

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Εργαστήριο Γεωργίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ.: 24
Ημερομηνία: 1-10-2003

ΣΚΟΥΡΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητες πληθυσμού και λίπανσης στη Θεσσαλία την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002



Επιβλέπων :

ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ Ν.Γ., Επ. Καθηγητής

Μέλη:

Ι. ΜΗΤΣΙΟΣ, Καθηγητής

Π. ΛΟΛΑΣ, Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2003



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 2595/1

Ημερ. Εισ.: 01-10-2003

Δωρεά:

Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ

2003

ΣΚΟ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070478

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επ. Καθηγητή **κ. Ν. Δαναλάτο** για τις πολύτιμες συμβουλές, τη συνεχή καθοδήγηση κατά την διεξαγωγή του πειράματος, για τη βοήθεια που μου παρείχε μέχρι την ολοκλήρωση της Πτυχιακής μου Διατριβής, καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα στα μαθήματα Γενικής Γεωργίας και Προσομοίωσης Καλλιεργειών.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή **κ. Π. Λόλα** για το ενδιαφέρον που έδειξε για την εργασία αυτή, τις χρήσιμες παρεμβάσεις του, αλλά και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα στα μαθήματα Φυσιολογία Φυτών, Συστηματική Βοτανική και Ζιζανιολογία..

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή **κ. Ι. Μήτσιο** για την εμπιστοσύνη του να αναλάβει ως μέλος της επιτροπής, τις χρήσιμες παρατηρήσεις του, αλλά και για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα στα μαθήματα Εδαφολογίας και Γονιμότητα Εδαφών.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα **κ. Δ. Μπαρτζιάλη** για την βοήθεια που μου παρείχε στην εξοικείωση με τα στατιστικά πακέτα. Τέλος νιώθω υποχρεωμένος να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια και το ενδιαφέρον που έδειξε για την πορεία της διατριβής μου, και τέλος τον φίλο και συμφοιτητή μου **Σωτήρη Αρχοντούλη** για τη χρήσιμη βοήθειά του κατά την διεξαγωγή των εργαστηριακών μετρήσεων.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή αναφέρεται στη αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), μια νέα, πολλά υποσχόμενη ενεργειακή καλλιέργεια. Μελετάται η επίδραση τριών πυκνοτήτων πληθυσμού και δυο επιπέδων αζωτούχου λίπανσης, σε χαρακτηριστικά αύξησης και ανάπτυξης της καλλιέργειας κάτω από Θεσσαλικές συνθήκες, κατά τη καλλιεργητική περίοδο το 2001 - 2002.

Αρχικά δίνεται μια γενική περιγραφή της καλλιέργειας και των απαιτήσεων της σε περιβαλλοντικές συνθήκες και καλλιεργητικές φροντίδες (Εισαγωγή). Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις πιθανές χρήσεις της αγριαγκινάρας για ενεργειακούς και άλλους σκοπούς . Ακολουθεί το πειραματικό μέρος (Υλικά και Μέθοδοι) που περιγράφει τις εργασίες που έγιναν στον αγρό και το εργαστήριο Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα του πειράματος (Αποτελέσματα και Συζήτηση).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρόκειται να παίξουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη στο εγγύς μέλλον. Σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η βιομάζα. Μια τέτοια ενεργειακή καλλιέργεια είναι η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*). Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) ανήκει στη οικογένεια *Compositae* και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*.

Μελετήθηκε η επίδραση τριών διαφορετικών πληθυσμών φυτών (667, 1000, 2000 φυτά/στρέμμα) και δυο επιπέδων αζωτούχου λίπανσης (0 και 6 kg N / στρέμμα) στην ανάπτυξη και τη παραγωγικότητα της αγριαγκινάρας στον πειραματικό αγρό του Π.Θ στο Βελεστίνο μαγνησίας κατά τη περίοδο 2001-2002.

Έγιναν δειγματοληψίες – κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όπου μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI), η φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος.

Η αύξηση της καλλιέργειας φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την πυκνότητα πληθυσμού με καλύτερη απόδοση στην πυκνή καλλιέργεια (2000 φυτά/στρ.), η οποία κλείνει γρηγορότερα τη φυλλοστοιβάδα ($LAI > 5$) και τη διατηρεί κλειστή για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε αντίθεση με τις αραιότερες καλλιέργειες.

Η καλλιέργεια μπορεί εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις του χειμώνα να δώσει αρκετά υψηλή απόδοση σε ξηρή βιομάζα (1200 kg/στρ.) η οποία ισοδυναμεί με περίπου $1200 * 0.4 = 480$ kg ισοδύναμου πετρελαίου ανά στρέμμα. Η απόδοση αυτή μπορεί να επιτευχθεί πρακτικά με πολύ μικρές εισροές καθώς το φυτό δεν φαίνεται να αντιδρά στην αζωτούχο λίπανση και κατά συνέπεια η καλλιέργεια έχει χαμηλό κόστος παραγωγής.

ΠΡΟΣΩΠΟ

ΕΚΔΟΣΗ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

ΣΥΜΦΩΝΗΤΗΡΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Έργο

2. Πεδίο

3. Σκοπός

4. Στόχοι

5. Αποδοτικότητα

6. Χρονικό

7. Έκταση

8. Μέθοδος

9. Αποτελέσματα

10. Συμπεράσματα

11. Προτάσεις

12. Παραρτήματα

13. Βιβλιογραφία

14. Σημειώσεις

15. Παραρτήματα

16. Παραρτήματα

17. Παραρτήματα

18. Παραρτήματα

19. Παραρτήματα

20. Παραρτήματα

21. Παραρτήματα

22. Παραρτήματα

23. Παραρτήματα

24. Παραρτήματα

25. Παραρτήματα

26. Παραρτήματα

27. Παραρτήματα

28. Παραρτήματα

29. Παραρτήματα

30. Παραρτήματα

31. Παραρτήματα

32. Παραρτήματα

33. Παραρτήματα

34. Παραρτήματα

35. Παραρτήματα

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στη οικογένεια μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά	4
1.2 Ταξινόμηση και γεωγραφική εξάπλωση της αγριαγκινάρας.....	6
1.3 Βοτανική περιγραφή.....	7
1.4 Βιολογικός κύκλος.....	7
1.5 Οικολογικές απαιτήσεις	8
1.5.1 Κλίμα.....	8
1.5.2 Έδαφος.....	9
1.6 Εχθροί και ασθένειες.....	9
1.7 Καλλιέργεια.....	11
1.7.1 Προετοιμασία εδάφους.....	11
1.7.2 Λίπανση.....	11
1.7.3 Σπορά.....	12
1.7.4 Έλεγχος ζιζανίων.....	12
1.7.5 Συγκομιδή.....	13
1.8 Παραγωγικότητα και απόδοση.....	13
1.9 Πιθανές χρήσεις της αγριαγκινάρας.....	14
1.9.1 Ιατρική.....	14
1.9.2 Βιομάζα.....	14
1.9.3 Λάδι από σπόρους.....	16
1.9.4 Χαρτοπολτός.....	17
1.9.5 Ζωοτροφή.....	18
1.9.6 Άλλες χρήσεις.....	18
1.10 Σκοπός της εργασίας.....	19

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματικό σχέδιο.....	20
2.2 Εργασίες στον αγρό.....	22
2.2.1 Σπορά.....	22
2.2.2 Λίπανση	22
2.2.3 Άρδευση.....	22
2.2.4 Έλεγχος ζιζανίων.....	22
2.2.5 Έλεγχος εχθρών και ασθενειών.....	23
2.2.6 Εδαφολογική μελέτη πειραματικού τεμαχίου.....	23

2.3	Συλλογή πειραματικών δεδομένων.....	24
2.4	Εργαστηριακές μετρήσεις.....	25
2.4.1	Επεξεργασία φύλλων.....	26
2.5	Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων.....	27
2.6	Υπολογισμοί.....	27
2.6.1	Υπολογισμός θερμομονάδων.....	27
2.6.2	Υπολογισμός SLA (Specific Leaf Area).....	28
2.6.3	Υπολογισμός LAI (Leaf Area Index).....	28
2.6.4	Στατιστική ανάλυση.....	29

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1	Κλιματολογικές συνθήκες.....	30
3.2	Χαρακτηριστικά φυλλικής επιφάνειας.....	32
3.2.1	Ειδική Φυλλική Επιφάνεια (Specific Leaf Area, SLA).....	32
3.2.2	Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI).....	34
3.2.3	Ύψος.....	36
3.3	Παραγωγή βιομάζας.....	38
3.4	Λόγος ξηρής/χλωρής βιομάζας.....	43

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	45
--------------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44
--------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	50
--------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	60
--------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	70
--------------------------	-----------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	82
-------------------------	-----------

1.1 Γενικά

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρόκειται να παίξουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη στο εγγύς μέλλον (Sofer & Zabosk, 1981). Σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η βιομάζα, δηλαδή η μάζα βιολογικών υλικών που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς και από βιολογικούς μετασχηματισμούς της ύλης. Είναι ανανεώσιμη με τη έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναπαράγεται.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα βρίσκει πολλές εφαρμογές όπως :

- α) χρήση σε υλικά κατασκευών
- β) παραγωγή ζωοτροφών
- γ) παραγωγή λιπασμάτων
- δ) παραγωγή ενέργειας κ.α.

Αλλά και στις αναπτυγμένες χώρες βρίσκει πολλές εφαρμογές όπως :

- α) παραγωγή ενέργειας
- β) παραγωγή χαρτιού
- γ) χρήση σε υλικά κατασκευών κ.α.

Μια από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις τις βιομάζας είναι η παραγωγή ενέργειας. Οι αναπτυσσόμενες χώρες παράγουν περίπου το ένα τρίτο της ενεργειάς τους από βιομάζα. Περίπου 2,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι ουσιαστικά εξαρτώνται από τη βιομάζα για τη κάλυψη των αναγκών τους σε θέρμανση, φωτισμό κ.α. Ακόμα και στις αναπτυγμένες χώρες καλύπτει σημαντικό μέρος των ενεργειακών τους αναγκών. Έτσι στις ΗΠΑ η βιομάζα καλύπτει περίπου το 4% των πρωτογενών αναγκών τους σε ενέργεια, και στη Σουηδία το 14%, ενώ στο Καναδά το 7-8% της τελικής ζήτησης σε ενέργεια.

Η βιομάζα συμβάλλει ήδη στο 5% του ανεφοδιασμού ενέργειας (EU) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και 65% της συνολικής παραγωγής ανανεώσιμης μορφής ενέργειας κυρίως για τις εφαρμογές θερμότητας και ισχύος. Μακροπρόθεσμα, η συμβολή της βιομάζας στον ανεφοδιασμό ενέργειας της ΕΕ μπορεί να αυξηθεί σε 20%, ανάλογα με τις πολιτικές που υιοθετούνται από την ΕΕ σε σχέση με τη γεωργία, την ικανότητα υποστήριξης, έναν ασφαλή ανεφοδιασμό ενέργειας και τις υποχρεώσεις του Κιότο. Τα συστήματα ανανεώσιμης μορφής ενέργειας (RES)

παράγουν κυρίως ηλεκτρική ενέργεια. Εντούτοις, μόνο 20% του ανεφοδιασμού ενέργειας της ΕΕ είναι υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το υπόλοιπο 80% είναι υπό μορφή καυσίμων για θέρμανση και μεταφορά. Η βιομάζα είναι το μόνο RES που παράγει στερεά ή υγρά καύσιμα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν, ή να μετασχηματιστούν σε καύσιμα για θέρμανση (στα κτίρια και τη βιομηχανία) και μεταφορά (http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt_bm2_en.htm).

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και ενέργεια βιομάζας έχουν τη μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτές οι "φιλικές προς το περιβάλλον" πηγές ενέργειας δίνουν στον καταναλωτή ένα εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόν με τη χρήση άνθρακα, πυρηνικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και μεγάλων υδροηλεκτρικών μονάδων. Σήμερα οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος που λειτουργούν με άνθρακα παράγουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Όμως αυτή η φτηνή μέθοδος προκαλεί τη μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον με την εκπομπή τοξικών αερίων. Αυτά τα τοξικά αέρια, διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου, σε συνδυασμό με το νερό της βροχής δημιουργούν την όξινη βροχή και συμβάλλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη (<http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>).

Μερικά από τα πλεονεκτήματα της χρήσης της βιομάζας ως πηγής ενέργειας είναι ότι σε σχέση με τα κοινά καύσιμα που εκπέμπουν πολύ μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), η βιομάζα ανακυκλώνει CO₂ λόγω της μεγάλης απορρόφησης του κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των ενεργειακών φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης έτσι ώστε το να έχουμε ελάχιστη η μηδενική καθαρή αύξηση στα ατμοσφαιρικά επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον οι εκπομπές σε οξείδια του αζώτου και σε διοξείδιο του θείου, που συμβάλουν στη όξινη βροχή, είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Ακόμα η βιομάζα αυξάνεται στους μήνες και τα χρόνια σε σχέση με τα κοινά καύσιμα που χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να πάρουν τη τελική τους μορφή. Επιπλέον, η παραγωγή βιομάζας προσφέρει μια εναλλακτική μορφή καλλιέργειας ιδίως σε περιοχές με χαμηλό παραγωγικό δυναμικό ενώ αυξάνει τις οικονομικές εισροές για τους γεωργούς όπου πωλούν τα υπολείμματα από τη καλλιέργειά τους για παραγωγή βιομάζας. Η παραγωγή βιομάζας αυξάνει τις θέσεις εργασίας, και μειώνει τη εξάρτηση από τις πετρελαιοπαραγωγικές αγορές (<http://www.atbiopower.co.th/project/biomass.html>). Τέλος η καλλιέργεια φυτών για την παραγωγή βιομάζας βοηθά στην προστασία από

τη διάβρωση του εδάφους, στην εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, λιπασμάτων, μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων, ενδυνάμωση της γεωργικής βιομηχανίας και εξασφάλιση αιωρορικής περιφερειακής ανάπτυξης (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Για να φθάσει και τους μακροπρόθεσμους στόχους, η Ευρώπη και η Ελλάδα χρειάζεται να βελτιστοποιήσει τη χρήση των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, να εισαγάγει τις ενεργειακές καλλιέργειες και να υιοθετήσει τις οικονομικά αποδοτικές, φιλικές προς το περιβάλλον διαδικασίες, οι οποίες είναι ελκυστικές στους επενδυτές (http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt_bm2_en.htm).

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει διαμορφωμένη αγορά για τις ενεργειακές καλλιέργειες και όλες οι προσπάθειες που έχουν γίνει είναι σε πειραματικό στάδιο. Ωστόσο τα φυτά αυτά μπορούν να καλύψουν ένα σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Έχει υπολογιστεί ότι εάν 2.000.000 στρέμματα καλλιεργούνταν με ενεργειακά φυτά, με παραγωγή ξηρής ουσίας κατά μέσο όρο 3 τόνους ανά στρέμμα και έτος, θα παράγονταν 6 εκατομμύρια τόνοι βιομάζας ή 2,4 εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΡ, ΚΑΠΕ, 1998).

Μια τέτοια ενεργειακή καλλιέργεια είναι η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) η οποία μελετάται σε διάφορες χώρες της Ευρώπης και κυρίως στην Ισπανία και Πορτογαλία με σκοπό να καθορισθούν οι άριστες συνθήκες ανάπτυξης της (Encinar *et al.*, 2000). Επίσης η αγριαγκινάρα ήταν το θέμα δυο πρόσφατων ερευνητικών προγραμμάτων της Ε.Ε. (AIR3-CTR3-1089 και JOUB-0030).

1.2 Ταξινόμηση και γεωγραφική εξάπλωση της αγριαγκινάρας

Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) ανήκει στη οικογένεια *Compositae* και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*. Το γένος *Cynara* είναι σχετικά μικρό και περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και την αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καθώς και 5-6 άγρια είδη (Wiklund, 1992).

Έχει καλλιεργηθεί για πολλά έτη ως παραδοσιακή πηγή τροφίμων σε μερικά μέρη τη νότιας Ευρώπης, ιδιαίτερα στην Ιταλία, που ακολουθείται από τη Γαλλία και την Ισπανία (Foti *et al.*, 1999). Και τα δυο καλλιεργούμενα είδη που περιλαμβάνονται στο γένος *Cynara* χρησιμοποιούνται ως λαχανικά αλλά και ως διακοσμητικά φυτά. Έχει βρεθεί ότι η αγριαγκινάρα είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγκινάρας. Από διασταυρώσεις που έγιναν μεταξύ της *Cynara scolymus* και των άλλων ειδών του γένους η μόνη πλήρως συμβατή και γόνιμη διασταύρωση ήταν αυτή με την

Cynara cardunculus (Rottenberg & Zohary, 1996). Συνήθως η αγκινάρα και η αγριαγκινάρα πολλαπλασιάζονται με βλαστικά τμήματα (ριζώματα και παραφυάδες) και σπόρους αντίστοιχα (Foti *et al.*, 1999).

Η αγριαγκινάρα είναι διασπαρμένη σε όλη σχεδόν τη Ευρώπη, τη βόρεια Αφρική, τη Μαδέρα, τα Κανάρια νησιά και τη νότια Αμερική. Στη ιβηρική χερσόνησο εμφανίζεται κυρίως στη νότια Πορτογαλία και στη ισπανική Ανδαλουσία (Danalatos, 2002). Όλα τα άγρια είδη του γένους *Cynara* είναι ιθαγενή της λεκάνης της Μεσογείου. Η αγριαγκινάρα ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγυπτίους, Έλληνες και Ρωμαίους (Basnizki & Zohary, 1994).

1.3 Βοτανική περιγραφή

Μοιάζει με τη καλλιεργούμενη αγκινάρα. Τα φύλλα της ροζέτας της βάσης είναι έμισχα, πολύ μεγάλα (πάνω από 50 x 35 cm), δερματώδη, με ζωηρό πράσινο χρώμα, λίγες τρίχες στην πάνω επιφάνεια και άσπρες τρίχες στην κάτω επιφάνεια. Είναι συνήθως βαθιά διαιρεμένα. Τα τμήματα του φύλλου είναι ωοειδή έως γραμμικά – λογχοειδή με άκαμπτα κίτρινα αγκάθια (15-35 mm) στην κορυφή. Η ένταση του αγκαθωτού χαρακτηριστικού αλλάζει ανάμεσα στις διάφορες ποικιλίες. Τα φύλλα του βλαστού είναι εναλλασσόμενα και άμισχα. Ο βλαστός είναι το ανθικό στέλεχος με κορυμβοειδή ταξιανθία. Μπορεί να φτάσει πάνω από 2 m σε ύψος. Οι ανθοκεφαλές είναι συγκεντρωμένες σε μια μεγάλη σφαιρική ροζέτα (έως 8cm σε διάμετρο). Τα βράκτια είναι ωοειδή έως ελλειπτικά και στενεύουν βαθμιαία ή απότομα σε ένα όρθιο αγκάθι (10-50 x 2-6 mm), το οποίο μπορεί να είναι κιτρινοπράσινο ή πορφυροειδές. Η στεφάνη μπορεί να είναι μπλε, μοβ (λιλά) η άσπρη. Τα αχάινια (6-8 x 3-4 mm) είναι γυαλιστερά με καφέ στίγματα. Οι πάπποι μπορεί να φτάσουν τα 25-40 mm μήκος. Ο αριθμός των χρωμοσώμων είναι $2n=34$ (Tutin, 1976).

1.4 Βιολογικός κύκλος

Η αγριαγκινάρα είναι ένα πολύ δυνατό πολυετές φυτό το οποίο μπορεί και ανέχεται την ξηρή περίοδο του καλοκαιριού με υψηλή παραγωγή βιομάζας κατά τη περίοδο από Οκτώβριο έως Ιούνιο. Ο βλαστικός κύκλος του φυτού αρχίζει με τη βλάστηση του σπόρου μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα σχηματίζει μια ροζέτα φύλλων. Το ανθικό στέλεχος αρχίζει να

επιμηκύνεται την άνοιξη και οι πρώτες ανθοκεφαλές εμφανίζονται τον Μάιο. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το υπέργειο μέρος του φυτού ξηραίνεται και το υπόγειο μέρος εισέρχεται σε λήθαργο, μέχρι να αρχίσει ένας νέος κύκλος με την έκπτυξη των φύλλων από τις ρίζες μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου (Bailey & Bailey, 1976).

Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται αρκετές φορές κατά τη διάρκεια ζωής του φυτού και, όπως αναφέρουν οι Fernandez & Manzanares (1990), μπορεί να ξεπεράσει τα 8 έτη.

Τέλη Ιουλίου και μέχρι το Αύγουστο ο σπόρος της αγριαγκινάρας είναι κατάλληλος για συγκομιδή. Σύμφωνα όμως με τους Besnizki και Zohary (1994), η αγριαγκινάρα δεν είναι πολύ καλός παραγωγός σπόρου. Foury (1967) πρότεινε ότι οι κύριες δυσκολίες στη παραγωγή σπόρου επικεντρώνονται στη γονιμοποίηση και στην εμβρυογένεση.

1.5 Οικολογικές απαιτήσεις

1.5.1 Κλίμα

Η αγριαγκινάρα είναι ένα χαρακτηριστικό είδος του μεσογειακού κλίματος. Στο στάδιο του σποριόφυτου είναι αρκετά ευαίσθητο στο παγετό. Για αυτό το λόγο την πρώτη χρονιά των εγκαταστάσεων, κατά τη περίοδο του φθινοπώρου, θα πρέπει μέχρι το στάδιο της ροζέτας να μη σημειωθεί παγετός με αποτέλεσμα να μειώσει ή ακόμα και να καταστρέψει την παραγωγή. Επιπλέον για τα επόμενα χρόνια, σε περίπτωση που κάνει παγετό πριν το φυτό φτάσει στο στάδιο των 4 φύλλων, και μετά επικρατήσουν καλές κλιματολογικές συνθήκες θα πάρουμε παραγωγή αλλά μειωμένη σε κάποιο βαθμό. Ο παγετός επιδρά κυρίως στα φύλλα, της ροζέτας και καθόλου στα ριζώματα. Σε περιοχές όπου έχουν ιστορικό παγετών στις αρχές του φθινοπώρου καλό είναι να σπέρνεται η αγριαγκινάρα 1-2 μήνες νωρίτερα η γενικά να αποφεύγεται η φύτευση σε αυτές τις περιοχές.

Η αγριαγκινάρα αναπτύσσεται φυσικά κάτω από αντίξοες συνθήκες με υψηλές θερμοκρασίες και έλλειψη υγρασίας (Gominho *et al.*, 2001). Χάρη στο βαθύ του ριζικό σύστημα το φυτό μπορεί να αποσπά νερό και θρεπτικά στοιχεία από βαθιές εδαφικές ζώνες και έτσι χρησιμοποιώντας το νερό των βροχοπτώσεων, η παραγωγικότητα σε ξηρικές συνθήκες παραμένει υψηλή. Για την καλή ανάπτυξη της

αγριαγκινάρας, οι βροχοπτώσεις κατά την περίοδο του φθινοπώρου, χειμώνα και άνοιξης πρέπει να είναι περίπου 400 mm ή και περισσότερο. Με χαμηλότερη βροχόπτωση η παραγωγή βιομάζας μειώνεται ουσιαστικά.

1.5.2 Έδαφος

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στη διεθνή βιβλιογραφία η αγριαγκινάρα μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών, από ελαφρά βαθιά και ασβεστώδη εδάφη, με ικανότητα συγκράτησης του νερού των βροχοπτώσεων του χειμώνα και της άνοιξης στο υπέδαφος (1-3 m) (Fernandez, 1992), έως πετρώδη χορτολείβαδα με γόνιμο αργιλώδες ή πηλώδες έδαφος (Tutin, 1976). Επίσης, όπως αναφέρει ο Gominho *et al.* (2001), η αγριαγκινάρα είναι προσαρμοσμένη και μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε άγονα και πετρώδη εδάφη, χάρη στο βαθύ ριζικό σύστημα της. Επιπρόσθετα, το εύρωστο ριζικό συστήμα της προσφέρει προστασία ενάντια στη διάβρωση περιθωριακών και με κλίση εδαφών (Dalianis *et al.*, 1996). Οι φυτείες αναπτύσσονται καλύτερα σε ελαφριά και ζεστά εδάφη τα οποία δεν σκιάζονται. Κατά τη περίοδο αύξησης της αγριαγκινάρας το έδαφος πρέπει να έχει επαρκή υγρασία και να είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία αν και όταν το φυτό καθιερωθεί μπορεί να αντέξει τη ξηρασία (Fernandez, 1992). Οι καλύτερες απαιτήσεις σε pH είναι 6,6 έως 7,8.

1.6 Εχθροί και ασθένειες

Ανάμεσα στους κύριους εχθρούς που μπορεί να προσβάλλουν την αγριαγκινάρα, είναι οι παρακάτω:

- Αφίδες (*Aphis* spp.)
- Βλαστορρύκτης (*Gortyna xantenes*)
- Φυλλορρύκτες (*Apion carduorum* και *Sphaeroderma rubidum*)
- Κοφτοσκουληκες (*Agrotis segetum* και *Spodoptera litoralis*)
- Μύγες (*Agromyza* spp. και *Terellia* spp.)
- Λεπιδόπτερα (*Pyrameis cardui*)

Μπορούν να αντιμετωπισθούν με επιλεκτικά ή γενικής δράσης εντομοκτόνα. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα συνήθως δουλεύουν καλά στις περισσότερες περιπτώσεις.

Ανάμεσα στις κύριες μυκητολογικές ασθένειες που είναι πιθανό να προσβάλουν την αγριαγκινάρα είναι οι παρακάτω:

- Περονόσποροι
- Ωίδιο (*Leveillula taurica*)
- Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*)

Εναντίον των περονόσπορων συνιστάται η εφαρμογή χαλκούχων σκευασμάτων ή Zineb, Maneb και Captan. Για το ωίδιο και τη φαιά σήψη συνιστάται η εφαρμογή θειούχων σκευασμάτων ή Benomyl (<http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10187.html>).

Οι ιώσεις που στην αγκινάρα (*Cynara scolymus*) αποτελούν σοβαρό πρόβλημα λόγω του τρόπου πολλαπλασιασμού (ριζώματα και παραφυάδες), στην αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα αφού αυτή πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο. Όμως υπάρχουν αρκετές ιώσεις που μερικές μπορεί να μεταδίδονται με τα έντομα ή με τα μηχανικά μέσα. Οι ιώσεις της αγριαγκινάρας είναι :

- Artichoke curly dwarf potexvirus
- Artichoke Italian latent nepovirus
- Artichoke latent M carlavirus
- Artichoke latent potyvirus
- Artichoke latent S carlavirus
- Artichoke mottled crinkle tombusvirus
- Artichoke vein banding nepovirus
- Artichoke yellow ringspot nepovirus
- Cynara nucleorhabdovirus
- Pelargonium zonate spot ourmiavirus
- Pepper ringspot tobnavirus

1.7 Καλλιέργεια

1.7.1 Προετοιμασία εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά της αγριαγκινάρας είναι ανάλογη με αυτή των σιτηρών. Αν υπάρχουν πολυετή δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια τότε πρέπει να γίνει ένα θερινό όργωμα. Αφού ενσωματωθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας με όργωμα, εφαρμόζεται η βασική λίπανση. Το λίπασμα ενσωματώνεται στο έδαφος με τη βοήθεια καλλιεργητή και μετά από ένα η δύο σβαρνίσματα γίνεται η σπορά. Προκειμένου να αποφευχθεί η χρήση του καλλιεργητή, η λίπανση μπορεί να γίνει και πριν το όργωμα. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την βαθύτερη ενσωμάτωση του λιπάσματος, πράγμα ευνοϊκό για την αγριαγκινάρα της οποίας οι ρίζες είναι πολύ βαθιές.

1.7.2 Λίπανση

Η λίπανση πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο ανάλογα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία, τα θρεπτικά στοιχεία που υπάρχουν στο έδαφος και αυτά που προσλαμβάνονται από την καλλιέργεια. Επομένως είναι ορθότερο να γίνεται μια τουλάχιστον εδαφολογική ανάλυση και μια φυλλοδιαγνωστική ανάλυση ανά έτος και με βάση τα αποτελεσματα τους να καθορίζουμε τη λίπανση. Ενδεικτικά οι μέσες τιμές λίπανσης είναι :

- 7,5-12,5 kgr/στρέμμα N
- 12,5-25 kgr/ στρέμμα P
- 12,5-25 kgr/ στρέμμα K
- 1,9-3,2 kgr/ στρέμμα S

Η λίπανση πρέπει να γίνεται πριν τη φύτευση ή το φύτρωμα για τα επόμενα χρόνια της αγριαγκινάρας.

Ο Fernandez (1998b) αναφέρει ότι για παραγωγή 2 τόνων ξηρής ουσίας ανά στρέμμα το υπέργειο τμήμα του φυτού αφαιρεί από το έδαφος 27,7 kg/στρέμμα N, 5,6 kg/στρέμμα P και 35,2 kg/ στρέμμα K.

1.7.3 Σπορά

Η σπορά συνήθως γίνεται σε αποστάσεις του 1 m μεταξύ των γραμμών και 1 m επί της γραμμής, όμως αυτές οι αποστάσεις μπορεί να αλλάξουν ανάλογα με την επιθυμητή πυκνότητα. Για μεγάλες εκτάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί πνευματική μηχανή σποράς. Η άριστη τελική πυκνότητα φυτών είναι περί τα 1000 φυτά/στρέμμα, αλλά μπορεί να κυμανθεί από 750 έως 1500 φυτά/στρέμμα ανάλογα με το έδαφος και το διαθέσιμο νερό. Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται είναι 0,3-0,4 kg/στρέμμα.. Το έδαφος πρέπει να έχει επαρκή υγρασία κατά τη σπορά και η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 7 ° C . Συνιστώμενο βάθος σποράς είναι 5-10 cm.

Μια άλλη μέθοδος που έχει πολύ καλά αποτελέσματα είναι η μεταφύτευση τη αγριαγκινάρας από το θερμοκήπιο ή από άλλες προστατευμένες περιοχές στο αγρό. Σύμφωνα με τους Piscionei *et al*, (2000) στην Ιταλία η σπορά γίνεται στις αρχές Απριλίου και η μεταφύτευση στα μέσα Μαΐου.

1.7.4 Έλεγχος ζιζανίων

Στη περίπτωση που έχουμε ζιζάνια και μετά το πέρας της 4^{ης} εβδομάδας και μετά τη αναβλάστηση της αγριαγκινάρας είναι αναγκαίο να επέμβουμε γιατί θα έχουμε μείωση τις τελικής βιομάζας (Λόλας, 2003).

Ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να γίνει με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (trifluralin, alachlor, linuron, κ.α.) ή με το πέρασμα καλλιεργητή μέχρι τα φύλλα της ροζέτας να καλύψουν το έδαφος. Αυτή η εργασία είναι πολύ σημαντική κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης του φυτού και ιδιαίτερα κατά την βλάστηση και αρχική ανάπτυξη των φυταρίων. Όταν τα φύλλα της ροζέτας μεγαλώσουν, καλύπτουν το έδαφος και είναι δύσκολο να ξαναεμφανιστούν ζιζάνια.

Εξάλλου, το δεύτερο έτος της καλλιέργειας, λόγω της γρήγορης αναβλάστησης και του σχηματισμού μιας μεγάλης ροζέτας φύλλων νωρίς το φθινόπωρο, τα ζιζάνια έχουν λίγες πιθανότητες να αναπτυχθούν και επομένως δεν αποτελούν πρόβλημα από το δεύτερο έτος και μετέπειτα.

1.7.5 Συγκομιδή

Η αγριαγκινάρα συγκομίζεται κάθε χρόνο μεταξύ Ιουλίου και Σεπτεμβρίου όταν το ποσοστό υγρασίας είναι κάτω από 20% και πάντα πριν τη διασπορά του σπόρου. Αξίζει να σημειωθούν δυο περιπτώσεις, ανάλογα με το αν θέλουμε να συγκομίσουμε το σπόρο ξεχωριστά από την υπόλοιπη βιομάζα ή όλο το φυτό μαζί.

- *Συγκομιδή του σπόρου ξεχωριστά.*

Στην περίπτωση αυτή ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

- Συγκομιδή (με θεριζοαλωνιστική)
- Διαχωρισμός
- Δεματοποίηση

- *Συγκομιδή ολόκληρου του φυτού μαζί.*

Στην περίπτωση αυτή η εργασία μπορεί να εκτελεσθεί απευθείας εάν είναι διαθέσιμος ένας αυτοκινούμενος δεματοποιητής. Διαφορετικά απαιτούνται δυο λειτουργίες: πρώτα θερίζεται η βιομάζα με μια θεριστική μηχανή και ακολουθεί η διαδικασία της δεματοποίησης.

1.8 Παραγωγικότητα και απόδοση

Όπως αναφέρθηκε η αγριαγκινάρα είναι φυτό προσαρμοσμένο στις μεσογειακές συνθήκες και δίνει υψηλές παραγωγές με λίγες εισροές. Η μέση απόδοση του φυτού είναι 20 t/ha ξηρής ουσίας, ενώ στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται αποδόσεις από 10-15 t/ha (Piscionery *et al.*, 2000) έως 25-30 t/ha ξηρής ουσίας (Fernandez, 1992; Foti *et al.*, 1999).

Στην Ελλάδα τα δεδομένα που υπάρχουν είναι λίγα. Ο μόνος πειραματισμός που έχει γίνει πάνω στην αγριαγκινάρα επικεντρώνεται στις μελέτες του Κ.Α.Π.Ε στις οποίες αναφέρεται απόδοση 3,16 t/στρέμμα ξηρής ουσίας (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Η επί της εκατό σύσταση της ξηρής βιομάζας της αγριαγκινάρας είναι: 25% φύλλα, 40% βλαστοί και στελέχη, 35% ανθοκεφαλές (Dalianis *et al.*, 1996; Fernandez, 1992).

1.9 Πιθανές χρήσεις της αγριαγκινάρας

1.9.1 Ιατρική

Η αγριαγκινάρα θεωρείται σημαντικό ιατρικό φυτό μετά από την πρόσφατη ανακάλυψη ότι περιέχει την ένωση cynarin. Η ένωση αυτή έχει πικρή γεύση και βρίσκεται στα φύλλα. Η ιδιότητές της είναι να βελτιώνει τη λειτουργία των κύστεων του συκωτιού, να υποκινεί τη έκκριση χωνευτικών υγρών και να μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα.

Τα φύλλα της αγριαγκινάρας είναι αντιρρευματικά, και βοηθούν στη πρόληψη της χοληστερόλης, της υπογλυκαιμίας, και της αρτηριοσκλήρυνσης ενώ δρα ακόμα και ως αντιοξειδωτικό. Επιπλέον, εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει ότι η cynarin μετά από διάφορες διεργασίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά του HIV-1, αλλά η έρευνα αυτή βρίσκεται ακόμα σε αρχικά στάδια (Slanina *et al.*, 2001).

1.9.2 Βιομάζα

Η ξηρή εναέρια βιομάζα της αγριαγκινάρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη καύσιμου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για θέρμανση, στην αρχική της μορφή ή μετά από πυρόλυση.

Η πυρόλυση της αγριαγκινάρας οδηγεί σε τρεις φάσεις (στερεή, υγρή και αέρια) των οποίων οι αποδόσεις είναι στενά εξαρτώμενες από τη θερμοκρασία. Τα χαρακτηριστικά της στερεής φάσης ποικίλουν ως ακολούθως: μια αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της αναλογίας του σταθερού άνθρακα, μικρή αύξηση της τέφρας και μείωση των πτητικών ουσιών. Η παραγωγή αερίων μεταβάλλεται σημαντικά με τη θερμοκρασία, με αύξηση του H₂, του CH₄, του CO και του CO₂. Η υγρή φάση φτάνει τη μέγιστη απόδοση σε θερμοκρασίες μεταξύ 400 °C και 500 °C. Για να επιτευχθεί η ενεργειακά πιο επωφελής πυρόλυση της αγριαγκινάρας η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεταξύ 600 και 700 °C, όπου το κάρβουνο που αποκτάται έχει την υψηλότερη θερμαντική αξία, περίπου 31 MJ/kg, ενώ το ποσοστό του άνθρακα είναι κατάλληλο για την παραγωγή μπριγκετών. Επιπλέον τα υγρά και αέρια καύσιμα παράγονται σε αποδεκτά επίπεδα, και η θερμαντική αξία των αερίων είναι κοντά στο μέγιστο της (Encinar *et al.* 2000).

Κάθε μέρος της αγριαγκινάρας έχει διαφορετικό περιεχόμενο σε θερμίδες. Οι παρακάτω τιμές είναι σε ποσότητα 1 kg ξηρής βιομάζας.. (HCV: υψηλή θερμιδική αξία LCV: χαμηλή θερμιδική αξία).

Μέρος του φυτού	Ποσοστό επί του φυτού	HCV kcal/kg	LCV kcal/kg
Βασικά φύλλα	21,0%	2,655	2,449
Φύλλα μίσχων	12,1 %	4,096	3,809
Μίσχοι και κλάδοι	21,9 %	4,204	3,914
Άκρο κοτσανιού που αναπτύσσεται	9,5 %	3,605	3,333
Βράκτια	13,2 %	4,181	3,878
Πάπποι	9,1 %	4,353	4,043
Σπόροι	13,2 %	5,576	5,208
Ολόκληρο το φυτό	100 %	4,000	3,714

Εάν η συγκομισμένη υγρασία της βιομάζας θεωρείται ως 24,3%, το HCV θα μειωνόταν στο ίδιο ποσοστό σε 3,03 t/kg (12,68 MJ/kg), και το LCV, εάν υπολογίσουμε και λάβουμε υπόψη την θερμότητα εξάτμισης (540 kcal/kg ή 2.260 kJ/kg του ύδατος), θα παρείχε μείωση μέχρι 2,68 t/kg (11,22 MJ/kg) (1 t = 1000 kcal = 1 mcal). Αφ' ετέρου, εάν η υγρασία βιομάζας που λαμβάνεται με τη βοήθεια της ξήρανσης της βιομάζας στον ήλιο εκτιμάται στο 15%, το HCV θα ήταν 3,4 t/kg (14,23 MJ/kg) και το LCV 3,1 t/kg (12,98 MJ/kg). (<http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10192.html>)

Σε μια άλλη εργασία οι Foti *et al.* (1999) αναφέρουν ότι η θερμική αξία της αγριαγκινάρας κυμάνθηκε μεταξύ 16.005 και 17.028 MJ/t ξηρής ουσίας για διάφορα έτη και γενοτύπους.

Η χρήση της βιομάζας της αγριαγκινάρας ως καύσιμο θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της όξινης βροχής λόγω του χαμηλού επιπέδου του εκπεμπόμενου S που παράγεται κατά τη διαδικασία της καύσης (λιγότερο από 0,1% του βάρους). Η παραγωγή στάχτης είναι 7% του ξηρού βάρους.

1.9.3 Λάδι από σπόρους

Οι σπόροι φαίνονται να αποτελούν ενδιαφέρουσα πηγή παραγωγής λαδιού, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύουν υψηλό ποσοστό της συνολικής συγκομισμένης ξηρής βιομάζας (13,2%), που είναι περίπου 264 kg/στέμμα, από το οποίο το 25% του περιεχομένου του σπόρου είναι λάδι. Το λινελαϊκό οξύ είναι το βασικό συστατικό (59,0%), ακολουθούμενο από τα ελαϊκά (26,7%) και παλμιτικά (10,7%) λιπαρά οξέα (Curt *et al.*, 2002). Σημαντικό χαρακτηριστικό από θρεπτική άποψη είναι η παρουσία "silimarin", η οποία μπορεί να ενεργήσει σαν αναγεννητικό για τα ηπατικά στοιχεία. (Benjelloun-Mlayah *et al.*, 1996).

Το λάδι από τους σπόρους μπορεί να εξαχθεί εύκολα με τη διαδικασία της ψυχρής πίεσης (20/25 IC), η οποία είναι πραγματικά χρήσιμη για τις διαιτητικές εφαρμογές, δεδομένου ότι αυτό δεν αλλάζει αρκετά τα συστατικά του.

Τα χημικά χαρακτηριστικά του ελαίου εξασφαλίζουν καλή θρεπτική ποιότητα (πολύ καλή αναλογία των ακόρεστων οξέων, και ισορροπημένη αναλογία λινελαϊκού/ελαϊκού οξέος, μικρό ποσοστό ελεύθερων οξέων, υπεροξειδίων, κορεσμένων λιπαρών οξέων και άριστη περιεκτικότητα σε α-τοκοφερόλη) (Maccarone *et al.*, 1999).

Λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή χρήση του ελαίου των σπόρων της αγριαγκινάρας ως καύσιμο, τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα παρακάτω:

- Πυκνότητα (g/ml): 0,916
- Ιξώδες (mm²/s στους 20 °C): 95
- Ελάχιστη Θερμοκρασία Ροής (°C): - 21
- Αριθμός Κετανίου: 51
- Θερμαντική Αξία (MJ/kg): 32,99
- Σημείο Καύσης (°C): 350

- Τιμή Ιωδίου: 125
- Τιμή Σαπωνοποίησης: 194

Τα σημαντικά χαρακτηριστικά είναι ο υψηλός αριθμός κετανίου και η χαμηλή ελάχιστη θερμοκρασία ροής, τα οποία αποτελούν πλεονέκτημα για απευθείας χρήση σε πετρελαιομηχανές ή μετά από μίξη με πετρέλαιο (Fernandez, 1998a).

1.9.4 Χαρτοπολτός

Η δυνατότητα παραγωγής χαρτοπολτού από αγριαγκινάρα έχει μελετηθεί από διάφορα εργαστήρια, π.χ.: Instituto Papelero de Espara (IPE), Ordinariat för Holztechnologie in Hamburg University (Germany), Departamento Florestal del Instituto Superior de Agronomia de Lisboa (Portugal), l'Institut National Polytechnique de Toulouse (France) κ.α. Αν και πολλές έρευνες πραγματοποιούνται ακόμα για να βελτιστοποιήσουν τις διαφορετικές διαδικασίες, οι προοπτικές για αυτήν την χρήση της αγριαγκινάρας είναι ιδιαίτερα ελκυστικές.

Οι ίνες έχουν μέσο μήκος 1,3 χιλ. πλάτος 18,8 χιλ. και πάχος στρώσης 4,8 χιλ. (Gominho *et al.* 2001). Η κυτταρίνη (C), η ημικυτταρίνη (H) και λιγνίνη (L) το περιεχόμενο των διαφορετικών μερών της αγριαγκινάρας, εκτός από τα φύλλα και τους σπόρους εμφανίζονται κατωτέρω :

- Λεπτοί μίσχοι. - C:46.4 %; H:24.1 %; L:7.5 %.
- Παχιοί μίσχοι. - C: 49.3 %; H: 21.5 %; L: 13,2 %.
- Μέσοι μίσχοι. - C: 47.8 %; H: 22.8 %; L: 10,3 %.
- Κλάδοι. - C: 41.0 %; H:21.3 %; L: 5,9 %.
- Ακραία κοτσάνια. - C: 23.6 %; H: 15.9 %; L: 7,1 %.
- Bracts. - C: 38.5 %; H: 23.8 %; L: 6,6 %.
- Pappi. - C: 59.7 %; H: 26.5 %; L: 2,6 %.

(<http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10192.html>).

Οι Gominho *et al.* (2001), αναφέρουν ότι είναι εφικτή η παραγωγή χαρτοπολτού με υψηλή απόδοση, λίγες απορρίψεις και πολύ καλά χαρακτηριστικά αντοχής. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για το ραφινάρισμα είναι χαμηλές. Οι βλαστοί από τους οποίους είχε αφαιρεθεί η εντεριόνη παρήγαγαν καλλίτερους χαρτοπολτούς από τους ακέραιους βλαστούς, πράγμα που οφείλεται στην παρουσία του

παρεγχύματος της εντεριώνης. Η μηχανική αφαίρεση της εντεριώνης και διαχωρισμός των ινών διευκολύνεται από την κατασκευή του βλαστού.

1.9.5 Ζωοτροφή

Τα πράσινα φύλλα που έχουν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου είναι αρκετά μεγάλα ώστε να συγκομισθούν στην αρχή του χειμώνα και να αποθηκευθούν σε σιλό ή να χρησιμοποιηθούν ως νωπή ζωοτροφή για παραγωγικά ζώα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως βοσκή για κατσίκες και πρόβατα (περίπου 40-50 t/ha νωπή ζωοτροφή). Τα αποθέματα της ρίζας ευνοούν την ανάπτυξη νέων φύλλων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, γεγονός που επιτρέπει στο φυτό να συμπληρώσει τον κύκλο του. Ο θερισμός των φύλλων στα μέσα του χειμώνα μπορεί να μειώσει την τελική παραγωγή βιομάζας, αλλά αυτή η μείωση εξισορροπείται με την απόκτηση νωπής ζωοτροφής στα μέσα του χειμώνα (<http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10192.html>).

Ο σπόρος της αγριαγκινάρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή για μηρυκαστικά ζώα. Το καταλληλότερο επίπεδο του σπόρου στο σιτηρέσιο των μηρυκαστικών είναι περίπου 10%, έτσι ώστε να επωφεληθούμε από τις χωνευτικές του ιδιότητες. Εν τούτοις σε ζώα με μικρή παραγωγικότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υψηλότερα επίπεδα (έως 30%), ώστε να προστεθεί εύπεπτο λίπος. Αντίθετα, σε ζώα υψηλής παραγωγικότητας, επίπεδα πάνω από 10% πρέπει να αποφεύγονται, γιατί το υψηλό ποσοστό υλοποιημένου άνθρακα του σπόρου θα περιορίσει την πρόσληψη και το χαμηλό ποσοστό του σε πρωτεΐνες, και θα περιορίσει την παραγωγικότητα (Cajarville *et al.*, 2000).

1.9.6 Άλλες χρήσεις

Τα λουλούδια της αγριαγκινάρας χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία τυριού στη Ισπανία. Επιπλέον χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες ως καλλωπιστικό φυτό στους κήπους, ενώ για πολλούς λαούς έχει και διατροφική αξία.

1.10 Σκοπός της εργασίας

Λαμβάνοντας υπόψη αφενός την σπουδαιότητα της αγριαγκινάρας ως πολλά υποσχόμενης εναλλακτικής καλλιέργειας για παραγωγή βιοενέργειας αλλά και για τις υπόλοιπες χρήσεις στο εγγύς μέλλον, και αφετέρου τη σχετικά περιορισμένη υπάρχουσα βιβλιογραφία ιδίως όσον αφορά την ανάπτυξη του φυτού κάτω από Ελληνικές συνθήκες, η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην περαιτέρω έρευνα της αύξησης και ανάπτυξης της καλλιέργειας αυτής κάτω από τις περιβαλλοντικές συνθήκες της κεντρικής Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα θα μελετηθεί η αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από τρεις πυκνότητες πληθυσμού και δύο επιπέδων αζωτούχου λίπανσης υπό ξηρικές συνθήκες κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002, σε εγκατεστημένη φυτεία στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Π.Θ. στο Βελεστίνο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματικό σχέδιο

Για τους σκοπούς της εργασίας έγινε πείραμα αγρού στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό 3x2 διχαζομενων συγκροτημάτων (split-plot), πλήρως τυχαιοποιημένο, με δυο παράγοντες σε τέσσερις (4) επαναλήψεις (blocks) ενώ κάθε τεμάχιο αποτελούνταν από τέσσερις γραμμές σποράς μήκους 8m. Οι παράγοντες ήταν:

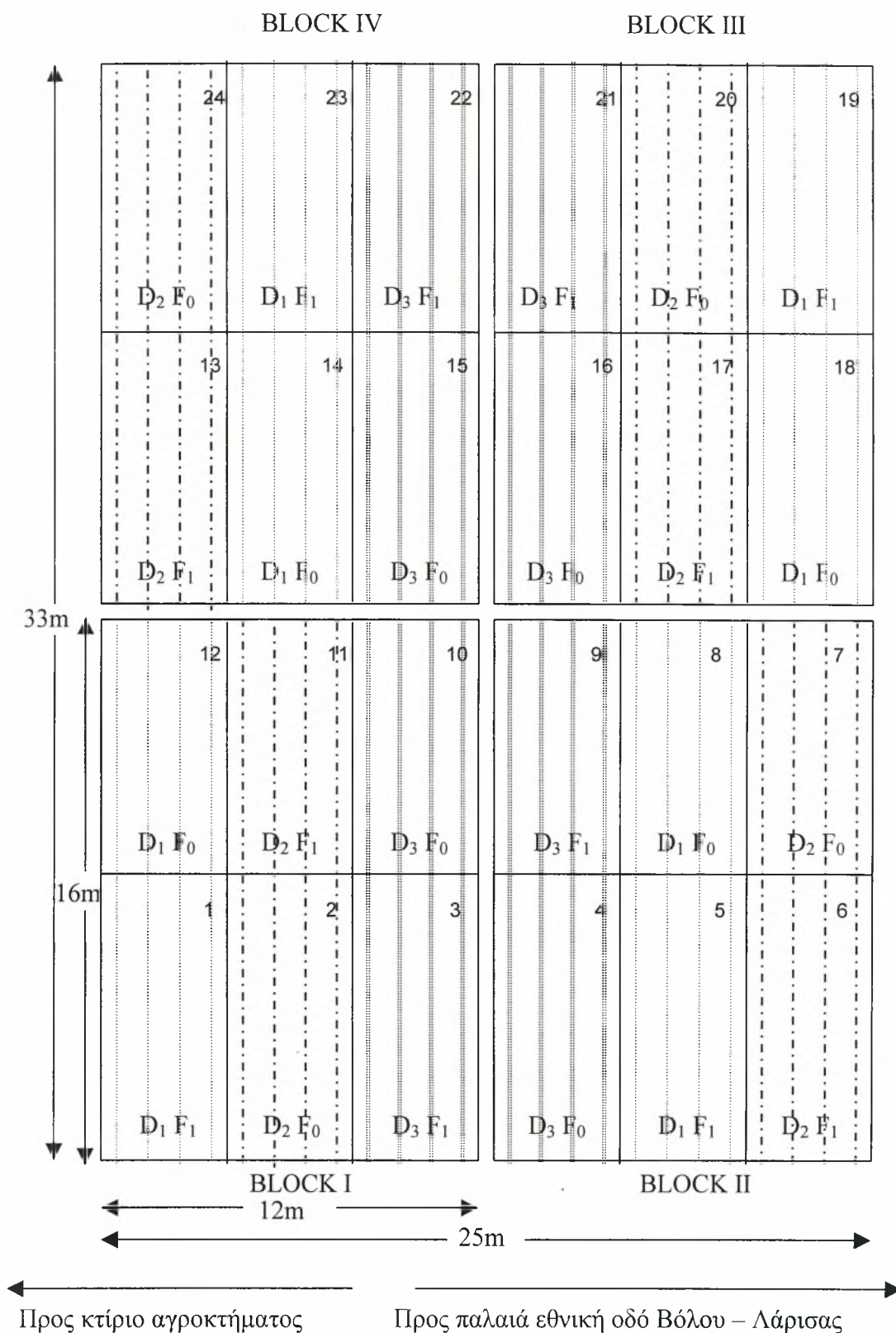
A) Πυκνότητα φυτών (D) στα κύρια τεμάχια με τέσσερα επίπεδα και πιο συγκεκριμένα:

- Επίπεδο D₁: 667 φυτά/στρέμμα (αποστάσεις 1,5m x 1m)
- Επίπεδο D₂: 1000 φυτά/στρέμμα (αποστάσεις 1m x 1m)
- Επίπεδο D₃: 2000 φυτά/στρέμμα (αποστάσεις 0,5m x 1m)

B) Αζωτούχος λίπανση (F) στα υποτεμάχια με δυο επίπεδα και πιο συγκεκριμένα:

- Επίπεδο F₀: 0 kg N/στρέμμα
- Επίπεδο F₁: 6 kg N/στρέμμα

Κάθε επανάληψη (block) είχε διαστάσεις 12 m x 16 m δηλαδή εμβαδόν 192 m² και αποτελούνταν από 6 πειραματικά τεμάχια εμβαδού 32 m². Επομένως το σύνολο της έκτασης του πειράματος ήταν 192 m² x 4 = 768 m² και μαζί με τους δυο διαδρόμους 826 m², όπως φαίνεται στο Σχ. 1.



Σχημα 1 Πειραματικός αγρός αύξησης και ανάπτυξης της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

$D_0 = 0,67$ φυτά/ m^2 $F_0 = 0$ kg N/στρέμμα
 $D_1 = 1$ φυτά/ m^2 - - - - - $F_1 = 6$ kg N/στρέμμα
 $D_2 = 2$ φυτά/ m^2

2.2 Εργασίες στον αγρό

2.2.1 Σπορά

Η φυτεία που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα είχε εγκατασταθεί στον αγρό το έτος 1999 (συγκεκριμένα στις 9/3/1999) και βρισκόταν στο τρίτο έτος της. Για την εγκαταστασή της είχε χρησιμοποιηθεί σπόρος ο οποίος είχε προμηθευτεί από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε., Τμήμα Βιομάζας).

Η σπορά των τεμαχίων με πυκνότητες D_1 και D_2 έγινε με το χέρι, ενώ η σπορά των τεμαχίων με πυκνότητα D_3 έγινε με σπαρτική, σύμφωνα πάντα με το πειραματικό σχέδιο.

Στις 20/10/2001 έγινε επανασπορά σε σημεία τεμαχίων της δεύτερης και τέταρτης επανάληψης στα οποία είχε παρατηρηθεί απώλεια φυτών.

2.2.2 Λίπανση

Για τη λίπανση των F_1 υποτεμαχίων χρησιμοποιήθηκε νιτρική αμμωνία (33-0-0). Σε κάθε F_1 υποτεμάχιο εφαρμόστηκαν 600 gr του ανωτέρω λιπάσματος. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στις 29/3/2002.

2.2.3 Άρδευση

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν έγινε καμία άρδευση, αφού σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της αύξησης και ανάπτυξης της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*), υπό ξηρικές συνθήκες. Έτσι τα φυτά είχαν στη διάθεση τους μόνο το νερό των βροχοπτώσεων.

2.2.4 Έλεγχος ζιζανίων

Ο έλεγχος των ζιζανίων περιορίστηκε σε ένα μόνο βοτάνισμα που έγινε στις 5/11/2001. Στη συνέχεια δεν χρειάστηκε άλλο βοτάνισμα ή εφαρμογή ζιζανιοκτόνου.

2.2.5 Έλεγχος εχθρών και ασθενειών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκε καμία προσβολή από εχθρούς ή ασθένειες και κατά συνέπεια δεν έγινε καμία εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων.

2.2.6 Εδαφολογική μελέτη πειραματικού αγρού.

Στο πειραματικό τεμάχιο επικρατούν πρόσφατες κυρίως λεπτόκοκκες αποθέσεις από ιλύ, άργιλο και άμμο της λεκάνης της Κάρλας, καθώς και αποθέσεις των σχηματισμών του Πλείο – πλειστόκαινου και των ασβεστόλιθων μετρίως λεπτόκοκκες έως χονδρόκοκκες με κάποια ποσοστά αδρομερών υλικών. Τα εδάφη αυτά είναι μέσης έως λεπτόκοκκης μηχανικής σύστασης και εμφανίζονται με υφή που είναι: πηλώδης, αμμοαργιλοπηλώδης, αργιλοπηλώδης έως αργιλώδης στα διάφορα βάθη της εδαφοτομής και σε διάφορες θέσεις. Η αντίδραση (pH = 7,9) όλων αυτών των υλικών είναι αλκαλική, ενώ στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας 'Xeric'. Τα ανθρακικά άλατα σχηματίζουν «καλσικό» ορίζοντα σε βάθος 100 – 150 εκατοστά από την επιφάνεια του εδάφους και ειδικότερα τα εδάφη αυτά κατατάσσονται στα Xerochrepts των Inceptisols επειδή ικανοποιούν πλήρως τις συνθήκες και μόνον αυτές της Ταξινόμησης αυτής ομάδας εδαφών (USDA, 1975)

Το έδαφος είναι εφοδιασμένο με θρεπτικά στοιχεία σε ικανοποιητικά επίπεδα μέχρι μέτρια. Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων με βάση το DPTA έχει ως εξής: ο διαθέσιμος Zn βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, το διαθέσιμο Mn σε χαμηλά επίπεδα, ενώ εξαίρεση αποτελεί ο διαθέσιμος Cu που βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα.

Το πορώδες είναι πολύ καλά αναπτυγμένο και εξασφαλίζει τον καλό αερισμό του εδαφους και την απομάκρυνση των πλεονάζοντων υδάτων από την εδαφοτομή (Μήτσιος *et al*, 2000). Στη συνέχεια δίνονται σε πίνακες οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Πίνακας 1. Μερικές χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους στην περιοχή του πειράματος στο αγρόκτημα Βελεστίνου.

Βάθος (cm)	Ορίζοντας	Χρώμα Υφυγρο	Κοκκομετρική σύσταση %			Υφή	Δομή	Όριο Οριζόντων
			S	Si	C			
0-30	Ap	10YR 5/6	47	32	21	L	3m sbk	D
30-53	A ₁	10YR 5/6	47	28	25	SCL/L	3m sbk	A
53-70	BA	10YR 3/4	31	30	39	CL	2m sbk	G
70-99	Bw	10YR 3/4	31	8	61	C	2m sbk	G
99-126	BC	10YR 4/3	27	30	43	C	1m sbk	C
126-158	C	10YR 5/6	29	36	35	CL	1f sbk	

Βάθος (cm)	Οργανική ουσία (OY) g/100g εδάφους	CaCO ₃ %	pH (H ₂ O 1:1)	P mg/kg (Olsen)	Ανταλλάξιμα κατιόντα						ΙΑΚ me/100g εδάφους
					K		Na	Ca	Mg		
					me/100 g εδαφ.	mg/kg εδαφ.	me/100 g εδαφ.	me/100 g εδαφ.	me/100 g εδαφ.	me/100 g εδαφ.	
0-30		3,1	7,9	17	0,15	59	0,17	23,27	3,71	450	27,30
30-53	1,50	6,1	8,0	9	0,16	62	0,19	21,06	4,84	588	26,25
53-70	1,17	14,1	8,1	10	0,29	113	0,26	23,12	7,83	951	31,50
70-99	1,10	19,3	7,9	14	0,26	102	0,24	25,04	8,66	1052	34,20
99-126	0,93	10,3	8,0	5	0,23	90	0,39	27,43	9,45	1148	37,50
126-158	0,53	23,7	8,1	8	0,16	62	0,45	24,09	8,40	1020	33,10

Βάθος (cm)	Ιχνοστοιχεία (mg/kg)			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0-30	3,40	1,32	0,78	7,40
30-53	4,00	1,36	0,58	4,80

Πηγή: Μήτσιος και συνεργάτες, 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου.

2.3 Συλλογή πειραματικών δεδομένων

Η αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας μελετήθηκε σε πέντε (5) δειγματοληψίες – κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι δειγματοληψίες – κοπές πραγματοποιήθηκαν:

- Η πρώτη στις 21/3/2002
- Η δεύτερη στις 8/4/2002
- Η τρίτη στις 22/4/2002
- Η τέταρτη στις 22/5/2002
- Η πέμπτη στις 14/6/2002

Σε κάθε κοπή επιλέχθηκε τυχαία ένα τρέχον μέτρο αντιπροσωπευτικών φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο. Η επιλογή των φυτών έγινε από τις δυο κεντρικές γραμμές κάθε τεμαχίου (κάθε τεμάχιο αποτελούνταν από τέσσερις γραμμές). Αυτό έγινε γιατί παράγοντες όπως η λίπανση απαιτούν μεγάλα τεμάχια γιατί η επίδραση τους επεκτείνεται και στα άλλα τεμάχια, ώστε μεταξύ τεμαχίων πρέπει να υπάρχουν περιθωριακές γραμμές, που θα εξομαλύνουν την επίδραση του περιθωρίου – border effect – ενώ οι μετρήσεις θα γίνονται στο κεντρικό τμήμα του τεμαχίου δηλαδή στις πειραματικές γραμμές.

Πριν από την κοπή των φυτών μετρήθηκε το ύψος τους και βρήκαμε το μέσο όρο τους. Μετά την κοπή, κάθε φυτό τοποθετούνταν μέσα σε πλαστική σακούλα πάνω στην οποία αναγράφονταν ο αριθμός του τεμαχίου από το οποίο λήφθηκε το δείγμα.

Στην πρώτη κοπή, δηλαδή πριν από την εφαρμογή της λίπανσης, ελήφθησαν 3 δείγματα από κάθε επανάληψη (1 από κάθε κύριο τεμάχιο). Στις τέσσερις τελευταίες κοπές, δηλαδή μετά την εφαρμογή της λίπανσης, ελήφθησαν 6 δείγματα από κάθε επανάληψη (1 από κάθε υποτεμάχιο).

2.4 Εργαστηριακές μετρήσεις

Αμέσως μετά από κάθε δειγματοληψία τα επιλεγέντα φυτά μεταφέρονταν στις κτιριακές εγκαταστάσεις του αγροκτήματος. Εκεί με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού μετρήθηκε το υπέργειο χλωρό βάρος ολόκληρου του δείγματος. Στη συνέχεια διαχωρίστηκαν τα φύλλα από τους βλαστούς και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος ξεχωριστά. Ακολούθως, από κάθε δείγμα επιλέχθηκε ένα υπόδειγμα φύλλων και βλαστών και ανθοκεφαλών το οποίο μεταφέρθηκε μέσα σε πλαστικές σακούλες στο Εργαστήριο Γεωργίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στις δυο τελευταίες κοπές (τέταρτη και πέμπτη) εκτός από τα φύλλα και τους βλαστούς τα φυτά είχαν αναπτύξει και ανθικό στέλεχος, οπότε και ακολουθήθηκε και για αυτό η ίδια διαδικασία. Επίσης στην τελευταία κοπή (πέμπτη) συγκομίσθηκαν και ξερά φύλλα τα οποία διαχωρίστηκαν από τα χλωρά και μετρήθηκαν ξεχωριστά.

Στο Εργαστήριο Γεωργίας μετρήθηκε το χλωρό βάρος τόσο των φυτικών οργάνων έτσι ώστε να υπολογιστεί ενδεχόμενη απώλεια υγρασίας κατά τη διάρκεια της μεταφοράς των υποδειγμάτων από το αγρόκτημα στο εργαστήριο. Στη συνέχεια τα φυτικά όργανα (μετά από επεξεργασία) τοποθετήθηκαν μέσα σε χάρτινες σακούλες και ακολούθησε ξήρανσή τους μέσα σε κλίβανο στους 80 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερά βάρη. Μετά την ξήρανση (3-4 ημέρες) μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

2.4.1 Επεξεργασία φύλλων

Από κάθε υπόδειγμα επιλέχθηκαν τυχαία περίπου τα μισά φύλλα και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας. Στη συνέχεια μετρήθηκε η επιφανείά τους και κατόπιν τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για ξήρανση στους 80 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερά βάρη. Μετά την ξήρανση (3-4 ημέρες) μετρήθηκε το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Η επιφάνεια των χλωρών φύλλων μετρήθηκε με την βοήθεια του αυτόματου μετρητή φύλλων (leaf area meter). Το σύστημα αποτελείται από:

- Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και αποτελείται από την οθόνη, τα πλήκτρα του υπολογιστή και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με τα παράπλευρα όργανα.
- Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.
- Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyor με πλαστική διάφανη ζώνη η οποία περιστρέφεται βοηθώντας τη διέλευση των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης, για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας.

Τα τρία αυτά όργανα συνδέονται μεταξύ τους και το όλο σύστημα αποτελεί μια ηλεκτρονική μέθοδο μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας, όπως επίσης και του μήκους, του πλάτους και του συνολικού πλάτους των φύλλων. Οι μετρήσεις αποθηκεύονται στο LI-COR και μπορούν να μεταφερθούν σε Η/Υ ή σε εκτυπωτή.

Πριν κάθε χρήση του ανωτέρω συστήματος για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας έγινε βαθμονόμηση του LI-COR με τη βοήθεια δυο μεταλλικών δίσκων εμβαδού 50 και 10 cm² που το συνοδεύουν έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια μέτρησης.

Εφαρμογή: Αφού τοποθετήθηκε κατάλληλα η κεφαλή σάρωσης μέσα στο LI-3050A έγινε η σύνδεση με το LI-COR. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν πάνω στην περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή έτσι ώστε να είναι παράλληλα με τη ζώνη και να μη διπλώνουν. Μόλις αυτά περνούσαν μέσα από την κεφαλή σάρωσης το LI-COR παρείχε τις ενδείξεις. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε για όλα τα επιλεγμένα φύλλα από κάθε υπόδειγμα.

2.5 Συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων

Η συλλογή των μετεωρολογικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. 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)

2.6 Υπολογισμοί

2.6.1 Υπολογισμός θερμομονάδων (Accumulated Heat Units)

Για την εκτίμηση του ρυθμού φυσιολογικής ωρίμανσης μιας καλλιέργειας συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος των προστιθέμενων θερμομονάδων (Accumulated Heat Units, A.H.U.) που υπερτερεί έναντι της ημερολογιακής μεθόδου (Ritchie & Nesmith, 1991).

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, οι απαιτούμενες θερμομονάδες από το φύτευμα έως ένα δεδομένο φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας (π.χ. άνθιση, ωρίμανση), υπολογίζονται με την άθροιση των ημερήσιων αποτελεσματικών θερμοκρασιών πάνω από τη βασική θερμοκρασία ανάπτυξης της καλλιέργειας (threshold temperature) σύμφωνα με τον τύπο:

$$A.H.U. = \sum \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_o \right]$$

όπου T_{\max} και T_{\min} είναι η μέγιστη και η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα αντίστοιχα και T_o είναι η βασική θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$). Στην περίπτωση της αγριαγκινάρας χρησιμοποιήθηκε ως βασική θερμοκρασία η τιμή των 7°C .

2.6.2 Υπολογισμός ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA, Specific Leaf Area)

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) αντιπροσωπεύει την συνολική πράσινη φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα ξηρού βάρους της φυλλικής μάζας. Πρόκειται για μορφολογικό χαρακτηριστικό της καλλιέργειας που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την ένταση ακτινοβολίας και το σχετικό στάδιο ανάπτυξης (DVS).

Η SLA ισούται με το πηλίκο της επιφάνειας των φύλλων προς το ξηρό τους βάρος. Κατά συνέπεια ο υπολογισμός της SLA έγινε με βάση τις μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας των μισών περίπου φύλλων που μετρήθηκαν και του ξηρού τους βάρους, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$SLA = \frac{\text{φυλλική επιφάνεια}}{\text{ξηρό βάρος}}$$

Η SLA εκφράζεται συνήθως σε m² /kg ξηρού φύλλου.

2.6.3 Υπολογισμός δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI, Leaf Area Index)

Η φυλλική επιφάνεια εκφράζεται με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), ο οποίος ισούται με τη συνολική επιφάνεια των φύλλων που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη μονάδα επιφάνειας του εδάφους. Με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας αγνοούνται οι άλλες φωτοσυνθέτουσες επιφάνειες του φυτού (μίσχοι, στελέχη, κ.α.) οι οποίες όμως σε πρακτική κλίμακα αντιπροσωπεύουν πολύ μικρό ποσοστό. Ο LAI εκφράζει και την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα. Ο LAI αυξάνει από το φύτευμα μέχρι ενός ορίου του ώριμου φυτού και η αύξηση αυτή συνδέεται εποχικά με τον ρυθμό αύξησης και βλαστικής ανάπτυξης των φυτών.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) συνδέεται με την ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) με την σχέση:

$$LAI = \frac{SL \times SLA}{1000}$$

όπου SL είναι το ξηρό βάρος των (πράσινων) φύλλων (kg/στρέμμα) (Δαναλατος, 1999) και η SLA εκφράζεται συνήθως σε m² φύλλων/kg ξηρών φύλλων.

Ο υπολογισμός του LAI έγινε με βάση την παραπάνω εξίσωση και η τιμή του LAI εκφράζεται σε m² επιφάνειας φύλλων/m² επιφάνειας εδάφους.

2.6.4 Στατιστική ανάλυση

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση. Για τα δεδομένα της πρώτης κοπής έγινε μονοπαραγοντική ανάλυση παραλλακτικότητας (randomized complete block, 1-way ANOVA) με μοναδικό παράγοντα την πυκνότητα των φυτών. Για τα δεδομένα των επόμενων τεσσάρων κοπών έγινε διπαραγοντική ανάλυση παραλλακτικότητας (split plot, 2-way ANOVA) με κύριο παράγοντα την πυκνότητα των φυτών και δευτερεύοντα παράγοντα τη λίπανση. Για το έλεγχο της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο LSD. Τα αναλυτικά αποτελέσματα για κάθε χαρακτηριστικό παρουσιάζονται στο παράρτημα Γ. Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση ήταν το MSTAT, ενώ οι γραφικές παραστάσεις έγιναν στο Microsoft Excel.

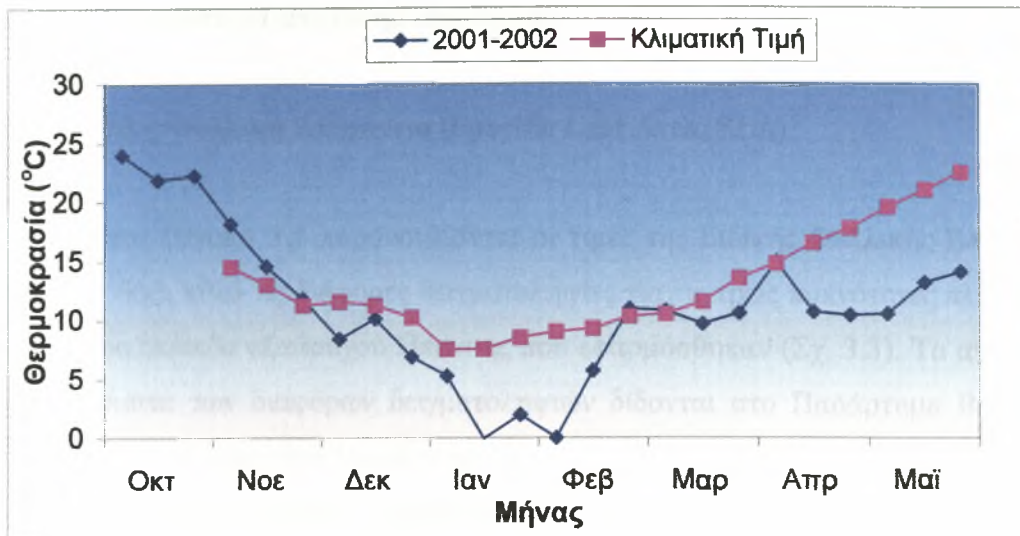
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κλιματολογικές συνθήκες

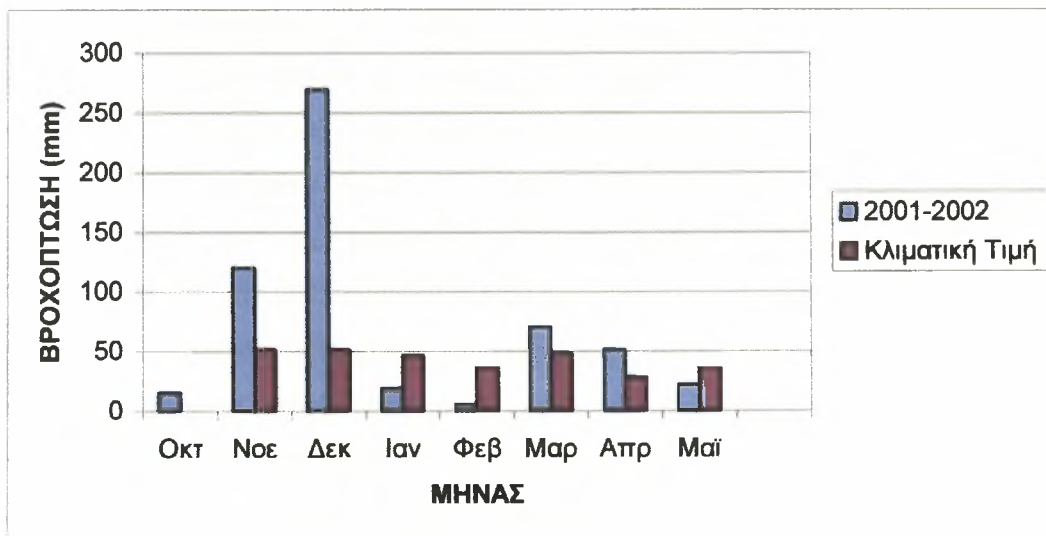
Στα Σχ. 3.1 και 3.2 παρουσιάζονται αντίστοιχα η θερμοκρασία και η βροχόπτωση που παρατηρήθηκαν στην περιοχή του Βελεστίνου κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2001-2002. Τα αναλυτικά δεδομένα (ημερήσιες και μέσες τιμές) δίδονται στο Παράρτημα Α.

Η καλλιεργητική περίοδος 2001-2002 χαρακτηρίστηκε από ακραίες τιμές θερμοκρασίας. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.1 η θερμοκρασίες κατά τα τέλη Οκτωβρίου είναι πιο υψηλές από τις μέσες γεγονός που εξηγεί την σχετικά μεγάλη αρχικά ανάπτυξη της καλλιέργειας. Στις αρχές Νοεμβρίου είχαμε χαμηλές τιμές θερμοκρασίας (8,4-10,1°C) που επέφεραν αναστολή της ανάπτυξης (όπως αναφέρθηκε, βασική θερμοκρασία ανάπτυξης θεωρούνται οι 7 °C). Μετά τα τέλη Νοεμβρίου η θερμοκρασία μειώθηκε ακόμα περισσότερο και κάτω των 7 °C ενώ το Ιανουάριο και Φεβρουάριο οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατέστρεψαν τη καλλιέργεια. Αναβλάστηση άρχισε πάλι κατά τα μέσα Φεβρουάριου όπου η θερμοκρασίες ήταν σε κανονικά για τη εποχή επίπεδα και πάνω από τη βασική θερμοκρασία. Κατά τους επόμενους μήνες σημειώθηκε σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας αλλά και πάλι οι τιμές της ήταν σε χαμηλότερα για την κάθε εποχή επίπεδα. Συγκεκριμένα κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάρτιο είχαμε χαμηλές θερμοκρασίες περί (10-15°C) με αποτέλεσμα τη χαμηλή παραγωγικότητα (Σχ.1.).

Η συνολική βροχόπτωση που σημειώθηκε κατά την περίοδο Οκτωβρίου 2001 – Ιουνίου 2002, ήταν 572 mm σημαντικά μεγαλύτερη από την κλιματική τιμή (353 mm) που όμως κυρίως έπεσε τους μήνες Νοέμβριο (120mm) και Δεκέμβριο (250mm) Η βροχόπτωση του Μαρτίου ήταν μεγαλύτερη από τη μέση κλιματική τιμή και σε συνδυασμό με τις σχετικά υψηλές τιμές θερμοκρασίας είχε ως αποτέλεσμα τη ταχεία αύξηση της αγριαγκινάρας. Κατά το μήνα Απρίλιο η βροχόπτωση ήταν λίγο μεγαλύτερη από τη μέση κλιματική τιμή και αυτό βοήθησε στη περαιτέρω αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (Σχ.2.).



Σχήμα 3.1 Η μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας αέρα (°C) κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002 στο Βελεστίνο σε σύγκριση με την κλιματική τιμή (Μ.Ο. 30 ετών, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία).



Σχήμα 3.2 Η μεταβολή της μηνιαίας βροχόπτωσης (mm) κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002 στο Βελεστίνο σε σύγκριση με την κλιματική τιμή (Μ.Ο. 30 ετών, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία).

3.2 Χαρακτηριστικά φυλλικής επιφάνειας

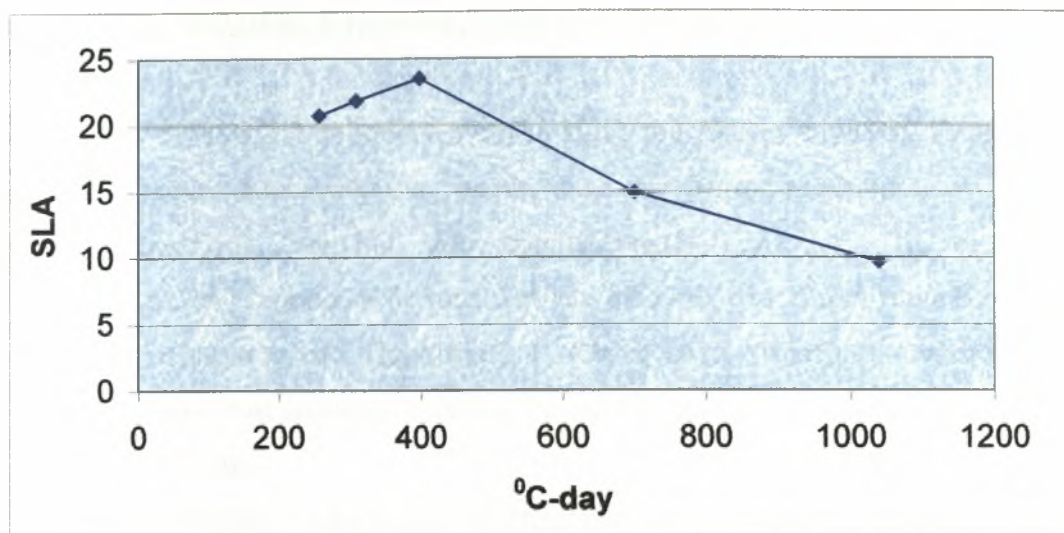
3.2.1 Ειδική Φυλλική Επιφάνεια (Specific Leaf Area, SLA)

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται οι τιμές της Ειδικής Φυλλικής Επιφάνειας (SLA, m^2/kg), κατά τις διάφορες δειγματοληψίες για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκαν (Σχ. 3.3). Τα αναλυτικά αποτελέσματα των διαφόρων δειγματοληψιών δίδονται στο Παράρτημα Β και της στατιστικής ανάλυσης στο Παράρτημα Γ.

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, m^2/kg) είναι ένα μορφολογικό χαρακτηριστικό που μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη ηλικία του φυτού (Danalatos, 1993).

Πολλοί συγγραφείς υπογράμμισαν την αντίστροφη συσχέτιση της SLA με την ένταση του φωτός και τη θετική της εξάρτηση από τη θερμοκρασία (Brower *et al.*, 1973, Driessen & Konijn, 1992). Οι Danalatos *et al.* (1994) έδειξαν ότι η συνολική SLA του καλαμποκιού μειώνεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Μελετώντας το φαινόμενο σε διαφορετικές περιοχές ο Sibma (1987) κατέληξε ότι η πάχυνση των υπαρχόντων φύλλων και ο σχηματισμός των νέων λεπτότερων φύλλων ευθύνονται για το γεγονός αυτό. Με βάση δεδομένα από την περιοχή της Λάρισας, ο Danalatos (1993) βρήκε ότι η SLA του σκληρού σίτου ποικιλίας «Μεξικάλι» μειώνεται με την ηλικία του φυτού με τη λογαριθμική συνάρτηση: $SLA=15.16-14.62*\ln(DVS)$, όπου DVS είναι το φαινολογικό στάδιο ανάπτυξης.

Όπως φαίνεται η SLA της αγριαγκινάρας αρχικά έλαβε μεγάλες τιμές περί τα ($20,7 m^2/kg$), για να αυξηθεί στη συνέχεια και να φτάσει στις 22/4 στα $25,5 m^2/kg$. Η μικρή αυτή αύξηση πιθανότατα οφείλεται στη μείωση της έντασης του φωτός μιας και τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο επικράτησαν νεφοσκεπείς ημέρες με πολλές βροχοπτώσεις (Βλ. Παρ. 3.1). Στη συνέχεια κατά τη τέταρτη και πέμπτη κοπή είχαμε μια σταδιακή μείωση της SLA για να κλείσει η καλλιέργεια σε τιμή SLA $9-10 m^2/kg$ εξαιτίας της αυξημένης έντασης ακτινοβολίας και τη σταδιακή γήρανση της καλλιέργειας (Danalatos *et al.* 1994). Όπως φαίνεται στο Πιν. 3.1 η μεταβολή της SLA ήταν πάντα ανεξάρτητη από την πυκνότητα πληθυσμού και την λίπανση της καλλιέργειας στα μελετούμενα εύρη των παραμέτρων αυτών.



Σχήμα 3.3 Μεταβολή της Ειδικής Φυλλικής Επιφάνειας SLA ως προς το άθροισμα θερμομονάδων πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002.

Πίνακας 3.1 Τιμές της Ειδικής Φυλλικής Επιφάνειας (SLA, m^2/kg) για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης για τη περίοδο 2001-2002.

DAY	GDD	D1	D2	D3	LSD	F0	F1	LSD	C.V %
21/3/20 02	258	20,85	18,74	22,55	ns	20,7	20,7	-	10,81
8/4/200 2	310	20,16	23,57	21,77	ns	23,73	19,93	ns	20,21
22/4/20 02	399	22,02	23,12	25,43	ns	22,56	24,49	ns	20,45
22/5/20 02	701	14,89	14,84	14,96	ns	14,62	15,17	ns	11,93
14/6/20 02	1040	10,05	9,34	9,73	ns	9,8	9,63	ns	20,73

Day = ημερομηνία κοπής, D₁, D₂, D₃ = πυκνότητες, F₀, F₁ = λίπανση

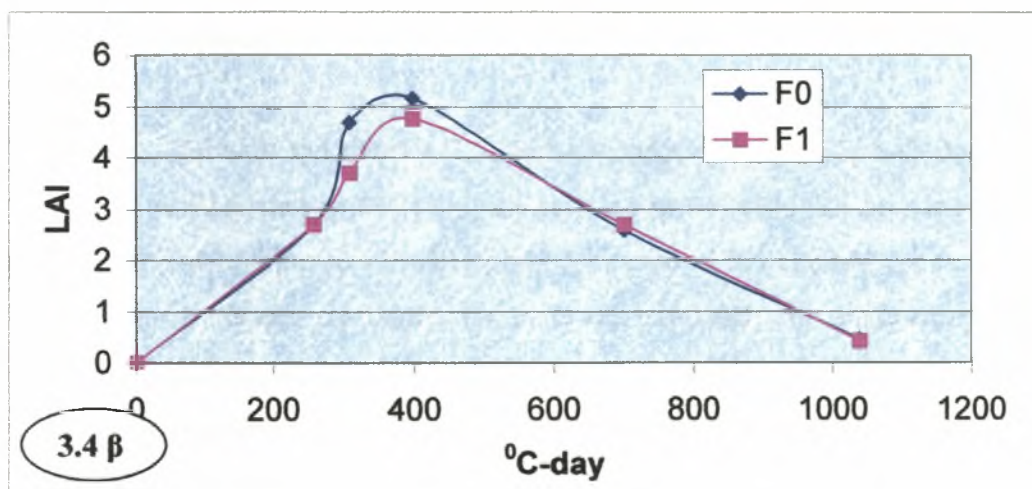
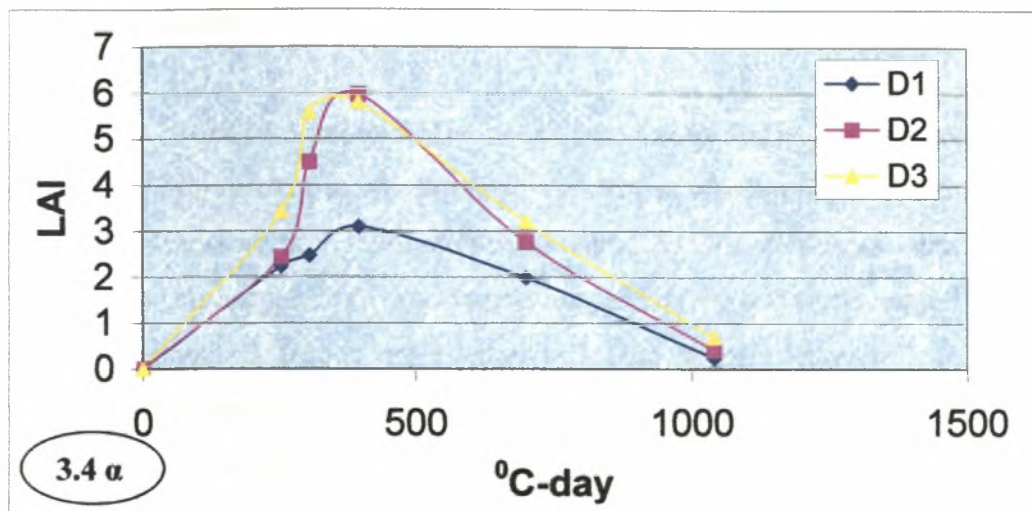
3.2.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI)

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται οι τιμές του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας, κατά τις διάφορες δειγματοληψίες για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκαν (Σχ. 3.4). Τα αναλυτικά αποτελέσματα των διαφόρων δειγματοληψιών δίδονται στο Παράρτημα Β και της στατιστικής ανάλυσης στο Παράρτημα Γ. Όπως είναι γνωστό, η ανάπτυξη της φυλλοστοιβάδας είναι μεγάλης σημασίας για την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη φωτοσύνθεση.

Όπως φάνηκε, ο LAI δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση στα επίπεδα που μελετήθηκαν το οποίο έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενα πειραματικά αποτελέσματα. Πράγματι, σε προηγούμενα πειράματα αγρού δεν έχει παρατηρηθεί αντίδραση της αγριαγκινάρας στην αζωτούχο λίπανση πάνω από 6 kg/στρέμμα (Πουλέας, Πανούτσου, αδημοσίευτα αποτελέσματα).

Αντίθετα η πυκνότητα φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας με τη μεσαία (D_2) και την μεγάλη πυκνότητα (D_3) να επιτυγχάνουν τις μεγαλύτερες τιμές. Ειδικότερα κατά τη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της D_1 πυκνότητας και της D_2 και D_3 , με τη D_2 και D_3 να μην έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Όπως είναι γνωστό, τιμές του LAI < 5 αντικατοπτρίζουν ανοιχτή φυλλοστοιβάδα και την απώλεια ηλιακής ενέργειας προς το έδαφος. Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.4 οι πυκνότητες της φυτείας (D_2 και D_3) είχαν κλειστή φυλλοστοιβάδα μετά τις αρχές Απριλίου ενώ στη φυτεία με D_1 η φυλλοστοιβάδα παρέμεινε ανοιχτή καθόλη την καλλιεργητική περίοδο, γεγονός που μπορεί να εξηγήσει κατά ένα μεγάλο ποσοστό την σημαντικά μειωμένη παραγωγικότητα των αραιότερων πληθυσμών (βλέπε κατωτέρω).



Σχήμα 3.4 Μεταβολή του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) ως προς το άθροισμα θερμομονάδων ($^{\circ}\text{C-d}$) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.4 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.4 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).

Πίνακας 3.2 Τιμές του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης

DAY	GDD	D1	D2	D3	LSD	Fo	F1	LSD	C.V%
21/3/2002	258	2,23	2,43	3,41	ns	2,8	2,8	-	33,71
8/4/2002	310	2,47	4,51	5,59	1,814	4,68	3,7	ns	31,91
22/4/2002	399	3,09	5,97	5,81	2,297	5,15	4,76	ns	33,53
22/5/2002	701	1,98	2,76	3,19	ns	2,59	2,69	ns	27,36
14/6/2002	1040	0,24	0,4	0,68	0,286	0,46	0,42	ns	59,9

Day = ημερομηνία κοπής, D₁, D₂, D₃ = πυκνότητες, F₀, F₁ = λίπανση

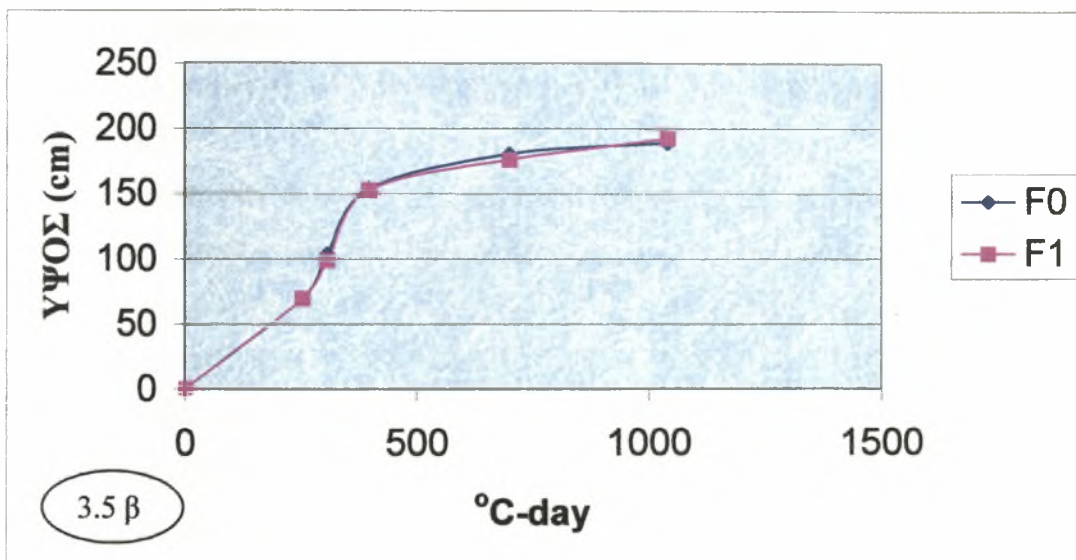
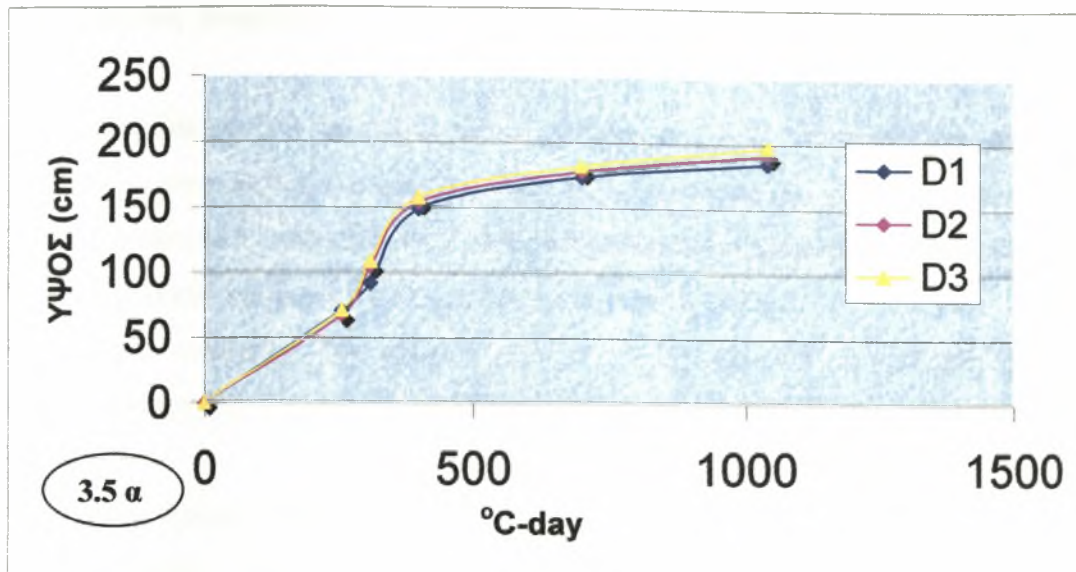
3.2.3 Ύψος φυτών.

3.2.3 Ύψος φυτών.

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι τιμές του ύψους της αγριαγκινάρας, κατά τις διάφορες δειγματοληψίες για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκαν (Σχ. 3.5). Τα αναλυτικά αποτελέσματα δίδονται στο Παράρτημα Β και της στατιστικής ανάλυσης στο Παράρτημα Γ.

Η αύξηση του ύψους της αγριαγκινάρας δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση για τα επίπεδα που μελετήθηκαν, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενα πειραματικά αποτελέσματα υπό ελληνικές συνθήκες (Πουλέας, πτυχιακή διατριβή, 2000). Όσον αφορά στην πυκνότητα, δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στο ύψος των φυτών καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, με εξαίρεση στη τελευταία δειγματοληψία όπου παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τη D₃ να υπερτερεί έναντι των υπολοίπων πυκνοτήτων πληθυσμών.

Όπως φαίνεται και στο Σχ. 3.5, το ύψος της αγριαγκινάρας αυξήθηκε από τη έναρξη της αναβλάστησης (21/2) έως και τις 21/3 με ρυθμούς 2,3 cm/day, για να για να συνεχίσει την αύξηση με μεγαλύτερο ρυθμό, περί τα 2,6 cm/day έως και τις 22/4. Η μεγάλη αυτή αύξηση οφείλεται στη εκθετική ανάπτυξη της φυλλοστοιβάδας και της αύξησης της καλλιέργειας μέχρι το κλείσιμο της φυλλοστοιβάδας (LAI ≈ 5). Στη συνέχεια παρατηρήθηκε αύξηση με μικρότερους ρυθμούς περί τα 0,65 cm/day για να φθάσει η καλλιέργεια σε τελικό ύψος 196,5, 190,8 και 184,3 για τις πυκνότητες D₃, D₂ και D₁, αντίστοιχα.



Σχήμα 3.5 Μεταβολή του ύψους ως προς το άθροισμα θερμομονάδων ($^{\circ}\text{C-d}$) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.5 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.5 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).

Πίνακας 3.3 Τιμές του ύψους (cm) της αγριαγκινάρας για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης .

DAY	GDD	D1	D2	D3	LSD	F0	F1	LSD	C.V%
21/3/2002	258	70,5	67	71	ns				7,55
8/4/2002	310	91,5	104,6	108,3	ns	103,9	98,6	ns	4,98
22/4/2002	399	148,6	153,5	157,4	ns	153,7	152,6	ns	4,93
22/5/2002	701	173	177,3	182,1	ns	180,6	176,1	ns	7,09
14/6/2002	1040	184,3	190,8	196,5	*7,98	188,7	192,4	ns	3,72

Day = ημερομηνία κοπής, D₁, D₂, D₃ = πυκνότητες, F₀, F₁ = λίπανση

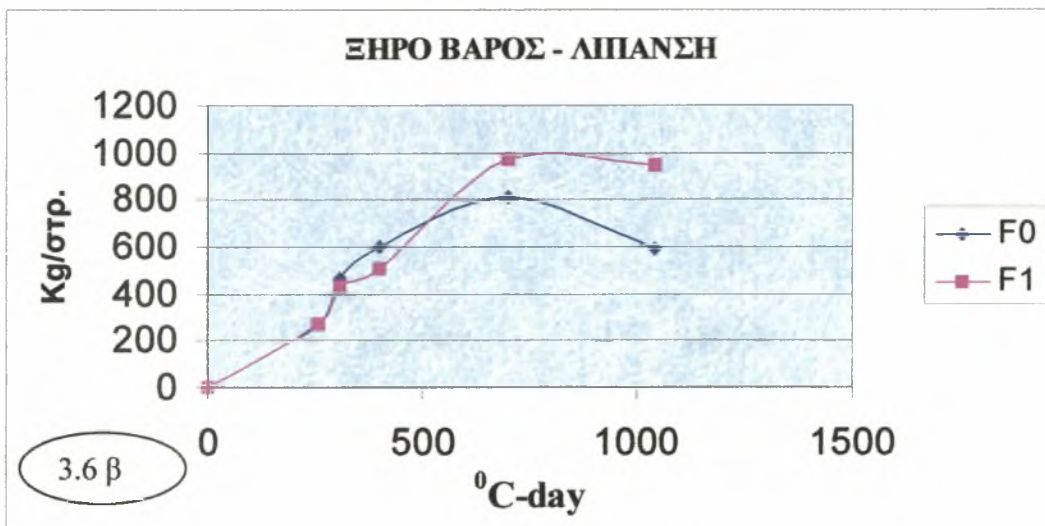
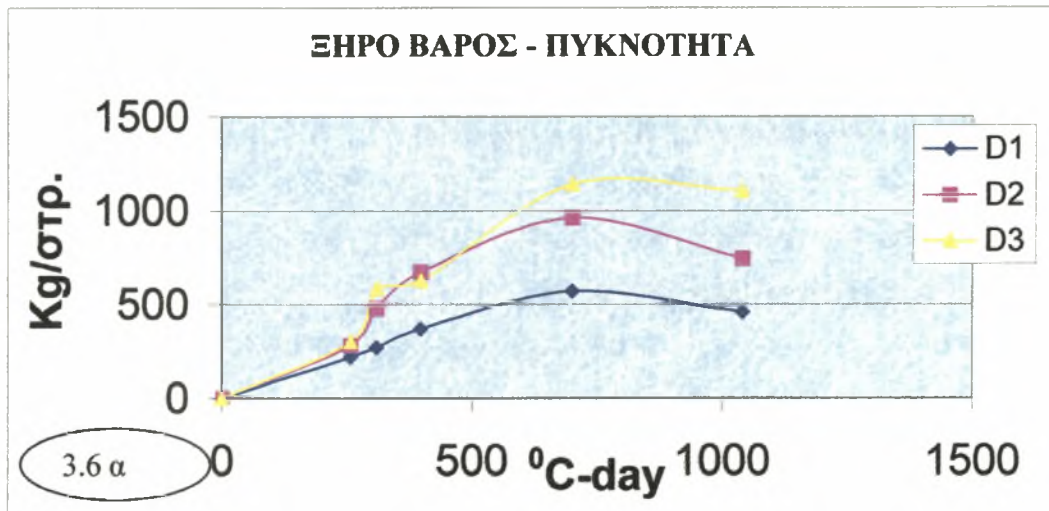
3.3 Παραγωγή βιομάζας

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζεται η μεταβολή ξηρής (εναέριας) βιομάζας για ολόκληρο το φυτό καθώς και για τα φύλλα, τους βλαστούς και τις ανθοκεφαλές (Σχ. 3.6). Τα αναλυτικά αποτελέσματα των διαφόρων δειγματοληψιών δίδονται στο Παράρτημα Β και της στατιστικής ανάλυσης στο Παράρτημα Γ.

Όπως φαίνεται στο πίνακα 3.3 και στο Σχ. 3.6 η αύξηση και η παραγωγικότητα της αγριαγκινάρας επηρεάστηκε από τη λίπανση για τα δυο επίπεδα N-λίπανσης.

Όσον αφορά στην πυκνότητα πληθυσμού αυτή φάνηκε να επηρεάζει τη παραγωγή ξηρής ουσίας με το αραιό πληθυσμό (D_1) να μένει αρκετά πίσω σε παραγωγικότητα καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε σχέση με τους άλλους δυο πληθυσμούς (D_3 και D_2). Πράγματι η πυκνότερη πληθυσμοί D_3 και D_2 έφτασαν σε τελική παραγωγή 1106 kg/στρ και 746 kg/στρ αντίστοιχα με υπεροχή της D_3 έναντι της D_2 .

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ρυθμοί αύξησης στους πυκνότερους πληθυσμούς D_3 και D_2 κυμάνθηκαν περί τα 10,6 kg στρ⁻¹ημερ⁻¹ για τα πρώτα στάδια αύξησης έως και τις 22/4 σε αντίθεση με τη D_1 που παρουσίασε ακόμα χαμηλότερο ρυθμό αύξησης περί τα 6,1 kg στρ⁻¹ημερ⁻¹. Στη συνέχεια οι πυκνοί πληθυσμοί αυξήθηκαν με λίγο υψηλότερο ρυθμό περί τα 13,1 kg στρ⁻¹ημερ⁻¹ μέχρι και τις 22/5 όπου είχαμε και τη μέγιστη παραγωγή βιομάζας από τη D_3 με 1150 kg στρ⁻¹, σε αντίθεση με τη D_1 που αυξήθηκε με ρυθμό περί τα 6,5 kg στρ⁻¹ημερ⁻¹. Όπως αναφέρθηκε οι χαμηλοί αυτοί ρυθμοί αύξησης προφανώς οφείλονται στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν καθόλη την περίοδο ανάπτυξης (Σχ. 3.1). Στη συνέχεια μέχρι τα μέσα Ιουνίου παρατηρήθηκαν καν αρνητικοί ρυθμοί ανάπτυξης που οφείλονται στη αυξημένη αναπνοή και γήρανση της καλλιέργειας για να φτάσει η καλλιέργεια σε τελική παραγωγή βιομάζας περί τα 1106 kg/στρ, 746 kg/στρ και 459 kg/στρ για τις πυκνότητες D_3 , D_2 και D_1 αντίστοιχα.



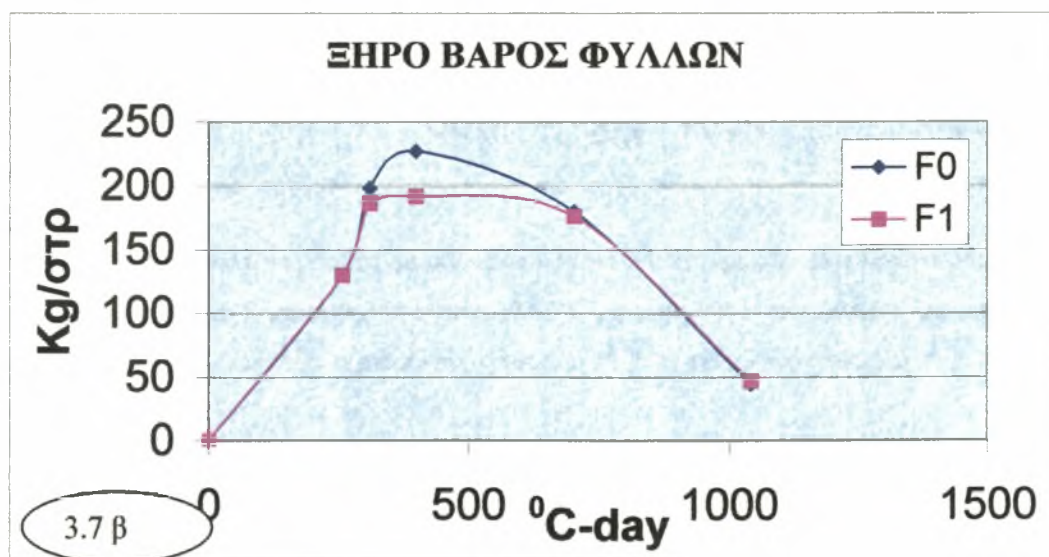
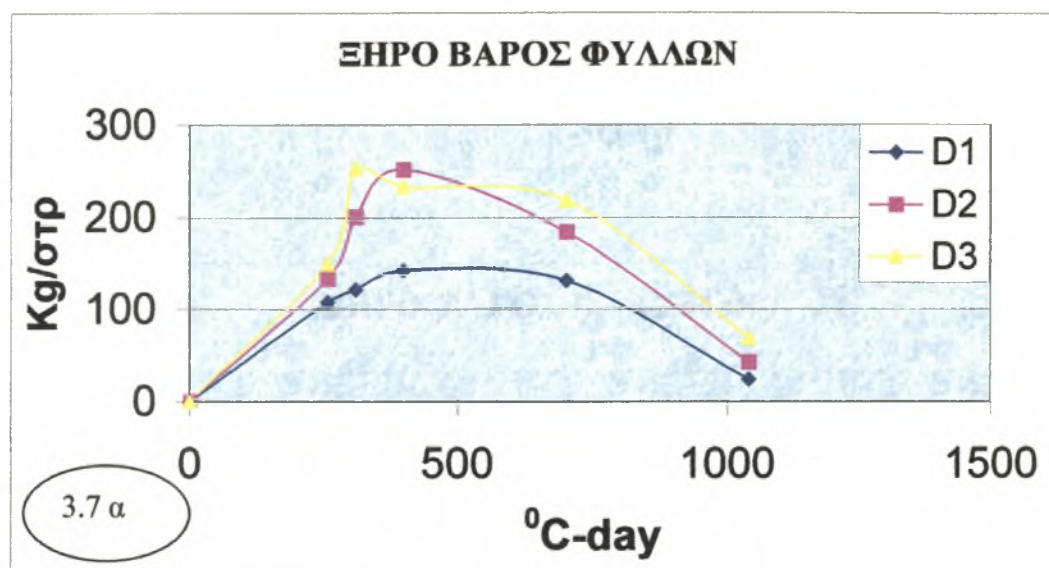
Σχήμα 3.6 Μεταβολή της ολικής (εναέριας) ξηρής βιομάζας ως προς το άθροισμα θερμομονάδων ($^{\circ}\text{C-d}$) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.6 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.6 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).

Πίνακας 3.4 Μεταβολή της ξηρής βιομάζας για ολόκληρο το φυτό, τα φύλλα, τους βλαστούς και τις ανθοκεφαλές, για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης.

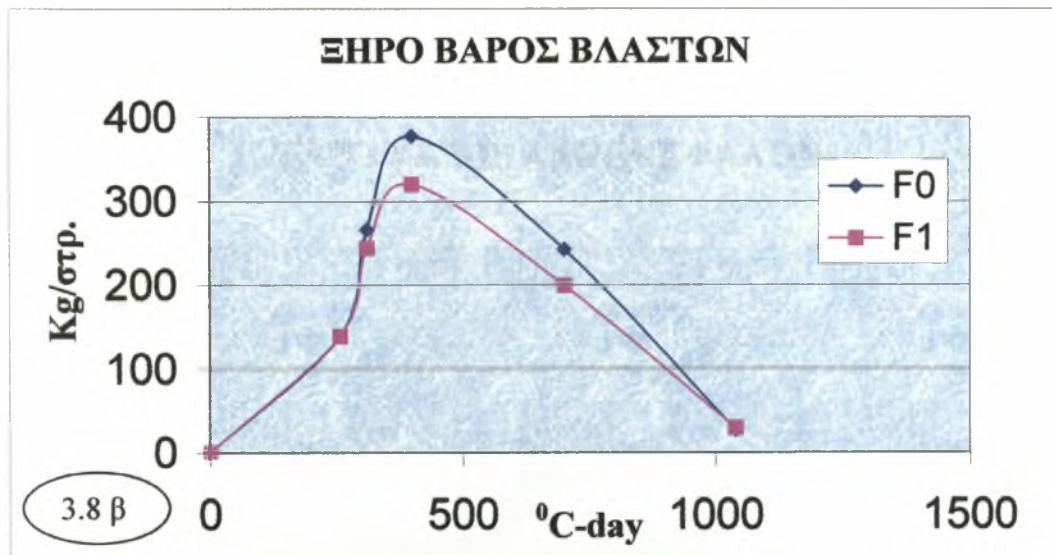
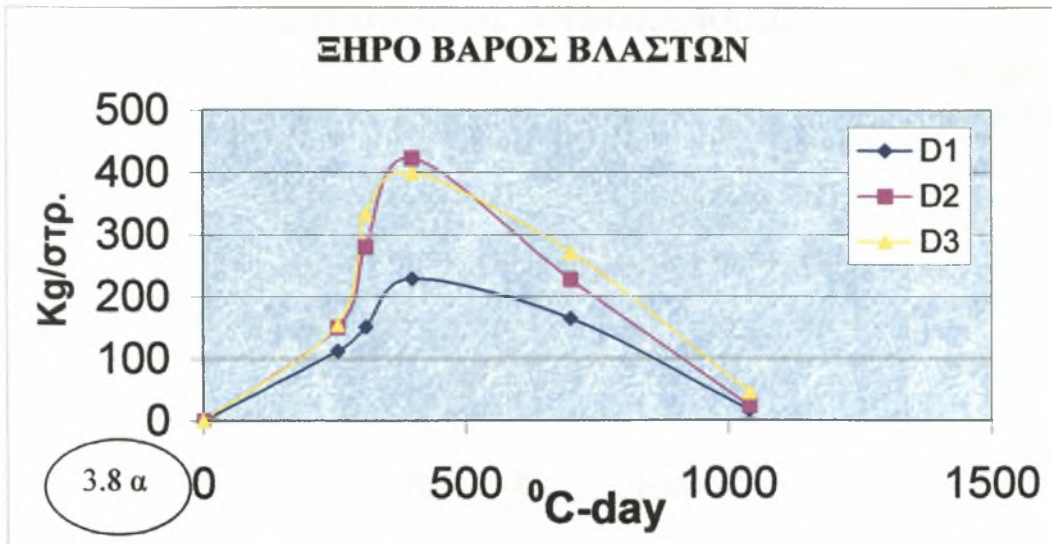
DAY	GDD	D1	D2	D3	LSD	F0	F1	LSD	C.V%
21/3/2002	258	220	284	303	ns				47,69
8/4/2002	310	273	481	586	226,9	463	430	ns	23,28
22/4/2002	399	371	674	628	219,2	604	511	ns	26,08
22/5/2002	701	572	963	1142	ns	813	972	ns	35,42
14/6/2002	1040	459	746	1106	*370,8	593	948	*316	29,91

Day = ημερομηνία κοπής, D₁, D₂, D₃ = πυκνότητες, F₀, F₁ = λίπανση

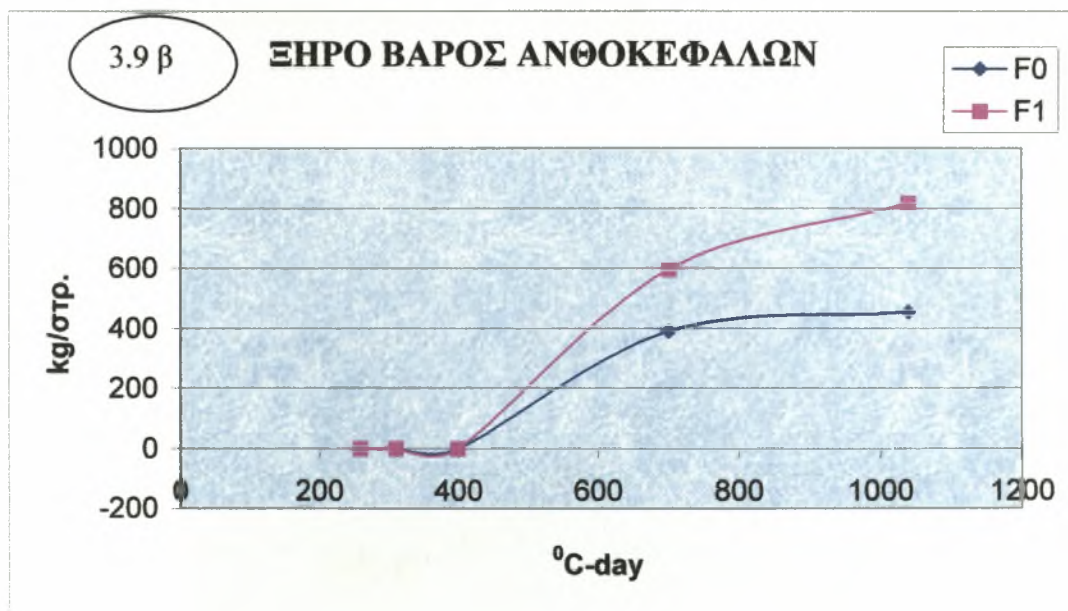
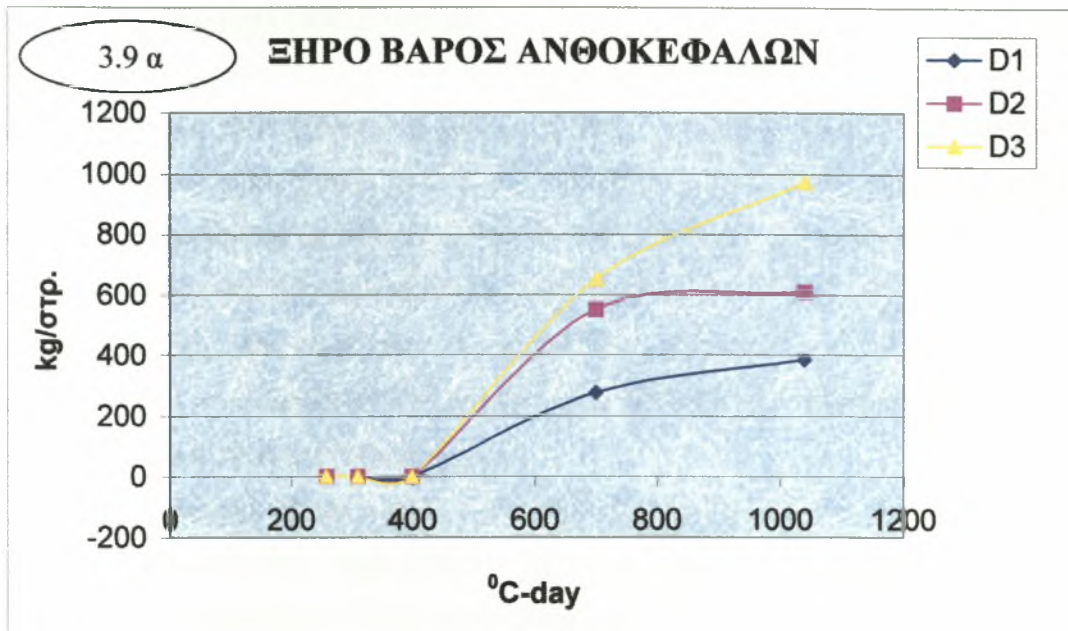
Στη συνέχεια παρατίθενται λεπτομερειακά (Σχ.3.7, 3.8, 3.9) η μεταβολή (kg/στρ) που παρουσίασε η αγριαγκινάρα στα διάφορα φυτικά όργανα (φύλλα, βλαστός και ανθοκεφαλές). Τα φύλλα και ο βλαστός ξεκίνησαν από χαμηλά επίπεδα ξηρής ουσίας και να φτάσουν στο μέγιστο κοντά στις 400 °C-day και να ακολουθήσει στη συνέχεια βαθμιαία πτώση λόγω γήρανσης της καλλιέργειας και αυξημένης αναπνοής. Σε αντίθεση, οι ανθοκεφαλές εμφανίστηκαν περί τις 400 °C-days και ακολούθησαν εκθετική πορεία αύξησης.



Σχήμα 3.7 Μεταβολή της ξηρής βιομάζας των φύλλων ως προς το άθροισμα θερμομονάδων (°C-d) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.7 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.7 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).



Σχήμα 3.8 Μεταβολή της ξηρής βιομάζας των βλαστών ως προς το άθροισμα θερμομονάδων ($^{\circ}\text{C-d}$) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.8 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.8 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).



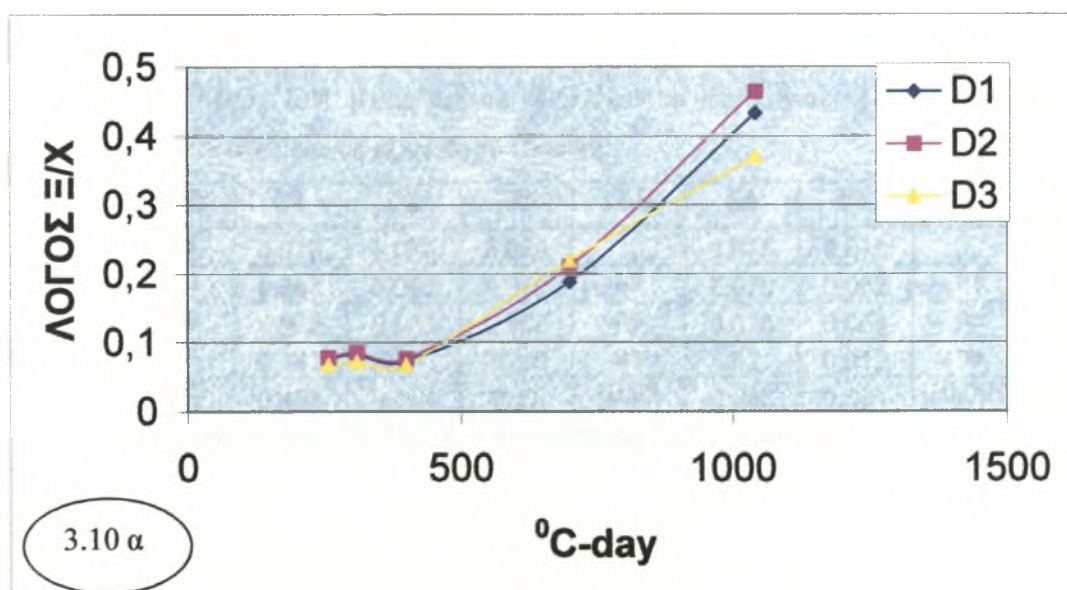
Σχήμα 3.9 Μεταβολή της ξηρής βιομάζας των ανθοκεφαλών ως προς το άθροισμα θερμομονάδων (°C-d) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.9 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.9 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).

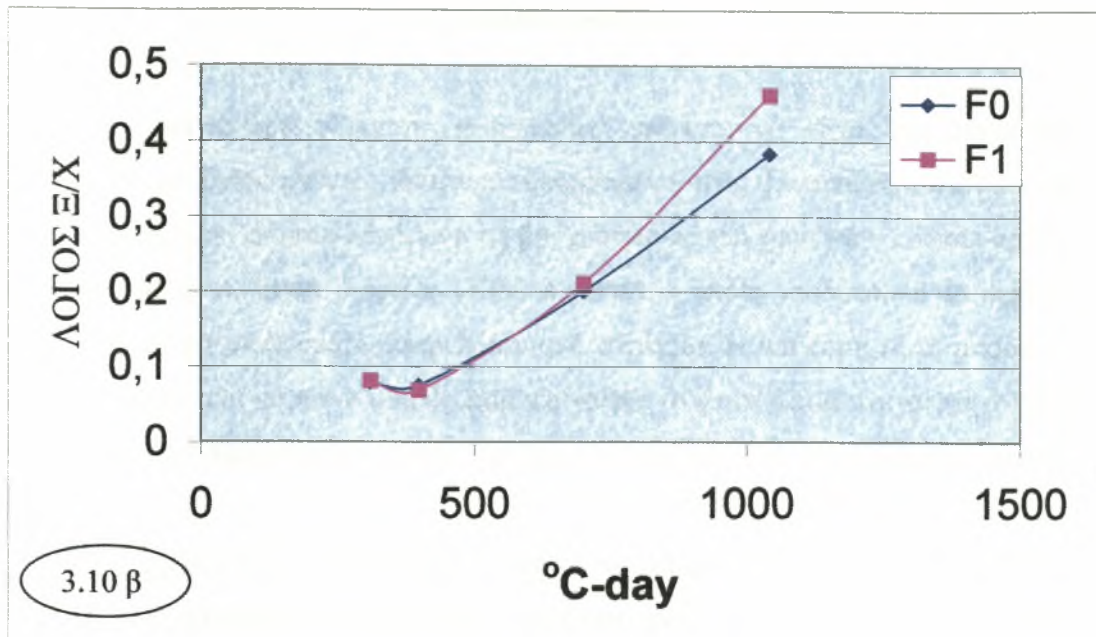
3.3.2 Λόγος ξηρής/χλωρής βιομάζας

Ο λόγος του βάρους της ξηρής ως προς τη χλωρή βιομάζα φανερώνει το ποσοστό υγρασίας του φυτού, και αποτελεί δεδομένο με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ξήρανση και μεταφορά της βιομάζας για την περαιτέρω επεξεργασία της.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζεται η μεταβολή του λόγου της ξηρής ως προς τη χλωρή βιομάζα για ολόκληρο το φυτό (Σχ. 3.16 και 3.17). Τα αναλυτικά αποτελέσματα των διαφόρων δειγματοληψιών δίδονται στο Παράρτημα Β και της στατιστικής ανάλυσης στο Παράρτημα Γ.

Είναι φανερό ότι η μεταβολή του λόγου της ξηρής ως προς τη χλωρή βιομάζα για ολόκληρο το φυτό επηρεάστηκε μόνο στη τελευταία δειγματοληψία για τις διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού αλλά και από τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκαν. Ο λόγος Ξ/X βιομάζας κυμάνθηκε γύρω από την τιμή 0,076 μέχρι και το Απρίλιο όπου μετά άρχισε να αυξάνεται σταδιακά μέχρι τη τιμή 0,43 κατά τη τελευταία δειγματοληψία (14/6/2002).





Σχήμα 3.10 Μεταβολή του λόγου Ξ/Χ βιομάζας (ολόκληρου του φυτού) ως προς το άθροισμα θερμομονάδων (°C-d) πάνω από τη βασική θερμοκρασία ($T=7^{\circ}\text{C}$), για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού (3.10 α) και για τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (3.10 β) της αγριαγκινάρας στο Βελεστίνο (2001-2002).

Πίνακας 3.5 Λόγος Ξ/Χ βιομάζας για ολόκληρο το φυτό, για τις τρεις πυκνότητες πληθυσμού και τα δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης

DAY	GDD	D1	D2	D3	LSD	Fo	F1	LSD	C.V%
21/3/2002	258	0,077	0,078	0,069		0,075	0,075	-	9,04
8/4/2002	310	0,083	0,086	0,073	ns	0,079	0,082	ns	19,41
22/4/2002	399	0,073	0,076	0,068	ns	0,075	0,069	ns	10,88
22/5/2002	701	0,183	0,21	0,219	ns	0,2	0,212	ns	13
14/6/2002	1040	0,433	0,464	0,37	*0,05	0,383	0,461	*0,063	16,17

Day = ημερομηνία κοπής, D_1, D_2, D_3 = πυκνότητες, F_0, F_1 = λίπανση

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) φαίνεται να είναι ένα σημαντικό πολυετές φυτό βιοενέργειας, ιδιαίτερα υποσχόμενο στις Ελληνικές συνθήκες. Η καλλιέργεια μπορεί εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις του χειμώνα να δώσει αρκετά υψηλή απόδοση σε ξηρή βιομάζα (1200 kg/στρ.) η οποία ισοδυναμεί με περίπου $1200 \cdot 0.4 = 480$ kg ισοδύναμου πετρελαίου ανά στρέμμα. Η απόδοση αυτή μπορεί να επιτευχθεί πρακτικά με πολύ μικρές εισροές καθώς το φυτό δεν φαίνεται να αντιδρά στην αζωτούχο λίπανση και κατά συνέπεια η καλλιέργεια έχει χαμηλό κόστος παραγωγής.

Η αύξηση της καλλιέργειας φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την πυκνότητα πληθυσμού με καλύτερη απόδοση στην πυκνή καλλιέργεια (2000 φυτά/στρ.), η οποία κλείνει γρηγορότερα τη φυλλοστοιβάδα ($LAI > 5$) και τη διατηρεί κλειστή για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε αντίθεση με τις αραιότερες καλλιέργειες.

Η αγριαγκινάρα είναι φυτό που μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε λεπτά, άγονα και πετρώδη εδάφη χάρη στο βαθύ ριζικό σύστημα της, το οποίο σε συνδυασμό με την ταχεία αναβλάστηση του φυτού το Φθινόπωρο και την πλήρη κάλυψη του εδάφους, προσφέρει προστασία ενάντια στη διάβρωση περιθωριακών και με κλίση εδαφών, επιπλέον η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό όπως έδειξε και το πείραμα που μπορεί να δώσει καλή παραγωγή βιομάζας ακόμα και κάτω από ακραίες καιρικές συνθήκες όπως αυτές.

Λόγω όμως των ελάχιστων, σε σχέση με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες, διαθέσιμων στοιχείων διεθνώς, αλλά και της γενικής έλλειψης δεδομένων στην Ελλάδα, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί περισσότερη αγρονομική ερευνά στον τομέα αυτό.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bailey, L.H., Bailey, E.Z., 1976. Hortus Third - A Concise Dictionary Of Plants Cultivated In The United States And Canada. Macmillan Publishers, New York.
2. Basnizki, Y., Zohary, D., 1994. Breeding of seed planted artichoke. Pl. Breed. Rev. 12: 253-269.
3. Benjelloun - Mlayah, B., Lopez, S., Delmas, M., 1997. Oil and paper pulp from *Cynara cardunculus*: preliminary results. Ind. Crops Prod. 6: 233-236.
4. Bridgwater, A.V., 1993. Advances in Thermochemical Biomass Conversion. Blackie Academic and Professional (Chapman & Hall), Glasgow, UK.
5. Brower, R., Kleinendorst, A., Locher, T.J., 1973. Growth responses of maize plants to temperature. Proc. Upsala Symposium UNESCO: Plant Response to Climatic Factors. 169-174 p.
6. Cajarville, C., Gonzalez, J., Repetto, J.L., Alvir, M.R., Rodriguez, C.A., 2000. Nutritional evaluation of cardoon (*Cynara cardunculus*) seed for ruminants. Anim. Feed Sci. & Technol. 87: 203-213.
7. Curt, M., Sanchez, G., Fernandez J., 2002, The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system. Biomass and Bioenergy.
8. Dalianis, C., Panoutsou, C., Dercas, N., 1996. Spanish thistle artichoke *C. cardunculus* L., under Greek conditions. In: Chartier, P., Ferrero, G.L., Henius, U.M. *et al.* (Eds.), Biomass for energy and environment (Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference, 24-27 June, Copenhagen, Denmark). Elsevier Science, Oxford. 663-668 p.
9. Danalatos, N.G., 1993. Quantified analysis for selected land use systems in the Larissa region, Greece. Ph.D Thesis, Agricultural University of Wageningen, The Netherlands. 370 p.
10. Danalatos, N.G., Kosmas, C.S., Driessen, P.M., Yassoglou, N., 1994. The change in the SLA of maize grown under mediterranean conditions. Agronomy 14: 433-443.

11. Driessen, P.M., Konijn, N.T., 1992. Land Use Systems Analysis. Wageningen Agricultural University & INRES (Malang). Royal Library, The Hague. 230 p.
12. Encinar, J.M., Gonzalez, J.F., Gonzalez, J., 2000. Fixed-bed pyrolysis of *Cynara cardunculus* L., Product yields and compositions. Fuel Process. Technol. 68: 209-222.
13. Fernandez, J., 1992. Production and utilization of *C. cardunculus* L. biomass for energy, paper-pulp and food industry. In: Grassi, G., Colina, A., Zibetta, H. (Eds.), Biomass for energy, industry and environment (Proceedings of the 6th E.C. Conference, 22-26 April, Athens, Greece). Elsevier Science, London. 312-316 p.
14. Fernandez, J., 1998a. Characteristics of cardoon for biomass production in Spain. Biobase. European Energy Crops InterNetwork, Utwente, The Netherlands.
15. Fernandez, J., 1998b. Cardoon (*Cynara cardunculus* L.) as an energy crop for Spanish rainfed lands. Biobase. European Energy Crops InterNetwork, Utwente, The Netherlands.
16. Fernandez, J., Curt, M.D., Hildago, M., 1996. Nutrients extraction of the harvested biomass of *Cynara cardunculus* L. In: Chartier, P., Ferrero, G.L., Henius, U.M. *et al.* (Eds.), Biomass for energy and environment (Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference, 24-27 June, Copenhagen, Denmark). Elsevier Science, Oxford. 669-675 p.
17. Fernandez, J., Manzanares, P., 1990. *Cynara cardunculus* L., a new crop for oil, paper-pulp and energy. In: Grassi, G., Gosse, G., Santos, G. (Eds.), Biomass for energy and industry (Proceedings of the 5th E.C. Conference, 9-13 October, Lisbon, Portugal). Elsevier Science, London. 1184-1189 p.
18. Foti, S., Mauromicale, G., Raccuia, S.A., Fallico, B., Fanella, F., Maccarone, E., 1999. Possible alternative utilization of *Cynara* spp. I. Biomass, grain yield and chemical composition of grain. Ind. Crops Prod. 10: 219-228.
19. Gominho, J., Fernandez, J., Pereira, H., 2001. *Cynara cardunculus* L. a new fibre crop for pulp and paper production. Ind. Crops Prod. 13: 1-10.
20. <http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10187.html>
21. <http://btgs1.ct.utwente.nl/eeci/archive/biobase/B10192.html>

22. http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt_bm2_en.htm
23. <http://www.atbiopower.co.th/project/biomass.html>
24. <http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>
25. Κ.Α.Π.Ε., 1998., Πολυετείς Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα. Πικέρμι, Αττικής.
26. Keulen, H., Wolf, J., 1986. Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. Pudoc Wageningen, The Netherlands. 479 p.
27. Λόλας, Π., 2003, Ζιζανιολογία, Ζιζάνια-Ζιζανιοκτόνα, Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον. Εκδόσεις σύγχρονη παιδεία. Θεσσαλονίκη.
28. Maccarone, E., Fallico, B., Fanella, F., Mauromicale, G., Raccuia, S.A., Foti, S., 1999. Possible alternative utilization of *Cynara* spp. II. Chemical characterization of their grain oil. *Ind. Crops Prod.* 10: 229-237.
29. Μήτσιος, Ι.Κ., Τούλιος, Μ.Γ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ., Φλωράς, Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Ζυμηλ, Αθήνα. 45 σελ.
30. Mok, W.S., Bergougnou, M.A., De Lasa, H.I., 1980. Fast pyrolysis of biomass for the production of chemicals and fuels from wood. 4th Bioenergy Research and Development Seminar, Winnipeg, March 1980.
31. Ntzanis, E., Danalatos, N.G., Ntzani, S., 1996. Accumulated heat units as a method for predicting tobacco maturity. *Tobacco Science* 40: 37-43.
32. Piscionery, I., Sharma, N., Baviello, G., Orlandini, S., 2000. Promising industrial energy crop, *Cynara cardunculus*: a potential source for biomass production and alternative energy. *Energy Conv. Manag.* 41: 1091-1105.
33. Ritchie, J.T., Nesmith, D.S., 1991. Temperature and crop development. In: Hanks, J., Ritchie, J.T. (Eds.): *Modeling plant and soil systems*. Agronomy 31, ASA, CSSA, SSSA, Madison WI. 5-29 p.
34. Rottenberg, A., Zohary, D., 1996. The wild ancestry of the cultivated artichoke. *Gen. Resour. Crop Evol.* 43 (1): 53-58.
35. Sibma, L., 1987. Growth and development of *Zea mays* under Dutch conditions. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 57p.
36. Slamina, J., Taborska, E., 2001, New and facile method of preparation of the anti-HIV-1 agent, 1,3-dicaffeoylquinic acid.

37. Sofer, S.S., Zabosk, S.R., 1981. Biomass Energy Conversion Processes for Energy and Fuels. Elsevier Applied Science.
38. Tutin, T.G., 1976. Flora Europea, vol. IV. Cambridge University Press, Cambridge. 248-249 p.
39. Wiklund, A., 1992. The genus *Cynara* L. (*Asteraceae-Cardueae*). Bot. J. Linnean Soc. 109: 75-123 p.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2001-2002

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Tmax	Tmin	M.O	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
1/9/2001	31,51	16,13	23,82	0
2/9/2001	35,13	18,01	26,57	0
3/9/2001	31,08	19,64	25,36	0
4/9/2001	30,16	15,55	22,86	0
5/9/2001	31,23	15,69	23,46	3,16
6/9/2001	28,87	17,22	23,05	0
7/9/2001	28,86	17,75	23,31	0
8/9/2001	27,71	18,91	23,31	0
9/9/2001	31,32	13,35	22,34	0
10/9/2001	32,57	18,61	25,59	0
11/9/2001	29,8	20	24,90	0
12/9/2001	25,67	12,22	18,95	0
13/9/2001	27,2	10,5	18,85	0
14/9/2001	27,56	11,38	19,47	0
15/9/2001	27,92	11,97	19,95	0
16/9/2001	30,13	14,24	22,19	0
17/9/2001	30,35	14,59	22,47	0
18/9/2001	30,61	14,88	22,75	0
19/9/2001	30,47	17,05	23,76	0
20/9/2001	33,42	16,47	24,95	0
21/9/2001	29,03	15,96	22,50	0
22/9/2001	28,41	16,85	22,63	0
23/9/2001	29,32	16,85	23,09	0
24/9/2001	33,57	16,04	24,81	0
25/9/2001	37,33	17,96	27,65	0
26/9/2001	31,55	18,51	25,03	0
27/9/2001	25,82	15,75	20,79	0
28/9/2001	23,98	11,35	17,67	0
29/9/2001	26,96	10,74	18,85	0
30/9/2001	27,34	10,92	19,13	0
1/10/2001	26,5	14	20,25	0
2/10/2001	23	14	18,5	0
3/10/2001	25	11	18	0
4/10/2001	25,5	9	17,25	0
5/10/2001	27	12	19,5	0
6/10/2001	26	12,5	19,25	0
7/10/2001	23,5	11,5	17,5	0
8/10/2001	22	13	17,5	0
9/10/2001	22	11	16,5	0
10/10/2001	23	11	17	0
11/10/2001	23	10,5	16,75	0

12/10/2001	22	15	18,5	0
13/10/2001	19	11,5	15,25	0
14/10/2001	18	10	14	0
15/10/2001	18,5	10	14,25	0
16/10/2001	20,5	8	14,25	0
17/10/2001	18	11,5	14,75	0
18/10/2001	17	8	12,5	0
19/10/2001	18	6,5	12,25	0
20/10/2001	19	7	13	0
21/10/2001	20	7,5	13,75	0
22/10/2001	26	11	18,5	0
23/10/2001	23	12	17,5	0
24/10/2001	21	10	15,5	0
25/10/2001	11	9	10	13,6
26/10/2001	7	5,5	6,25	1,7
27/10/2001	10,5	3	6,75	0
28/10/2001	13	3	8	0
29/10/2001	15	3	9	0
30/10/2001	20	5	12,5	0
31/10/2001	18	7,5	12,75	0
1/11/2001	19	7	13	0
2/11/2001	10	6,5	8,25	2,8
3/11/2001	3,5	0,5	2	31,8
4/11/2001	3	0	1,5	53,6
5/11/2001	7	3	5	3,5
6/11/2001	14	3,5	8,75	0
7/11/2001	15	5	10	0,5
8/11/2001	18	5	11,5	0
9/11/2001	17	5,5	11,25	0
10/11/2001	19	6	12,5	0
11/11/2001	16	7	11,5	0
12/11/2001	14	9	11,5	0
13/11/2001	19	8	13,5	0,5
14/11/2001	18	9	13,5	0
15/11/2001	16	7	11,5	0,3
16/11/2001	12	5	8,5	0
17/11/2001	8	2	5	0
18/11/2001	8	1	4,5	0
19/11/2001	15	3	9	1,2
20/11/2001	13	8	10,5	0,7
21/11/2001	11	4	7,5	0
22/11/2001	13	0	6,5	0
23/11/2001	11	3	7	8,5
24/11/2001	6	0	3	11,5
25/11/2001	4	-2	1	0
26/11/2001	13	-1,5	5,75	0
27/11/2001	16	2	9	0
28/11/2001	13	3	8	5
29/11/2001	13	8	10,5	0

30/11/2001	11	6	8,5	0
1/12/2001	8	2	5	56,1
2/12/2001	7	4	5,5	7,8
3/12/2001	8	7	7,5	0
4/12/2001	9	7	8	0
5/12/2001	8	4,5	6,25	0
6/12/2001	7	5	6	0
7/12/2001	5	3	4	40,7
8/12/2001	3	0	1,5	42,1
9/12/2001	1	-1	0	19,1
10/12/2001	3	-1	1	14,5
11/12/2001	3	2	2,5	0
12/12/2001	3	0	1,5	0
13/12/2001	3	0,5	1,75	0,3
14/12/2001	3	0	1,5	13,5
15/12/2001	3	1	2	11,5
16/12/2001	3	0	1,5	15
17/12/2001	0	-4	-2	1,1
18/12/2001	-2	-6	-4	3,6
19/12/2001	-1	-11,5	-6,25	0
20/12/2001	-0,5	-13,5	-7	0
21/12/2001	-2	-11	-6,5	0
22/12/2001	6	-6	0	0
23/12/2001	12	-5	3,5	33,2
24/12/2001	11	2	6,5	0
25/12/2001	7	1	4	10,7
26/12/2001	9	-1	4	0
27/12/2001	9	0,5	4,75	0
28/12/2001	7,5	1	4,25	0
29/12/2001	12	0	6	0
30/12/2001	15	4	9,5	0
31/12/2001	21	9	15	0
1/1/2002	3	-2	0,5	0
2/1/2002	3	-3	0	0
3/1/2002	4	-5	-0,5	0
4/1/2002	-2	-5	-3,5	0
5/1/2002	-1	-5	-3	0
6/1/2002	-1	-6	-3,5	0
7/1/2002	2	-5	-1,5	9
8/1/2002	7	-2	2,5	0
9/1/2002	7	4	5,5	0
10/1/2002	8	-1	3,5	0
11/1/2002	9	-2	3,5	0
12/1/2002	10	-2	4	0
13/1/2002	11	-1	5	0
14/1/2002	9	4	6,5	0
15/1/2002	7	4	5,5	0
16/1/2002	8	5	6,5	0
17/1/2002	7	4	5,5	0

18/1/2002	8	5	6,5	0
19/1/2002	9	4	6,5	0
20/1/2002	12	2	7	0
21/1/2002	13	2	7,5	0
22/1/2002	14	6	10	0
23/1/2002	17	4	10,5	10,5
24/1/2002	17	5	11	0
25/1/2002	15	6	10,5	0
26/1/2002	15	6	10,5	0
27/1/2002	14	3	8,5	0
28/1/2002	16	6	11	0
29/1/2002	20	7	13,5	0
30/1/2002	22	5	13,5	0
31/1/2002	20	6	13	0
1/2/2002	17,72	8,7	13,21	0
2/2/2002	14,78	3,18	8,98	0,19
3/2/2002	16,39	4,27	10,33	0
4/2/2002	12,89	0,41	6,65	0
5/2/2002	14,66	0,54	7,6	0,19
6/2/2002	18,33	3,19	10,76	0
7/2/2002	18,29	2,37	10,33	0
8/2/2002	14,01	4,39	9,2	0
9/2/2002	16,03	1,69	8,86	0
10/2/2002	16,62	0,88	8,75	0
11/2/2002	13,52	4,34	8,93	0
12/2/2002	16,28	1,32	8,8	0
13/2/2002	20,01	2,07	11,04	0
14/2/2002	19,82	2,94	11,38	0
15/2/2002	18,34	2,58	10,46	0
16/2/2002	11,03	9,07	10,05	0
17/2/2002	12,92	4,7	8,81	0
18/2/2002	14,9	2,22	8,56	0
19/2/2002	19,21	5,61	12,41	0
20/2/2002	15,37	7,63	11,5	3,94
21/2/2002	13,71	5,71	9,71	0,19
22/2/2002	17,58	2,6	10,09	0,38
23/2/2002	15,73	5,17	10,45	0
24/2/2002	20,64	3,2	11,92	0,19
25/2/2002	13,95	4,63	9,29	0
26/2/2002	17,11	1,39	9,25	0
27/2/2002	18,72	5,46	12,09	0
28/2/2002	20,37	6,37	13,37	0
1/3/2002	22,51	6,67	14,59	0
2/3/2002	25,46	8,74	17,1	0
3/3/2002	25,51	6,47	15,99	0
4/3/2002	18,09	9,71	13,9	0
5/3/2002	18,81	10,21	14,51	0
6/3/2002	21,06	4,5	12,78	0
7/3/2002	22,96	7,52	15,24	0

8/3/2002	26,05	9,55	17,8	0
9/3/2002	19,18	9,02	14,1	1,78
10/3/2002	12,31	7,15	9,73	1,17
11/3/2002	11,37	8,95	10,16	23,2
12/3/2002	11,13	8,15	9,64	2,17
13/3/2002	13,79	8,53	11,16	0
14/3/2002	16,95	7,55	12,25	0
15/3/2002	18,5	5,76	12,13	0
16/3/2002	19,44	5,7	12,57	0,19
17/3/2002	11,52	9,88	10,7	0
18/3/2002	12,5	5,34	8,92	0
19/3/2002	15,97	4,85	10,41	0
20/3/2002	21,79	8,99	15,39	0
21/3/2002	25,37	7,75	16,56	0
22/3/2002	20,78	11,1	15,94	0,77
23/3/2002	12,84	8,4	10,62	16,67
24/3/2002	6,71	4,55	5,63	6,68
25/3/2002	10,82	5,16	7,99	0
26/3/2002	13,21	4,93	9,07	0
27/3/2002	9,85	5,63	7,74	1,34
28/3/2002	10,18	3,64	6,91	0,57
29/3/2002	14,65	1,53	8,09	0
30/3/2002	11,8	3	7,4	7,32
31/3/2002	10,5	3	6,75	8,49
1/4/2002	15,65	3,38	9,52	0,19
2/4/2002	19,4	2,94	11,17	0
3/4/2002	17,64	3,87	10,76	2,16
4/4/2002	11,01	8,57	9,79	4,83
5/4/2002	15,77	9,72	12,75	4,92
6/4/2002	16,56	8,96	12,76	2,76
7/4/2002	21	6,98	13,99	0,19
8/4/2002	14,65	5,8	10,23	0
9/4/2002	12,92	5,19	9,06	0
10/4/2002	15,94	9,6	12,77	0
11/4/2002	16,26	5,53	10,90	0
12/4/2002	12,25	8,64	10,45	3,94
13/4/2002	14,71	10,62	12,67	2,96
14/4/2002	21,29	12,91	17,10	0
15/4/2002	17,8	13,02	15,41	1,15
16/4/2002	19,48	12,81	16,15	13,67
17/4/2002	15,74	12,22	13,98	8,52
18/4/2002	14,79	10,8	12,80	1,95
19/4/2002	19,75	7,78	13,77	0,19
20/4/2002	21,01	8,94	14,98	0,19
21/4/2002	18,67	7,74	13,21	0
22/4/2002	18,76	5,97	12,37	0
23/4/2002	20,36	5,67	13,02	0
24/4/2002	19,85	8,94	14,40	0,96
25/4/2002	18,93	7,63	13,28	0

26/4/2002	19,87	7,73	13,80	0
27/4/2002	23,62	6,37	15,00	0
28/4/2002	22,35	11,71	17,03	2,75
29/4/2002	23,01	7,77	15,39	0
30/4/2002	25,74	9,56	17,65	0
1/5/2002	24,47	11,27	17,87	0
2/5/2002	24,83	9,07	16,95	0
3/5/2002	25,55	9,02	17,29	0
4/5/2002	25,64	9,07	17,36	0
5/5/2002	23,93	9,11	16,52	0,19
6/5/2002	23,15	9,34	16,25	0
7/5/2002	22,45	9,87	16,16	0
8/5/2002	18,54	10,72	14,63	2,31
9/5/2002	23,31	11,01	17,16	0,19
10/5/2002	22,88	11,15	17,02	0
11/5/2002	22,96	10,17	16,57	0
12/5/2002	24,95	11,45	18,20	1,77
13/5/2002	19,82	11,23	15,53	1,97
14/5/2002	25,27	10,1	17,69	6,94
15/5/2002	26,77	10,4	18,59	0
16/5/2002	26,39	9,99	18,19	0
17/5/2002	26,59	11,67	19,13	0
18/5/2002	30,22	11,1	20,66	0
19/5/2002	31,56	14,22	22,89	0
20/5/2002	28,46	14,9	21,68	2,38
21/5/2002	22,98	14,35	18,67	1,15
22/5/2002	22,08	13,5	17,79	1,57
23/5/2002	26,45	11,29	18,87	0
24/5/2002	27,1	13,79	20,45	0
25/5/2002	22,12	15,92	19,02	0,78
26/5/2002	20,49	12,55	16,52	2,74
27/5/2002	26,46	11,89	19,18	0
28/5/2002	29,44	13,12	21,28	0
29/5/2002	28,28	13,56	20,92	0
30/5/2002	26,16	15	20,58	0
31/5/2002	25,67	13,5	19,59	0
1/6/2002	28,65	16,28	22,47	0
2/6/2002	29,11	13,73	21,42	0,39
3/6/2002	26,37	13,1	19,74	0,19
4/6/2002	28,34	14,21	21,28	0
5/6/2002	30,72	12,98	21,85	0
6/6/2002	32,57	15,96	24,27	0
7/6/2002	29,56	19,38	24,47	0
8/6/2002	34,81	19,88	27,35	0
9/6/2002	34,34	17,31	25,83	0
10/6/2002	27,05	20,07	23,56	1,38
11/6/2002	29,7	13,58	21,64	0
12/6/2002	29,74	15,87	22,81	0
13/6/2002	29,49	16,97	23,23	0

14/6/2002	30,01	17,07	23,54	0
15/6/2002	32,78	17,08	24,93	0
16/6/2002	33,48	19,73	26,61	3,76
17/6/2002	35,47	18,56	27,02	0
18/6/2002	32,4	22,69	27,55	0
19/6/2002	29,46	18,81	24,14	0
20/6/2002	30,46	18,55	24,51	0
21/6/2002	31	15,54	23,27	0
22/6/2002	31,95	17,29	24,62	0
23/6/2002	34,1	18,14	26,12	0
24/6/2002	34,84	18,54	26,69	0
25/6/2002	31,16	18,41	24,79	0,39
26/6/2002	29,8	16,55	23,18	0
27/6/2002	28,06	19,5	23,78	0
28/6/2002	30,03	14,82	22,43	0
29/6/2002	34,41	16,92	25,67	0
30/6/2002	32,35	19,23	25,79	0

	Ηλιοφάνεια
	W/m2
1/2/2002	174
2/2/2002	55
3/2/2002	117
4/2/2002	116
5/2/2002	118
6/2/2002	125
7/2/2002	129
8/2/2002	106
9/2/2002	129
10/2/2002	135
11/2/2002	62
12/2/2002	145
13/2/2002	145
14/2/2002	148
15/2/2002	115
16/2/2002	44
17/2/2002	54
18/2/2002	127
19/2/2002	93
20/2/2002	43
21/2/2002	110
22/2/2002	150

23/2/2002	121
24/2/2002	160
25/2/2002	174
26/2/2002	172
27/2/2002	161
28/2/2002	178
1/3/2002	129
2/3/2002	172
3/3/2002	169
4/3/2002	71
5/3/2002	164
6/3/2002	108
7/3/2002	211
8/3/2002	78
9/3/2002	186
10/3/2002	192
11/3/2002	54
12/3/2002	62
13/3/2002	217
14/3/2002	108
15/3/2002	108
16/3/2002	95
17/3/2002	91
18/3/2002	210
19/3/2002	266
20/3/2002	231
21/3/2002	225
22/3/2002	252
23/3/2002	286
24/3/2002	257
25/3/2002	230
26/3/2002	279
27/3/2002	177
28/3/2002	285
29/3/2002	293
30/3/2002	297
31/3/2002	305
1/4/2002	298
2/4/2002	304
3/4/2002	285
4/4/2002	301
5/4/2002	225
6/4/2002	104

7/4/2002	261
8/4/2002	108
9/4/2002	211
10/4/2002	78
11/4/2002	186
12/4/2002	192
13/4/2002	54
14/4/2002	62
15/4/2002	217
16/4/2002	108
17/4/2002	108
18/4/2002	95
19/4/2002	91
20/4/2002	210
21/4/2002	266
22/4/2002	231
23/4/2002	225
24/4/2002	252
25/4/2002	286
26/4/2002	257
27/4/2002	230
28/4/2002	279
29/4/2002	177
30/4/2002	285
1/5/2002	293
2/5/2002	297
3/5/2002	305
4/5/2002	298
5/5/2002	304
6/5/2002	285
7/5/2002	301
8/5/2002	225
9/5/2002	104
10/5/2002	527
11/5/2002	181
12/5/2002	281
13/5/2002	116
14/5/2002	301
15/5/2002	305
16/5/2002	293
17/5/2002	280
18/5/2002	316
19/5/2002	322

20/5/2002	293
21/5/2002	212
22/5/2002	256
23/5/2002	318
24/5/2002	292
25/5/2002	105
26/5/2002	117
27/5/2002	270
28/5/2002	280
29/5/2002	282
30/5/2002	204
31/5/2002	234
1/6/2002	315
2/6/2002	332
3/6/2002	305
4/6/2002	298
5/6/2002	284
6/6/2002	291
7/6/2002	157
8/6/2002	274
9/6/2002	261
10/6/2002	91
11/6/2002	317
12/6/2002	267
13/6/2002	339
14/6/2002	313
15/6/2002	342
16/6/2002	332
17/6/2002	305
18/6/2002	262
19/6/2002	351
20/6/2002	349
21/6/2002	345
22/6/2002	349
23/6/2002	343
24/6/2002	183
25/6/2002	204
26/6/2002	238
27/6/2002	342
28/6/2002	316
29/6/2002	451
30/6/2002	304

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β . Μετρημένες και υπολογισμένες τιμές αγριαγκινάρας το 2001 και το 2002.

B.1 Δειγματοληψία 1^η 21-3-2002

	υψος	SLA	LAI	ολ.ξηρό
	cm	(m ² / kg)	(m ² / kg)	kg/str
BI D1Fo	70	22,91	2,57	239
D2Fo	66	21,15	2,78	332
D3Fo	71	21,70	2,39	195
BII D1Fo	75	16,91	2,06	237
D2Fo	64	17,21	1,45	158
D3Fo	76	21,65	3,70	317
BIII D1Fo	74	21,03	1,89	207
D2Fo	70	13,79	2,71	417
D3Fo	64	22,03	2,24	191
BIV D1Fo	63	22,55	2,42	196
D2Fo	68	22,82	2,80	227
D3Fo	73	24,83	5,30	509

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ
	ΞΗΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΞΗΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ
	KG/STR	KG/STR
BI D1Fo	112,2	126,4
D2Fo	131,4	201,1
D3Fo	110,4	84,7
BII D1Fo	121,9	115,5
D2Fo	84,2	73,7
D3Fo	171,0	146,3
BIII D1Fo	89,8	117,1
D2Fo	196,8	220,1
D3Fo	101,8	89,6
BIV D1Fo	107,2	88,7
D2Fo	122,6	104,8
D3Fo	213,5	295,0

B.1 Δειγματοληψία 2^η 8-4-2002

	υψος	SLA	LAI	ολ.ξηρό
	cm	(m ² /kg)	(m ² /kg)	kg/str
BI D1Fo	97	23,2	2,1	239,0
D2Fo	102	24,6	4,7	513,2
D3Fo	108	24,7	6,1	659,4
D1F1	96	20,1	5,4	579,2
D2F1	92	22,2	4,0	426,9
D3F1	92	17,0	4,0	558,6
BII D1Fo	98	20,9	2,2	231,9
D2Fo	88	36,7	3,6	376,1
D3Fo	107	18,9	5,7	606,4
D1F1	100	20,8	1,9	250,3
D2F1	94	21,5	4,0	339,7
D3F1	103	20,4	4,6	511,3
BIII D1Fo	103	20,0	4,0	400,5
D2Fo	110	25,0	7,5	759,9
D3Fo	125	27,8	7,8	489,4
D1F1	103	17,7	1,7	224,3
D2F1	115	16,4	5,1	645,4
D3F1	108	19,8	3,3	484,9
BIV D1Fo	75	20,9	1,9	199,2
D2Fo	114	17,3	2,9	352,9
D3Fo	120	24,7	7,7	731,6
D1F1	60	17,6	0,6	58,2
D2F1	116	24,9	4,2	432,1
D3F1	104	20,7	5,5	647,0

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ
	ΞΗΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΞΗΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ
	KG/STR	KG/STR
BI D1Fo	88,5	150,5
D2Fo	189,7	323,5
D3Fo	245,2	414,2
D1F1	267,3	311,9
D2F1	182,2	244,6
D3F1	234,7	324,0
BII D1Fo	107,6	124,2
D2Fo	99,4	276,7
D3Fo	299,0	307,4
D1F1	91,2	159,1
D2F1	187,6	152,1
D3F1	225,9	285,5
BIII D1Fo	200,2	200,2
D2Fo	298,2	461,7
D3Fo	282,3	207,2
D1F1	95,1	129,2
D2F1	312,9	332,4
D3F1	167,5	317,3
BIV D1Fo	90,5	108,7
D2Fo	167,2	185,7
D3Fo	311,1	420,5
D1F1	33,8	24,4
D2F1	169,5	262,6
D3F1	265,5	381,5

B.1 Δειγματοληψία 3^η 22-4-2002

	υψος	SLA	LAI	ολ.ξηρό
	cm	(m ² /kg)	(m ² /kg)	kg/str
BI D1Fo	155	21,3	4,1	489,7
D2Fo	149	23,8	11,0	1144,5
D3Fo	157	23,4	7,6	842,4
D1F1	152	22,0	4,0	441,4
D2F1	147	25,7	5,3	705,0
D3F1	158	24,9	8,2	879,8
BII D1Fo	141	21,7	2,4	226,3
D2Fo	140	23,4	4,4	439,9
D3Fo	162	23,2	5,1	634,4
D1F1	153	23,0	2,2	290,6
D2F1	152	21,1	2,6	301,9
D3F1	142	22,2	5,1	554,3
BIII D1Fo	171	20,3	5,6	792,2
D2Fo	158	21,4	7,4	980,6
D3Fo	160	28,5	5,9	629,7
D1F1	168	27,9	3,2	319,0
D2F1	180	28,4	10,4	902,3
D3F1	156	21,3	4,8	595,4
BIV D1Fo	127	22,3	1,4	150,2
D2Fo	150	19,6	3,0	407,3
D3Fo	175	21,9	4,0	509,2
D1F1	122	17,6	1,8	258,2
D2F1	152	21,5	3,5	511,8
D3F1	149	38,1	5,9	375,3

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ
	ΞΗΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΞΗΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ
	KG/STR	KG/STR
BI D1Fo	192,2	297,5
D2Fo	461,8	682,6
D3Fo	323,8	518,6
D1F1	180,8	260,5
D2F1	207,5	497,5
D3F1	328,9	550,9
BII D1Fo	109,7	116,6
D2Fo	186,9	253,0
D3Fo	220,7	413,7
D1F1	97,7	192,9
D2F1	123,8	178,0
D3F1	227,2	327,1
BIII D1Fo	274,9	517,3
D2Fo	347,1	633,6
D3Fo	205,6	424,1
D1F1	116,0	203,0
D2F1	367,2	535,1
D3F1	226,7	368,6
BIV D1Fo	62,1	88,1
D2Fo	154,2	253,1
D3Fo	183,5	325,7
D1F1	103,6	154,5
D2F1	164,6	347,3
D3F1	153,8	221,5

B.1 Δειγματοληψία 4^η 22-5-2002

	υψος	SLA	LAI	ολ. ξηρό
	cm	(m ² / kg)	(m ² / kg)	kg/str
BI D1Fo	173	16,9	2,5	598,4
D2Fo	190	14,7	1,7	1047,1
D3Fo	197	14,5	2,2	959,1
D1F1	175	15,5	2,9	774,2
D2F1	178	14,8	2,4	824,4
D3F1	171	15,6	3,0	1495,5
BII D1Fo	183	13,7	3,0	909,5
D2Fo	152	16,5	1,1	213,1
D3Fo	184	14,4	2,6	715,9
D1F1	186	15,4	2,1	871,9
D2F1	173	15,1	2,5	1015,1
D3F1	196	21,7	4,1	1322,5
BIII D1Fo	198	15,6	2,0	371,4
D2Fo	194	18,2	5,3	1437,7
D3Fo	172	13,8	3,7	1370,4
D1F1	184	16,7	1,6	639,9
D2F1	190	15,5	4,8	1143,8
D3F1	192	12,5	2,9	1201,3
BIV D1Fo	161	13,7	0,6	203,8
D2Fo	170	11,5	2,4	749,8
D3Fo	172	11,9	4,2	1180,4
D1F1	124	11,7	1,0	208,6
D2F1	171	12,4	2,1	1273,0
D3F1	173	15,2	2,8	888,7

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ
	ΞΗΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΞΗΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ	ΞΗΡΕΣ ΑΝΘΟΚΕΦ
	KG/STR	KG/STR	KG/STR
BI D1Fo	146,6	149,1	302,8
D2Fo	113,5	229,1	704,5
D3Fo	148,4	197,3	613,4
D1F1	189,0	265,7	319,5
D2F1	159,3	177,0	488,1
D3F1	194,0	244,7	1056,8
BII D1Fo	219,5	278,6	411,5
D2Fo	64,1	76,8	72,3
D3Fo	178,9	184,3	352,7
D1F1	138,1	194,4	539,3
D2F1	164,6	209,3	641,1
D3F1	190,1	254,5	877,9
BIII D1Fo	127,6	100,6	143,2
D2Fo	290,9	499,7	647,1
D3Fo	266,7	597,2	506,5
D1F1	97,9	161,5	380,5
D2F1	308,6	256,2	579,0
D3F1	229,0	200,5	771,8
BIV D1Fo	45,4	90,4	67,9
D2Fo	204,0	157,6	388,3
D3Fo	354,3	344,5	481,6
D1F1	88,5	72,6	47,4
D2F1	167,6	210,9	894,5
D3F1	186,9	145,6	556,2

B.1 Δειγματοληψία 5^η 14-6-2002

	υψος	SLA	LAI	ολ.ξηρό
	cm	(m ² /kg)	(m ² /kg)	kg/str
BI D1Fo	189	10,8	0,1	130,1
D2Fo	185	7,4	0,2	426,7
D3Fo	190	12,5	0,7	747,8
D1F1	190	12,2	0,2	391,9
D2F1	210	11,6	0,1	344,9
D3F1	198	10,2	0,5	867,3
BII D1Fo	184	8,8	0,1	351,7
D2Fo	185	13,5	0,7	486,7
D3Fo	200	8,3	0,3	632,9
D1F1	177	10,3	0,2	397,2
D2F1	195	7,0	0,4	1313,9
D3F1	203	8,3	0,9	1582,0
BIII D1Fo	192	9,4	0,6	1110,4
D2Fo	187	8,0	0,2	644,1
D3Fo	201	10,1	0,4	768,3
D1F1	186	9,3	0,2	441,4
D2F1	188	8,3	0,3	645,6
D3F1	193	7,7	0,6	1203,7
BIV D1Fo	170	7,8	0,2	248,0
D2Fo	183	9,5	0,5	596,1
D3Fo	199	11,6	1,4	970,7
D1F1	187	12,1	0,3	603,2
D2F1	194	9,5	0,8	1510,6
D3F1	188	9,2	0,7	2079,2

	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ
	ΞΗΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΞΗΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΣ	ΞΗΡΕΣ ΑΝΘΟΚΕΦ	ΞΗΡΑ ΝΕΚΡΑ
	KG/STR	KG/STR	KG/STR	KG/STR
BI D1Fo	12,4	6,4	111,3	0,0
D2Fo	27,3	16,3	383,1	0,0
D3Fo	55,4	28,2	664,2	0,0
D1F1	12,6	10,3	369,0	0,0
D2F1	8,4	5,4	202,6	128,5
D3F1	49,3	28,4	789,6	0,0
BII D1Fo	11,8	7,7	250,8	81,4
D2Fo	54,0	37,7	395,0	0,0
D3Fo	34,4	21,9	576,6	0,0
D1F1	20,6	11,0	365,5	0,0
D2F1	55,8	23,5	938,4	296,3
D3F1	102,9	50,9	1428,2	0,0
BIII D1Fo	63,3	27,9	1019,2	0,0
D2Fo	26,2	18,0	600,0	0,0
D3Fo	42,3	23,4	541,3	161,3
D1F1	18,2	11,3	411,9	0,0
D2F1	37,3	26,2	582,1	0,0
D3F1	79,7	48,1	1075,9	0,0
BIV D1Fo	30,5	16,5	139,2	61,9
D2Fo	57,1	14,5	524,6	0,0
D3Fo	118,6	111,9	740,1	0,0
D1F1	26,7	43,6	414,3	118,5
D2F1	79,8	47,5	1246,0	137,3
D3F1	72,8	43,2	1963,2	0,0

ΚΟΠΗ 1^η 21-3-2002

ΥΨΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	21.667	7.222	0.2621	
2	Factor A	2	38.000	19.000	0.6895	
-3	Error	6	165.333	27.556		
	Total	11	225.000			

Coefficient of Variation: 7.55%

ΕΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	8797.583	2932.528	0.1785	
2	Factor A	2	15166.500	7583.250	0.4617	
-3	Error	6	98554.167	16425.694		
	Total	11	122518.250			

Coefficient of Variation: 47.69%

SLA

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	48.876	16.292	3.2463	0.1023
2	Factor A	2	29.142	14.571	2.9033	0.1312
-3	Error	6	30.112	5.019		
Total		11	108.130			

Coefficient of Variation: 10.81%

LAI

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	2.788	0.929	1.1445	0.4044
2	Factor A	2	3.147	1.574	1.9381	0.2242
-3	Error	6	4.872	0.812		
Total		11	10.807			

Coefficient of Variation: 33.47%

EHPO/XAΩPO

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.000	0.000	1.7427	0.2575
2	Factor A	2	0.000	0.000	2.2958	0.1818
-3	Error	6	0.000	0.000		
Total		11	0.001			

Coefficient of Variation: 9.04%

ΚΟΠΗ 2^η 8-4-2002

ΥΨΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	710.167	236.722	0.7057	
2	Factor A	2	1221.750	610.875	1.8212	0.2409
-3	Error	6	2012.583	335.431		
4	Factor B	1	170.667	170.667	6.7001	0.0293
6	AB	2	206.083	103.042	4.0453	0.0558
-7	Error	9	229.250	25.472		
Total		23	4550.500			

Coefficient of Variation: 4.98%

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	65374.125	21791.375	0.6336	
2	Factor A	2	406926.583	203463.292	5.9160	0.0381
-3	Error	6	206352.750	34392.125		
4	Factor B	1	6700.042	6700.042	0.6204	
6	AB	2	6712.583	3356.292	0.3108	
-7	Error	9	97189.875	10798.875		
Total		23	789255.958			

Coefficient of Variation: 23.28%

SLA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	18.247	6.082	0.3556	
2	Factor A	2	46.595	23.298	1.3621	0.3253
-3	Error	6	102.622	17.104		
4	Factor B	1	86.374	86.374	4.4371	0.0644
6	AB	2	7.586	3.793	0.1948	
-7	Error	9	175.196	19.466		
Total		23	436.620			

Coefficient of Variation: 20.21%

LAI

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	5.725	1.908	0.8681	
2	Factor A	2	40.048	20.024	9.1098	0.0152
-3	Error	6	13.189	2.198		
4	Factor B	1	5.665	5.665	3.1700	0.1087
6	AB	2	6.600	3.300	1.8467	0.2128
-7	Error	9	16.083	1.787		
Total		23	87.310			

Coefficient of Variation: 31.91%

ΕΗΡΟ/ΧΛΩΡΟ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.001	0.000	1.8364	0.2411
2	Factor A	2	0.001	0.000	2.3707	0.1743
-3	Error	6	0.001	0.000		
4	Factor B	1	0.000	0.000	0.2999	
6	AB	2	0.002	0.001	4.4827	0.0446
-7	Error	9	0.002	0.000		
Total		23	0.007			

Coefficient of Variation: 19.41%

ΚΟΠΗ 3^η 22-4-2002

ΥΨΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	1375.667	458.556	1.8589	0.2373
2	Factor A	2	307.583	153.792	0.6234	
-3	Error	6	1480.083	246.681		
4	Factor B	1	8.167	8.167	0.1432	
6	AB	2	436.583	218.292	3.8278	0.0627
-7	Error	9	513.250	57.028		
Total		23	4121.333			

Coefficient of Variation: 4.93%

ΕΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	699147.458	233049.153	7.2565	0.0202
2	Factor A	2	426502.333	213251.167	6.6401	0.0301
-3	Error	6	192694.667	32115.778		
4	Factor B	1	51430.042	51430.042	2.4324	0.1533
6	AB	2	7310.333	3655.167	0.1729	
-7	Error	9	190297.125	21144.125		
Total		23	1567381.958			

Coefficient of Variation: 26.08%

SLA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	14.313	4.771	0.3177	
2	Factor A	2	48.230	24.115	1.6059	0.2763
-3	Error	6	90.101	15.017		
4	Factor B	1	22.195	22.195	0.9592	
6	AB	2	1.542	0.771	0.0333	
-7	Error	9	208.253	23.139		
Total		23	384.635			

Coefficient of Variation: 20.45%

LAI

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	55.317	18.439	5.2304	0.0412
2	Factor A	2	41.875	20.938	5.9392	0.0378
-3	Error	6	21.152	3.525		
4	Factor B	1	0.917	0.917	0.3317	
6	AB	2	1.798	0.899	0.3254	
-7	Error	9	24.871	2.763		
Total		23	145.930			

Coefficient of Variation: 33.53%

EHPO/XAΩPO

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.000	0.000	2.0957	0.2022
2	Factor A	2	0.000	0.000	1.7629	0.2499
-3	Error	6	0.000	0.000		
4	Factor B	1	0.000	0.000	3.8974	0.0798
6	AB	2	0.000	0.000	0.1100	
-7	Error	9	0.001	0.000		
Total		23	0.002			

Coefficient of Variation: 10.88%

ΚΟΠΗ 4^η 22-5-2002

ΥΨΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	2250.458	750.153	2.3771	0.1688
2	Factor A	2	333.583	166.792	0.5285	
-3	Error	6	1893.417	315.569		
4	Factor B	1	45.375	45.375	0.2865	
6	AB	2	229.750	114.875	0.7253	
-7	Error	9	1425.375	158.375		
Total		23	6177.958			

Coefficient of Variation: 7.09%

ΕΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	264697.500	88232.500	0.6497	
2	Factor A	2	1356249.000	678124.500	4.9934	0.0529
-3	Error	6	814831.000	135805.167		
4	Factor B	1	150733.500	150733.500	1.6920	0.2257
6	AB	2	10233.000	5116.500	0.0574	
-7	Error	9	801772.500	89085.833		
Total		23	3398516.500			

Coefficient of Variation: 33.45%

SLA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	40.140	13.380	2.4231	0.1641
2	Factor A	2	0.060	0.030	0.0054	
-3	Error	6	33.131	5.522		
4	Factor B	1	1.837	1.837	0.5813	
6	AB	2	12.745	6.372	2.0164	0.1890
-7	Error	9	28.443	3.160		
Total		23	116.356			

Coefficient of Variation: 11.93%

LAI

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	4.710	1.570	0.6373	
2	Factor A	2	6.022	3.011	1.2224	0.3587
-3	Error	6	14.779	2.463		
4	Factor B	1	0.059	0.059	0.1130	
6	AB	2	0.184	0.092	0.1765	
-7	Error	9	4.699	0.522		
Total		23	30.454			

Coefficient of Variation: 27.36%

ΞΗΡΟ/ΧΛΩΡΟ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.002	0.001	0.7446	
2	Factor A	2	0.004	0.002	2.0856	0.2053
-3	Error	6	0.006	0.001		
4	Factor B	1	0.001	0.001	1.0924	0.3232
6	AB	2	0.004	0.002	2.4987	0.1370
-7	Error	9	0.006	0.001		
Total		23	0.022			

Coefficient of Variation: 13.00%

ΚΟΠΗ 5^η 14-6-2002

ΥΨΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	143.500	47.833	1.1244	0.4110
2	Factor A	2	589.083	294.542	6.9236	0.0276
-3	Error	6	255.250	42.542		
4	Factor B	1	80.667	80.667	1.6035	0.2372
6	AB	2	206.583	103.292	2.0533	0.1842
-7	Error	9	452.750	50.306		
Total		23	1727.833			

Coefficient of Variation: 3.72%

ΕΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	818713.792	272904.597	2.9709	0.1189
2	Factor A	2	1683507.250	841753.625	9.1637	0.0150
-3	Error	6	551147.083	91857.847		
4	Factor B	1	758637.042	758637.042	6.4765	0.0315
6	AB	2	439467.583	219733.792	1.8759	0.2085
-7	Error	9	1054224.875	117136.097		
Total		23	5305697.625			

Coefficient of Variation: 44.41%

SLA

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	13.061	4.354	2.9223	0.1222
2	Factor A	2	2.014	1.007	0.6758	
-3	Error	6	8.939	1.490		
4	Factor B	1	0.172	0.172	0.0425	
6	AB	2	12.920	6.460	1.5939	0.2555
-7	Error	9	36.476	4.053		
Total		23	73.583			

Coefficient of Variation: 20.73%

LAI

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.403	0.134	2.4468	0.1617
2	Factor A	2	0.779	0.390	7.0916	0.0263
-3	Error	6	0.330	0.055		
4	Factor B	1	0.010	0.010	0.1377	
6	AB	2	0.001	0.000	0.0037	
-7	Error	9	0.627	0.070		
Total		23	2.150			

Coefficient of Variation: 59.90%

EHPO/XAΩPO

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob
1	Replication	3	0.012	0.004	2.2294	0.1854
2	Factor A	2	0.036	0.018	10.2130	0.0117
-3	Error	6	0.011	0.002		
4	Factor B	1	0.037	0.037	7.8473	0.0207
6	AB	2	0.025	0.012	2.6606	0.1236
-7	Error	9	0.042	0.005		
Total		23	0.162			

Coefficient of Variation: 16.17%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Φωτογραφικό υλικό.





Cynara cardunculus L.