

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

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
296  
8-3-10

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ ΠΑΛΙΚΡΟΥΣΗ ΗΡΑΚΛΗ

ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΦΥΤΟΥ  
ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:  
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ 2010





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

Αριθ. Εισ.: 8266/1  
Ημερ. Εισ.: 22-03-2010  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2010  
ΠΑΛ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

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

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

Επίσης, τον Λέκτορα κύριο Βαρδαβάκη Εμμανουήλ της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και τον κύριο Γούναρη Ιωάννη, Καθηγητή Μοριακής Βιολογίας 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.

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.

Την μεταπτυχιακή Παναγιώτου Ιωάννα και τον φοιτητή Μητρακούλη Αθανάσιο για τη σημαντική τους βοήθεια στην εγκατάσταση του πειράματος και για τη συμμετοχή τους στην συγ Τον υπεύθυνο Γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Σουίπα Σπύρο για την άψογη συνεργασία του και όλους του εργαζομένους του αγροκτήματος κέντρωση μερικών εκ των βασικών στοιχείων της έρευνας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	7
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1.Γενικά.....	7
1.2.Σκοπός του έργου.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	9
<b>2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ</b>	
2.1 Ονοματολογία.....	9
2.2 Καταγωγή και διάδοση.....	10
2.3 Τα είδη του Γένους Brassica.....	11
2.4 Σύγχρονες ποικιλίες.....	11
2.5 Προϊόντα και χρήσεις της ελαιοκράμβης.....	12
2.6 Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης παγκόσμια και στη Ελλάδα.....	13
2.7 Βοτανικοί χαρακτήρες.....	14
2.7.1 Η κύρια ρίζα.....	14
2.7.2 Ροζέτα.....	14
2.7.3 Πλάγιοι βλαστοί.....	14
2.7.4 Φύλλα.....	15
2.7.5 Ταξιανθία.....	15
2.7.6 Καρπός.....	16
2.7.7 Απόδοση των σπόρων σε λάδι.....	17
2.8 Απαιτήσεις σε Εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	18
2.8.1 Φωτοπεριορισμός.....	18
2.8.2 Θερμοκρασία.....	18
2.8.3 Έδαφος.....	19
2.9 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	19
2.9.1 Σπορά.....	19
2.9.2 Η ποσότητα του σπόρου.....	20

2.9.3 Η πυκνότητα των φυτών.....	20
2.9.4 Εποχή σποράς.....	20
2.9.5 Αμειψισπορά.....	21
<b>2.10 Απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες.....</b>	<b>21</b>
2.10.1 Λίπανση.....	21
2.10.2 Άρδευση.....	23
2.10.3 Συγκομιδή.....	23
2.10.4 Αποξήρανση και αποθήκευση του σπόρου.....	24
2.10.5 Έκθλιψη του σπόρου.....	25
2.10.6 Ζιζανιοκτονία.....	25
<b>2.11 Εχθροί και Ασθένειες.....</b>	<b>26</b>
2.11.1 Κυριότεροι ζωικοί εχθροί.....	26
2.11.2 Κυριότερες ασθένειες.....	28
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>30</b>
<b>3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....</b>	<b>30</b>
3.1 Γενικά.....	30
3.2 Μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	31
3.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>36</b>
<b>4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>36</b>
4.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.....	36
4.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	40
4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	41
4.4 Υλικά άρδευσης.....	42
4.5 Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης.....	44
4.5.1 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών.....	44
4.5.2 Πρακτικός τρόπος υπολογισμών.....	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</b>	<b>49</b>
<b>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>49</b>

<b>5.1 Κλιματικά δεδομένα.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....</b>	<b>50</b>
<b>5.3 Ύψος φυτών.....</b>	<b>53</b>
<b>5.4 Υγρασία εδάφους.....</b>	<b>56</b>
<b>5.5 Δόση άρδευσης.....</b>	<b>58</b>
<b>5.6 Απόδοση της καλλιέργειας.....</b>	<b>59</b>
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>61</b>
<b>ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2006.....</b>	<b>63</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>69</b>

## 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.

Σκοπός της δικής μου έρευνας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης της υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ποικιλίας Ability.

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 εξατμισομέτρου 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.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά

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.

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 κινήτρων



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.

## **1.2. Σκοπός του Έργου**

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθεί η ανάπτυξη και η παραγωγή της ποικιλίας ελαιοκράμβης Ability υπό την επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης με απώτερο σκοπό την μελλοντική χρήση της στα πλαίσια της εναλλακτικής αειφορικής γεωργίας στην Κεντρική Ελλάδα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ

#### 2.1 Ονοματολογία

Η ελαιοκράμβη (*Brassica Napus* var *oleifera*) (εικ. 2.1) ανήκει στο είδος *Brassica Napus* του γένους *Brassicaceae* της οικογένειας των σταυρανθών.



Εικόνα 2.1

Το είδος *Brassicaceae* 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 , 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 *Brassicaceae* ανήκει στα δικοτυλήδονα 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 γλωρίδας 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.

## 2.2 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 Βρασική 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<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> 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.

### 2.3 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.

### 2.4 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.



. 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.

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.

## **2.5 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. Τέλος πρέπει να επισημάνουμε την δυνατότητα παραγωγής βιοντίζελ από το κραμβέλαιο.

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 πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, 60% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, 48% λιγότερο μονοξειδίο του άνθρακα, καθόλου διοξείδιο του θείου και 47% λιγότερα σωματίδια από το κοινό ντίζελ.

## **2.6 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<sub>3</sub>), 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.

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).

## **2.7 Βοτανικοί χαρακτήρες**

### **2.7.1 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.

### **2.7.2 Ροζέτα**

Τα πρώτα μπλε-πράσινα φύλλα διαμορφώνουν τη ροζέτα, από την οποία εκφύονται, αργότερα, μετά τον λήθαργο του χειμώνα, νέα φύλλα και το κεντρικό στέλεχος 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.

### **2.7.3 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.

#### 2.7.4 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.

#### 2.7.5 Ταξιανθία



**Εικόνα 2.2** 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. 2.2).

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.



### 2.7.6 Καρπός



**Εικόνα 2.3** 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. 2.3).

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.

#### 2.7.7 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 λινολεϊκό 14% και το λινιλενικό 10%

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%.

## 2.8 Απαιτήσεις σε Εδαφοκλιματικές Συνθήκες

### 2.8.1 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 ανοιξιάτικης 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.

### 2.8.2 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 ανοιξιάτικης 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 πρόωμη 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. Πρόωμες σπορές δίδουν μεγαλύτερες αποδόσεις, αλλά η καλλιέργεια είναι πιο ευαίσθητη κατά την πρώτη βλάστηση. Θερμοκρασία

στους  $-4^{\circ}\text{C}$  καταστρέφει ή βλάπτει σοβαρά τα νεαρά φυτά, ενώ στους  $-2^{\circ}\text{C}$  ουδόλως επιδρά όταν τα φυτά είναι ηλικίας ενός μηνός.

### 2.8.3 Έδαφος

Η ελαιοκράμβη, ευδοκμεί 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 φύτευμα 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 φύτευμα. 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.

## 2.9 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

### 2.9.1 Σπορά

Επειδή ο σπόρος της ελαιοκράμβης είναι πολύ μικρός πρέπει το έδαφος να είναι καλά προετοιμασμένο, χωρίς βόλους και λακκούβες. 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 φύτρωμα πρέπει να είναι γρήγορο με ομοιόμορφη βλάστηση ώστε να προηγηθεί η ανάπτυξη των φυτών από εκείνη των ζιζανίων. Χρησιμοποιούνται, συνήθως, σπαρτικές μηχανές. 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.

### 2.9.2 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.

### 2.9.3 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.

### 2.9.4 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.

### 2.9.5 Αμειψισπορά

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 ηλιάνθου. 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.

## 2.10 **Απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες**

### 2.10.1 Λίπανση

Η ελαιοκράμβη προτιμά τα γόνιμα και πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη, αλλά ευδοκιμεί 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.

**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 έγιναν 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.

### 2.10.2 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 σπορά, προκαλεί καθυστέρηση στη βλάστηση του σπόρου, ενώ σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας κατά την ανάπτυξη του φυτού, είναι ενδεχόμενο να παρουσιαστεί και τροφοπενία βορίου.

### 2.10.3 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.

#### 2.10.4 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.

#### 2.10.5 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 ραφιναρισμένου ανοικτό κίτρινο, παρόμοιο με το ηλιέλαιου.

#### 2.10.6 Ζιζανιοκτονία

Επειδή τα νεαρά φυτά ελαιοκράμβης είναι εξαιρετικά ευαίσθητα και ευάλωτα στον ανταγωνισμό για το φώς και υγρασία, από τα ζιζάνια και, ειδικότερα από τα αγροστώδη, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την καταπολέμηση 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 αντιμετώπιση τους είναι είτε προληπτικά (οργώματα) είτε καταστροφή 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.

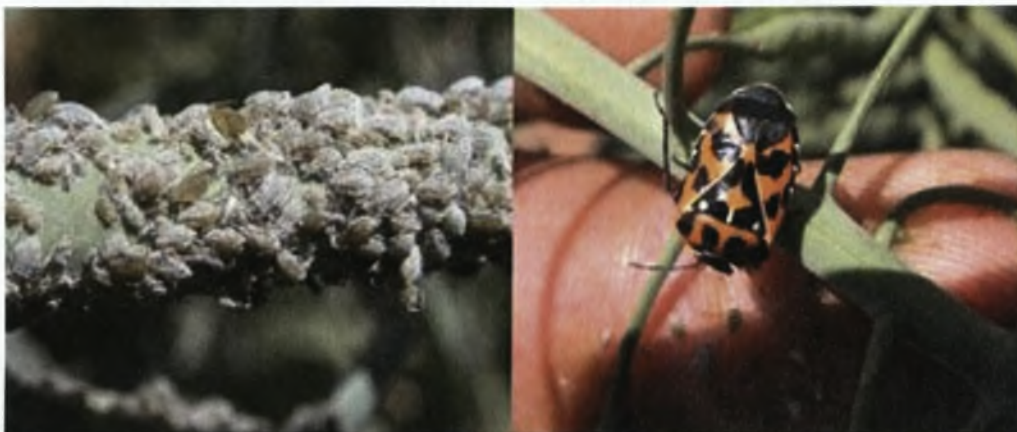
## 2.11 Εχθροί και ασθένειες

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.

### 2.11.1 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 περίς 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 τετράνυχοι, οι γυμνοσάλιαγκες.





*Aphis spp*



*Pieris Brassicae*



Προσβολή φυτών ελαιοκράμβης από αφίδες.

**Εικόνα 2.6** Κυριότεροι ζωικό εχθροί της ελαιοκράμβης



### 2.11.2 Κυριότερες ασθένειες

Οι κυριότερες ασθένειες που προσβάλλουν 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*.



(*Macrosteles quadrilineatus*).



(*Leptosphaeria maculans*)



(*Sclerotinia sclerotiorum*)



*(Erysiphe cruciferarum)*

**Εικόνα 2.7** Κυριότερες Ασθένειες της ελαιοκράμβης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

#### 3.1 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, 43<sup>rd</sup> 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)



### 3.2 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 αυτοκαθαριζόμενους. 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 πλύση 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.

### **3.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης**

#### **Πλεονεκτήματα**

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι τα εξής:

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 λιγιστό ή πολύ ακριβό. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευσης βελτιώνεται.
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.,).
5. Η μείωση των αναγκών σε ενέργεια για τη λειτουργία του συστήματος, ειδικότερα με τη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας (*I-Pai Wu, 1994*)
6. Η μείωση της φθοράς των υλικών άρδευσης εξαιτίας των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργεια πανίδας,
7. Στην υπόγεια τοποθέτηση των σταλακτοφόρων αγωγών, όλη η επιφάνεια του αγρού παραμένει ξηρή με αποτέλεσμα να μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί.

8. 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.

9. 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).

10. 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.

11. Η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.α., 2003 και 2004) κάτι που είναι πολύ σημαντικό καθώς σύμφωνα με τους Trooien et al., (1999), 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.

Γενικά 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 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.

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).

### Μειονεκτήματα

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.

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  $\text{CaCO}_3$  και σχηματισμός ιζήματος σιδήρου) και βιολογική (οργανικά υλικά) απόφραξη.

Το φράξιμο των σταλακτών 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 σταλακτών 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 σταλακτιήρων, 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 σταλακτιήρες σχεδόν πάντα υγρό, τείνει να αποθαρρύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος στην περιοχή.

Τέλος, προκειμένου να αποφευχθούν τέτοιου είδους προβλήματα θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα το βάθος και η απόσταση τοποθέτησης των σταλακτηφόρων αγωγών στις εκάστοτε καλλιέργειες και τύπους εδαφών και επίσης κατά την επιλογή του τύπου σταλακτιήρων να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη ότι η επιλογή του τύπου των σταλακτιήρων είναι πρωταρχικής σημασίας ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της πίεσης επιστροφής νερού στο εσωτερικό των σταλακτηφόρων σωλήνων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 4.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού



Η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας ελαιοκράμβης Abillity μελετήθηκε σε πείραμα αγρού που έγινε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βελεστίνο) την καλλιεργητική του

έτους 2006. Η γεωγραφική θέση του αγροκτήματος είναι 39°23' πλάτος, 22°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.

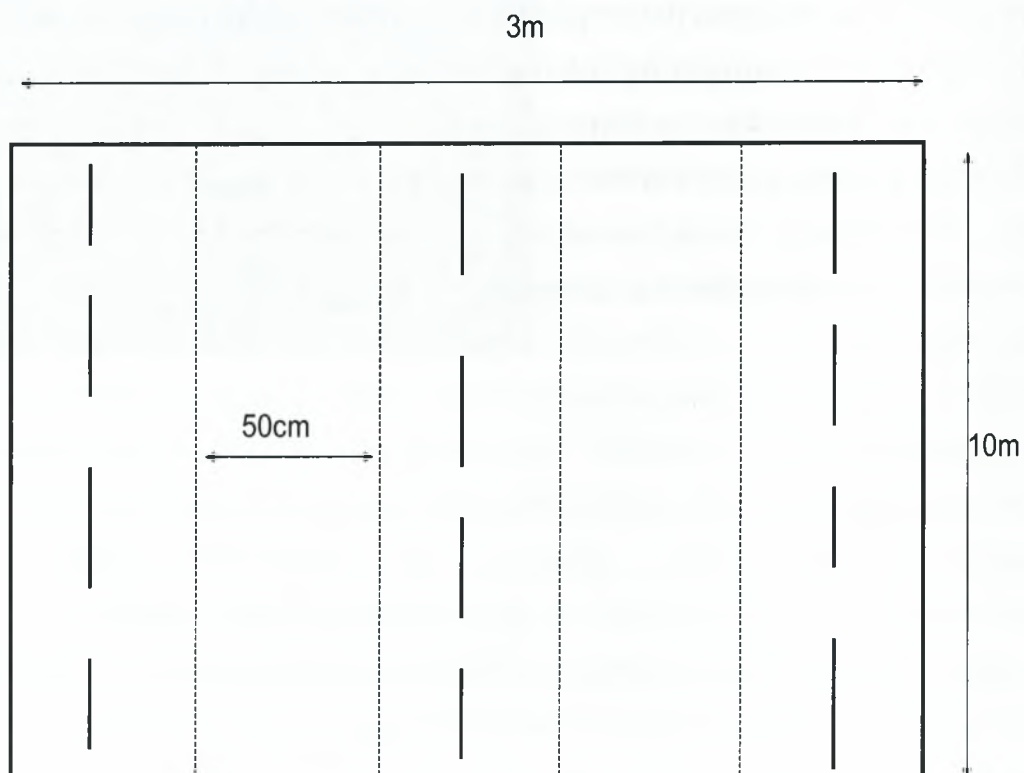
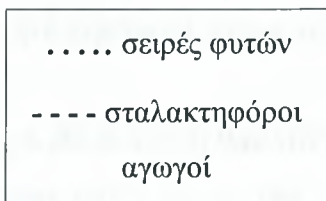
Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τέσσερις μεταχειρίσεις (δύο υπόγειες και δύο επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 10m μήκος και 3m πλάτος, δηλαδή 30m<sup>2</sup>. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο εγκαταστάθηκαν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

Ο συνδυασμός μεταχειρίσεων-γενοτύπων ελαιοκράμβης που χρησιμοποιήθηκαν 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

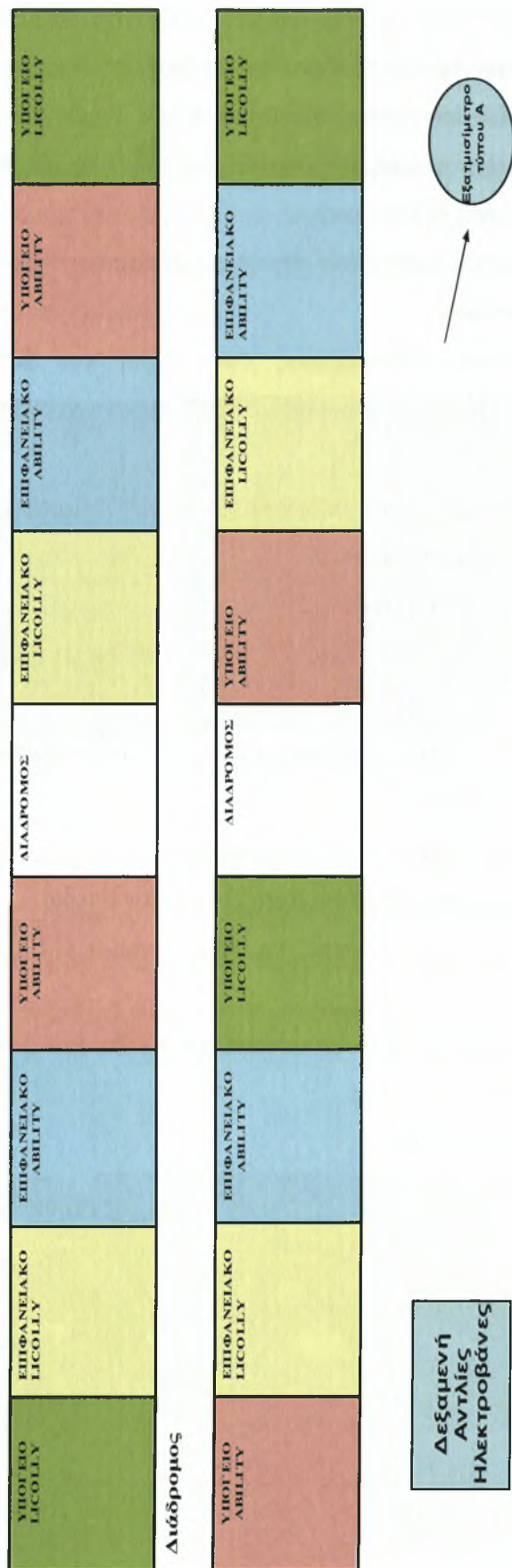
να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.

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 4.2** Πειραματικό τεμάχιο

Εικόνα 4.3 Πειραματικός αγρός





#### 4.2 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.

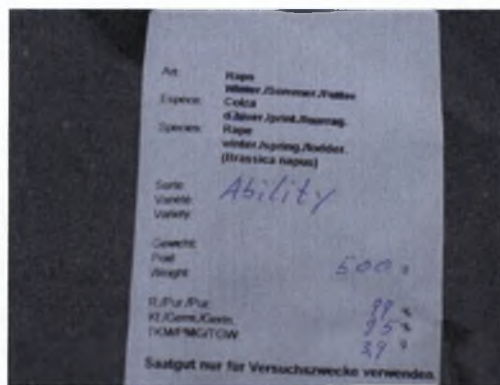
(Μήτσιος κ.ά., 2000).

### 4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 6 Απριλίου με πεντάσειρη σπαρτική μηχανή σιταριού (Εικ.4.6) ειδικά τροποποιημένη έτσι ώστε να μπορεί να σπείρει μικρές ποσότητες σπόρου αλλά και μικρού μεγέθους. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες ελαιοκράμβης οι Ability(Εικ.4.4) και Licolly(Εικ.4.5). Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό έγινε κατεργασία με δισκόβαρνα, ενώ είχε προηγηθεί βασική λίπανση με 11 λ.μ N, 15 λ.μ. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 15 λ.μ. K<sub>2</sub>O καθώς και ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου trifluralin (250ml/στρέμμα ειδικά συνιστώμενη δόση για βαρέα εδάφη).



Εικόνα 4.4 Ποικιλία Licolly



Εικόνα 4.5 Ποικιλία Ability



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 4.6 Πεντάσειρη σπαρτική μηχανή

#### 4.4 Υλικά άρδευσης

Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν το ύψος των φυτών έφθασε περίπου στα 10cm(Εικ.4.7). 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 4.7** 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 ηλεκτροβάνα 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.4.8 α, β). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.





(α) (β)  
**Εικόνα 4.8** 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 σταλακτήρων από στερεά εδαφικά σωματίδια κατά την διακοπή της άρδευσης.

Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδεότανε με ειδικό προγραμματιστή (miracle DC) της εταιρίας Netafim (Εικ. 4.9) έτσι ώστε, να επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση της άρδευσης.



**Εικόνα 4.9** 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<sup>3</sup>. Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60-80 m<sup>3</sup> /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.

#### 4.5 Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης

##### 4.5.1 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):

$$Id(mm) = (FC-PWP)*h*c*P*ASW / 10 \quad (4.1)$$

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/m<sup>3</sup>

Στην συνέχεια υπολογίζεται η πρακτική δόση άρδευσης (Ida):

$$I_{da} \text{ (mm)} = I_d / 0,95 \quad (4.2)$$

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

Το ωριαίο ύψος βροχής ( $I_{dh}$ ) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$I_{dh} = q \cdot n / S_r \cdot S_t \quad (4.3)$$

Όπου:

$q$  = παροχή σταλάκτη = 2l / h

$S_r$  = ισοπαχή των γραμμών σποράς = 0,50 m

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

και  $n$  = αριθμός σταλακτήρων ανά φυτό

$$n = S_t / 2 S_e \quad (4.4)$$

όπου:

$S_e$  = ισοπαχή σταλακτήρων = 0,80 m

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

Επομένως  $n = 0,03125$  σταλάκτες ανά φυτό

και  $I_{dh} = 2,5 \text{ mm} / h$

Τέλος η διάρκεια άρδευσης υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_t \text{ (h)} = I_{da} / I_{dh} \quad (4.5)$$

Για τον υπολογισμό του εύρους άρδευσης χρησιμοποιούμε την σχέση:

$$I_r(d) = I_d / E_{td} \quad (4.6)$$

Όπου:

$E_{td}$  = μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (mm)

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

#### 4.5.2 Πρακτικός τρόπος υπολογισμών

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισιμέτρου τύπου A. 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:

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, (\text{mm}/\text{ημέρα}) \quad (4.7)$$

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 ( $ET_c$ ).

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (4.8)$$

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

$$Ida = In - ETC - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.9)$$

όπου : B είναι το ύψος βροχής

$\Omega B$  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 (4.1) και (4.2). 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 4.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$Etc = In + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.10)$$

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης (It) έγινε βάση της σχέσης

$$It = Ida / Idh, \text{ σε h} \quad (4.11)$$

όπου: Ida είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και

Idh είναι το ωριαίο ύψος βροχής.



$$I_{dh} = (q \cdot n) / (St \cdot Sr), \text{ σε mm/h} \quad (4.12)$$

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

$n = St / (3 \cdot Se)$  είναι ο αριθμός σταλακτήρων 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

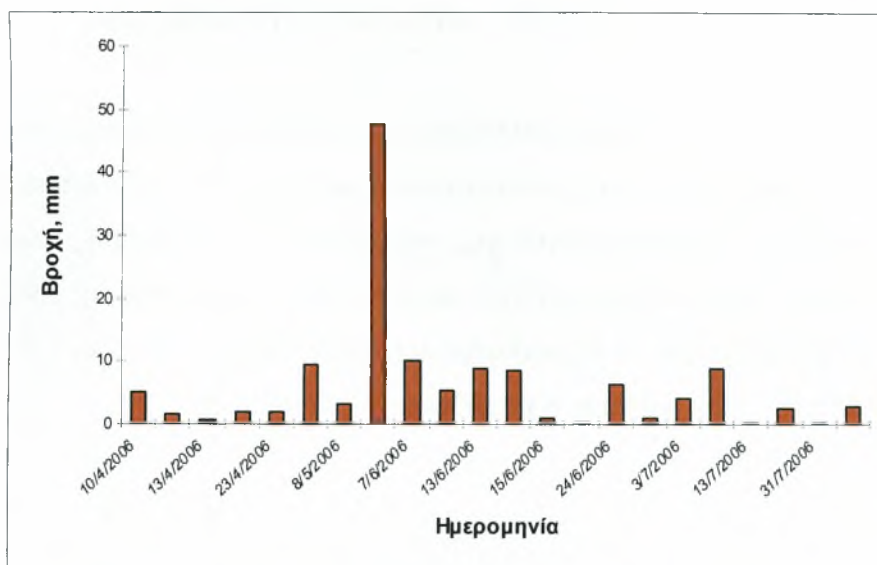
$Se$  είναι η ισοπαχή των σταλακτήρων σε m.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 5.1 Κλιματικά δεδομένα

Στην Εικόνα 5.1 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 5.1** 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.

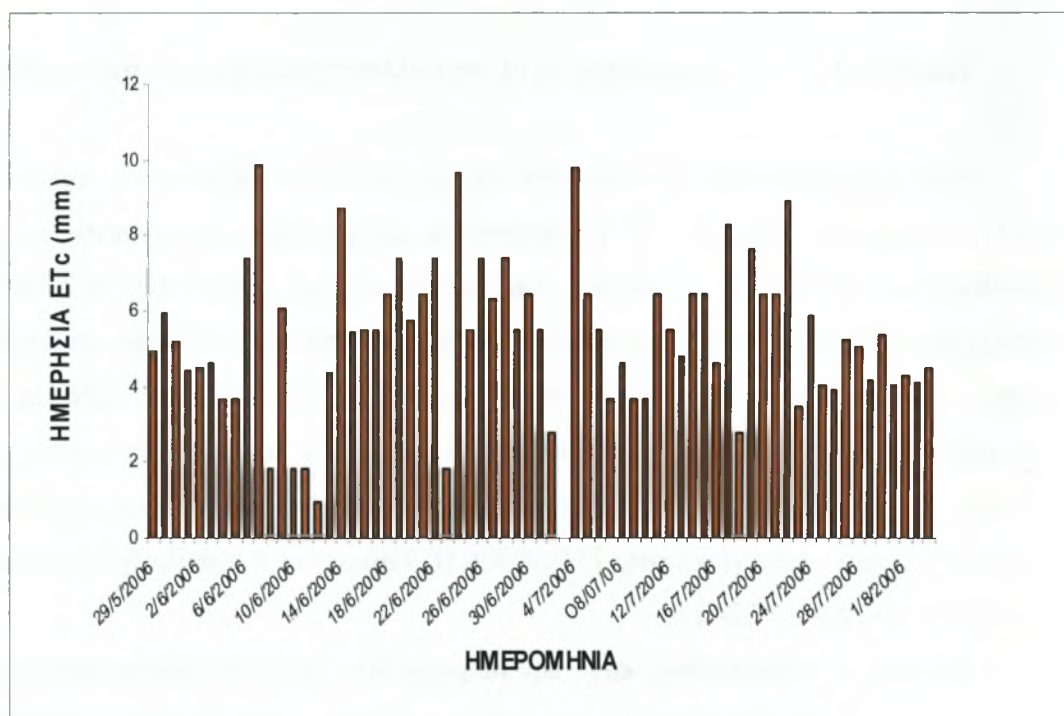
Οι ελαφρές βροχοπτώσεις κατά την διάρκεια του Απριλίου αξιοποιήθηκαν από την καλλιέργεια στο στάδιο του φυτρώματος. Αν και οι βροχοπτώσεις δεν ήταν μεγάλου ύψους και ευνοήθηκε το φύτευμα της καλλιέργειας, εν τούτοις όμως λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας της καλλιέργειας κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης 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 5.2.

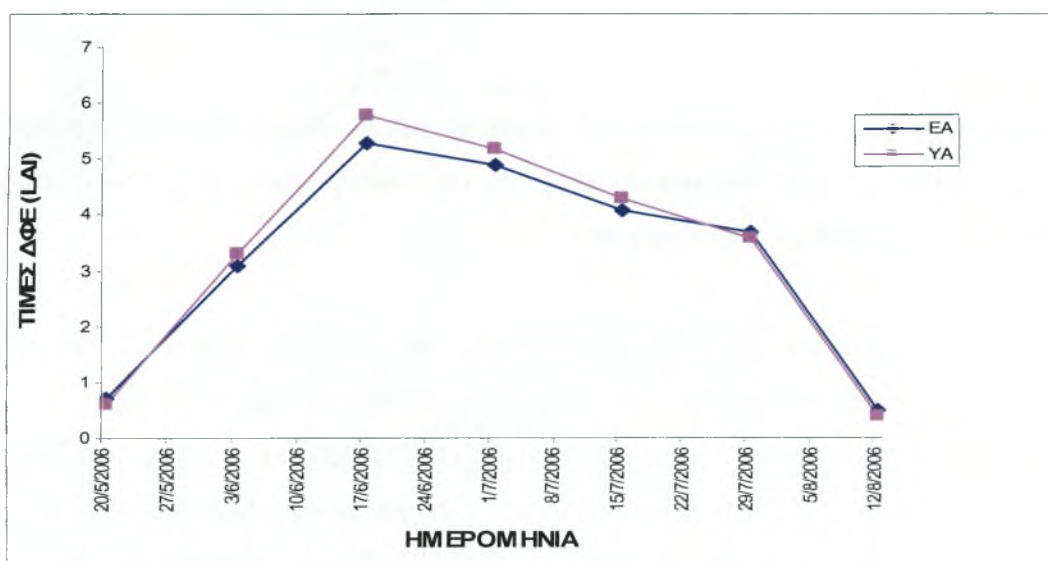
Η μεγαλύτερη της τιμή, 9,84mm, σημειώθηκε στις 07/06/2006.



Εικόνα 5.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας.

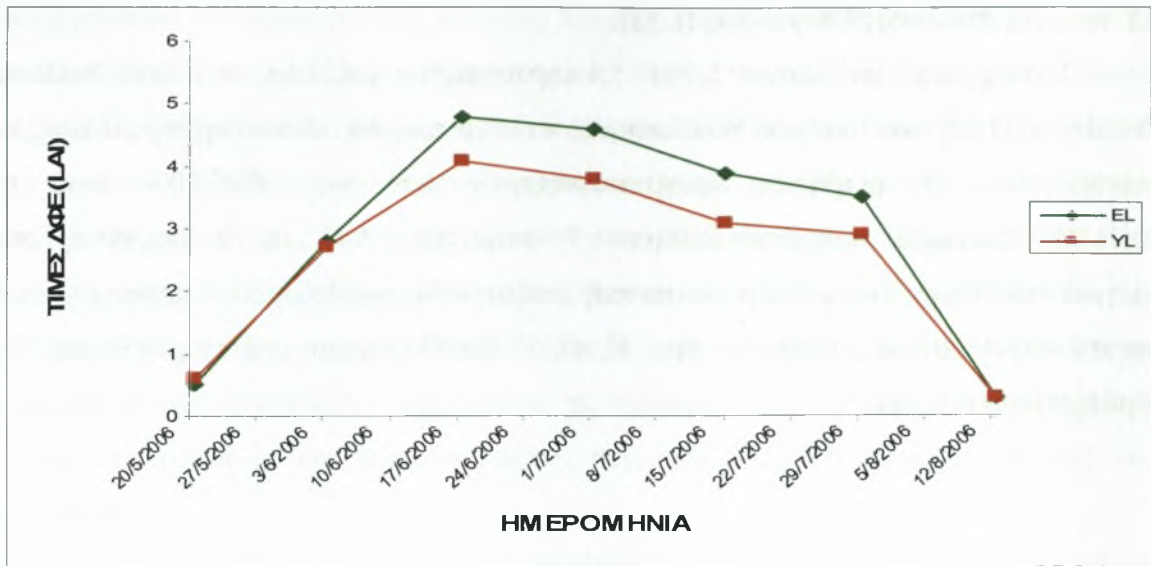
## 5.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Στα σχήματα των Εικόνων 5.3 και 5.4 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<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> μέτρηση ενώ στις υπόλοιπες δεν παρατηρήθηκε διαφορά.



**Εικόνα 5.3** 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.





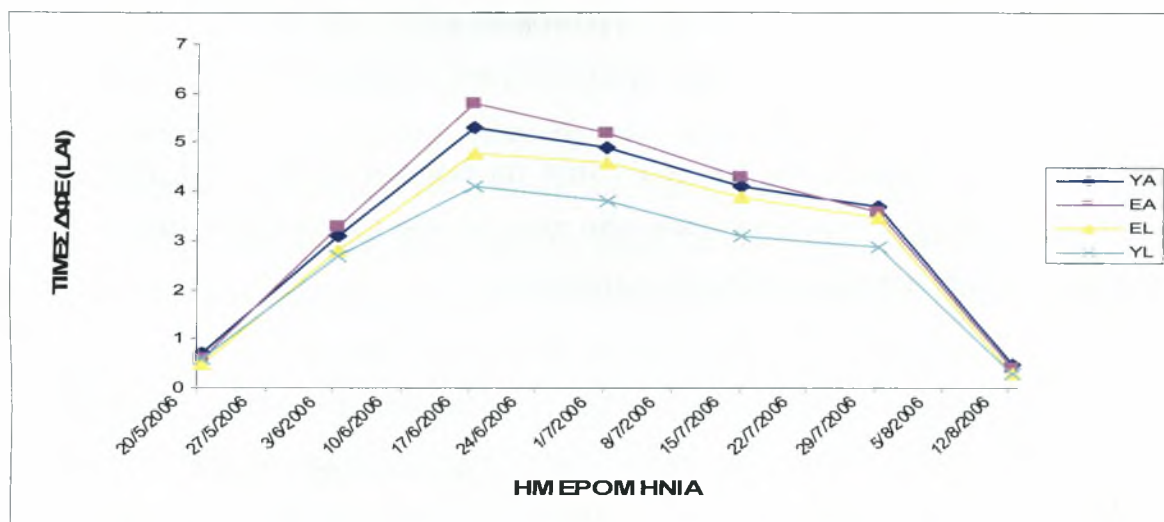
**Εικόνα 5.4** Εξέλιξη του ΔΦΕ κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Licolly. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

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 της υπόγειας.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως όλες οι μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης παρουσιάζουν μέγιστη τιμή του ΔΦΕ κατά την 3<sup>η</sup> 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 πλήρης 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

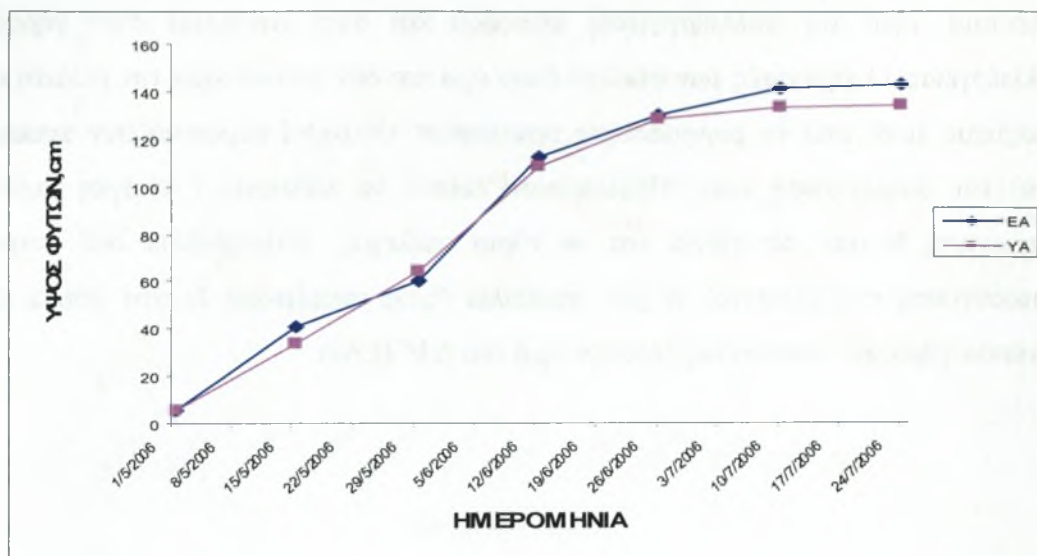
τελευταίο μήνα της καλλιεργητικής περιόδου και αυτό οφείλεται στον γηρασμό της καλλιέργειας. Ο γηρασμός των φύλλων όπου έχει και σαν αποτέλεσμα την μείωση του ΔΦΕ ενισχύεται μετά από τη μορφοποίηση των λοβών. Οι λοβοί παρουσιάζουν ανεπάρκεια N κατά την διαμόρφωση τους. Προκειμένου λοιπόν να καλυφτεί 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).



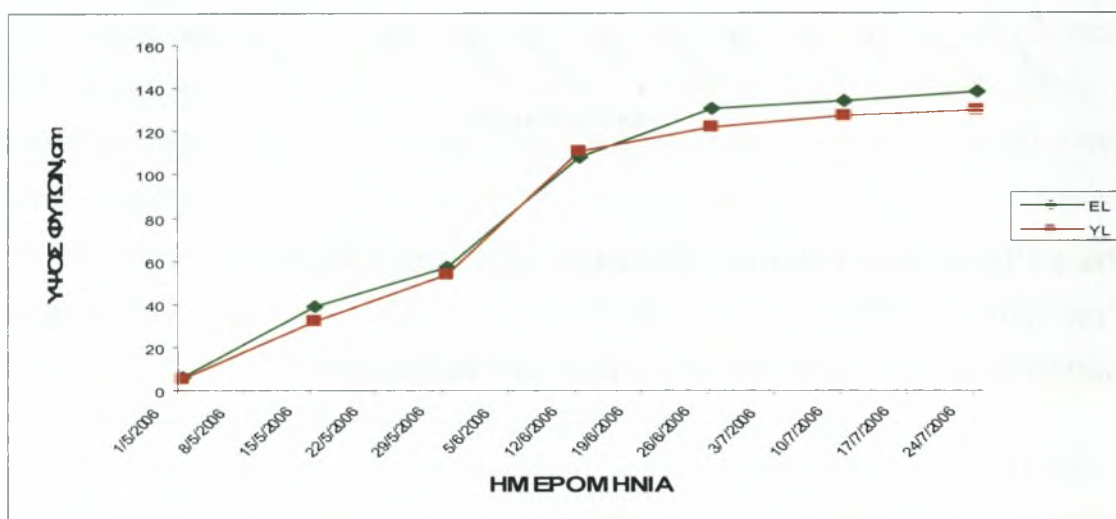
**Εικόνα 5.5** Εξέλιξη του ΔΦΕ κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Ability. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

### 5.3 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 5.6 και 5.7. Οι μετρήσεις ήταν 7 και πραγματοποιήθηκαν από τις 01/05/2006 έως τις 24/07/2006.



**Εικόνα 5.6** 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.



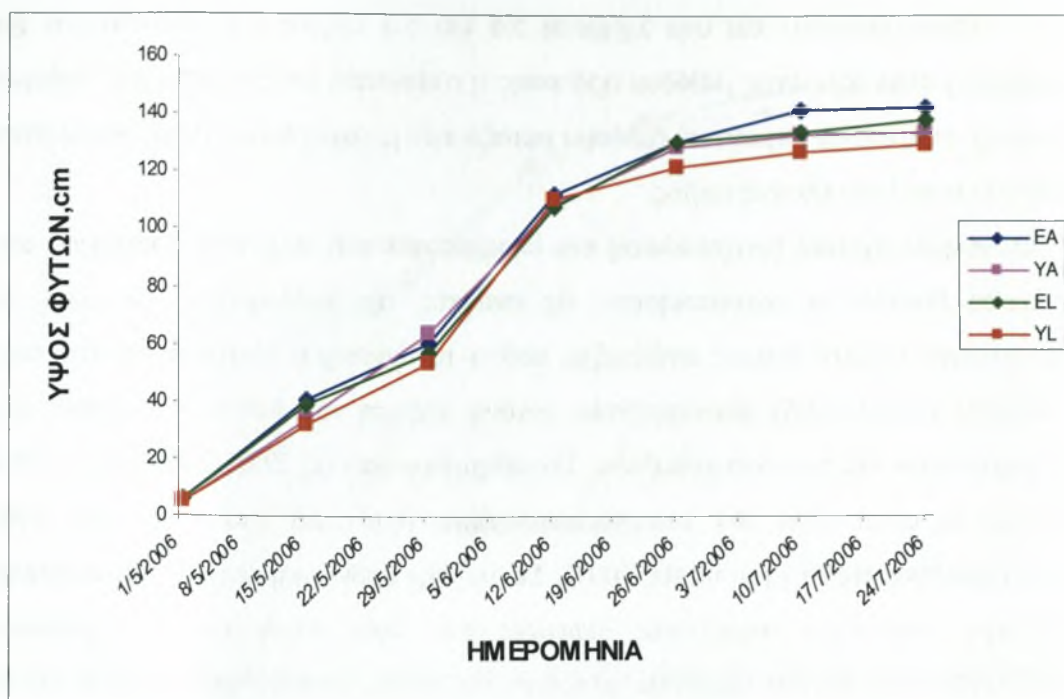
**Εικόνα 5.7** Εξέλιξη του ύψους των φυτών κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου για την ποικιλία Licolly. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.6 και 5.7 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 5.8) 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 5.8** 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.

#### 5.4 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.

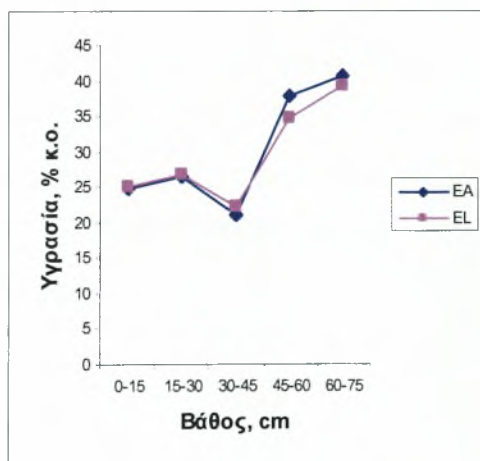
Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στις τέσσερις μεταχειρίσεις των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης φαίνεται στα παρακάτω σχήματα των Εικόνων 5.9 α,β,γ,δ. Τα σχήματα αυτά αναφέρονται στις μετρήσεις πριν και μετά την άρδευση. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις, λίγο πριν την άρδευση (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).

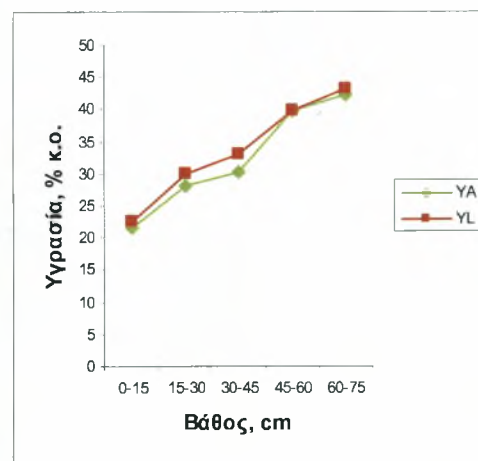
Δεν ελήφθηκαν υπόψη οι μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας, που προέκυπταν μετά από μια περίοδο ισχυρών βροχοπτώσεων, καθώς θεωρήθηκε ότι κάτι τέτοιο θα επηρέαζε σημαντικά την διαφορετικότητα κάθε μεθοδολογίας, ακόμη και όταν αυτές συνέπεσαν με τις προκαθορισμένες ημερομηνίες των μετρήσεων.

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.

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.

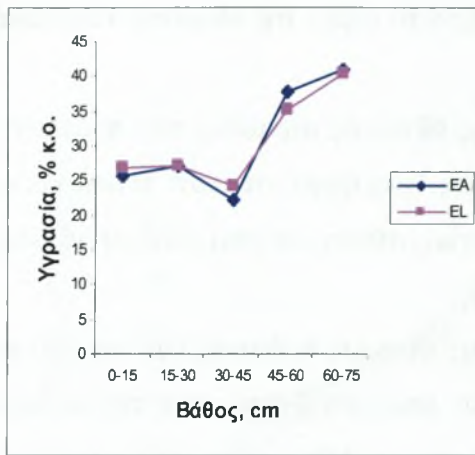


(α)

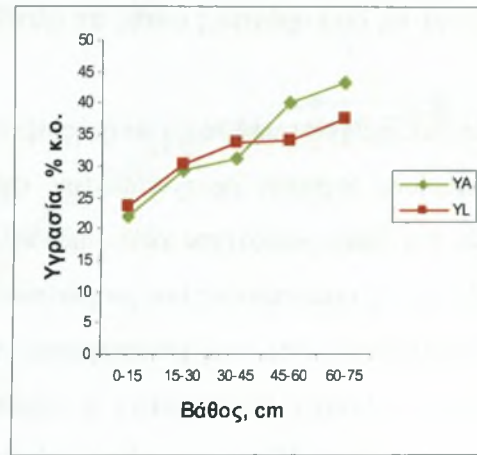


(β)

Πριν την άρδευση (17/06/2006).



(γ)



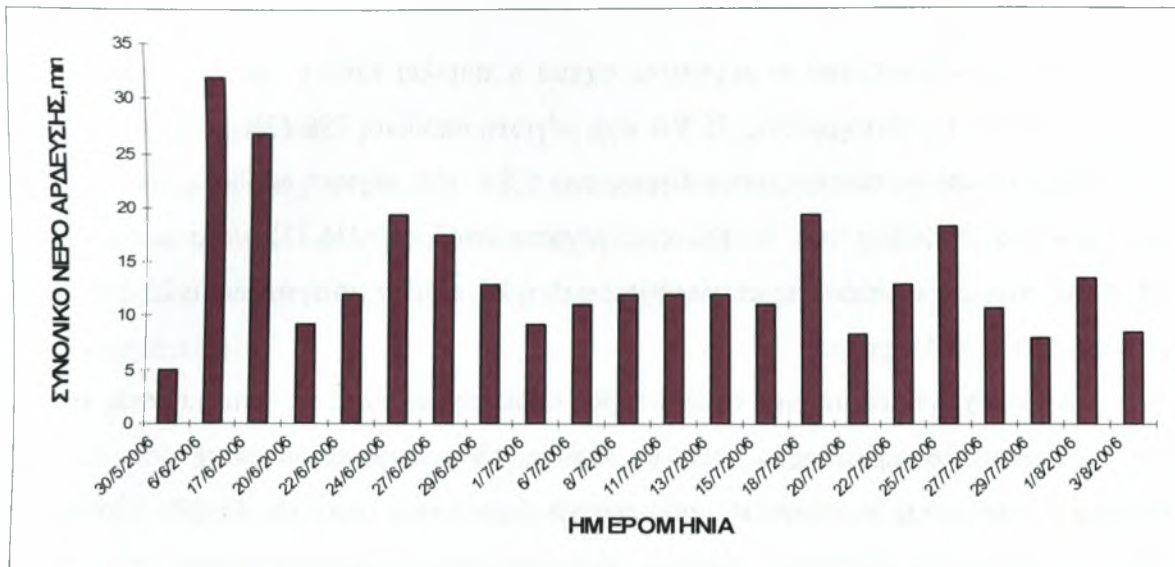
(δ)

Μετά την άρδευση (18/06/2006).

**Εικόνα 5.9α, β, γ, δ** Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 1<sup>η</sup> μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

### 5.5 Δόση άρδευσης

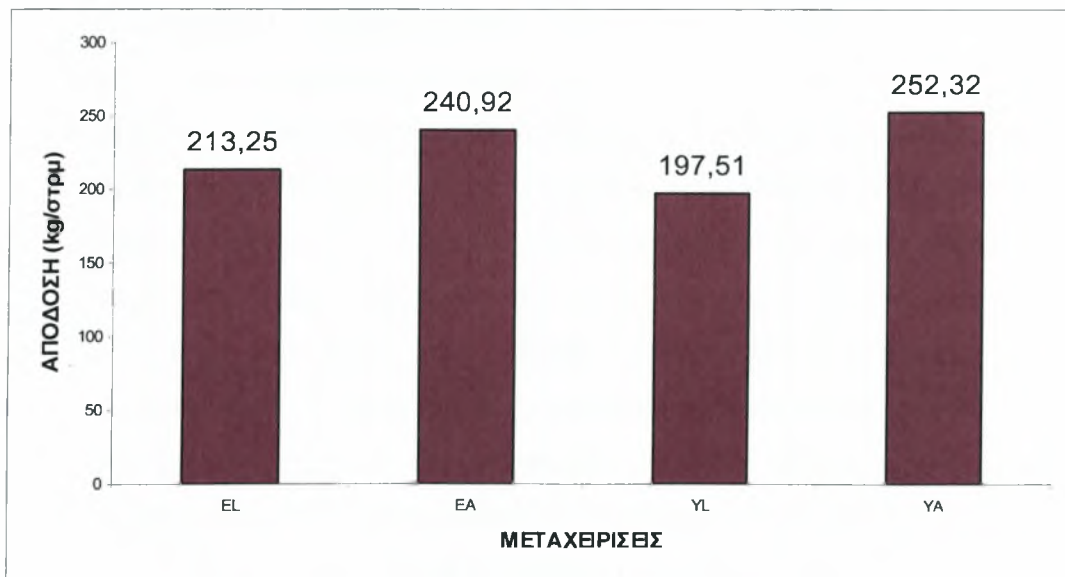
Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω άρδευσης (επιφανειακής και υπόγειας) είναι 300,61mm σε όλες τις μεταχειρίσεις και των δύο ποικιλιών ελαιοκράμβης που δέχθηκαν το 100% των καθαρών αναγκών (Εικόνα 5.10). Ένα επιπλέον ποσό ύδατος 45mm δέχθηκε η καλλιέργεια με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο 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 5.10** Σύνολο νερού που εφαρμόστηκε με στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις

### 5.6 Απόδοση της καλλιέργειας

Στην Εικόνα 5.11 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



**Εικόνα 5.11** Απόδοση των ποικιλιών Ability και Licolly



Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα η ποικιλία Ability υπερέχει της ποικιλίας Licolly σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η ΥΑ είχε μέγιστη απόδοση 299,33Kg/στρ με μέσο όρο 252,32Kg/στρ από τις τέσσερις επαναλήψεις ενώ η ΕΑ είχε μέγιστη απόδοση 258,33Kg/στρ με μέσο όρο 240,92Kg/στρ. Η ΥL είχε μέγιστη απόδοση 236,33Kg/στρ με μέσο όρο 197,51Kg/στρ από τις τέσσερις επαναλήψεις ενώ η ΕL 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. 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.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της επίδρασης της υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας ελαιοκράμβης Ability 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. Οι αποδόσεις της ποικιλίας ελαιοκράμβης Ability σε συνδυασμό με την υπόγεια άρδευση καθιστούν φανερή 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.
8. 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.

## 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 m<sup>3</sup>/στρμ.
- **01/05/2006** : 1<sup>η</sup> 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<sup>ος</sup> 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 m<sup>3</sup>/στρμ.
- **11/05/2006** : Βοτάνισμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών έχουν ύψος περίπου 5-7 cm.



- **16/05/2006** : 2<sup>η</sup> 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 m<sup>3</sup> /στρμ.
- **20/05/2006** : 1<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **25/05/2006** : Η καλλιέργεια έχει γεμίσει με μπουμπούκια. Έντονη η παρουσία του εντόμου *Pieris Brassicae*.
- **26/05/2006** : 2<sup>ος</sup> 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<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **06/06/2006** : Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **10/06/2006** : 3<sup>ος</sup> προληπτικός ψεκασμός για την αντιμετώπιση του *Pieris Brassicae* με το εντομοκτόνο dimethoate.
- **12/06/2006** : 3<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Anonymous**, 2004b. European Energy Crops InterNetwork: BioBase. [www.eeci.net](http://www.eeci.net)

**Anonymous**, 2004a. Biodiesel. [www.cyderlipid.org/glycer/biodiesel.htm#1](http://www.cyderlipid.org/glycer/biodiesel.htm#1).

**BAFO (British Association for Bio Fuels and Oils)**, (2004). Biofuels Breakthrough. [http://www.biodiesel.co.uk/biofuelw\\_breakthrough.htm](http://www.biodiesel.co.uk/biofuelw_breakthrough.htm)

**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>

**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.

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

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

**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.

**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.

**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 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress.

**Eisikowitch, D. 1981.** Some aspects of pollination of oil seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. (Camb.)* 96:321-326.

**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.

**Holmes, M. R. J., and Ainsley, A. M. (1978).** Seedbed fertilizer requirements of winter oilseed rape. *J. Sci. Food and Agric.* 29:657-666.

**Μαδρίκης Μ. & Ναμάτοβ Ε. (ΚΑΠΕ).** (1999).Ενεργειακές Καλλιέργειες. Τεύχος 6/1999.

**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.

**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

**Αλεξίου, Ι., Καλφούντζος, Δ., Κωτσόπουλος, Σ., Βύρλας, Π. και Καμπέλη, Σ., 2003.**  
*Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού.* 9<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, σελ.: 199-206.

**Μιχελιάκης, 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,

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

**Phene, J. C.** (1999). Subsurface drip irrigation. Part I: Why and How? Irrigation Journal. April(01).

**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 8<sup>th</sup> 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<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Υ.Υ. Πάτρα, σελ. 184-192

**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<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7-9 Μαΐου, Ορεστιάδα.

**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.

**Thomas G, Frick BL, Hall LM** (1998). Alberta weed survey of cereal and oilseed crops in 1997. 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.

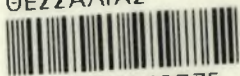
**Thompson CE, Squire G, Mackay GR, Bradshaw JE, Crawford J, Ramsay G**  
(1999). Regional patterns of gene flow and its consequences for GM oilseed rape.  
Lutman, P. J. W.

**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.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073775

