

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 249  
Ημερομηνία 17-10-2008



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ: ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ

ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ :

«Αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα της ποικιλίας Tainnung 2 της καλλιέργειας του Κενάφ στην περιοχή της Καρδίτσας, υπό την επίδραση τριών επεμβάσεων άρδευσης και τεσσάρων επιπέδων αζωτούχου λίπανσης».



**ΥΠΟ: ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΝΙΚΟΛΑΟ**

**ΑΜ: 742**

**Επιβλέπων: Καθηγητής Ν.Γ. Δαναλάτος**

**ΒΟΛΟΣ, Σεπτέμβριος 2008**



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

Αριθ. Εισ.: 6795/1  
Ημερ. Εισ.: 07-01-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2008  
ΠΑΠ

**Η επίδραση τριών επεμβάσεων άρδευσης και τεσσάρων επιπέδων  
αζωτούχου λίπανσης. Αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα της  
ποικιλίας Taihnung 2 της καλλιέργειας του Κενάφ στην περιοχή της  
Καρδίτσας.**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Καθηγητής Ν.Γ. Δαναλάτος (επιβλέπων)  
Αν. Καθηγητής Ιμπραήμ Αβραάμ Χα  
Επ. Καθηγητής Αθανάσιος Σφουγγάρης

Παπαδάκης Νικόλαος  
Εργαστήριο Γεωργίας & Εφ. Φυσιολογίας Φυτών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα: Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής  
& Αγροτικού Περιβάλλοντος  
Οδός Φυτόκου, 38446 Βόλος,  
Σεπτέμβριος 2008  
Email: [nrapmaster@yahoo.gr](mailto:nrapmaster@yahoo.gr)

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>5</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	5
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	6
1.3 ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ.....	7
1.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ.....	8
1.5 ΑΝΘΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ.....	9
1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΕΝΑΦ.....	10
1.7 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ.....	12
1.8 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	12
1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	13
1.10 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	13
<b>2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>14</b>
2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	14
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ - ΕΔΑΦΟΣ.....	16
2.3 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.....	16
2.3.1 Ιστορικό φύτευσης.....	16
2.3.2 Λίπανση.....	17
2.3.3 Άρδευση.....	17
2.3.4 Έλεγχος ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών.....	17
2.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	18
2.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	19
2.6 ΣΥΛΛΟΓΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	20
2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	20
<b>3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	<b>21</b>
3.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	21
3.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ.....	24
3.3 ΞΗΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ, ΜΙΣΧΟΙ ΚΑΙ ΦΥΛΛΑ) 27	
3.4 ΛΟΓΟΣ ΞΗΡΟΥ / ΧΛΩΡΟΥ.....	30
3.5 ΡΥΘΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	31
<b>4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>32</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>33</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b> .....	<b>35</b>
<b>Α. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ</b> .....	<b>36</b>
<b>Β. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>40</b>

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή αναφέρεται στο Κενάφ (*Hibiscus cannabinus L.*). Μια πολλά υποσχόμενη ενεργειακή καλλιέργεια διεθνώς αλλά και στην Ελλάδα. Μελετάται η αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα του Κενάφ στην περιοχή της Καρδίτσας, υπό την επίδραση τριών επεμβάσεων άρδευσης και τεσσάρων επιπέδων αζωτούχου λίπανσης.

Αρχικά δίδεται μια γενική περιγραφή του Κενάφ για τη προέλευσή του, δεδομένα για την άνθηση και την ανάπτυξη του Κενάφ, επισημαίνονται μορφολογικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας όπως και σημαντικές ποικιλίες με τις ιδιότητές τους. Ακολουθεί το πειραματικό μέρος (Υλικά και Μέθοδοι) που περιγράφει τις εργασίες που έλαβαν χώρα στον αγρό και στο εργαστήριο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα του πειράματος (Αποτελέσματα και Συζήτηση).

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, κατ' αρχήν τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ν. Γ. Δαναλάτο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το παρόν θέμα, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε, καθώς και την ανεκτίμητη βοήθεια του τόσο στο πειραματικό, όσο και στο θεωρητικό μέρος.

Ευχαριστώ θερμά τον Αν. καθηγητή κ. Ιμπραήμ Αβραάμ Χά για την εμπιστοσύνη του να αναλάβει ως μέλος της τριμελούς επιτροπής και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις που βελτίωσαν την διατριβή μου.

Ευχαριστώ θερμά τον Επ. καθηγητή κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη η για το ενδιαφέρον που έδειξε και τις κρίσιμες παρεμβάσεις για την ολοκλήρωση της διατριβής.

Επίσης, δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω θερμά τον φίλο και διδακτορικό φοιτητή κ. Αρχοντούλη Σωτήρη για τη καθοριστική βοήθεια που μου παρείχε, όπως και όλο το Εργαστήριο Γεωργίας & Εφ. Φυσιολογίας Φυτών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους σε όλη μου τη προσπάθεια.

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το Κενάφ ( *Hibiscus cannabinus L.*) ανήκει στην οικογένεια Malvaceae, αποτελεί μια εναλλακτική καλλιέργεια για την παραγωγή χαρτοπολτού στην Ελλάδα. Η ακριβής προέλευση του Κενάφ δεν είναι γνωστή. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι προήλθε από την Αφρική, όπου υπάρχουν πολλά αυτοφυή είδη, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι προήλθε από την περιοχή Ιμαλαΐων, δεδομένου ότι βρέθηκε εκεί, σε υψόμετρο 100 μέτρων. Το Κενάφ καλλιεργείται σήμερα σε όλη τη Δυτική Ασία, από Ινδία μέχρι Τουρκία, σε αρκετά εκατομμύρια στρέμματα και αποτελεί βασική καλλιέργεια των κρατών της περιοχής αυτής. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του Κενάφ έχει εγκατασταθεί περισσότερο δοκιμαστικά, σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Alexoroulou *et al.*, 2000, Mardikis *et al.*, 2004, Danalatos and Archontoulis 2004a,b). Τα αποτελέσματα των πρώτων πειραμάτων έδειξαν ότι οι αποδόσεις και η ποιότητα των ινών θεωρούνται ικανοποιητικά, για την προώθηση του Κενάφ ως βιομηχανικού φυτού. Ένας βασικός λόγος εγκατάστασης και επέκτασης της καλλιέργειας του Κενάφ είναι το ενδιαφέρον της Ε.Ε, λόγω της έλλειψης που προβλέπεται να παρατηρηθεί σε πρώτες ύλες ξυλείας, χαρτιού και ειδικότερα ανακυκλώσιμων υλικών συσκευασίας, φιλικών προς το περιβάλλον. Έχει αναφερθεί ότι είναι 3 έως 5 φορές παραγωγικότερος ανά μονάδα επιφάνειας από τα δέντρα παραγωγής ξυλοπολτού και παράγει πολύ υψηλής ποιότητας, ίσης ή και καλύτερης από πολλά είδη δέντρων (Losavio *et al.*, 1999). Το εμπορικό προϊόν του καρπού είναι οι ίνες οι οποίοι περιέχουν δύο ευδιάκριτες ίνες : Τις μακριές ίνες του φλοιού οι οποίες παράγουν χαρτί υψηλής ποιότητας και τις κοντύτερες ίνες οι οποίες παράγουν κατώτερης ποιότητας χαρτί.

Το Κενάφ παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη χώρα μας, ως ετήσια καλλιέργεια για την παραγωγή πρώτης ύλης της χαρτοποιίας. Από την άποψη αυτή έχει ήδη αρκετά μελετηθεί στις ΗΠΑ και στην Αυστραλία, ενώ τα τελευταία χρόνια μελετάται και σε χώρες της Ε.Ε, (Alexoroulou *et al.*, 2004).

## 1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο σπόρος είναι σφηνοειδούς σχήματος και έχει χρώμα μαύρο-γκρί. Το μήκος του σπόρου είναι 3-5 mm, το πλάτος του είναι 2,5-4 mm και το πάχος του 2-3 mm. Το βάρος χιλίων σπόρων κυμαίνεται περί τα 18-29 gr, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. Οι κάψες μεγαλώνουν μέχρι το κανονικό μέγεθος και σε κάθε μία ξεχωριστά υπάρχουν 25 σπόροι. Για την πλήρη ωρίμανση απαιτούνται 12-15 ημέρες, όπου σε αυτή την περίοδο οι σπόροι χάνουν την περισσεια υγρασία, σκληραίνουν και μειώνεται λίγο το μέγεθος τους.

Τα φύλλα παρουσιάζουν διαφορές στο μέγεθος και το σχήμα ανάλογα το είδος και την ποικιλία. Αποτελούνται από το έλασμα και τον μίσχο. Συγκεκριμένα, τα φύλλα του είδους *Viridis* είναι απλά, αδιαίρετα και έχουν σχήμα ελλειψοειδές. Τα κάτω φύλλα είναι μικρά, τα μεσαία μεγαλύτερα και αυτά που βρίσκονται στην κορυφή του στελέχους είναι επίσης μικρά. Τα φύλλα του είδους *Vulgaris* είναι παλαμοειδή και έλλοβα. Το έλασμα αποτελείται από πέντε συνήθως λοβούς. Όσους περισσότερους λοβούς έχουν τα φύλλα, τόσο πιο όψιμη είναι η ποικιλία.

Ο βλαστός είναι, από πλευράς οικονομικής αξίας, το σημαντικότερο τμήμα του φυτού και κατέχει μέχρι και το 63% του βάρους του. Το στέλεχος είναι κυλινδρικό και σπάνια συναντούμε είδη, που να μην έχουν πλευρικούς κλάδους. Ανάλογα με τις συνθήκες ανάπτυξης, τα μεγέθη των στελεχών-βλαστών διαφέρουν αρκετά, ως προς το ύψος. Οι πρώιμες ποικιλίες φτάνουν σε ύψος 1,5-2,2 m, ενώ οι περισσότεροι όψιμες, σε παρόμοιες συνθήκες, φτάνουν τα 2,5-3,5 m. Τα φυτά των όψιμων ποικιλιών, με αραιή πυκνότητα και πλούσια θρέψη, μπορεί να φτάσουν και τα 5 μέτρα. Το ύψος του στελέχους έχει πρακτική σημασία, διότι καθορίζει την απόδοση και την ποιότητα της πρώτης ύλης, που προορίζεται για επεξεργασία. Από τον χρωματισμό του στελέχους διακρίνονται ορισμένα είδη του Κενάφ: πρασινοστέλεχα, πορφυρένια και κοκκινοστέλεχα.

Το ριζικό σύστημα του Κενάφ αποτελείται από την κύρια πασσαλώδη ρίζα και από τις δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες. Η κύρια ρίζα του Κενάφ προχωρεί κατακόρυφα προς τα κάτω και για αρκετές ημέρες δεν σχηματίζει καμιά διακλάδωση. Η ανάπτυξη της γίνεται πολύ γρήγορα. Πριν εμφανιστούν τα φυτά στην επιφάνεια του εδάφους, οι ρίζες τους έχουν αναπτυχθεί σε βάθος και αρχίζουν να σχηματίζουν δευτερεύουσες ρίζες, με την εμφάνιση των κοτυληδόνων στην επιφάνεια.

Τα άνθη του Κενάφ είναι τα τυπικά της οικογένειας *Malvaceae*. Είναι διγενή, ακτινόμορφα, με διπλό πενταμερές περιάνθιο με επικαλύκιο. Έχουν πολυάριθμους

στήμονες, συμφυείς στον σωλήνα (στύλο). Έχουν πέντε πέταλα, με διάμετρο 7 έως 12 cm. Η ωοθήκη είναι επιφυής, αποτελούμενη από πέντε σπερμοφόρα καρπόφυλλα. Τα άνθη είναι μεγάλα, βγαίνουν στις μασχάλες των φύλλων και έχουν χρώμα άσπρο ή κρεμ (Πασχαλίδης, 1997).

Ο καρπός είναι πεντάχωρος κάψα. Έχει ωοειδές σχήμα, μήκος έως 2,5m και πλάτος 1-2 cm (Πασχαλίδης, 1997). Είναι σκεπασμένος με πολύ μικρά σκληρά τριχίδια, τα οποία προκαλούν φαγούρα και ερεθισμό στο δέρμα του ανθρώπου. Η κάψα αποτελείται από πέντε καρπίδια και σε κάθε καρπίδιο περιέχονται πέντε σπόροι, από τους οποίους ωριμάζουν μόνο δύο έως τρεις.

Οι ίνες του φλοιού έχουν μήκος γύρω στα 2 - 3 mm (μοιάζουν με εκείνες του μαλακού ξύλου) και οι ίνες του εσωτερικού ξύλου έχουν μήκος 0,45 mm(μοιάζουν με τις ίνες του σκληρού ξύλου) (Πασχαλίδης, 1997). Το μείγμα αυτό των ινών θεωρείται κατάλληλο για την παραγωγή καλής ποιότητας χαρτιού.

### 1.3 ΓΕΝΟΤΥΠΟΣ

Σε μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην κεντρική Ιταλία (Belocchi et al., 1998) εξετάστηκαν 16 γενότυποι για την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητά τους. Ανάμεσα στις ποικιλίες αυτές, η Tainnung 2 βρέθηκε πως είναι η πιο παραγωγική με εσοδείες των περίπου 18–21.3 t/ha (σε μίσχους), ενώ η Tainnung 2 και η Everglades 41 ήταν οι πιο αργές στην ωρίμανση, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες. Στην McMillin *et al.*, 1998 μελετήθηκαν επίσης οι επιδόσεις πέντε γενοτύπων και βρέθηκε ότι η T2 και η EV 41 έδωσαν τις καλύτερες εσοδείες. Οι Meints and Smith, 2003 σε μία μελέτη στο Μισισιπή εξέτασαν την cv. Everglades 41 και βρήκαν εσοδείες των 12.39–18.47 t/ha σε φυτεία των 55 φυτών ανά μ<sup>2</sup>. Η cv. Everglades 41 διατέθηκε από το Γεωπονικό Πειραματικό Σταθμό του Πανεπιστημίου της Φλόριντα, το 1965 (Meints and Smith, 2003). Οι Alexoroulou *et al.*, 2000 σε μία έρευνα στην Ελλάδα υπέβαλαν σε δοκιμασία τρεις πρώιμης και τέσσερις όψιμης ωρίμανσης ποικιλίες και βρήκαν ότι οι όψιμες παρουσίασαν αξιοσημείωτα υψηλότερες εσοδείες (με μέγιστη αυτή της cv. Tainnung 2 viz, με 23.95 t/ha). Η T2 έχει ένα παλαμόνευρο φυλλικό τύπο ενώ η EV41 έχει ένα σφαιροειδή φυλλικό τύπο (Banuelos et al., 2002). Και οι δύο γενότυποι είχαν ένα πλούσιο ριζικό σύστημα το οποίο ήταν υψηλά αποκρινόμενο σε αλλαγές στη σύσταση του εδάφους και του



νερού, ενώ σε μία μελέτη από τον Banuelos *et al.*, 2002 βρέθηκε ότι η ξηρή βιομάζα της ρίζας ήταν 4 – 8 t/ha ανάλογα με το πότισμα (400-1200mm).

Η Tainnung 2 είναι μία νέα ποικιλία Κενάφ, φωτοευαίσθητη, που έχει επιμόνως ξεπεράσει άλλες εκτιμήσεις για το Κενάφ σε εσοδείες στις Η.Π.Α. (Webber and Bledsoe, 2002). Η T2 χαρακτηρίζεται από κάπως μεγαλύτερα ξηρά βάρη (%) των μίσχων σε σχέση με άλλες ποικιλίες, σύμφωνα με τους ίδιους μελετητές.

## 1.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ

Τον κυριότερο ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού τον αποτελούν οι τέσσερις εξωτερικοί παράγοντες: η θερμοκρασία, η θρέψη, το νερό και το φως. Οι κακές περιβαλλοντικές συνθήκες, σε μεγάλο βαθμό, επηρεάζουν το φυτό. Το Κενάφ είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε κλίμα, και υποφέρει όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω του 0°C. Θερμοκρασίες κάτω του -1°C σκοτώνουν και τα βλαστίδια και τα μεγάλα φυτά. Η βέλτιστη θερμοκρασία του εικοσιτετράωρου πρέπει να είναι 28–33°C, χωρίς απότομες διακυμάνσεις. Μικρότερες απαιτήσεις σε υψηλές θερμοκρασίες έχουν οι πρώιμες ποικιλίες, όταν καλλιεργούνται για τον φλοιό, δηλαδή για τις ίνες. Το Κενάφ έχει ως βασική θερμοκρασία κατά το φυτρωτικό και βλαστικό στάδιο ανάπτυξης του φυτού τους 10 °C, (Carberry *et al.*, 1992). Ύστερα από δέκα έως δώδεκα ημέρες παρουσιάζεται το πρώτο κανονικό φύλλο. Μετά από επτά ή οχτώ ημέρες αναπτύσσεται το δεύτερο κανονικό φύλλο (συναρτήσει της θερμοκρασίας). Στη συνέχεια επιταχύνεται η εμφάνιση των φύλλων. Πιο γρήγορα μεγαλώνει το Κενάφ από το στάδιο της εμφάνισης των ανθογόνων καταβολών (χτένια) μέχρι την έναρξη της άνθησης, σε ευνοϊκές συνθήκες θρέψης και υγρασίας. Αυτή την περίοδο η αύξηση του ύψους ανά εικοσιτετράωρο στις περισσότερες ποικιλίες φτάνει τα 6-8 cm (Danalatos and Archontoulis, 2004) και αναπτύσσονται τα πιο μεγάλα φύλλα. Μετά την περίοδο της άνθησης ο ρυθμός αύξησης του ύψους του στελέχους σχεδόν μηδενίζεται (Danalatos and Archontoulis, 2005a,b).

Το φυτό, εκτός του ότι είναι απαιτητικό, ως προς τη θερμοκρασία, είναι επίσης απαιτητικό και ως προς το φως. Όσο περισσότερο φως υπάρχει, τόσο καλύτερα αναπτύσσεται ο καρπός, ανοίγει καλά και παράγει μεγάλη ποσότητα σπόρου. Το Κενάφ είναι φυτό μικρής διάρκειας ημέρας (12 ώρες, υπό ελληνικές συνθήκες αρχίζει να ανθοφορεί όταν το εύρος ηλιοφάνειας πέσει κάτω από 12

ώρες/ημέρα και μεγιστοποιείται ο ρυθμός ανθοφορίας, σε φωτοπερίοδο 10,5 ώρες/ημέρα.

Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών παίζουν τα τρία θρεπτικά στοιχεία: το άζωτο (N), ο φωσφόρος (P) και το κάλλιο (K). Συγκεκριμένα:

α) Η έλλειψη του αζώτου προκαλεί την πτώση των κάτω φύλλων και το κιτρίνισμα των υπολοίπων.

β) Η έλλειψη του φωσφόρου, στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης, όπως και του αζώτου, προκαλεί σημαντική καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών.

γ) Η έλλειψη του καλίου, στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης, προκαλεί τον τερματισμό της αύξησης του ύψους, που οδηγεί στη δυσμορφία των φυτών, με αποτέλεσμα αυτά να γίνονται ακατάλληλα για παραγωγή ινών.

Το Κενάφ αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης.

## 1.5 ΑΝΘΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΝΑΦ

Η βασική ιδιομορφία του Κενάφ είναι η παρατεταμένη διάρκεια της άνθησης. Στις πρώιμες ποικιλίες τα άνθη εμφανίζονται στα μέσα Ιουνίου, ενώ στις πιο όψιμες στα μέσα Ιουλίου. Η άνθηση δεν ολοκληρώνεται την περίοδο της συγκομιδής. Όταν στις κάτω κάψες οι σπόροι έχουν ήδη ωριμάσει, στο επάνω μέρος του βλαστού-στελέχους η άνθηση συνεχίζεται. Η περίοδος της άνθησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εικοσιτετραώρου, εφόσον έχει εισέρθει στο στάδιο ανθοφορίας (φυτό μικρής ημέρας). Τις θερμές ημέρες του Ιουλίου και του Αυγούστου, τα άνθη του Κενάφ ανοίγουν στη μία μετά τα μεσάνυχτα και κάποιες φορές στις 11 και 12 τη νύχτα. Το φθινόπωρο τα άνθη ανοίγουν στις 6 με 7 το πρωί, ενώ με πιο χαμηλές θερμοκρασίες στις 10 με 11 το πρωί. Ανθίζουν για μια ημέρα. Πρόσφατα πειράματα στην περιοχή της Καρδίτσας δείξαν ότι πολύ όψιμες ποικιλίες Κενάφ ανθίζουν περί τα τέλη Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Οκτωβρίου (Danalatos *et al.*, 2006).

Το φυτό του Κενάφ είναι αυτογονιμοποιούμενο. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις, είναι δυνατή η σταυρογονιμοποίηση. Με θερμές καιρικές συνθήκες η γονιμοποίηση γίνεται γρήγορα και αναπτύσσονται οι σπόροι.

## 1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΕΝΑΦ

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην κεντρική Ιταλία (Belocchi et al., 1998) εξετάστηκαν 16 γενότυποι για την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητά τους. Ανάμεσα στις ποικιλίες αυτές, η Tainnung 2 βρέθηκε πως είναι η πιο παραγωγική με εσοδείες των περίπου 18–21.3 t/ha (σε ξηρό στέλεχος), ενώ η Tainnung 2 και η Everglades 41 ήταν οι πιο αργές στην ωρίμανση, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες. Σύμφωνα με τους McMillin *et al.*, (1998) μελετήθηκαν επίσης οι επιδόσεις πέντε γενοτύπων και βρέθηκε ότι οι παραπάνω προαναφερόμενες ποικιλίες έδωσαν τις καλύτερες εσοδείες. Η cv. Everglades 41 διατέθηκε από το Γεωπονικό Πειραματικό Σταθμό του Πανεπιστημίου της Φλόριντα, το 1965 (Meints and Smith, 2003). Σύμφωνα με τους Alexoroulou *et al.*, 2000 σε μία έρευνα στην Ελλάδα υπέβαλαν σε δοκιμασία τρεις πρώιμης και τέσσερις όψιμης ωρίμανσης ποικιλίες και βρήκαν ότι οι όψιμες παρουσίασαν αξιοσημείωτα υψηλότερες εσοδείες (με μέγιστη αυτή της cv. Tainnung 2 viz, με 23.95 t/ha). Η T2 (=Tainnung 2) έχει ένα παλαμόνευρο φυλλικό τύπο ενώ η EV41 (=Everglades 41) έχει ένα σφαιροειδή φυλλικό τύπο (Banuelos *et al.*, 2002). Και οι δύο γενότυποι είχαν ένα πλούσιο ριζικό σύστημα το οποίο ήταν υψηλά αποκρινόμενο σε αλλαγές στη σύσταση του εδάφους και του νερού, ενώ σε μία μελέτη από του Banuelos *et al.*, (2002) βρέθηκε ότι η ξηρή βιομάζα της ρίζας ήταν 4 – 8 t/ha ανάλογα με την άρδευση (400-1200mm).

Η Tainnung 2 είναι μία σχετικά νέα ποικιλία του κενάφ, με καλύτερη απόδοση σε ξηρά ουσία σε σχέση με τις άλλες (Webber and Bledsoe, 2002). Σε ένα τριετές πείραμα που διεξήχθη στη Ρώμη από τους Belocchi και συνεργάτες το 1998 για τη μελέτη της παραγωγής διαφορετικών ποικιλιών Κενάφ βρέθηκαν οι διαφορές που δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Καλλιονάκης, 2007).

**Πίνακας 1**

A.A	Ποικιλία	Έτος	Τελικό Υψος cm	Τελική Διάμετρος mm	Τελικό Ξηρό Βάρος Στελέχους t/ha	Τελική Συνολική Βιομάζα t/ha
1	Everglades 41	1993	326	18.8	19.9	118.1
2	Everglades 41	1994	347	15.9	20.5	24.1
3	Everglades 41	1995	294	15.6	21.7	26.1
4	Training 2	1993	321	18.5	19.5	118.4
5	Training 2	1994	337	14.6	20.8	25.1
6	Training 2	1995	316	14.5	21.0	24.1
7	Toy 977	1993	301	17.0	17.1	105.9
8	Toy 977	1994	315	14.0	18.9	22.6
9	Toy 977	1995	273	13.9	17.3	20.7
10	Cuba 1087	1995	278	13.5	19.3	23.5
11	C 15-2	1995	299	15.2	21.3	25.5
12	Everglades 71	1995	302	14.6	21.1	24.6
12	G 4	1995	286	15.3	18.6	22.3
14	BG 52-38-2	1995	314	14.6	24.8	29.4
15	KK 60	1995	292	13.8	19.3	22.8

## 1.7 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Σύμφωνα με τους Carberry and Macho, 1992 , η πυκνότητα φύτευσης του Κενάφ θα έπρεπε να είναι μεταξύ των 13-55 φυτών ανά  $m^2$ , για μεγιστοποίηση αποδόσεων σύμφωνα με τους Alexoroulou *et al.*, 2000, σε ένα τριετές πείραμα βρέθηκε ότι αν και ο πληθυσμός των φυτών διπλασιάστηκε από 17 σε 33 φυτά ανά  $m^2$  η ανάλογη αύξηση στην εσοδεία ξηρής βιομάζας ήταν μεταξύ των 1.1 - 4.5%. Σύμφωνα με Banuelos *et al.*, (2002) σε πειράματα πάνω σε Κενάφ με 16 φυτά ανά  $m^2$  είχε εσοδείες από 20 έως 30 t/ha, ανάλογα με την άρδευση (400 - 1400 mm). Ο πληθυσμός των φυτών μπορεί επίσης να είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την εσοδεία του Κενάφ και την σύνθεση των φυτών. Για μεγαλύτερη παραγωγή ινών, τελικές πυκνότητες φύτευσης των 18.5–37 φυτών ανά  $m^2$  είναι επιθυμητές για μέγιστη εσοδεία σε μίσχους, με λίγες ή και καθόλου διακλαδώσεις (Webber and Bledsoe, 2002). Αν το Κενάφ φυτεύεται σε πυκνότητες μεγαλύτερες των 37 ανά  $m^2$ , τότε η σοδειά αντισταθμίζεται με τους διαθέσιμους περιβαλλοντικούς πόρους, μειώνοντας το συνολικό αριθμό των φυτών σε μία πιο ικανοποιητική φυτεία (Webber and Bledsoe, 2002).

## 1.8 ΑΡΔΕΥΣΗ

Το πρωταρχικό ρόλο στην ανάπτυξη του κενάφ , τον διαδραματίζει το νερό. Η άρδευση είναι ο καθοριστικός παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και στην βελτίωση της ποιότητας (Stewart *et al.*, 2000). Η ποσότητα και η συχνότητα των αρδευτικών εφαρμογών πρέπει να γίνεται με γνώμονα το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και τις εδαφοκλιματικές ανάγκες (εξατμισοδιαπνοή). Σύμφωνα με πειράματα που έγιναν στην κεντρική Καλιφόρνια (1996, 1997, 1998 ) εξετάστηκαν πέντε επίπεδα άρδευσης, ποσότητας αρδευτικού νερού από 368 – 1413 χιλιοστά και σύμφωνα με τα αποτελέσματα η παραγωγικότητα του κενάφ αυξανόταν θετικά με δόση άρδευσης από το 25% έως το 125% του συνολικού αρδευτικού νερού, ενώ σε δόσεις > 125% δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω αύξηση. ( Banuelos *et al.*, 1997; Stricker *et al.*, 1997). Στην Ν. Ευρώπη ένας αριθμός ερευνητικών εργασιών έδειξαν ότι το κενάφ είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό άρδευσης, οι δε ανάγκες του φυτού σε νερό ανά καλλιεργητική περίοδο είναι περί τα 500–700 χιλιοστά (Alexoroulou *et al.*).

Στην Ελλάδα πρόσφατα πειραματικά δεδομένα (έτους 2003 και 2004) σε εδάφη με υπόγεια στάθμη νερού (Παλαμάς, Καρδίτσα), δείξαν ότι το κενάφ αποδίδει υψηλές παραγωγές (90% του δυναμικού) με εφαρμογή μόλις του 50% της συνολικής άρδευσης (250 χιλιοστά) (Danalatos and Archontoulis, 2005). Σε αλλά πειράματα στην Β. Ελλάδα (Alexoroulou et al) οι μέγιστες παραγωγικότητες βιομάζας επιτεύχθηκαν μόνο κάτω από πλήρη δόση αρδευτικού νερού.

## **1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ**

Όσον αφορά το παράγοντα που επιδρά στην αύξηση και την ανάπτυξη του κενάφ, την λίπανση, σε πρόσφατες μελέτες (Alexoroulou, 2000, Danalatos και Archontoulis, 2005) μελετήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (εύρος 0-15 κιλά /στρέμμα) και βρέθηκε ότι η λίπανση δεν είχε μεγάλη επίδραση στην αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κενάφ στην Ελλάδα και γενικότερα στην μεσόγειο είναι μέσο όψιμες και ο βιολογικός κύκλος του φυτού δεν ολοκληρώνεται βάση των κλιματικών συνθηκών. Έτσι η αναπαραγωγική φάση του φυτού δεν ολοκληρώνεται, δηλαδή δεν έχουμε σύνθεση – δημιουργία σπόρων οι οποίοι είναι πολύ απαιτητικοί σε λίπανση (Danalatos και Archontoulis, 2005).

## **1.10 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετηθεί για τρίτη συνεχή χρονιά (2005) ο ρυθμός αύξησης και παραγωγικότητας της ποικιλίας Tainnung 2 της καλλιέργειας του Κενάφ, υπό την επίδραση τριών επεμβάσεων άρδευσης και τεσσάρων επιπέδων αζωτούχου λίπανσης. Το συγκεκριμένο πείραμα εντάσσεται στο γενικότερο πλάνο ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος (BIOKENAΦ) με συγκεκριμένο πρωτόκολλο (QLK5-CT-2002-01729).

## 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Για τους σκοπούς της μελέτης, έγινε πείραμα αγρού σε Πειραματικό αγρόκτημα στο δυτικό μέρος της Θεσσαλίας, στην περιοχή του Παλαμά-Καρδίτσας.

Το πειραματικό σχέδιο είναι παραγοντικό 3 X 4 διχαζομένων τεμαχίων (split-plot σχέδιο), με τρεις επαναλήψεις (blocks).

Οι παράγοντες είναι:

i) Κύριος παράγοντας: Άρδευση (I)

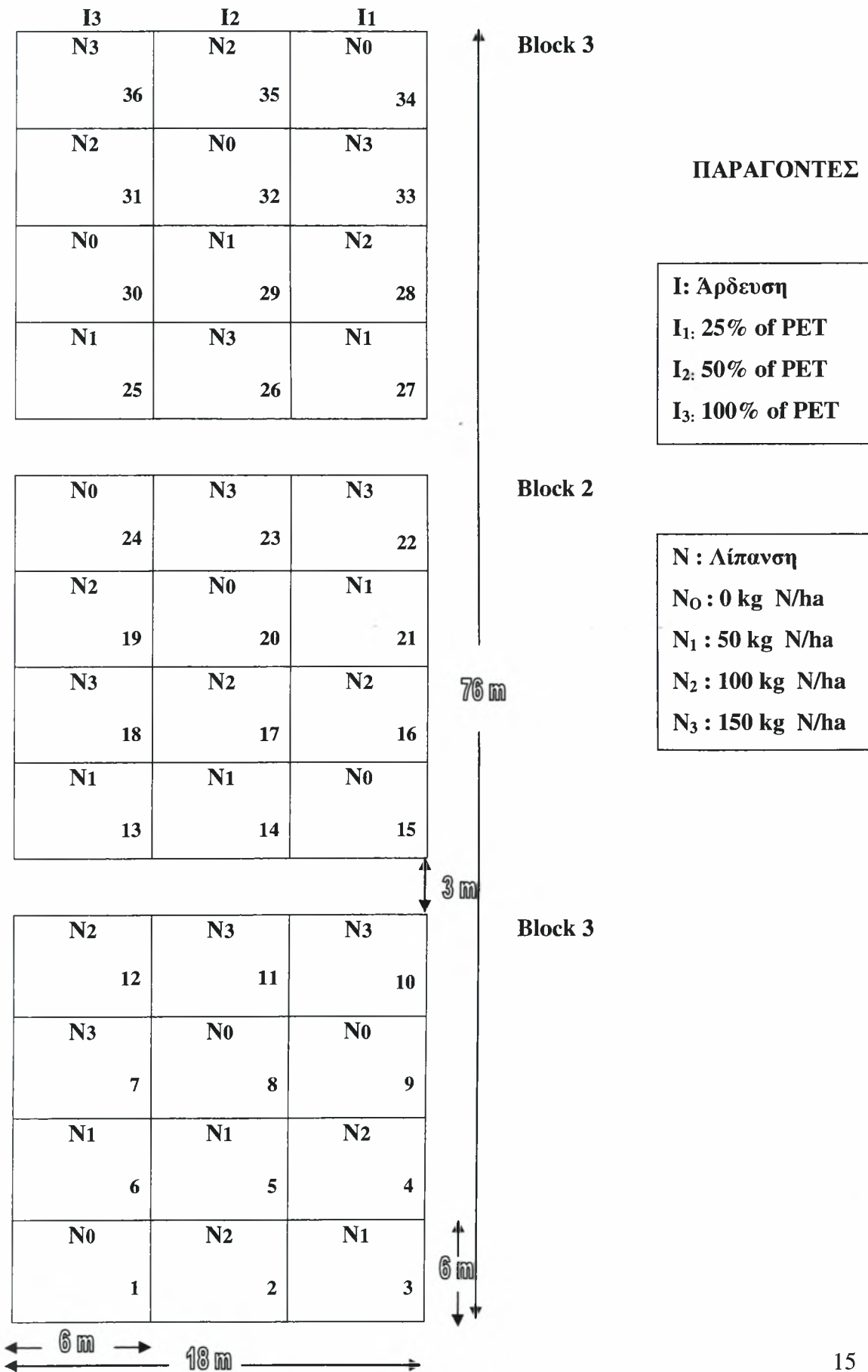
- Μεταχείριση  $I_1=25\%$  (125 mm)
- Μεταχείριση  $I_2=50\%$  (250 mm)
- Μεταχείριση  $I_3=100\%$  (500 mm)

ii) Δευτερεύων παράγοντας: Αζωτούχος λίπανση (N)

- $N_0=0$  kg N ha<sup>-1</sup>
- $N_1=50$  kg N ha<sup>-1</sup>
- $N_2=100$  kg N ha<sup>-1</sup>
- $N_3=150$  kg N ha<sup>-1</sup>.

Κάθε επανάληψη έχει διαστάσεις 24 m x 18 m δηλαδή 432 m<sup>2</sup> και την αποτελούν 12 τεμάχια διαστάσεων 6 m x 6 m. Επομένως, η συνολική έκταση του πειράματος είναι 432 m<sup>2</sup> x 3 = 1296 m<sup>2</sup> και μαζί με τους διαδρόμους (πλάτους 3 m) 1404 m<sup>2</sup>. Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ ΚΕΝΑΦ ΣΤΟΝ ΠΑΛΑΜΑ ΤΟ 2005





## 2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ - ΕΔΑΦΟΣ

Η παρούσα μελέτη έχει λάβει χώρα στον Παλαμά Καρδίτσας (συντεταγμένες 39°25'43.4'' Βόρειο, 22°05'09.7'' Ανατολικό, Υψόμετρο 107,5 μέτρα) το έτος 2005. Το βάθος του υπόγειου νερού από την επιφάνεια του εδάφους κυμαίνεται στα 150-400 εκατοστά την περίοδο Μάιος- Ιούνιος. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως βαθύ, γόνιμο, πηλώδες και ταξινομείται ως Acquic Xerofluent σύμφωνα με USDA (1975). Το έδαφος, το οποίο μελετάται είναι ελλειπώς αποστραγγιζόμενο, πηλώδες ( 40-42% άμμος, 40-41% πηλός, 18-19% άργιλος). Το pH του εδάφους προσδιορίζεται στο 8-8,2, το οποίο σχηματίστηκε σε πρόσφατες αλλούβιες αποθέσεις και αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της πεδιάδας της Δυτικής Θεσσαλίας. Το έδαφος αποστραγγίζεται τεχνητά και έχει ένα ποσοστό οργανικής ουσίας περισσότερο του 1% σε βάθος των 50 εκατοστών.

## 2.3 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

### 2.3.1 Ιστορικό φύτευσης

Η φυτεία είχε εγκατασταθεί, στο πειραματικό αγρό στη περιοχή του Παλαμά, το έτος 2005. Πριν την σπορά εφαρμόστηκαν όλες οι τεχνικές προκειμένου το έδαφος να έρθει στην κατάλληλη σποροκλίση. Συγκεκριμένα, έγινε βαθύ όργωμα περί τα τέλη Νοεμβρίου σε βάθος 35 cm και έπειτα ακολούθησε ελαφρής καλλιεργητής προκειμένου τα θρυμματιστούν τα μεγάλα συσσωματώματα. Την εργασία αυτή ακολούθησε δισκοσβάρνηση (3 φορές) όπου και η σποροκλίση ήταν στην επιθυμητή μορφή. Λίγες μέρες πριν την σπορά έγινε ζιζανιοκτονία με τη χρήση του ζιζανιοκτόνου trifluralin και συγκεκριμένα στις 4/4/2005.

Η σπορά έγινε στις 11/4/2005 με πνευματική μηχανή ακριβείας τύπου Gasparto. Το 50% του φυτρώματος παρατηρήθηκε 24/4/2005. Το 50% της ανθοφορίας παρατηρήθηκε στις 5/10/2005. Πριν την σπορά έγινε βασική λίπανση με φώσφορο και κάλιο σε ποσότητες 5 κιλά/στρέμμα και 10 κιλά/στρέμμα αντίστοιχα, με ημερομηνία επέμβασης στις 4/4/2005. Ένα μήνα μετά την σπορά έγινε καταπολέμηση ζιζανίων με το χέρι (2 φορές) ενώ το έδαφος φρεσκαρίστηκε από ελαφρύ αναμοσχευτή εδάφους μεταξύ των σειρών.

Κλιματολογικά δεδομένα καταγράφηκαν από μετεωρολογικό σταθμό που ήταν εγκατεστημένος στα σύνορα της πειραματικής περιοχής.

### **2.3.2 Λίπανση**

Τα τέσσερα επίπεδα λίπανσης ( $N_0$  : 0 kg N/ha,  $N_1$  : 50 kg N/ha,  $N_2$  : 100 kg N/ha,  $N_3$  : 150 kg N/ha.) πραγματοποιήθηκαν με εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας (33,5-0-0) στις 29/5/2005.

### **2.3.3 Άρδευση**

Ο πειραματικός αγρός αρδεύτηκε με τη χρήση σταλακτηφόρων σωλήνων διαμέτρου Φ20. Η μέση παροχή του συστήματος είναι 4 λίτρα/ώρα ανά σταλάκτη, με 1 σταλάκτη ανα τρέχον μέτρο, ενώ τα λάστιχα τοποθετήθηκαν σειρά παρά σειρά. Η συνολική ποσότητα νερού με την οποία αρδεύτηκε ο αγρός ήταν 500 χιλιοστά καθ'όλη την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2005.

### **2.3.4 Έλεγχος ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών**

Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν παρατηρήθηκε σοβαρή προσβολή των φυτών του Κενάφ από εχθρούς και ασθένειες και κατά συνέπεια δεν χρειάστηκε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Για τον περιορισμό ζιζανίων υπήρξε μία χημική επέμβαση και συγκεκριμένα με το σκεύασμα triflurarin, καθώς και δύο φορές έγινε σκάλισμα από τους εργάτες.

## 2.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η αύξηση και η ανάπτυξη του Κενάφ μελετήθηκε την καλλιεργητική περίοδο του 2005. Πραγματοποιήθηκαν έξι (6) κοπές – δειγματοληψίες, όπως παρατίθενται ημερολογιακά στον παρακάτω πίνακα:

Κοπές - δειγματοληψίες την καλλιεργητική περίοδο 2005
1 <sup>η</sup> στις 4/7/2005
2 <sup>η</sup> στις 24/7/2005
3 <sup>η</sup> στις 16/8/2005
4 <sup>η</sup> στις 13/9/2005
5 <sup>η</sup> στις 27/9/2005
6 <sup>η</sup> στις 18/10/2005

Σε κάθε κοπή συγκομίστηκε η φυτική μάζα σε επιφάνεια 1,5 m<sup>2</sup> από τις κεντρικές γραμμές κάθε υποτεμαχίου, με προσοχή ώστε η επιφάνεια δειγματοληψίας να μην συνορεύει με επιφάνεια όπου είχε προηγηθεί δειγματοληψία φυτών. Η επιλογή των φυτών έγινε όπως αναφέρθηκε από τις κεντρικές γραμμές κάθε υποτεμαχίου, για το λόγο ότι παράγοντες όπως η λίπανση απαιτούν μεγάλα τεμάχια, διότι η επίδραση τους επεκτείνεται και στα άλλα τεμάχια, ώστε μεταξύ των τεμαχίων, πρέπει να υπάρχουν περιθωριακές γραμμές που να εξομαλύνουν την επίδραση του περιθωρίου-border effect-( Γαλανοπούλου 2002).

Επί τόπου μετρήθηκε το ύψος των φυτών και στη συνέχεια μετρήθηκε το χλωρό βάρος με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, που μεταφέρθηκε στον αγρό για το σκοπό αυτό. Στην συνέχεια λήφθηκε υπόδειγμα περί τα 2-3 φυτά για τις περαιτέρω παρατηρήσεις. Έπειτα αφού ξαναζυγίστηκε το υπόδειγμα αυτό τοποθετήθηκε σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκε στο εργαστήριο.

## 2.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Στο εργαστήριο έγινε ο διαχωρισμός των βλαστών από τα φύλλα. Όλες οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν κατά επανάληψη και με τη σειρά που ελήφθησαν τα δείγματα. Το χλωρό βάρος υποδείγματος μετρήθηκε στον αγρό. Στη συνέχεια έγινε μεταφορά του στο εργαστήριο όπου τα διάφορα φυτικά όργανα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο ξήρασης στους 90 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος. Μετά την ξήραση (3-5 ημέρες) μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Έπειτα από την ολοκλήρωση όλων των σχετικών μετρήσεων (βλέπε χλωρά και ξηρά βάρη ανά φυτικό μέρος) τα ακόλουθα χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν και αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη.

- Ύψος καλλιέργειας σε σχέση με τον χρόνο
- Συνολικό ξηρό βάρος σε σχέση με το χρόνο
- Υγρασία καλλιέργειας σε σχέση με το χρόνο
- Ρυθμός αύξησης καλλιέργειας σε σχέση με το χρόνο, κάνοντας χρήση του τύπου

$$CGR = (W2-W1) / (T2-T1),$$

Όπου,

CGR = ρυθμός αύξησης καλλιέργειας,

W2, W1 = ξηρό βάρος καλλιέργειας σε κάθε χρονική στιγμή

T2, T1 = ημέρες όπου λαμβάνονταν οι αντίστοιχες μετρήσεις

- Κατανομή ξηρής ουσίας της καλλιέργειας σύμφωνα με το τύπο

$P = (S2-S1)/(W2-W1)$ , όπου S είναι το βάρος του αντίστοιχου φυτικού μέρους (βλαστός ή φύλλα) σε δεδομένη χρονική στιγμή και W είναι η συνολική ξηρά ουσία στην αντίστοιχη χρονική στιγμή.

## **2.6 ΣΥΛΛΟΓΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Η συλλογή των μετεωρολογικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται εγκατεστημένος στα σύνορα της πειραματικής περιοχής του Παλαμά-Καρδίτσας. Ο μετεωρολογικός σταθμός περιλαμβάνει καταγραφέα τύπου DATAHOG2 SERIES της εταιρίας SKYE INSTRUMENTS LTD, ο οποίος απαρτίζεται από τους παρακάτω αισθητήρες μέτρησης:

- Ηλιακής ακτινοβολίας (PYRANOMETER)
- Θερμοκρασίας (THERMISTORS)
- Βροχόπτωσης (ARG 100)
- Ταχύτητας ανέμου (THIES CLIMA)

Τα παραπάνω δεδομένα καταγράφηκαν αυτόματα στον καταγραφέα (data logger) σε διαστήματα μιας ώρας, καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο 2005.

## **2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

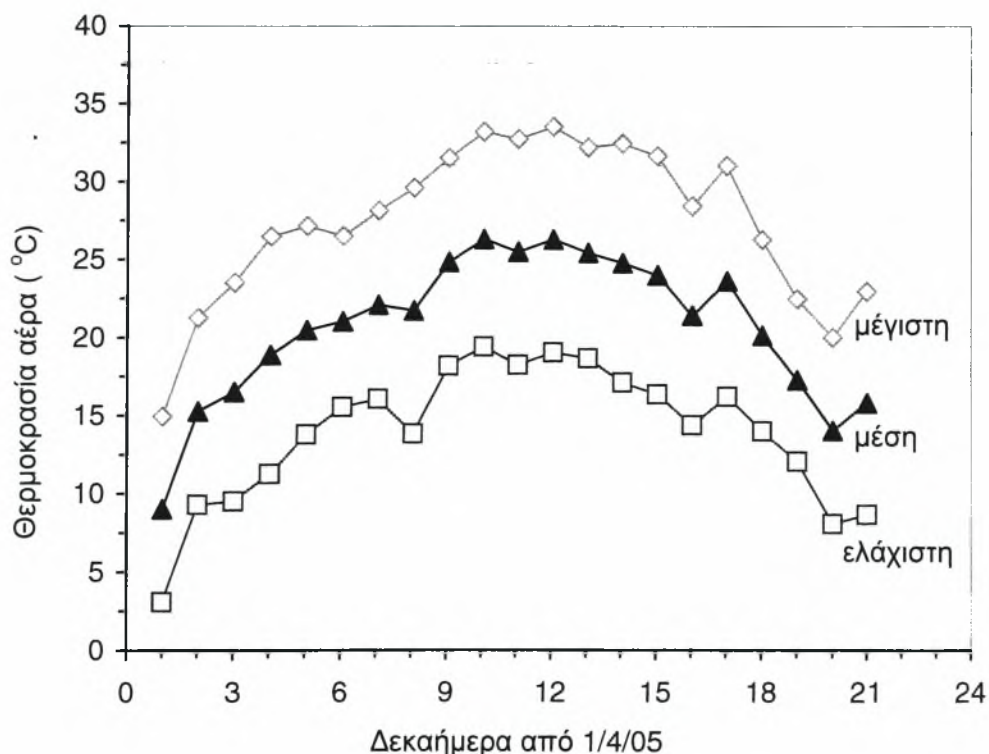
Όλα τα μετρημένα και υπολογισμένα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το στατικό πακέτο (GenStat) όπου και ανιχνεύτηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές, της τάξης του 5% (πειραματικό σφάλμα).

### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

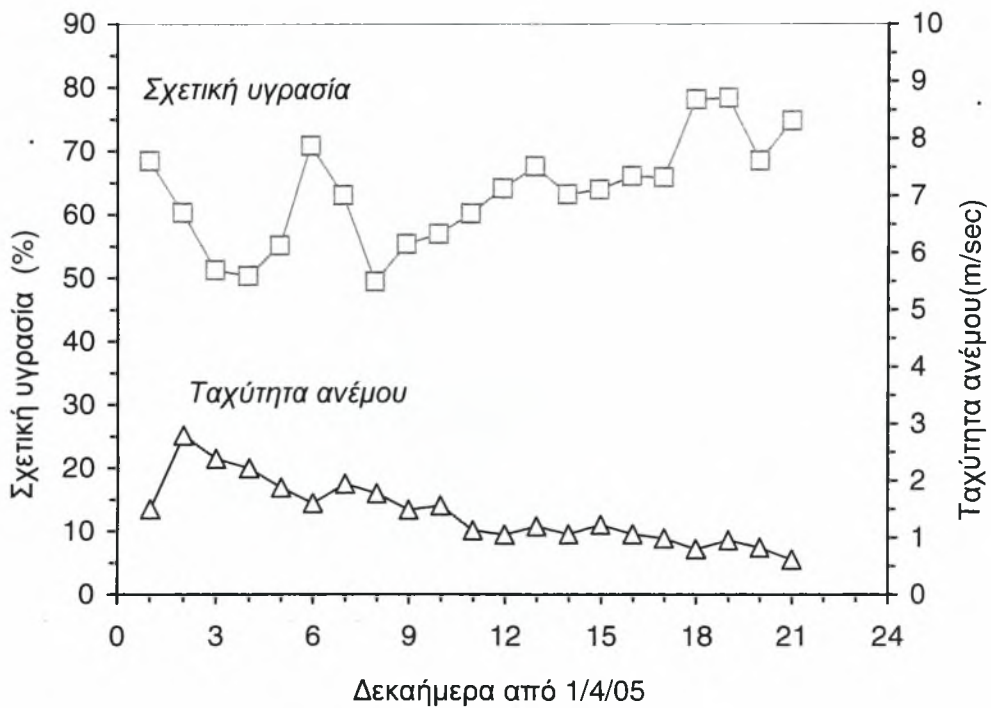
Γενικά η πειραματική περιοχή που μελετάται, χαρακτηρίζεται από το μεσογειακό της κλίμα με ζεστό, ξηρό καλοκαίρι και δροσερό, υγρό χειμώνα. Στα σχήματα 1α-δ παρουσιάζονται τα διαγράμματα: της θερμοκρασίας (βλ Σχ. 1α), της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας του αέρα (βλ Σχ. 1β), της γήινης ακτινοβολίας και των ωρών ηλιοφάνειας (βλ Σχ. 1γ) και της βροχόπτωσης (βλ Σχ. 1δ) όπως καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό το 2005.

Η θερμοκρασία αέρα κυμάνθηκε σε κανονικά επίπεδα σε σχέση με προηγούμενα πειραματικά έτη και παρέμεινε 1- 4°C κάτω από την κλιματολογική τιμή για το μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η θερμοκρασία του αέρα ήταν γύρω στους 25°C, και έκτοτε μειώθηκε κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου.



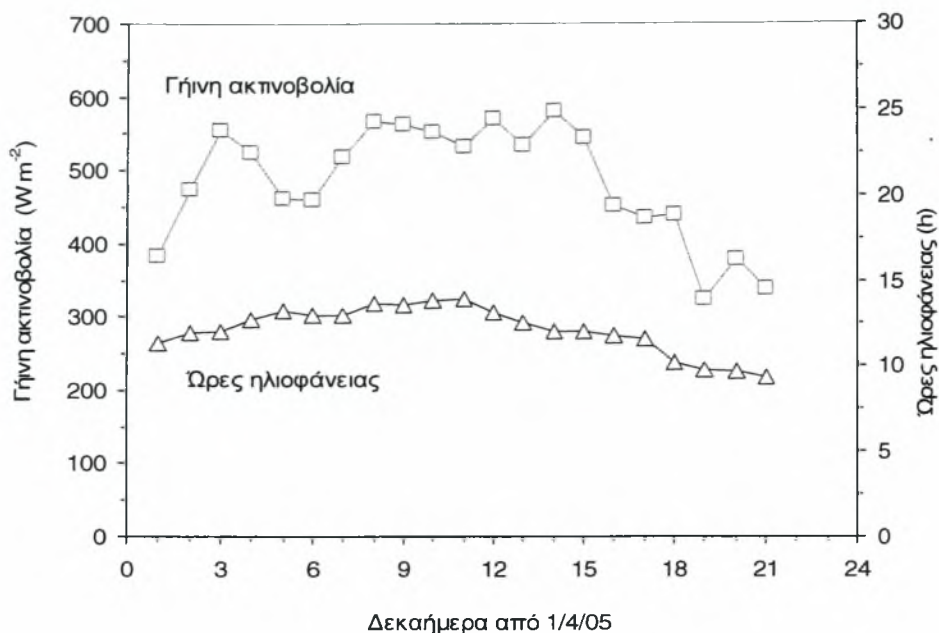
Σχήμα 1α: Η μεταβολή της θερμοκρασίας αέρα στην πειραματική περιοχή του Παλαμά όπως καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό το έτος 2005.

Η σχετική υγρασία ήταν περίπου 60% κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, με αποτέλεσμα την έλλειψη πίεσης υδρατμών ιδιαίτερα στα φυτά με μικρή διαθεσιμότητα σε νερό, επομένως η καλλιέργεια μας είχε ανάγκη άρδευσης. Αργότερα, κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου η σχετική υγρασία αυξήθηκε καθώς η θερμοκρασία του αέρα μειώθηκε. Η ταχύτητα του αέρα κυμάνθηκε στα 1-2 m/sec καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής εποχής.



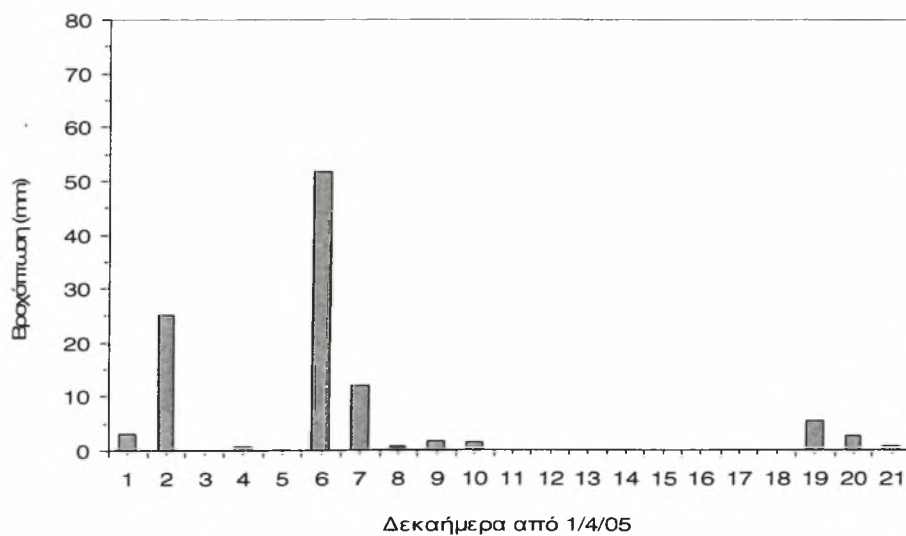
**Σχήμα 1β:** Στο διάγραμμα φαίνονται το πώς κυμάνθηκαν, τα διαγράμματα της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας του ανέμου, όπως μετρήθηκαν για την καλλιεργητική μας περίοδο.

Η γήινη ακτινοβολία ακολουθεί το ετήσιο πρότυπο, αυξάνεται από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο, έπειτα παραμένει σε υψηλά επίπεδα μέχρι το Σεπτέμβριο και έπειτα μειώνεται. Κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η τιμή LAI κυμαίνεται μεταξύ 2 έως 5, που σημαίνει ότι η φυλλοστοιβάδα είναι κλειστή και κατά συνέπεια έχουμε υψηλό ποσοστό δέσμησης φωτός.



**Σχήμα 1γ:** Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι μεταβολές της γήινης ακτινοβολίας και των ωρών ηλιοφάνειας όπως καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό κατά την καλλιεργητική περίοδο το 2005

Αυτό το έτος ήταν το ξηρότερο των τελευταίων πέντε ετών στην περιοχή του Παλαμά, με σχεδόν μηδενική βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.



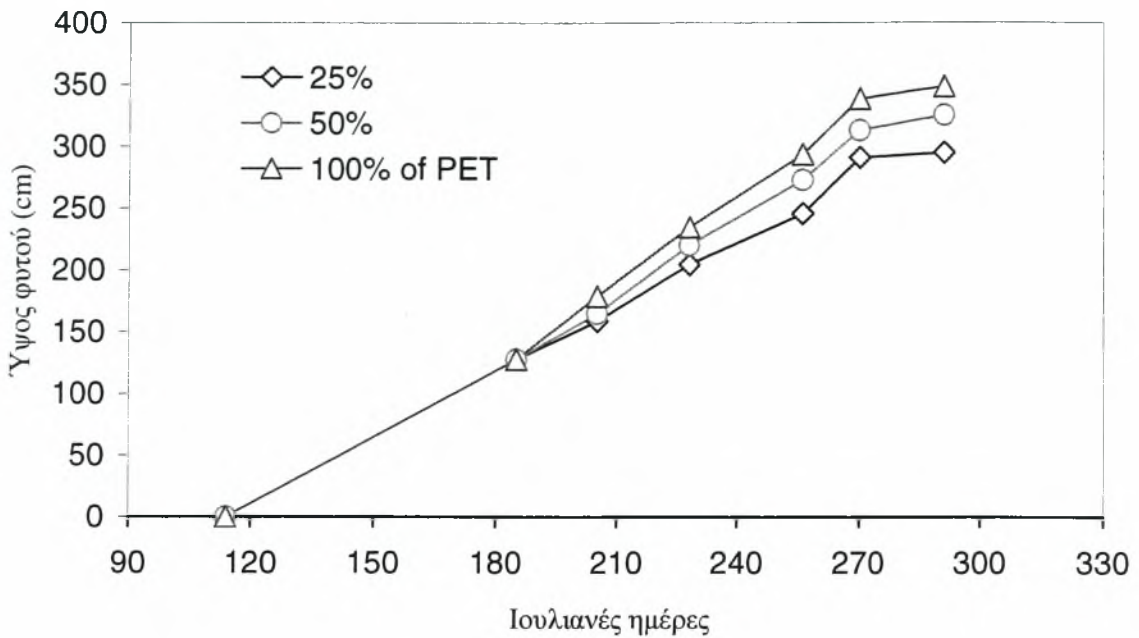
**Σχήμα 1δ:** Η μεταβολή της βροχόπτωσης (mm) κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005, στην περιοχή του Παλαμά.



## 3.2 ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ

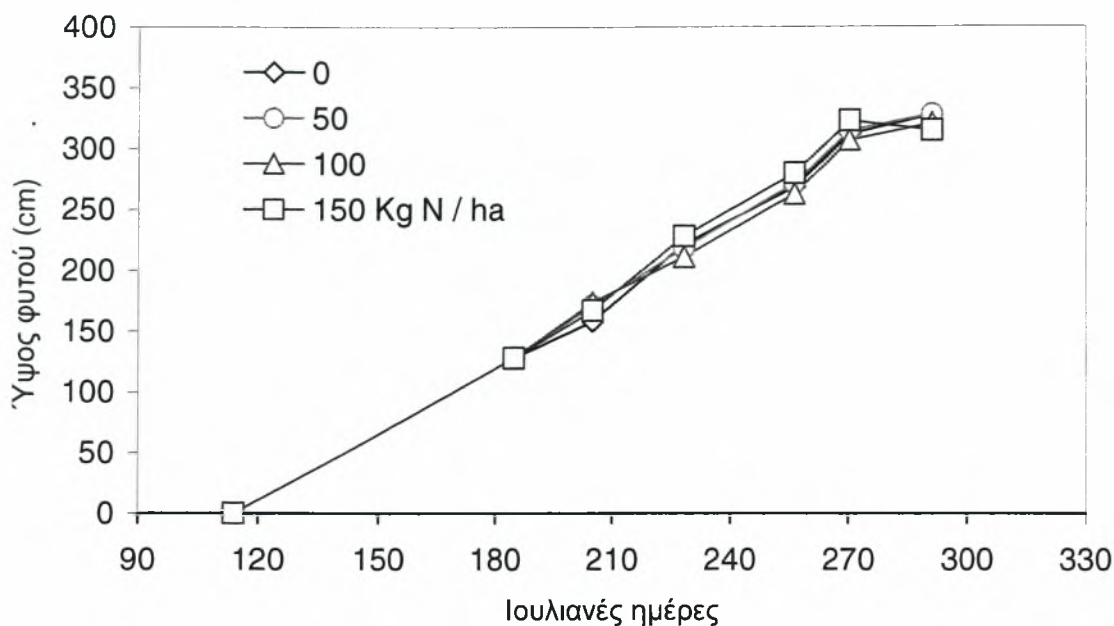
Τα διαγράμματα 2α και β καθώς και ο πίνακας 1 μας δείχνουν την εξέλιξη ύψους των φυτών για τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (I) και τέσσερα επίπεδα εφαρμογής αζωτούχο λίπανσης (N). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δύο εξεταζομένων παραγόντων (νερό × λίπασμα ( $P>0.05$ )), και έτσι παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για κάθε παράγοντα χωριστά.

Η άρδευση επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την αύξηση του φυτού σε ύψος, ( $P < 0.05$ ). Συγκεκριμένα βρέθηκε ότι η μεταχείριση  $I_3=100\%$  (500 mm) έδωσε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με το ύψος του φυτού από την μεταχείριση  $I_1=25\%$  (125 mm). Από την εμφάνιση της καλλιέργειας μέχρι και την άνθισή της, ο μέσος ρυθμός αύξησης του ύψους του φυτού ήταν 2,0, 2,2, και 2,4 εκατ./ημέρα για τα επίπεδα άρδευσης 25, 50 και 100% αντίστοιχα. Το μέγιστο ύψος φυτών που σημειώθηκε στα τέλη Σεπτεμβρίου ήταν 291,313, και 380 cm. για τα επίπεδα άρδευσης 25%, 50% και 100% αντίστοιχα. Η διαφοροποίηση στο ύψος των φυτών, έπειτα από την επίδραση των τριών μεταχειρίσεων, άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή περίπου στα μέσα του Αυγούστου. Αυτή η περίοδος συμπίπτει με τις υψηλές ανάγκες της καλλιέργειας μας σε νερό, λόγω της αύξησης της βιομάζας της, με αποτέλεσμα την ανάγκη για άρδευση της καλλιέργειας, καθώς τα επίπεδα των υπόγειων αποθεμάτων νερού είναι μειωμένα. Συγκρίνοντας την μεταχείριση  $I_2=50\%$  (250 mm) και την μεταχείριση  $I_3=100\%$  (500 mm) εντοπίζονται μικρές διαφορές και όχι στατιστικώς σημαντικές.



**Σχήμα 2α:** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση του ύψους του φυτού ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα άρδευση, χωριστά. PET = potential evapotranspiration δηλαδή δυναμική εξατμισοδιαπνοή.

Αν και αυτό το έτος ήταν το 3<sup>ο</sup> με την ίδια πειραματική διαδικασία, τα αποτελέσματα από την επίδραση των μεταχειρίσεων της λίπανσης ήταν διαφορετικά από εκείνα της άρδευσης καθώς δεν βρέθηκαν να έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Αυτό μας δείχνει ότι η καλλιέργεια ανήκει μεταξύ των καλλιεργειών με υψηλή παραγωγή βιομάζας και με αρκετά χαμηλές απαιτήσεις σε άζωτο. Στοιχείο που ενισχύει αυτή την υπόθεση είναι ότι το φυτό δεν παράγει σπόρους οι οποίοι έχουν τριπλάσιες – τετραπλάσιες απαιτήσεις σε άζωτο κτλ. Το επιχείρημα αυτό ενισχύεται, από το ιστορικό των προηγούμενων πειραματικών ετών, καθώς κι από το γεγονός ότι η θερμοκρασία του αέρα εκείνη την περίοδο ήταν σε καλά επίπεδα για τη μεταλλοποίηση και ακινητοποίηση του αζώτου.



**Σχήμα 2β:** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση του ύψους του φυτού ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα λίπανση, χωριστά. (εκτάριο = 10 στρέμματα)



**Πίνακας 2:** Η μεταβολή του ύψους των φυτών (cm) για τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (I) και τέσσερα επίπεδα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης (N) στο Παλαμά το 2005

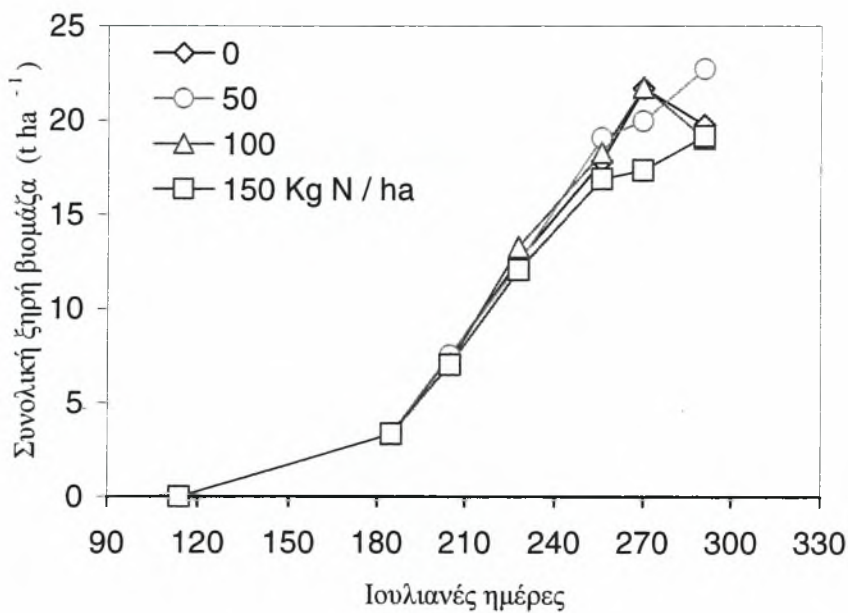
Κοπή	Ημ/νία	Ιουλιανές ημέρες	DAE	I1	I2	I3	LSD
1	4/7	185	71	128	128	128	ns
2	24/7	205	91	158,7	165	179,1	*15.11
3	16/8	228	114	204,6	220,1	234,8	**14.06
4	13/9	256	142	245,9	273	293,7	**10.61
5	27/9	270	156	291,2	313,3	338,7	**10.13
6	18/10	291	177	295	325,4	348,3	**23.14

\*: επίπεδο 5%, \*\*: επίπεδο 1%

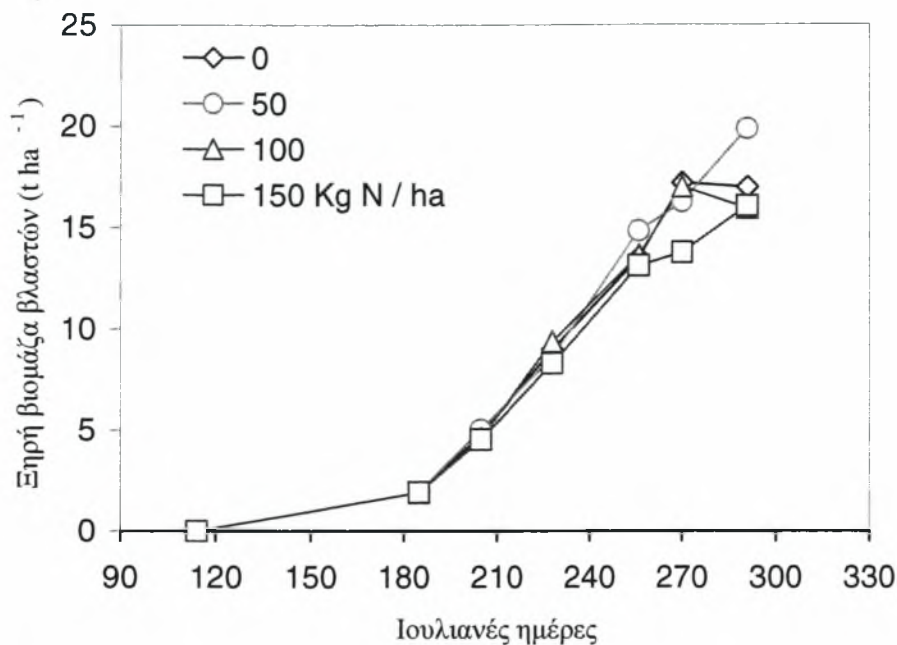
Κοπή	Ημ/νία	Ιουλιανές ημέρες	DAE	N1	N2	N3	N4	LSD
1	4/7	185	71	128	128	128	128	ns
2	24/7	205	91	158,3	171,1	173,8	167,2	ns
3	16/8	228	114	221,5	218,4	211,3	228,2	ns
4	13/9	256	142	268,6	271,6	263,3	280	ns
5	27/9	270	156	312,2	315	307,2	323,3	ns
6	18/10	291	177	327,7	328,3	320,5	315	ns

### 3.3 ΞΗΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ, ΒΛΑΣΤΟΙ ΚΑΙ ΦΥΛΛΑ)

Όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα (Σχ 3α και 3β), η συνολική ξηρή βιομάζα και η ξηρή βιομάζα των βλαστοί και των φύλλων του Κενάφ δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από κανένα επίπεδο του παράγοντα αζωτούχο λίπανση από 0 έως 150 kg. N ha<sup>-1</sup>. Προφανώς, αυτό οφείλεται στις χαμηλές απαιτήσεις της καλλιέργειας σε άζωτο, καθώς και στη σχετικά καλή γονιμότητα του εδάφους στην πειραματική περιοχή.

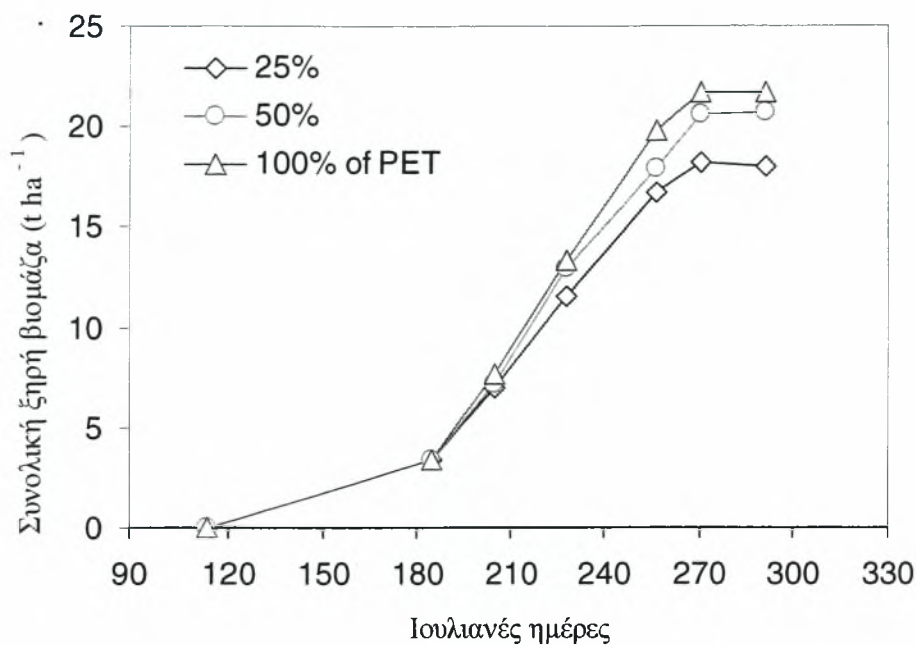


**Σχήμα 3α** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση της συνολικής ξηρής βιομάζας ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα λίπανση, χωριστά.

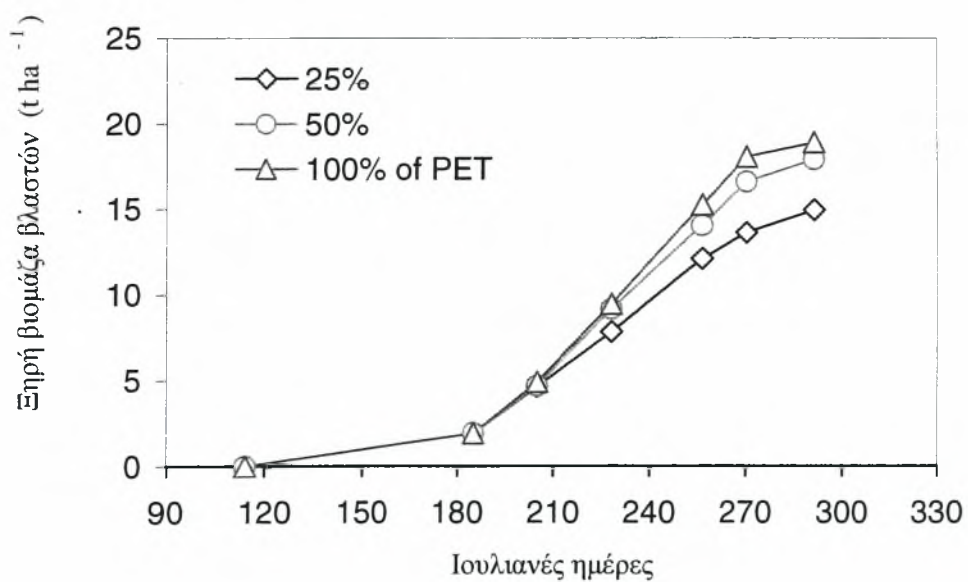


**Σχήμα 3β** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση της συνολικής ξηρής βιομάζας βλαστών ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα λίπανση, χωριστά.

Η επίδραση του παράγοντα νερό είχε αντίθετα αποτελέσματα από εκείνα της λίπανσης. Η άρδευση φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά τη συνολική παραγωγή βιομάζας ( $P < 0.05$ ). Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα, αυτό γίνεται ιδιαίτερα αισθητό από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου, χρονικό διάστημα το οποίο συμπίπτει με τη διαφοροποίηση του ύψους των φυτών. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στη μάζα των φύλλων, ώστε να αποδοθεί στην πτώση των γερασμένων φύλλων που είχαν υπολογιστεί στη συνολική βιομάζα. Στη φάση της άνθισης, τέλος Σεπτεμβρίου- αρχές Οκτωβρίου, η συνολική βιομάζα ήταν 18.2, 20.6, 21.7 t ha<sup>-1</sup> για I1, I2, και I3 αντίστοιχα, η βιομάζα των βλαστών 14.9, 17.8, 18.9 t ha<sup>-1</sup> για I1, I2, και I3 αντίστοιχα και η βιομάζα των φύλλων 4.6, 4.0 και 3.7 t ha<sup>-1</sup>, για I1, I2, και I3 αντίστοιχα. Όπως και στα προηγούμενα πειραματικά έτη (2003-4), έτσι και αυτό το έτος (2005) η μεταχείριση άρδευσης I<sub>2</sub>=50% (250 mm) με την μεταχείριση I<sub>3</sub>=100% (500 mm) δεν είχαν σημαντική διαφορά στην συνολική βιομάζα της καλλιέργειας. Άρα συμπεραίνουμε ότι κάτω από τις ίδιες συνθήκες εδάφους-κλίματος η καλλιέργεια του Κενάφ μπορεί να αποδώσει υψηλή παραγωγή βιομάζας με 250 mm νερού. Αυτό σημαίνει ότι το Κενάφ είναι μία καλλιέργεια με χαμηλές εισροές και μερικώς, θα μπορούσε να αντικαταστήσει τις παραδοσιακές καλλιέργειες όπως το βαμβάκι, τον αραβόσιτο και το ζαχαρότευτλο, στις δυτικές περιοχές της Θεσσαλίας.



**Σχήμα 3γ** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση της συνολικής ξηρής βιομάζας ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα νερό, χωριστά.

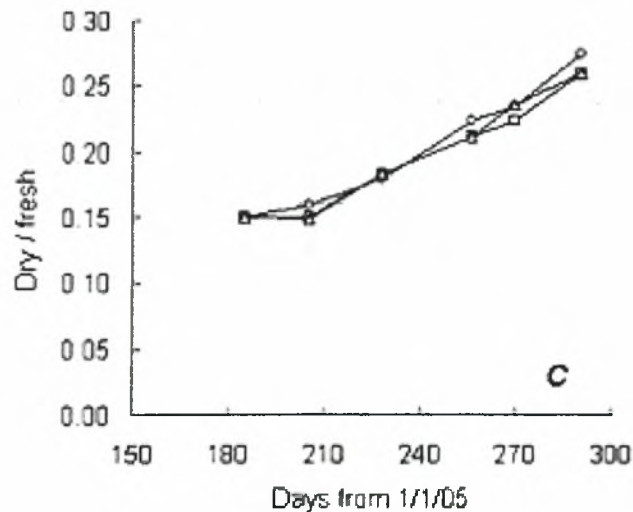


**Σχήμα 3δ** Το διάγραμμα μας δείχνει την αύξηση της συνολικής ξηρής βιομάζας βλαστών ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για καθεμία μεταχείριση, του παράγοντα άρδευσης, χωριστά.

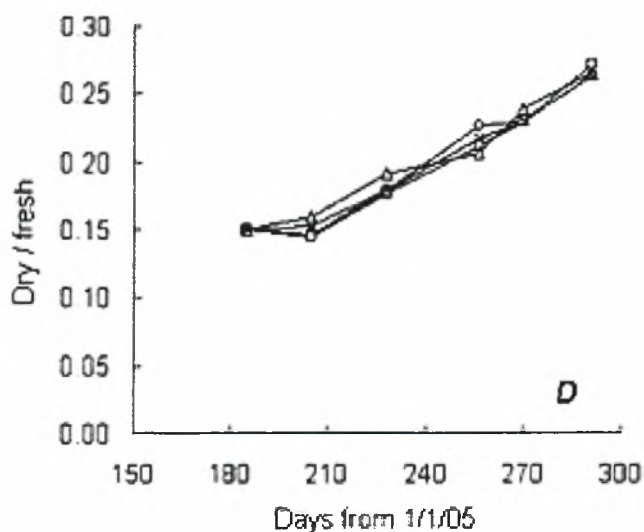
### 3.4 ΛΟΓΟΣ ΞΗΡΟΥ / ΧΛΩΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η υγρασία της φυτικής μάζας είναι σημαντικό χαρακτηριστικό, ιδιαίτερα για την αποθήκευση, τεμαχισμό, μεταφορά, καθώς και για την καύση του υλικού. Επίσης, παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον καθορισμό του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής ανάλογα με την επιθυμητή υγρασία, υψηλές τιμές της οποίας αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της βιομάζας για βιομηχανική χρήση.

Στα παρακάτω διαγράμματα, παρουσιάζεται η αναλογία ξηρού/ χλωρού βάρους βιομάζας στην καλλιέργεια του Κενάφ της ποικιλίας Tainnung 2 όπως επηρεάζονται από την άρδευση και την αζωτούχο λίπανση. Αυτή η παράμετρος επηρεάζεται λιγότερο από τον παράγοντα που μελετάται, και εξαρτάται περισσότερο από τη φάση ανάπτυξης. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων. Ο λόγος ξηρού/ χλωρού της καλλιέργειας ήταν περίπου 26,5%.



**Σχήμα 4α:** Το διάγραμμα μας δείχνει το λόγο ξηρού /χλωρού βάρους στην καλλιέργεια του Κενάφ ,ποικιλίας Tainnung 2 ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχο λίπανσης, στην πειραματική περιοχή του Παλαμά το 2005.



**Σχήμα 4β:** Το διάγραμμα μας δείχνει το λόγο ξηρού /χλωρού βάρους, ανά Ιουλιανές ημέρες από την 01/01/05 για τα τρία επίπεδα άρδευσης.

### 3.5 ΡΥΘΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται οι ρυθμοί αύξησης όλων των τμημάτων της καλλιέργειας του Κενάφ (σύνολο, βλαστοί και φύλλα) υπό την επίδραση δύο διαθεσιμοτήτων νερού (25% και 100%) στο πειραματικό αγρό το έτος 2005. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι οι διαφορές στις μέγιστες τιμές όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 5 που ακολουθεί: Στο τεμάχιο με πλήρη άρδευση σημειώθηκαν δυναμικοί ρυθμοί αύξησης καθώς έχουμε πλήρη δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας.

Πίνακας 3: Οι μέγιστοι ρυθμοί αύξησης όλων των τμημάτων της καλλιέργειας του Κενάφ ( $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ ), υπό την επίδραση δύο διαθεσιμοτήτων νερού (25% και 100%). Παρουσιάζονται οι μέγιστοι ρυθμοί αύξησης που καταγράφηκαν κατά την βλαστική περίοδο (Ιούλιος-Αύγουστος), όπου το φυτό είχε LAI > 3.

Τμήματα Κενάφ	100% άρδευση	25% άρδευση
ολόκληρο το φυτό ( $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ )	230	190
βλαστοί ( $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ )	180	140
Φύλλα ( $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ )	50	45



## 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα εργασία μπορούν να ελεγχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ❖ Το Κενάφ κάτω από τις παρούσες εδαφό-κλιματικές συνθήκες της δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδος αποδίδει υψηλές παραγωγικότητες περί τους 2,0 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα.
- ❖ Η άρδευση φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά τη συνολική παραγωγή βιομάζας, αλλά το ενθαρρυντικό είναι ότι κάνοντας χρήση μόνο του 50% του νερού παίρνουμε παραγωγές σε ξηρά ουσία περί το 90% του μεγίστου.
- ❖ Για τρίτη συνεχή χρονιά η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση του κενάφ στο εύρος (0–15 μονάδες).
- ❖ Το Κενάφ, μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική πρόταση για αντικατάσταση μέρους του βαμβακιού στην δυτική θεσσαλική πεδιάδα, εφόσον δοθούν κίνητρα στους ενδιαφερόμενους παραγωγούς.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alexopoulou E, Christou M, Mardikis M, Chatziathanasiou A, 2000. Growth and yields of kenaf varieties in central Greece. *Ind. Crops and products*, 11, 163–172.
2. Alexopoulou, E., Christou, M., Nicholaou A., Mardikis, M., (2004). BIOKENAF: A network for industrial products and biomass for energy from kenaf. In: Van Swaalj, W.P.M., Fjalistrom, T., Helm, P., Grassi, A. (Ed.), *Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> World Biomass Conference*, 10-14 May, Roma, Italy, pp. 2040–2043.
3. Belocchi A, Quaranta F, Desiderio E, 1998. Yields and adaptability of kenaf varieties (*Hibiscus cannabinus*) for paper pulp in central Italy. In *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. James & James (Science publishers) Ltd, pp. 1039–1049.
4. Carberry PS and Muchow RC, 1992. A simulation model for kenaf assisting fibre industry planning in northern Australia. III. Model Description and Validation. *Aust. J. Agriculture Research*, 43, 1527–45.
5. Carberry PS, Muchow RC, Williams R, Sturtz JD, McCown RL, 1992. A simulation model for kenaf assisting fibre industry planning in northern Australia. I. General introduction and phenological model. *Aust. J. Agriculture Research*, 43, 1501–13.
6. Danalatos NG and Archontoulis SV, 2004. Potential growth and biomass productivity of kenaf under central Greek conditions: I. the influence of fertilization and irrigation. In: Van Swaalj, W.P.M., Fjalistrom, T., Helm, P., Grassi, A. (Ed.), *Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> World Biomass Conference*, 10–14 May, Roma, Italy, pp 323–326.
7. Danalatos NG and Archontoulis SV, 2004. Potential growth and biomass productivity of kenaf under central Greek conditions: II. the influence of variety, sowing time and plant density. In: Van Swaalj, W.P.M., Fjalistrom, T., Helm, P., Grassi, A. (Ed.), *Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> World Biomass Conference*, 10–14 May, Roma, Italy, pp 319–322.
8. Danalatos NG and Archontoulis SV, 2005. Irrigation and N-fertilization effects on Kenaf growth and biomass productivity in central Greece. In: M.J

- Pascual-Villalobos, F.S. Nakayama, C.A. Bailey, E. Correal and W.W. Schloman, Jr. *Proceeding of 2005 Annual Meeting of the Association for Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development 17–21 September 2005*, Murcia, Spain, pp 879–888.
9. Danalatos NG and Archontoulis SV, 2005. Sowing time and plant density effects on growth and biomass productivity of two Kenaf varieties in central Greece. In: M.J Pascual-Villalobos, F.S. Nakayama, C.A. Bailey, E. Correal and W.W. Schloman, Jr. *Proceeding of 2005 Annual Meeting of the Association for Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development 17--21 September 2005*, Murcia, Spain, pp 889–901.
  10. Danalatos NG, Gintsioudis II, Skoufogianni E, Giannoulis K, Chatzidimopoulos M, Gournezakis G, Alexopoulou E, Archontoulis SV, 2006. Three Years Kenaf Cultivation In Central Greece: Assessment And Future Perspectives. *International Conference, on Information Systems, Sustainable Agriculture, Agro-environment and Food technology*, Volos, Greece, September 20–23, pp. 382–386.
  11. Losavio N, Ventrella, Lamascese N, Vonella AV, 1999. Growth, water and radiation use efficiency of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) cultivated in the Mediterranean conditions. Proc. of the Fourth Biomass Conference of the Americas "Biomass a Growth Opportunity in Green Energy and Value-Added Products", Oakland, California, August 29-September 2, 155-160.
  12. McMillin JD, Wanger MR, Webber C.L. III, Mann SS, Nichols JD, Jech L, 1998. Potential for kenaf cultivation in south-central Arizona In. *Crops & Products* 9; 73–77.
  13. Meints PD, Smith CA, 2003. Kenaf seed storage duration on germination, emergence and yield. *Ind. Crop and products*, 17, 9–14.
  14. Webber CL, III, Bledsoe VK, 2002. Kenaf yield components and plant composition. In Janick J and Whipkey A (eds.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 348–357
  15. Πασχαλίδης Αθήνα 1997. Το Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Μια νέα καλλιέργεια με προοπτική ανάπτυξης στη χώρα μας.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

## Α. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 1. Η ποικιλία T2



Εικόνα 2. Η ποικιλία E41



**Εικόνα 3.** Διαφορά μεταξύ εποχών σποράς



**Εικόνα 4.** Διαφορά μεταξύ εποχών σποράς



**Εικόνα 5.** Περίοδος μέγιστης παραγωγής



**Εικόνα 6.** Περίοδος μέγιστης παραγωγής



**Εικόνα 7.** Το άνθος του Κενάφ



**Εικόνα 8.** Περίοδος ανθοφορίας του Κενάφ



## B. ΚΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ημερομηνία	Ιουλιανές ημέρες	βροχο- πτώση (mm)	ταχύτητα ανέμου m/sec	σχετική υγρασία %	ηλιακή ακτινοβολία W/m <sup>2</sup>	Μέση θερμοκρ. ο C	Μέγιστη θερμοκρ. ο C	Ελάχιστη θερμοκρ. ο C
01/04/2005	91	3	2.99	90.30	108	9.69	10.39	8.15
02/04/2005	92	0	1.76	76.95	135	7.17	8.80	5.13
03/04/2005	93	0	1.32	80.83	218	5.94	8.45	3.20
04/04/2005	94	0	0.97	73.68	488	5.51	12.32	-1.33
05/04/2005	95	0	1.64	66.91	543	7.63	16.00	-0.38
06/04/2005	96	0	1.34	67.88	435	9.01	14.93	2.62
07/04/2005	97	0	1.48	67.81	464	9.39	15.37	2.49
08/04/2005	98	0	1.46	57.91	534	12.05	18.73	4.49
09/04/2005	99	0	1.13	52.00	571	12.20	21.91	1.55
10/04/2005	100	0	0.92	50.80	346	14.37	22.46	4.85
11/04/2005	101	0	2.45	55.80	543	17.30	25.56	9.57
12/04/2005	102	0	3.13	63.67	381	16.38	21.23	12.24
13/04/2005	103	21.8	1.54	73.14	440	15.33	22.41	10.14
14/04/2005	104	0	3.08	57.84	570	14.65	18.86	10.54
15/04/2005	105	0	3.57	66.26	471	12.87	18.65	6.01
16/04/2005	106	0	4.06	49.87	601	16.14	22.39	10.09
17/04/2005	107	0	1.10	57.32	415	14.82	21.71	6.57
18/04/2005	108	0	2.26	58.56	454	17.64	25.26	10.60
19/04/2005	109	3.4	2.58	62.56	245	12.67	15.43	9.21
20/04/2005	110	0	4.18	58.31	621	14.34	20.99	7.91
21/04/2005	111	0	1.98	58.23	443	16.00	23.89	9.54
22/04/2005	112	0	4.49	48.81	374	16.56	22.06	11.43
23/04/2005	113	0	3.28	58.63	612	13.37	20.03	6.08
24/04/2005	114	0	2.10	47.83	635	14.12	19.93	8.28
25/04/2005	115	0	1.97	55.64	630	13.76	21.77	5.16
26/04/2005	116	0	1.20	60.44	468	15.25	22.03	8.73
27/04/2005	117	0	2.79	49.21	575	18.82	28.37	11.45
28/04/2005	118	0	1.98	39.32	650	18.97	25.89	10.86
29/04/2005	119	0	1.32	49.12	642	19.01	27.83	8.96
30/04/2005	120	0	2.79	45.72	508	18.75	23.25	14.74
01/05/2005	121	0	1.73	42.93	589	16.13	21.94	7.96
02/05/2005	122	0	1.55	47.70	633	17.82	24.58	12.22
03/05/2005	123	0	1.80	50.39	598	18.58	27.58	9.42
04/05/2005	124	0	1.39	46.74	593	20.76	30.80	10.14
05/05/2005	125	0	1.43	50.56	534	21.71	30.60	13.16
06/05/2005	126	0	3.08	55.60	400	21.10	29.61	14.40
07/05/2005	127	0.4	2.73	58.48	337	19.16	25.22	13.17
08/05/2005	128	0.4	4.53	55.15	353	17.32	20.91	14.00
09/05/2005	129	0	2.38	52.30	622	17.30	26.23	7.90
10/05/2005	130	0	1.59	44.14	589	19.18	27.28	10.21
11/05/2005	131	0	1.21	49.53	590	19.78	28.57	10.66
12/05/2005	132	0	2.01	48.57	545	22.23	30.75	14.32
13/05/2005	133	0	2.48	53.64	222	19.79	24.55	14.26
14/05/2005	134	0.2	1.23	73.43	331	17.97	22.60	12.75
15/05/2005	135	0	2.32	67.03	336	19.26	23.50	16.51
16/05/2005	136	0	1.85	48.80	506	19.52	26.11	14.01
17/05/2005	137	0	1.86	55.55	529	19.82	26.97	12.36
18/05/2005	138	0	1.79	54.50	564	21.03	29.11	13.42

19/05/2005	139	0	1.73	51.64	441	21.74	28.97	14.05
20/05/2005	140	0	2.32	49.35	562	22.95	30.30	15.37
21/05/2005	141	0.6	3.37	55.37	415	19.40	25.79	15.35
22/05/2005	142	0	1.43	65.75	502	18.24	23.57	12.56
23/05/2005	143	5.2	1.25	62.66	542	20.72	28.04	13.86
24/05/2005	144	0	1.42	60.03	580	22.29	30.78	14.63
25/05/2005	145	0	1.40	54.51	431	22.68	29.98	15.70
26/05/2005	146	15.8	1.26	76.92	332	19.77	24.98	16.14
27/05/2005	147	15.2	1.77	85.00	449	19.74	25.33	15.80
28/05/2005	148	1.2	2.02	76.92	492	20.61	26.14	15.80
29/05/2005	149	11.8	1.32	82.26	374	19.98	24.54	16.74
30/05/2005	150	1.4	1.65	84.19	406	20.24	24.48	17.74
31/05/2005	151	0.4	0.81	76.60	535	21.39	27.73	16.42
01/06/2005	152	0	1.28	68.43	521	22.83	29.91	16.10
02/06/2005	153	0	2.12	61.87	566	23.45	29.59	16.68
03/06/2005	154	10	1.83	72.62	442	21.51	27.13	18.40
04/06/2005	155	2	1.45	83.10	372	20.01	24.10	16.75
05/06/2005	156	0	1.40	64.07	574	21.28	28.18	14.60
06/06/2005	157	0	1.56	60.77	558	22.21	29.75	14.82
07/06/2005	158	0	1.94	56.77	561	23.27	30.19	16.13
08/06/2005	159	0	2.34	59.07	477	23.59	30.11	16.68
09/06/2005	160	0	2.31	62.54	512	22.35	27.22	16.51
10/06/2005	161	0	3.27	41.93	607	19.96	25.09	13.60
11/06/2005	162	0.8	1.79	48.41	478	19.00	24.45	13.54
12/06/2005	163	0	3.13	46.00	625	19.65	26.72	11.76
13/06/2005	164	0	1.54	48.00	627	21.05	28.27	12.26
14/06/2005	165	0	1.78	53.67	650	21.91	29.74	13.59
15/06/2005	166	0	1.87	50.86	604	22.85	30.66	14.42
16/06/2005	167	0	1.81	48.88	582	23.18	31.51	14.22
17/06/2005	168	0	1.52	41.43	534	23.40	30.68	14.83
18/06/2005	169	0	1.64	47.92	520	22.90	30.87	13.66
19/06/2005	170	0	1.25	53.54	468	23.26	31.04	14.48
20/06/2005	171	0	1.49	56.21	579	24.51	31.93	15.35
21/06/2005	172	1.6	2.04	54.71	428	23.93	28.08	19.57
22/06/2005	173	0	1.34	66.61	586	23.39	29.19	17.42
23/06/2005	174	0	1.45	53.24	586	23.97	31.06	15.50
24/06/2005	175	0	1.05	52.18	588	25.03	32.85	16.27
25/06/2005	176	0	1.57	51.87	508	25.67	31.59	19.62
26/06/2005	177	0	2.15	56.99	587	24.19	30.30	18.93
27/06/2005	178	0	1.26	55.27	588	24.75	33.11	16.36
28/06/2005	179	0	1.11	52.87	612	26.47	33.54	18.07
29/06/2005	180	0	1.31	55.22	562	26.76	33.21	20.70
30/06/2005	181	0	1.63	55.19	575	25.92	32.00	19.09
01/07/2005	182	0	0.84	55.54	579	27.07	36.27	16.89
02/07/2005	183	0	2.14	47.08	570	29.64	37.87	20.06
03/07/2005	184	1.4	2.36	46.42	580	27.83	34.03	20.75
04/07/2005	185	0	1.57	64.37	488	23.07	27.26	20.37
05/07/2005	186	0	1.34	58.56	447	24.20	29.76	17.98
06/07/2005	187	0	2.04	61.25	584	25.34	31.29	19.74
07/07/2005	188	0	0.82	59.08	539	25.92	34.18	18.17
08/07/2005	189	0	1.49	57.85	588	27.34	35.22	19.61
09/07/2005	190	0	1.85	61.50	561	26.42	31.83	20.74
10/07/2005	191	0	1.20	58.42	584	26.90	34.28	19.45
11/07/2005	192	0	1.00	57.18	534	27.12	34.52	18.51
12/07/2005	193	0	1.37	59.04	507	26.72	34.91	19.45

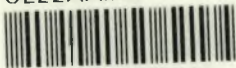
13/07/2005	194	0	0.75	63.14	568	25.69	33.13	17.99
14/07/2005	195	0	2.41	48.80	595	26.26	31.78	19.52
15/07/2005	196	0	1.56	69.96	424	23.01	26.64	20.15
16/07/2005	197	0	0.78	70.58	446	22.89	27.42	17.30
17/07/2005	198	0	0.91	61.78	572	24.08	31.66	16.31
18/07/2005	199	0	0.99	59.20	554	25.55	34.63	16.50
19/07/2005	200	0	0.78	56.48	565	26.83	34.87	17.80
20/07/2005	201	0	0.74	55.89	552	27.80	37.72	18.71
21/07/2005	202	0	1.33	53.46	572	27.71	36.45	18.38
22/07/2005	203	0	1.74	65.84	564	25.84	32.25	18.97
23/07/2005	204	0	0.86	71.21	608	25.55	32.65	19.73
24/07/2005	205	0	0.57	68.31	585	26.17	33.33	19.40
25/07/2005	206	0	0.77	60.01	572	25.92	34.70	17.42
26/07/2005	207	0	1.26	66.88	543	26.03	33.18	19.03
27/07/2005	208	0	1.30	64.60	577	26.67	33.50	20.04
28/07/2005	209	0	0.82	64.89	560	26.38	34.21	19.65
29/07/2005	210	0	0.78	64.04	574	25.89	33.26	18.02
30/07/2005	211	0	1.24	63.99	544	26.16	32.02	19.58
31/07/2005	212	0	0.97	62.54	572	26.43	33.20	18.91
01/08/2005	213	0	0.83	62.83	577	26.27	33.79	18.86
02/08/2005	214	0	0.90	62.60	565	26.93	35.79	18.38
03/08/2005	215	0	1.01	62.53	547	28.31	36.32	20.81
04/08/2005	216	0	1.21	62.55	531	28.47	36.47	21.11
05/08/2005	217	0	1.25	64.63	406	26.73	32.34	21.34
06/08/2005	218	0	1.53	74.83	625	22.68	31.25	17.70
07/08/2005	219	0	0.95	81.81	476	21.05	26.97	16.27
08/08/2005	220	0	0.56	73.50	542	23.48	30.51	16.57
09/08/2005	221	0	2.10	64.33	587	24.37	31.64	15.94
10/08/2005	222	0	1.68	66.86	495	23.30	26.86	19.45
11/08/2005	223	0	0.83	68.92	572	23.89	29.59	18.89
12/08/2005	224	0	0.57	69.31	593	24.14	32.12	16.97
13/08/2005	225	0	0.59	66.68	577	25.92	34.56	18.27
14/08/2005	226	0	0.96	66.58	589	26.31	35.56	17.99
15/08/2005	227	0	0.98	56.70	601	26.92	34.43	19.04
16/08/2005	228	0	1.48	66.77	577	26.18	32.62	19.84
17/08/2005	229	0	1.02	66.42	594	24.81	33.06	16.54
18/08/2005	230	0	1.80	51.45	590	23.49	30.39	14.73
19/08/2005	231	0	1.76	56.68	619	22.73	30.54	14.81
20/08/2005	232	0	0.60	62.85	502	22.96	31.51	13.89
21/08/2005	233	0	1.00	55.91	589	24.87	33.94	15.88
22/08/2005	234	0	1.54	65.29	562	24.48	32.24	16.83
23/08/2005	235	0	1.52	71.48	543	24.47	31.17	17.58
24/08/2005	236	0	1.80	66.27	495	23.92	30.10	17.98
25/08/2005	237	0	1.35	59.76	580	23.36	30.77	14.83
26/08/2005	238	0	0.82	65.60	568	22.91	31.44	14.99
27/08/2005	239	0	0.81	64.83	572	24.09	31.90	15.82
28/08/2005	240	0	0.96	62.94	540	24.36	32.13	16.43
29/08/2005	241	0	1.09	64.88	544	24.61	32.29	16.37
30/08/2005	242	0	0.98	65.95	460	23.86	31.27	16.40
31/08/2005	243	0	1.67	60.85	547	23.51	30.87	16.61
01/09/2005	244	0	1.02	62.56	539	22.40	30.22	14.29
02/09/2005	245	0	1.23	66.85	462	22.21	29.51	15.41
03/09/2005	246	0	0.71	67.55	524	22.70	30.63	14.01
04/09/2005	247	0	1.39	72.30	497	23.57	29.62	18.58
05/09/2005	248	0	1.65	64.03	443	21.55	26.46	15.67

06/09/2005	249	0	1.52	60.20	406	19.64	25.21	12.84
07/09/2005	250	0	0.59	65.27	268	18.96	24.73	14.32
08/09/2005	251	0	0.75	65.93	498	20.60	29.20	11.47
09/09/2005	252	0	0.86	69.95	393	21.67	28.54	14.34
10/09/2005	253	0	0.90	66.38	492	21.72	30.13	12.81
11/09/2005	254	0	1.09	56.06	473	23.70	31.76	16.43
12/09/2005	255	0	0.95	57.27	498	23.25	32.39	14.28
13/09/2005	256	0	1.02	58.90	472	23.90	32.84	14.74
14/09/2005	257	0	0.79	59.01	471	24.91	34.20	16.37
15/09/2005	258	0	1.33	66.59	383	24.21	30.99	18.50
16/09/2005	259	0	0.99	88.18	238	20.67	24.35	18.85
17/09/2005	260	0	0.81	71.57	455	22.26	28.57	17.93
18/09/2005	261	0	0.62	69.55	486	22.13	32.09	13.51
19/09/2005	262	0	0.91	61.31	469	23.65	33.19	15.36
20/09/2005	263	0	1.41	70.20	419	23.21	30.00	15.98
21/09/2005	264	0	1.12	66.82	545	21.32	30.85	13.80
22/09/2005	265	0	1.41	82.70	370	19.35	24.28	16.33
23/09/2005	266	0	0.52	80.29	503	18.83	26.88	12.28
24/09/2005	267	0	0.77	83.51	421	18.85	24.82	14.97
25/09/2005	268	0	0.66	83.76	326	18.79	23.37	15.80
26/09/2005	269	0	0.58	79.15	402	19.13	24.79	14.59
27/09/2005	270	0	0.54	75.61	482	19.16	27.10	11.92
28/09/2005	271	0	0.60	74.11	426	20.21	27.08	13.44
29/09/2005	272	0	0.93	76.04	483	20.23	27.66	13.80
30/09/2005	273	0	0.86	79.27	447	19.31	25.95	13.00
01/10/2005	274	0	0.67	80.99	474	18.64	27.26	12.69
02/10/2005	275	5.2	1.12	93.12	113	16.08	18.06	14.26
03/10/2005	276	0.2	1.42	76.54	474	16.39	24.13	10.17
04/10/2005	277	0	0.38	76.12	411	16.96	25.11	9.99
05/10/2005	278	0	0.66	78.99	427	17.91	24.62	11.33
06/10/2005	279	0	1.22	77.75	395	18.31	24.10	12.69
07/10/2005	280	0	0.85	76.75	293	17.36	23.00	13.88
08/10/2005	281	0	0.98	74.86	305	16.06	21.94	10.97
09/10/2005	282	0	1.11	66.99	244	16.50	20.06	12.72
10/10/2005	283	0	1.16	81.82	118	14.14	16.55	11.89
11/10/2005	284	0.2	1.86	73.38	362	15.52	20.12	10.30
12/10/2005	285	2.4	0.97	81.67	212	15.14	18.27	13.04
13/10/2005	286	0	0.74	78.18	336	15.10	20.47	9.51
14/10/2005	287	0	0.66	76.73	399	15.96	21.92	11.66
15/10/2005	288	0	0.30	77.65	440	14.98	23.75	7.48
16/10/2005	289	0	0.88	66.11	403	14.81	20.94	10.17
17/10/2005	290	0	0.69	61.41	456	12.60	21.25	4.66
18/10/2005	291	0	0.98	61.71	301	12.13	17.76	6.32
19/10/2005	292	0	0.58	48.73	424	12.24	17.30	7.12
20/10/2005	293	0	0.60	59.44	451	9.61	18.37	0.50
21/10/2005	294	0	0.28	63.28	441	10.36	19.93	1.29
22/10/2005	295	0	0.30	69.96	326	12.21	19.66	5.19
23/10/2005	296	0	0.32	76.38	274	13.45	20.78	7.96
24/10/2005	297	0.4	0.52	82.68	368	16.03	22.78	10.90
25/10/2005	298	0	0.42	79.55	359	18.38	26.55	12.61
26/10/2005	299	0	0.83	77.43	390	17.31	25.71	10.02
27/10/2005	300	0	0.27	76.43	374	16.79	24.44	9.69
28/10/2005	301	0	0.15	72.46	381	16.94	27.23	9.02
29/10/2005	302	0	0.60	64.54	393	17.42	26.70	8.83
30/10/2005	303	0.2	2.46	85.15	72	13.33	15.84	11.02





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097435