα με την ημερομηνία σποράς. Οι Rathke et al. σε πειράματα έξι (6) ετών (1995-2000) στη Γερμανία μέτρησαν απόδοση 160-550 kg/στρ σπόρου ανάλογα με το είδος και το επίπεδο λίπανσης και την προηγούμενη καλλιέργεια. Οι Butkute et al. σε πειράματα τεσσάρων (4) ετών (1999-2002) κατέγραψαν στη Λιθουανία αποδόσεις από 77 έως 454kg/στρ με μέσο όρο 241 kg/στρ, ενώ μόνο το 2000 ο μέσος όρος της παραγωγικότητας ήταν 357kg/στρ.

1.3.6. Ποικιλίες

Στην αγορά κυκλοφορούν αρκετές ποικιλίες ελαιοκράμβης, ενώ η τάση πλέον είναι για καλλιέργεια υβριδίων που δίνουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα. Αυτά αφορούν συνήθως μεγαλύτερες αποδόσεις, καλύτερες ιδιότητες ελαίου, μεγαλύτερη ελαιοπεριεκτικότητα ή ανθεκτικότητα σε εχθρούς, ασθένειες ή καιρικές συνθήκες. Πριν λίγα χρόνια εμφανίστηκαν επίσης γενετικά τροποποιημένα υβρίδια (GMO).

Υπάρχουν επίσης οι ποικιλίες με το χαρακτηρισμό «00» όπου στο εξαγόμενο λάδι δεν υπάρχει σημαντική συγκέντρωση ερουκικού οξέος (erucic acid) και glycosinolates, τα οποία έχουν αρνητική δράση κατά την πέψη από παραγωγικά ζώα και τον άνθρωπο.

1.4. Σκοπός της εργασίας

Παίρνοντας υπόψη τη αναγκαιότητα παραγωγής βιοντίζελ από ενεργειακά φυτά στην Ελλάδα και τα αντιφατικά ευρήματα για την παραγωγικότητά της στη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία. (πχ. *Rathke et al.* έως 550kg/στρ παραγωγικότητα στη Γερμανία, *Faraji et al.* έως 250kg/στρ στο Ιράν, *Istanbullioglu* έως 480kg/στρ παραγωγικότητα σε αρδευόμενη ελαιοκράμβη στην Αν. Θράκη, *ΚΑΠΕ* 130-250 kg/στρ στην Ελλάδα, *Ραμνιώτης* 350-390kg/στρ παραγωγικότητα στην Ελλάδα, *Oad et al.* στο Πακιστάν 100 kg/στρ, *Norton and Wachsmann* στην Αυστραλία 146-252 kg/στρ) αναφορικά με τη προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της ελαιοκράμβης σε περιοχές με κλίμα μεσογειακού τύπου και ιδιαίτερα στην κεντρική Ελλάδα, στην παρούσα μελέτη εξετάζουμε την παραγωγικότητα και αποδοτικότητα σε βιομάζα και σπόρο τεσσάρων (4) υβριδίων (και ποικιλιών) ελαιοκράμβης κάτω από τρεις (3) μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης.

Η αζωτούχος λίπανση εφαρμόστηκε προκειμένου να μελετηθούν σε βάθος οι πραγματικές ανάγκες τις καλλιέργειας σε λίπανση και προκειμένου να βρεθεί η βασική αποδέσμευση αζώτου του συγκεκριμένου εδάφους στο Βελεστίνο (αντιπροσωπευτικό για την ανατολική Θεσσαλική πεδιάδα) και ο ρυθμός απορρόφησης του λιπάσματος από την καλλιέργεια. Αυτές οι παράμετροι είναι απολύτως αναγκαίες για τα ισοζύγια αζώτου κατά το σχεδιασμό ορθολογικής λιπαντικής αγωγής και διαχείρισης της καλλιέργειας.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Πειραματική περιοχή και πειραματικό σχέδιο

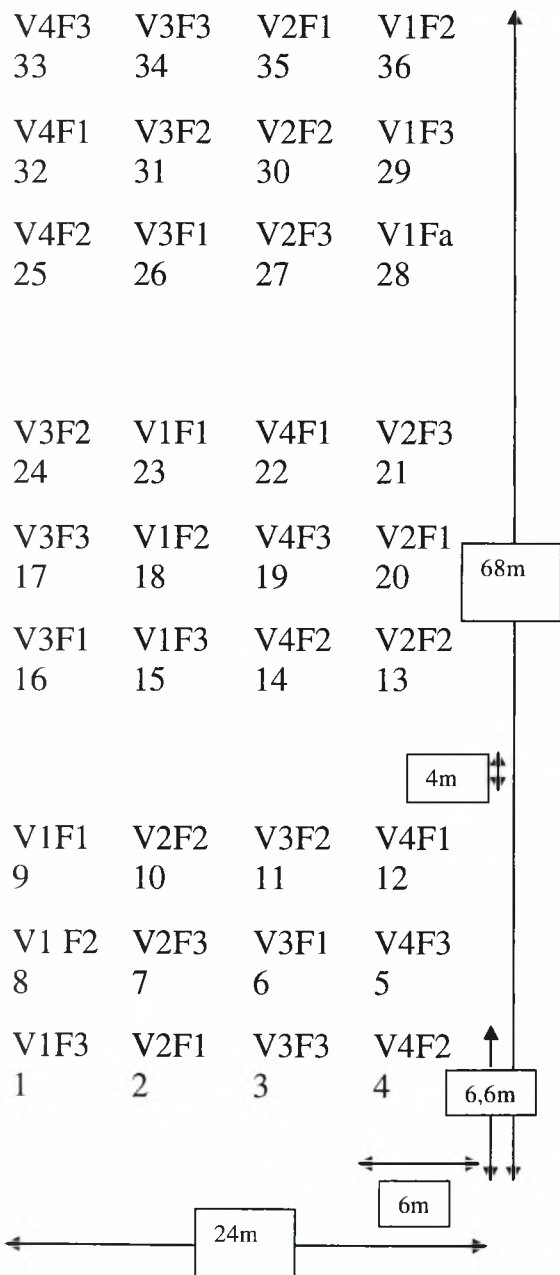
Η μελέτη έλαβε χώρα στο Βελεστίνο Μαγνησίας (39°23'55"N, 22°44'36"E, υψόμετρο 87,5 m) το 2006-7 σε αργιλώδες έδαφος μέτριας γονιμότητας (Calcixerollic Xerochrept).

Το πειραματικό σχέδιο ήταν split-plot με κύριο παράγοντα τέσσερις (4) ποικιλίες ελαιοκράμβης (V1 = **Lilian**, V2 = **Elan**, V3 = **Hornet**, V4 = **Titan**) και δευτερεύων παράγοντα 3 επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 8, 16 κιλά αζώτου/στρέμμα), σε τρεις (3) επαναλήψεις (συνολικά $4 \times 3 \times 3 = 36$ πειραματικά τεμάχια, εμβαδού 39,6 m²/τεμάχιο). Κάθε επανάληψη είχε εμβαδόν 19,2 X 24 m = 475,2 m².

Η σπορά έγινε με σπαρτική ακριβείας σε αποστάσεις 27 x 2,9 cm στις 22-11-2006. Το 50% του φυτρώματος (στάδιο 09, Πιν. 2) σημειώθηκε 8 μέρες αργότερα στις 30-11-2008.

Πίνακας 1: Πειραματικό σχέδιο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ – ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ 2006-2007



Split plot (4 X 3)
 Σε 3 μπλοκ (ομάδες), 36 units

Κύριος παράγοντας: Ποικιλία
 V1= *Lilian*
 V2= *Elan*
 V3= *Hornet*
 V4= *Titan*

Υπό-παράγοντας: N-λίπανση
 F1= 0 kg/στρ N
 F2= 8 kg/στρ N
 F3= 16 kg/στρ N

Μέγεθος πειρ. μονάδας: 39,6 m²
 Συνολική έκταση: 1632 m²
 Αποστάσεις σποράς: 27 * 2,9 cm
 20 σειρές / πειραματικό τεμάχιο
 Ημερομηνία σποράς: 22-11-2006

2.3 Εργασίες στον αγρό

Πριν από τη σπορά, πραγματοποιήθηκε βαθειά άροση (30 εκατ.) και φρεζάρισμα για την προετοιμασία της σποροκλίνης. Η σπορά έγινε στις 22-11-2006 σε αποστάσεις 27 cm σειρά με σειρά και 2,9 cm φυτό με φυτό (εντός της σειράς). Το 50% φυτρώματος καταγράφηκε 8-9 μέρες αργότερα για όλες τις ποικιλίες. Πριν από την εγκατάσταση της ελαιοκράμβης, υπήρχε καλλιέργεια βαμβακιού. Λίπανση της καλλιέργειας έγινε στις 29-4-2007 «με το χέρι», και ακολούθησε άρδευση με 20 mm νερού, για καλύτερη απορρόφηση του λιπάσματος από το έδαφος).

2.4 Μετρήσεις – παρατηρήσεις

Μετά τη σπορά ακολούθησαν σε τακτά διαστήματα μετρήσεις φυτρωτικής ικανότητας καθώς και εξέλιξης της πυκνότητας των φυτών.

Η αύξηση και η παραγωγικότητα της ελαιοκράμβης μελετήθηκε σε τακτά χρονικά διαστήματα (κοπές) και συγκεκριμένα τις παρακάτω ημερομηνίες: (5-3-2007, 28-3-2007, 20-4-2007, 4-5-2007, 18-5-2007, 1-6-2007, 15-6-2007.

Κάθε φορά, από κάθε πειραματικό τεμάχιο λαμβάνονταν δείγματα φυτών έκτασης 1 m² (92,5 cm × 108 cm, 4 σειρές, συνολικά 36 δείγματα). Ακολούθως, τα δείγματα ζυγίζονταν απευθείας στον αγρό με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού, ώστε να καταγραφεί το χλωρό βάρος τους και επίσης μετρούνταν το μέσο ύψος του δείγματος και ο αριθμός των φυτών. Κατόπιν, από κάθε δείγμα ένα υπόδειγμα από λίγα αντιπροσωπευτικά φυτά λαμβανόταν για τις μετρήσεις στο εργαστήριο. Εκεί, τα υποδείγματα διαχωρίζονταν περαιτέρω σε βλαστούς, φύλλα και καρποφόρα όργανα και τοποθετούνταν σε χαρτοσακούλες. Έπειτα, τα δείγματα με τα φύλλα μετρούνταν για τον προσδιορισμό της φυλλικής τους επιφάνειας με τη χρήση φορητού μηχανήματος (LICOR-3000A), και ακολούθως για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους όλες οι χαρτοσακούλες τοποθετούνταν σε ξηραντήριο (80°C), μέχρι να παρατηρηθούν ίσα βάρη (υγρασία 0%). Σ' αυτό το σημείο επίσης γινόταν ο προσδιορισμός των δεικτών φυλλικής επιφάνειας (LAI) και ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA).

Ο δείκτης ειδικής φυλλικής επιφάνειας υπολογίστηκε με μέτρηση της επιφάνειας και του ξηρού βάρους του υποδείγματος φύλλων βάση του τύπου:

$$SLA = \frac{\text{φυλλική επιφάνεια}}{\text{ξηρό βάρος}} \text{ (m}^2 \text{ / kg)}$$

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας το δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) με το ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρ)/1000 κάνοντας χρήση της εξίσωσης (Danalatos, 1993):

$$LAI = \frac{SL * SLA}{1000} \text{ (m}^2 \text{/m}^2 \text{)}$$

Κατά την τελευταία κοπή λήφθηκαν επίσης δείγματα από βλαστό και σπόρους από κάθε πειραματικό τεμάχιο και αναλύθηκαν οι συγκεντρώσεις αζώτου. Με βάση τις παρατηρήσεις αυτές έπειτα προσδιορίστηκε η αποδοτικότητα χρήσης αζώτου (NUE).

Πίνακας 2: Διαφορετικές προσεγγίσεις στην αποδοτικότητα αζώτου

Αποδοτικότητα αζώτου = Απόδοση σε σπόρο / Προσφερόμενη ποσότητα αζώτου

Αποδοτικότητα απορρόφησης αζώτου = Ποσότητα αζώτου που απορροφάται / Προσφερόμενη ποσότητα αζώτου

Φαινόμενη χρήση αζώτου = (Απορρόφηση αζώτου με λίπανση – Απορρόφηση αζώτου χωρίς λίπανση) x 100 / Προσφερόμενη ποσότητα αζώτου

Αγρονομική αποδοτικότητα αζώτου = (Απόδοση σπόρου με λίπανση – Απόδοση σπόρου χωρίς λίπανση) / Προσφερόμενη ποσότητα αζώτου

Αποδοτικότητα χρήσης αζώτου = Απόδοση σε σπόρο / Συνολική απορρόφηση αζώτου

Φυσιολογική αποδοτικότητα αζώτου = (Απόδοση σπόρου με λίπανση – Απόδοση σπόρου χωρίς λίπανση) / (Απορρόφηση αζώτου με λίπανση – Απορρόφηση αζώτου χωρίς λίπανση)

Πηγή: G.W. Rathke et al., 2006

2.5 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφηκαν αυτόματα και ανά ώρα από μετεωρολογικό σταθμό που βρισκόταν εντός του Αγροκτήματος του Π.Θ. (ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, σχ. υγρασία, βροχόπτωση και ταχύτητα ανέμου).

2.6 Στατιστική ανάλυση

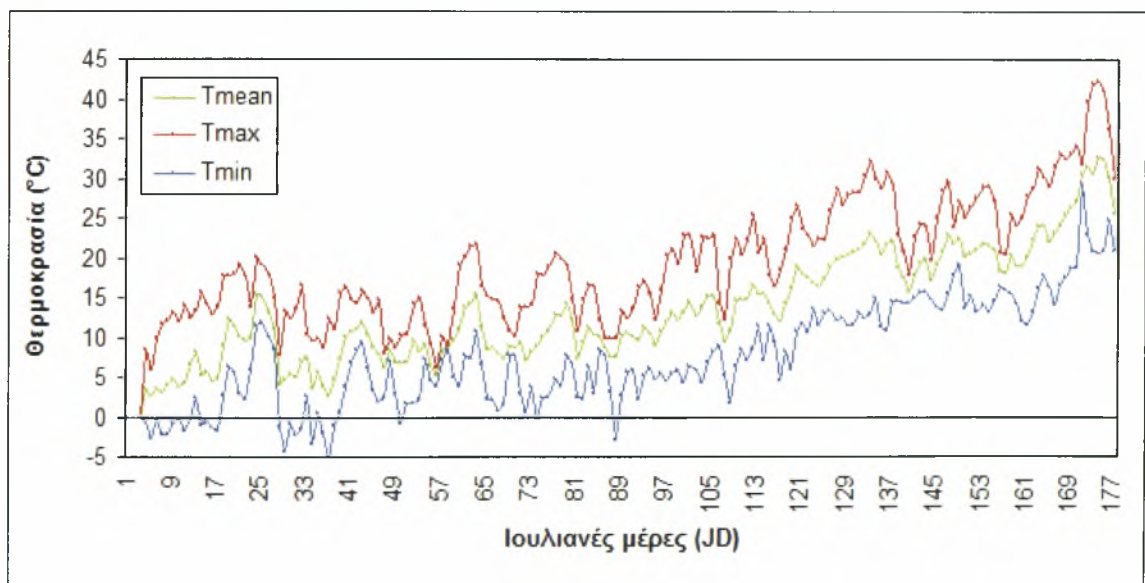
Όλα τα μετρημένα και υπολογισμένα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση κάνοντας χρήση του στατιστικού πακέτου GenStat, version 7.1, σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο (split-plot). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν σε επίπεδο σφάλματος 5% κάνοντας χρήση του κριτηρίου της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD).

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

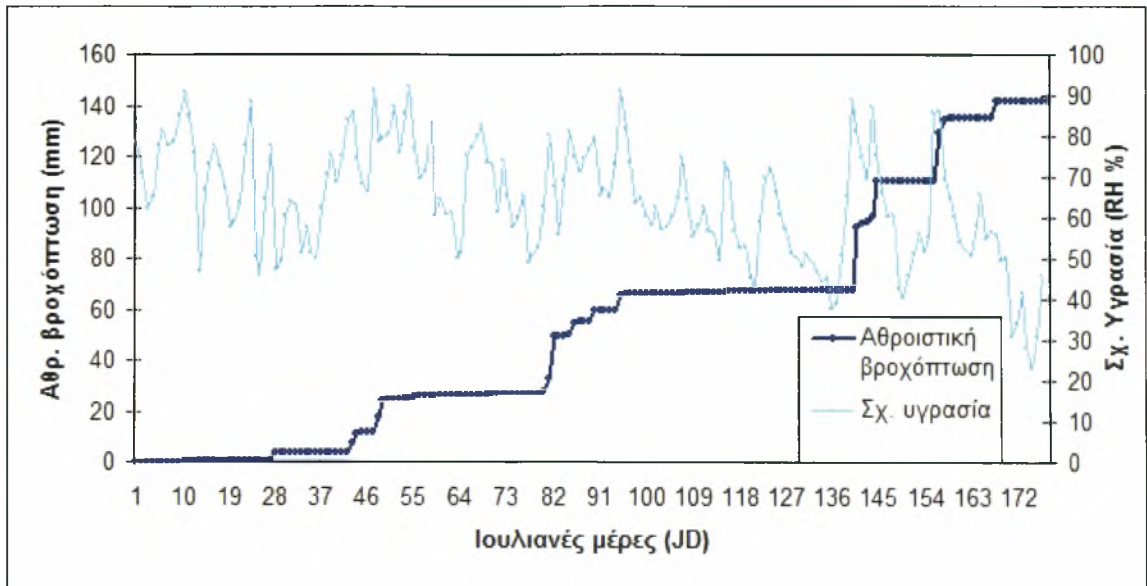
3.1 Κλιματικές συνθήκες

Η πειραματική περιοχή χαρακτηρίζεται από ένα μεσογειακό κλίμα, με ζεστά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις σημειώνονται κατά την ψυχρή εποχή του έτους. Στη συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, από τη σπορά έως την τελευταία κοπή ήταν 147mm, ενώ αν υπολογίσουμε και τις μέρες του Νοεμβρίου πριν τη σπορά, οι συνολικές βροχοπτώσεις ανήλθαν στα 161mm, ποσότητα σημαντικά χαμηλότερη των προηγούμενων ετών. Οι θερμοκρασίες που σημειώθηκαν ήταν από $-5,4^{\circ}\text{C}$ (06-02-2007) έως $32,1^{\circ}\text{C}$ (13-05-2007), ενώ μετά την τελευταία κοπή σημειώθηκαν οι πρώτοι καλοκαιρινοί καύσωνες ($42,1^{\circ}\text{C}$, 26-06-2007). Οι μέσες θερμοκρασίες ημέρας κυμάνθηκαν από $2,7^{\circ}\text{C}$ έως $24,1^{\circ}\text{C}$. Να σημειωθεί πως οι παραπάνω θερμοκρασίες προκαλούν πρόωρη πτώση των σπόρων ελαττώνοντας την παραγωγή .

Στα παρακάτω διαγράμματα εμφανίζονται οι ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας (ελάχιστη-μέγιστη-μέση) και η αθροιστική βροχόπτωση.



Γράφημα 1: Ελάχιστη, μέση και μέγιστη θερμοκρασία, (Tmax με κόκκινο η μέγιστη θερμοκρασία ημέρας σε °C, Tmean με πράσινο η μέση θερμοκρασία ημέρας σε °C και Tmin με μπλε η ελάχιστη θερμοκρασία ημέρας σε °C)



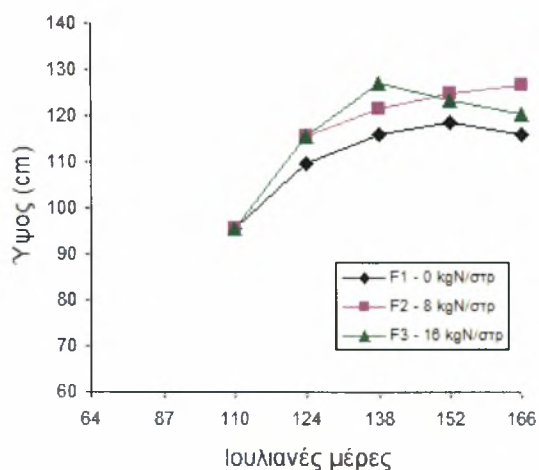
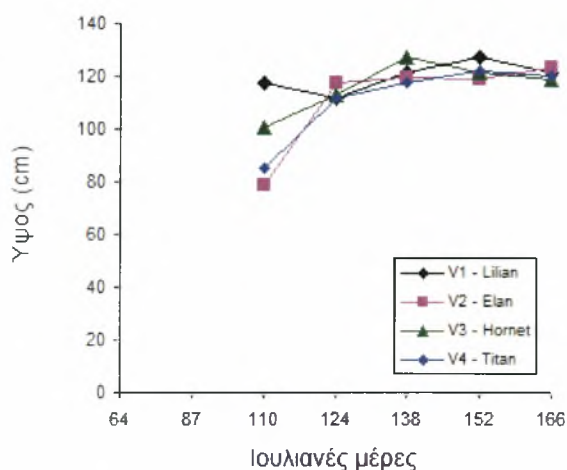
Γράφημα 2: Σχετική υγρασία σε ποσοστό % (με ανοιχτό μπλε) και αθροιστική βροχόπτωση σε mm (με σκούρο μπλε)

3.2 Εξέλιξη πυκνότητας και ύψους φυτών

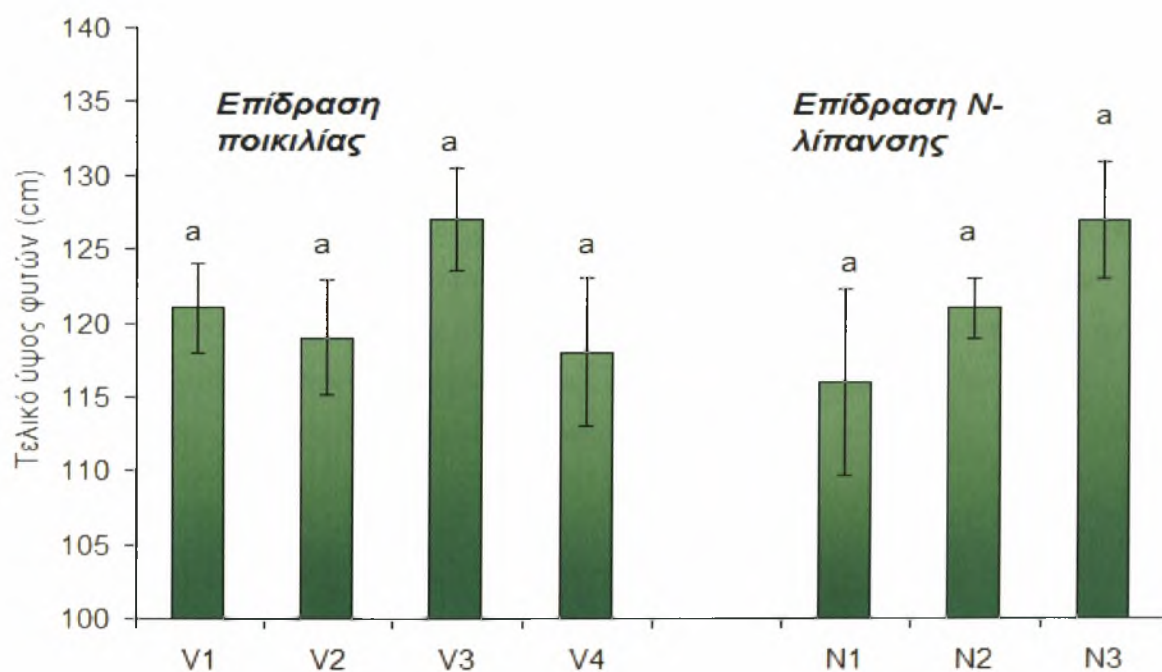
Η καταγραφή της πυκνότητας των φυτών άρχισε λίγες μέρες μετά τη σπορά του αγρού και σκοπό είχε να εξακριβώσει αν η σπορά ήταν επιτυχής και να εντοπίσει το χρονικό σημείο στο οποίο είχαν φυτρώσει το 50% των φυτών. Αυτό έγινε οκτώ (8) ημέρες μετά τη σπορά, στις 30/11/2006. Έπειτα, ακολούθησαν για δύο περίπου μήνες τακτικές παρακολουθήσεις πυκνότητας φυτών ώστε να φανεί αν υπήρχε απώλεια φυτών από ψύχος, έντομα ή άλλους παράγοντες. Μετά από αυτό το διάστημα, καταγραφές πυκνότητας φυτών γινόταν μαζί με κάθε κοπή (ανά τρεις (3) ή δύο (2) εβδομάδες). Η ποικιλία εμφάνισε επίδραση ($P < 0,05$) στην πυκνότητα των φυτών.

Η καταγραφή του ύψους των φυτών έγινε αρχικά χονδρικά στο χωράφι με επιλογή τυχαίων φυτών και από την Τρίτη κοπή κι έπειτα, καταγραφόταν το ύψος των φυτών που χρησιμοποιούνταν σε κάθε κοπή.

Το ύψος των φυτών ήταν χαμηλό τις πρώτες εβδομάδες της καλλιέργειας και μέχρι τα τέλη του χειμώνα έφτασε τα 20 cm, οπότε η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο της «ροζέτας». Από αρχές Μαρτίου και μέχρι και το πρώτο του Απριλίου, που ήταν η περίοδος που άρχισε η έκπτυξη των ταξιανθιών η αύξηση του ύψους ήταν ραγδαία και από 25 περίπου cm έφτασε 90 cm (αύξηση > 1.5 εκατοστο/ημερα, με εντονότερη την αύξηση της ποικιλίας V1 (Lilian) που έφτασε τα 110 εκατοστα ($P > 0.05$). Από εκεί και έπειτα το ύψος αυξήθηκε με πιο αργό ρυθμό για να φτάσει το τελικό ύψος (120 cm) ένα μήνα αργότερα. Από εκεί και πέρα η αύξηση σε ύψος σταμάτησε.. Οι διαφορές στο ύψος μεταξύ ποικιλιών δεν βρέθηκαν να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. ($P = 0,7$).



Γράφημα 3: Η εξέλιξη του ύψους των φυτών σε cm (Για τις ποικιλίες με μαύρο η ποικ. Lilian, με ροζ η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με μπλέ η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μαύρο 0kgN/στρ, με ροζ 8kgN/στρ και με πράσινο 16kgN/στρ)



Γράφημα 4: Τα τελικά ύψη φυτών. V1-4 οι ποικιλίες και N1-3 τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης. Διαφορετικά γράμματα είναι ένδειξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς.

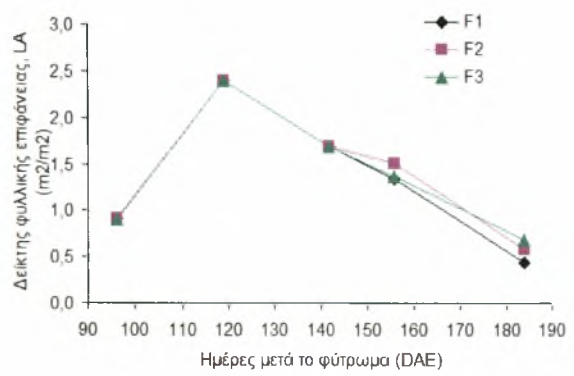
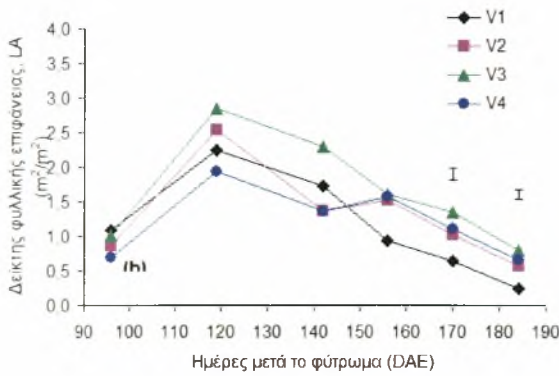
3.3 Εξέλιξη δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) και δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA)

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) αυξήθηκε από την έναρξη της καλλιέργειας έως την δεύτερη κοπή (τέλη Μαρτίου) που αντιστοιχεί στην έναρξη της ανθοφορίας, φτάνοντας μέγιστες τιμές περί το $2,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

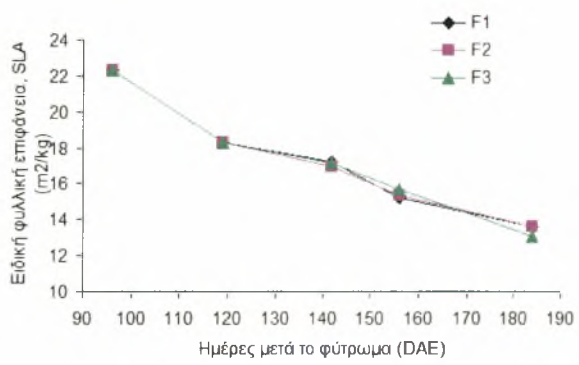
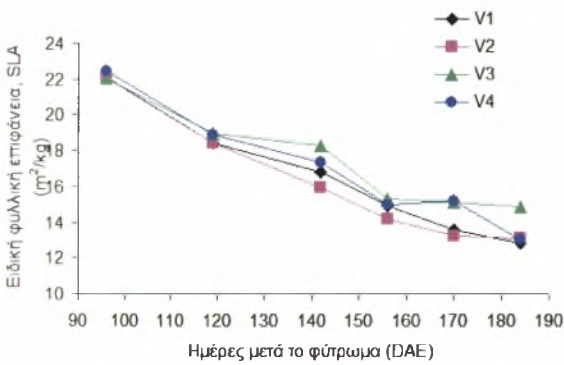
Δεν βρέθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων (Ποικιλία Χ Επίπεδο αζωτούχου λίπανσης) για κανέναν από τους δύο δείκτες και έτσι τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι μεταξύ των παραγόντων.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν, αν και οι V3 (Hornet) και V2 (Elan) έδειξαν εντονότερη δημιουργία φυλλικής επιφάνειας. Η πορεία από την ανθοφορία κι έπειτα είναι σαφώς πτωτική και είναι ένδειξη της τάσης των φυτών να τροφοδοτούν τα αναπαραγωγικά όργανα περισσότερο από τα βλαστικά. Σ' αυτό το σημείο η V1 (Lilian) δείχνει να έχει εντονότερη μείωση (Γράφημα 5.). Η εφαρμογή της λίπανσης δείχνει μία σχετικά μικρή επίδραση σ' αυτό το δείκτη.

Ο δείκτης ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) εμφανίζει συνεχώς καθοδική πορεία από τα $22 \text{ m}^2/\text{kg}$ κατά την πρώτη κοπή (αρχές Μαρτίου) για να φτάσουν στα $14 \text{ m}^2/\text{kg}$ περίπου στο τέλος της περιόδου ανάπτυξης και σχετίζεται με την αποκοπή και πτώση των κάτω φύλλων που έχουν γενικά μεγαλύτερες τιμές SLA. Η ποικιλία και η λίπανση με άζωτο δεν είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$).



Γράφημα 5: Εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI). (Για τις ποικιλίες με μαύρο η ποικ. Lilian, με ροζ η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με μπλε η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μαύρο 0kgN/στρ, με ροζ 8kgN/στρ και με πράσινο 16kgN/στρ)



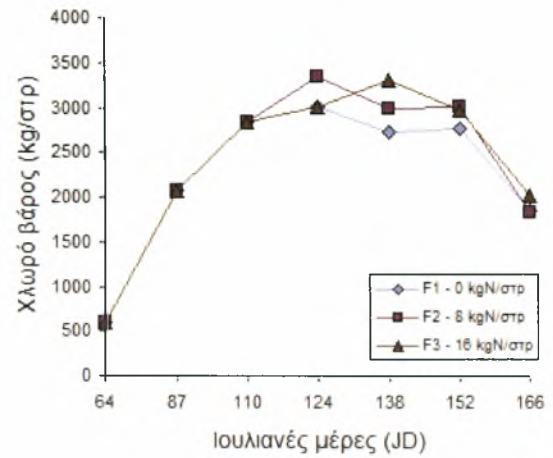
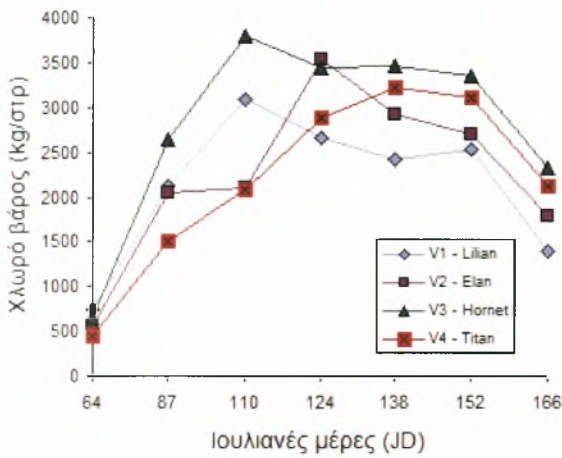
Γράφημα 6: Εξέλιξη δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA). (Για τις ποικιλίες με μαύρο η ποικ. Lilian, με ροζ η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με μπλε η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μαύρο 0kgN/στρ, με ροζ 8kgN/στρ και με πράσινο 16kgN/στρ).

3.4 Χλωρό και ξηρό βάρος και κατανομή στα φυτικά όργανα

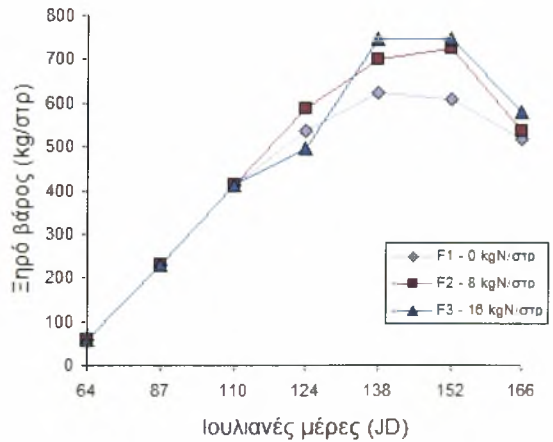
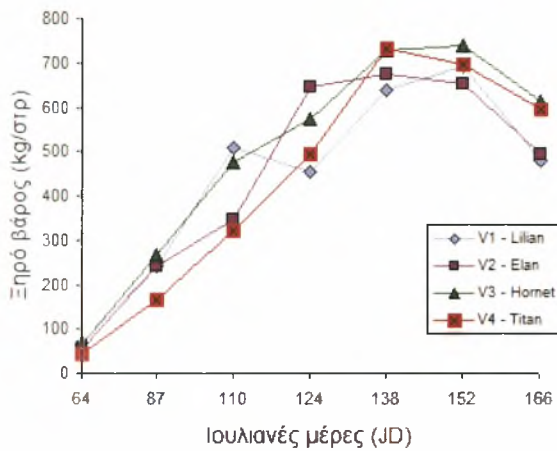
Επίσης σ' αυτούς τους δείκτες δεν σημειώνεται σημαντική αλληλεπίδραση ποικιλία Χ λίπανση. Το χλωρό βάρος των φυτών παρουσιάζει μία εξέλιξη αρχικά αύξουσα μέχρι αρχές Μαΐου, όπου επιτεύχθηκε η μέγιστη τιμή (περί τα 3000kg/στρ) κι έπειτα μειώθηκε.

Το ξηρό βάρος αυξήθηκε συνεχώς έως το τρίτο (3) δεκαήμερο του Μαΐου, όπου για περίοδο 10 ημερών διατήρησε τη μέγιστη τιμή του κι έπειτα σημειώνει απότομη μείωση που σχετίζεται με την πρόωρη πτώση των φύλλων και αύξηση της αναπνοής συντήρησης. Σ' αυτή την περίοδο η συνολική βιομάζα υπερβαίνει σε κάποιες περιπτώσεις τα 720 kg/στρ και η απόδοση σε σπόρο φτάνει 137-272 kg/στρ ανάλογα την ποικιλία ή 131-220kg/στρ ανάλογα με το επίπεδο λίπανσης. Ο καλύτερος συνδυασμός που επιτεύχθηκε ήταν V1 (Lilian) X F2 (8 kgN/στρ) με μέση απόδοση 354kg/στρ στην 6^η κοπή που πραγματοποιήθηκε στη 1/6/2007 (184 DAE).

Οι ξηροθερμικές συνθήκες που επικράτησαν σε συνδυασμό με τη πτώση των φύλλων και το «τίναγμα» των σπόρων, όπως και με την αύξηση της αναπνοής (λόγω αυξημένων θερμοκρασιών) οδήγησαν σε ταχεία πτώση του ξηρού βάρους περί τα 550 kg/στρ και της απόδοσης σε σπόρο που τελικά κυμάνθηκε λίγο πάνω από τα 50kg/στρ. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ των ποικιλιών για το ξηρό βάρος, ενώ για την εφαρμογή λίπανσης καταγράφεται μία διαφορά μεταξύ των επιπέδων 0kgN/στρ και 8-16kgN/στρ, όχι όμως στατιστικά σημαντική.



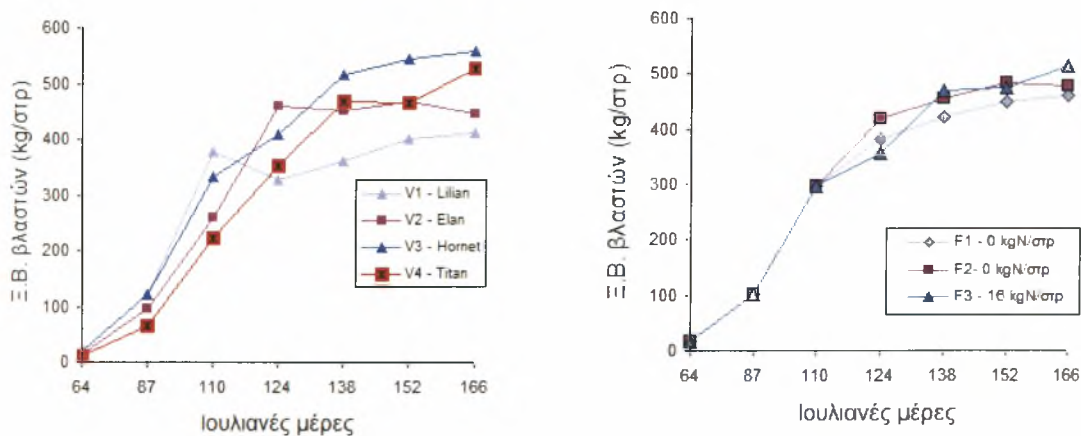
Γράφημα 7: Εξέλιξη χλωρού βάρους φυτών. (Για τις ποικιλίες με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσινί η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με κόκκινο η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με ρόμβο 0kgN/στρ, με τετράγωνο 8kgN/στρ και με τρίγωνο 16kgN/στρ).



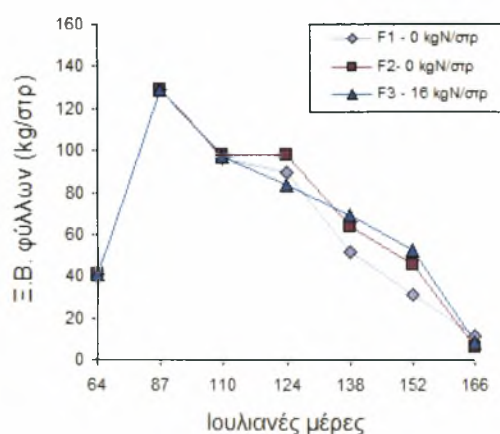
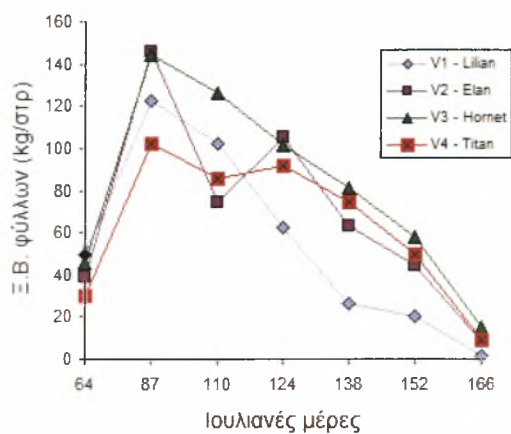
Γράφημα 8: Εξέλιξη ξηρού βάρους φυτών. (Για τις ποικιλίες με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσινί η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με κόκκινο η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μωβ 0kgN/στρ, με βυσσινί 8kgN/στρ και με μπλε 16kgN/στρ).

Το ξηρό βάρος των βλαστών αυξάνεται μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ακολουθώντας μία σιγμοειδή καμπύλη αύξησης (Γράφημα 9). Οι ποικιλίες μεταξύ τους εμφάνισαν μικρές διαφορές οι οποίες δε θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Το ίδιο συμβαίνει και με τα επίπεδα λίπανσης ($P > 0,05$). Το ξηρό βάρος των φύλλων αρχικά αυξήθηκε έντονα μέχρι τα 100-140kg/στρ έως την έναρξη της ανθοφορίας (αρχές Απριλίου) κι έπειτα είχε συνεχή μείωση. Το επίπεδο αζωτούχου λίπανσης δεν είχε καμία επίδραση στο ξηρό βάρος φύλλων.

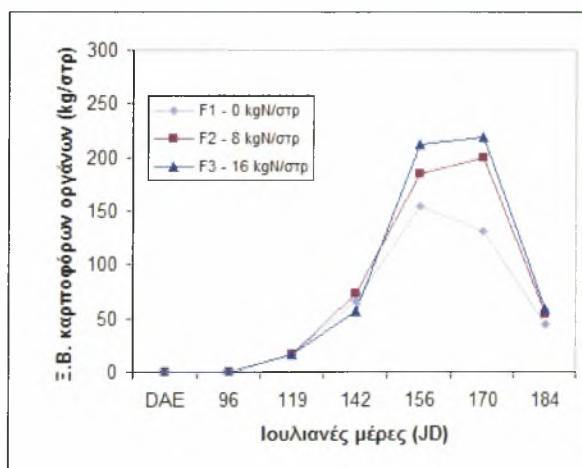
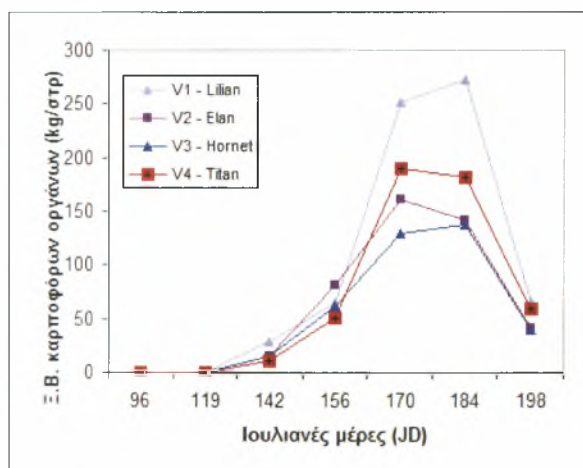
Τα όργανα καρποφορίας εμφανίστηκαν μετά τις αρχές Απριλίου (Γράφημα 11). Από εκείνο το σημείο το ξηρό βάρος των καρποφόρων οργάνων ακολουθεί αυξανόμενο ρυθμό αύξησης έως την πέμπτη κοπή (μέσα Μαΐου), ενώ αυξημένο ήταν και στην έκτη κοπή (αρχές Ιουνίου) όπου σημειώθηκαν τις μέγιστες τιμές του (137-272kg/στρ ανάλογα την ποικιλία ή 131-220kg/στρ ανάλογα με το επίπεδο λίπανσης). Κατά την έβδομη κοπή (μέσα Ιουνίου) οι τιμές του ξηρού βάρους καρποφόρων οργάνων παρουσιάστηκαν σημαντικά ελαττωμένες, εξαιτίας της πτώσης των σπόρων και σημαντικής αύξησης της αναπνοής. Η ποικιλία Lilian εμφάνιστηκε πιο παραγωγική από τις υπόλοιπες ενώ επίσης η εφαρμογή αζώτου έδωσε μεγαλύτερες τιμές απόδοσης σε σπόρο. Σημαντικές διαφορές δεν παρατηρήθηκαν μεταξύ της εφαρμογής 8kgN/στρ ή 16kgN/στρ.



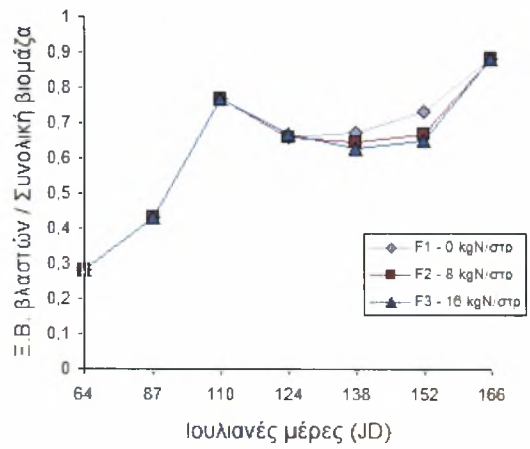
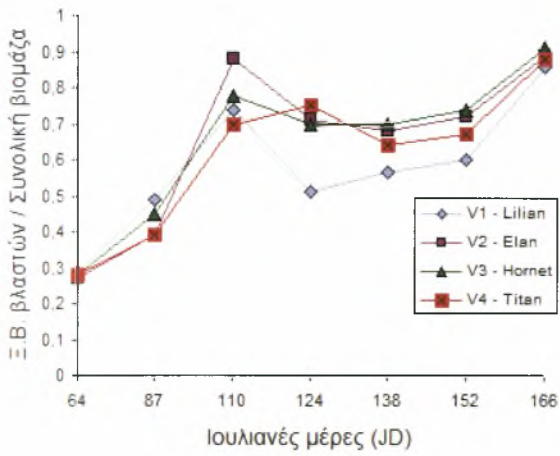
Γράφημα 9: Εξέλιξη του ξηρού βάρους των βλαστών. (Για τις ποικιλίες με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσίνη η ποικ. Elan, με μπλε η ποικ. Hornet και με κόκκινο η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μωβ 0kgN/στρ, με βυσσίνη 8kgN/στρ και με μπλε 16kgN/στρ).



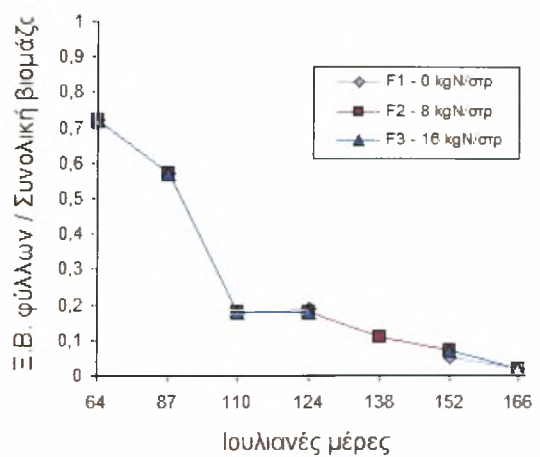
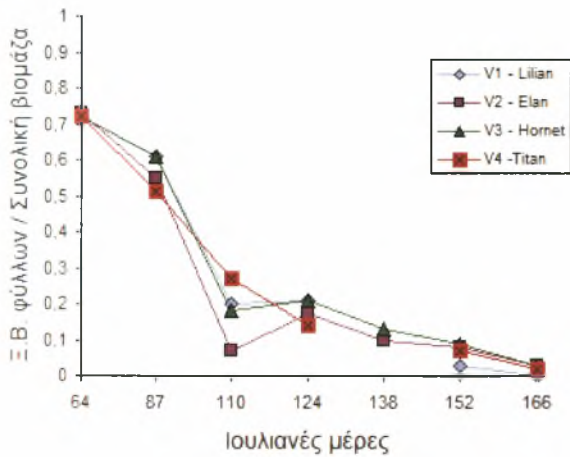
Γράφημα 10: Εξέλιξη του ξηρού βάρους φύλλων. (Για τις ποικιλίες με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσινί η ποικ. Elan, με πράσινο η ποικ. Hornet και με κόκκινο η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μωβ 0kgN/στρ, με βυσσινί 8kgN/στρ και με μπλε 16kgN/στρ).



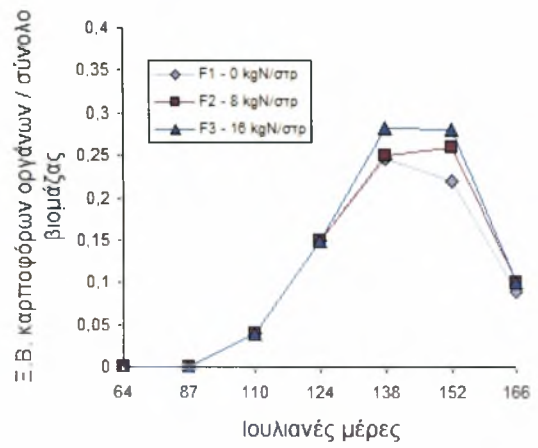
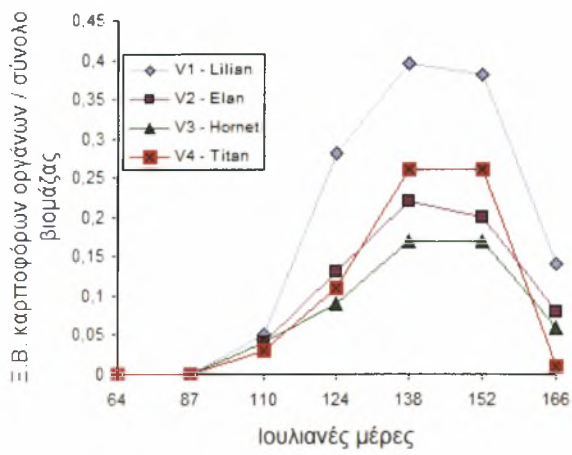
Γράφημα 11: Εξέλιξη ξηρού βάρους καρποφόρων οργάνων. (Για τις ποικιλίες με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσινί η ποικ. Elan, με μπλε η ποικ. Hornet και με κόκκινο η ποικ. Titan. Για τα επίπεδα λίπανσης με μωβ 0kgN/στρ, με βυσσινί 8kgN/στρ και με μπλε 16kgN/στρ).



Γράφημα 12: Αναλογία Ξ.Β. βλαστών / Συνολικό Ξ.Β.



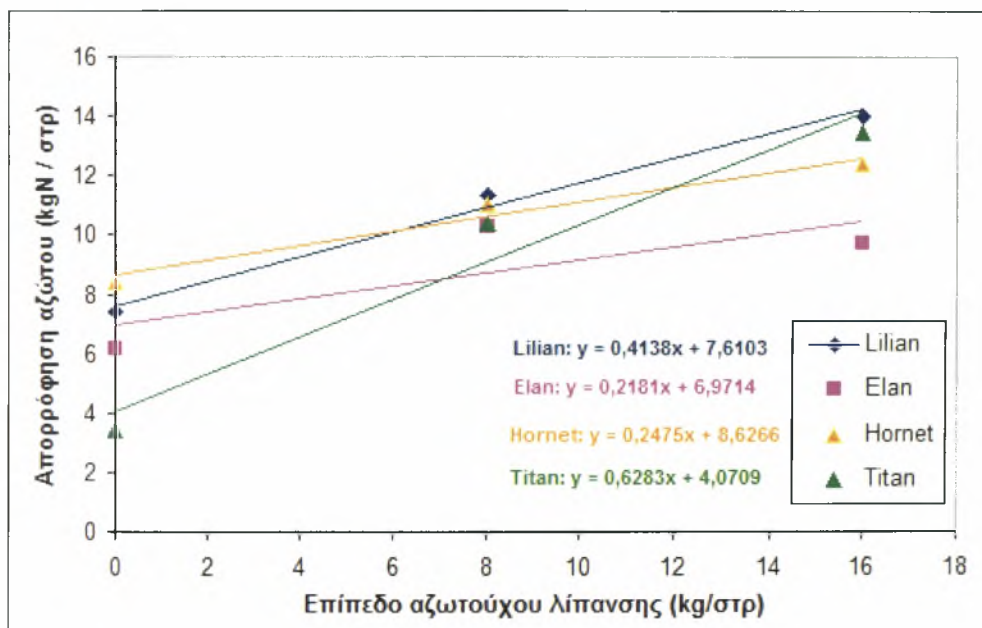
Γράφημα 13: Αναλογία Ξ.Β. Φύλλων / Συνολικό Ξ.Β.



Γράφημα 14: Αναλογία Ξ.Β. καρποφόρων οργάνων / Συνολικό Ξ.Β.

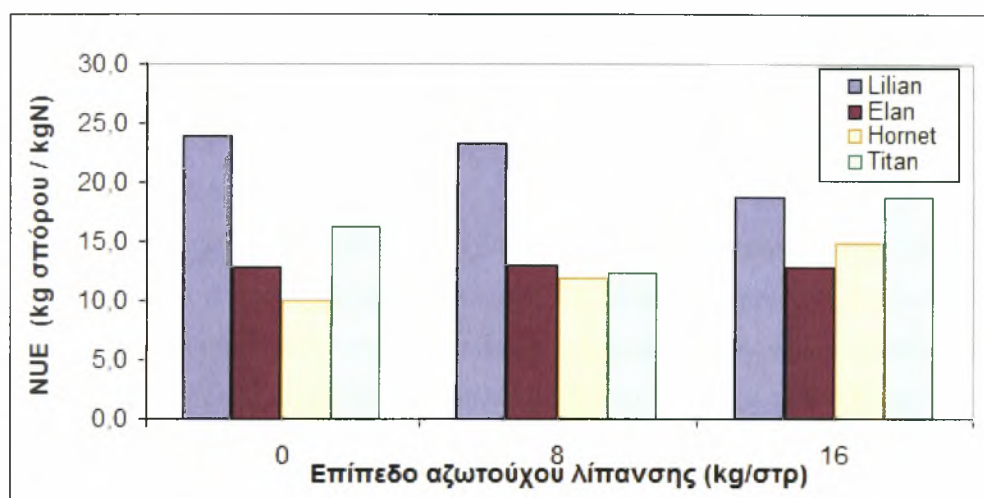
3.5 Αποδοτικότητα χρήσης αζώτου

Η αποδοτικότητα χρήσης αζώτου είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό για την εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης και τη διαχείριση των καλλιεργειών. Παρακάτω εμφανίζεται η απορρόφηση αζώτου από τις τέσσερις ποικιλίες σε σχέση με το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης. Η συσχέτιση που υπάρχει είναι θετική και υποδεικνύει πως από το σύνολο του αζώτου που χορηγείται ένα ποσοστό απορροφάται από τα φυτά. Η κλίση που έχουν οι ευθείες γραμμές κεντρικής τάσης δείχνει το ποσοστό του αζώτου που απορροφάται σε σχέση με αυτό που εφαρμόζεται (RF, συντελεστής απορρόφησης) ενώ ο σταθερός όρος δείχνει τη βασική αποδέσμευση του αγρού προς την καλλιέργεια



Γράφημα 15: Η απορρόφηση αζώτου από την καλλιέργεια (N-uptake) σε σχέση με το εφαρμοζόμενο N. (με μπλέ η ποικιλία Lilian, με ροζ η ποικιλία Elan, με κίτρινο με ποικιλία Hornet και με πράσινο η ποικιλία Titan). Η τομή των γραμμών με τον Y'Y δείχνει την βασική απορρόφηση (σε kgN/στρ), ενώ η κλίση των ευθειών το συντελεστή απορρόφησης.

Στο παρακάτω γράφημα παριστάνεται η αποδοτικότητα χρήσης αζώτου των τεσσάρων ποικιλιών (NUE, kgσπόρου/kgN) ως προς την ποσότητα αζώτου που εφαρμόζεται. Η αποδοτικότητα του αζώτου (NUE) στις ποικιλίες προσδιορίστηκε σε 20 kgσπόρου/kgN, το οποίο είναι παρόμοιο με αυτό του ηλιάνθου αλλά σαφώς μικρότερο από τα άλλα φυτά βιομάζας (π.χ. NUE μίσχανθου = 150, Δαναλάτος et. al., 2007).



Γράφημα 16: Αποδοτικότητα αζώτου, NUE (kg σπόρου/kgN). Με μωβ η ποικ. Lilian, με βυσσινί η Elan, με κίτρινο η Hornet και με θαλασσί η Titan.

4. Συμπεράσματα

- Σε μία καλλιεργητική περίοδο με ελάχιστη βροχόπτωση, οι τελικές αποδόσεις όλων των ποικιλιών σε όλα τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης ήταν περί τα 45 kg/στρ σπόρου. Ωστόσο, δεκαπέντε (15) ημέρες νωρίτερα (Αρχές Ιουνίου), οι τιμές ξηρού βάρους καρποφόρων οργάνων ήταν περί τα 180kg/στρ και σε μερικές περιπτώσεις έφταναν τα 250kg/στρ με αναλογία βάρους σπόρων/βάρος καρποφόρων οργάνων =0,8. Αυτές οι αποδόσεις είναι αρκετά χαμηλότερες από τις αναμενόμενες (250 kg/στρ) στη βιβλιογραφία για Ελληνικές συνθήκες. Αυτό καταδεικνύει τις αδυναμίες της ελαιοκράμβης ως καλλιέργεια στην κεντρική Ελλάδα (υδατικό έλλειμα μετά τον Απρίλιο και υψηλές θερμοκρασίες από τον Μάιο κι εξής) να εμφανίσει υψηλές αποδόσεις σε σπόρο σε αντίθεση με τη κεντρική και βόρεια Ευρώπη.
- Η ημερομηνία σποράς στο πείραμα (22 Νοε) μπορεί να χαρακτηριστεί όψιμη και είναι στα όρια της προτεινόμενης περιόδου σποράς. Ενδεχομένως σπορά σε προγενέστερη ημερομηνία να είχε καλύτερα αποτελέσματα αφενός στη διαχείμαση της καλλιέργειας, αφετέρου στις τελικές αποδόσεις, αφού αναμενόμενο θα ήταν να κλείσει η κύκλος ζωής των φυτών λίγες ημέρες νωρίτερα πριν να εκδηλωθούν οι υψηλές θερμοκρασίες του Μαΐου και σημειωθεί το «τίναγμα» του σπόρου.
- Διαφορές μεταξύ των ποικιλιών υπήρξαν. Πιο αποδοτική εμφανίστηκε η V1 (Lilian) που εμφανίστηκε ελαφρά πιο πρώιμη και έχοντας μία μεγαλύτερη αναλογία βάρους καρπού/συνολικό ξηρό βάρος (harvest index.).
- Η προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος αύξησε την τελική απόδοση (μάρτυρας έναντι μεταχειρίσεων με προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος), ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων 8 και 16kgN/στρ. Θα πρέπει να σημειωθεί η βασική απορρόφηση αζώτου στο συγκεκριμένο αγρό κυμάνθηκε από 4 έως 8 kgN/στρ.
- Θα έπρεπε να εξεταστεί η χορήγηση θεικών λιπασμάτων, καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η ελαιοκράμβη έχει σημαντική ανάγκη S-λίπανσης (περί τις 3-4 μονάδες S). Αυτό μπορεί να είναι το θέμα ενός μελλοντικού πειράματος.

- Είναι συζητήσιμη η περαιτέρω εξάπλωση της καλλιέργειας της ελαιοκράμβης στη χώρα μας, καθώς η απόδοσή της είναι ευαίσθητη στις υψηλές θερμοκρασίες και την υδατική καταπόνηση, συνθήκες που συχνά συναντώνται στη χώρα μας ακόμη και τους μήνες Μάιο-Ιούνιο, ενώ η οικονομική της απόδοση θα πρέπει να συναγωνιστεί το χειμερινό σιτάρι, κάτι που δεν επιτυγχάνεται εύκολα με αποδόσεις μικρότερες από 220kg/στρ.

5. Βιβλιογραφία

1. Rathke, G. W., T. Behrens and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Agriculture, Ecosystems & Environment. V. 117, Pages 80-108
2. Bolland, M.D.A, K.H.M. Siddique, S.P. Loss and M.J. Baker. 1999. Comparing responses of grain legumes wheat and canola to applications of superphosphate. Nutrient Cycling in agroecosystems 53: 157-175
3. Bolland, MD.A, R.F. Brennan and P.F. White. 2006. Comparing responses to phosphorus of field pea (*Pisum sativum*), canola (rape, *Brassica napus*) and spring wheat (*Triticum aestivum*). Australian journal of experimental agriculture. V. 46 issue 5, p 645-657
4. Siddiqui, M.H., F. Mohammad, M.N. Khan, M.Masroor A. Khan. 2008. Cumulative Effect of Soil and Foliar Application of Nitrogen, Phosphorus, and Sulfur on Growth, Physico-Biochemical Parameters, Yield Attributes, and Fatty Acid Composition in Oil of Erucic Acid-Free Rapeseed-Mustard Genotypes. Journal of Plant Nutrition. V 31, issue 7, p1284-1298
5. Malhi, S.S., Y. Gan and J.P. Raney. 2007. Yield, Seed quality, and sulfue uptake of Brassica oilseed crops in response to sulfur fertilization. Agronomy journal 99, p570-577
6. Malagoli, P., P. Laine, L. Rossato and A. Ourry. 2005. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest. Annals of botany 95, p 853-861
7. Joshi, N.L. , P.C. Mali and Anurag Saxena. 1998. Effect of nitrogen and sulfur application on yield and fatty acid composition of mustard (*Brassica juncea*) oil. J. Agronomy & crop science 180, p. 59-63
8. Yusuf, R.I. and D.G. Bullock. 1993. Effect of several production factors on two varieties of rapeseed in the central United States. Journal of plant nutrition. V.16, issue 7, p 1279-1288
9. Jackson, G.D., 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agronomy journal, V.92, issue 4, p 644-649

10. Sieling, K. O. Christen, B. Nemati and H. Hanus. 1997. Effects of previous cropping on seed yield and yield components of oil seed rape (*Brassica napus*). *European Journal of agronomy*. V. 6, issues 3-4, p 215-223
11. Clair, S.S, J. Hillier and P. Smith. 2008. Estimating the pre-harvest greenhouse gas costs of energy crop production. *Biomass and Bioenergy*. V. 32, issue 5, p 442-452
12. Solaiman, Z., P. Marschner, D. Wang and Z. Rengel. 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of wheat and canola genotypes in an alkaline soil with low P availability. *Biology and fertility of soils*, *Cooperating journal of international society of soil science*. 10.1007
13. Zaller, J.G., D. Moser, T. Drapela, C. Schmoeger and T. Frank. 2008. Insect pests in winter oilseed rape affected by field and landscape characteristics. *Basic and applied ecology* 9, p 682-690
14. Muller, J., T. Behrens and W. Diepenbrock. 2005. Measurement and modeling of canopy gas exchange of oilseed rape. *Agricultural and forest meteorology* 132, p 181-200
15. Muller, J. and W. Diepenbrock. 2006. Measurement and modeling of canopy gas exchange of leaves and pods of oilseed rape. *Agricultural and forest meteorology* 139, p 307-322
16. Karamanos, R.E., Tee Boon Goh and D. P. Poisson. 2005. Nitrogen, Phosphorus, and Sulfur fertility of hybrid canola. *Journal of plant nutrition*, V.28, issue 7, p 1145-1161
17. Habekote, B. 1997. Options for increasing seed yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*): a simulation study. *Field crops research*. V.54, issues 2-3, p 109-126
18. Adamsen, F.J. and T.A. Coffelt. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and cramble cultivars. *Industrial Crops and Products*. V. 21, issue 3, p 293-307
19. Mogensen, V.O., C.R. Jensen, G. Mortensen, M.N. Andersen, J.K. Schjoerring, J.H. Thage and J. Koribidis. 1997. Pod photosynthesis and drought adaptation of field grown rape (*Brassica napus*). *European Journal of agronomy* 6, p 295-307
20. Rose, T.J., Z. Rengel, Q. Ma and J.W. Bowden. 2008. Post-flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. *European journal of agronomy*, V.28, Issue 3, p 371-379
21. Barraclough, P.B, 1989. Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. *Plant and Soil* 119, p 59-70

22. Momoh, E.J., W.J. Song, H.Z. Li and W.J. Zhou. 2004. Seed yield and quality responses of winter oilseed rape (*Brassica napus*) to plant density and nitrogen fertilization. *Indian journal of agricultural sciences*, V.74, issue 8, p 420-424
23. Faraji, A., N. Latifi, A. Soltani and A.H.S. Rad. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus*) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agr. Water management* 96, 132-140
24. Lickfett, T., B. Matthaus, L. Velasco and C. Mollers. 1999. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of two oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. *European journal of agronomy* 11, p 293-299
25. Thamsiroj, T. and J.D. Murphy. Is it better to import palm oil from Thailand to produce biodiesel in Ireland than to produce biodiesel from indigenous Irish rape seed? *Applied energy* –article in press-
26. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus*): a review. *Field crops research* 67, p 35-49
27. Lambers, H. et al. *Plant physiological ecology*, S.E., Springer science+Business media, 2008
28. Oad, F.C., B.K. Solangi, M.A. Samo, A.A. Lakho, Zia-ul-Hassan and N.L. Oad. 2001. Growth, Yield and relationship of rapeseed (*Brassica napus* L.) under Different row spacing. *Int. Journal of agriculture & biology*
29. Farahbakhsh, H., N. Pakgozar and A. Karimi. 2006. Effects of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and oil content of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant sciences*, 5. p 112-115
30. Johnston, A.M., D.L. Tanaka, P.R. Miller, S.A. Brandt, D.C. Nielsen, G.P. Lafond and N.R. Riveland. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy journal*, 94. p 231-240
31. Butkute, B., G. Sidlauskas & I. Brazauskiene. 2006. Seed yield and quality of winter oilseed rape as affected by nitrogen rates, sowing time and fungicide application. *Communications in soil science and plant analysis*, 37. p 2725-2744
32. Malhi, S.S., A.M. Johnston, J.J. Schoenau, Z.H. Wang and C.L. Vera. 2007. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of canola, mustard and flax on a black chernozem soil in Saskatchewan. *Journal of plant nutrition*, 30. p 641-658

33. Makowski, D. A. Maltas, M. Morison and R. Reau. 2005. Calculating N fertilizer doses for oil-seed rape using plant and soil data. *Agron. Sustain. Dev.*, 25. p 159-161
34. Marschner, P. Z. Solaiman and Z. Rengel. 2007. Brassica genotypes differ in growth, phosphorus uptake and rhizosphere properties under P-limiting conditions. *Soil biology & biochemistry*, 39. p87-88
35. Brennan, R.F. and M.D.A. Bolland. 2007. Effect of fertilizer phosphorus and nitrogen on the concentrations of oil and protein in grain and the grain yield of canola (*Brassica napus* L.) grown on south western Australia. *Australian journal of experimental agriculture*, 47. p 984-991
36. Rathke, G.W., O. Christen and W. Diepenprock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field crops research*, 94. p 103-113
37. Norton, R.M., N.G. Wachsmann. 2006. Nitrogen use and crop type affect the water use of annual crops in south-eastern Australia. *Australian journal of agricultural research*, 57. p257-267
38. Faraji, A., N. Latifi, A. Soltani, A.H.S. Rad. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agr. Water management*, 96. p 132-140
39. Sharaan, A. N. 2007. Yield performance of new European spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under winter season cultivation in Egypt. *J. Agronomy & crop science*, 158. p 49-55
40. Tunçtürk, M and V. Ciftci. 2007. Relationships between yield and some yield components in rapeseed (*Brassica napus* ssp. *Oleifera* L.) cultivars by using correlation and path analysis. *Pak. J. Bot.*, 39. p 81-84
41. Rashid, R., Md. Fazlul Karim and M. Hasanuzzaman. 2007. Response of rapeseed (*Brassica campestris* L.) to different nitrogen doses and number of weedling. *Middle-east Journal of scientific research*, 2 (3-4). p 146-150
42. Hasanuzzaman, M. and Md. Fazlul Karim. 2007. Performance of rapeseed (*Brassica campestris* L.) CV. SAU Sarisha-1 under different row spacings and irrigation levels. *Research journal of agriculture and biological sciences*, 3 (6). p 960-965

43. Ραμνιώτης, Ι.Γ. 2008. Πειραματική καλλιέργεια ποικιλιών ελαιοκράμβης (*Brassica napus*) στο Ν. Λάρισα για παραγωγή biodiesel. Μεταπτυχιακή διατριβή
44. Yin X, Goudriaan J, Lantinga EA, Vos J, Spirtz HJ, 2003. A flexible sigmoid function of determinate growth. *Annals of botany*, 91, p 361-371
45. Daniels, R.W., Scarisbrick, D.H., Smith, L.J. 1986. *Oilseed Rape Physiology*. Oilseed rape Collins, London, p. 83–126.
46. Istanbuluoglu, A., B. Arslan, E. Gocmen, E. Gezer and C. Pasa. 2010. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Biosystems eng.*, V.105 Issue 3, p. 388-394
47. Boukis, I., N. Vassilakos, G. Kontopoulos and S. Karellas. 2009. Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part I: Available biomass and methodology. *Renewable and sustainable energy reviews*. V13 Issue 5, p. 971-985

6. Αποτελέσματα και συζήτηση

6.1 Παράδειγμα στατιστικής ανάλυσης

Analysis of variance

Variate: tdw4

Source of variation d.f. s.s. m.s. v.r. F pr.

B stratum 2 65756543. 32878271. 5.57

B.V stratum

V 3 19292524. 6430841. 1.09 0.423

Residual 6 35407478. 5901246. 1.52

B.V.F stratum

F 2 5118087. 2559043. 0.66 0.531

V.F 6 20788163. 3464694. 0.89 0.523

Residual 16 62079518. 3879970.

Total 35 208442313.

* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 2 V 3 -2046. s.e. 992.

B 2 V 2 F 3 -2778. s.e. 1313.

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

Variate: tdw4

Grand mean 5411.

V	1	2	3	4
	4530.	6444.	5715.	4954.

F	1	2	3
	5367.	5893.	4973.

V	F	1	2	3
1		3103.	5702.	4787.
2		7050.	7596.	4687.
3		6178.	5433.	5532.
4		5136.	4842.	4885.

*** Standard errors of means ***

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
e.s.e.	809.7	568.6	1232.0
d.f.	6	16	19.51

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

V	1137.2
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
s.e.d.	1145.2	804.2	1742.4
d.f.	6	16	19.51

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

V	1608.3
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
l.s.d.	2802.1	1704.7	3640.4
d.f.	6	16	19.51

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

V	3409.5
d.f.	16

437 "Split-Plot Design."

438 BLOCK B/V/F

439 TREATMENTS V*F

440 COVARIATE "No Covariate"

441 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means; FACT=32; FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;
LSDLEVEL=5]\

442 tdw5

Analysis of variance

Variate: tdw5

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F	pr.
---------------------	------	------	------	------	---	-----

B stratum	2	44472599.	22236299.	13.71		
-----------	---	-----------	-----------	-------	--	--

B.V stratum

V	3	5351731.	1783910.	1.10	0.419	
---	---	----------	----------	------	-------	--

Residual	6	9732263.	1622044.	0.28		
----------	---	----------	----------	------	--	--

B.V.F stratum

F	2	9367331.	4683665.	0.81	0.460	
---	---	----------	----------	------	-------	--

V.F	6	57479443.	9579907.	1.67	0.194	
-----	---	-----------	----------	------	-------	--

Residual	16	92026293.	5751643.			
----------	----	-----------	----------	--	--	--

Total	35	218429660.				
-------	----	------------	--	--	--	--

* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 2	V 1	F 1	-3466.	s.e. 1599.
-----	-----	-----	--------	------------

B 2	V 1	F 3	3403.	s.e. 1599.
-----	-----	-----	-------	------------

B 2	V 4	F 1	-3279.	s.e. 1599.
-----	-----	-----	--------	------------

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

Variate: tdw5

Grand mean 6930.

V	1	2	3	4
	6390.	6741.	7269.	7320.

F	1	2	3
	6261.	7031.	7498.

V	F	1	2	3
1		5217.	7164.	6788.
2		7412.	8079.	4733.
3		7075.	6153.	8579.
4		5340.	6730.	9891.

*** Standard errors of means ***

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
e.s.e.	424.5	692.3	1207.6
d.f.	6	16	19.78

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

V	1384.6
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
s.e.d.	600.4	979.1	1707.8
d.f.	6	16	19.78

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

V	1958.2
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
l.s.d.	1469.1	2075.6	3565.0
d.f.	6	16	19.78

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

V	4151.1
d.f.	16

443 "Split-Plot Design."

444 BLOCK B/V/F

445 TREATMENTS V*F

446 COVARIATE "No Covariate"

447 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means; FACT=32; FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;
LSDLEVEL=5]\

448 tdw6

Analysis of variance

Variate: συνολικο ξηρο βαρος (6^η κοπή)

Source of variation d.f. s.s. m.s. v.r. F pr.

B stratum 2 8800130. 4400065. 2.13

B.V stratum

V 3 3196355. 1065452. 0.52 0.686

Residual 6 12372792. 2062132. 0.30

B.V.F stratum

F 2 12975895. 6487947. 0.96 0.405

V.F 6 56996476. 9499413. 1.40 0.274

Residual 16 108550066. 6784379.

Total 35 202891713.

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

Variate: tdw6

Grand mean 6955.

V	1	2	3	4
	6935.	6538.	7380.	6966.

F	1	2	3
	6113.	7279.	7473.

V	F	1	2	3
1		6084.	7933.	6787.
2		6777.	7839.	4999.
3		7402.	5939.	8800.
4		4190.	7404.	9305.

*** Standard errors of means ***

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
e.s.e.	478.7	751.9	1317.9
d.f.	6	16	20

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

V	1503.8
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
s.e.d.	676.9	1063.4	1863.7
d.f.	6	16	20

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

V	2126.7
---	--------

d.f. 16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
l.s.d.	1656.4	2254.2	3887.7
d.f.	6	16	20

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

V 4508.4
d.f. 16

449 "Split-Plot Design."

450 BLOCK B/V/F

451 TREATMENTS V*F

452 COVARIATE "No Covariate"

453 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means; FACT=32; FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;
LSDLEVEL=5]\

454 tdw7

Analysis of variance

Variate: συνολικο ξηρο βαρος (7^η κοπή)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F	pr.
---------------------	------	------	------	------	---	-----

B stratum	2	17207875.	8603937.	12.16		
-----------	---	-----------	----------	-------	--	--

B.V stratum

V	3	12451627.	4150542.	5.87	0.032	
---	---	-----------	----------	------	-------	--

Residual	6	4244734.	707456.	0.17		
----------	---	----------	---------	------	--	--

B.V.F stratum

F	2	2731462.	1365731.	0.34	0.719	
---	---	----------	----------	------	-------	--

V.F	6	12649663.	2108277.	0.52	0.786	
-----	---	-----------	----------	------	-------	--

Residual	16	64999444.	4062465.			
----------	----	-----------	----------	--	--	--

Total	35	114284806.				
-------	----	------------	--	--	--	--

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

Variate: tdw7

Grand mean 5451.

V	1	2	3	4
	4790.	4948.	6120.	5947.

F	1	2	3
	5169.	5361.	5825.

V	F	1	2	3
1		4075.	4915.	5380.
2		5506.	5187.	4152.
3		6178.	5275.	6907.
4		4914.	6067.	6860.

*** Standard errors of means ***

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
e.s.e.	280.4	581.8	990.6
d.f.	6	16	18.53

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

V	1163.7
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
s.e.d.	396.5	822.8	1401.0
d.f.	6	16	18.53

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

V	1645.7
d.f.	16

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

Table	V	F	V
		F	
rep.	9	12	3
l.s.d.	970.2	1744.4	2937.3
d.f.	6	16	18.53

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

V	3488.7
d.f.	16

6.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Πίνακας 3: Μετεωρολογικά δεδομένα

Ιουλιανές μέρες	Βροχόπτωση ημέρας	Μέση θερμοκρασία ημέρας	Μέγιστη θερμοκρασία ημέρας	Ελάχιστη θερμοκρασία ημέρας	Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας	Σχετική υγρασία	Ταχύτητα ανέμου	Αθροιστική βροχόπτωση
JD	mm	°C			MJ/m ² /d	%	m/s	mm
1	0	0,00	0,00	0,00	9,508	78,70	0,83	0
2	0	0,00	0,00	0,00	2,703	70,74	1,49	0
3	0	0,00	0,00	0,00	7,090	62,11	2,48	0
4	0	3,69	8,40	-0,50	5,609	65,17	1,30	0
5	0	2,68	5,90	-2,70	6,970	77,82	1,24	0
6	0	3,65	10,00	-0,30	8,786	81,28	1,12	0
7	0	3,21	11,70	-2,30	9,367	77,74	0,91	0
8	0,2	3,99	12,20	-2,10	9,129	78,49	0,90	0,2
9	0	4,83	13,10	-0,70	7,570	85,07	0,90	0,2
10	0,2	3,90	11,90	0,00	7,489	90,94	0,77	0,4
11	0	4,20	14,00	-1,70	9,262	84,80	0,80	0,4
12	0,2	6,69	12,40	-0,20	7,304	76,00	1,32	0,6
13	0	8,23	13,40	2,50	9,637	46,98	2,29	0,6
14	0	5,33	15,70	-1,00	9,813	66,80	1,09	0,6
15	0	5,62	14,40	-0,50	9,176	73,13	1,07	0,6
16	0,2	4,53	13,00	-1,20	9,796	77,78	1,06	0,8
17	0	4,76	13,80	-1,80	10,452	72,87	0,84	0,8
18	0	9,02	17,70	2,60	8,700	67,20	1,23	0,8
19	0	12,38	17,90	6,50	7,626	57,75	3,27	0,8
20	0	11,40	18,10	5,80	10,306	59,17	1,77	0,8
21	0	10,05	19,10	3,00	10,348	63,65	1,47	0,8
22	0	9,63	17,90	2,30	10,362	77,58	1,86	0,8
23	0,2	9,86	13,80	6,00	6,315	88,41	1,70	1
24	0	15,52	20,20	11,40	10,529	50,55	4,53	1
25	0	15,25	19,20	11,90	9,911	45,94	3,34	1
26	0	13,15	18,00	10,10	7,883	64,48	1,87	1
27	2,6	11,14	14,90	8,40	7,797	77,93	2,45	3,6
28	0	4,03	7,80	-1,30	12,043	47,28	2,83	3,6
29	0	4,67	13,40	-4,40	12,152	49,50	2,34	3,6
30	0	5,35	12,40	-0,80	11,778	60,49	1,58	3,6
31	0	5,07	13,50	-2,20	12,029	64,23	1,26	3,6
32	0	7,06	16,70	-1,40	12,383	63,10	1,70	3,6
33	0,2	7,65	10,40	2,70	6,838	51,41	3,28	3,8
34	0	3,64	9,70	-3,30	12,417	57,95	1,25	3,8
35	0	5,62	10,00	0,60	11,851	51,18	3,48	3,8
36	0	3,92	8,80	-2,00	12,360	49,91	2,28	3,8
37	0	2,65	12,40	-5,40	13,393	62,40	1,16	3,8
38	0	4,77	11,10	-1,00	5,856	70,61	1,05	3,8
39	0	7,40	15,80	0,60	9,260	75,39	1,15	3,8
40	0	10,10	16,50	3,90	10,227	68,46	1,61	3,8
41	0	10,79	14,70	6,90	6,535	75,07	2,12	3,8
42	3,6	11,16	14,30	8,40	4,191	84,10	1,77	7,4

43	3,2	12,07	16,00	9,40	11,042	85,91	1,63	10,6
44	1,2	10,45	14,90	6,20	5,792	74,40	2,38	11,8
45	0	8,70	13,20	3,30	7,762	68,40	1,72	11,8
46	0	7,98	14,70	2,00	12,628	66,56	1,43	11,8
47	5,4	6,18	8,10	2,40	3,103	91,25	1,03	17,2
48	6,6	8,40	9,80	7,00	4,162	78,78	3,09	23,8
49	0,8	6,81	8,80	3,00	4,767	79,57	1,73	24,6
50	0	6,76	10,30	-0,90	7,464	80,49	1,08	24,6
51	0,2	6,78	10,30	1,80	4,068	87,27	0,97	24,8
52	0	9,69	14,40	1,70	12,625	76,01	1,51	24,8
53	0	8,28	15,10	2,30	12,145	85,35	1,26	24,8
54	0,4	9,12	11,40	7,40	3,262	92,45	0,70	25,2
55	0,8	6,49	9,30	4,50	2,154	76,68	3,32	26
56	0	5,33	6,20	3,80	2,737	69,55	2,00	26
57	0	8,50	10,10	7,00	6,749	71,22	2,01	26
58	0,4	8,78	9,00	8,60	0,982	83,66	2,76	26,4
59	0	9,75	13,70	5,00	12,321	60,36	2,05	26,4
60	0	10,96	19,30	3,80	16,384	64,54	1,67	26,4
61	0	13,74	20,10	7,70	16,365	60,81	2,15	26,4
62	0	14,32	21,40	7,40	17,045	61,56	1,88	26,4
63	0	15,53	21,70	10,70	16,046	49,82	2,60	26,4
64	0	11,32	16,40	6,60	18,019	51,34	2,23	26,4
65	0	8,42	15,30	2,30	14,871	75,42	1,59	26,4
66	0	8,68	14,70	2,30	16,617	77,35	1,64	26,4
67	0	8,00	14,50	0,80	15,444	80,13	1,45	26,4
68	0	7,22	12,40	1,60	8,610	82,89	1,32	26,4
69	0,2	9,05	10,90	7,70	3,216	73,42	1,53	26,6
70	0	8,70	10,10	7,70	2,878	73,23	2,17	26,6
71	0	9,37	13,90	2,80	16,430	61,42	2,06	26,6
72	0,6	7,11	13,80	0,50	11,774	73,88	1,66	27,2
73	0	8,33	14,00	3,90	16,221	65,56	1,54	27,2
74	0	8,95	18,00	-0,30	19,720	57,65	1,49	27,2
75	0	10,03	17,80	2,50	17,988	60,11	1,82	27,2
76	0	10,80	19,00	2,40	18,283	65,55	1,75	27,2
77	0	12,83	20,50	4,80	19,002	49,31	1,78	27,2
78	0	12,56	20,00	3,90	19,843	51,13	1,92	27,2
79	0,2	14,28	19,10	7,90	15,897	52,65	4,87	27,4
80	5,6	12,15	14,70	6,90	12,676	62,73	3,65	33
81	16,6	7,32	10,80	2,50	5,896	80,52	1,42	49,6
82	0,2	9,34	14,70	2,30	17,608	67,87	2,63	49,8
83	0	11,35	16,70	6,30	19,599	56,08	2,51	49,8
84	0,2	10,30	16,30	2,80	17,340	69,21	1,28	50
85	4,4	10,12	12,20	8,40	6,662	81,22	1,41	54,4
86	0,6	8,68	9,80	7,70	5,844	75,11	1,77	55
87	0	7,64	9,90	3,10	6,230	71,40	1,47	55
88	0	7,60	9,90	-2,90	4,523	74,34	1,39	55
89	4,6	10,44	13,30	2,60	10,071	76,65	1,71	59,6
90	0	10,54	12,40	5,60	2,726	79,52	1,06	59,6
91	0	10,06	13,70	6,00	9,850	65,28	2,48	59,6
92	0	9,75	16,50	2,10	19,306	67,24	1,72	59,6
93	0	11,20	17,00	5,20	20,160	65,18	1,63	59,6
94	5,6	10,51	15,50	6,20	6,897	73,36	2,45	65,2
95	1	8,86	12,10	4,80	7,576	91,43	1,09	66,2

96	0	10,88	16,00	5,40	15,613	81,75	1,35	66,2
97	0	12,03	20,30	4,60	22,814	73,52	1,37	66,2
98	0	13,25	21,00	5,40	23,106	63,45	1,52	66,2
99	0	12,24	19,10	6,00	20,721	64,90	1,97	66,2
100	0	13,16	22,90	4,30	24,032	60,48	1,33	66,2
101	0	14,49	22,80	6,50	19,328	58,26	2,51	66,2
102	0	12,56	18,30	5,90	24,843	62,80	2,33	66,2
103	0	13,83	22,60	4,20	24,341	57,08	1,77	66,2
104	0	15,12	22,50	6,80	23,534	57,93	2,11	66,2
105	0	15,28	23,00	8,30	23,438	60,57	2,00	66,2
106	0	11,66	14,40	8,90	9,434	65,22	2,10	66,2
107	0,6	9,46	12,30	5,20	7,214	74,88	0,83	66,8
108	0	10,93	20,00	1,80	25,107	64,69	1,53	66,8
109	0	14,80	22,40	6,40	24,731	55,25	1,81	66,8
110	0	14,85	20,30	8,40	22,200	58,38	2,35	66,8
111	0	14,82	22,30	7,00	21,004	62,78	1,79	66,8
112	0	16,74	25,50	8,50	25,173	56,90	1,79	66,8
113	0	15,48	20,60	11,40	24,323	56,20	2,58	66,8
114	0	15,42	22,50	7,00	24,470	49,49	1,92	66,8
115	0,6	14,26	17,80	11,60	8,547	73,54	1,55	67,4
116	0	12,91	16,50	9,40	13,549	72,04	1,60	67,4
117	0	11,96	18,50	4,50	26,143	56,62	1,90	67,4
118	0	14,35	21,10	8,20	24,879	52,75	1,48	67,4
119	0	16,08	25,10	6,00	24,589	53,10	1,67	67,4
120	0	18,84	26,70	10,80	23,080	45,62	1,55	67,4
121	0	17,95	23,60	11,80	19,538	43,26	1,81	67,4
122	0	17,54	23,00	10,50	20,012	59,15	1,70	67,4
123	0	16,97	21,60	13,70	15,358	70,11	2,00	67,4
124	0	16,40	22,40	11,50	12,108	72,41	1,49	67,4
125	0	17,34	22,20	13,20	12,544	66,47	1,78	67,4
126	0	18,89	26,00	13,40	20,083	61,01	2,09	67,4
127	0	19,90	28,70	12,20	25,421	57,13	1,57	67,4
128	0	20,02	26,70	12,40	26,329	51,25	1,89	67,4
129	0	20,41	28,00	11,50	27,339	50,48	1,65	67,4
130	0	20,84	28,20	11,50	26,626	48,24	2,07	67,4
131	0	21,13	28,20	13,10	27,207	51,44	1,88	67,4
132	0	21,82	30,40	12,40	26,865	49,46	1,70	67,4
133	0	23,03	32,10	13,00	26,899	47,11	1,77	67,4
134	0	22,20	29,80	15,00	27,323	44,38	1,73	67,4
135	0	20,28	28,80	11,30	28,799	45,32	1,88	67,4
136	0	21,63	30,90	10,70	28,032	37,59	1,86	67,4
137	0	22,13	29,50	14,50	22,982	38,90	2,80	67,4
138	0	18,81	23,00	14,60	14,823	50,90	1,78	67,4
139	0,2	17,48	20,90	14,40	17,262	65,57	1,77	67,6
140	25	15,65	17,90	14,20	6,433	88,98	1,77	92,6
141	1,2	17,80	22,70	14,90	19,676	81,56	1,55	93,8
142	0,4	19,37	24,30	15,60	23,256	75,19	1,68	94,2
143	2,8	19,95	24,10	15,60	23,256	69,65	1,57	97
144	13,8	17,16	19,60	14,80	10,757	87,39	1,41	110,8
145	0	19,17	25,10	13,90	20,399	75,53	1,30	110,8
146	0	20,75	28,40	13,30	26,017	66,42	1,57	110,8
147	0	22,92	29,70	15,50	27,169	60,37	1,72	110,8
148	0	21,79	23,80	17,80	14,825	60,83	2,97	110,8

149	0	22,37	27,00	19,10	18,902	42,58	4,70	110,8
150	0	20,14	25,00	13,50	26,971	40,39	3,33	110,8
151	0	20,52	26,40	15,30	21,869	46,00	2,05	110,8
152	0	21,08	27,50	13,20	27,630	51,38	1,88	110,8
153	0	21,66	29,00	14,00	28,221	56,51	2,01	110,8
154	0	21,60	29,00	13,10	22,668	51,87	1,87	110,8
155	0	21,08	27,00	14,50	19,953	55,30	2,01	110,8
156	18,6	18,22	20,50	16,30	7,788	85,79	1,43	129,4
157	5	18,03	20,30	16,00	14,230	86,38	1,54	134,4
158	0,8	20,35	25,40	15,50	24,139	69,33	1,69	135,2
159	0,2	19,02	24,10	14,20	10,252	64,94	1,23	135,4
160	0	18,85	25,10	11,90	29,269	60,45	1,97	135,4
161	0	20,09	27,80	11,60	27,094	54,27	1,68	135,4
162	0	22,18	28,80	13,10	28,872	52,13	1,63	135,4
163	0	24,00	31,30	16,10	27,337	50,69	1,83	135,4
164	0	24,05	30,20	17,90	23,055	58,20	1,73	135,4
165	0	21,94	29,00	16,40	19,671	66,05	1,71	135,4
166	0	23,18	31,60	14,00	28,726	55,17	1,65	135,4
167	6,2	23,97	33,20	16,70	22,361	56,83	1,93	141,6
168	0	25,42	32,40	17,50	29,069	56,12	1,49	141,6
169	0	26,50	33,20	18,80	28,844	49,69	1,68	141,6
170	0	27,16	34,00	18,80	27,973	50,35	1,63	141,6
171	0	30,60	31,70	29,50	0,017	30,70	1,35	141,6
172	0	31,45	39,60	22,90	28,362	34,17	2,08	141,6
173	0,24	30,69	41,90	20,80	27,082	41,87	1,56	141,84
174	0	32,64	42,20	20,60	26,810	28,09	2,60	141,84
175	0	32,39	41,00	20,90	28,491	23,28	3,65	141,84
176	0	30,10	36,20	24,70	29,541	30,90	2,46	141,84
177	0	25,40	30,00	20,80	17,926	45,83	2,35	141,84

6.3 Φωτογραφικό υλικό



Εικόνα 1: Γενική άποψη της καλλιέργειας. 3/2/2007



Εικόνα 2: Φυτόριο στο στάδιο της ροζέτας. 3/2/2007



Εικόνα 3: Γενική άποψη της καλλιέργειας. 24/2/2007



Εικόνα 4: Καλλιέργεια στην έναρξη σταδίου επιμήκυνσης ανθικού στελέχους. 15/3/2007



Εικόνα 5: Προετοιμασία για εργασίες. 15/3/2007



Εικόνα 6: Αδύναμα φυτάρια με κοκκίνισμα στα φύλλα. Ένδειξη χαμηλών θερμοκρασιών. 15/3/2007



Εικόνα 7: Επισκόπηση των φυτών. 15/3/2007



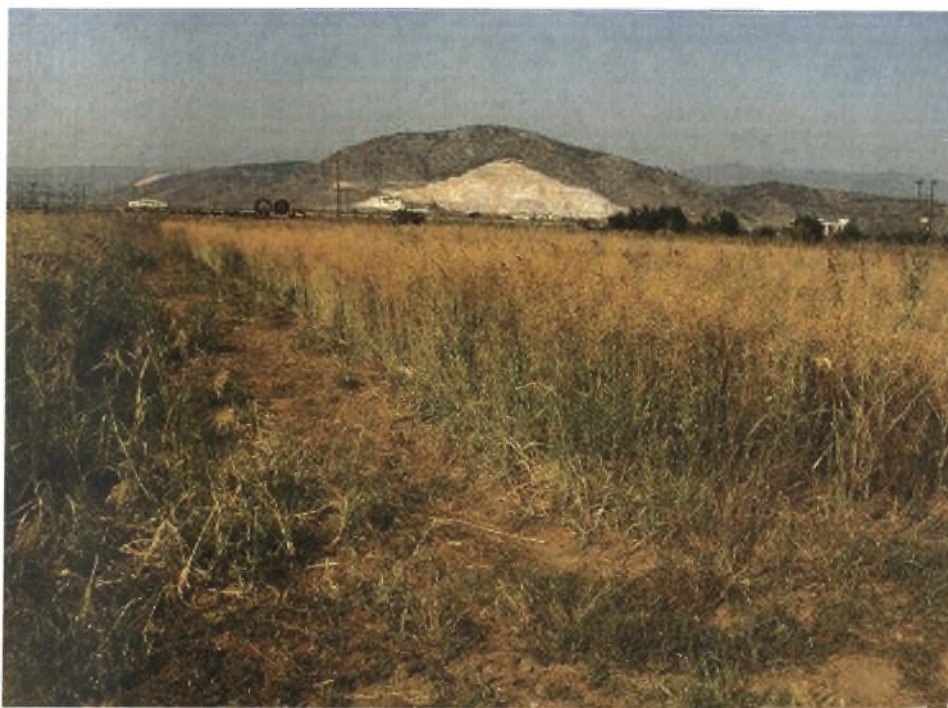
Εικόνα 8: Τελικά στάδια ανθοφορίας (κατώτερα άνθη ταξιανθιών). Έναρξη σχηματισμού και γεμίσματος καρπών. 3/5/2007



Εικόνα 9: Αποφυλλωμένοι βλαστοί. 10/6/2007



Εικόνα 10: Γενική άποψη καλλιέργειας με λοβούς στο τελικό μέγεθος και ώριμους καρπούς.



Εικόνα 11: Γεική άποψη καλλιέργειας. 23/6/2007



Εικόνα 12: Ταξικαρπίες με υπερώριμους καρπούς. Λεπτομέρεια: Πολλοί λοβοί είναι ανοικτοί. Έντονο "τίναγμα" του σπόρου. 23/6/2007



Εικόνα 13: Ταξινόμηση δειγμάτων.



Εικόνα 14: Ταξινόμηση δειγμάτων. Διαφορετικά μεγέθη δειγμάτων εξαιτίας διαφορετικής παραγωγικότητας τεμαχιδίων (plots).



Εικόνα 15: Διαχωρισμός δειγμάτων σε βλαστούς - καρποφόρα όργανα. Οι σπόροι στο κάτω μέρος των σπασμένων λοβών.



Εικόνα 16: Τοποθέτηση δειγμάτων σε χαρτοσακκούλες ζύγισμα-ξηρανση.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104963