

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ ΚΑΤΑ
ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΟΥ 2006**



**ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Ε. ΙΩΑΝΝΑ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ**

ΒΟΛΟΣ 2007



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

Αριθ. Εισ.: 3794/1
Ημερ. Εισ.: 23-01-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
665.35
ΠΑΝ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ ΚΑΤΑ
ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΟΥ 2006**



**ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Ε. ΙΩΑΝΝΑ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ**

ΒΟΛΟΣ 2007

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ ΤΗΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΟΥ 2006



ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Ε. ΙΩΑΝΝΑ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ

Εξεταστική επιτροπή

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ.

Δημήρκου Α.

Μαυρομάτης Α.

Καθηγήτρια Π.Θ.

Αναπλ.Καθηγήτρια Π.Θ.

Λέκτορας Π.Θ.

Επιβλέπουσα

Μέλος

Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Κατ' αρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου κ. Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, για την συνεχή παρακολούθηση της στο έργο μου, την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη της τόσο κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών όσο και κατά την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου.

Επίσης, τους κ. Δημήτρου Ανθή, Αναπληρώτρια καθηγήτρια της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και κ. Μαυρομάτη Αθανάσιο, Λέκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις πολύτιμες υποδείξεις τους που συνέβαλαν ουσιαστικά στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής, καθώς και για την συμμετοχή τους στην Τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον κ. Παπαλέξη Δημήτριο υποψήφιο διδάκτορα στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, του οποίου η συμβολή να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο ήταν καθοριστική.

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

Τους προπτυχιακούς φοιτητές της Γεωπονικής Σχολής Μητρακούλης Θανάσης και Παλικρούσης Ηρακλής για την πολύτιμη βοήθεια τους στις μετρήσεις και στις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να υλοποιηθεί η παρούσα διατριβή.

Τον υπεύθυνο Γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Σουίπα Σπύρο για την άψογη συνεργασία του και όλους του εργαζομένους του αγροκτήματος.

Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου Ευθύμιο και Αικατερίνη Παναγιώτου, την αδερφή μου Ροδάνθη και τους φίλους μου για την απεριόριστη ηθική συμπαράσταση καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	10
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ.....	10
1.1 Ονοματολογία.....	10
1.2 Καταγωγή και διάδοση.....	11
1.3 Τα είδη του Γένους Brassica.....	12
1.4 Σύγχρονες ποικιλίες.....	12
1.5 Προϊόντα και χρήσεις της ελαιοκράμβης.....	13
1.5.1 Έλαιο για ανθρώπινη κατανάλωση.....	14
1.5.2 Ζωοτροφές.....	15
1.5.3 Παραγωγή Βιοντίζελ.....	16
1.6 Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης παγκόσμια και στη Ελλάδα.....	17
1.7 Βοτανικοί χαρακτήρες.....	18
1.7.1 Η κύρια ρίζα.....	18
1.7.2 Ροζέτα.....	18
1.7.3 Πλάγιοι βλαστοί.....	18
1.7.4 Φύλλα.....	19
1.7.5 Ταξιανθία.....	19
1.7.6 Καρπός.....	20
1.7.7 Απόδοση των σπόρων σε λάδι.....	20
1.8 Απαιτήσεις σε Εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	24
1.8.1 Φωτοπεριορισμός.....	24
1.8.2 Θερμοκρασία.....	24
1.8.3 Έδαφος.....	25
1.9 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	25
1.9.1 Σπορά.....	25
1.9.2 Η ποσότητα του σπόρου.....	26
1.9.3 Η πυκνότητα των φυτών.....	26
1.9.4 Εποχή σποράς.....	27

1.9.5 Αμειψισπορά.....	27
1.10 Απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες.....	28
1.10.1 Λίπανση.....	28
1.10.2 Άρδευση.....	29
1.10.3 Συγκομιδή.....	30
1.10.4 Αποξήρανση και αποθήκευση του σπόρου.....	31
1.10.5 Έκθλιψη του σπόρου.....	32
1.10.6 Ζιζανιοκτονία.....	32
1.11 Εχθροί και Ασθένειες.....	33
1.11.1 Κυριότεροι ζωικοί εχθροί.....	33
1.11.2 Κυριότερες ασθένειες.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	36
2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	36
2.1 Γενικά.....	36
2.2 Ιστορική εξέλιξη.....	37
2.3 Μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	38
2.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	39
2.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	47
3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.....	47
3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	51
3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	53
3.4 Υλικά άρδευσης.....	54
3.5 Εξατμισόμετρο τύπου A.....	57
3.6 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους.....	58
3.7 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....	59
3.8 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	60
3.9 Συγκομιδή της καλλιέργειας και αποθήκευση.....	60
3.10 Στατιστική επεξεργασία.....	62
3.11 Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης.....	62
3.11.1 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών.....	62

3.11.2 Πρακτικός τρόπος υπολογισμών.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	81
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	81
4.1 Κλιματικά δεδομένα.....	81
4.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....	83
4.3 Ύψος φυτών.....	86
4.4 Υγρασία εδάφους.....	88
4.5 Δόση άρδευσης.....	91
4.6 Απόδοση της καλλιέργειας.....	92
4.7 Αποδοτικότητα χρήσης νερού.....	94
4.8 Αποτελέσματα δειγματοληψιών.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	101
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	117
1. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2006.....	118
2. ΣΧΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΕΛΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.....	124
3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	137
Α. Στατιστική επεξεργασία της απόδοσης.....	137
Β. Στατιστική επεξεργασία του ύψους των φυτών.....	138
Γ. Στατιστική επεξεργασία του ΔΦΕ.....	145
4. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	152

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αξιολογήθηκε η ανάπτυξη και η παραγωγή δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης (Ability και Licolly) υπό την επίδραση δύο μεθόδων άρδευσης, της επιφανειακής στάγδην άρδευσης και της υπόγειας στάγδην άρδευσης. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το έτος 2006, με 4 μεταχειρίσεις και 4 επαναλήψεις. Η άρδευση ήταν αυτοματοποιημένη και η δόση άρδευσης καθορίστηκε σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή, με την βοήθεια εξατμισιμέτρου τύπου A, σε κάλυψη 100% των αναγκών της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή υπεροχή της ποικιλίας Ability τόσο στην επιφανειακή όσο και στην υπόγεια στάγδην άρδευση. Επιπλέον στην υπόγεια μεταχείριση της ποικιλίας Ability παρατηρήθηκε μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης και σημαντικά μεγαλύτερη τελική απόδοση συγκριτικά με την ποικιλία Licolly αποδεικνύοντας έτσι την υπεροχή της υπόγειας στάγδην άρδευσης, με σημαντική εξοικονόμηση νερού, και συνάμα καθιστώντας φανερό τη δυναμική της ελαιοκράμβης ως εναλλακτική καλλιέργεια για την παραγωγή βιοκαυσίμου.

ABSTRACT

The growth development and the yield potential of two rape cultivations (Ability and Licolly) (*Brassica napus*), were evaluated, under the supervision of subsurface (SDI) and surface (DI) drip irrigation. For this purposes, a field experiment was done in the experimental farm of University of Thessaly in 2006. Into the experiment design 4 treatments and 4 replications were applied. Irrigation was automated, and application depths were determined, using a class-A evaporation pan, for matching the 100% evapotranspiration needs. The results showed that Ability kind, had ascendancy in the SDI and DI. Additionally, in SDI of Ability kind, it was observed bigger development and production, than Licolly kind, demonstrated the advantage of SDI, with important economy of water, awakened the potential of the Oil Seed Rape, like an alternative crop for production biofuels.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τα στερεά καύσιμα είναι φυσικοί πόροι οι οποίοι αποτελούν βασικές πηγές ενέργειας αλλά και τις σημαντικότερες πηγές εκπομπών «αερίων του θερμοκηπίου» που ευθύνονται για τις κλιματικές αλλαγές. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων δεν είναι ανεξάντλητα οδήγησε στην ανάπτυξη των βιοκαυσίμων για τις μεταφορές.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε στόχο την υποκατάσταση κατά 20% των συμβατικών καυσίμων με εναλλακτικά καύσιμα, στον τομέα των οδικών μεταφορών, μέχρι το 2020, μέσω μιας δέσμης μέτρων, περιλαμβανόμενης της φορολογικής απαλλαγής και των οικονομικών ενισχύσεων της μεταποιητικής βιομηχανίας. Ήδη, με την Οδηγία 2003/30/ΕΚ/08.05.03 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, τα κράτη-μέλη υποχρεούνται να αυξήσουν σταδιακά το μερίδιο των βιοκαυσίμων στην κατανάλωση καυσίμων για μεταφορές, στο 5,75% το 2010. Τα σημαντικότερα από τα βιοκαύσιμα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη τα οποία προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι σύγχρονη πηγή βιομάζας. Περιλαμβάνουν όλα τα μονοετή ή πολυετή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η παραγόμενη βιομάζα για την παραγωγή καυσίμων αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για την παραγωγή θερμότητας ηλεκτρικής ενέργειας κ.ά. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι το σόργο, γλυκό και ινώδες, η ελαιοκράμβη, οι σπόροι μουστάρδας, τα καλάμια και οι λόχμες, ο μίσχανθος και ο ευκάλυπτος.

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Η βιομάζα είναι μια πηγή ενέργειας, που ανανεώνεται συνεχώς λόγω της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτικών οργανισμών. Με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται η ηλιακή ενέργεια και μετατρέπεται σε χημική. Η παραγωγή θερμικής ισχύος 10.000MW από βιομάζα αποτέλεσε για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή την κυριότερη ίσως δράση για την Εκστρατεία Απογείωσης των ΑΠΕ στην Ευρώπη και του διπλασιασμού του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών από το 6% στο 12% της ακαθάριστης ενεργειακής ζήτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το έτος 2010.

Η παραγωγή βιοκαυσίμου και ειδικότερα του βιοντίζελ, που στηρίζεται στους ελαιούχους σπόρους της ελαιοκράμβης σε ποσοστό 84%, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αυξήθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Η εμπορική αξιοποίηση του, ως

καύσιμο για χρήση στους πετρελαιοκινητήρες των οχημάτων, άρχισε πριν 10 χρόνια περίπου.

Όλες οι ευρωπαϊκές χώρες πιστεύουν ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων είναι βιώσιμη και οικονομικά συμφέρουσα, μόνο με τη χορήγηση οικονομικών κίνητρων όπως: φοροαπαλλαγές, επιβολή μεγαλύτερης φορολογίας στα ορυκτά καύσιμα για περιβαλλοντικούς λόγους, χορήγηση επιδοτήσεων στους παραγωγούς που παράγουν την πρώτη ύλη αλλά και δημοσιονομικά μέτρα και πάνω από όλα πολιτική βούληση για την εφαρμογή φιλοπεριβαλλοντικών πολιτικών, οι οποίες ανταποκρίνονται σε γενικευμένη κοινωνική απαίτηση.

Η προοπτική παραγωγής βιοκαυσίμου στην Ελλάδα, εκτός του ότι αποτελεί υποχρέωση προσαρμογής στους στόχους της Ε.Ε., έχει και στρατηγική σημασία για την γεωργία της χώρας, δεδομένου ότι διαφαίνονται εναλλακτικές λύσεις στα σημερινά αδιέξοδα σε καλλιέργειες που τελούν υπό περιορισμό, όπως το βαμβάκι, το σιτάρι, ο καπνός, οι οποίες έχουν μεγάλη σημασία στην απασχόληση, στην οικονομία και στην κοινωνία του αγροτικού χώρου.

Πιστεύεται επομένως, ότι η ελαιοκράμβη μπορεί να αντικαταστήσει καλλιέργειες που με την πάροδο του χρόνου φθίνουν. Μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική καλλιέργεια μειωμένων εισροών στα πλαίσια της νέας αειφορικής γεωργίας, ώστε να εισέλθει σε αμειψισπορές σε συνδυασμό με παραδοσιακά ενεργοβόρες καλλιέργειες, ειδικότερα σε περιοχές όπου το νερό καλής ποιότητας είναι περιορισμένο.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθεί η ανάπτυξη και η παραγωγή δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης (Ability και Licolly), υπό την επίδραση δύο μεθόδων άρδευσης, της επιφανειακής στάγδην άρδευσης και της υπόγειας στάγδην άρδευσης με απώτερο σκοπό την μελλοντική χρήση της στα πλαίσια της εναλλακτικής αειφορικής γεωργίας στην Κεντρική Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ

1.1 Ονοματολογία

Η ελαιοκράμβη (*Brassica Napus*, var. *oleifera*) (Εικ 1.1), γνωστή στην αγγλική γλώσσα ως **oilseed Rape** και στην γαλλική ως **Colza d' hiver**, ανήκει στο είδος *Brassica Napus* του γένους *Brassicae* της οικογένειας των σταυρανθών (*Brassicaceae*, πρώην *Cruciferae*).



Εικόνα 1.1 (ελαιοκράμβη)

Το είδος *Brassicae* διακρίνεται στα εξής : (i) στην *Brassica napus var. esculent*, το κοινώς ονομαζόμενο γουλίο, με ρίζα σαρκώδη, που είναι εδώδιμη και, (ii), *Brassica napus var. oleifera*, με ρίζα λεπτή και σπέρματα ελαιούχα, την οποία ο Γεννάδιος αποκαλεί ελαιοκράμβη και η οποία δεν καλλιεργείται στην Ελλάδα, το είδος καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση σε ολόκληρη σχεδόν την Κεντρική Ευρώπη για τους ελαιούχους σπόρους της.

Για τον ίδιο σκοπό καλλιεργείται το είδος *Brassica Rapa var. oleifera*, η οποία, κατά την άποψη ορισμένων, προέρχεται από την διαφοροποίηση του είδους *Brassica Campestris*, που καλλιεργείται σε πολλές περιοχές της Ευρώπης.

Το γένος *Brassicae* ανήκει στα δικοτυλήδωνα φυτά και περιλαμβάνει περί τα 80 είδη εκ των οποίων τα περισσότερα είναι ιθαγενή των βορείων εύκρατων χωρών. Ο χαρακτήρας είναι μονοετείς, διετείς ή και πολυετείς πόες, με φύλλα ποικίλης μορφής, τα κατώτερα εκ των πλείστων, λυροειδή ή πτεροσχιδή, τα ανώτερα, συνήθως, περίβλαστα και καλλιεργούνται ως λαχανικά, κτηνοτροφικά, καλλωπιστικά ή ελαιοφόρα. Τα άνθη τους είναι κίτρινα ή λευκά, ως επί των πλείστων, μεγάλα και σχηματίζουν συνήθως όρθιο βότρυ. Έχουν 4 σέπαλα και ακτινωτά πέταλα, με έξι στήμονες από τους οποίους οι 2 είναι μικρότεροι. Ο καρπός (κέρας) είναι δίχωλη κάψα επιμήκης και τα σπέρματα δεν έχουν συνήθως ενδοσπέρμιο.

Τα είδη της ελληνικής χλωρίδας είναι έξι, τα οποία περιλαμβάνουν : (i) Κράμβη η κρητική, είδος πολυετές αποκαλούμενο αγριολάχανο, (ii) Κράμβη η

τουρνεφόρτειος, φυτό μονοετές αποκαλούμενο αλαψανίδα, (iii) Κράμβη η θαμνοειδής, φυτό διετές και, (iv) Κράμβη η μελανή, φυτό μονοετές, καλλιεργούμενο ως λαχανικό γνωστό ως σινάπι από το οποίο παράγεται η μουστάρδα.

1.2 Καταγωγή και διάδοση

Η καταγωγή της ελαιοκράμβης δεν είναι σαφώς προσδιορισμένη, αλλά είναι πολύ πιθανόν να κατάγεται από την περιοχή της Ευρασίας. Οι πρώτες πληροφορίες αναφέρουν ότι το είδος αυτό καλλιεργούταν στην Ινδία, Κίνα και Ισπανία, το 2000 π.Χ., για την παραγωγή λαδιού για φωτισμό. Αναφέρονται επίσης οι περιοχές της Μεσογείου, της Τουρκίας, Αφγανιστάν, Πακιστάν και Περσίας.

Τα κτηνοτροφικά γογγύλια και το είδος Βρασσική η νάπος (*Brassica napus*), κατάγονται από την Ευρώπη, χρησιμοποιήθηκαν κατά την νεολιθική εποχή και καλλιεργήθηκαν συστηματικά από την εποχή του Μεσαίωνα.

Η καλλιέργεια στην Ευρώπη φέρεται να άρχισε το 13^ο αιώνα, αν και ήταν γνωστή η καλλιέργεια από την Ρωμαϊκή εποχή και τον Μεσαίωνα, όπου το κραμβέλαιο χρησιμοποιείτο αποκλειστικά για φωτισμό ή και για διατροφή μιας φτωχής μερίδας πληθυσμού. Κατά τον 17^ο και 18^ο αιώνα το κραμβέλαιο χρησιμοποιείτο ευρέως για φωτισμό και ως λιπαντικό. Μια από τις πρώτες χρήσεις της ελαιοκράμβης ήταν και η καλλιέργεια της σε εδάφη που προέρχονταν από αποξήρανση ελών, προκειμένου να εξυγιανθούν και να και να αποδοθούν, στην συνέχεια, στην καλλιέργεια άλλων ειδών. Το κραμβέλαιο άρχισε να χάνει τη σημασία του προς το τέλος του 19^ο αιώνα με την εμφάνιση και άλλων ελαιούχων σπόρων, καθώς και του ορυκτού πετρελαίου και ενώ η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης, την περίοδο αυτή, άρχισε να υποχωρεί στην Δ.Ευρώπη, στην Ανατολική Ευρώπη, τη Δανία, τη Σουηδία και την Ρωσία, η καλλιέργεια της καταλάμβανε όλο και μεγαλύτερες εκτάσεις.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1930 κύριες χώρες παραγωγής είναι η Ινδία και η Κίνα, ενώ η συνολική παραγωγή στην Ευρώπη ήταν μέχρι το 1940 της τάξεως των 200.000 τόνων σπόρου τον χρόνο. Μετά το 1940, και ειδικότερα, μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης άρχισε να γίνεται μια από της σημαντικότερες της Ευρώπης. Το κραμβέλαιο σήμερα έχει γίνει σημαντικό αντικείμενο του διεθνούς εμπορίου.

1.3 Τα είδη του Γένους *Brassica*

Το κραμβέλαιο παράγεται από ποικιλίες διαφόρων ειδών του γένους *Brassica*, όπως *Brassica napus*, *Brassica campestris*, *Brassica juncea* και *Brassica carinata*. Τα δύο τελευταία είδη καλλιεργούνται, κυρίως, στην Αιθιοπία και την Ανατολική Αφρική, αν και η καλλιέργεια της *Brassica juncea* αποτελεί ενδιαφέρουσα καλλιέργεια της ηπειρωτικής Ινδίας και της Κίνας, ενώ μικροεκτάσεις του είδους αυτού, ποικιλιών ανοιξιάτικης σποράς, απαντώνται και στην Ανατολική Αγγλία, για παραγωγή μουστάρδας.

Η *Brassica napus var. oleifera* (n=10) είναι υβρίδιο και προήλθε από διασταύρωση μεταξύ των ειδών της *B.oleracea* (n=9) και της *B.campestris* (n=10). Η *B.napus* είναι φυτό μεσογειακής προέλευσης, παρόμοιο φαινολογικά με την *Brassica carinata* με την διαφορά ότι ευδοκμεί στην υποτροπική ζώνη και ως εκ τούτου παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Ποικιλίες του είδους *B.campestris* που είναι λιγότερο ευαίσθητες στις αντίξοες καιρικές συνθήκες του χειμώνα από ποικιλίες του είδους *B.napus*, είναι δημοφιλείς για την παραγωγή ελαιούχων σπόρων στην Κεντρική Ευρώπη. Σημειώνεται ότι κυκλοφορούν στην αγορά ποικιλίες των ειδών αυτών που είναι κατάλληλες για φθινοπωρινές ή για ανοιξιάτικες σπορές και καλλιέργειες.

1.4 Σύγχρονες ποικιλίες

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες ελαιοκράμβης, τόσο για παραγωγή βρώσιμου ελαίου όσο και κοινού, κατάλληλου για άλλες χρήσεις. Στόχοι των προγραμμάτων βελτίωσης των τελευταίων ετών ήταν η βελτίωση της σύστασης του ελαίου, η ανάπτυξη ποικιλιών με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα για τη διευκόλυνση της καταπολέμησης των πλατύφυλλων κυρίως ζιζανίων, και η δημιουργία υβριδίων F1.

Ανησυχίες προκλήθηκαν σχετικά με την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένης-ανθεκτικής σε ζιζανιοκτόνα-ελαιοκράμβης. Η ελαιοκράμβη είναι φυτό που εξημερώθηκε πρόσφατα και για το λόγο αυτό μπορεί να περιέλθει σε άγρια κατάσταση και να μετατραπεί σε ζιζάνιο σχετικά εύκολα. Μπορεί να διασταυρωθεί με πολλά άγρια συγγενικά φυτά. Παράγει μεγάλο αριθμό σπόρων οι οποίοι πέφτουν σε λήθαργο και έτσι μπορεί να επιβιώνει για πολλά χρόνια στο περιβάλλον. Χρησιμοποιείται ως μοντέλο για τη μελέτη του κινδύνου εισβολής και εξάπλωσης γενετικά τροποποιημένων (ΓΤ) φυτών σε διάφορα οικοσυστήματα. Οι μέχρι τώρα

έρευνες πάντως έδειξαν ότι οι ΓΤ ποικιλίες ελαιοκράμβης-ανθεκτικές σε διάφορα ζιζανιοκτόνα-δεν εξαπλώνονται περισσότερο από τις κοινές. Φυτά ελαιοκράμβης, ΓΤ και μη, επιζούν για περισσότερο από πέντε χρόνια στο περιβάλλον και έχει βρεθεί μετά από έρευνα στο Ηνωμένο Βασίλειο ότι ένα σημαντικό ποσοστό των αυτοφυών στη φύση φυτών ελαιοκράμβης προέρχεται από απώλειες σπόρων κατά την μεταφορά του προϊόντος των καλλιεργειών με φορτηγά αυτοκίνητα. Καταγραφή των αυτοφυών αυτών πληθυσμών στη Σκωτία και στην Αγγλία έδειξε ότι οι θέσεις τους συμπίπτουν με τις διαδρομές των μέσων μεταφοράς.

Όπως όλα τα σταυρανθή, η ελαιοκράμβη είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, άρα η αποφυγή μεταφοράς γονιδίων μέσω της γύρης σε άλλα συγγενικά είδη είναι δύσκολη έως αναπόφευκτη. Εκτός από τις περιπτώσεις καλλιεργειών για σποροπαραγωγή στις οποίες πρέπει φυσικά να τηρείται αυστηρή απομόνωση, σχετική απομόνωση απαιτείται και για καλλιέργεια ελαιοκράμβης για την παραγωγή βρώσιμου ελαίου.

1.5 Προϊόντα και χρήσεις της ελαιοκράμβης

Ο σπόρος της ελαιοκράμβης περιέχει 40% έλαιο και αποδίδει, μετά την εξαγωγή του ελαίου, κραμβάλευρο (πλακούντα πίτα) με περιεκτικότητα 30-40% σε πρωτεΐνες. Το κοινό κραμβέλαιο δεν είναι εδώδιμο αφού περιέχει υψηλό ποσοστό ερουκικού οξέος. Σημειώνεται ότι το ερουκικό οξύ είναι ένα από τα πολλά λιπαρά οξέα, που όλα μαζί, αποτελούν το 90% του λαδιού της ελαιοκράμβης και απαντάται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από οποιαδήποτε άλλο φυτικό λάδι. Στο σπόρο υπάρχουν επίσης φυσικές τοξίνες που καθιστούν ακατάλληλο για ζωοτροφή ό.τι απομένει μετά την εξαγωγή του ελαίου. Η σύνθεση του ελαίου και των τοξικών είναι γενετικά ελεγχόμενη, γεγονός που αξιοποιήθηκε από προγράμματα γενετικής βελτίωσης τη δεκαετία του '70 στον Καναδά και οδήγησε στη δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο έλαιο και πρωτεϊνούχο κραμβάλευρο κατάλληλο για ζωοτροφή. Οι ποικιλίες αυτές ονομάζονται << τύπου 00>> ή <<Canola>>. Το όνομα canola είναι σήμα κατατεθέν της Canadian Canola Association και αναφέρεται σε ποικιλίες ελαιοκράμβης, οι οποίες δημιουργήθηκαν με μεθόδους κλασικής γενετικής βελτίωσης και παράγουν έλαιο με λιγότερο από 2% ερουκικό οξύ και κραμβάλευρο με πολύ μικρή συγκέντρωση τοξικών. Το βρώσιμο κραμβέλαιο έχει γίνει πλέον αποδεκτό από την παγκόσμια αγορά τροφίμων ενώ το κραμβάλευρο που απομένει μετά την εξαγωγή του ελαίου αποτελεί πολύτιμη πρώτη ύλη για ζωοτροφή.

1.5.1 Έλαιο για ανθρώπινη κατανάλωση

Η θρεπτική αξία και η ποιότητα των ελαίων καθορίζεται από το μήκος της αλυσίδας, τη θέση και τον αριθμό των ακόρεστων δεσμών των λιπαρών οξέων από τα οποία αποτελούνται τα τριγλυκερίδια. Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών αυτών είναι γενετικά ελεγχόμενος και αποτελεί χαρακτηριστικό κάθε είδους. Τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης τη δεκαετία του '70 στον Καναδά οδήγησαν στην δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο έλαιο. Αυτό το εδωδιμο κραμβέλαιο (canola) περιέχει τριγλυκερίδια με 5-8% κορεσμένα λιπαρά οξέα, 60-65% μονοακόρεστα και 30-35% πολυακόρεστα και χρησιμοποιείται ευρέως στην μαγειρική, σε σαλάτες και στην παρασκευή μαργαρίνης.

Τα τελευταία χρόνια, με την βοήθεια της γενετικής μηχανικής, έγινε δυνατή η μεταφορά γονιδίων με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ποικιλιών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά ποιότητας του παραγόμενου ελαίου κατάλληλο για χρήση σε υψηλές θερμοκρασίες, συνεχές τηγάνισμα κ.α. Αυτές παράγουν έλαιο με λιγότερο από 4% λινολενικό (18:3) και περίπου 70% ελαιικό (18:1), σύσταση δηλαδή που πλησιάζει αυτή του ελαιολάδου. Οι καταναλωτές το προτιμούν επειδή έχει χαμηλό ποσοστό κορεσμένων λιπαρών οξέων αλλά και χαμηλό ποσοστό πολυακόρεστων. Υπενθυμίζεται ότι διαιτολόγιο πλούσιο σε πολυακόρεστα διαταράσσει το μεταβολισμό, προκαλεί καρδιαγγειακές παθήσεις και προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα. Άλλες πάλι ποικιλίες που δημιουργήθηκαν με την βοήθεια της γενετικής μηχανικής δίνουν έλαιο που περιέχει υψηλό ποσοστό λαυρικού και μυριστικού οξέος, έχουν δηλαδή σύσταση που μοιάζει με αυτή του φοινικέλαιου.

Ελαιοκράμβη 45[^]37 & 46[^]40

Οι ποικιλίες αυτές παράγουν με βελτιωμένη σύσταση: υψηλό ποσοστό ελαιικού και χαμηλού ποσοστού λινολενικού οξέος. Έχουν δημιουργηθεί με συνδυασμό κλασικής γενετικής βελτίωσης με τις ποικιλίες Stellar και Apollo, και τη χρήση του χημικού μεταλαξιγόνου εθυλνιτροζουρία σρ σπόρο των ποικιλιών Toras και Andor. Το προϊόν αυτών ονομάζεται P6 canola και έχει σύσταση που πλησιάζει αυτή του αραχιδέλαιου και του ελαιολάδου.

Ελαιοκράμβη 23-18-17 & 23-198

Οι ποικιλίες αυτές παράγουν σπόρο με βελτιωμένη σύσταση ελαίου και συγκεκριμένα υψηλό ποσοστό λαυρικού και μυριστικού οξέος. Έχουν δημιουργηθεί

με την εισαγωγή ενός γονιδίου από το φυτό *Umbellularia californica* μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*. Το γονίδιο κωδικοποιεί την παραγωγή μιας θειοεστεράσης, ένζυμο το οποίο επεμβαίνει στον κύκλο βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων του σπόρου. Το παραγόμενο από αυτές έλαιο μπορεί να αντικαταστήσει το φοινικέλαιο.

Ελαιοκράμβη GT73 (ή RT73)

Η ποικιλία αυτή είναι ανθεκτική στο ζιζανιοκτόνο glyphosate και προέρχεται από την Westar με γενετική τροποποίηση για να εκφράζει τα ένζυμα EPSPS και GOX. Το πρώτο γονίδιο για το απομονώθηκε από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* CP4, ενώ για το δεύτερο από το *Ochrobactrum anthropi* LBAA και η μεταφορά έγινε μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*.

Ελαιοκράμβη HCN92

Η ποικιλία αυτή είναι ανθεκτική στο ζιζανιοκτόνο glufosinate ammonium και προέρχεται από γενετική τροποποίηση για να εκφράσει το ένζυμο PAT. Το γονίδιο απομονώθηκε από τον ακτινομύκητα *Streptomyces viridochromogenes* και η μεταφορά του έγινε μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*.

1.5.2 Ζωοτροφές

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι κοινές ποικιλίες ελαιοκράμβης, έδιναν άλευρα που περιείχαν φυσικές τοξίνες (glucosinolates) που τα έκαναν ακατάλληλα για ζωοτροφές. Οι νέες ποικιλίες, εκτός του βρώσιμου ελαίου, δίνουν και κραμβάλευρο με λιγότερα από 30 μmol glucosinolates ανά γραμμάριο, το οποίο αποτελεί πολύτιμη ζωοτροφή.

Το άλευρο και ο πλακούντας που απομένουν μετά την απόληψη του λαδιού, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λιπασμάτων ή για διατροφή των ζώων. Τα υποπροϊόντα αυτά θεωρούνται ως μια πολύ ενδιαφέρουσα ζωοτροφή, γιατί περιέχουν 35%-40% ακατέργαστη πρωτεΐνη, ανάλογα, φυσικά, με την ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας και επεξεργασίας του σπόρου. Το άλευρο της ελαιοκράμβης περιέχει, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, έναν αριθμό ανεπιθύμητων ενώσεων, μεταξύ των οποίων και τις γλυκοζινολικές ενώσεις, που είναι ο μόνος περιοριστικός παράγων στη χρήση του αλεύρου, ως πρωτεϊνούχου πρόσθετου στα σιτηρέσια των αργοτικών

ζώων. Τυχόν συμπτώματα δηλητηρίασης, που σχετίζονται με την χορήγηση στα ζώα μεγάλων ποσοτήτων αλεύρου, οφείλονται στα προϊόντα διάσπασης των γλυκοζινολικών ενώσεων, με την επίδραση του ενζύμου μυροσινάση που ενυπάρχει σε όλα τα φυτά που περιέχουν γλυκοζινολικές ενώσεις. Βέβαια στην πράξη το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την χρήση αλεύρων που προέρχονται από ποικιλίες με χαμηλό περιεχόμενο σε γλυκοζινολικές ενώσεις.

1.5.3 Παραγωγή Βιοντίζελ

Ο όρος <<βιομηχανικό κραμβέλαιο>> αναφέρεται σε έλαια τα οποία περιέχουν πάνω από 45% ερουκικό οξύ και τα οποία χρησιμοποιούνται ως λιπαντικά, υδραυλικά υγρά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Το βιοντίζελ αποτελείται από αιθυλ-ή μεθύλ-εστέρες λιπαρών οξέων που προέρχονται από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη. Συνήθως για την παραγωγή του βιοντίζελ χρησιμοποιείται σογιέλαιο ή κραμβέλαιο, είτε καθαρά είτε χρησιμοποιημένα (από τηγάνισμα κτλ.). Το βιοντίζελ δεν περιέχει προϊόντα πετρελαίου, όμως μπορεί να αναμιχθεί με κοινό το ντίζελ. Οι περισσότεροι κινητήρες μπορούν να δεχτούν μείγμα βιοντίζελ/ντίζελ 20/80 χωρίς μετατροπές. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο και αποτελεί πηγή ενέργειας. Καιόμενο αποδίδει 80% λιγότερους πολυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, 60% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, 48% λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα, καθόλου διοξείδιο του θείου και 47% λιγότερα σωματίδια από το κοινό ντίζελ. Ένα μειονέκτημα είναι ότι οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου είναι κατά 10% αυξημένες. Τέλος υπάρχουν και επιστημονικές μελέτες που δείχνουν ότι το βιοντίζελ που παράγεται από κραμβέλαιο το οποίο περιέχει υψηλό ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων, παράγει καιόμενο υψηλότερα ποσοστά πολλών βλαβερών ουσιών, σε σύγκριση με το εξαιρετικά καθαρό πετρελαϊκό ντίζελ MK1 της Σουηδίας.

Το κυριότερο επιχείρημα κατά του βιοντίζελ ήταν πάντα το γεγονός ότι είναι λιγότερο οικονομικό από τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό μάλλον δεν ισχύει πλέον λόγω της ραγδαίας ανόδου της τιμής του πετρελαίου τα τελευταία χρόνια. Από τον διεθνή οικονομικά τύπο φαίνεται ότι τα αίτια που προκάλεσαν αυτή την άνοδο δεν είναι παροδικά, άρα αναμένεται να γίνουν πιο συστηματικές οι προσπάθειες αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ότι δεν κατάφεραν οι οικολογικές οργανώσεις θα το καταφέρουν οι νόμοι της οικονομίας.

Όλοι πάντως συμφωνούν ότι μόνο το βιοντίζελ ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν πρόκειται ποτέ να αντικαταστήσει πλήρως το κοινό ντίζελ αφού κάτι τέτοιο θα απαιτούσε απαγορευτικά μεγάλες εκτάσεις για την καλλιέργεια ελαιοδοτικών φυτών. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Οδηγία 2003/30/EK θέσει στόχο τη χρήση 5.75% μέχρι το τέλος του 2010.

1.6 Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης παγκόσμια και στην Ελλάδα

Η ελαιοκράμβη, της οποίας οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ, είναι ετήσιο φυτό με υψηλό συντελεστή φωτοσυνθετικής απόδοσης (C_3), έχει θετικό ενεργειακό ισοζύγιο, που εκτιμάται στο 2,74 χωρίς άχυρο και καλλιεργείται ευρέως στην Ευρώπη και τον Καναδά.

Η εξέλιξη της έκτασης της καλλιέργειας, κατά την περίοδο 2000-2005, παρουσιάζει αύξηση για τον Καναδά την Αυστραλία την Γερμανία, Βέλγιο καθώς και άλλες ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες τα τελευταία χρόνια ασχολούνται εντατικά με την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης. Στην Αγγλία, η ελαιοκράμβη είναι το είδος που αποφέρει τα περισσότερα κέρδη στους αγρότες, με τις εκτάσεις της καλλιέργειας να φθάνουν τα 3.300.000 στρέμματα. Ήδη σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν δημιουργηθεί τεράστιες εργοστασιακές εγκαταστάσεις με σκοπό την επεξεργασία του σπόρου της ελαιοκράμβης και την παραγωγή βιοντίζελ. Άλλωστε σύμφωνα με πρόσφατη Οδηγία της ΕΕ, η κατανάλωση βιοκαυσίμων πρέπει να καλύπτει, για το 2010, ποσοστό 5,75% της συνολικής ποσότητας πετρελαίου που καταναλίσκεται για μεταφορές.

Στη χώρα μας δεν καλλιεργούνται ακόμη συστηματικά τα ενεργειακά φυτά και ειδικότερα η ελαιοκράμβη. Μία πρώτη προσπάθεια παραγωγής βιοντίζελ από ελαιοκράμβη και άλλα ενεργειακά φυτά γίνεται στον Βόλο και στο Κιλκίς. Έτσι η εκτεταμένη καλλιέργειά τους θα έδινε τη δυνατότητα να αξιοποιηθούν σχολάζουσες γαίες, ενώ θα δημιουργούσε πολλές νέες θέσεις εργασίας.

Τα τελευταία δύο χρόνια υπό την καθοδήγηση των τοπικών νομαρχιακών αυτοδιοικήσεων γίνονται κάποιες προσπάθειες με σκοπό την εξέλιξη της καλλιέργειας της ελαιοκράμβης στα ελληνικά δεδομένα.

Σημειώνεται ότι από το 2004 και μετά, γίνονται δοκιμαστικές καλλιέργειες ελαιοκράμβης σε διάφορες περιοχές της Χώρας από εταιρίες εισαγωγής σπόρων. Ειδικότερα, τελευταίες πληροφορίες αναφέρουν ότι την τρέχουσα περίοδο,

σπάρθηκαν συνολικά 10-15.000 στρ ελαιοκράμβης στις Περιφέρειες Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Ν. Έβρου, Ροδόπης, Δράμας), Κεντρική Μακεδονίας (Ν. Πιερίας, Κιλκίς, Σερρών), Δ. Μακεδονίας (Ν. Κοζάνης, Φλώρινας) και Θεσσαλίας (Ν. Λάρισας και Καρδίτσας).

1.7 Βοτανικοί χαρακτήρες

1.7.1 Η κύρια ρίζα

Η κύρια ρίζα είναι επιμήκης, βαθιά και οξύληκτη με πολυάριθμες πλάγιες ρίζες, λιγότερο σημαντικές που φθάνουν βάθος 5-7,5 εκατοστά. Όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες, το φυτό αναπτύσσει βαθύτερο ριζικό σύστημα. Υπάρχει σχέση μεταξύ του τύπου του ριζικού συστήματος και της αντοχής του φυτού στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας, που είναι πολύ σημαντικό για τις αποδόσεις του στις ξηροθερμικές περιοχές.

1.7.2 Ροζέτα

Τα πρώτα μπλε-πράσινα φύλλα διαμορφώνουν τη ροζέτα, από την οποία εκφύονται, αργότερα, μετά τον λήθαργο του χειμώνα, νέα φύλλα και το κεντρικό στελέχος από το οποίο βλαστάνουν οι πλάγιοι ανθοφόροι βραχίονες. Η διάρκεια της ροζέτας επηρεάζεται από την ποικιλία, από τις κλιματικές συνθήκες και την εποχή σποράς (φθινοπωρινή ή ανοιξιάτικη σπορά). Το πρώτο και, μερικές φορές, το δεύτερο πραγματικό φύλλο αναπτύσσονται ελαφρώς και γρήγορα γηράσκουν.

1.7.3 Πλάγιοι βλαστοί

Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ποικίλει, ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον. Η πυκνότητα των φυτών έχει ουσιαστική επίπτωση στον αριθμό των πλάγιων βλαστών και στο ύψος, που οι πλάγιοι βλαστοί αρχίζουν να εκπτύσσονται επί του κυρίου στελέχους. Οι πλάγιοι βλαστοί που εκπτύσσονται στις μασχάλες των υψηλότερων φύλλων επί του κύριου στελέχους, καθώς αυτό επιμηκύνεται, καταλήγουν, συνήθως, σε ανθοταξίες. Το ύψος του κύριου στελέχους του φυτού ποικίλει, ανάλογα με την ποικιλία, από 50 εκατοστά μέχρι 2 μέτρα και κατά μέσο

όρο 80-150 εκατοστά, αν και σε ορισμένες καινούργιες ποικιλίες είναι βραχύτερες κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

1.7.4 Φύλλα

Τα φύλλα είναι σκούρα, γλαυκά λογχοειδή, άμισχα και αγκαλιάζουν, εναλλακτικά, σε κάποια έκταση, το βραχίονα. Ο αριθμός των φύλλων του κύριου στελέχους, ενώ βασικά είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας, μπορεί να ποικίλει από 5 μέχρι 12 στις ποικιλίες φθινοπωρινής σποράς.

1.7.5 Ταξιανθία



Εικόνα 1.2 Ταξιανθία

Η ταξιανθία είναι επιμήκης βοτρυοειδής και φέρεται στο άκρο του κυρίου στελέχους και των πλάγιων βλαστών. Ο αριθμός των ταξιανθιών κάθε φυτού επηρεάζεται από τι κλίμα, τις καλλιεργητικές φροντίδες και την ποικιλία και μπορεί να κυμαίνεται από 12 μέχρι το διπλάσιο (Εικ. 1.2).

Το φυτό παράγει, συνήθως, πολύ περισσότερα άνθη παρά λοβούς και, υπό ελεγχόμενες, βρέθηκε ότι το 68% των ανθέων δίνει λοβούς, ενώ τα υπόλοιπα απορρίπτονται. Οι χαμηλές θερμοκρασίες (εαρινοποίηση) σε πρώιμο βλαστικό στάδιο, είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη του ανθοφόρου οφθαλμού και, επομένως, την παραγωγή λοβών στην χειμερινή καλλιέργεια. Η ανθοφορία διαρκεί 3-5 εβδομάδες και μερικές φορές περισσότερο και η διάρκεια της επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται και ο αριθμός των ανθέων. Τα άνθη του γένους *Brassica campestris* είναι σταυρογονιμοποιούμενα, ενώ του *Brassica napus* είναι, βασικά, αυτογονιμοποιούμενα.

1.7.6 Καρπός



Εικόνα 1.3 Καρπός

Ο καρπός είναι επιμήκης, κυλινδρικός, στενός, κερατοειδής οξύληκτος λοβός, μήκους 5-10 εκατοστών, που ανοίγει από την βάση όταν ωριμάσει. Κάθε φυτό έχει 120 περίπου λοβούς, 40-60 από τους οποίους αναπτύσσονται στο κεντρικό στέλεχος (Εικ. 1.3).

Κάθε λοβός περιέχει 18-20 μικρούς σφαιρικούς σπόρους, διαμέτρου 1,75-2,0 χιλιοστών. Το μέγεθος του σπόρου είναι μια σημαντική παράμετρος, ειδικά για τις καλλιέργειες όψιμης σποράς, γιατί έχει αποδειχθεί ότι οι μεγάλοι μεγέθους σπόροι δίνουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, που συνεπάγεται αυξημένη πρόσληψη ακτινοβολίας και, κατ'ακολουθία, αυξημένο βάρος των φυτών, κατά την περίοδο ανθοφορίας. Το μέγεθος του σπόρου διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με την ποικιλία, αλλά επηρεάζεται πολύ και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το χρώμα των σπόρων είναι σκούρο καφέ αν και τελευταία κυκλοφορούν ποικιλίες με σπόρους χρώματος κιτρινωπού. Οι σπόροι ωριμάζουν, συνήθως, 30-40 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση των ανθέων. Οι σπόροι από τους χαμηλότερους λοβούς τινάζονται γρηγορότερα συγκριτικά με εκείνους των λοβών της κορυφής του φυτού.

1.7.7 Απόδοση των σπόρων σε λάδι

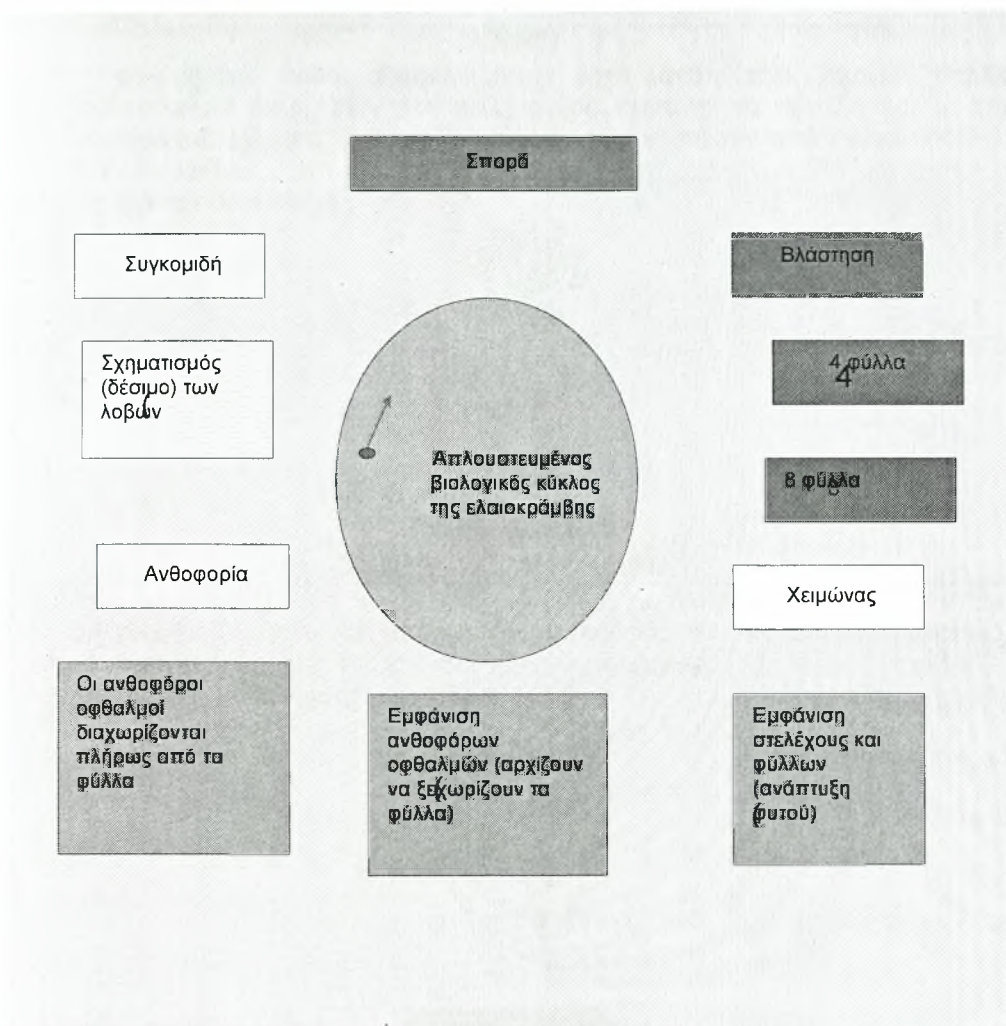
Η απόδοση των σπόρων σε λάδι κυμαίνεται 30-50%, αν και έχουν αναφερθεί περιπτώσεις με υψηλότερο ποσοστό (60%). Η απόδοση σε λάδι φθάνει το 30-36% του βάρους των σπόρων όταν ο διαχωρισμός γίνεται με πίεση και 48-49% όταν γίνεται με εκχύλιση. Το χρώμα του, που επηρεάζεται από το επίπεδο της χλωροφύλλης στο σπόρο, είναι σκούρο και μετά το ραφινάρισμα γίνεται ελαφρά κίτρινο, όπως το ηλιέλαιο.

Από το σύνολο των λιπαρών οξέων που περιέχονται στο σπόρο, το 6% περίπου είναι κεκορεσμένα λιπαρά οξέα και το 94% ακόρεστα (60-65% μονοακόρεστα και 30-35% πολυακόρεστα). Μεταξύ των ακόρεστων λιπαρών οξέων,

το ολειακό καλύπτει ποσοστό 14%, το ερουκικό 45%, το λινολειακό 14% και το λιπιδενικό 10%. Στο παρελθόν, όπως προαναφέρθηκε, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έδιναν λάδι που περιείχε υψηλά επίπεδα ερουκικού οξέος, ένα από τα πολυάριθμα λιπαρά οξέα, που θεωρήθηκε επικίνδυνο για τη δημόσια υγεία και ότι προκαλεί διαταραχές στην διατροφή των ζώων. Σήμερα κυκλοφορούν ποικιλίες στις οποίες το ερουκικό οξύ απουσιάζει εντελώς ή περιέχεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και είναι γνωστές με το όνομα Lear (low erucic rape ή O-rare). Οι ποικιλίες αυτές που δημιουργήθηκαν στον Καναδά και την Ευρώπη περιέχουν και χαμηλό ποσοστό γλυκοζινολικών ενώσεων και γι' αυτό είναι γνωστές με το όνομα <<doublelow>> ή <<oo-rare>> και μερικές φορές με το όνομα <<Canola>>. Σημειώνεται ότι με την βοήθεια της γενετικής μηχανικής, έγινε δυνατή η δημιουργία νέων ποικιλιών με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου κρυνβέλαιου, καταλλήλου για διατροφικούς σκοπούς. Οι ποικιλίες αυτές παράγουν έλαιο με λιγότερο από 4% λιπιδενικό και περίπου 70% ελαιικό, χαρακτηριστικά δηλαδή παρόμοια εκείνων του ελαιολάδου.

Η μέση εκατοστιαία σύνθεση των σπόρων ελαιοκράμβης, σε ξηρή ουσία, έχει ως ακολούθως: α) λιπαρές ουσίες 45%, β) ακατέργαστη πρωτεΐνη 25%, γ) υδατάνθρακες 25% και δ) κυτταρίνη και γλυκοζινολικές ενώσεις 5%.

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού παρουσιάζεται, κατά απλουστευμένο τρόπο, στην Εικόνα 1.4, οι δε κυριότερες φάσεις, από την άνθιση του μέχρι την ξήρανση του σπόρου, συνοψίζονται στην Εικόνα 1.5..



Εικόνα 1.4 Βιολογικός κύκλος της ελαιοκράμβης

ΑΝΘΗ

Ανοίγουν τα πρώτα άνθη. Εμφανίζονται λίγα άνθη στο βασικό στέλεχος. Εμφανίζονται πολλά άνθη, ενώ στα παλαιότερα πέφτουν τα πέταλα και οι πρώτοι λοβοί είναι ορατοί. Πλήρης άνθιση: ο αριθμός των κλειστών ανθοφόρων οφθαλμών και των μικρών λοβών, είναι ίσος. Τέλος άνθισης: λιγότεροι του 5% των ανθοφόρων οφθαλμών δεν έχουν ανοίξει



ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΟΒΩΝ

Εμφανίζεται ο πρώτος λοβός, κανονικού μεγέθους, με σπόρους στο βασικό στέλεχος. Έχουν αναπτυχθεί πλήρως οι σπόροι στους λοβούς του κατόπλου ημίσειας του βασικού στελέχους. Έχουν αναπτυχθεί πλήρως οι σπόροι σε όλους, σχεδόν, τους λοβούς του βασικού στελέχους.



ΩΡΙΜΑΝΣΗ

Οι μεγαλύτεροι λοβοί του βασικού στελέχους και των πλάγιων βλαστών έχουν σπόρους κανονικού μεγέθους.

Όλοι οι λοβοί έχουν αναπτυχθεί πλήρως έως τις άκρες τους.

Οι πρώτοι σπόροι είναι μαύροι κατά το ήμισυ.

Οι περισσότεροι σπόροι είναι μαύροι.

Οι σπόροι είναι μαύροι και σκληροί και οι λοβοί είναι, σχεδόν, ξηροί



ΝΕΚΡΩΣΗ

Ξηρασία

Εικόνα 1.5 Οι κυριότερες φάσεις της ελαιοκράμβης

1.8 Απαιτήσεις σε Εδαφοκλιματικές Συνθήκες

1.8.1 Φωτοπεριοδισμός

Η ελαιοκράμβη συγκαταλέγεται στην κατηγορία φυτών ουδέτερης ημέρας αν και ορισμένες ποικιλίες φαίνεται να αντιδρούν στον φωτοπεριοδισμό. Σε αυτήν ακριβώς την αντίδραση τους στηρίζεται ουσιαστικά και η διάκριση των ποικιλιών σε ποικιλίες χειμερινής και ανοιξιότικης καλλιέργειας αντίστοιχα. Τα φυτά των ποικιλιών χειμερινής καλλιέργειας, με συνθήκες μειωμένης διάρκειας ημέρας, το φθινόπωρο και το χειμώνα, παραμένουν στο στάδιο της ροζέτας, ενώ με την άνοδο της θερμοκρασίας και με μεγάλη διάρκεια ημέρας την άνοιξη και το θέρος του επόμενου έτους, αναπτύσσονται και φθάνουν στο στάδιο της ανθοφορίας.

1.8.2 Θερμοκρασία

Η ελαιοκράμβη απαιτεί θερμοκρασίες κατά το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, θερμοκρασία ημέρας των 27°C, ενώ είναι φυτό ανθεκτικό στον παγετό, σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του. Ποικιλίες που είναι ανθεκτικές στις χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να αντέξουν επί μακρόν στην χιονοκάλυψη. Εν τούτοις, θερμοκρασίες στους -10°C χωρίς χιονοκάλυψη θεωρείται ότι είναι η ελάχιστη θερμοκρασία για την επιβίωση των φυτών των περισσότερων ποικιλιών.

Οι ποικιλίες ανοιξιότικης σποράς είναι ποιά ευαίσθητες στους όψιμους παγετούς, αλλά και όταν ακόμη τα φυτά φαίνονται να μαυρίζουν από τον παγετό, όταν κάποιο τμήμα, στο κέντρο της ροζέτας τους, διατηρείται πράσινο, είναι πολύ πιθανόν να ανακάμψουν.

Η επίδραση του παγετού, κατά το στάδιο ωρίμανσης των σπόρων, δημιουργεί σοβαρότερα προβλήματα, υπόψη ότι επηρεάζει, βασικά την ποσότητα και την ποιότητα του λαδιού που θα παραχθεί (αισθητή μείωση του περιεχομένου των σπόρων σε λάδι και ακατάλληλο για βρώση). Εξάλλου, ο χρόνος σποράς της φθινοπωρινής καλλιέργειας έχει μεγάλη σημασία αναφορικά με τις θερμοκρασίες που θα επικρατούν κατά το στάδιο σχηματισμού των ανθοφόρων οφθαλμών.

Με πολύ πρώιμη σπορά μπορεί να προκληθούν ζημιές από παγετούς στους οφθαλμούς, ενώ με πολύ καθυστερημένη, μπορεί να μειωθεί σημαντικά η παραγωγή από άλλους παράγοντες. Ο χρόνος σποράς είναι πολύ σημαντική παράμετρος, ειδικά για τις ποικιλίες χειμερινής σποράς. Πρώιμες σπορές δίδουν μεγαλύτερες αποδόσεις, αλλά η καλλιέργεια είναι πιο ευαίσθητη κατά την πρώτη βλάστηση. Θερμοκρασία

στους -4°C καταστρέφει ή βλάπτει σοβαρά τα νεαρά φυτά, ενώ στους -2°C ουδόλως επιδρά όταν τα φυτά είναι ηλικίας ενός μηνός.

1.8.3 Έδαφος

Η ελαιοκράμβη, ευδοκimei σε μεγάλο εύρος τύπων εδαφών, από τα ελαφρώς βαριά αργιλλώδη μέχρι τα ελαφρώς αμμώδη, αρκεί να αποστραγγίζονται καλά, καθώς η κατάκλιση των εδαφών και τα πλημμυρικά φαινόμενα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, είναι πολύ επιζήμια για το φύτεμα και την ανάπτυξη του φυτού. Εδάφη που σχηματίζουν κρούστα μετά την βροχή, δε θεωρούνται κατάλληλα, υπόψη ότι ο σπόρος είναι πολύ μικρός και δεν μπορεί να τη σπάσει κατά το φύτεμα. Το έδαφος πρέπει να είναι βαθύ και γόνιμο, πλούσιο σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά και ασβέστιο, μέσης σύστασης αμμοαργιλλώδες ή πηλοαμμώδες, ώστε να μπορεί το φυτό να αναπτύσσει πλούσιο και βαθύ ριζικό σύστημα, που προσδίδει ανθεκτικότητα στο φυτό και να ικανοποιούνται οι υψηλές απαιτήσεις του σε νερό και θρεπτικές ουσίες κατά τις κρίσιμες φάσεις ανάπτυξης του. Τα οργανικά και πηλώδη εδάφη θεωρούνται κατάλληλα για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης, όταν είναι διασφαλισμένη η επάρκεια εδαφικής υγρασίας τον Απρίλιο, αν και, σε γενικές γραμμές, η επιτυχία της καλλιέργειας επηρεάζεται κατά πολύ από τον ικανοποιητικό εφοδιασμό σε νερό καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Εδάφη που είναι αμμώδη, ελαφριά ή πετρώδη δεν συνιστώνται, όπως και τα πολύ βαριά ή αυτά που είναι επίπεδα και συγκρατούν νερό, γιατί καταστρέφεται το ριζικό σύστημα ή αναπτύσσονται σε αυτό μυκητολογικές ασθένειες. Το ικανοποιητικό βάθος του εδάφους και το καλό υπέδαφος, παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας.

1.9 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

1.9.1 Σπορά

Επειδή ο σπόρος της ελαιοκράμβης είναι πολύ μικρός πρέπει το έδαφος να είναι καλά προετοιμασμένο, χωρίς βόλους και λακκούβες και να είναι στο ρόγο του. Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 1,5 μέχρι 3 εκατοστά, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την ποικιλία. Το βάθος σποράς είναι, συνήθως, μικρότερο σε βαρύτερα εδάφη και για ποικιλίες που παράγουν μικρούς σπόρους, ενώ σε ελαφρότερα εδάφη

και για ποικιλίες που παράγουν μεγαλύτερους σπόρους, το βάθος σποράς είναι μεγαλύτερο. Πάντως, είναι δυνατόν να φυτρώσουν οι σπόροι και από βάθος 5 εκ. ή και μεγαλύτερο όταν δεν σχηματίζεται κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους. Το φύτευμα πρέπει να είναι γρήγορο με ομοιόμορφη βλάστηση ώστε να προηγηθεί η ανάπτυξη των φυτών από εκείνη των ζιζανίων. Χρησιμοποιούνται, συνήθως, σπαρτικές μηχανές, αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ύστερα από σχετική τροποποίηση, και σπαρτικές άλλων ειδών σπόρων. Ο σπόρος δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το λίπασμα, κατά την σπορά, όπως συνηθίζεται για την ομοιόμορφη ροή του σπόρου, γιατί επιδρά στην βλάστηση του. Ο σπόρος μπορεί να σπαρεί και στα πετακτά αν και ο τρόπος αυτός είναι πολύ περιορισμένος. Η σπορά κατά θέσεις με σπαρτική μηχανή δίδει, συνήθως, καλύτερες αποδόσεις.

1.9.2 Η ποσότητα του σπόρου

Η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα ποικίλει σημαντικά, ανάλογα με την χώρα και, συνήθως, δεν επηρεάζει τις αποδόσεις. Χρησιμοποιούνται συνήθως 0,3-0,4 κιλά σπόρου ανά στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία, τον τρόπο και την εποχή σποράς. Στις ανοιξιάτικες σπορές χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες σπόρου/στρέμμα. Σημειώνεται ότι τα τελευταία χρόνια με την κυκλοφορία σπόρου υβριδίων, η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου, ανά εκτάριο, έχει μειωθεί σημαντικά ενώ, με τις παραδοσιακές ποικιλίες, οι τυπικές αναλογίες σπόρου, ανά εκτάριο, ήταν 8-10 κιλά, σήμερα, με τα υβρίδια η ποσότητα σπόρου μπορεί να περιοριστεί ακόμη και στα 3 κιλά/εκτάριο ή και λιγότερο.

1.9.3 Η πυκνότητα των φυτών

Με ποσότητα σπόρου 0,3-0,4 κιλά στο στρέμμα, επιτυγχάνεται πυκνότητα 60-80 φυτά/τ.μ. Οι απώλειες φυτών, κατά τους χειμερινούς μήνες, είναι συνήθως της τάξεως των 15-25%. Πάντως ο τελικός αριθμός φυτών, ανά μονάδα επιφάνειας, εξαρτάται από :α) τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου (η ελάχιστη φυτρωτική ικανότητα για τον πιστοποιημένο σπόρο είναι 85%), β)το μέγεθος του σπόρου, γ) οι εδαφικές συνθήκες και δ) η εποχή σποράς.

1.9.4 Εποχή σποράς

Η ελαιοκράμβη φθινοπωρινής σποράς, υπό συνθήκες Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, σπέρνεται από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου. Ειδικότερα, στις περιοχές της Βόρειας Γερμανίας η σπορά γίνεται συνήθως 10-20 Αυγούστου, ενώ στις νοτιότερες περιοχές μεταξύ 20 Αυγούστου και αρχές Σεπτεμβρίου. Οι ανοιξιάτικες ποικιλίες σπέρνονται από το τέλος Μαρτίου μέχρι τις αρχές Μαΐου. Στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα είναι, σχεδόν διπλάσια εκείνης που απαιτείται για την χειμερινή καλλιέργεια, προκειμένου να επιτευχθεί η ίδια επιθυμητή πυκνότητα φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο.

1.9.5 Αμειψισπορά

Λόγω του κινδύνου προσβολής από νηματώδεις, στην αμειψισπορά δεν πρέπει να περιλαμβάνονται τα σακχαρότευτλα, ούτε και είδη που είναι ξενιστές της *sclerotinia*. Από καλλιέργεια σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης πρέπει να παρεμβάλλεται διάστημα 3-4 ετών. Πειραματικές καλλιέργειες στην Γερμανία έδειξαν ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν έχει προηγηθεί η καλλιέργεια μπιζελιών. Συστήματα αμειψισπορών που περιλαμβάνουν καλλιέργειες σιτηρών, δίδουν επίσης πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αντίθετα όταν η ελαιοκράμβη καλλιεργείται συνεχώς στο ίδιο έδαφος, ως μονοκαλλιέργεια, οι αποδόσεις είναι μειωμένες, λόγω βασικά των ασθενειών *Plasmadiophora brassicae* & *Sclerotinia* που εμφανίζονται συχνότερα με τη συνεχή καλλιέργεια. Έχει διαπιστωθεί ότι οι αποδόσεις της ελαιοκράμβης αυξάνουν όσο μεγαλώνει η περίοδος που μεσολαβεί μεταξύ δύο καλλιεργειών. Υπογραμμίζεται ότι η ελαιοκράμβη μπορεί να καλλιεργηθεί σε αγρό στον οποίο έχει προηγηθεί η καλλιέργεια σιτηρών, λιναριού, καλαμποκιού, πατάτας ή, ύστερα από αγρανάπαυση, όχι όμως ελαιοκράμβης, σιναπιών ή ηλίανθου. Σημειώνεται ότι με την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης δίδεται η ευκαιρία να καταστραφούν οι βιολογικοί κύκλοι των ασθενειών, εντόμων και ζιζανίων που σχετίζονται άμεσα με την παραγωγή σιτηρών.

1.10 Απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες

1.10.1 Λίπανση

Η ελαιοκράμβη προτιμά τα γόνιμα και πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη, αλλά ευδοκμεί σε εδάφη μεγάλου εύρους γονιμότητας. Αντιδρά, επίσης, πολύ καλά στη χημική λίπανση. Οι απαιτήσεις του φυτού σε φώσφορο και κάλιο είναι οι ίδιες, με εκείνες του σιταριού, ενώ σε άζωτο είναι μεγαλύτερες. Το ισοζύγιο NPK είναι γνωστό ότι επηρεάζει τη συνολική παραγωγή και όταν πρόκειται να καλλιεργηθεί σε μεγάλη έκταση, είναι σημαντικό να προηγηθούν δοκιμαστικές καλλιέργειες, ώστε να προσδιοριστούν οι σωστές αναλογίες λιπαντικών μονάδων. Μια συνήθης αναλογία NPK σε λιπαντικές μονάδες είναι 3:2:1 για καλλιέργειες ανοιξιάτικης σποράς και 4:2:1 για καλλιέργειες φθινοπωρινής σποράς. Η χημική λίπανση φαίνεται να μην επηρεάζει, σε μεγάλο βαθμό, τα συστατικά του σπόρου, με εξαίρεση, ίσως, εκείνη του αζώτου, που έχει σχέση με τα ποσοστά του λαδιού και των πρωτεϊνών.

Οι συνιστώμενες ποσότητες λιπασμάτων για την χειμερινή και εαρινή καλλιέργεια της ελαιοκράμβης, στην Γερμανία, έχουν ως ακολούθως:

1. Χειμερινή καλλιέργεια

Λίπασμα	Ποσότητα (kg/ha)
Άζωτο (N)	0-50 (το φθινόπωρο) Μέχρι 100 (στην αρχή του έτους με την έναρξη της βλάστησης) 80-100 (4 εβδομάδες αργότερα)
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	80-100
Κάλιο (K ₂ O)	180-220
Μαγνήσιο (MgO)	25-30

2. Εαρινή καλλιέργεια

Λίπασμα	Ποσότητα (kg/ha)
Άζωτο (N)	80-100 (με τη σπορά) 60-80 (όταν το φυτό έχει 6-8 φύλλα)
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	80
Κάλιο (K ₂ O)	120
Μαγνήσιο (MgO)	40

Άζωτο. Η ελαιοκράμβη είναι, σχετικά, φυλλώδες φυτό και η έλλειψη αζώτου, κατά τα πρώτα στάδια, μπορεί να επιβραδύνει την ανάπτυξη του. Το άζωτο, εκτός από την ανάπτυξη του φυλλώματος, επηρεάζει, επίσης, την ανάπτυξη των ανθέων και των νεαρών λοβών, με επιπτώσεις στην παραγωγή. Η διατήρηση της μεγαλύτερης

δυνατής φυλλικής μάζας, για όσο γίνεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, φαίνεται να ευνοεί την αύξηση των αποδόσεων, επιτρέποντας τη μεταφορά των υδατανθράκων από τα φύλλα προς τα άνθη και τους νεαρούς λοβούς. Οι αυξημένες αποδόσεις αποδίδονται, βασικά, στον μεγαλύτερο αριθμό σπόρων των λοβών που φθάνουν στο στάδιο της ωρίμανσης, παρά στην αύξηση του βάρους των σπόρων. Η εφαρμογή ικανοποιητικής αζωτούχου λίπανσης όχι μόνο διευκολύνει την ανάπτυξη των φύλλων, αλλά τα βοηθά να συνεχίσουν, επί μακρόν, την φωτοσυνθετική ικανότητα.

Φώσφορος. Η περίσσεια φωσφόρου στο έδαφος δεν φαίνεται να επιδρά σημαντικά στην κανονική εξέλιξη της καλλιέργειας. Συνήθως δεν απαιτείται σημαντική ποσότητα φωσφορούχου λιπάσματος όταν έχει προηγηθεί καλλιέργεια στην οποία έγινε πλούσια φωσφορική λίπανση.

Κάλιο. Το κάλιο είναι αναγκαίο. Η παρουσία του στο έδαφος διασφαλίζει την ικανοποιητική απορρόφηση του φωσφόρου και αζώτου από το φυτό, αν και η επίδραση που ασκεί στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης δεν έχει ακόμη τεκμηριωθεί. Υπό κανονικές συνθήκες, η συγκέντρωση του καλίου είναι, συνήθως, χαμηλότερη στα νεαρά και μεγαλύτερη στα παλιά φύλλα. Η απαιτούμενη ανά στρέμμα ποσότητα καλιούχου λιπάσματος πρέπει να είναι η μισή εκείνης του φωσφορικού.

Θειάφι. Τα φυτά της ελαιοκράμβης έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θειάφι, γιατί χρησιμοποιείται για την πρωτεΐνη και την σύνθεση των γλυκοζινολικών ενώσεων. Το θειάφι και το άζωτο είναι τα βασικά θρεπτικά συστατικά και η έλλειψη τους οδηγεί στη μεσονεύριο χλώρωση. Το θειάφι εφαρμόζεται, συνήθως, την άνοιξη υπό μορφή επιφανειακής λίπανσης, παράλληλα με την εφαρμογή του αζώτου. Τα φυτά προσλαμβάνουν το θειάφι κατά την περίοδο ανάπτυξης του βασικού στελέχους και του φυλλώματος τους, αλλά τις μεγαλύτερες ποσότητες τις χρειάζονται κατά την ανθοφορία και το δέσιμο του καρπού.

1.10.2 Άρδευση

Είναι πολύ σημαντική η σχέση μεταξύ ομαλής ανάπτυξης του φυτού και του διαθέσιμου νερού. Η έλλειψη νερού κατά την περίοδο της κύριας ανθοφορίας και της ανάπτυξης των σπόρων (γεμίσματος των λοβών) συνεπάγεται τη μείωση της παραγωγής ή και περιεκτικότητας των σπόρων σε λάδι. Όπου εφαρμόστηκαν συμπληρωματικές αρδεύσεις αυξήθηκαν οι αποδόσεις, όχι λόγω αύξησης του ύψους του φυτού και του αριθμού των πλαγίων βλαστών του, αλλά λόγω αύξησης του

αριθμού των λοβών ανά φυτό και του αριθμού και του μεγέθους των σπόρων ανά λοβό. Τα ικανοποιητικά, εξάλλου, επίπεδα της εδαφικής υγρασίας, ευνοούν την ωρίμανση των σπόρων και βοηθούν στο να διατηρηθεί η λειτουργία του φυλλώματος για μεγαλύτερο διάστημα αυξάνοντας έτσι τις αποδόσεις.

Πάντως η επιτυχία της καλλιέργειας είναι στενά συνδεδεμένη με τη διασφάλιση ικανοποιητικής εδαφικής υγρασίας κατά την βλαστική περίοδο και ανθοφορία του φυτού. Η έλλειψη εδαφικής υγρασίας είναι περισσότερο επιζήμια κατά την περίοδο ανθοφορίας και γεμίσματος των λοβών, ειδικά όταν συνοδεύεται από υψηλές θερμοκρασίες. Με τα ελληνικά δεδομένα, εάν δεν υπάρξουν ικανοποιητικές βροχοπτώσεις την άνοιξη, τότε πιθανόν να είναι απαραίτητη η άρδευση.

Επίσης η έλλειψη εδαφικής υγρασίας μειώνει το βάρος των σπόρων κατά ένα μικρότερο βαθμό, το ποσοστό του λαδιού. Ακόμη, η μειωμένη εδαφική υγρασία, κατά τη σορά, προκαλεί καθυστέρηση στη βλάστηση του σπόρου, ενώ σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας κατά την ανάπτυξη του φυτού, είναι ενδεχόμενο να παρουσιαστεί και τροφопενία βορίου.

1.10.3 Συγκομιδή

Οι σπόροι της φθινοπωρινής καλλιέργειας της ελαιοκράμβης συγκομίζονται τον Ιούλιο ενώ της ανοιξιάτικης καλλιέργειας στα τέλη Αυγούστου ή αρχές Σεπτεμβρίου. Οι σπόροι έχουν ωριμάσει, όταν οι βραχίονες και οι λοβοί κιτρινίσουν, οι σπόροι αποκτήσουν χρώμα σκούρο-καφέ προς το μαύρο, είναι σκληροί, κροταλίζουν μέσα στους λοβούς όταν τινάσσονται και έχουν υγρασία γύρω στο 15%. Η ωρίμανση των σπόρων συντελείται, συνήθως, σε μικρό χρονικό διάστημα και η πράξη έχει δείξει ότι η περίοδος συγκομιδής πρέπει να ολοκληρώνεται, το δυνατόν συντομότερο και, πάντως, σε διάστημα όχι μεγαλύτερο της εβδομάδας.

Οι κυριότεροι τρόποι συγκομιδής είναι δύο: α) τα φυτά αποκόπτονται και αφήνονται κατά σειρές στο έδαφος για 10-14 μέρες μέχρι να ξηραθούν τελείως και μετά αλωνίζονται με αλωνιστική. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται περισσότερο στη Δανία, β) τα φυτά συγκομίζονται και αλωνίζονται ταυτόχρονα με ένα πέρασμα της θεριζοαλωνιστικής, η οποία κινείται με μειωμένη ταχύτητα, συνήθως, στα 2/3 της συνήθους ταχύτητας που εφαρμόζεται για τα σιτηρά. Με τη μέθοδο αυτή, που είναι η πιο σύγχρονη και η περισσότερο διαδεδομένη, τα φυτά πρέπει να είναι τελείως ξηρά

και για το λόγο αυτό, σε ορισμένες περιπτώσεις, για επιτάχυνση της ξήρανσης, ψεκάζεται η καλλιέργεια με χημικά μέσα, ώστε να αποφευχθεί η συγκομιδή των φυτών ή τμημάτων τους που είναι ελαφρώς πράσινα και περιέχουν ακόμη χλωροφύλλη.

1.10.4 Αποξήρανση και αποθήκευση του σπόρου

Το υψηλό ποσοστό σε λάδι, το μικρό του μέγεθος και ο κίνδυνος του ανάμματος, απαιτούν γρήγορους χειρισμούς, κατά την περίοδο ξήρανσης και αποθήκευσης, δεδομένου ότι οι διαδικασίες αυτές επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος, ειδικότερα όταν αυτό προορίζεται για κατανάλωση. Το καθάρισμα του σπόρου είναι, συχνά, αναγκαίο όχι μόνο για την αποτροπή μολύνσεων και την παρεμπόδιση του ανάμματος, όταν αποθηκεύεται χύδην σε σωρούς (από υπερβολικά υγρούς σπόρους όταν μάλιστα έχουν προηγηθεί της συγκομιδής βροχές με αποτέλεσμα να είναι άμεσος ο κίνδυνος ανάπτυξης μυκήτων), αλλά και για τον λόγο ότι, το εργοστάσιο που παραλαμβάνει τον σπόρο για έκθλιψη, επιβάλλει σοβαρές κυρώσεις ή μπορεί και να αρνηθεί να τον παραλάβει, όταν τα δείγματα έχουν ξένες ύλες και προσμίξεις σε ποσοστό πάνω από 2%.

Λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου (1.2-2.5 χιλιοστά) είναι απαραίτητο για ασφαλή αποθήκευση, ακόμα και για ένα πολύ μικρό διάστημα, να μειωθεί η υγρασία του και να αποθηκευτεί σε σχετικά δροσερό μέρος, δεδομένου ότι ο υγρός σπόρος ανάβει πολύ γρήγορα και σε διάστημα λιγότερο ακόμη και των 12 ωρών, μπορεί να υποστεί βλάβη.

Κατά τη παράδοση του σπόρου στο εργοστάσιο για έκθλιψη, το ποσοστό υγρασίας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 8% και 9% και επειδή το ποσοστό του λαδιού στο σπόρο υπερβαίνει, συνήθως, το 40% η γρήγορη και σε ικανοποιητικό βαθμό ξήρανση του, είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία, προκειμένου να αποφευχθεί το άναμμα που συνεπάγεται και το τάγγισμα του περιεχόμενου λαδιού. Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης « καλή εμπορεύσιμη ποιότητα» σπόρου ελαιοκράμβης θεωρείται αυτή που δεν περιέχει περισσότερο από 2% ανώριμους και σπόρους που έχουν φυτρώσει, σπόρους που έχουν υποστεί βλάβη από μηχανικά αίτια, σπασμένους ή κούφιους. Οι παρτίδες πρέπει να είναι, επίσης, ελεύθερες από μούχλες, αφύσικη οσμή, ιδιαίτερα αυτής της μούχλας και ζωντανά έντομα σε οποιαδήποτε στάδιο ανάπτυξης. Σπόροι που δεν καλύπτουν τις οδηγίες αυτές

απορρίπτονται. Πάντως, οι περισσότεροι συνήθεις αιτίες απόρριψης είναι το υψηλό ποσοστό υγρασίας του σπόρου και η υπερβολική ποσότητα ξένων υλών.

1.10.5 Έκθλιψη του σπόρου

Ο σπόρος μετά τον τελικό καθαρισμό του από το εργοστάσιο που τον παραλαμβάνει, αλέθεται αναποφλοιώτος, το δε λάδι λαμβάνεται με μηχανικά μέσα (υδραυλική πίεση) ή με χημικά (απόσπαση με διαλυτικό μέσο-εκχύλιση), ή με συνδυασμό των δύο μεθόδων. Μετά την λήψη του, το ακατέργαστο (crude) λάδι εξουδετερώνεται με υδροξείδιο του νατρίου ή άλλες αλκαλικές ενώσεις και λευκαίνεται, προκειμένου να απομακρυνθούν όλα τα ελεύθερα οξέα και οι χρωστικές αντίστοιχα. Οι διαδικασίες αυτές της εξουδετέρωσης και λεύκανσης αποσκοπούν στην απομάκρυνση των ακαθαρσιών από το λάδι, χωρίς να αλλάξουν τις ιδιότητες του. Όταν το λάδι προορίζεται για διατροφικούς σκοπούς πρέπει να απαλλαγεί από κάθε ίχνος οσμής και άλλα κατάλοιπα με την διαδικασία της απόσμησης κατά την οποία απομακρύνονται όλες οι πτητικές ουσίες που ευθύνονται για τις οσμές. Το χρώμα του ακατέργαστου λαδιού είναι μαύρο και του ραφινρισμένου ανοικτό κίτρινο, παρόμοιο με το ηλιέλαιου.

1.10.6 Ζιζανιοκτονία

Επειδή τα νεαρά φυτά ελαιοκράμβης είναι εξαιρετικά ευαίσθητα και ευάλωτα στον ανταγωνισμό για το φως και υγρασία, από τα ζιζάνια και, ειδικότερα από τα αγροστόδη, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την καταπολέμησή τους. Είναι πολύ σημαντικό να καταπολεμούνται τα ζιζάνια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών της ελαιοκράμβης, ενώ αργότερα, όταν η ελαιοκράμβη αναπτυχθεί αποκτά γρήγορα μεγάλο δείκτη φυλλικής επιφάνειας και δεν την ανταγωνίζονται τα ζιζάνια.

Τα μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπισή τους είναι είτε προληπτικά (οργώματα) είτε καταστροφική με μηχανικά μέσα (σκαλίσματα) βοτάνισμα και χημική καταπολέμηση. Στην Δανία, όλο και περισσότεροι καλλιεργητές, προτιμούν να καλλιεργούν την ελαιοκράμβη σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 50 εκατοστά απόσταση που τους επιτρέπει να χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για την καταπολέμηση των ζιζανίων.

Τα κυριότερα ζιζάνια που εμφανίζονται στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης είναι: *Setaria viridis*, *Setaria glauca*, *Avena fatua*, *Amaranthus retroflexus*, *Salsola kali*, *Polygonum pennsylvanicum* κ.α.

1.11 Εχθροί και ασθένειες

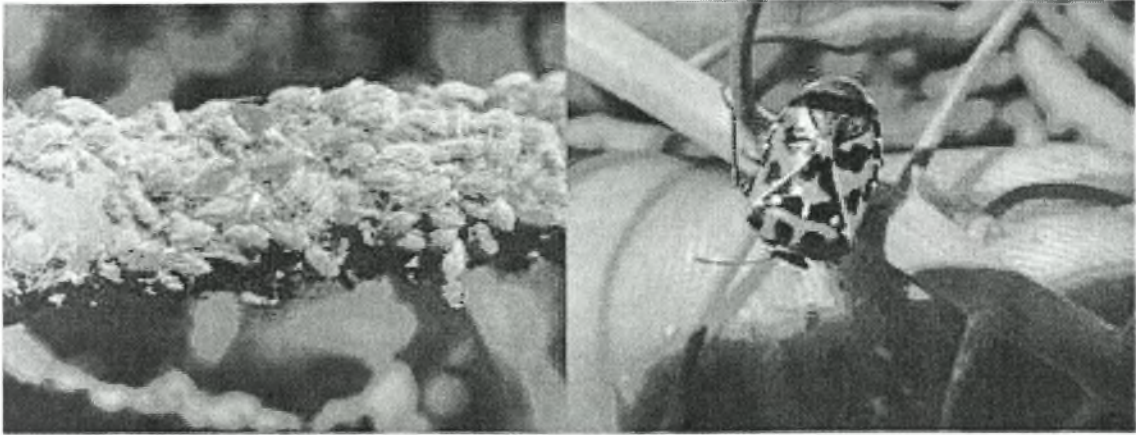
Η ελαιοκράμβη, όπως και πολλά είδη της οικογένειας των σταυρανθών, προσβάλλεται από ένα ευρύ φάσμα εντόμων από το στάδιο της αρχικής βλάστησης μέχρι και την τελική ωρίμανση των σπόρων. Παρακάτω αναφέρονται τα σπουδαιότερα για τα σημερινά δεδομένα, φυτικά και ζωικά παράσιτα, οι ζημιές που προκαλούν και οι τρόποι αντιμετώπισης τους.

1.11.1 Κυριότεροι ζωικοί εχθροί

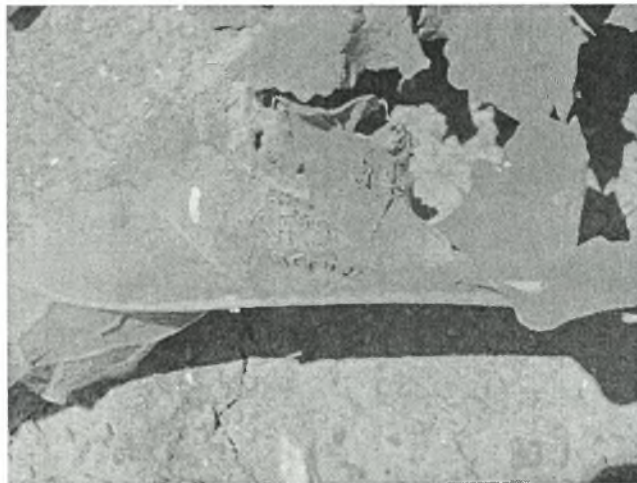
Μεταξύ των κυριότερων εντόμων που προσβάλλουν την ελαιοκράμβη περιλαμβάνονται: τα κολεόπτερα *Meligethes* spp. και *Meligethes aeneus*, που προσβάλλουν την καλλιέργεια αργά την άνοιξη όταν η θερμοκρασία ανέλθει πάνω από 15°C. Σοβαρές ζημιές στους λοβούς, στους αναπτυσσόμενους σπόρους και σε όλα τα μέρη του φυτού προκαλούν επίσης τα κολεόπτερα *Ceutorhynchus assimilis*, *Dasyneura Brassicae*, *Phyllotreta* spp. Ιδιαίτερα προβλήματα προκαλούνται επίσης στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης κατά την προσβολή της από Λεπιδόπτερα όπως η πιερίς ή φιλοκράμβος (*Pieris brassicae*), όπου όταν βρίσκεται στο προνυμφικό της στάδιο κατατρώγει τα φύλλα. Άλλοι εχθροί είναι οι αφίδες (*Brevicoryne brassicae*), οι ψύλλοι (*Phyllotreta cruciferae*), ο λίκκος (*Lygus bug*), οι νηματώδεις, οι τετράνυχτοι, οι γυμνοσάλιγκες .

1.11.2 Κυριότερες ασθένειες

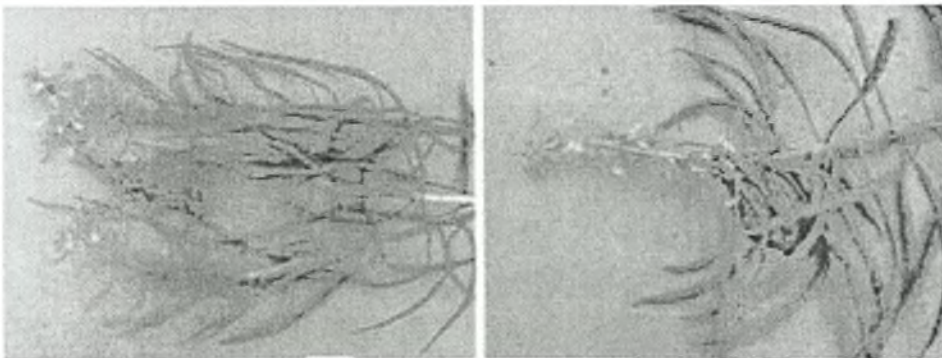
Οι κυριότερες ασθένειες που προσβάλουν την ελαιοκράμβη είναι: *Alternaria brassicae* και *Alternaria raphani*, η *Macrostelew quadrilineatus*, η *Leptosphaeria maculans*, η *Rhizoctonia solani*, η *Sclerotinia sclerotiorum*, η *Phoma lingam*, η *Botrytis cinerea*, η *Plasmadiophora brassicae* και οι ασθένειες εδάφους *Pythium* spp και *Phytophthora cryptogea*.



Aphis spp

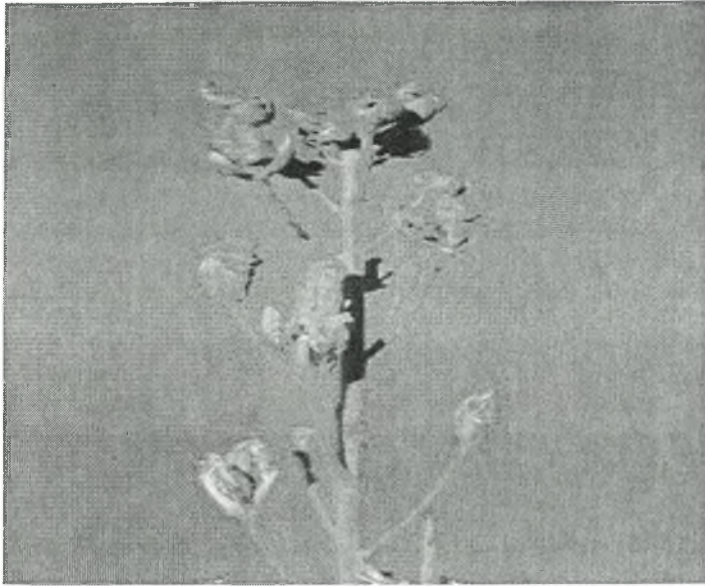


Pieris Brassicae

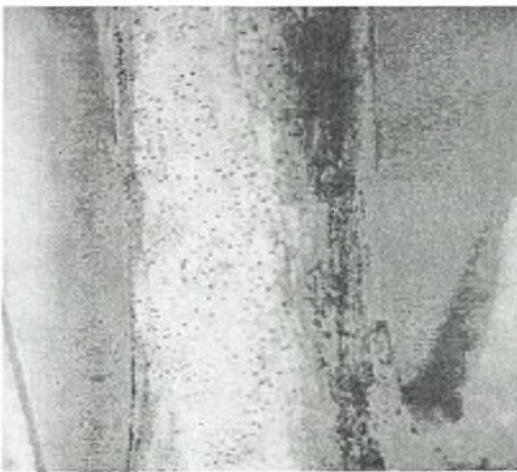


Προσβολή φυτών ελαιοκράμβης από αφίδες.

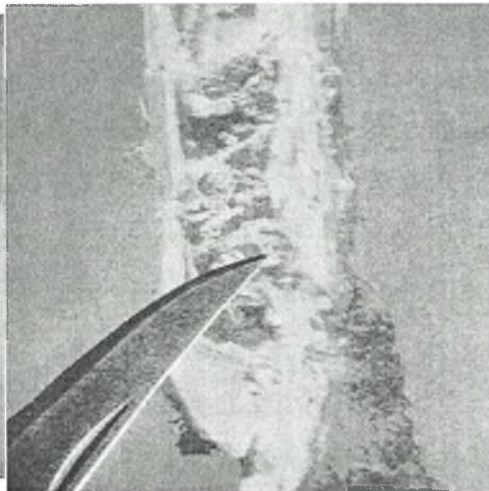
Εικόνα 1.6 Κυριότεροι ζωικό εχθροί της ελαιοκράμβης



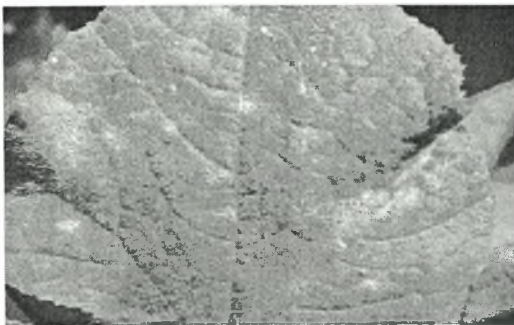
(*Macrosteles quadrilineatus*).



(*Leptosphaeria maculans*)



(*Scerotinia sclerotiorum*)



(*Erysiphe cruciferarum*)

Εικόνα 1.7 Κυριότερες Ασθένειες της ελαιοκράμβης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

2.1 Γενικά

Η προσπάθεια για την επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης.

Η στάγδην άρδευση, επιφανειακή ή υπόγεια, ανήκει στις μεθόδους της τοπικής ή μερικής άρδευσης. Έτσι χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι εκείνες, που χορηγούν το νερό κατευθείαν στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνο εκεί, σε αντίθεση με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους, που χορηγούν το νερό σε όλη (κατάκλυση, καταιονισμός) ή σχεδόν όλη (αυλάκια) την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Ιδιαίτερα για την υπόγεια στάγδην άρδευση, ο Phene, (1999) θεωρεί, ότι είναι η νεότερη και ενδεχομένως η περιπλοκότερη και αποδοτικότερη μέθοδος άρδευσης.

Σύμφωνα με τον ASAE S526.1 (ASAE Standards, 43rd Ed.1996.) “Soil and Water Terminology”, η κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στάγδην άρδευση ορίζεται ως:<< η εφαρμογή νερού κάτω από την επιφάνεια του εδάφους διαμέσου σταλακτήρων με αναλογία αποδέσμευσης του, σε γενικές γραμμές, στην ίδια κλίμακα με την επιφανειακή στάγδην άρδευση>>(Camp et al.,2003).

Άλλοι ορισμοί της υπόγειας άρδευσης προϋποθέτουν την παράπλευρη τοποθέτηση λάστιχων κάτω από το κανονικό βάθος οργώματος ή στο βάθος που θα διασφάλιζε την επιβίωση τους κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, υπονοώντας κάποιο βαθμό μονιμότητας.

Ο όρος υπόγεια άρδευση χρησιμοποιείται γενικά τα τελευταία 10-15 χρόνια, για να περιγράψει την εφαρμογή του εξοπλισμού της στάγδην άρδευσης κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις τοπικές αρδεύσεις είναι:

1. Μικρή παροχή νερού (κατώτερη από 12 lt/h).
2. Μερική διαβροχή του εδάφους.
3. Μεγάλη συχνότητα και διάρκεια άρδευσης.
4. Υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση εδαφικής υγρασίας.
5. Τρισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος. (Μιχελάκης,1998)

2.2 Ιστορική εξέλιξη

Σύμφωνα με τον Camp (1998), το 1920 ο Charles Lee στην Καλιφόρνια πήρε από την κυβέρνηση των Η.Π.Α. δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για ένα κεραμικό σωλήνα άρδευσης που περιελάμβανε οπές σε κατά μήκος του σωλήνα. Πιθανόν αυτό το σύστημα ήταν ένα από τους πρώτους τύπους της υπόγειας άρδευσης.

Οι Carter et al., (2000), αναφέρουν την ύπαρξη υπόγειας άρδευσης σταλαγματιάς από το 1860, χωρίς όμως να έχει πρακτική εφαρμογή.

Σύμφωνα πάλι με τον John Roberts (Roberts Irrigation Products, Inc.), η ιστορία της στάγδην άρδευσης χρονολογείται πριν πολλά έτη, ανάλογα με το πώς ορίζεται και το πόσο πρωτόγονη μορφή έχει. Η προέλευση της πιθανόν να είναι από την Αίγυπτο ή ακόμα και κάπου στην Ασία. Κατά την διάρκεια του 1700 υπήρχαν αναφορές ανθρώπων που πειραματίζονταν με πρώιμους τύπους στάγδην άρδευσης. Με την σημερινή της μορφή καινοτομήθηκε το 1940 στην Αγγλία, αλλά δεν άρχισε να αναγνωρίζεται ως ένα αποτελεσματικό σύστημα άρδευσης, παρά μόνο μετά την εισαγωγή της χρήσης του πολυαιθυλενίου (PVC) στα τέλη του 1960 για την κατασκευή των σταλακτηφόρων αγωγών. Η μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα των πλαστικών ειδών που ακολούθησε τον 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο, συντέλεσε στην ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης αρχικά στην Μεγάλη Βρετανία και αργότερα στο Ισραήλ και στις Η.Π.Α. γύρω στο 1959 κυρίως στην Καλιφόρνια και στην Χαβάη.

Σύμφωνα με τον Robert J., η λίστα των σημαντικών ολοκληρώσεων του συστήματος της άρδευσης σταλαγματιάς περιλαμβάνει: τον Chapin Watermatics, ο οποίος εφάρμοσε σωλήνες πολυαιθυλενίου στην άρδευση λουλουδιών σε θερμοκήπια κατά την δεκαετία του '50, τον Sterling Davis, ο οποίος εγκατέστησε το πρώτο πείραμα αγρού με υπόγεια στάγδην άρδευση σε δένδρα λεμονιάς και πορτοκαλιάς το 1963, τον Bernarr Hall, ο οποίος το 1969, άρχισε να πειραματίζεται χρησιμοποιώντας την άρδευση σταλαγματιάς σε συνδυασμό με την κάλυψη πλαστικού σε καλλιέργειες φράουλας και τομάτας στο Σαν Ντιέγκο της Καλιφόρνιας.

Κατά το 1970 ο εξοπλισμός για την εγκατάσταση της στάγδην άρδευσης (επιφανειακής ή υπόγειας) είχε αναπτυχθεί.

Στις αρχές του 1980 το ενδιαφέρον για το σύστημα στάγδην άρδευσης μειώθηκε, πιθανόν εξαιτίας του κόστους των υλικών και του εξοπλισμού και αναζωπυρώθηκε πάλι μετά το 1985, περίοδο όπου δημοσιεύονταν οι περισσότερες αναφορές των αποτελεσμάτων έρευνας, τόσο για την υπόγεια, όσο και για την επιφανειακή μέθοδο.

Αρχικά το σύστημα υπόγειας άρδευσης χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση μεγάλης αγρονομικής αξίας καλλιεργειών όπως τα λαχανικά, τα φρούτα, τα καρύδια, το ζαχαροκάλαμο. Όταν η αξιοπιστία και η μακροβιότητα του συστήματος βελτιώθηκε η χρήση του επεκτάθηκε και σε καλλιέργειες μικρότερης αγρονομικής αξίας. Αυτό έγινε κατά κύριο λόγο γιατί το σύστημα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για περισσότερα έτη μειώνοντας έτσι το ετήσιο κόστος άρδευσης (Camp et al., 2000).

2.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και την μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς, που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στον αγρό των γεωργικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με διάμετρο 12-25 mm, στους οποίους, σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φθάνει στο έδαφος με την μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Βάση του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Έτσι ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή.

Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη

αυτικαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτορυθμιζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης κ.α., 1997,Μιχελάκης, 1998).

Σύμφωνα με τους Phene et al., (1995), ο σχεδιασμός και η λειτουργία των υποεπιφανειακών στάγδην συστημάτων εξελίχθηκαν με τον χρόνο, αλλά διαφέρουν ελάχιστα από τα επιφανειακά συστήματα, εκτός από τα τρία σημαντικά κριτήρια:

1. Πρέπει να τοποθετούν βαλβίδες ανακούφισης σε αρκετά σημεία, κυρίως στα υψηλότερα σημεία του συστήματος,
2. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης απαιτούν συχνή πλήση των πρωτευόντων και πλευρικών αγωγών, ειδικότερα κατά την διάρκεια των 6 πρώτων της λειτουργίας τους και,
3. επειδή το ριζικό σύστημα των φυτών που αρδεύονται με υπόγεια στάγδην άρδευση είναι βαθύτερα, η λίπανση των καλλιεργειών καθίσταται ιδιαίτερος σημαντική από την στιγμή που το ριζικό σύστημα επεκτείνεται σε έδαφος με έλλειψη αρκετών θρεπτικών στοιχείων.

2.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος στάγδην άρδευσης υπόγειας ή επιφανειακής, με έμφαση σε αυτά της υπόγειας είναι:

1. Το σύστημα στάγδην άρδευσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σχεδόν τους τύπους εδαφών, καθώς και σε αγρούς με περίεργες μορφές ή ανώμαλη τοπογραφία.
2. Πλεονεκτεί σε περιοχές όπου το νερό που διατίθεται για την άρδευση είναι λιγοστό ή πολύ ακριβό. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευσης βελτιώνεται.

Τα αποτελέσματα μελέτης που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Britz της Mendota το 1991-93, σε αγρό με παρουσία ρηχού υπόγειου ύδατος, όπου καλλιεργήθηκαν βαμβάκι και ντομάτα από τους Ayars et al., (2001), κατέδειξαν ότι ένα σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρουσία του ρηχού υπόγειου νερού για να προκαλέσει από την καλλιέργεια τη χρήση ύδατος από

το ρηχό υπόγειο νερό μειώνοντας έτσι το συνολικό εφαρμοσμένο νερό άρδευσης. Οι παραγωγές βελτιώθηκαν και για το βαμβάκι και για την ντομάτα έναντι της άρδευσης με αυλάκια και οι βαθιές απώλειες διείσδυσης μειώθηκαν ή σχεδόν μηδενίστηκαν.

Μηδενική απορροή αναφέρει κατά την εφαρμογή υπόγειας στάγδην άρδευσης σε γκαζόν ο Zoldoske et al., 1995.

3. Η εφαρμογή θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι δαπάνες λιπάσματος και οι απώλειες νιτρικών μπορούν να μειωθούν (Lamm et al., 1997; Phene, 1999).
4. Συμβάλλει στην μείωση της αλατότητας στην περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος (Al-Omran et al.,).

Οι Hanson et al., (2004), αναφέρουν ότι απαιτείται ικανοποιητική διήθηση ώστε να διατηρηθεί σε αποδεκτά επίπεδα η αλατότητα κοντά στους σταλακτηφόρους αγωγούς, όπου η πυκνότητα της ρίζας είναι μέγιστη και μάλιστα, θεωρούν ότι θα είναι αναγκαία η εφαρμογή άρδευσης με καταιονισμό σε περίπτωση λίγων βροχοπτώσεων.

5. Είναι δυνατό με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος να παραμένουν στον αγρό ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Στην υπόγεια δε τοποθέτηση των σταλακτοφόρων αγωγών, όλη η επιφάνεια του αγρού παραμένει ξηρή.

Οι Zoldoske et al., (1998), θεωρούν ότι οι καλλιέργειες, όπως τα οινοποιήσιμα σταφύλια, που τείνουν προς περισσότερη μηχανοποίηση, μπορούν να ωφεληθούν από την εφαρμογή του συστήματος της υπόγειας στάγδην άρδευσης.

6. Συνέπεια του προηγούμενου είναι και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου των ζιζανίων μιας και αυτά μειώνονται λόγω έλλειψης υγρασίας ή καταπολεμούνται όπου χρειάζεται έγκαιρα με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχάνημα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Σημαντικό γεγονός όμως είναι και η μείωση της εμφάνισης ασθενειών που ευνοούνται από την υγρασία στην επιφάνεια του εδάφους και γενικότερα στο περιβάλλον του φυτού. (Jorgensen, 1995, Neibling et al., 1997; Bell et al., 1998; Lanier et al., 2004).
7. Το σύστημα στάγδην άρδευσης προσφέρεται για αυτοματοποίηση της άρδευσης. Ο Lamm et al., (1997) αναφέρει ότι το σύστημα υπόγειας

άρδευσης είναι μια μέθοδος άρδευσης όχι μόνο κατάλληλη για αυτοματοποίηση, αλλά είναι επίσης μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιήσει την αυτοματοποίηση για να επιτύχει τα υψηλά πρότυπα της συντήρησης ύδατος και της προστασίας ποιότητας νερού. Οι Shock et al., (1996), χρησιμοποίησαν κοκκώδης αισθητήρες για την καταμέτρηση της υγρασίας του εδάφους προκειμένου να ελέγχουν την αυτοματοποίηση της άρδευσης σε καλλιέργεια κρεμμυδιών υπό συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης.

8. Η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.α., 2003 και 2004).

Οι Trooien et al., (1999), θεωρούν ότι η χρήση υγρών ζωικών αποβλήτων για άρδευση με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει πολλά πιθανά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων και η μειωμένη ανθρώπινη επαφή με τα υγρά απόβλητα.

9. Έχει αποδειχθεί πολύ καλή ποιότητα και παραγωγή των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης και σε συγκρίσεις της επιφανειακής με την υπόγεια φαίνεται να υπερέχει η δεύτερη.

Ο Phene (1999), έχει αποδείξει ότι υπάρχει μια αύξηση στον όγκο του βρεγμένου εδάφους στο σύστημα υπόγειας άρδευσης (βρεγμένος όγκος με σφαιρικό σχήμα) σε σχέση με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (βρεγμένος όγκος ημισφαιρικού σχήματος). Για μια δεδομένη ποσότητα ύδατος σε ένα εύφορο έδαφος έχει δείξει ότι:

α) ο σφαιρικός όγκος που διαβρέχεται με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι κατά 46% μεγαλύτερος από το ημισφαιρικό όγκο που διαβρέχεται με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης,

β) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή εδάφους που είναι διαθέσιμη για την προσρόφηση νερού από την ρίζα είναι κατά 62% μεγαλύτερη στην υπόγεια άρδευση από ότι στην επιφανειακή αποκλείοντας στην τελευταία την υγρή επιφάνεια του εδάφους και

γ) η ακτίνα διαβροχής είναι κατά 10% μικρότερη στο σύστημα υπόγειας από αυτή στο σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.

Τα παραπάνω έχουν σαν συνέπεια:

α) ο βρεγμένος εδαφικός όγκος στο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης να έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι στο σύστημα της επιφανειακής,

β) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή που διατίθεται για την λήψη ύδατος και θρεπτικών στοιχείων από την ρίζα να είναι μεγαλύτερη στο σύστημα υπόγειας άρδευσης και

γ) η πιο μικρή ακτίνα διαβροχής στην υπόγεια στάγδην άρδευση επιτρέπει μικρότερα διαστήματα μεταξύ των σταλακτήρων με αποτέλεσμα την καλύτερη ύγρανση και ομοιομορφία διανομής.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι οι Oron et al., (1999), διαφωνούν με τη παραπάνω μορφή του βρεγμένου όγκου εδάφους για το σύστημα υπόγειας και επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Θεωρούν ότι η βαρύτητα τροποποιεί τη μορφή του ανωτέρου σχεδίου και επομένως αυτή είναι πολύ πιο σύνθετη και επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή της ρίζας.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι αποδόσεις με την χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης διαπιστώνεται ότι είναι ίσες ή καλύτερες με τις αποδόσεις που προκύπτουν με την χρήση άλλων συστημάτων. Σημαντικό όμως πλεονέκτημα, είναι η εφαρμογή μικρότερης ποσότητας αρδευτικού νερού.

Οι Neidling et al., (1997), αναφέρουν παραγωγή ζαχαρότευτλων κατά 10% περίπου αυξημένη κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης συγκριτικά με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (center pivot).

Οι Hanson et al., (1997), σύγκριναν την άρδευση με αυλάκια την επιφανειακή στάγδην άρδευση και την υπόγεια στάγδην άρδευση σε καλλιέργεια μαρουλιών. Τα παραγωγικά αποτελέσματα έδειξαν ισότιμη παραγωγή στην άρδευση με αυλάκια και στην υπόγεια στάγδην άρδευση, αλλά μικρότερη στην επιφανειακή στάγδην άρδευση. Η εφαρμογή όμως του νερού στα συστήματα της στάγδην άρδευσης κυμάνθηκε σε ποσοστό από 43% έως 74% μικρότερα από την άρδευση με αυλάκια.

Οι Sakellariou-Makrantonaki et al., (2000), αναφέρουν αύξηση της υγρασίας στη ζώνη του ριζοστρώματος σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων και αύξηση του βάρους ριζών και του ζαχαρικού τίτλου κάτω από συνθήκες υπόγειας άρδευσης σε σύγκριση με την επιφανειακή.

Ανάλογα αποτελέσματα όσον αφορά την παραγωγή της καλλιέργειας βαμβακιού, διαπίστωσαν οι Millhollon et al., (2001), σε πείραμα που εγκαταστάθηκε σε αμμοαργιλώδες έδαφος στην περιοχή LSU AgCenter's Red River Station στην πόλη Bossier της Λουϊζιάνα.

Επίσης οι Bhattarai et al., (2003), συγκρίνοντας διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής νερού (50, 75, 90 και 120% των υπολογιζόμενων αναγκών βάση της

ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής) σε καλλιέργεια βαμβακιού σε βαρύ αργιλώδες έδαφος διαπίστωσαν μεγαλύτερη παραγωγή με αποδοτικότερη χρήση ύδατος στην εφαρμογή ποσότητας νερού ίσης με το 75% των υπολογιζόμενων αναγκών.

Σαφή υπεροχή της υπόγειας στάγδην άρδευσης έναντι της επιφανειακής , με μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης και σημαντικά μεγαλύτερη τελική απόδοση ξηρής βιομάζας, με παράλληλη εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, ήταν το αποτέλεσμα πειραματικής μελέτης σε καλλιέργεια σόργου (Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ. κ.ά.,2003).

2.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμφανίζονται στο σύστημα υπόγειας ή επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι:

1. Υψηλό κόστος. Ένα μέρος του κόστους αποτελεί η κύρια επένδυση η οποία χρησιμοποιείται για αρκετά έτη και ένα μέρος είναι ετήσιο.

Η αγροοικονομική ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Sharmasarkar et al., (2001), σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων έδειξε ότι, η άρδευση με σταγόνες είναι πιο κερδοφόρα όταν εφαρμόζεται σε μεγάλες εκτάσεις από ότι σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας.

Διάφοροι ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τον σωστό σχεδιασμό, λειτουργία και συντήρηση του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης με σκοπό την μείωση του κόστους (Ferguson 1994;Lamm et al., 2003) καθώς και με την σύγκριση του κόστους της υπόγειας στάγδην άρδευσης με άλλα συστήματα άρδευσης (Lamm et al., 2003).

Οι Lamm et al., (2003), θεωρούν ότι η αυξανόμενη μακροζωία του συστήματος υπόγειας άρδευσης είναι πιθανόν ο σημαντικότερος παράγοντας για να υπερισχύει στον οικονομικό ανταγωνισμό με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (center pivot).

Οι Hanson et al., (2004), σε καλλιέργεια ντομάτας, αναφέρουν ότι το κέρδος από την εφαρμογή της υπόγειας στάγδην άρδευσης προκύπτει από το αυξανόμενο εισόδημα, λόγω μεγαλύτερης παραγωγής και την ετήσια μείωση του κόστους των παραδοσιακών καλλιεργητικών και ενεργειακών δαπανών σε σχέση με την άρδευση με καταιονισμό.

2. Οι σταλάκτες μπορούν εύκολα να φράξουν από άγλη, βούρκο ή άλλα σωματίδια του εδάφους.

Οι Trooien et al., (1998), διαχωρίζουν τον κίνδυνο απόφραξης στα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης σε τρεις κατηγορίες ανεξάρτητα από την προέλευση του νερού άρδευσης: Φυσική (μεγάλου μεγέθους στερεά σωματίδια), χημική (κυρίως άλατα CaCO_3 και σχηματισμός ιζήματος σιδήρου) και βιολογική (οργανικά υλικά) απόφραξη.

Οι Alam et al., (1999), αναφέρουν την ύπαρξη διαφορών ταχα υβριδίων ασπόνδυλων στο νερό που ξεπλύθηκε από ένα πρόσφατα εγκατεστημένο δίκτυο υπόγειας στάγδην άρδευσης.

Τα αποτελέσματα εργαστηριακής έρευνας που διεξήχθη από τους Βύγλας κ.ά., (2003) προκειμένου να προσδιοριστεί η επίδραση του εδάφους τύπου και της υποπίεσης στην έμφραξη λόγω εισρόφησης ενός σταλακτήρα που χρησιμοποιείται σε υποεπιφανειακά συστήματα άρδευσης, έδειξαν πως η έμφραξη ήταν τόσο μερική όσο και ολική και κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στο αμμοπηλώδες και το πηλοαμμόδες έδαφος, ενώ αυξανόταν με την αύξηση της υποπίεσης.

Το φράξιμο των σταλακτήρων που προκαλείται από την παρείσφρηση ρίζας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με χρήση χημικών ουσιών, με κατάλληλο σχεδιασμό των σταλακτήρων και με σωστή διαχείριση της άρδευσης (Camp R. C. et al., 2000). Οι τεχνικές που βασίζονται στις χημικές ουσίες περιλαμβάνουν είτε την χρήση ζιζανιοκτόνων, είτε ουσιών που επιβραδύνουν την αύξηση και ενσωματώνονται στους σταλακτήρες και στα φίλτρα, είτε έγχυση άλλων χημικών ουσιών, όπως τα καπνογόνα, στο νερό άρδευσης. Επίσης, η περιοδική έγχυση φωσφορικού οξέος και χλωρίου μπορεί να τροποποιήσει το περιβάλλον γύρω από τους σταλακτήρες, μειώνοντας έτσι, την ανάπτυξη ριζών. Όσον αφορά τον σχεδιασμό των σταλακτήρων, τα μικρότερα στόμια τείνουν να μειώσουν την παρείσφρηση ρίζας, αλλά είναι πιο ευαίσθητα στο φράξιμο από κόκκους εδάφους. Επίσης, η υψηλή συχνότητα άρδευσης που διατηρεί το χώμα γύρω από τους σταλακτήρες σχεδόν πάντα υγρό, τείνει να αποθαρρύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος στην περιοχή. Το αντίθετο συμβαίνει σε ελλειμματική άρδευση που εφαρμόζεται πολλές φορές για ειδικούς λόγους, όπως η βελτίωση της ποιότητας, η επιτάχυνση της ωρίμανσης κ.ά.

Σε πείραμα που εγκατέστησαν το φθινόπωρο του 1989 και επαναλήφθηκε για 4 συνεχόμενα έτη οι Solomon και Jorgensen (1993), μελέτησαν μεταξύ άλλων, την αποτελεσματικότητα της χρήσης του ζιζανιοκτόνου Treflan στην προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος της παρείσφρησης της ρίζας που παρουσιάστηκε.

Έτσι, κατά την επανάληψη του πειράματος το 1991, εγκατέστησαν μια ακόμα μεταχείριση, όπου εφαρμόστηκε η ουσία treflan και τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Παρατηρήθηκε, ότι γύρω από τους σταλακτήρες μια σφαιρική περιοχή διαμέτρου 2,54 cm παρέμεινε καθαρή από παρουσία ριζών. Στο ίδιο πείραμα παρατηρήθηκε, ότι στους σταλακτήρες τύπου Techline της εταιρείας Netafim, δεν παρουσιάστηκε το πρόβλημα παρείσφρησης ρίζας.

3. Απαιτείται η επιλογή ζιζανιοκτόνων που δεν χρειάζονται υγρασία (άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή) για να ενεργοποιηθούν, μιας και με το σύστημα στάγδην άρδευσης μέρους του εδάφους ή όλη η επιφάνεια παραμένει ξηρή.
4. Απαιτείται επιπλέον άρδευση φυτρώματος μιας και με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, οπότε δεν παρέχεται η αναγκαία υγρασία για το φύτρωμα των σπόρων.

Οι Ayars et al., (1999), αναφέρουν ότι η άρδευση προ-εγκαταστάσεων, δηλαδή η εφαρμογή του ύδατος σε έναν τομέα αγροαπαύσεως για λόγους της δύλισης οποιουδήποτε συσσωρευμένου άλατος και για το ξαναγέμισμα της ζώνης ρίζας, δίνει τη δυνατότητα στο βαμβάκι να μπορεί να σπαρεί και να βλαστήσει χωρίς περαιτέρω άρδευση. Υπάρχει αρκετή ανάπτυξη ρίζας στο χώμα για να επιτρέψει τη χρήση του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης όταν είναι χρόνος να αρχίσει η άρδευση.

5. Πρέπει να προγραμματίζεται η επαναχρησιμοποίηση των σταλακτηφόρων αγωγών για να μειώνονται οι δαπάνες εφαρμογής του συστήματος. Όσον αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόνιμα στον αγρό αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα έως και 20 έτη (Camp et al., 2000).

Πολλοί ερευνητές τα τελευταία χρόνια διερευνούν το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε διάφορες καλλιέργειες με σκοπό να εντοπίσουν αδυναμίες και να προτείνουν βελτιώσεις έτσι ώστε, να γίνεται όσο το δυνατόν περισσότερο αποδοτικό. Πεδία της έρευνας τους δεν είναι μόνο οι αποδόσεις των καλλιεργειών κάτω από το συγκεκριμένο σύστημα άρδευσης αλλά και θέματα όπως:

- το βάθος και η απόσταση τοποθέτησης των σταλακτηφόρων αγωγών σε διάφορες καλλιέργειες και τύπους εδαφών (Camp,

1999, σε βαμβάκι και καλαμπόκι Alam et al., 2002, στη μηδική Enciso et al., 2002, σε βαμβάκι εφαρμόζοντας άρδευση με αλμυρό νερό Machado et al., 2003, στην καλλιέργεια ντομάτας Bryla et al., 2003, σε κουκιά).

Σύμφωνα με τον Charlesworth και Muirhead, (2003), ο καθορισμός του κατάλληλου βάθους εγκατάστασης των σταλακτηφόρων αγωγών του συστήματος απαιτεί την εκτίμηση : α) της δομής και σύστασης του εδάφους, β) την μορφή ανάπτυξης της ρίζας του φυτού, γ) την διαταραχή των κατά την διαδικασία της συγκομιδής, δ) αν το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση φυτρώματος, ε) το βάθος καλλιέργειας του εδάφους και στ) την μονιμότητα του συστήματος.

Επίσης η επιλογή του τύπου των σταλακτιήρων είναι πρωταρχικής σημασίας ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της πίεσης επιστροφής νερού στο εσωτερικό των σταλακτηφόρων σωλήνων. Για την επιλογή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η τιμή της υδραυλικής αγωγιμότητας του εδάφους, σύμφωνα με τους Shani et al., (1996).

- την επίδραση της υπόγειας άρδευσης στη δομή και τα χαρακτηριστικά του εδάφους (Barber et al., 2001; Jnad et al., 2001),
- την εκτίμηση των ιδιαίτερων απαιτήσεων στο σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος (Lamm et al., 1997; Zhu et al., 2002).

Σύμφωνα μάλιστα με τους Lamm et al., (1997), ένα εσφαλμένο\α σχεδιασμένο υπόγειο σύστημα στάγδην άρδευσης συγχωρείται λιγότερο από ότι ένα εσφαλμένα σχεδιασμένο επιφανειακό σύστημα. Τα προβλήματα διανομής ύδατος που συνδέονται με ένα εσφαλμένα σχεδιασμένο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να είναι δύσκολο ή αδύνατο να διορθωθούν.

Οι Rogers et al., (2003), θεωρούν απαραίτητη την ανάλυση νερού από την πηγή που προέρχεται το νερό άρδευσης, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα λήψης μέτρων κατά την εγκατάσταση του συστήματος για την αποφυγή πιθανών μελλοντικών προβλημάτων.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθεί η επίδραση της υπόγειας και επιφανειακής στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης και σύγκριση των στις εξής περιπτώσεις:

- Για το ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα και των δύο ποικιλιών σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET).
- Για το ίδιο εύρος άρδευσης και στις δύο ποικιλίες ελαιοκράμβης σύμφωνα με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού



Η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των δυο ποικιλιών ελαιοκράμβης που χρησιμοποιήθηκαν (Abillity και Licolly) σε σύγκριση με επιφανειακές μεθόδους στάγδην άρδευσης μελετήθηκαν σε πείραμα αγρού που

Εικόνα 3.1 Πειραματικός αγρός

(Εικ.3.1) έγινε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βελεστίνο) την καλλιεργητική του έτους 2006. Η γεωγραφική θέση του αγροκτήματος είναι $39^{\circ}23'$ πλάτος, $22^{\circ}45'$ γεωγραφικό μήκος και βρίσκεται σε υψόμετρο 50m από το επίπεδο της θάλασσας. Στην περιοχή επικρατεί ένα τυπικό Μεσογειακό κλίμα, χαρακτηριζόμενο από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς και υγρούς χειμώνες.

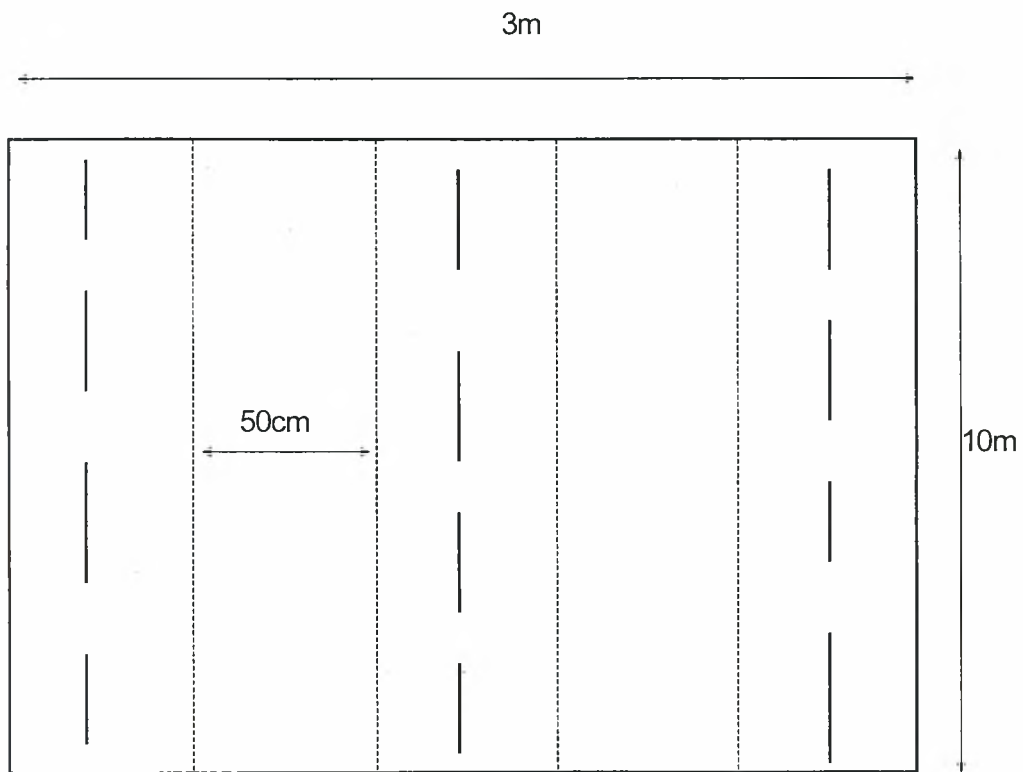
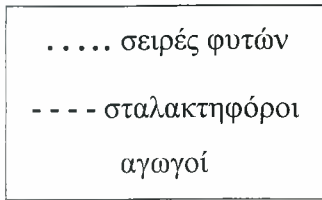
Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 6 Απριλίου του 2006. Η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνει ο συγκεκριμένος πειραματικός αγρός ήταν 1 στρέμμα.

Η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45 m με την βοήθεια υπεδαφοθέτη έγινε την προηγούμενη χρονιά.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τέσσερις μεταχειρίσεις (δύο υπόγειες και δύο επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 10m μήκος και 3m πλάτος, δηλαδή $30m^2$. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο εγκαταστάθηκαν έξι σειρές φυτών. Η απόσταση μεταξύ των σειρών σποράς της κάθε επανάληψης ήταν 0.5m.

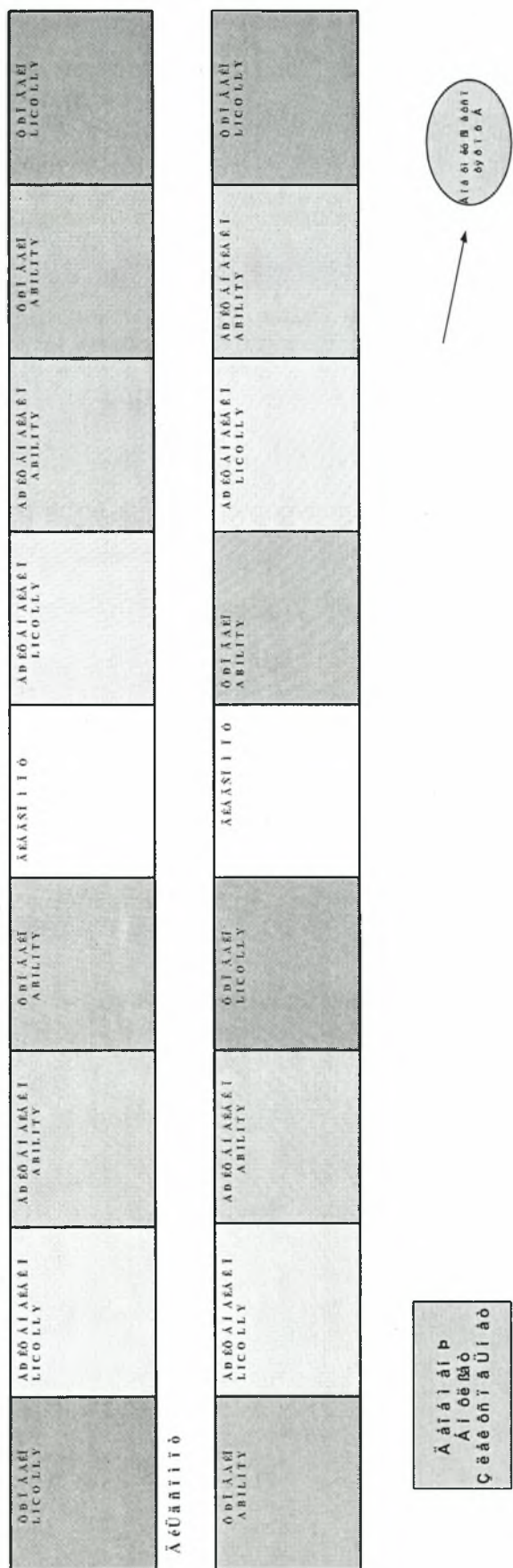
Ο συνδυασμός μεταχειρίσεων-γενοτύπων ελαιοκράμβης που χρησιμοποιηθήκαν κωδικοποιήθηκαν ως ακολούθως:

1. Υπόγεια στάγδην άρδευση της ποικιλίας Abillity **(YA)**, με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.
2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση της ποικιλίας Abillity **(EA)**, με εύρος το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 100% των καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.
3. Υπόγεια στάγδην άρδευση της ποικιλίας Licolly **(YL)**, με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.
4. Επιφανειακή στάγδην άρδευση της ποικιλίας Licolly **(EL)**, με εύρος το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 100% των καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.



Εικόνα 3.2 Πειραματικό τεμάχιο

Εικόνα 3.3 Πειραματικός αγρός



3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυοαργιλοπηλώδες που ανήκει στην υπο-ομάδα Typic Xerochrepts (USDA, 1975). Τα εδάφη αυτά έχουν υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη και κοκκομετρική σύσταση μετρίως έως λεπτόκοκκη.

Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας *xeric* και εδαφικής θερμοκρασίας *thermic*.

Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με Β βαθμό αποστράγγισης ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους εξαιτίας της πορώδους σύστασης του.

Τα ανθρακικά άλατα υπάρχουν στην εδαφοτομή και σε επίπεδα μετρίως χαμηλά και εμφανίζουν μια σαφή τάση μετακίνησης και έκπλυσης τους προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Το pH βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα (7,9-8,2) χωρίς όμως να είναι ακόμη προβληματικό.

Το πορώδες είναι καλά αναπτυγμένο, αποτελούμενο κυρίως από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους.

Ο διαθέσιμος φώσφορος είναι 20ppm.

Η οργανική ουσία είναι σε χαμηλά γενικά επίπεδα.

Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg,K και η C.E.C. βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα.

Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe,Zn και Mn βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε αντίθεση με τον Cu.

(Μήτσιος κ.ά., 2000).

Πίνακας 3.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P₂.

Βάθος (cm)	Οριζοντας	Χρώμα ύφους	Κοκκομετρική σύσταση, (%)			Υφή	Δομή	Όριο οριζόντων
			S	Si	C			
0-34	Ap	10YR 4/6	25	38	37	CL	3m sbk	A
34-62	BA	10YR 3/4	30	29	41	CL	1f sbk	G
62-96	Bw	10YR 3/3	35	28	37	CL	2f sbk	G
96-114	BC	10YR 4/4	47	22	31	SCL	2f sbk	C
114-154	C	7,5YR 4/4	56	17	27	SCL	1f sbk	

Εδαφοτομή P₂

Τάξη: Inceptisol

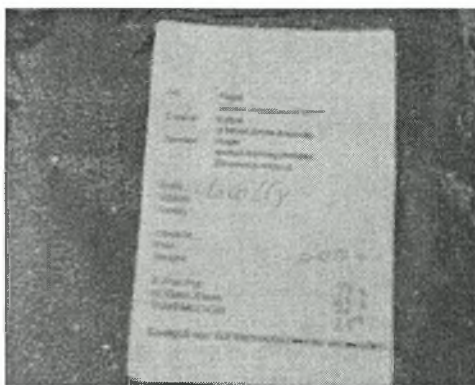
Υποομάδα: Typic xerochrept

Χαρτογραφική μονάδα: B43*4/α03*Ιοx

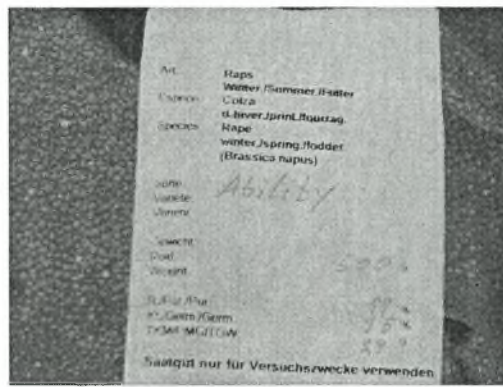
Βάθος cm	Οργανική ουσία/100 εδάφους	CaCO ₃ %	pH 1:1	P-Olsen ppm	Άνταλλάξιμα κατόντα me/100g εδάφους				C.E.C. me/100g εδάφους	Ιχνοστοιχεία ppm			
					K	Na	Ca	Mg		Fe	Cu	Zn	Mn
0-34	1,1	5	7,9	20	0,27	0,07	25,5	6,16	32	4,5	2,82	0,8	6,8
34-62	1,07	14,5	8,1	9	0,38	0,15	23,7	8,54	32,8	6,4	2,32	0,38	3,4
62-96	0,7	10,7	8,2	12	0,26	0,32	23,6	7,78	32				
96-114	0,5	5	8,2	9	0,29	0,36	19,5	6,7	26,8				
114-154	0,13	4,6	8	12	0,29	0,25	17,7	5,49	23,2				

3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 6 Απριλίου με πεντάσειρη σπαρτική μηχανή σιταριού (Εικ.3.6) ειδικά τροποποιημένη έτσι ώστε να μπορεί να σπείρει μικρές ποσότητες σπόρου αλλά και μικρού μεγέθους. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες ελαιοκράμβης οι Abillity(Εικ.3.4) και Licolly(Εικ.3.5). Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό έγινε κατεργασία με δισκόβαρνα, ενώ είχε προηγηθεί βασική λίπανση με 11 λ.μ N, 15 λ.μ. P₂O₅ και 15 λ.μ. K₂O καθώς και ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου trifluralin (250ml/στρέμμα ειδικά συνιστώμενη δόση για βαρέα εδάφη).



Εικόνα3.4 Ποικιλία Licolly



Εικόνα 3.5 Ποικιλία Abillity

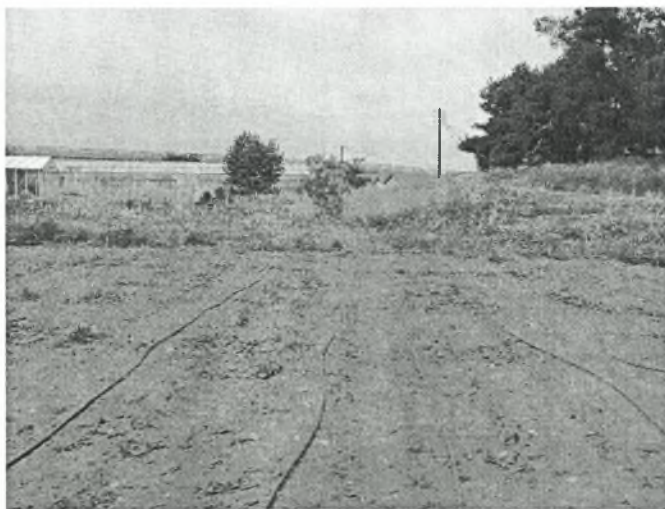
Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε βάθος 2cm και σε αποστάσεις 50cm μεταξύ των γραμμών και 5cm επί της γραμμής. Η συνιστώμενη ποσότητα σπόρου για ποικιλίες ελαιοκράμβης είναι 400gr/στρέμμα. Στο κάθε πειραματικό τεμάχιο λοιπόν χρησιμοποιήθηκε 12gr/πειραματικό τεμάχιο. Ακριβώς στην μέση του αγρού έμεινε διάδρομος πλάτους 4m χωρίς να σπαρεί έτσι ώστε να διευκολύνεται η διέλευση απαραίτητων για την καλλιέργεια μηχανημάτων.



Εικόνα 3.6 Πεντάσειρη σπαρτική μηχανή

3.4 Υλικά άρδευσης

Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν το ύψος των φυτών έφθασε περίπου στα 10cm(Εικ.3.7). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1m.Ομοίως και στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1m. Έτσι, τόσο στο υπόγειο όσο και στο επιφανειακό δίκτυο ανάμεσα σε δύο σταλακτηφόρους αγωγούς παρεμβάλλονταν δύο σειρές φυτών.

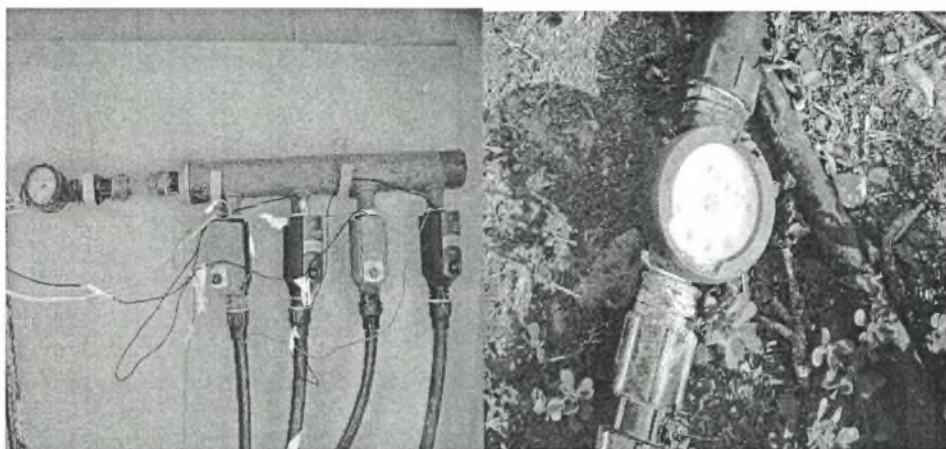


Εικόνα 3.7 Εγκατάσταση επιφανειακού δικτύου άρδευσης

Οι αγωγοί μεταφοράς του υπόγειου και των επιφανειακών δικτύων ήταν από πολυαιθυλένιο διατομής 17mm.Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και

αυτοκαθαριζόμενοι, με ισοπαχή 0,8m επί των σταλακτηφόρων αγωγών και παροχή 2l/h σε πίεση λειτουργίας από 0,5 έως 4,0 tam.

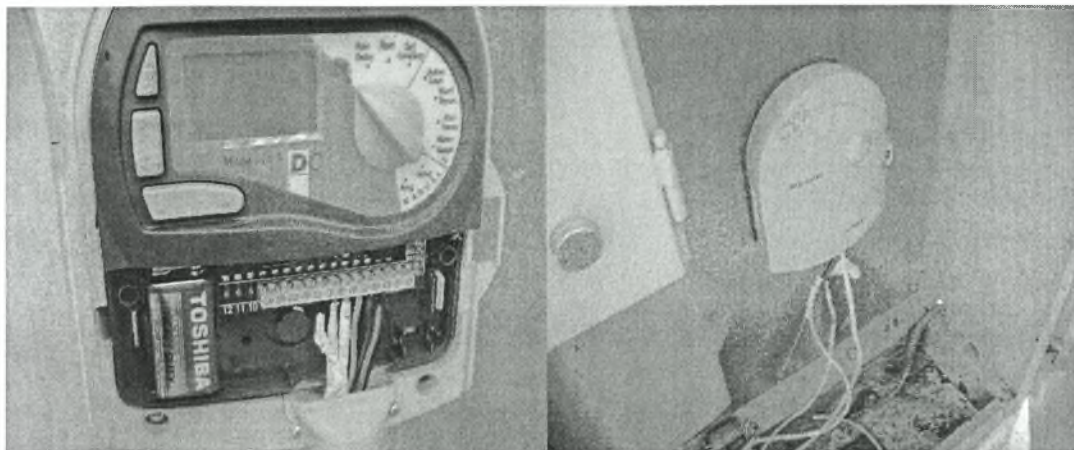
Τοποθετήθηκε μια ηλεκτροβάννα για κάθε μεταχείριση, ώστε να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και διακοπή της άρδευσης και υδρομετρητές σε κάθε μεταχείριση. Συνολικά εγκαταστάθηκαν 4 ηλεκτροβάνες και 4 υδρόμετρα (Εικ.3.6 α, β). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



(α) (β)
Εικόνα 3.8 Ηλεκτροβάνες (α) και υδρόμετρο (β).

Στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης τοποθετήθηκε ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού (vacuum breaker valve) για να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού και συνεπώς το φράξιμο των σταλακτιών από στερεά εδαφικά σωματίδια κατά την διακοπή της άρδευσης.

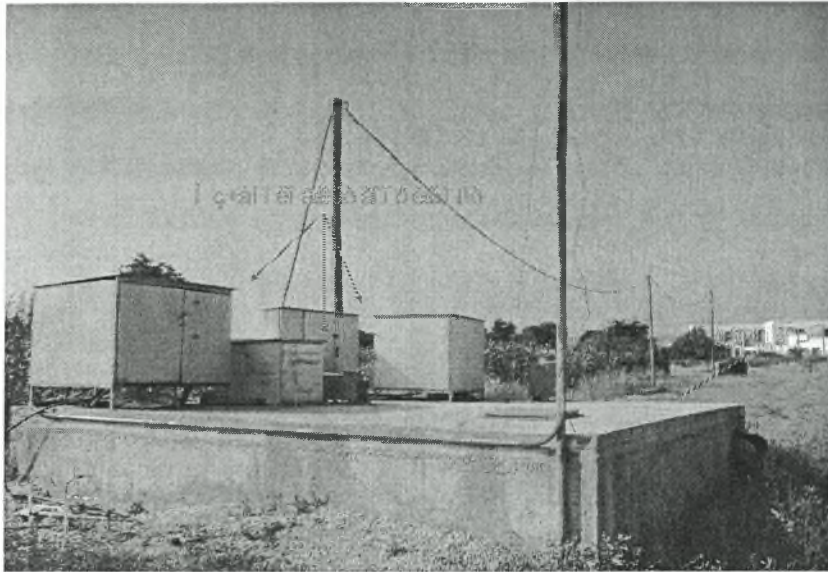
Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδεότανε με ειδικό προγραμματιστή (miracle DC) της εταιρίας Netafim (Εικ. 3.9) έτσι ώστε, να επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση της άρδευσης.



Εικόνα 3.9 Προγραμματιστής (Miracle DC) της εταιρίας Netafim.

Ο συγκεκριμένος προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να ενεργοποιήσει 6,9 ή 12 ηλεκτροβάνες ανάλογα με τον τύπο. Έχοντας τρία ανεξάρτητα προγράμματα μπορεί να μοιράσει τις ηλεκτροβάνες σε τρεις διαφορετικές ομάδες με ανεξάρτητες ημέρες και ώρες ποτίσματος. Η δυνατότητα άρδευσης είναι από 1 min έως και 9 h και 59 min για την κάθε ηλεκτρογόνα και την κάθε επανάληψη. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα εβδομαδιαίου προγραμματισμού των αρδεύσεων, την δυνατότητα αύξησης του χρόνου ποτίσματος, σε βήματα του 10% χωρίς να απαιτείται επαναπρογραμματισμός και την δυνατότητα διακοπής του προγράμματος για προεπιλεγμένο χρόνο και μέχρι 99 ημέρες επιστρέφοντας αυτόματα στο πρόγραμμα που είχε επιλεγεί μετά την πάροδο του χρόνου αυτού. Τέλος η ενεργοποίηση των ηλεκτροβανών μπορεί να γίνει και χειροκίνητα όποτε αυτό είναι επιθυμητό.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 30 m^3 (Εικ.3.10). Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής $60\text{-}80 \text{ m}^3/\text{h}$ με άξονα και σωλήνα 4"). Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός της άρδευσης (αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ηλεκτροβάνες, φίλτρα, βαλβίδα κενού, αγωγός επιστρεφόμενων, πιεζόμετρο κ.ά.) τοποθετήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένα κουτιά επί της δεξαμενής.

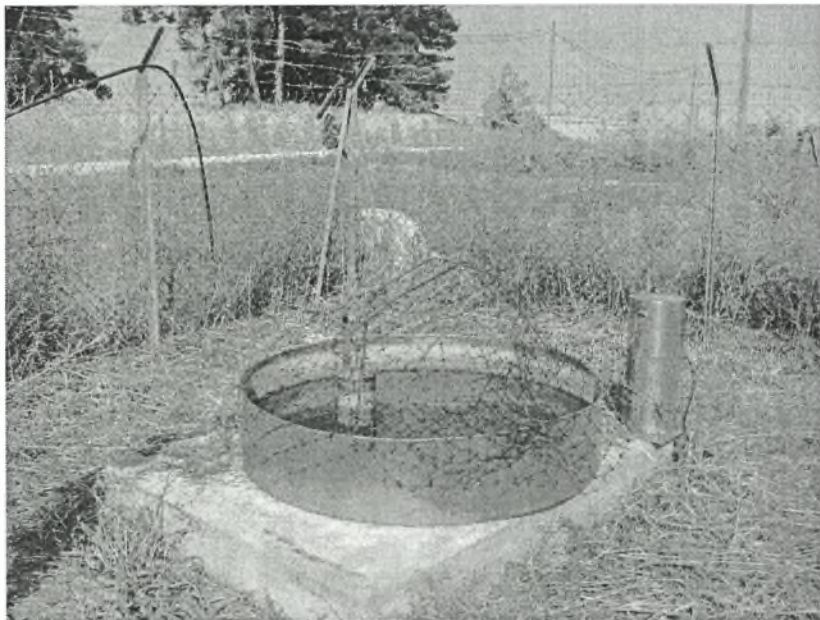


Εικόνα 3.10 Δεξαμενή και κουτιά με τον μηχανολογικό εξοπλισμό.

3.5 Εξατμισόμετρο τύπου

Το εξατμισόμετρο τύπου Α χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της εξάτμισης, απαραίτητος για τον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης της καλλιέργειας.

Το εξατμισόμετρο τύπου Α είναι μια κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ.3.11).



Εικόνα 3.11 Εξατμισόμετρο τύπου Α

Η λεκάνη αυτή τοποθετήθηκε πάνω σε ξύλινη βάση σε ύψος 15 cm από την επιφάνεια του εδάφους σε οριζόντια θέση. Η επιφάνεια του νερού παραμένει έως 7,5 cm κάτω από το χείλος της λεκάνης. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού στη λεκάνη γίνονται με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές που αντιπροσώπευαν την εξάτμιση από την λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου ($K_{εξ} = 0,80$) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή K_c , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

3.6 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους

Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έγινε με την μέθοδο T.D.R. (Time Domain Reflectometry), η οποία είναι μια μη ραδιενεργός μέθοδος, γρήγορη και ανεξάρτητη από τον τύπο του εδάφους. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στην απευθείας μέτρηση της φαινόμενης διηλεκτρικής σταθεράς του υπό μελέτη εδάφους και την αναγωγή αυτής σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού (Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη κ.ά., 1997). Δηλαδή βασίζεται στην χρονομετρημένη απόκριση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος της πηγής του οργάνου για διάφορα βάθη από 0-75 cm ή 0-120 cm και την αναγωγή του χρόνου καθυστέρησης με τη χρήση πολυωνομικών εξισώσεων σε μονάδες εδαφικής υγρασίας(% κ.ο.).

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- τη συσκευή T.D.R. με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής των ενδείξεων,
- τον αισθητήρα του οργάνου (probe),
- τον φορτιστή των μπαταριών του οργάνου,
- τα καλώδια επικοινωνίας της συσκευής με τον αισθητήρα και τον υπολογιστή και
- την ομάδα εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή των αισθητήρων.

Η βαθμονόμηση του οργάνου έχει γίνει από τον κατασκευαστή.

Στον πειραματικό αγρό τοποθετήθηκαν τέσσερις αισθητήρες μήκους 75 cm, έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένας αισθητήρας για κάθε μεταχείριση (Εικ.3.12 α και β).



(α)



(β)

Εικόνα 3.12 Τοποθέτηση αισθητήρων μέτρησης εδαφικής υγρασίας (α) και μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο T.D.R.

3.7 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Η εκτίμηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με την χρήση του αυτόματου οργάνου εμβοδομέτρησης LI-COR (Εικ.3.13)

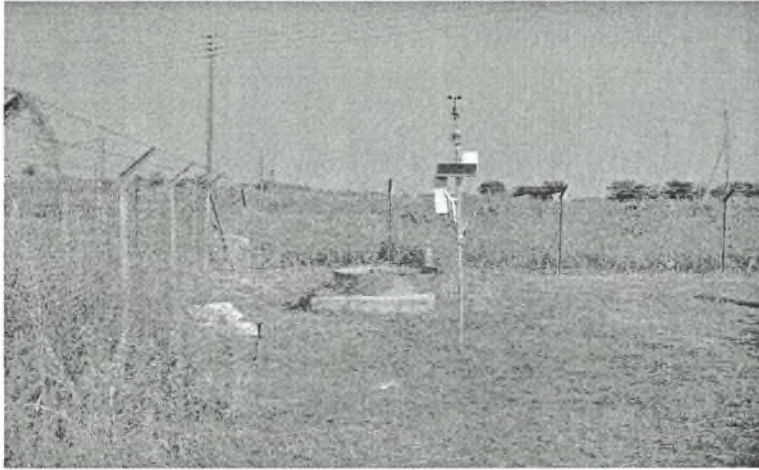
Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 15ήμερο, από 20/05/2006 έως 12/08/2006. Η κάθε μια γινόταν στην ίδια σειρά φυτών κάθε πειραματικού τεμαχιδίου και πάντα την ίδια ώρα του 24ώρου.



Εικόνα 3.13 Όργανο μέτρησης του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας

3.8 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων (ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα και το άθροισμα ημερήσιας βροχής) της περιοχής χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του εργαστηρίου γεωργικής υδραυλικής ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 25 m από το κέντρο του πειραματικού αγρού (Εικ.3.14)



Εικόνα 3.14 Μετεωρολογικός σταθμός στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση καθ όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η συλλογή τους έγινε με την βοήθεια data logger και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.

3.9 Συγκομιδή της καλλιέργειας και αποθήκευση

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις 25/08/2006 πρωινές ώρες έτσι ώστε η σχετική υγρασία να είναι υψηλή για να περιοριστούν οι τυχόν απώλειες από το άνοιγμα των λοβών και το τίναγμα των σπόρων. Ο αλωνισμός της καλλιέργειας έγινε με αλωνιστική μηχανή τύπου Hege 125 C (Εικ.3.15) ειδικά τροποποιημένη για πειραματικά τεμάχια.



Εικόνα 3.15 Αλωνιστή μηχανή τύπου Hege 125C.

Το κάθε πειραματικό τεμάχιο αλωνίστηκε ξεχωριστά και η συλλέξασα ποσότητα σπόρου κάθε πειραματικού τεμαχιδίου τοποθετήθηκε σε σακούλα με απώτερο σκοπό τον προσδιορισμό της απόδοσης της κάθε μεταχείρισης. (Εικ.3.16)



Εικόνα 3.16 Τοποθέτηση του σπόρου σε σακούλα.

Στην συνέχεια ο σπόρος καθαρίστηκε, χρησιμοποιώντας κόσκινο μικρής διαμέτρου, ειδικό για μικρούς σε μέγεθος σπόρους, καθώς και με την χρήση ξηρού αέρα έτσι ώστε να απομακρυνθούν οι ξένες ύλες, οι διάφορες προσμίξεις, η μούχλα και έντομα του αγρού.

Η αποθήκευση του σπόρου έγινε σε κλειστό χώρο όπου η θερμοκρασία ήταν σχεδόν σταθερή έτσι ώστε να μην ανάψει ο σπόρος και υποστεί βλάβη. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γινόταν ανακάτεμα του σπόρου για την αποφυγή ανάμματος. Εντός λίγων ημερών από τον αλωνισμό της καλλιέργειας πάρθηκαν 4 δείγματα των 5 κιλών από κάθε μεταχείριση τα οποία στάλθηκαν στο Γενικό Χημείο του Κράτους για τον προσδιορισμό της υγρασίας και των λιπαρών οξέων της κάθε μεταχείρισης.

3.10 Στατιστική επεξεργασία

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων, εκτίμηση του μέσου όρου όλων των μεταχειρίσεων και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης καθώς και προσδιορισμός της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς ($LSD_{0,05}$).

3.11 Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης

3.11.1 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών

Για τον υπολογισμό της άρδευσης με σταγόνα χρησιμοποιούνται συνήθως δύο τρόποι, ο θεωρητικός και ο πρακτικός (εξατμισόμετρο).

Ο θεωρητικός τρόπος άρδευσης περιλαμβάνει τους παρακάτω υπολογισμούς:

Υπολογισμός της θεωρητικής δόσης άρδευσης (Id):

$$Id(mm) = (FC-PWP)*h*c*P*ASW / 10 \quad (3.1)$$

Όπου:

FC = Υδατοικανότητα = 21,2%κ.ο.

PWP = Σημείο Μόνιμης Μάρανσης = 11,64%κ.ο.

h = βάθος ριζοστρώματος (mm) (η τιμή του κυμαίνεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης της ελαιοκράμβης).

c = όριο εξάντλησης υγρασίας = 0,55

P = Ποσοστό διαβροχής = 100%

ASW = Φαινόμενο Ειδικό Βάρος = 1,23 g/m³

Στην συνέχεια υπολογίζεται η πρακτική δόση άρδευσης (Ida):

$$Ida \text{ (mm)} = Id / 0,95 \quad (3.2)$$

Όπου 0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση..

Το ωριαίο ύψος βροχής (Idh) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Idh = q * n / Sr * St \quad (3.3)$$

Όπου:

q = παροχή σταλάκτη = 2l / h

Sr = ισοπαχή των γραμμών σποράς = 0,50 m

St = ισοπαχή των φυτών επί την γραμμή σποράς = 0,05 m

και n = αριθμός σταλακτιών ανά φυτό

$$n = St / 2 Se \quad (3.4)$$

όπου:

Se = ισοπαχή σταλακτιών = 0,80 m

Ο αριθμός 2 αναφέρεται στην τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής (σειρά παρά σειρά).

Επομένως n = 0,03125 σταλάκτες ανά φυτό

και Idh = 2,5 mm / h

Τέλος η διάρκεια άρδευσης υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_t(h) = I_{da} / I_{dh} \quad (3.5)$$

Για τον υπολογισμό του εύρους άρδευσης χρησιμοποιούμε την σχέση:

$$I_r(d) = I_d / E_{td} \quad (3.6)$$

Όπου:

E_{td} = μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (mm)

Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται διότι αφενός η ημερήσια εξάτμιση κατά τη διάρκεια ενός μήνα σεν είναι ποτέ σταθερή, και αφετέρου διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας.

3.11.2 Πρακτικός τρόπος υπολογισμών

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισιμέτρου τύπου Α. Με βάση αυτές υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας, το ποσό του νερού που θα πρέπει να προστεθεί στην καλλιέργεια μέσω της άρδευσης.

Η ένδειξη του εξατμισιμέτρου (E_{pan}), που εκφράζει την μέση εξάτμιση του 24ώρου σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου K_p μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_0 . Δηλαδή:

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, (mm/ημέρα) \quad (3.7)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισιμέτρου, K_p , υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας και του είδους και της έκτασης της επιφάνειας που περιβάλλει το εξατμισίμετρο. Στην συγκεκριμένη θέση η τιμή του είναι 0,80 (FAO, 1998).

Στην συνέχεια η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιαζόμενη με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας K_c , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET_c).



$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (3.8)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της ET_c αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (I_n), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω άρδευσης. Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης (I_{da}), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_{da} = I_n = ET_c - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.9)$$

όπου : B είναι το ύψος βροχής

ΩB είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με $0,8 B$ (Μιχελάκης, 1998).

Στο εξατμισόμετρο τύπου A όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή οδηγεί απευθείας στις ανάγκες σε νερό (FAO, 1998), με την χρήση των σχέσεων (3.1) και (3.2). Συνεπώς, για να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισομέτρου να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με την σχέση 3.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$E_{tc} = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.10)$$

Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών (I_n) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (E_{Tc}) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξατμίσσης (E_{pan}) του εξατμισιμέτρου τύπου A.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης (I_t) έγινε βάση της σχέσης:

$$I_t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h} \quad (3.11)$$

όπου: I_{da} είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και
 I_{dh} είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι:

$$I_{dh} = (q \cdot n) / (St \cdot Sr), \text{ σε mm/h} \quad (3.12)$$

όπου: q είναι η παροχή του σταλακτήρα σε l/h,

$n = St / (3 \cdot Se)$ είναι ο αριθμός σταλακτών ανά 3 σειρές φυτών,

St είναι η ισοπαχή των φυτών επί της σειράς σε m,

Sr είναι η ισοπαχή των σειρών των φυτών σε m και

Se είναι η ισοπαχή των σταλακτών σε m.

Στους πίνακες 3.5 παρουσιάζονται οι δόσεις άρδευσης και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για την κάθε μεταχείριση.

Το εύρος της άρδευσης πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία να βρίσκεται κοντά στην υδατοικανότητα (FC) και πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP). Απαιτείται δηλαδή προσδιορισμός της πρακτικής δόσης άρδευσης.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης προϋποθέτει τον προσδιορισμό της υδατοικανότητας (FC), του σημείου μόνιμης μάρανσης (PWP) και του φαινόμενου ειδικού βάρους (Φ_{EB}) του εδάφους

του αγρού. Ο προσδιορισμός τους έγινε εργαστηριακά και οι τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.2.

Στον ίδιο Πίνακα δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής P του εδάφους για την συγκεκριμένη διάταξη των σταλακτηφόρων αγωγών στον πειραματικό αγρό, καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών, του ορίου εξάντλησης της εδαφικής υγρασίας, του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια (f1) και τον συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους.

Πίνακα 3.2. Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

	FC % κ.β.	PWP % κ.β.	ΦΕΒ g/m ³	h m	c	p	f1	f2	E _o mm/ημ
ΜΑΙΟΣ	21.2	11.64	1.23	0.20	0.55	1	0.5	0.55	5.06
ΙΟΥΝΙΟΣ	21.2	11.64	1.23	0.50	0.55	1	0.8	0.70	5.7
ΙΟΥΛΙΟΣ	21.2	11.64	1.23	0.70	0.55	1	1	0.95	6.36
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21.2	11.64	1.23	0.90	0.55	1	0.9	0.85	4.86

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.3. Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρδευσης με θεωρητικό τρόπο, βασιζόμενο στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, παρά μόνο για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης, διότι αφ' ενός η ημερήσια εξάτμιση κατά την διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή και αφετέρου, διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας του αρδευτικού συστήματος.

Ο προγραμματισμός της δόσης άρδευσης έγινε λοιπόν τηρουμένων των προδιαγραφών (παροχή σταλακτήρων, ωριαίο ύψος βροχής, διαστάσεις γραμμών άρδευσης και ισοπαχή σταλακτήρων επί των γραμμών) για την κάθε μεταχείριση χωριστά, με βάση τους μετρούμενους ρυθμούς ημερήσιας εξάτμισης.

Για την διευκόλυνση του προγραμματισμού της άρδευσης στον αγρό χρησιμοποιήθηκαν οι Πίνακες 3.4α,β, όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισμέτρου (E_{pan}) παραπέμπουν στην δόση και στην διάρκεια άρδευσης.

Πίνακας 3.3 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης , του εύρους και της διάρκειας άρδευσης.(Σακελλαριου,1993).

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ
Διαθέσιμη υγρασία $\Delta.Y.=[(FC- PWP)/100]*\Phi EB,$ % κ.ο.	11,7588	11,7588	11,7588	11,7588
Θεωρητική δόση άρδευσης $Id= \Delta.Y.*h*c*p,$ mm ή m ³ /στρ.	12,9	32,3	45,2	58,2
Πρακτική δόση άρδευσης $Ida= Id/0,95$ mm ή m ³ /στρ. (0.95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	13,57	34	47,57	61,26
Ωριαίο ύψος βροχής $Idh= (q*n) / (St*Sr),$ mm/h	2,5	2,5	2,5	2,5
Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή $ETd= Eo*fi*f2,$ ημέρες	1,39	3,19	6,04	3,71
Εύρος άρδευσης $It=Ida/Idh,$ h	9,76	10,65	7,87	16,51
Διάρκεια άρδευσης $It=Ida/Idh,$ h	5h 25' 41''	13h 3' 4''	19h 1' 41''	24h 30' 14''

Όπου:

Παροχή σταλακτήρα : $q = 2 \text{ l/h}$

Ισοπαχή φυτών επί της σειράς : $St = 0,05\text{m}$

Αριθμός σταλακτών ανά 2 σειρές φυτών : $n = St / (2 * Se) = 0,03125$

Ισοπαχή σειρών φυτών : $Sr = 0,50\text{m}$

Ισοπαχή σταλακτών : $Se = 0,80\text{m}$

Πραγματοποιήθηκαν 22 άρδευσεις σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Οι συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (Δόση άρδευσης, Ωφέλιμη βροχή) σε σχέση με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας για όλες τις μεταχειρίσεις ,παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.2 και 3.3.

Πίνακας 3.4 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2006	(3) Πλήρωση εξαμ/τρου mm	(4) Ημερήσια ένδειξη mm	(5) Διαφορά ημέρας Epan mm	(6) Βροχή B mm	(7) Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8 \cdot B$ $0,8 \cdot (6)$ mm	(8) Εξάτμιση/πνοή αναφοράς $E_o=K_p \cdot E_{pan}$ $0,8 \cdot (5)$ mm	(9) Kc	(10) Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o \cdot K_c$ $(9) \cdot (8)$ mm	(11) Εξάτμιση/πνοή καλλιέργειας $E_T = I_n \cdot \Omega B$ $(10) \cdot (7)$ mm
29/05/06	149		19	6			4,8	1,032	4,95	4,95
30/05/06	150		25	7			5,6	1,056	5,91	5,91
31/05/06	151		32	6			4,8	1,079	5,17	5,17
01/06/06	152		38	5			4	1,103	4,41	4,41
02/06/06	153		43	5			4	1,126	4,50	4,50
03/06/06	154		48	5			4	1,150	4,6	4,6
04/06/06	155		53	4			3,2	1,150	3,68	3,68
05/06/06	156		57	4			3,2	1,15	3,68	3,68
06/06/06	157		61	8			6,4	1,15	7,36	7,36
07/06/06	158		69	2	10	8	1,6	1,15	1,84	9,84
08/06/06	159		71	2			1,6	1,15	1,84	1,84
09/06/06	160		73	2	5,3	4,24	1,6	1,15	1,84	6,08
10/06/06	161		75	2			1,6	1,15	1,84	1,84
11/06/06	162		77	2			1,6	1,15	1,84	1,84
12/06/06	163		79	1			0,8	1,15	0,92	0,92
13/06/06	164		80	-3	8,93	7,14	-2,4	1,15	-2,76	4,38
14/06/06	165	0	77	2	8,57	6,85	1,6	1,15	1,84	8,69
15/06/06	166		2	5	1	0,8	4	1,15	4,6	5,4
16/06/06	167		7	6			4,8	1,15	5,52	5,52
17/06/06	168		13	6			4,8	1,15	5,52	5,52
18/06/06	169		19	7			5,6	1,15	6,44	6,44
19/06/06	170		26	8			6,4	1,15	7,36	7,36
20/06/06	171		34	6	0,25	0,2	4,8	1,15	5,52	5,72

Πίνακας 3.4 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Ημερήσια	Ημέρες από 1/1/2006	Πλήρωση εξαμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8 \cdot B$ $0,8 \cdot (6)$ mm	Εξαμ/πνοή αναφοράς $E_o-Kr \cdot E_{pan}$ $0,8 \cdot (8)$ mm	Kc	Καθoρές ανάγκες $I_n=E_o \cdot K_c$ $(9) \cdot (8)$ mm	Εξαμ/πνοή καλλιέργειας $ET_c=I_n \cdot \Omega B$ $(10) \cdot (7)$ mm
21/06/06	172		40	7			5,6	1,15	6,44	6,44
22/06/06	173		47	8			6,4	1,15	7,36	7,36
23/06/06	174		55	2			1,6	1,15	1,84	1,84
24/06/06	175		57	5	6,3	5,04	4	1,15	4,6	9,64
25/06/06	176		62	6			4,8	1,15	5,52	5,52
26/06/06	177		68	8			6,4	1,15	7,36	7,36
27/06/06	178		76	6	1	0,8	4,8	1,15	5,52	6,32
28/06/06	179		82	8			6,4	1,15	7,36	7,36
29/06/06	180		90	6			4,8	1,15	5,52	5,52
30/06/06	181		96	7			5,6	1,15	6,44	6,44
01/07/06	182		103	6			4,8	1,15	5,52	5,52
02/07/06	183		109	3			2,4	1,15	2,76	2,76
03/07/06	184		112	-7	4	3,2	-5,6	1,15	-6,44	-3,24
04/07/06	185		105	3	8,75	7	2,4	1,15	2,76	9,76
05/07/06	186		108	7			5,6	1,15	6,44	6,44
06/07/06	187		115	6			4,8	1,15	5,52	5,52
07/07/06	188	10	121	4			3,2	1,15	3,68	3,68
08/07/06	189		14	5			4	1,15	4,6	4,6
09/07/06	190		19	4			3,2	1,15	3,68	3,68
10/07/06	191		23	4			3,2	1,15	3,68	3,68
11/07/06	192		27	7			5,6	1,15	6,44	6,44
12/07/06	193		34	6			4,8	1,15	5,52	5,52
13/07/06	194		40	5	0,25	0,2	4	1,15	4,6	4,8

Πίνακας 3.4 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Ημερήσια	Ημέρες από 17/1/2006	Πλήρωση εξαίμπτου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή B mm	Οφέλιμη Βροχή $\Omega B = 0,8 \cdot E$ 0,8*(6) mm	Εξαίμπνοη αναφοράς $E_0 = K \cdot E_{pan}$ 0,8*(5) mm	Kc	Καθαρές ανάγκες $I_n = E_0 \cdot K_c$ (9)*(8) mm	Εξαίμπνοη καλλιέργειας $E_T = I_n \cdot \Omega B$ (10)*(7) mm
14/07/06	195		45	7			5,6	1,15	6,44	6,44
15/07/06	196		52	7			5,6	1,15	6,44	6,44
16/07/06	197		59	5			4	1,15	4,6	4,6
17/07/06	198		64	9			7,2	1,15	8,28	8,28
18/07/06	199		73	3			2,4	1,15	2,76	2,76
19/07/06	200		76	6	2,64	2,11	4,8	1,15	5,52	7,63
20/07/06	201		82	7			5,6	1,150	6,44	6,44
21/07/06	202		89	7			5,6	1,150	6,44	6,44
22/07/06	203		96	10			8	1,115	8,92	8,92
23/07/06	204		106	4			3,2	1,080	3,45	3,45
24/07/06	205		110	7			5,6	1,046	5,85	5,85
25/07/06	206		117	5			4	1,011	4,04	4,04
26/07/06	207	1	122	5			4	0,976	3,90	3,90
27/07/06	208		6	7			5,6	0,941	5,26	5,26
28/07/06	209		13	7			5,6	0,907	5,07	5,07
29/07/06	210		20	6			4,8	0,872	4,18	4,18
30/07/06	211		26	8			6,4	0,837	5,35	5,35
31/07/06	212		34	6	0,25	0,2	4,8	0,802	3,84	4,05
01/08/06	213		40	7			5,6	0,767	4,29	4,29
02/08/06	214		47	7			5,6	0,733	4,10	4,10
03/08/06	215		54	8			6,4	0,698	4,46	4,46
04/08/06	216		62	-			-			
ΣΥΝΟΛΟ					57,24	45,792			304,868	350,660

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΓ και ΕΛ και ΥΛ 100% ΕΤ.

1	2	3	4	5		6		7	8		9	10	11	12
				mm ή m3/στρ	m3/30m2	mm ή m3/στρ	m3/30m2		mm ή m3/στρ	m3/30m2				
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2006	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	mm ή m3/στρ	m3/30m2	Δόση άρδευσης ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ	mm ή m3/στρ	m3/30m2	Δόση άρδευσης ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ	mm ή m3/στρ	m3/30m2	Idh (q*n)(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ h	Διάρκεια άρδευσης ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ h
29/05/06	149	4,95	4,95	4,95										
30/05/06	150	5,91		4,95	0,1485	0,1485	4,95	0,1485	0,03125	2,5		2,5	1h 58'48"	
31/05/06	151	5,17												
01/06/06	152	4,41												
02/06/06	153	4,50												
03/06/06	154	4,6												
04/06/06	155	3,68												
05/06/06	156	3,68	31,95	31,95	0,9585	0,9585	31,95	0,9585	0,03125	2,5		2,5	12h46'48"	
06/06/06	157	7,36												
07/06/06	158	1,84												
08/06/06	159	1,84												
09/06/06	160	1,84												
10/06/06	161	1,84												
11/06/06	162	1,84												
12/06/06	163	0,92												
13/06/06	164	-2,76												
14/06/06	165	1,84												
15/06/06	166	4,6												
16/06/06	167	5,52	26,68	26,68	0,8004	0,8004	26,68	0,8004	0,03125	2,5		2,5	10h40'12"	
17/06/06	168	5,52												
18/06/06	169	6,44												

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ και ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ. (συνέχεια)

1	2	3	4	5		6		7		8	9	10	11	12
				Δόση αρδύσεων ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ	mm ή m ³ /στρ	Δόση αρδύσεων ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ	mm ή m ³ /στρ	mm ή m ³ /στρ	m ³ /30m ²					
Ημερ/μία	Ημέρες από 1/1/2006	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	mm ή m ³ /στρ	m ³ /30m ²	mm ή m ³ /στρ	mm ή m ³ /στρ	mm ή m ³ /στρ	m ³ /30m ²	n St/(3*Se)	mm/h	h	h	h
19/06/06	170	7,36	19,32	19,32	0,5796	19,32	0,5796	19,32	0,5796	0,03125	2,5	7h43'44"		
20/06/06	171	5,52	11,96	11,96										
21/06/06	172	6,44												
22/06/06	173	7,36			0,3588	11,96	0,3588	11,96	0,3588	0,03125	2,5	4h47'24"		
23/06/06	174	1,84	9,2											
24/06/06	175	4,6		9,2	0,276	9,2	0,276	9,2	0,276	0,03125	2,5	3h40'48"		
25/06/06	176	5,52												
26/06/06	177	7,36	17,48											
27/06/06	178	5,52		17,48	0,5244	17,48	0,5244	17,48	0,5244	0,03125	2,5	6h59'12"		
28/06/06	179	7,36	12,88											
29/06/06	180	5,52		12,88	0,3864	12,88	0,3864	12,88	0,3864	0,03125	2,5	5h9'12"		
30/06/06	181	6,44	11,96											
01/07/06	182	5,52		11,96	0,3588	11,96	0,3588	11,96	0,3588	0,03125	2,5	4h47'24"		
02/07/06	183	2,76												
03/07/06	184	-6,44												
04/07/06	185	2,76												
05/07/06	186	6,44	11,04											
06/07/06	187	5,52		11,04	0,3312	11,04	0,3312	11,04	0,3312	0,03125	2,5	4h25'36"		
07/07/06	188	3,68	9,2											
08/07/06	189	4,6		9,2	0,276	9,2	0,276	9,2	0,276	0,03125	2,5	3h40'48"		
09/07/06	190	3,68												

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ και ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ. (συνέχεια)

1 Ημερ/νία	2 Ημέρες από 1/1/2006	3 Καθαρές ανάγκες In mm	4 Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	5 Δόση άρδευσης ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ		6 Δόση άρδευσης ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ		7 mm ή m3/στρ	8 m3/30m2	9 n St/(3*Se)	10 ldh (q*n)(St*St) mm/h	11 Διάρκεια άρδευσης ΕΑ και ΥΑ 100%ΕΤ h	12 Διάρκεια άρδευσης ΕΛ και ΥΛ 100%ΕΤ h
				mm ή m3/στρ	m3/30m2	mm ή m3/στρ	m3/30m2						
10/07/06	191	3,68	11,96	11,96	0,3588	11,96	0,3588	0,03125	2,5	4h47'24"			
11/07/06	192	6,44											
12/07/06	193	5,52	11,96	11,96	0,3588	11,96	0,3588	0,03125	2,5	4h47'24"			
13/07/06	194	4,6											
14/07/06	195	6,44	11,04	11,04	0,3312	11,04	0,3312	0,03125	2,5	4h25'36"			
15/07/06	196	6,44											
16/07/06	197	4,6											
17/07/06	198	8,28	19,32	19,32	0,5796	19,32	0,5796	0,03125	2,5	7h43'44"			
18/07/06	199	2,76											
19/07/06	200	5,52	8,28	8,28	0,2484	8,28	0,2484	0,03125	2,5	3h18'12"			
20/07/06	201	6,44											
21/07/06	202	6,44	12,88	12,88	0,3864	12,88	0,3864	0,03125	2,5	5h9'12"			
22/07/06	203	8,92											
23/07/06	204	3,45											
24/07/06	205	5,85	18,22	18,22	0,5466	18,22	0,5466	0,03125	2,5	7h17'48"			
25/07/06	206	4,04											
26/07/06	207	3,90	7,94	7,94	0,2382	7,94	0,2382	0,03125	2,5	3h10'36"			
27/07/06	208	5,26											
28/07/06	209	5,07	10,63	10,63	0,3189	10,63	0,3189	0,03125	2,5	4h15'12"			
29/07/06	210	4,18											
30/07/06	211	5,35											

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις EA και YA 100%ET και EL και YL 100% ET. (συνέχεια)

1	2	3	4	5		6		7	8	9	10	11	12
				mm/h	m ³ /στρ	mm/h	m ³ /στρ						
Ημερ/ώρα	Ημέρες από 1/1/2006	Καθάρεις ανάγκες lh mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	mm/h m ³ /στρ	Δόση άρδευσης EA και YA 100%ET	Δόση άρδευσης EL και YL 100%ET	mm/h	mm/h	mm/h	mm/h	mm/h	h	Διάρκεια άρδευσης EL και YL 100%ET h
31/07/06	212	3,84	13,37										
01/08/06	213	4,29		13,37	0,4011	0,4011	13,37	0,4011	0,03125		2,5	5h20'48"	
02/08/06	214	4,10	8,39										
03/08/06	215	4,46		8,39	0,2517	0,2517	8,39	0,2517	0,03125		2,5	3h21'36"	
04/08/06	216												
ΣΥΝΟΛΟ				304,868	304,868	9,0183	300,61	9,0183	9,0183				

Παροχή σταλακτήρα : $q = 2 \text{ l/h}$

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς : $St = 0,05m$

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών : $n = St / (2 \cdot Se) = 0,03125$

Ισοπαγή σειρών φυτών : $Sr = 0,50m$

Ισοπαγή σταλακτήρων : $Se = 0,80m$

Πίνακας 3.6 Πρόγραμμα άρδευσης ελαιοκράμβης κατά την αρδευτική περίοδο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου.

Εξάτμιση Εραν (mm)	Επιφ. 100%ET $Ia=100=ET*0,8*Kc$ (mm)	Υπογ. 100%ET $Ia=100=ET*0,8*Kc$ (mm)	Σταλάκιες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Όριο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100% επιφαν. $I_t=Ia/100/I_{dh}$ h	Διάρκεια άρδευσης 100% υπόγειο. $I_t=Ia/100/I_{dh}$ h
0	0,00	0,00	0,03125	2,5	0	0
1	0,92	0,92	0,03125	2,5	22' 4,8"	22' 4,8"
2	1,84	1,84	0,03125	2,5	44' 9,6"	44' 9,6"
3	2,76	2,76	0,03125	2,5	1h 6' 14,4"	1h 6' 14,4"
4	3,68	3,68	0,03125	2,5	1h 28' 19,2"	1h 28' 19,2"
5	4,6	4,6	0,03125	2,5	1h 50' 24"	1h 50' 24"
6	5,50	5,50	0,03125	2,5	2h 12' 28,8"	2h 12' 28,8"
7	6,44	6,44	0,03125	2,5	2h 34' 33,6"	2h 34' 33,6"
8	7,36	7,36	0,03125	2,5	2h 56' 38,4"	2h 56' 38,4"
9	8,28	8,28	0,03125	2,5	3h 18' 43,2"	3h 18' 43,2"
10	9,2	9,2	0,03125	2,5	3h 40' 48"	3h 40' 48"
11	10,12	10,12	0,03125	2,5	4h 2' 52,8"	4h 2' 52,8"
12	11,04	11,04	0,03125	2,5	4h 24' 57,6"	4h 24' 57,6"
13	11,96	11,96	0,03125	2,5	4h 47' 2,4"	4h 47' 2,4"
14	12,88	12,88	0,03125	2,5	5h 9' 7,2"	5h 9' 7,2"
15	13,8	13,8	0,03125	2,5	5h 31' 12"	5h 31' 12"
16	14,72	14,72	0,03125	2,5	5h 53' 16,8"	5h 53' 16,8"
17	15,64	15,64	0,03125	2,5	6h 15' 21,6"	6h 15' 21,6"
18	16,56	16,56	0,03125	2,5	6h 37' 26,4"	6h 37' 26,4"
19	17,48	17,48	0,03125	2,5	6h 59' 31,2"	6h 59' 31,2"
20	18,4	18,4	0,03125	2,5	7h 21' 36"	7h 21' 36"

Πίνακας 3.6 Πρόγραμμα άρδευσης ελαιοκράμβης κατά την αρδευτική περίοδο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Εραν (mm)	Επιφ 100%ΕΤ $I_{da}100 = E_T \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	Υπογ. 100%ΕΤ $I_{da}100 = E_T \cdot 0,8 \cdot K_c$ (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n = SV / (2 \cdot Se)$	Ωριοιο ύψος βροχής $I_{dh} = (q \cdot \eta) / (St \cdot Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100% επιφαν. $I_t = I_{da}100 / I_{dh}$ h	Διάρκεια άρδευσης 100% υπάγειο. $I_t = I_{da}100 / I_{dh}$ h
21	19,32	19,32	0,03125	2,5	7h 43' 40,8"	
22	20,24	20,24	0,03125	2,5	8h 5' 45,6"	
23	21,16	21,16	0,03125	2,5	8h 27' 50,4"	
24	22,08	22,08	0,03125	2,5	8h 49' 55,2"	
25	23	23	0,03125	2,5	9h 12'	
26	23,92	23,92	0,03125	2,5	9h 34' 4,8"	
27	24,84	24,84	0,03125	2,5	9h 56' 9,6"	
28	25,76	25,76	0,03125	2,5	10h 18' 14,4"	
29	26,68	26,68	0,03125	2,5	10h 40' 19,2"	
30	27,6	27,6	0,03125	2,5	11h 2' 24"	
31	28,52	28,52	0,03125	2,5	11h 24' 28,8"	
32	29,44	29,44	0,03125	2,5	11h 46' 33,6"	
33	30,36	30,36	0,03125	2,5	12h 8' 38,4"	
34	31,28	31,28	0,03125	2,5	12h 30' 43,2"	
35	32,2	32,2	0,03125	2,5	12h 52' 48"	
36	33,12	33,12	0,03125	2,5	13h 14' 52,8"	
37	34,04	34,04	0,03125	2,5	13h 36' 57,6"	
38	34,96	34,96	0,03125	2,5	13h 59' 2,4"	
39	35,88	35,88	0,03125	2,5	14h 21' 7,2"	
40	36,8	36,8	0,03125	2,5	14h 43' 12"	

Συντελεστής Εξατμισμέτρου : $K_p = 0,8$

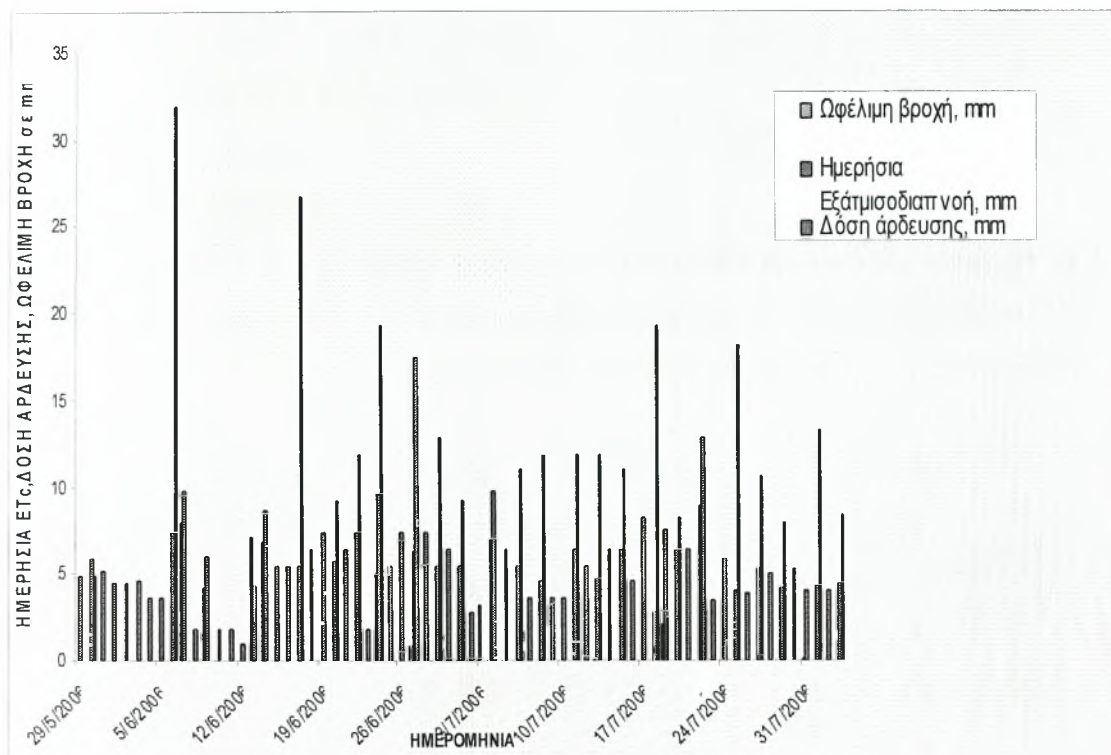
Φωτικός συντελεστής : $K_c = 1,15$

Παροχή σταλακτήρα : $q = 2 \text{ l/h}$

Ισοπαγή σειρών φυτών : $Sr = 0,50 \text{ m}$

Ισοπαγή φυτών επί της σειράς : $St = 0,05 \text{ m}$

Ισοπαγή σταλακτήρων : $Se = 0,80 \text{ m}$



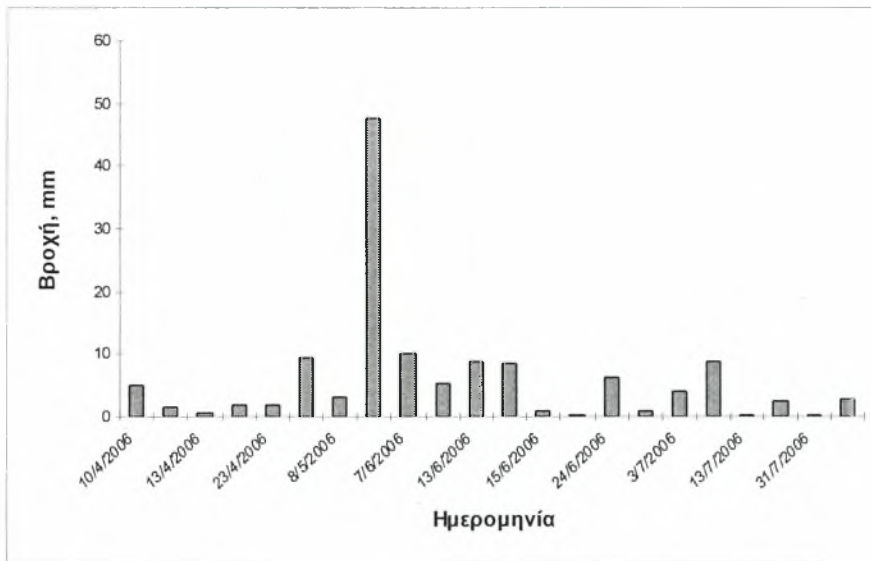
Εικόνα3.17 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό σε όλες τις μεταχειρίσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Κλιματικά δεδομένα

Στην Εικόνα 4.1 παρουσιάζονται οι τιμές βροχόπτωσης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου της ελαιοκράμβης το έτος 2006 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας.



Εικόνα 4.1 Τιμές βροχόπτωσης κατά την καλλιεργητική περίοδο της ελαιοκράμβης.

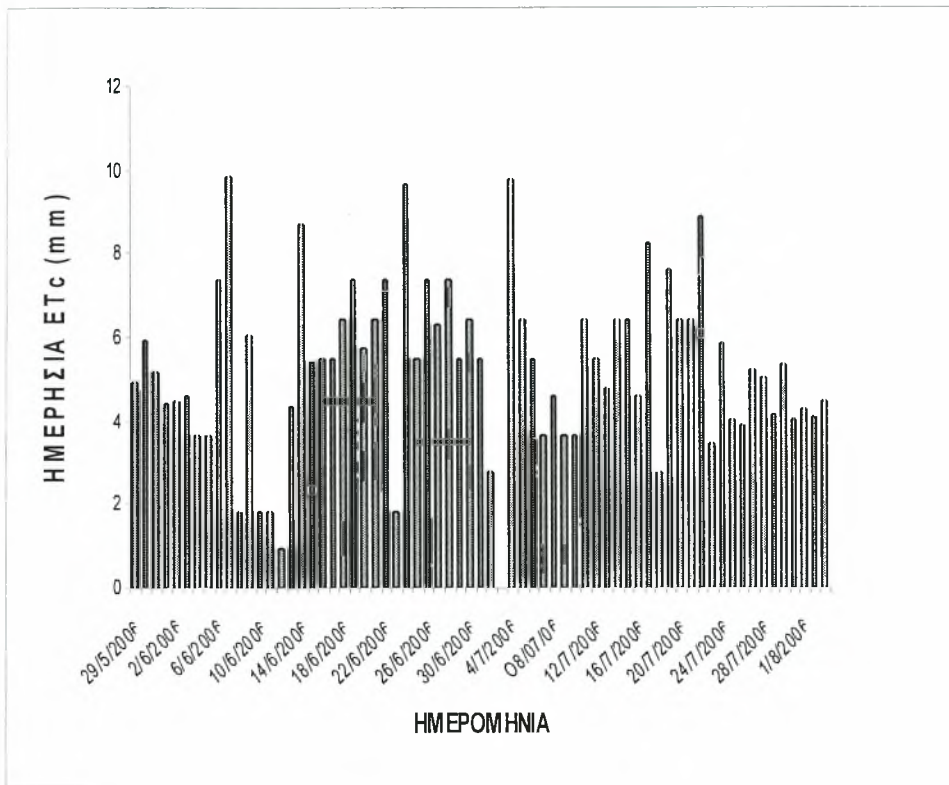
Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 22 βροχοπτώσεις με μεγαλύτερης έντασης εκείνη που σημειώθηκε στις 26/05/2006 (47,8mm). Από την ημερομηνία σποράς (06/04/2006) έως και την έναρξη της στάγδην άρδευσης η συνολική βροχόπτωση ήταν 71,5mm, με μεγαλύτερης έντασης το επεισόδιο εκείνο που σημειώθηκε στις 26/05/2006 (47,8mm). Από την ημερομηνία έναρξης της στάγδην άρδευσης (30/05/2006) έως και την ημερομηνία της τελευταίας άρδευσης (03/08/2006) πραγματοποιήθηκαν 14 βροχοπτώσεις, με μεγαλύτερη ένταση εκείνη που σημειώθηκε στις 13/06/2006 (8,93mm) και η συνολική βροχόπτωση για αυτή την περίοδο ήταν 57,24mm.

Οι ελαφρές βροχοπτώσεις κατά την διάρκεια του Απριλίου αξιοποιήθηκαν από την καλλιέργεια στο στάδιο του φυτρώματος. Αν και οι βροχοπτώσεις δεν ήταν μεγάλου ύψους και ευνοήθηκε το φύτρωμα της καλλιέργειας, εν τούτοις όμως λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας της καλλιέργειας κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της πολλά φυτά όλων των μεταχειρίσεων και ιδιαίτερα της ποικιλίας Licolly, παρασύρθηκαν (περίπου 15% επί της συνολικής καλλιέργειας) από τις βροχοπτώσεις. Επίσης οι χαμηλές θερμοκρασίες εκείνης της περιόδου είχε σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση του λεπιδόπτερου *Pieris Brassicae*(Πιερίδα των λαχάνων) προσβάλλονταν σε μεγαλύτερο ποσοστό την ποικιλία Licolly..Με τις έγκαιρες προληπτικές επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αντιμετωπίστηκε άμεσα ο κίνδυνος να υποστεί ζημίες η καλλιέργεια που θα είχαν αντίκτυπο στην παραγωγή. Η ποικιλία Licolly από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της παρουσίασε μια ευαισθησία, όσον αφορά τις εντομολογικές προσβολές, σε μεγαλύτερο βαθμό, συγκριτικά με την ποικιλία Ability, και αυτό είχε αντίκτυπο στις τελικές τιμές παραγωγής.

Κατά την διάρκεια της αρδευτικής περιόδου οι μειωμένες βροχοπτώσεις, συντέλεσαν στην πιο ξεκάθαρη αξιολόγηση των μεθοδολογιών άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ελαιοκράμβης, μιας και οι αναγκαίες για την καλλιέργεια ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κυρίως μέσω της άρδευσης.

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας παρουσιάζεται στην Εικ 4.2.

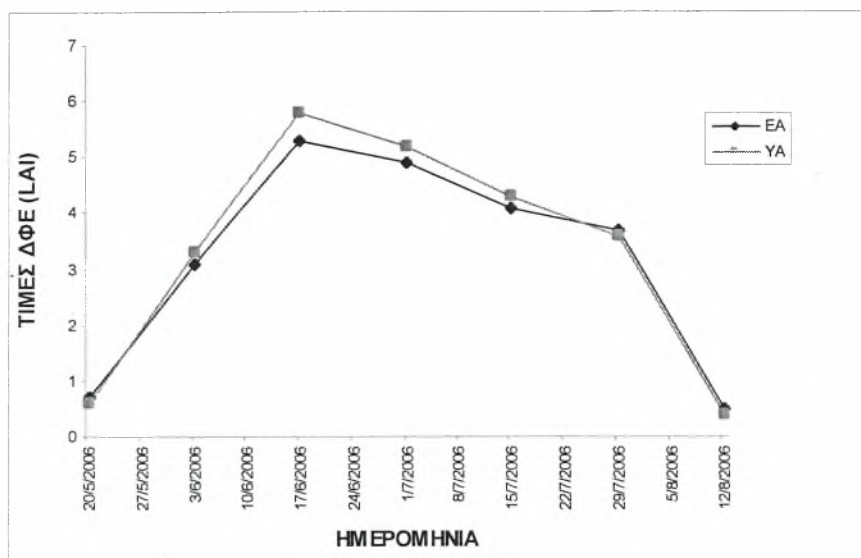
Η μεγαλύτερη της τιμή, 9,84mm, σημειώθηκε στις 07/06/2006.



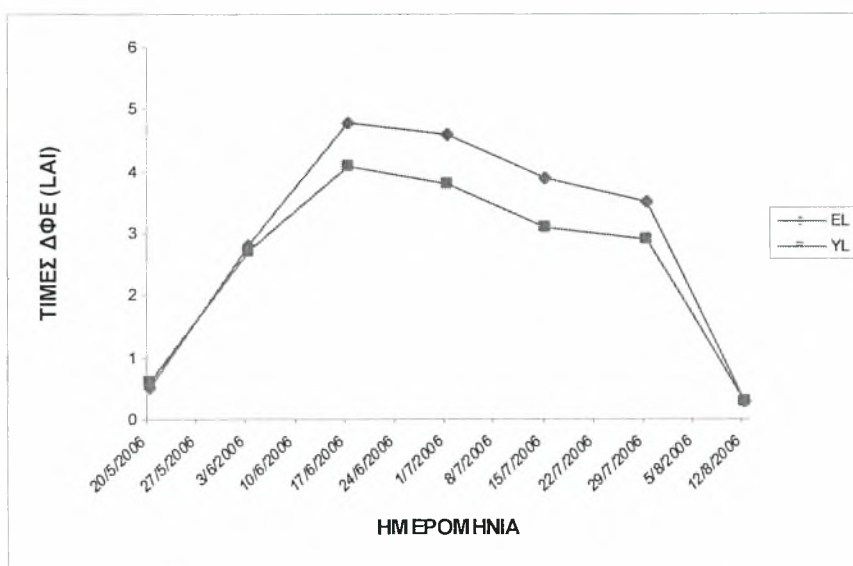
Εικόνα 4.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας.

4.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Στα σχήματα των Εικόνων 4.3 και 4.4 παρουσιάζεται η εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) και των δύο ποικιλιών της καλλιέργειας της ελαιοκράμβης για όλες τις μεταχειρίσεις. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τις 20/05/2006 έως τις 12/08/2006. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις. Από τις 7 μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και από την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην 3^η, 4^η, 5^η και 6^η μέτρηση ενώ στις υπόλοιπες δεν παρατηρήθηκε διαφορά.



Εικόνα 4.3 Εξέλιξη του ΔΦΕ κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Ability. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

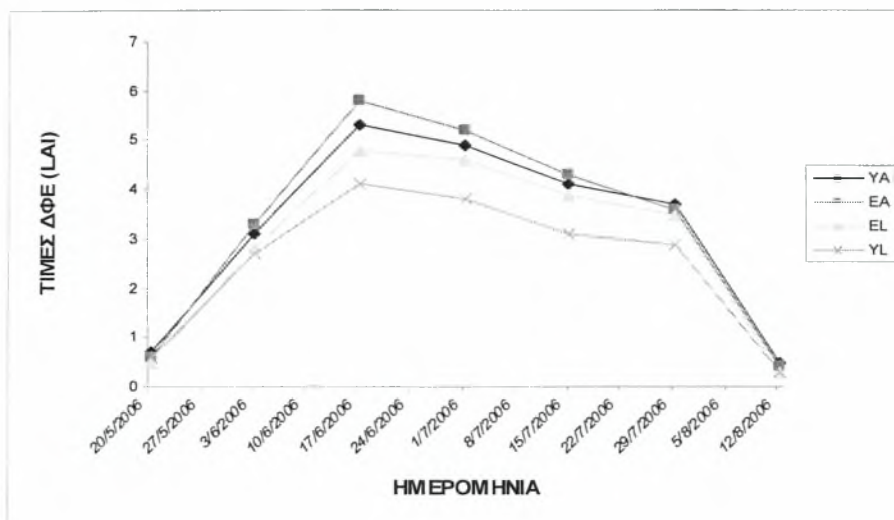


Εικόνα 4.4 Εξέλιξη του ΔΦΕ κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Licolly. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τα παραπάνω σχήματα στην υπόγεια και στην επιφανειακή μεταχείριση της ποικιλίας Ability, οι τιμές του ΔΦΕ (LAI), είναι μεγαλύτερες από την ποικιλία Licolly. Ιδιαίτερα όσον αφορά την ποικιλία Ability η υπόγεια μεταχείριση είναι αυτή που υπερέχει έναντι της επιφανειακής. Άλλωστε όπως θα φανεί και στα παρακάτω αποτελέσματα αυτό ίσως να συνετέλεσε σε μεγάλο βαθμό ώστε η υπόγεια μεταχείριση της ποικιλίας Ability να εμφανίσει στο τέλος τη μεγαλύτερη απόδοση. Όσον αφορά την ποικιλία Licolly συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή οι τιμές του ΔΦΕ της επιφανειακής μεταχείρισης είναι μεγαλύτερες από τις τιμές τις υπόγειας.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως όλες οι μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης παρουσιάζουν μέγιστη τιμή του ΔΦΕ κατά την 3^η μέτρηση στις 17/06/2006 με τιμή 5,8 YA, 5,3 η EA, 4,8 η EL και 4,1 η YL. Αυτό εξηγείται λόγω των αυξημένων απαιτήσεων της καλλιέργειας σε νερό με αποτέλεσμα τα φυτά να διαπνέουν περισσότερο και κατά συνέπεια να αναπτύσσουν μεγαλύτερο ΔΦΕ (LAI). Εξάλλου το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών την συγκεκριμένη ημερομηνία ήταν στο στάδιο πλήρους άνθησης γεγονός που ενισχύει και επιβεβαιώνει την μέγιστη τιμή του ΔΦΕ (LAI).

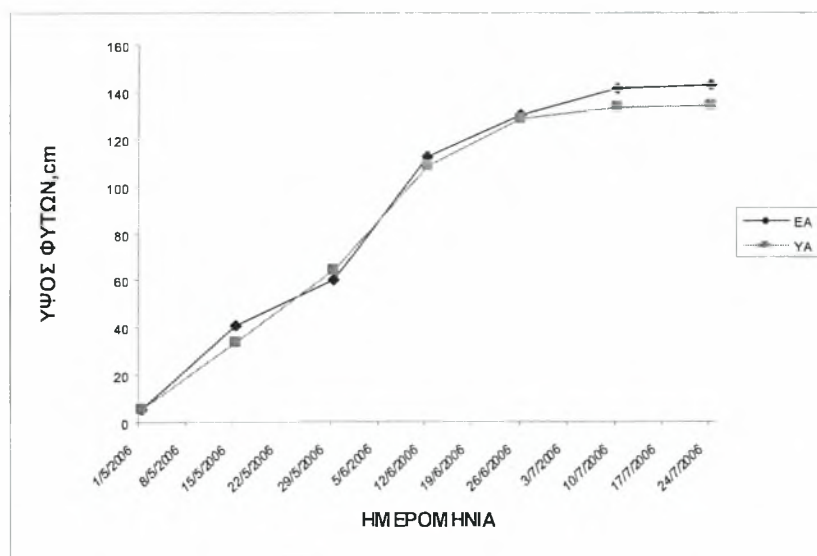
Από τα τέλη Ιουλίου μέχρι την λήξη της καλλιεργητικής περιόδου, στα τέλη Αυγούστου, παρατηρείται μείωση των τιμών του ΔΦΕ (LAI) σε όλες τις μεταχειρίσεις (Εικόνα 4.5) και των δύο ποικιλιών. Η υποβάθμιση αυτή των τιμών γίνεται εντονότερη τον τελευταίο μήνα της καλλιεργητικής περιόδου και αυτό οφείλεται στον γηρασμό της καλλιέργειας. Ο γηρασμός των φύλλων όπου έχει και σαν αποτέλεσμα την μείωση του ΔΦΕ ενισχύεται μετά από τη μορφοποίηση των λοβών. Οι λοβοί παρουσιάζουν ανεπάρκεια N κατά την διαμόρφωση τους. Προκειμένου λοιπόν να καλυφτεί η ανάγκη αυτή γίνεται μετακίνηση N από τα φύλλα και το κύριο στέλεχος. Αυτό βέβαια δεν σταματά την φωτοσύνθεση στο βλαστικό τμήμα, προκαλεί όμως ανεπάρκεια N στα φύλλα και κατά συνέπεια γηρασμό μειώνοντας έτσι την τιμή του ΔΦΕ(LAI).



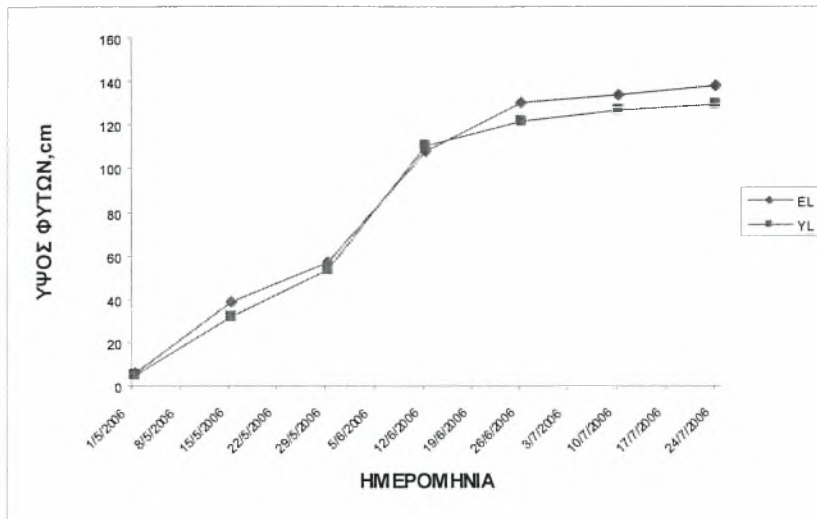
Εικόνα 4.5 Εξέλιξη του ΔΦΕ κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Ability. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

4.3 Ύψος φυτών

Η εξέλιξη των υψών όλων των μεταχειρίσεων που έτυχαν διαφορετικής μεθόδου άρδευσης και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν απεικονίζονται στα Σχήματα των Εικόνων 4.6 και 4.7. Οι μετρήσεις ήταν 7 και πραγματοποιήθηκαν από τις 01/05/2006 έως τις 24/07/2006.



Εικόνα 4.6 Εξέλιξη του ύψους των φυτών κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Ability. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.



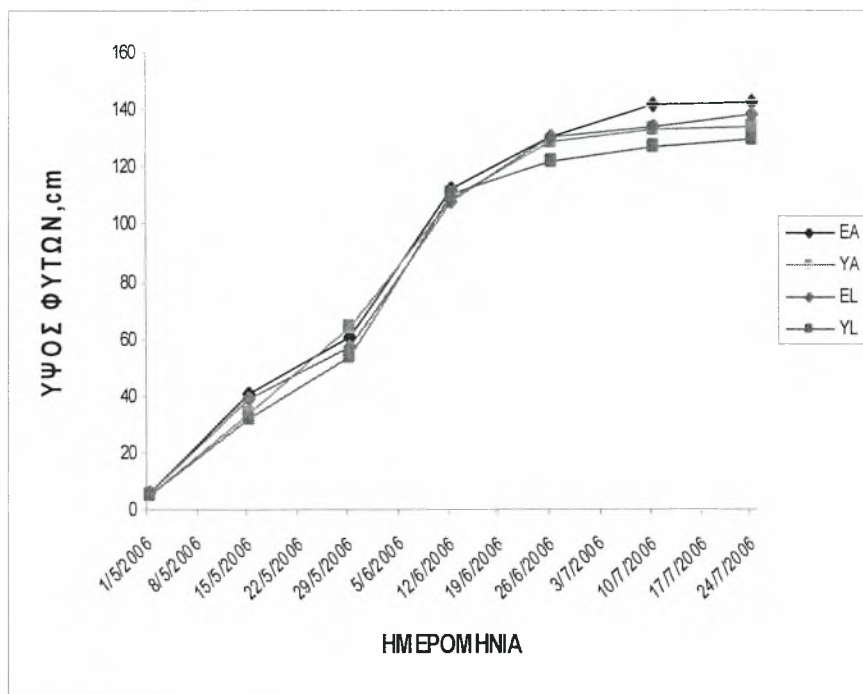
Εικόνα 4.7 Εξέλιξη του ύψους των φυτών κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Licolly. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Όπως φαίνεται και στα Σχήματα 4.6 και 4.7 αρχικά (01/05/2006) και χωρίς την εφαρμογή συγκεκριμένης μεθόδου άρδευσης η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική διάφορα μεταξύ των μεταχειρίσεων (ίσες διακυμάνσεις) και των δυο ποικιλιών ελαιοκράμβης.

Οι υψηλές σχετικά βροχοπτώσεις που επικρατήσαν στο τελευταίο δεκαήμερο του Μάιου κατέστη δυνατό να ικανοποιήσουν τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό, ώστε να επιτευχθούν υψηλοί δείκτες ανάπτυξης εκείνο το διάστημα. Ιδιαίτερα με την έναρξη της άρδευσης (30/05/2006) παρατηρήθηκε έντονη αύξηση του ύψους των φυτών όλων των μεταχειρίσεων και των δύο ποικιλιών. Συγκεκριμένα από τις 29/05/2006 έως τις 26/06/2006 σε όλα τα φυτά όλων των μεταχειρίσεων όπου βρισκόταν στο στάδιο της ανθοφορίας παρατηρήθηκε αύξηση του ύψους 100%. Σε όλη την αρδευτική περίοδο δεν παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος όλων των μεταχειρίσεων. Στις 24/07/2006 που ήταν η τελευταία μέτρηση του ύψους φυτών, παρατηρείται και στις δύο ποικιλίες πολύ μικρή αύξηση του ύψους σε σχέση με την αύξηση που είχαμε στις άλλες μετρήσεις. Η σταθεροποίηση αυτή οφείλεται διότι τα φυτά έχουν μπει στο στάδιο γήρανσης.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της εξέλιξης των υψών και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης (Εικόνα 4.8) που καλλιεργήθηκαν παρατηρούμε μία υπεροχή της ποικιλίας Ability και ιδιαίτερα της επιφανειακής. Όσον αφορά την ποικιλία Licolly η

επιφανειακή μεταχείριση είναι αυτή που παρουσίασε υπεροχή έναντι της υπόγειας. Και η δύο ποικιλίες παρουσίασαν μέγιστη τιμή ύψους την ίδια χρονική στιγμή (24/07/2006) με την ΕΑ στα 143,1cm, η ΥΑ στα 134cm, η ΕΛ στα 138,1cm και η ΥΛ στα 129,7cm.



Εικόνα 4.8 Εξέλιξη του ύψους των φυτών κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για τις ποικιλίες Ability και Licolly. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

4.4 Υγρασία εδάφους

Ο κατάλληλος συγχρονισμός της άρδευσης και η εφαρμογή της απαραίτητης ποσότητας νερού μπορεί να μεγιστοποιήσει την παραγωγή των καλλιεργειών ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους ασθeneιών, τη χρήση λιπασμάτων και τη χρήση νερού.

Η ελαιοκράμβη έχει ριζικό σύστημα που μπορεί να απορροφήσει αποτελεσματικά το νερό από βάθος περίπου 100cm, εφόσον δεν υπάρχουν αδιαπέραστοι ορίζοντες στο εδαφικό προφίλ. Συνεπώς, η άρδευση μπορεί να είναι ελάχιστη, αν το επαρκές νερό είναι διαθέσιμο κοντά στη ζώνη του ριζιστρώματος.

Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στις τέσσερις μεταχειρίσεις των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης φαίνεται στα παρακάτω σχήματα των

Εικόνων 4.9 α,β,γ,δ. Τα σχήματα αυτά αναφέρονται στις μετρήσεις πριν και μετά την άρδευση, αλλά ανάλογη διακύμανση διαμορφώνεται σε όλες τις μετρήσεις, τα σχήματα των οποίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις, λίγο πριν την άρδευση (12 μετρήσεις) και μία μέρα μετά από αυτήν (12 μετρήσεις) με σκοπό την καταγραφή της εδαφικής υγρασίας και τις διακυμάνσεις αυτής σε ολόκληρο το εύρος της εδαφικής κατανομής (0-75 cm).

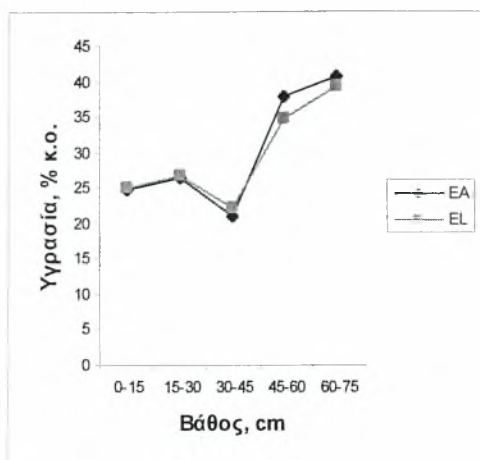
Δεν ελήφθησαν υπόψη οι μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας, που προέκυπταν μετά από μια περίοδο ισχυρών βροχοπτώσεων, καθώς θεωρήθηκε ότι κάτι τέτοιο θα επηρέαζε σημαντικά την διαφορετικότητα κάθε μεθοδολογίας, ακόμη και όταν αυτές συνέπεσαν με τις προκαθορισμένες ημερομηνίες των μετρήσεων.

Σκοπός άλλωστε των μετρήσεων ήταν η ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης. Δηλαδή πέραν των αναγκών της καλλιέργειας σε αρδευτικό νερό εξαιτίας της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής η αναγκαία συνθήκη για της απαρχή μιας νέας άρδευσης ήταν η διατήρηση της εδαφικής υγρασίας πλησίον της υδατοικανότητας στο κομμάτι του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών (μεταξύ 30 και 60 cm).

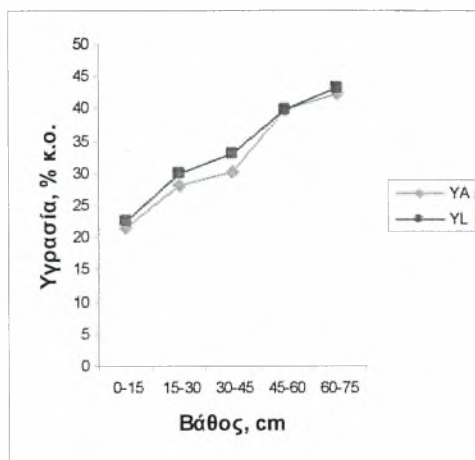
Παρατηρούμε ότι, στις μεταχειρίσεις της υπόγειας άρδευσης και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης (Ability και Licolly) η υγρασία που μετρήθηκε μετά την άρδευση είναι αυξημένη στο βάθος 30-60 cm, γύρω δηλαδή από το βάθος όπου ήταν τοποθετημένοι οι σταλάκτες, ενώ μειώνεται ελάχιστα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό έχει ως συνέπεια το χορηγούμενο νερό να είναι πιο εύκολα διαθέσιμο για πρόσληψη από τις ρίζες των φυτών με αποτέλεσμα τις υψηλές τιμές παραγωγικότητας και την επιβεβαίωση του κανόνα της ορθολογικής διαχείρισης του αρδευτικού νερού με την χρήση αυτής της μεθόδου.

Αντίθετα, στις επιφανειακές μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών, η υγρασία μετά την άρδευση αυξάνει είναι αυξημένη στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, ακολουθώντας μια μικρή φθίνουσα πορεία, ενώ δεν παρατηρείται καμία αξιόλογη μεταβολή σε μεγαλύτερα βάθη.

Οι τιμές της μεταβολής της υγρασίας πρέπει να βρίσκονται πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης ($PWP = 11,64 \% \text{ κ.ο.}$) και κοντά στην υδατοικανότητα ($FC = 21,20 \% \text{ κ.ο.}$). Παρατηρούμε ότι αυτό ακολουθείται στις μετρήσεις της υπόγειας μεταχείρισης και των δύο ποικιλιών σε όλα τα βάθη. Αυτό δείχνει, ότι το τμήμα της καλλιέργειας, όπου εφαρμόστηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση, δεν βρέθηκε ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης.

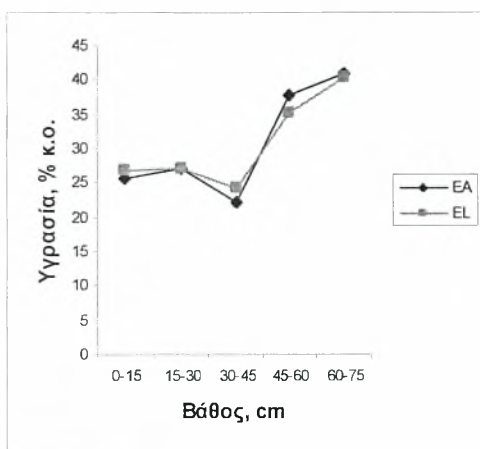


(α)

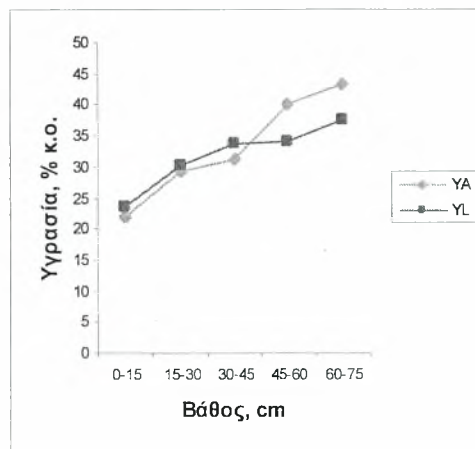


(β)

Πριν την άρδευση (17/06/2006).



(γ)



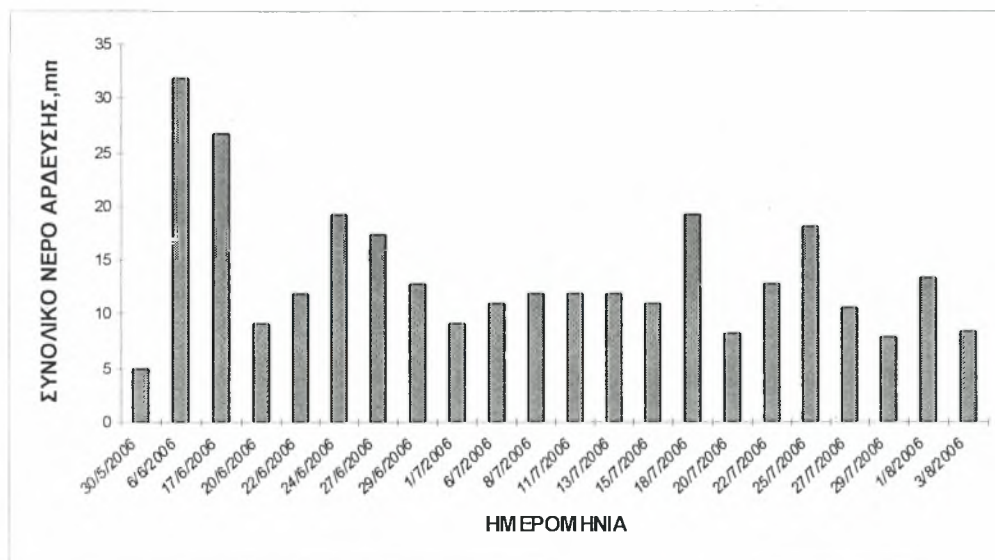
(δ)

Μετά την άρδευση (18/06/2006).

Εικόνα 4.9α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 1^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

4.5 Δόση άρδευσης

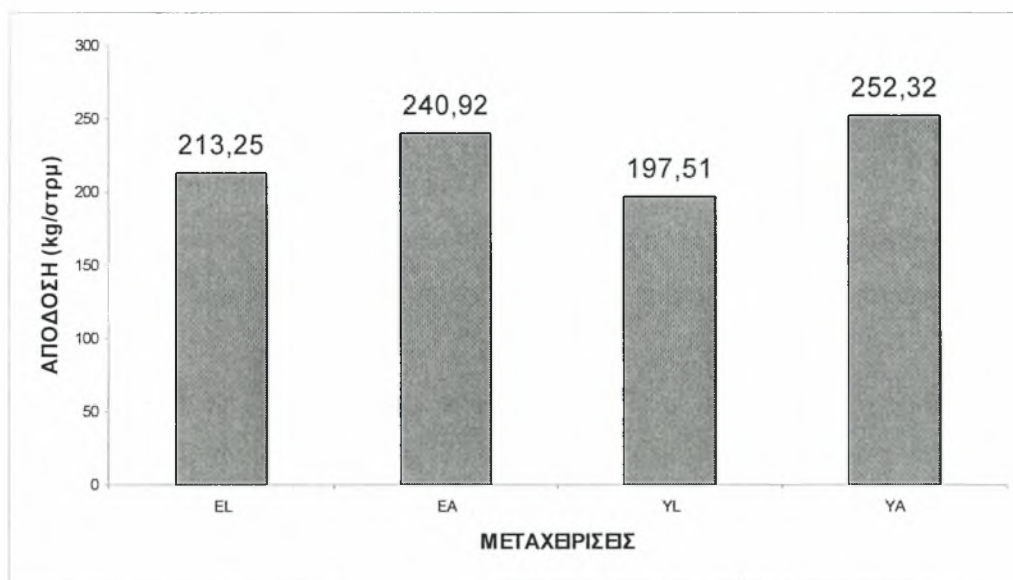
Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω άρδευσης (επιφανειακής και υπόγειας) είναι 300,61mm σε όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης που δέχθηκαν το 100% των καθαρών αναγκών (Εικόνα 4.10). Ένα επιπλέον ποσό ύδατος 45mm δέχθηκε η καλλιέργεια με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτήρα (κανόνι) για το φύτευμα της καλλιέργειας. Επίσης η καλλιέργεια δέχθηκε 57,24mm από βροχόπτωση κατά την αρδευτική περίοδο (30/05/2006-03/08/2006), το ωφέλιμο ύψος της οποίας ήταν 45.792mm καθώς και 71,5mm βροχόπτωση από την σπορά μέχρι την έναρξη της αρδευτικής περιόδου.



Εικόνα 4.10 Σύνολο νερού που εφαρμόστηκε με στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις

4.6 Απόδοση της καλλιέργειας

Στην Εικόνα 4.11 παρουσιάζεται η διακύμανση της απόδοσης των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης όλων των μεταχειρίσεων. Οι τιμές της απόδοσης προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων πειραματικών τεμαχίων κάθε μεταχείρισης. Από την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων σε ίλες τις μεταχειρίσεις δεν παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Εικόνα 4.11 Απόδοση των ποικιλιών Ability και Licolly

Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα η ποικιλία Ability υπερέρχει της ποικιλίας Licolly σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η YA είχε μέγιστη απόδοση 299,33Kg/στρ με μέσο όρο 252,32Kg/στρ από τις τέσσερις επαναλήψεις ενώ η EA είχε μέγιστη απόδοση 258,33Kg/στρ με μέσο όρο 240,92Kg/στρ. Η YL είχε μέγιστη απόδοση 236,33Kg/στρ με μέσο όρο 197,51Kg/στρ από τις τέσσερις επαναλήψεις ενώ η EL είχε μέγιστη απόδοση 239,33Kg/στρ με μέσο όρο 213,25Kg/στρ.

Αν και χρησιμοποιήθηκε το ίδιο εύρος άρδευσης σε όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης η ποικιλία Ability, τόσο στην επιφανειακή όσο και στην υπόγεια μεταχείριση, παρουσίασε μια υπεροχή έναντι της ποικιλίας Licolly. Ιδιαίτερα οι μεταχειρίσεις που αρδεύτηκαν υπόγεια, της ποικιλίας Ability παρουσίασαν τις μέγιστες τελικές τιμές παραγωγής και παραγωγικότητας,

αποδεικνύοντας έτσι την σημασία χρήσης της συγκεκριμένης μεθόδου άρδευσης. Αυτό βέβαια οφείλεται στην άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών με την ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω εξάτμισης, καθώς επίσης και στην διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας (υδατοικανότητα) μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής.

Η ποικιλία Licolly από την αρχή της ανάπτυξης της παρουσίασε μια ευαισθησία, όσον αφορά τις εντομολογικές προσβολές σε μεγαλύτερο βαθμό από την ποικιλία Ability, με αποτέλεσμα την μειωμένη παραγωγή σε όλες τις μεταχειρίσεις της.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι για την παραγωγή 90l βιοκαυσίμου απαιτούνται 300Kg/στρ σπόρου ελαιοκράμβης, η ΕΑ προσδίδει 63,98 l/στρ βιοκαύσιμο, η ΕΛ προσδίδει 72,27 l/στρ ενώ η ΥΛ προσδίδει 59,25 l/στρ και η ΥΑ 75,69 l/στρ. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ποικιλία Ability και ιδιαίτερα η υπόγεια μεταχείριση λόγω των υψηλών τιμών απόδοσης προσδίδει και μεγαλύτερη παραγωγή βιοκαυσίμου (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1 Απόδοση των ποικιλιών ελαιοκράμβης σε βιοκαύσιμο

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ (Kg/στρ)				ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (Kg/στρέμμα)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΟ (l/στρ)
	229	172,33	239,33	212,3		
ΕΛ	229	172,33	239,33	212,3	213,25	63,98
ΕΑ	258,33	240	238	227,33	240,92	72,27
ΥΛ	211,33	208,7	236,33	133,66	197,51	59,25
ΥΑ	267,33	235	207,6	299,33	252,32	75,69

Η ελαιοκράμβη αν και δεν καλλιεργείται ακόμη στην Ελλάδα για παραγωγικούς σκοπούς, εντούτοις όμως από διάφορες δοκιμαστικές καλλιέργειες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες περιοχές, και συγκρίνοντας με αποδόσεις από διαφορές ευρωπαϊκές χώρες (Πίνακας 4.2) οι τιμές απόδοσης του συγκεκριμένου πειράματος είναι αρκετά υψηλές.

Χώρας	Κγ/στρέμμα
Δανία	320
Γερμανία	375
Ισπανία	112
Γαλλία	364
Ιταλία	167
Λουξεμβούργο	367
Ολλανδία	395
Αυστρία	296
Σουηδία	255
Τσεχοσλοβακία	312
Εσθονία	179
Ουγγαρία	235
Πολωνία	260
Σλοβενία	231
Βελεστίνο	252,32

Πίνακας 4.2

Μέσοι όροι αποδόσεων σπόρων ελαιοκράμβης σε κιλά ανά στρέμμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση την τελευταία πενταετία.

4.7 Αποδοτικότητα χρήσης νερού

Στον Πίνακα που ακολουθεί απεικονίζεται η αποδοτικότητα χρήσης νερού σε όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης. Η ποικιλία Ability και ιδιαίτερα η υπόγεια μεταχείριση η οποία παρουσίασε την μέγιστη απόδοση σε σύγκριση με τις άλλες μεταχειρίσεις είναι αυτή η οποία παρουσίασε την μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε χρήση νερού άρδευσης,

Πίνακας 4.3 Αποδοτικότητα χρήσης νερού

Μεταχειρίσεις	Παραγωγή (Kg/στρέμμα)	Συνολική ποσότητα νερού mm	Αποδοτικότητα νερού άρδευσης Kg/στρέμμα/ππι
EL	213.25	474.35	0.45
EA	240.92	474.35	0.51
YL	197.51	474.35	0.42
YA	252.32	474.35	0.53

4.8 Αποτελέσματα δειγματοληψιών

Στις Εικόνες 4.12, 4.13, 4.14 και 4.15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της υγρασίας και των λιπαρών οξέων των δειγμάτων όλων των μεταχειρίσεων όπως καταγράφηκαν από το Γενικό Χημείο του Κράτους.

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία ο σπόρος της ελαιοκράμβης προκειμένου να αποθηκευτεί και μετέπειτα να παραδοθεί στο εργοστάσιο για έκθλιψη, το ποσοστό της υγρασίας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 8% και 9%. Τόσο στην υπόγεια όσο και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν οι τιμές της υγρασίας κυμαίνονται σε λογικά πλαίσια, γεγονός ενθαρρυντικό για την ασφαλή αποθήκευση του σπόρου και την καλή ποιότητα του.

Επίσης λαμβάνοντας υπόψιν την μέση εκατοστιαία σύνθεση των σπόρων ελαιοκράμβης σε λιπαρές ουσίες επί ξηρού που κυμαίνεται περίπου στα 45%, οι λιπαρές ουσίες όλων των μεταχειρίσεων και των δύο ποικιλιών, είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα (Πίνακας 4.4)

Πίνακας 4.4 Περιεκτικότητα σε υγρασία και λιπαρών οξέων όλων των μεταχειρίσεων των δυο ποικιλιών ελαιοκράμβης.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΛΙΠΑΡΑ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ (%)
ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ	8-9	45
ΕΑ	5.5	34.6
ΕΛ	5.3	32
ΥΛ	5.05	31
ΥΑ	7.4	32.2

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΧΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ
ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΟΛΟΥ
ΤΜΗΜΑ Α'

Ταχ. Δ/ση : Δημητριάδος 172 Βόλος
Ταχ. Κώδικας: 38221
Πληροφορίες: Εμ. Τάσιος-Μ.Γεωργιάδου
Τηλέφωνο : 2421039522
TELEFAX : 2421025086

Βόλος 13-9-2006

Αρ. Πρωτ. Γ.Χ.Κ : 2642 / 033 / 000 / 1-9-2006

Αριθ. Δείγμ. Γ.Χ.Κ. : 033 / 010 / 689 / 06

ΕΚΘΕΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Αποστέλλουσα αρχή: Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας
Α7Α Πρωτ. Εισερχομένου – Ημερομηνία: Δ.Υ. 1/9/2006
Δειγματισσα αρχή: Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας
Είδος δείγματος: Σπόροι ελαιοκράμβης
Αρ. Πρωτ.Δειγματοληψίας – Ημερομηνία: 1 / 9 / 2006
Πρόσθετα στοιχεία δειγματοληψίας
Ονομασία δείγματος
Ημερομηνία παραλαβής: 5/9/2006
Ημερομηνία εξέτασης: Από 6/9/ 2006 έως 12 /9/2006
Συσκευασία: Πλαστική σακούλα δειγματοληψίας
Παρατηρήσεις σχετικά με τη κατάσταση
του δείγματος κατά τη παραλαβή: Προσκομίστηκε από τον ίδια Ποικιλία ΕΑ
Ενδείξεις συσκευασίας:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΚΟΜΙΣΘΕΝΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

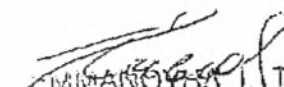
Είδος εξέτασης	Μέθοδοι	Αποτελέσματα
Υγρασία	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.1	5,5%
Λιπαρά κατά Soxhlet	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.4	32,7 %
Λιπαρά επί ξηρού		34,6 %

Κείμενο Ελέγχου Ενδείξεων

Γνωμάτευση: Σειμείωση

Η Προϊσταμένη Του Τμήματος

Ο αναλυτής


ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΤΑΣΙΟΣ
Τεχνολόγος Τροφίμων
Προϊστάτης




ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ

Εικόνα 4.12

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΧΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ
ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΟΛΟΥ
ΤΜΗΜΑ Α'

Ταχ. Δ/ση : Δημητριάδος 172 Βόλος

Βόλος 13-9-2006

Ταχ. Κώδικας: 38221

Αρ. Πρωτ. Γ.Χ.Κ : 2642 / 033 / 000 / 1-9-2006

Πληροφορίες: Εμ. Τάσιος-Μ.Γεωργιάδου Αριθ. Δείγμ. Γ.Χ.Κ. :033 / 010 / 689 / 06

Τηλέφωνο : 2421039522

TELEFAX : 2421025086

ΕΚΘΕΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Αποστέλλουσα αρχή: Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας
Α7Α Πρωτ. Εισερχομένου – Ημερομηνία: Δ.Υ. 1/9/2006
Δειγματισασα αρχή: Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας
Είδος δείγματος: Σπόροι ελαιοκράμβης
Αρ. Πρωτ.Δειγματοληψίας – Ημερομηνία: 1 / 9 / 2006
Πρόσθετα στοιχεία δειγματοληψίας
Ονομασία δείγματος
Ημερομηνία παραλαβής: 5/9/2006
Ημερομηνία εξέτασης: Από 6/9/ 2006 έως 12 /9/2006
Συσκευασία: Πλαστική σακούλα δειγματοληψίας
Παρατηρήσεις σχετικά με τη κατάσταση
του δείγματος κατά τη παραλαβή: Προσκομίστηκε από τον ίδια Ποικιλία ΥΑ
δείγμα Νο 4

Ενδείξεις συσκευασίας:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΚΟΜΙΣΘΕΝΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

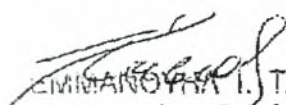
Είδος εξέτασης	Μέθοδοι	Αποτελέσματα
Υγρασία	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.1	7,4%
Λιπαρά κατά Soxlet	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.4	29,8 %
Λιπαρά επί ξηρού		32,2 %

Κείμενο Ελέγχου Ενδείξεων

Γνωμάτευση: Σειμείωση

Η Προϊσταμένη Του Τμήματος

Ο αναλυτής


ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΤΑΣΙΟΣ
Τεχνολόγος Τροφίμων
Υπάλληλος




ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ

Εικόνα 4.13

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΧΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ
ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΟΛΟΥ
ΤΜΗΜΑ Α'

Ταχ. Δ/ση : Δημητριάδος 172 Βόλος

Βόλος 13-9-2006

Ταχ. Κώδικας: 38221

Αρ. Πρωτ. Γ.Χ.Κ : 2642 / 033 / 000 /1-9-2006

Πληροφορίες: Εμ. Τάσιος-Μ.Γεωργιάδου Αριθ. Δείγμ. Γ.Χ.Κ. :033 / 010 / 689 / 06

Τηλέφωνο : 2421039522

TELEFAX : 2421025086

ΕΚΘΕΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Αποστέλλουσα αρχή:

Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας

Α7Α Πρωτ. Εισερχομένου – Ημερομηνία:

Δ.Υ. 1/9/2006

Δειγματισασα αρχή:

Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας

Είδος δείγματος:

Σπόροι ελαιοκράμβης

Αρ. Πρωτ.Δειγματοληψίας – Ημερομηνία:

1 / 9 / 2006

Πρόσθετα στοιχεία δειγματοληψίας

Ονομασία δείγματος

Ημερομηνία παραλαβής:

5/9/2006

Ημερομηνία εξέτασης:

Από 6/9/ 2006 έως 12 /9/2006

Συσκευασία:

Πλαστική σακούλα δειγματοληψίας

Παρατηρήσεις σχετικά με τη κατάσταση

του δείγματος κατά τη παραλαβή:

Προσκομίστηκε από τον ίδια Ποικιλία **ΥΛ**
δείγμα Νο 2

Ενδείξεις συσκευασίας:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΚΟΜΙΣΘΕΝΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

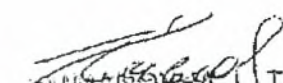
Είδος εξέτασης	Μέθοδοι	Αποτελέσματα
Υγρασία	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.1	5,05%
Λιπαρά κατά Soxlet	Κ.Τ. & Π.Μέρος Β'Γ.4	29,44 %
Λιπαρά επί ξηρού		31,0%

Κείμενο Ελέγχου Ενδείξεων

Γνωμάτευση: Σειμείωση

Η Προϊσταμένη Του Τμήματος

Ο αναλυτής


ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΤΑΣΙΟΣ
Τεχνολόγος Τροφίμων




ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ

Εικόνα 4.14

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΧΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ
ΧΗΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΟΛΟΥ
ΤΜΗΜΑ Α'

Ταχ. Δ/ση : Δημητριάδος 172 Βόλος

Βόλος 13-9-2006

Ταχ. Κώδικας: 38221

Αρ. Πρωτ. Γ.Χ.Κ. : 2642 / 033 / 000 / 1-9-2006

Πληροφορίες: Εμ. Τάσιος-Μ.Γεωργιάδου

Αριθ. Δείγμ. Γ.Χ.Κ. : 033 / 010 / 689 / 06

Τηλέφωνο : 2421039522

TELEFAX : 2421025086

ΕΚΘΕΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Αποστέλλουσα αρχή:

Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας

Α7Α Πρωτ. Εισερχομένου – Ημερομηνία:

Δ.Υ. 1/9/2006

Δειγματισσα αρχή:

Τμήμα Γεωπονίας Σ.Γ.Επ.Παν. Θεσσαλίας

Είδος δείγματος:

Σπόροι ελαιοκράμβης

Αρ. Πρωτ.Δειγματοληψίας – Ημερομηνία:

1 / 9 / 2006

Πρόσθετα στοιχεία δειγματοληψίας

Ονομασία δείγματος

Ημερομηνία παραλαβής:

5/9/2006

Ημερομηνία εξέτασης:

Από 6/9/ 2006 έως 12 /9/2006

Συσκευασία:

Πλαστική σακούλα δειγματοληψίας

Παρατηρήσεις σχετικά με τη κατάσταση

του δείγματος κατά τη παραλαβή:

Προσκομίστηκε από τον ίδια Ποικιλία **ΕΛ**
δείγμα Νο 3

Ενδείξεις συσκευασίας:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΚΟΜΙΣΘΕΝΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

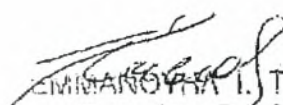
Είδος εξέτασης	Μέθοδοι	Αποτελέσματα
Υγρασία	Κ.Τ. &Π.Μέρος Β'Γ.1	5,3%
Λιπαρά κατά Soxlet	Κ.Τ. &Π.Μέρος Β'Γ.4	30,3 %
Λιπαρά επί ξηρού		32,0 %

Κείμενο Ελέγχου Ενδείξεων

Γνωμάτευση: Σειμείωση

Η Προϊσταμένη Του Τμήματος

Ο αναλυτής


ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ι. ΤΑΣΙΟΣ
Τεχνολόγος Τροφίμων
Βολού




ΤΑΣΙΟΥ

Εικόνα 4.15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της επίδρασης της υπόγειας και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης σε πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων :

1. Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου της ελαιοκράμβης το έτος 2006 βοήθησαν σε μέγιστο βαθμό την ομαλή ανάπτυξη της καλλιέργειας με αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλών τελικών αποδόσεων. Οι ευνοϊκές λοιπόν καιρικές συνθήκες που επικρατούν στον Ελλαδικό χώρο και ειδικότερα στην Κεντρική Ελλάδα συνηγορούν στο γεγονός ότι η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης είναι εφικτή στον ελλαδικό χώρο, παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα και ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο.
2. Ο σωστός προγραμματισμός των αρδεύσεων και οι συνεχείς μετρήσεις της υγρασίας σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου συνέβαλαν στο να επιτευχθούν εξαιρετικά υψηλές τιμές απόδοσης.
3. Η ποικιλία Ability υπερέχει σε απόδοση έναντι της ποικιλίας Licolly τόσο στην υπόγεια όσο και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση. Συγκεκριμένα η υπόγεια στάγδην άρδευση της ποικιλίας Ability έδωσε την μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και ακολουθεί η επιφανειακή στάγδην άρδευση της ίδιας ποικιλίας. Οι υψηλές τιμές απόδοσης της υπόγειας στάγδην άρδευσης της ποικιλίας Ability οφείλονται στην ιδιαιτερότητα της υπόγειας στάγδην άρδευσης, καθώς επιτρέπει τη διοχέτευση του αρδευτικού νερού στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών χωρίς απώλειες (επιφανειακή εξάτμιση), και βοηθά στην διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής. Οι μειωμένες αποδόσεις τόσο της υπόγειας όσο και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης της ποικιλίας Licolly οφείλονται στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη ποικιλία

παρουσίασε από την αρχή της καλλιεργητικής περιόδου μια ευαισθησία σε εντομολογικές προσβολές με αποτέλεσμα την μειωμένη παραγωγικότητα με τελικό αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση σε σπόρο.

4. Η ποικιλία Ability τόσο στην υπόγεια όσο και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση διατήρησε μεγαλύτερη τιμές όσον αφορά τον ΔΦΕ αλλά και το ύψος των φυτών σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, σε σχέση με την ποικιλία Licolly, χωρίς να παρουσιάζονται σημαντικές στατιστικές διαφορές με τελικό αποτέλεσμα τις υψηλές τιμές απόδοσης.

5. Οι τιμές της υγρασίας του εδάφους στην περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών (30-60) έδειξαν μια σαφή ποιοτική υπεροχή της υπόγεια στάγδην άρδευσης ιδιαίτερα της ποικιλίας Ability. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι τιμές της υγρασίας διατηρήθηκαν πλησίον της υδατοικανότητας πριν και μετά το πέρας της κάθε άρδευσης, με την ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω επιφανειακής εξάτμισης.

6. Με την εφαρμογή της υπόγεια στάγδην άρδευσης μπορεί να βελτιωθεί η αποδοτικότητα του νερού άρδευσης σε σύγκριση με την αντίστοιχη επιφανειακή στάγδην άρδευση για το ίδιο εύρος άρδευσης και για την ίδια ποσότητα χορηγούμενου νερού.

7. Τα αποτελέσματα από το Γενικό Χημείο του Κράτους έδειξαν ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την υγρασία του σπόρου και την περιεκτικότητά τους σε λιπαρά οξέα, γεγονός ενθαρρυντικό για την ασφαλή αποθήκευση του σπόρου για την καλή ποιότητα του και την αυξημένη απόδοση του σπόρου σε λάδι.

8. Οι αποδόσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης σε συνδυασμό με την υπόγεια άρδευση καθιστούν φανερό τη δυναμική της ελαιοκράμβης ως εναλλακτική καλλιέργεια για την παραγωγή ενέργειας, ενθαρρύνοντας έτσι την εισαγωγή της σε μελλοντικές αμειψισπορές, στα πλαίσια της νέας αειφορικής γεωργίας των χαμηλών εισροών, μπορεί να προσδώσει ένα επιπλέον στρατηγικό πλεονέκτημα στην οικοδόμηση μιας σύγχρονης και συνεχώς εξελισσόμενης Ελληνικής γεωργίας σε Ευρωπαϊκά πλαίσια.

9. Παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχουν στοιχεία οικονομικών αποτελεσμάτων της καλλιέργειας ελαιοκράμβης σε επίπεδο γεωργικών εκμεταλλεύσεων, πιστεύεται ότι η καλλιέργεια αυτή, στα πλαίσια ενός στρατηγικά και επιχειρησιακά στοχευόμενου συστήματος παραγωγής βιοκαυσίμων, που να υποστηρίζεται ανταποδοτικά από την Πολιτεία στο επίπεδο των βιομηχανιών, μπορεί να υποκαταστήσει, από την άποψη των γεωργικών εισοδημάτων, ορισμένες από τις καλλιέργειες της ελληνικής γεωργίας.

10. Με δεδομένο ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν αφορούν μια χρονιά παρατηρήσεων θεωρείται σκόπιμο το πείραμα να επαναληφθεί και τις επόμενες χρονιές, ώστε να αξιολογηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που προέκυψαν και αφορούν την πορεία ανάπτυξης των συγκεκριμένων ποικιλιών μετά την εφαρμογή των μεταχειρίσεων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξίου, Ι., Καλφούντζος, Δ., Κωστόπουλος, Σ., Βύγλας, Π. και Καμπέλη, Σ., (2003) Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης σελ 199-206.
- Allen, E.J. and Morgan, D.G. (1975). A quantitative comparison of the growth, development and yield of different varieties of oilseed rape. J. Agric. Sci. (Camb.) 85:159-174.
- Allen, E.J., Morgan, D.G. and Ridgman, W.J. (1971). A physiological analysis of the growth of oilseed rape. J. Agric. Sci., Camb. 77:339-341.
- Anonymous, 2004b. European Energy Crops InterNetwork: BioBase. www.eeci.net
- Anonymous, 2004a. Biodiesel. www.cyderlipid.org/glycer/biodiesel.htm#1.
- Αντωνόπουλος, Β., (1998). Χρησιμοποίηση νερού οριακής ποιότητας για άρδευση. Πρόγραμμα Αειφορικής Γεωργίας, Θεσσαλονίκη.
- BAFO (British Association for Bio Fuels and Oils), (2004). Biofuels Breakthrough. http://www.biodiesel.co.uk/biofuelw_breakthrough.htm
- Bailey, L.D. C.A. Grant, Research Scientists, Agriculture Canada, Brandon Research Station, Brandon Manitoba, Canada
- Berglund, D.E., McKay, K. (1998). Canola Production. North Dakota State University Extension Service. Publication # A-686. North Dakota Extension website. <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/crops/a686w.htm>
- Beayeh, H. And N. Alemayehu, 1987. Comparative performance of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) and Argentine rapeseed (*Brassica napus* L.) under improved and traditional farming practices. Proc. 7th int. Rapeseed Cong. Poznan, Poland: 214.

Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., Bowman, J. and Bland, B.F., (1998). Contamination of edible double-low oilseed rape crops via pollen transfer from high erucic acid cultivars, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, page 76,17-22.

Bouttier, C and Morgan, D.G. (1992). Development of oilseed rape buds, flowers and pods *in vitro*. *Journal of Experimental Botany* 43:1089-1096

Βουρδουμπάς, Γ., Ζωγραφάκης, Ν., και Δασενάκης, Δ., (2001). Δυνατότητες παραγωγής βιολογικών καυσίμων από φυτικά έλαια στην Κρήτη. Τεύχος 8/2001 σελ 54-59.

Βουρδουμπάς, Γ., (1996). Παραγωγή και χρήση των βιοελαίων.

Βύγλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου-μακραντωνάκη, Μ., (2003) Επίδραση του εδαφικού τύπου στην έμφραξη λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. 9⁰ Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης σελ 225-232.

Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ., (1997) Ειδική Γεωργία ΙΙ, Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, σελ 190.

Canada-Saskatchewan Irrigation Diversification Centre.2000a Crop management for sclerotinia control in canola. CSIDC publications.
<http://www.agr.ca/pfra/sidcpud./sclerot.htm>.

Canadian Food Inspection Agency. The biology of *Brassica napus*.

Canola Council of Canada. The Growers Manual. Canola-Connection website.
<http://www.canola-council.org/>

Chongo, G. and McVetty, P.B.E (2001). Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Can.J. Plant Sci.* 81:1-6.

Coleman, Barry, Northern Growers Canola Association, Personal Communication, August(2001).

- Conner, A.J., Glare, T.R., and Nap J.P.,** (2003). The release of genetically modified crops into the environment, Part 2. Over-view of ecological risk assessment, *The Plant Journal*, page 33,19-46.
- Crawley, M.J., Hails, R.S., Rees, M., Kohn, D., and Buxton J.,** (1993). Ecology of transgenic oilseed rape in natural habitats, *Nature* 363, 620-623.
- Crawley, M.J., Brown, S.L., Hails, R.S., Kohn ,D.D and Rees, M.,** (2001). Transgenic crops in natural habitats, *Nature*, page 409, 682-683.
- Davis, Jim B., et. al,** "Predicting Decreases in *Brassica napus* and *B. rapa*) Oil and Meal Quality Caused by Contamination by Brassicaceae Weed Seeds", *Weed Technology*, April 1999.
- Downey, R.K.,** (1999). Risk assessment of outcrossing of transgenic brassica, with focus on *B.rapa* and *B.napus*. Canderra, Australia, The Regional Institute Ltd.<<New Horizons for an old crop>>. Proceeding of the 10th International Rapeseed Congress.
- Eccleston, V.S., and Ohlrogge, J.B.,** (1998). Expression of lauroyl-acid carrier protein thioesterase in *Brassica napus* seeds induces pathways and implies a set point for triacylglycerol accumulation, *Plant Cell*, page 10,613-622.
- Eisikowitch, D.** 1981. Some aspects of pollination of oil seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. (Camb.)* 96:321-326.
- Evans, E.J.** 1984. Pre-anthesis growth and its influence on seed yield in winter oilseed rape. *Aspects of Applied Biology* 6:81-90.
- Fereres, E., J.M. Fernandez-Martinez; I. Minguéz and J. Dominguez,** (1983). Productivity of *Brassica* and *B. carinata* in relation of rapeseed, *B.napus*. Proc. 6th Int. Rapeseed Con. Paris. pp 293-298.

- Finlayson, A.J., Krzymanski, J., and Downey, R.K.** (1973). Comparison of chemical and agronomic characteristics of two *Brassica napus* cultivars, Bronowski and Target. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 50(10):407–410.
- Franzen D.W.** Fertilizing mustard and canola. Fargo: North Dakota State Univ. Ext. Serv, 1997 SF-1122..
- Glogoza, P.A.** (1999). North Dakota Field Crop Insect Management Guide 1999. <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/pests/e1143w1.htm>
- Grant C.A., Bailey L.D.** Fertility management in canola production. *Can. J. Plant Sci.* 1993;73:651-670
- Gushiken, E.,** (1993). Effluent Disposal Through Subsurface Drip Irrigation Systems. Hawaii Water Pollution Control Ass. Proceedings OF the 15th Annual Conf. Honolulu, Hawaii.
- Hocking P.J., Randall P.J., DeMarco D.** The response of dryland canola to nitrogen fertilizer: Partitioning and mobilization of dry matter and nitrogen, and nitrogen effects on yield components. *Field Crops Res.* 1997;54:201-220.
- Holmes, M. R. J., and Ainsley, A. M.** (1978). Seedbed fertilizer requirements of winter oilseed rape. *J. Sci. Food and Agric.* 29:657-666.
- Hutmacher, R.B., C.J. Phene, R.M. Mead, D.Clark, P. Shouse, S.S. Vail, R.Swain, M. van Genuchten, T. Donovan, and J. Jobes,** (1992). Subsurface drip irrigation of alfalfa in the Imperial Valley. *Proc. 22th California/Arizona Alfalfa Symposium* 22:20-32, University of California and University of Arizona Cooperative Extension, Holtville, CA, December, 9-10.
- Johannson, T.B.J., Kelly, H., Reddy, A.K.N. and Williams, R.H.,** (1993). Renewable fuels and electricity of a growing world economy. In: Johannson
- Johnson, B., et. al,** (2000) "Herbicide-Tolerant and Conventional Production Canola Systems Comparison", North Dakota Weed Control Research.

- Καλλέργης, Γ.**, (1985). Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. Έκδοση Τ.Ε.Ε., Αθήνα, Β(17): 1-29.
- Kerlan, M.C., A.M. Chèvre, and F. Eber.** (1993). Interspecific hybrids between a transgenic rapeseed (*Brassica napus*) and related species: Cytogenetical characterization and detection of the transgene. *Genome* 36:1099–1106.
- Κωστόπουλος, Σ., Σπανός, Α. και Χατζηκωνσταντίνου, Β.**, (1996) Αποτελεσματικότητα των συστημάτων άρδευσης με σταγόνες σε περιοχές του Ν.Λάρισας. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα <<Εγγειοβελτιωτικά έργα- Διαχείριση Υδατικών Πόρων – Εκμηχάνιση Γεωργίας>>. σελ 286-297.
- Μαδρίκης Μ. & Ναμάτοβ Ε. (ΚΑΠΕ).** (1999).Ενεργειακές Καλλιέργειες. Τεύχος 6/1999.
- Machado, M.A. Rui, Maria do Rosario, Oliveira, G. and Portas, C.A.M.** (2003) Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. *Plant and Soil*. 255(1), pp 333-341
- Mixon, J., Dack, J., Kraucunas, I., and Feng, J.**, (2003). The Case for Biodiesel, Submitted for ENVIRON 550. <http://www.chinaeol.net/bellreen/ppt/biodiesel%20FINAL%20report.pdf>.
- Mendham, N.J. and Salisbury, P.A.** (1995). Physiology - crop development, growth and yield. In: Kimber, D.S. and McGregor, D.I. (eds) Production and Utilization of *Brassica* Oilseeds. CAB International, Oxford. Pp:11-65.
- Menham, N.J., Shipway, P.A. and Scott, R.K.** (1981). The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci., Camb.* 96:417-428.

MoonTae, S., and Copeland, L.O., (1995). Effect of planting date on freezing tolerance and winter survival of canola (*Brassica napus* L.). Kor. J. Crop Sci. 40:150-156.

Morrison, M.J. Stewart, D.W. and McVetty, P.B.E. (1992). Maximum area, expansion rate and duration of summer rape leaves. Can. J. Plant Sci. 72:117-126.

Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ. (2000). Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα

Μιχελάκης, Ν. (1998). Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε., σελ.319

Namatou, E., Nikolaou, A., Lychnaras, V., and Panoutsou, C. (2004). Vegetable oil crops as a potential source for Biodiesel production in Greece,

National Agricultural Statistics Service (NASS) (2000). Acreage. Agr. Stat. Board, NASS, USDA. Jun. 2000. p. 33.

National Agricultural Statistics Service (NASS) (2001). Acreage. Agr. Stat. Board, NASS, USDA. Jun. 2001. p. 17.

National Centre for Agri-Food Research in Medicine. Canola Oil Review

<< **New Horizons for an old crop**>>, Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia (1999).

North Dakota Pesticide Impact Assessment Program. Canola National Report. North Dakota PIAP Regional Research Reports and Publications website. <http://www.ndsu.nodak.edu/ndpiap/RegResRepPub.htm>

Northern Canola Growers Association 4007 State Street, Bismarck, ND 58503
Tele: 701-223-4124 Web address: <http://www.northerncanola.com/>

OKANOLA Program, Department of Plant and Soil Sciences, Oklahoma State University

- Oron, G., DeMalach, Y., Gillerman, L., David, I. And Rao, P.V. (1999). Improved saline-water use under subsurface drip irrigation. Agriculture Water management. 39(1),pp 19-33.
- Οδηγία 2003/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8^{ης} Μαΐου 2003
- Πανέρας, Ε.Α., (1996). Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων, University Studio Press,Θεσσαλονίκη, σελ 386.
- Panoutsou, C., Djouras, N, and Kavanakis, G., (1998). Brassica carinata: The outset of a new crop for biomass and industrial non-food oil. First year Report. CRES.
- Παπαδόπετρου, Δ., και Αμπατζόγλου, Κ. Πειράματα ελαιούχων φυτών, Ινστιτούτο Βάμβακος-Σίνδος.
- Pechan, P.A., and Morgan, D.G. (1985). Defoliation and its effects on pod and seed development in oil seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Experimental Botany 36:458-468.
- Peckham, J., (2001). Diesel Fuel News:Biodiesel More Mutagenic Than Swedish Class 1: Study- renewable fuels found more toxic- Brief Article. http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_5/ai_71836370
- Peterson, C. L.; Reece, D. L.; Thompson, J. C.; Beck, S. M.; Chase,C. (1996). Biomass Bioenergy 10, 331.
- Phene, J. C. (1999). Subsurface drip irrigation. Part I: Why and How? Irrigation Journal. April(01).

- Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.S., Meek, D.W, and Re, J.V.,** (1983). Management of subsurface trickle irrigation systems. ASAEpaper No 83-2598.
- Phene, C.J. et al.,** (1986). Fertilization of high yielding subsurface trickle irrigated tomatoes. Proceedings of the 34th Fertilizer Conf. California Fertilizer Ass. Fresno California. Pp. 33-34.
- Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Ayars, J.E., Davis, K.R., Mead, R.M., and Schoneman, R.A.,** (1992). Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation. International summer meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 9222090. St. Joseph Michigan.
- Popove G.B.** (1994). Effects of nitrogen, phosphorus and sulfur on the yield, growth and quality of canola (*Brassica napus* L.). Bozeman: Montana State Univ, M.S. thesis.
- Pouzet, A.** (1995). Agronomy. Pages 65-92 in: Brassica Oilseeds: Production and Utilization. D. S. Kimber and D. I. McGregor, eds. CAB International, Oxon, UK.
- Rapacz, M., and Markowski, A.** 1999. Winter hardiness, frost resistance and vernalization requirement of European winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *oleifera*) cultivars within the last 20 years. J. Agron. & Crop Sci. 183:243-253.
- Raymer P.L.,** (2002). Canola: An Emerging Oilseed Crop. Trends in new crops and new issues, J. Janick and A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria VA., pp.
- Raymer, P.L., D.L. Auld, and K.A. Mahler.** (1990). Agronomy of canola in the United States. p. 25–35. In: F. Shahidi (ed.), Canola and rapeseed: Production, chemistry, nutrition, and processing technology. Van Nostrand Rhienhhold, New York.

Raybould AF, Gray AJ (1993) Genetically modified crops and hybridization with wild relatives: a UK perspective. *J Appl Ecol* 30: 199-219.

Rieger, M.A., C. Preston, and S.B. Powles. (1999). Risks of gene flow from transgenic herbicide-resistant canola (*Brassica napus*) to weedy relatives in southern Australian cropping systems. *Aust. J. Agric. Res.* 50:115–128.

Rieger, M.A., M. Lamond, C. Presong, S.B. Powles, and R. Roush.(2002). Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields. *Science* 296:2386–2388.

Rose SP, Bell JM (1982) Reproduction of mice fed low erucic acid rapeseed oil contaminated with weed seed oils. *Can J Anim Sci* 62: 617-624.

ROVERO, M., (1997). Rapeseed ,a new oilseed crop from the United State.New crop resource on line program. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceeding.1993/V2-302>

Sakellariou-Makrantonaki, M., Danalatos, N., Dassios, S., and Chatzinikos, A., (2001).The effect of different irrigation methods on growth and productivity of Fiber Sorgum in Central Greece. For XXXIAHR Congress, Thessaloniki.

Sakellariou-Makrantonaki, M., Danalatos, N., Dassios, S., and Chatzinikos, A., (2003).The effect of different irrigation methods on growth and productivity of Fiber Sorgum in Central Greece.Proceedings of XXX Congress of IAHR (International Association of Hydraulic Engineering and Research),August 24-29, Thessaloniki, Theme B, pp.777-784

Sakellariou-Makrantonaki, M., Tentas, I., Koliou, A., Kalfountzos, D., Vyrlas, P., (2003). Irrigation of ornamental shrubs with treated municipal wastewater. Proceedings of 8th International Conference on Environmental Sci. and Tech. (CEST), September 8-11, Lemnos, Greece, Vol. B,PP. 707-714.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (1993). Άρδευση με σταγόνα. Άρδευση με αυλάκια. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τζιμόπουλος, Χ. και Καλφούντζος, Δ. (1997). Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR και στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων. Πρακτικά 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Υ.Υ. Πάτρα, σελ. 184-192

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Πανώρας, Α., Μαυρουδής, Ι., Μανούδης, Ν., και Πογιαρίδης, Θ., (1996). Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και βροχόπτωσης στο Ν. Λάρισα. Πρακτικά 2^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου με θέμα <<Εγγειοβελτιωτικά έργα- Διαχείριση Υδατικών Πόρων- Εκμηχάνιση Γεωργίας>>. σελ 155-173.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην κεντρική Ελλάδα. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ 183-190.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τέντας, Ι., Κολιού, Α., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2003). Άρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα. Πρακτικά 3^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 29-31 Μαΐου, Θεσσαλονίκη, σελ 265-272.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Βαρδούλη, Β., Βύρλας, Π., Α. και Παπανίκος, Ν. (2004). Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση πρασίνου. Πρακτικά 1^ο Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7-9 Μαΐου, Ορεστιάδα.

Salisbury PA., (1991) Genetic variability in Australian wild crucifers and its potential utilisation in oilseed *Brassica* species. PhD thesis. La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia

Salisbury PA ., Gene flow between *Brassica napus* and other *Brassicaceae* species. PAS0201, 1-45. 2002a. Unpublished, Institute of Land and Food Resources,

University of Melbourne.

Salisbury PA., Pollen movement in canola (*Brassica napus*) and outcrossing between *B. napus* crops. PAS0202, 1-22. 2002b. Unpublished, Institute of Land and Food Resources, University of Melbourne.

Salisbury PA ., Survival of canola (*Brassica napus*) seed and management of canola volunteers. PAS0203, 1-21. 2002c. Unpublished, Institute of Land and Food Resources, University of Melbourne.

Salisbury PA, Wratten, N., (1997) Potential for gene transfer from transgenic canola (*Brassica napus*) to related crucifer species under Australian conditions. In GDMcLean, PM Waterhouse, G Evans, MJ Gibbs, eds Commercialisation of transgenic crops: risk, benefit and trade considerations. Department of Primary Industries and Energy, Canberra, pp 95-113

Scott S.E. and M.J. Wilkinson. (1998). Transgene risk is low. *Nature* 393:320.

Scott, R.K., Ogunremi, E.A., Ivins, J.D., and Mendham, N.J. (1973). The effect of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agr. Sci. Camb.* 81:277–285.

Senior I.J., and Dale P.J., (2002). Herbicide-tolerant crops in agriculture: oilseed rape as a case study, *Plant breeding*, page:121, 97-107.

Shani, U., Xue, S., Gordin-Katz, R. and Warrick, W.A. (1996). Soil-limiting flow from subsurface emitters. I. Pressure Measurements. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 122(5), pp 517-523

Smith, L.J. and Scarisbrick, D.H. (1990). Reproductive development in oilseed rape (*Brassica napus* cv. Bienvenu) *Annals of Botany* 65:205-212.

Smith. R., (2002). Drip irrigation helps conserve water. *Southwest Farm PRESS*, Oct 17, 2002.

- Solomon, K.**, (1993). Subsurface drip irrigation: Product selection and performance. In: subsurface Drip Irrigation Theory, Practices and Application, Jorgansen, G.S. and K.N. Norum(Eds). CATI Publication No 921001.
- Solomon, H. K. and Jorgensen, G.** (1993). Subsurface drip Irrigation. Research Report , Center for Irrigation Technology, CATI Publication #930405
- Sovero, M.** 1993. Rapeseed, a new oilseed crop for the United States. p. 302–307. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York
- Subhra Chakravarty and Lalita B.**, (1994). Water economy through drip irrigation. 20th W.E.D.C. Conference:Colombo, Sri Lanka, Singh, India
- Thomas G, Frick BL, Hall LM** (1998). Alberta weed survey of cereal and oilseed crops in1997. 283pp. Saskatoon, SK: Agriculture and Agri-Food Canada Weed Survey. Series Publ. 98-2.
- Thomas P .** Outcrossing between canola varieties. A volunteer canola control issue. Alberta Agriculture Food and Rural Development , 1-3. 2000.
- Thompson CE, Squire G, Mackay GR, Bradshaw JE, Crawford J, Ramsay G** .(1999).Regional patterns of gene flow and its consequences for GM oilseed rape. Lutman, P. J. W.
- Timmons AM, O'Brien ET, Charters YM, Dubbels SJ, Wilkinson MJ** (1995). Assessing the risks of wind pollination from fields of *Brassica napus* ssp. *oleifera*. Euphytica 85: 417-423
- Tayo, T.O. and Morgan, D.G.** (1975). Quantitative analysis of the growth, development and distribution of flowers and pods in oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 85:103-110.
- Tayo, T.O. and Morgan, D.G.** (1979). Factors affecting flower and pod development in oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 92:363-373.

Trooien P.T., Lamm, R.F., Stone, R.L., Alam, M., Rogers, H.D., Clark, A.G. and Shclegel, J.A. (1999). Testihg subsurface drip irrigation laterals with lagoon wastewater. Presented to the Irrigation Association International Irrigation Show, Orlando, Florida, USA, 7-9 November.

Τερζίδης, Α.Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ.Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ 227.

Venendaal, R., Jorgensen, U., Foster, C.A., European Energy Crops: A synthesis, 1997.

Warwick, S.I. (1993) Guide to the Wild Germplasm of *Brassica* and Allied Crops. Part IV: Wild Species in the Tribe Brassiceae (Cruciferae) as Sources of Agronomic Traits. Technical Bulletin 1993 – 17E, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada

Weiss, E.A., Oilseed crops, Longman London and New York. 1983

Williams IH, Martin AP, White RP (1986). The pollination requirements of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science 106: 27-30

Yates, D.J. and Steven, M.D. (1987). Reflexion and absorption of solar radiation by flowering canopies of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 109:495-502

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

- **24/03/2006** : Δειγματοληψία εδάφους.
- **30/03/2006** : Βασική λίπανση-Ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου (trifluran), συνιστώμενη δόση για βαρέα εδάφη.
- **31/03/2006** : Προετοιμασία του αγρού για σπορά με μηχανήματα προετοιμασίας του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
- **06/04/2006** : Σπορά της ελαιοκράμβης.
- **26/04/2006** : Εμφάνιση των πρώτων φυτών (περίπου 25%).
- **27/04/2006** : Άρδευση φυτρώματος με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτήρα (κανόνι). Δόση άρδευσης: 15 m³/στρμ.
- **01/05/2006** : 1^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Έχει φυτρώσει περίπου το 60% των φυτών. Εμφάνιση (περίπου 10%) του λεπιδόπτερου *Pieris Brassicae* (στάδιο larva).
- **03/05/2006** : Επανασπορά της ελαιοκράμβης (περίπου 15% επί της συνολικής καλλιέργειας).
- **04/05/2006** : 1^{ος} προληπτικός ψεκασμός για την αντιμετώπιση του *Pieris Brassicae* με το διασυστηματικό εντομοκτόνο dimethoate (συνιστώμενη δόση).
- **09/05/2006** : Άρδευση με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτήρα (κανόνι). Δόση άρδευσης: 15 m³/στρμ.
- **11/05/2006** : Βοτάνισμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών έχουν ύψος περίπου 5-7 cm.

- **16/05/2006** : 2^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Χάραξη- οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχιδίων. Τοποθέτηση των σταλακτηφόρων αγωγών του συστήματος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης.
- **18/05/2006** : Άρδευση με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτήρα (κανόνι). Δόση άρδευσης:15 m³/στρμ.
- **20/05/2006** : 1^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβοδομέτρησης LI-COR.
- **25/05/2006** : Η καλλιέργεια έχει γεμίσει με μπουμπούκια. Έντονη η παρουσία του εντόμου *Pieris Brassicae*.
- **26/05/2006** : 2^{ος} προληπτικός ψεκασμός για την αντιμετώπιση του *Pieris Brassicae* με το εντομοκτόνο dimethoate.
- **30/05/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **03/06/2006** : 2^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβοδομέτρησης LI-COR.
- **06/06/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **10/06/2006** : 3^{ος} προληπτικός ψεκασμός για την αντιμετώπιση του *Pieris Brassicae* με το εντομοκτόνο dimethoate.
- **12/06/2006** : 3^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Βοτάνισμα.
- **14/06/2006** : Πλήρη ανθοφορία των φυτών σε όλα τα πειραματικά τεμάχια.
- **16/06/2007** : Προσθήκη αζώτου (υδρολίπανση).

- **17/06/2006** : 3^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR. Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν από την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **18/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **20/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **21/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **22/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Βοτάνισμα. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **23/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **24/06/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **26/06/2006** : 4^η μέτρηση του ύψους των φυτών.
- **27/06/2006** : Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **28/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **29/06/2006** : μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

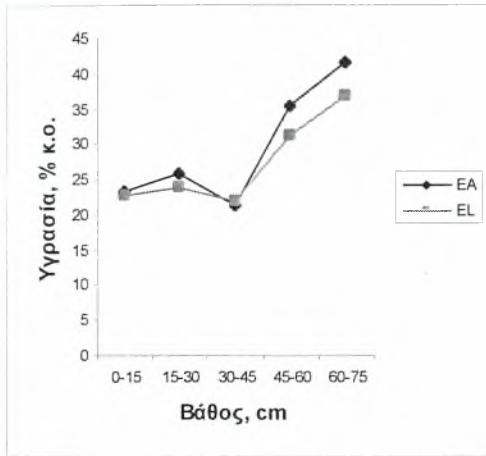
- **30/06/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **01/07/2006** : 4^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR. Μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **02/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **06/07/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **08/07/2006** : Μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν από την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **09/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **10/07/2006** : 5^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Έχουν σχηματιστεί οι λοβοί σε όλα τα πειραματικά τεμάχια (περίπου 80% συνολικά με όλη την καλλιέργεια).
- **11/07/2006** : Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **12/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **13/07/2006** Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **15/07/2006** : 5^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR. Μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

- **16/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **18/07/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **20/07/2006** : Μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **21/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **22/07/2006** : Μέτρηση της υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **23/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **24/07/2006** : 6^η μέτρηση του ύψους των φυτών.
- **25/07/2006** : Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **26/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **27/07/2006** : Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **28/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **29/07/2006** : 6^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR. Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας

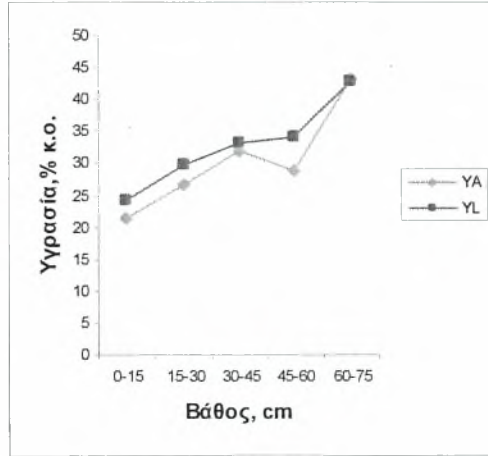
με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση.Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

- **30/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **01/08/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **03/08/2006** : Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **04/07/2006** : Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά από την άρδευση.
- **05/08/2006** : Οι σπόροι έχουν ωριμάσει, οι βραχίονες και οι λοβοί έχουν κιτρινίσει (70% της καλλιέργειας).
- **08/08/2006** : Αφαίρεση από τον πειραματικό αγρό των σταλακτηφόρων αγωγών και των υδρομετρητών από όλα τα πειραματικά τεμάχια.
- **12/08/2006** : 7^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **20/08/2006** : Τα περισσότερα φυτά με τους λοβούς (90%) έχουν ξηραθεί πλήρως.
- **25/08/2006** : Αλωνισμός της καλλιέργειας με ειδικό μηχάνημα για πειραματικά τεμάχια. Τοποθέτηση του σπόρου σε κλειστό χώρο.

**ΣΧΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΩΝ 13
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

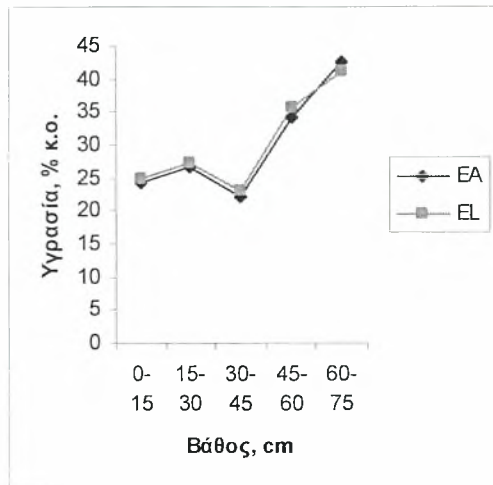


(α)

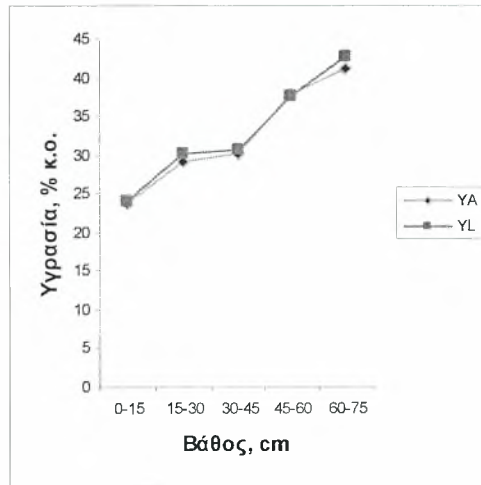


(β)

Πριν την άρδευση (20/06/2006)



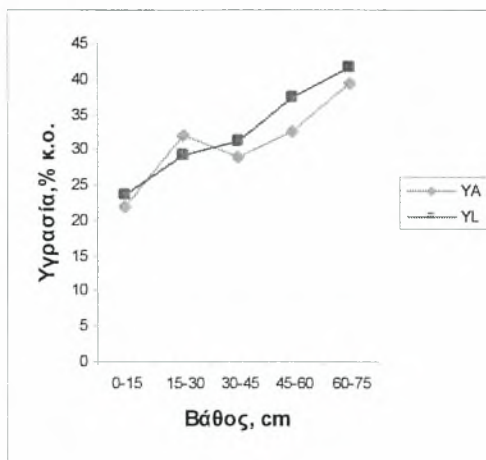
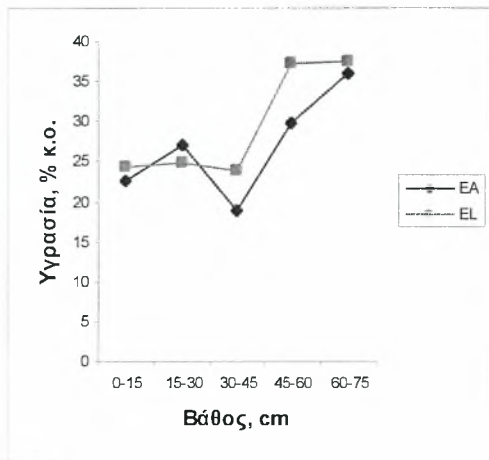
(γ)



(δ)

Μετά την άρδευση (21/06/2006)

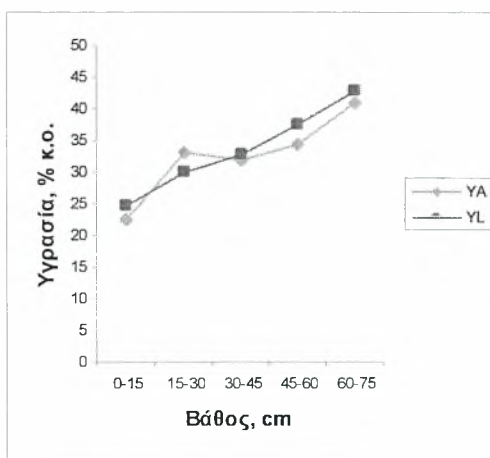
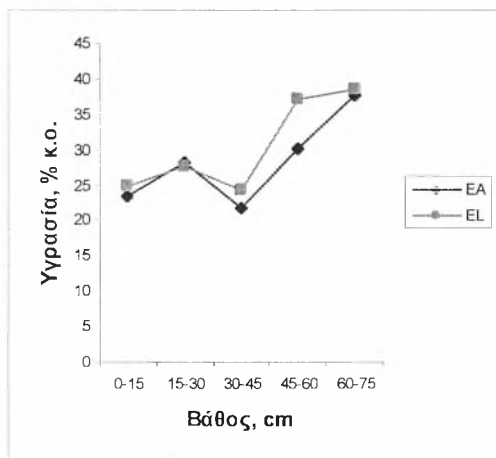
Εικόνα 1α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 2^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.



(α)

(β)

Πριν την άρδευση (22/06/2006).

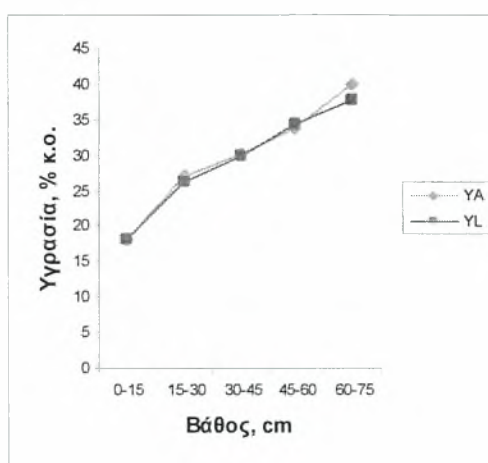
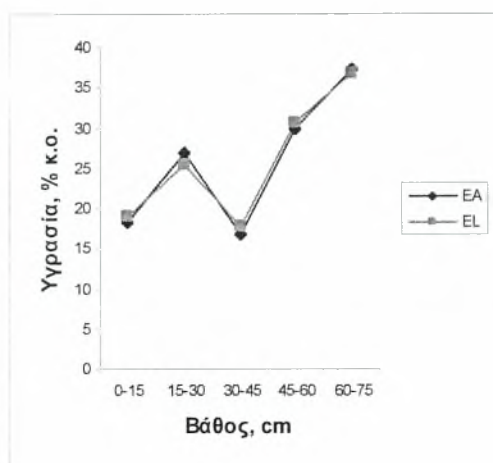


(γ)

(δ)

Μετά την άρδευση (23/06/2006).

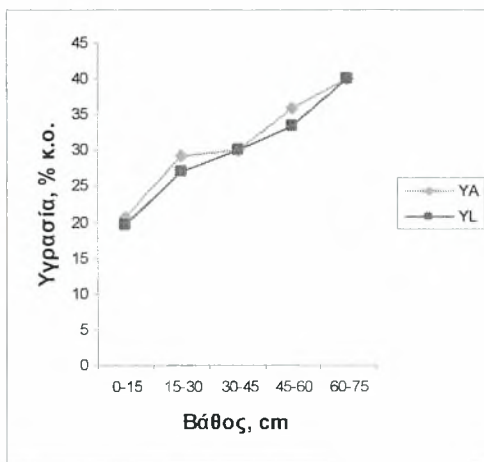
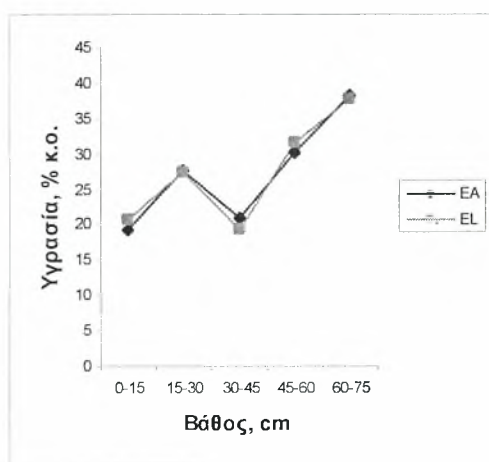
Εικόνα 2α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 3^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.



(α)

(β)

Πριν την άρδευση (27/06/2006).

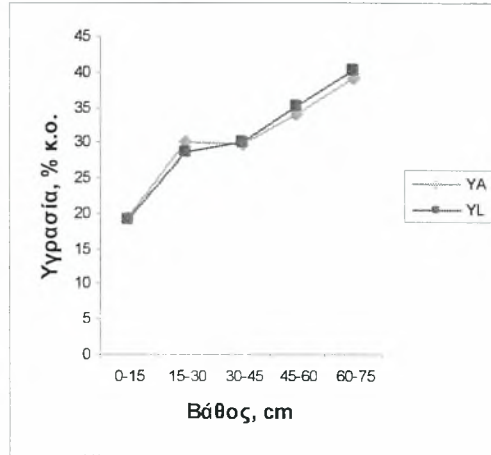
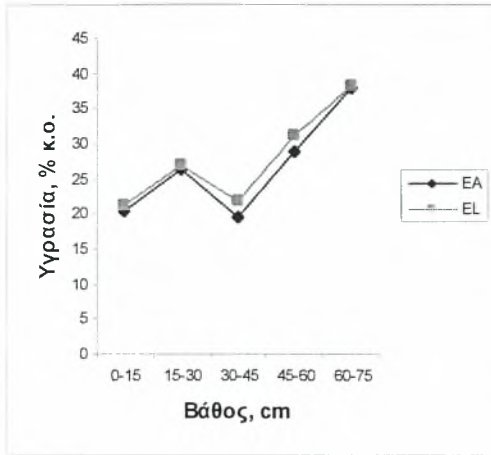


(γ)

(δ)

Μετά την άρδευση (23/06/2006).

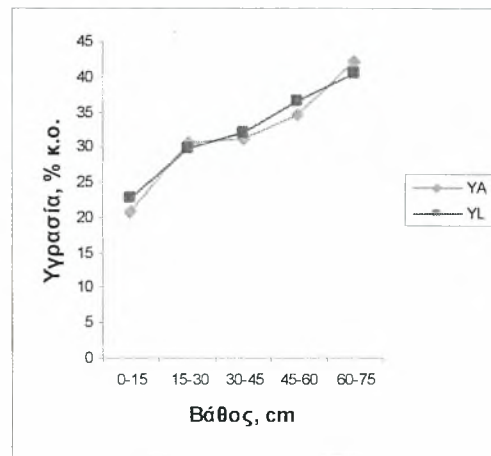
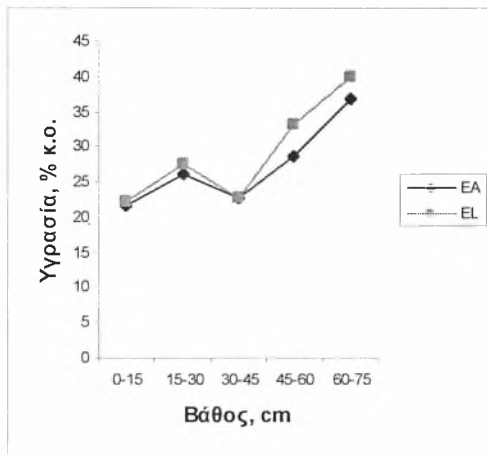
Εικόνα 3α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 4^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.



(α)

(β)

Πριν την άρδευση (29/06/2006).

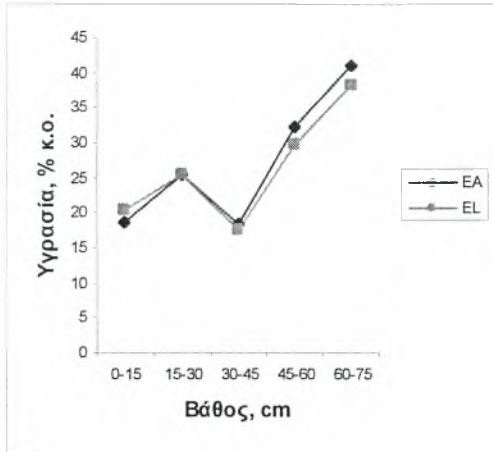


(γ)

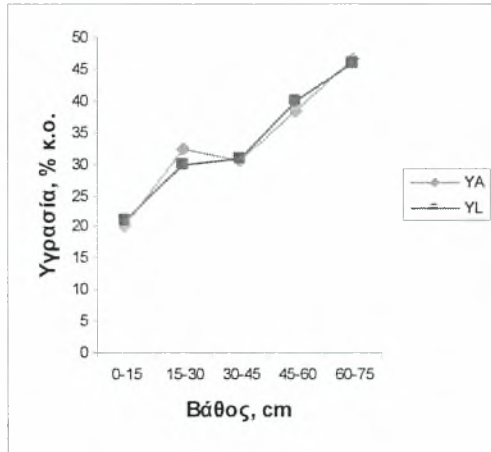
(δ)

Μετά την άρδευση (30/06/2006).

Εικόνα 4α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 5^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

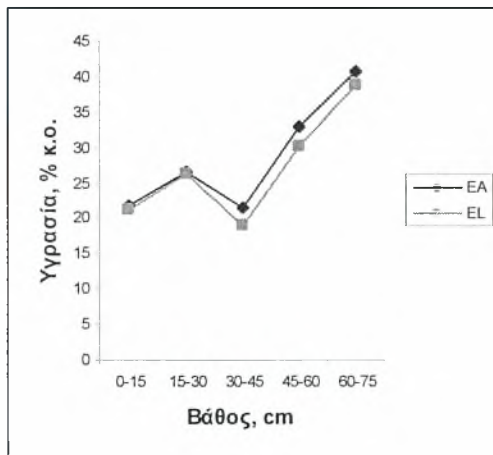


(α)

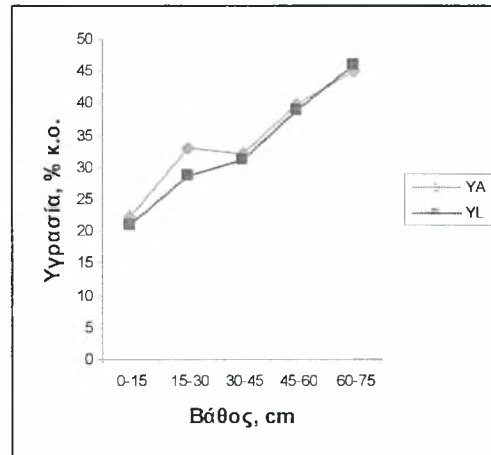


(β)

Πριν την άρδευση (01/07/2006).



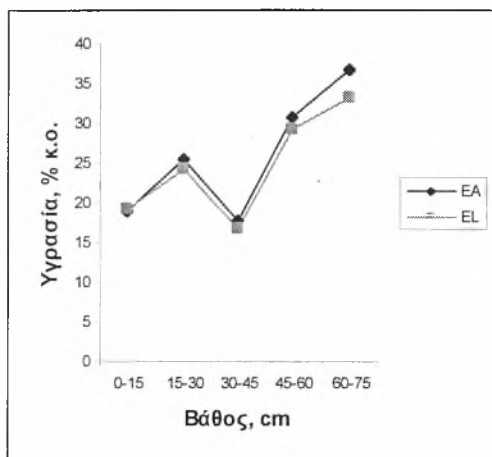
(γ)



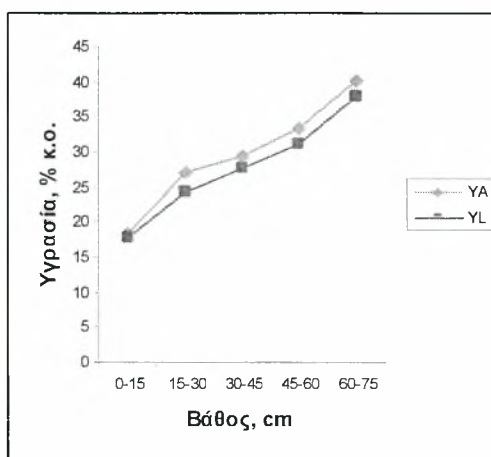
(δ)

Μετά την άρδευση (02/07/2006).

Εικόνα 5α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 6^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

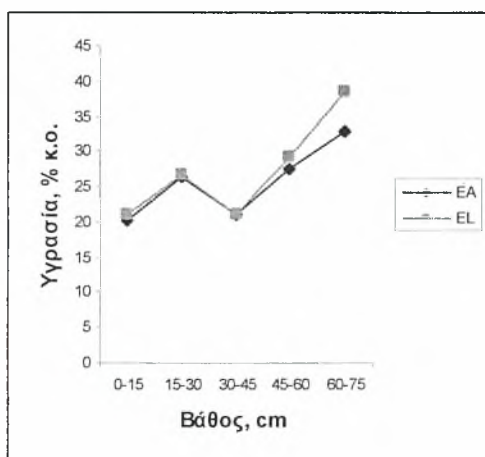


(α)

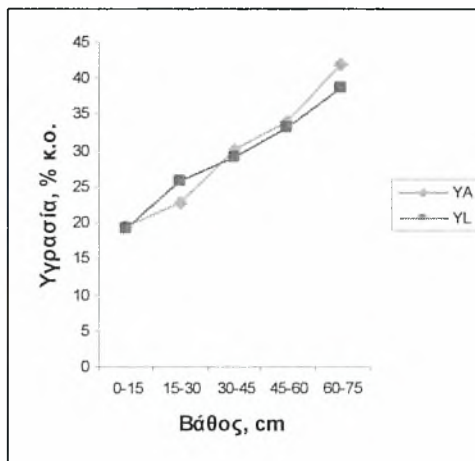


(β)

Πριν την άρδευση (08/07/2006).



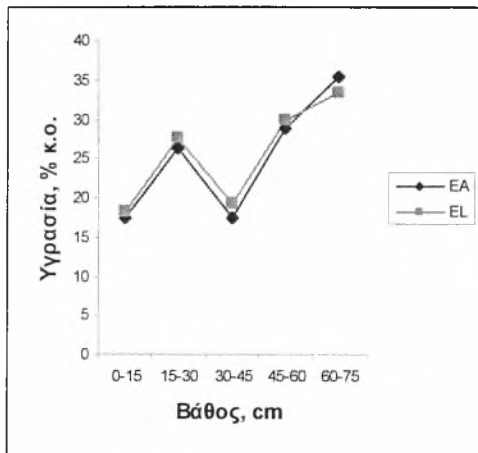
(γ)



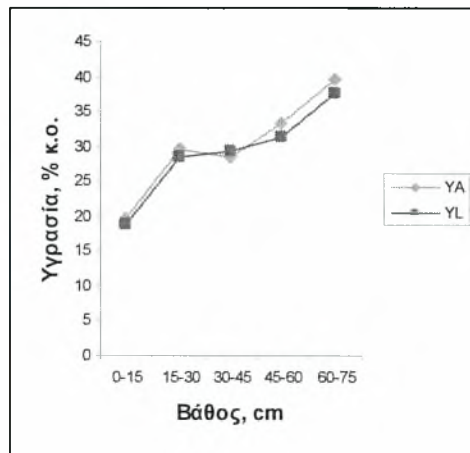
(δ)

Μετά την άρδευση (09/07/2006).

Εικόνα 6α, β, γ, δ Διακόμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 7^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

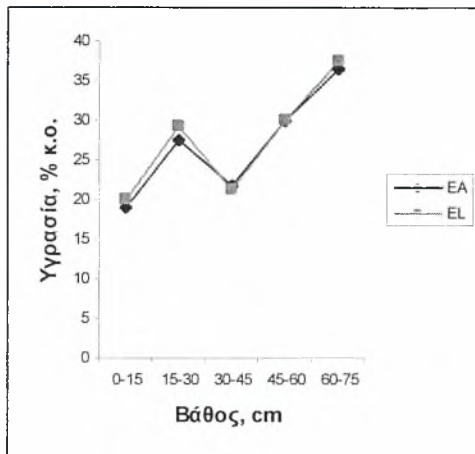


(α)

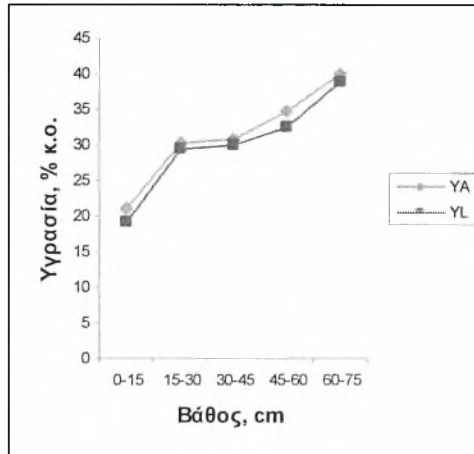


(β)

Πριν την άρδευση (11/07/2006).



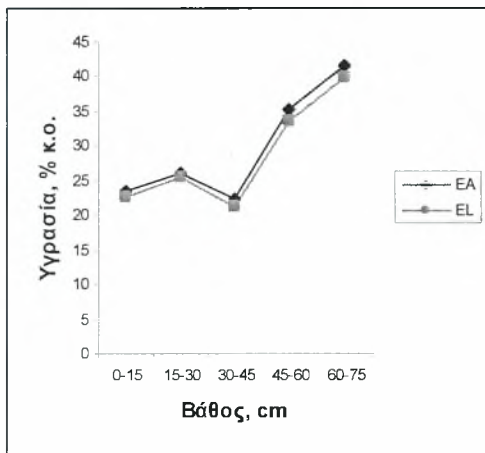
(γ)



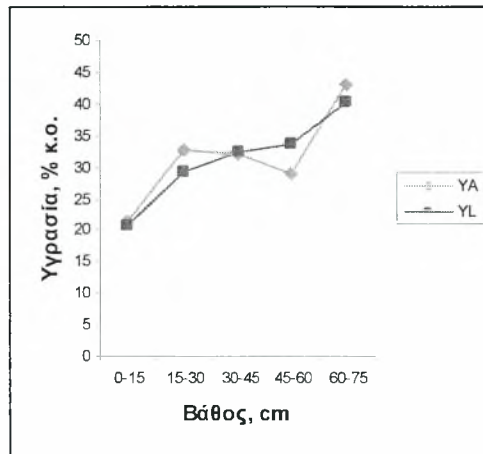
(δ)

Μετά την άρδευση (12/07/2006).

Εικόνα 7α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 8^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

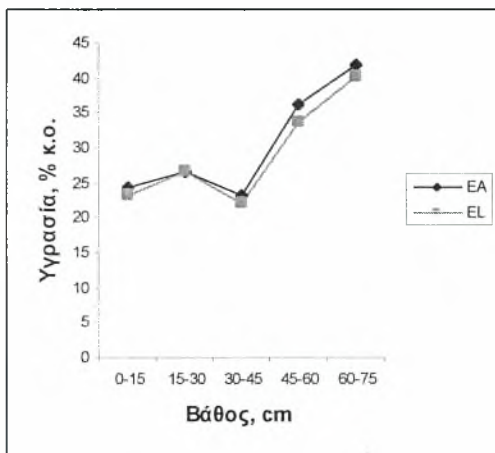


(α)

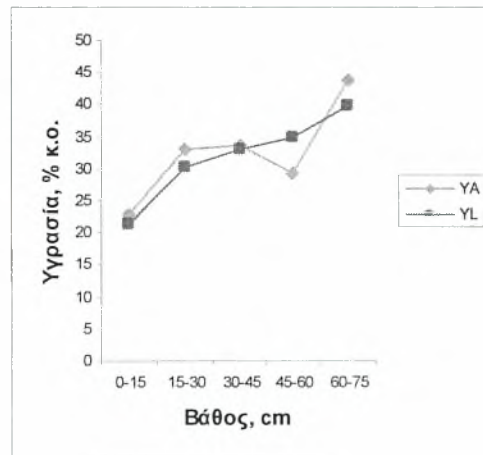


(β)

Πριν την άρδευση (15/07/2006).



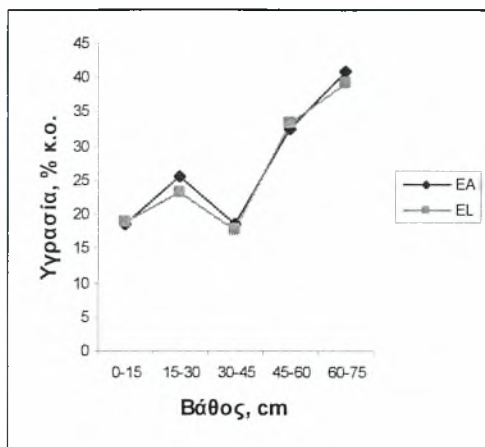
(γ)



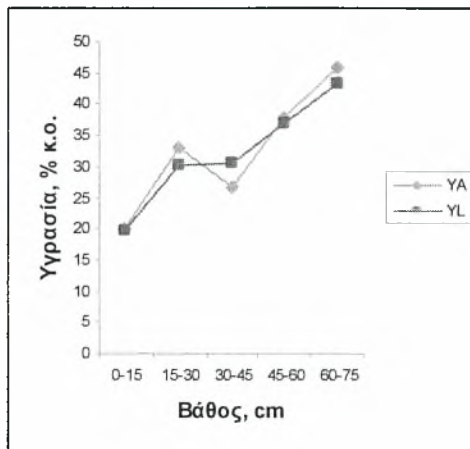
(δ)

Μετά την άρδευση (16/07/2006).

Εικόνα 8α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 9^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

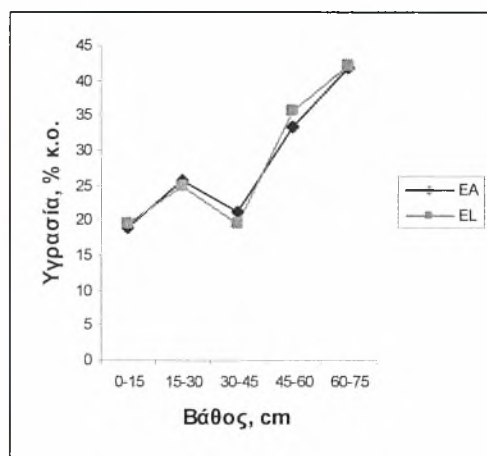


(α)

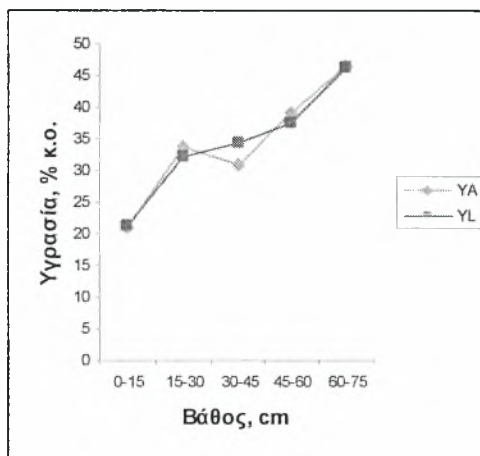


(β)

Πριν την άρδευση (20/07/2006).



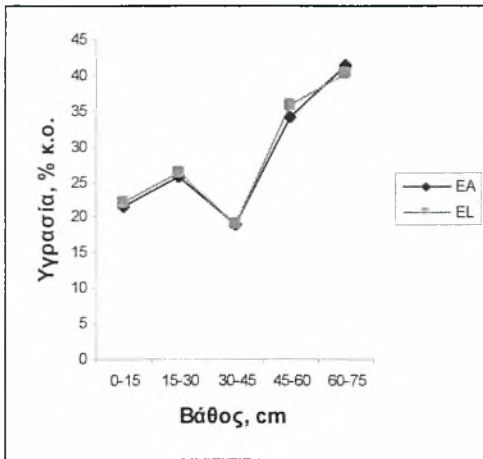
(γ)



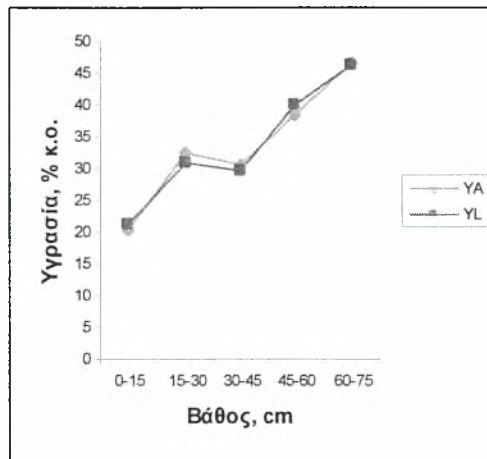
(δ)

Μετά την άρδευση (21/07/2006).

Εικόνα 9α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 10^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

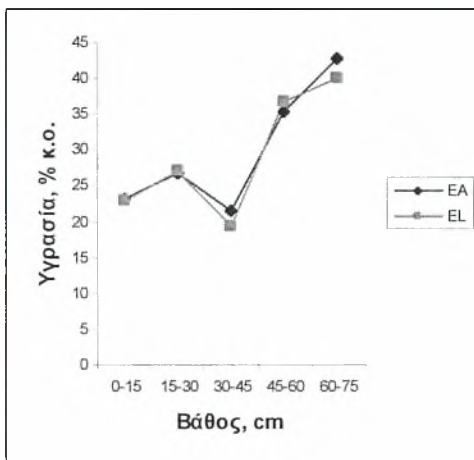


(α)

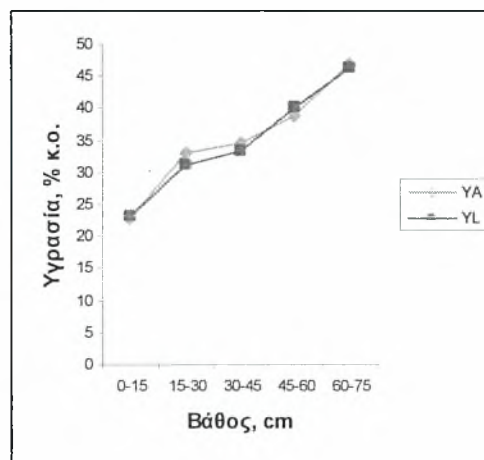


(β)

Πριν την άρδευση (22/07/2006).



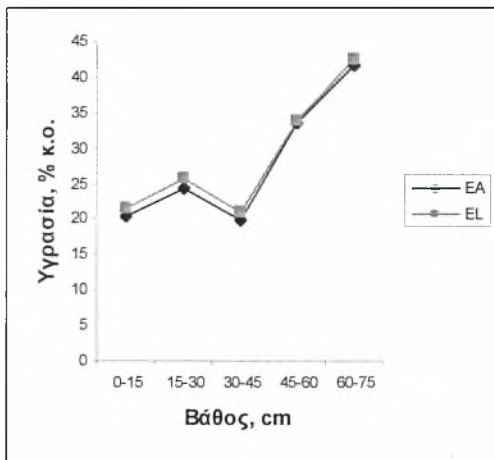
(α)



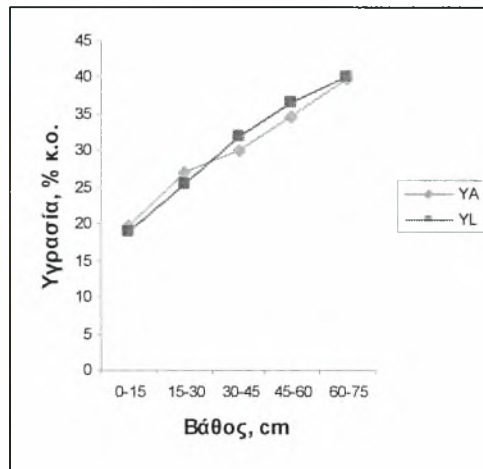
(β)

Μετά την άρδευση (23/07/2006).

Εικόνα 10α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 11^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

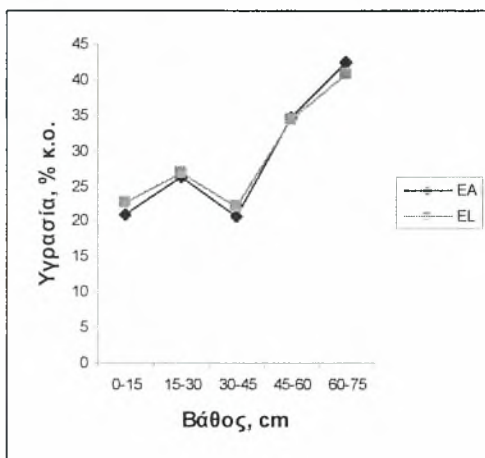


(α)

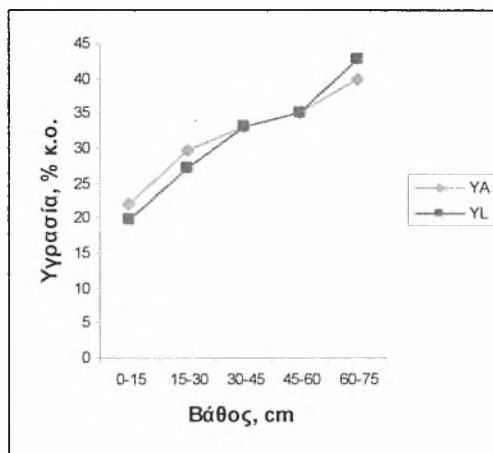


(β)

Πριν την άρδευση (25/07/2006).



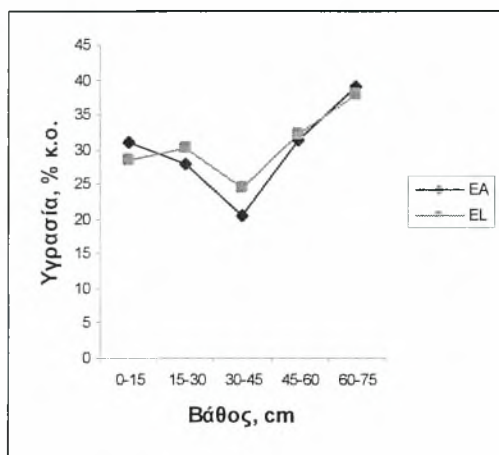
(γ)



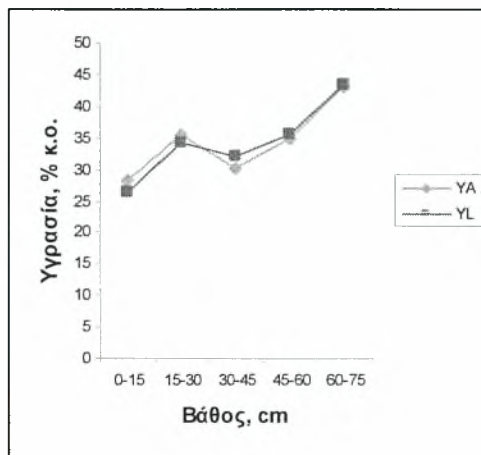
(δ)

Μετά την άρδευση (26/07/2006).

Εικόνα 11α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 12^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

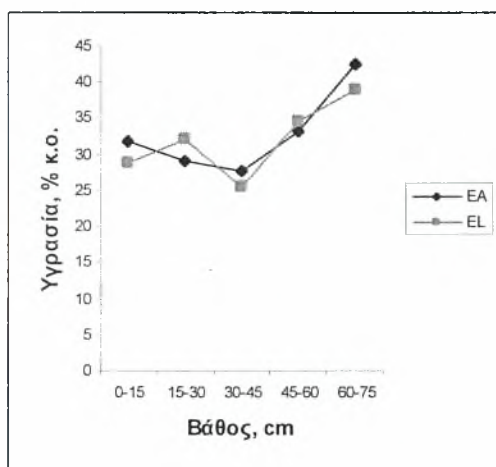


(α)

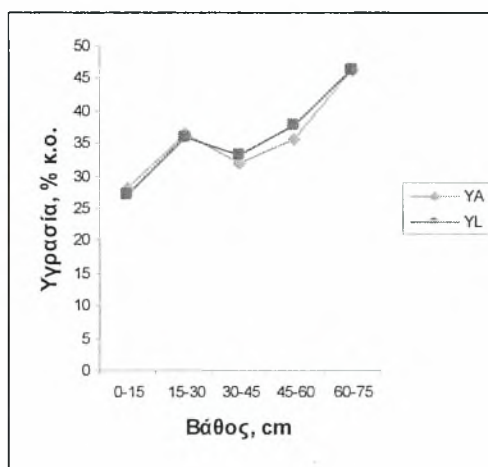


(β)

Πριν την άρδευση (29/07/2006).



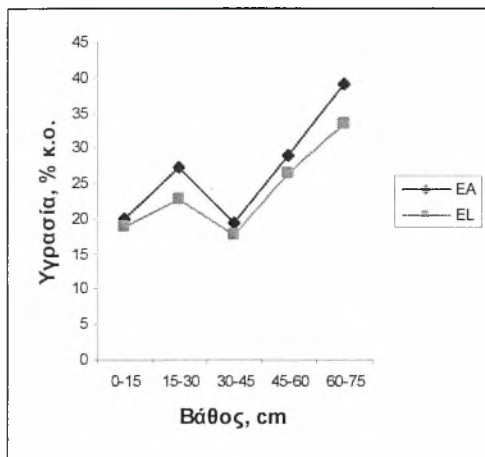
(γ)



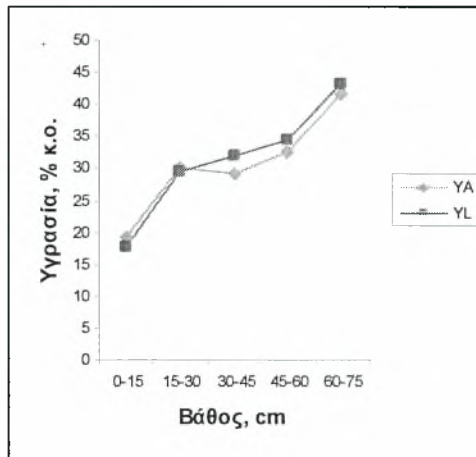
(δ)

Μετά την άρδευση (30/07/2006).

Εικόνα 12α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 13^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

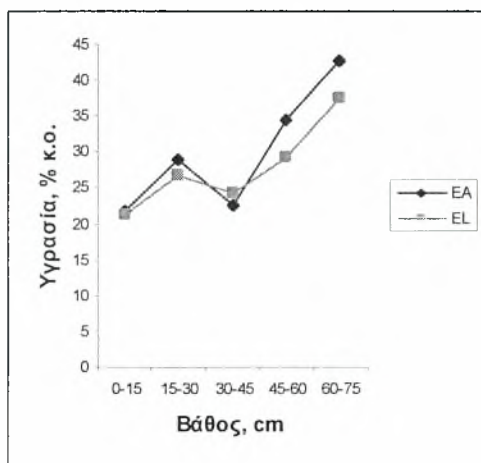


(α)

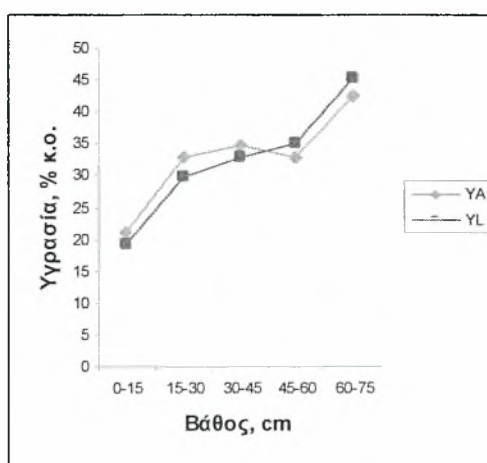


(β)

Πριν την άρδευση (03/08/2006).



(γ)



(δ)

Μετά την άρδευση (04/08/2006).

Εικόνα 13α, β, γ, δ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 14^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

A. Στατιστική επεξεργασία της απόδοσης

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	5,7500	,19149	,09574	5,4453	6,0547	5,60	6,00
2,00	4	5,5000	,18257	,09129	5,2095	5,7905	5,30	5,70
3,00	4	5,7000	,18257	,09129	5,4095	5,9905	5,50	5,90
4,00	4	5,4000	,18257	,09129	5,1095	5,6905	5,20	5,60
Total	16	5,5875	,22174	,05543	5,4693	5,7057	5,20	6,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,327	3	,109	3,195	,063
Within Groups	,410	12	,034		
Total	,737	15			

Β. Στατιστική επεξεργασία του ύψους των φυτών

1η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	5,7500	,19149	,09574	5,4453	6,0547	5,60	6,00
2,00	4	5,5000	,18257	,09129	5,2095	5,7905	5,30	5,70
3,00	4	5,7000	,18257	,09129	5,4095	5,9905	5,50	5,90
4,00	4	5,4000	,18257	,09129	5,1095	5,6905	5,20	5,60
Total	16	5,5875	,22174	,05543	5,4693	5,7057	5,20	6,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,327	3	,109	3,195	,063
Within Groups	,410	12	,034		
Total	,737	15			

2^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	41,0000	4,96655	2,48328	33,0971	48,9029	35,00	47,00
2,00	4	34,0000	4,08248	2,04124	27,5039	40,4961	30,00	38,00
3,00	4	39,0000	5,47723	2,73861	30,2845	47,7155	33,00	45,00
4,00	4	32,0000	4,76095	2,38048	24,4243	39,5757	27,00	37,00
Total	16	36,5000	5,73876	1,43469	33,4420	39,5580	27,00	47,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	212,000	3	70,667	3,007	,072
Within Groups	282,000	12	23,500		
Total	494,000	15			

3^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	60,3000	,87560	,43780	58,9067	61,6933	59,70	61,60
2,00	4	64,0000	2,58199	1,29099	59,8915	68,1085	61,00	67,00
3,00	4	57,4000	3,26190	1,63095	52,2096	62,5904	53,40	61,00
4,00	4	53,5000	3,10913	1,55456	48,5527	58,4473	50,00	57,00
Total	16	58,8000	4,62299	1,15575	56,3366	61,2634	50,00	67,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	237,360	3	79,120	11,409	,001
Within Groups	83,220	12	6,935		
Total	320,580	15			

4^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	112,2000	11,42745	5,71373	94,0164	130,3836	97,00	122,40
2,00	4	108,6000	8,09115	4,04557	95,7252	121,4748	102,00	118,80
3,00	4	108,2000	8,54010	4,27005	94,6108	121,7892	100,60	118,80
4,00	4	110,7000	10,74027	5,37013	93,6098	127,7902	98,00	120,80
Total	16	109,9250	8,92581	2,23145	105,1688	114,6812	97,00	122,40

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42,030	3	14,010	,146	,930
Within Groups	1153,020	12	96,085		
Total	1195,050	15			

5^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	130,5000	8,05191	4,02596	117,6876	143,3124	122,00	139,00
2,00	4	128,8250	16,55141	8,27570	102,4880	155,1620	111,70	150,00
3,00	4	130,2000	4,98799	2,49399	122,2630	138,1370	125,80	136,20
4,00	4	121,7000	6,28331	3,14166	111,7018	131,6982	115,80	130,20
Total	16	127,8063	9,71140	2,42785	122,6314	132,9811	111,70	150,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	205,242	3	68,414	,679	,582
Within Groups	1209,427	12	100,786		
Total	1414,669	15			

6^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	141,7000	6,28331	3,14166	131,7018	151,6982	135,80	150,20
2,00	4	133,4000	6,85857	3,42929	122,4865	144,3135	127,40	141,00
3,00	4	134,2000	8,06143	4,03072	121,3725	147,0275	126,40	143,00
4,00	4	127,3000	6,78086	3,39043	116,5101	138,0899	121,40	135,20
Total	16	134,1500	8,20740	2,05185	129,7766	138,5234	121,40	150,20

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	417,960	3	139,320	2,822	,084
Within Groups	592,460	12	49,372		
Total	1010,420	15			

7^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	143,1000	3,81401	1,90700	137,0311	149,1689	138,20	147,00
2,00	4	134,0000	5,88784	2,94392	124,6311	143,3689	128,00	140,00
3,00	4	138,1000	2,34094	1,17047	134,3750	141,8250	135,20	140,00
4,00	4	129,7000	3,84534	1,92267	123,5812	135,8188	125,80	133,20
Total	16	136,2250	6,33335	1,58334	132,8502	139,5998	125,80	147,00

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	393,230	3	131,077	7,546	,004
Within Groups	208,440	12	17,370		
Total	601,670	15			

Γ. Στατιστική επεξεργασία του ΔΦΕ.

1^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	,7000	,21602	,10801	,3563	1,0437	,40	,90
2,00	4	,6000	,24495	,12247	,2102	,9898	,30	,80
3,00	4	,5000	,16330	,08165	,2402	,7598	,30	,70
4,00	4	,6000	,29439	,14720	,1316	1,0684	,30	,90
Total	16	,6000	,22211	,05553	,4816	,7184	,30	,90

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,080	3	,027	,485	,699
Within Groups	,660	12	,055		
Total	,740	15			

2^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	3,1000	,35590	,17795	2,5337	3,6663	2,70	3,40
2,00	4	3,3000	,46904	,23452	2,5537	4,0463	2,70	3,80
3,00	4	2,8000	,21602	,10801	2,4563	3,1437	2,50	3,00
4,00	4	2,7000	,18257	,09129	2,4095	2,9905	2,50	2,90
Total	16	2,9750	,38210	,09552	2,7714	3,1786	2,50	3,80

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,910	3	,303	2,844	,082
Within Groups	1,280	12	,107		
Total	2,190	15			

3η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	5,3000	,37417	,18708	4,7046	5,8954	4,90	5,80
2,00	4	5,8000	,29439	,14720	5,3316	6,2684	5,50	6,10
3,00	4	4,8000	,11547	,05774	4,6163	4,9837	4,70	4,90
4,00	4	4,1000	,18257	,09129	3,8095	4,3905	3,90	4,30
Total	16	5,0000	,68993	,17248	4,6324	5,3676	3,90	6,10

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,320	3	2,107	30,829	,000
Within Groups	,820	12	,068		
Total	7,140	15			

4^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	4,9000	,25820	,12910	4,4891	5,3109	4,60	5,20
2,00	4	5,2000	,36515	,18257	4,6190	5,7810	4,80	5,60
3,00	4	4,6000	,16330	,08165	4,3402	4,8598	4,40	4,80
4,00	4	3,8000	,18257	,09129	3,5095	4,0905	3,60	4,00
Total	16	4,6250	,58481	,14620	4,3134	4,9366	3,60	5,60

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,350	3	1,450	22,308	,000
Within Groups	,780	12	,065		
Total	5,130	15			

5^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	4,1000	,18257	,09129	3,8095	4,3905	3,90	4,30
2,00	4	4,3000	,36515	,18257	3,7190	4,8810	3,90	4,70
3,00	4	3,9000	,29439	,14720	3,4316	4,3684	3,60	4,20
4,00	4	3,1000	,35590	,17795	2,5337	3,6663	2,70	3,40
Total	16	3,8500	,54528	,13632	3,5594	4,1406	2,70	4,70

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,320	3	1,107	11,649	,001
Within Groups	1,140	12	,095		
Total	4,460	15			

6^η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	3,7000	,18257	,09129	3,4095	3,9905	3,50	3,90
2,00	4	3,6000	,16330	,08165	3,3402	3,8598	3,40	3,80
3,00	4	3,5000	,18257	,09129	3,2095	3,7905	3,30	3,70
4,00	4	2,9000	,18257	,09129	2,6095	3,1905	2,70	3,10
Total	16	3,4250	,35870	,08968	3,2339	3,6161	2,70	3,90

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,550	3	,517	16,316	,000
Within Groups	,380	12	,032		
Total	1,930	15			

7η μέτρηση

Oneway

Descriptives

VAR00002

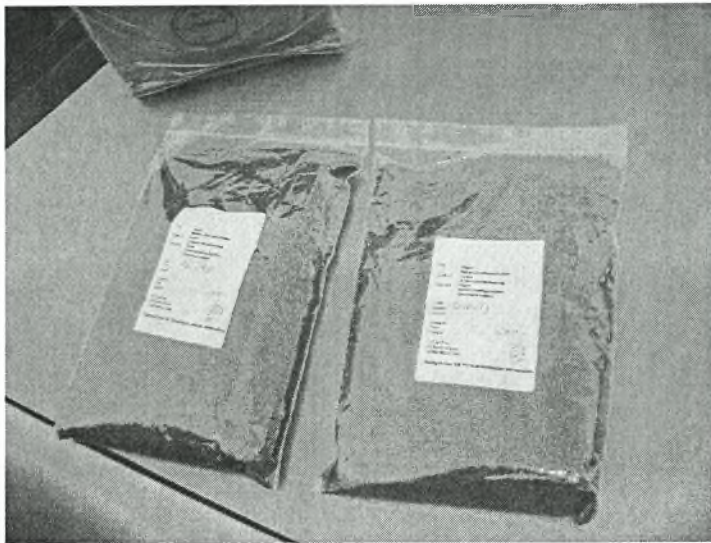
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	,5000	,16330	,08165	,2402	,7598	,30	,70
2,00	4	,4000	,16330	,08165	,1402	,6598	,20	,60
3,00	4	,3000	,16330	,08165	,0402	,5598	,10	,50
4,00	4	,3000	,16330	,08165	,0402	,5598	,10	,50
Total	16	,3750	,16931	,04233	,2848	,4652	,10	,70

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,110	3	,037	1,375	,298
Within Groups	,320	12	,027		
Total	,430	15			

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Σπόροι των ποικιλιών Ability και Licolly



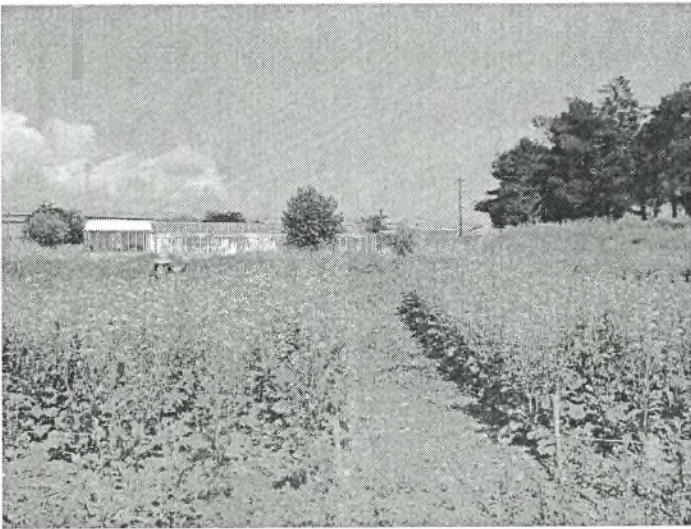
06-04-2006 Σπορά



14-04-2006



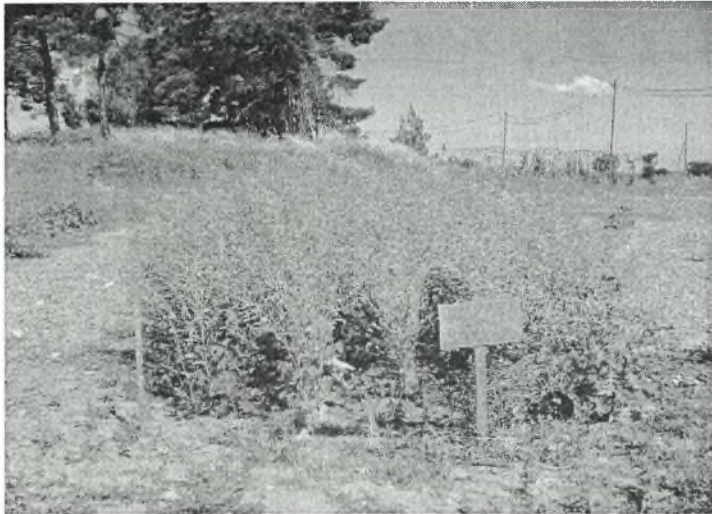
03-05-2006



14-06-2006



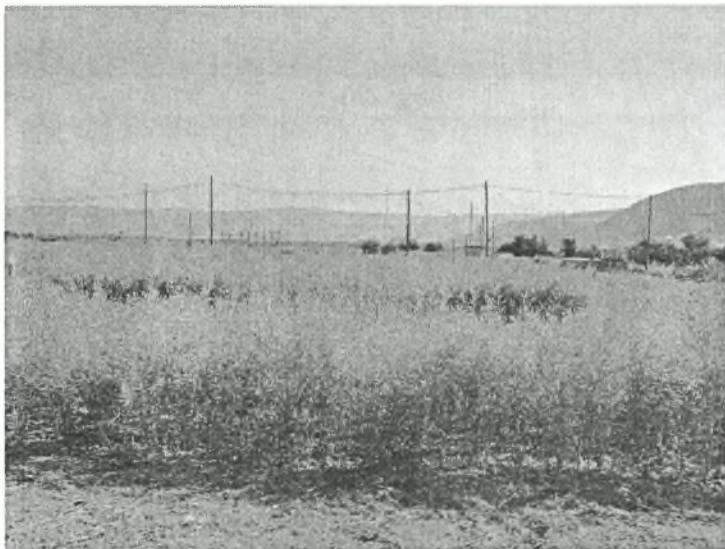
05-07-2006 Προσβολή από την Πιερίδα



05-07-2006



13-07-2007



09-08-2006



25-08-2006



25-08-2006



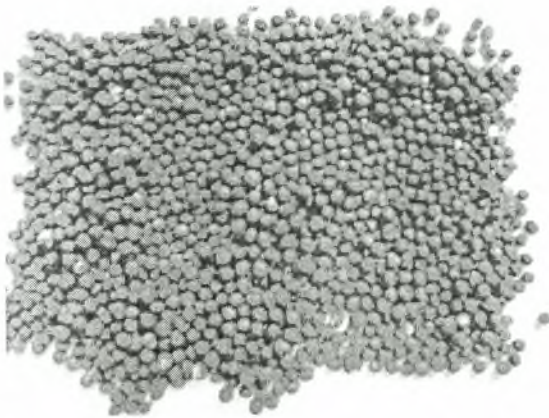
Άνθη



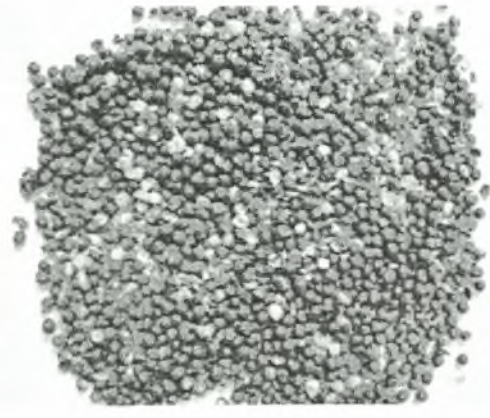
Λοβοί σε πρώιμο στάδιο



Λοβοί ξηροί, έτοιμοι για αλωνισμό

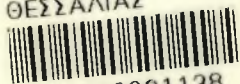


Σπόρος χωρίς προσμίξεις



Σπόρος με προσμίξεις

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091138