

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φοιτήτρια : Σακελλάρη Μαγδαληνή

**Αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis* x
Giganteus) κάτω από διαφορετικές συνθήκες λίπανσης και
πληθυσμού φυτών στη Θεσσαλία**



Επιβλέπων :
Ν. Γ. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ

Μέλη :
ΣΤ. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ-ΣΕΝΔΟΥΚΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
Κ. ΚΙΤΤΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1999

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φοιτήτρια : Σακελλάρη Μαγδαληνή

Αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis x Giganteus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες λίπανσης και πληθυσμού φυτών στη Θεσσαλία

Επιβλέπων :
Ν. Γ. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ

Μέλη :

ΣΤ. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ-ΣΕΝΔΟΥΚΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Κ. ΚΙΤΤΑΣ , ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1999



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

μΑριθ. Εισ.: 43/1

Ημερ. Εισ.: 08-08-2003

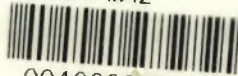
Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

1999

ΣΑΚ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070101

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο Μίσχανθος είναι νέα πολλά υποσχόμενη εναλλακτική καλλιέργεια για παραγωγή βιοενέργειας. Εξαιτίας της περιορισμένης υπάρχουσας βιβλιογραφίας όσον αφορά την ανάπτυξη του φυτού υπό Ελληνικές συνθήκες, η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην έρευνα της αύξησης και ανάπτυξης του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis* x *giganteus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες λίπανσης και πληθυσμού φυτών στη Θεσσαλία.

Μετά από μια γενική Εισαγωγή (κεφάλαιο 1) σχετικά με την καλλιέργεια του Μίσχανθου για την παραγωγή βιομάζας και τις πολλαπλές χρήσεις της, περιγράφονται τα Υλικά και Μέθοδοι (κεφάλαιο 2) σχετικά με τις εργασίες στον αγρό και το εργαστήριο και ακολουθούν τα Αποτελέσματα και συζήτηση (κεφάλαιο 3) που περιλαμβάνουν και τα Συμπεράσματα της επίδρασης τριών διαφορετικών πληθυσμών φυτών και δύο επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην αύξηση του ύψους, στον αριθμό των αδελφιών, τον αριθμό των φύλλων και την παραγωγή βιομάζας.

Θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Λέκτορα Ν. Δαναλάτο για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου έδωσε τόσο ως προς τον τρόπο εργασίας στο πείραμα, όσο και ως προς τον τρόπο σκέψης και φιλοσοφίας της διατριβής μου, καθώς επίσης και για την παροχή πολύτιμης βοήθειας κατά την επεξεργασία της πτυχιακής μου.

Επίσης ευχαριστώ την Καθηγήτρια κα. Σ. Γαλανοπούλου για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα στα μαθήματα της Γεωργίας, του Γεωργικού Πειραματισμού, αλλά και το συνεχές ενδιαφέρον της ως προς τη πορεία της πτυχιακής μου και τις συμβουλές που μου έδωσε. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον κο. Κ. Κίττα που με εμπιστεύθηκε και αποτελεί το τρίτο μέλος της Επιτροπής της διατριβής μου, και για την βοήθεια του στην εργασία αυτή.

Τέλος ευχαριστώ πολύ τον Γεωπόνο Λάμπρο Καραμπά για την καλή συνεργασία μας κατά την διάρκεια του πειράματος και την Γεωπόνο Γ. Θεοχάρη για την σημαντική συμπαράστασή της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	01
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	02
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	04
1.1 Γενικά	04
1.2 Καταγωγή του Μίσχανθου	06
1.3 Μέθοδοι πολλαπλασιασμού	06
1.4 Εδαφικές και κλιματικές ανάγκες	08
Έδαφος	08
Υγρασία	09
Άνεμος	09
1.5 Εχθροί και ασθένειες	10
1.6 Μέθοδοι φύτευσης	10
1.7 Εκμηχάνιση της καλλιέργειας	11
1.8 Παραγωγικότητα απόδοση	12
1.9 Κόστος	14
1.10 Ελληνικά δεδομένα	14
1.11 Σκοπός της εργασίας	16
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	17
2.1 Πειραματικό σχέδιο	17
2.2 Πολλαπλασιασμός του Μίσχανθου και προετοιμασία	17
2.3 Εργασίες στον αγρό	18
Χάραξη	18
Φύτευση – Πυκνότητα φυτών	18
Λίπανση	20
Άρδευση	20
Έλεγχος ζιζανίων	21
2.4 Συλλογή πειραματικών δεδομένων	21
2.5 Επεξεργασία φύλλων	22
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	24
3.1 Κλιματολογικά δεδομένα	24
3.2 Μετρημένα χαρακτηριστικά του Μίσχανθου	26
3.2.1 Ύψος φυτών	26
3.2.1 Αριθμός αδελφιών	28
3.2.3 Αριθμός φύλλων	30
3.2.4 Σχέση μεταξύ φυτικών χαρακτηριστικών και βιομάζας	32
3.2.5 Φυτικά χαρακτηριστικά κατά τη συγκομιδή	34

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	39
Παράρτημα Α. Κλιματολογικά δεδομένα	40
Παράρτημα Β. Αναλυτικά αποτελέσματα μετρήσεων	46
Παράρτημα Γ. Ανάλυση παραλλακτικότητας μετρημένων χαρακτηριστικών	54
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	60

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δυο τύποι βιομάζας. Πρώτον τα κάθε είδους φυτικά ή ζωικά υπολείμματα και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακά φυτά. Τα φυτικά υπολείμματα διακρίνονται σε υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του πρωτεύοντος προϊόντος και στα υπολείμματα των γεωργικών και δασικών βιομηχανιών.

Σε παγκόσμια κλίμακα η βιομάζα είναι η σημαντικότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Στις μέρες μας η συνεισφορά της στη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στο 14%.

Η βιομάζα αποτελεί τη σημαντικότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και στην Ελλάδα συμμετέχοντας κατά 5% στην συνολική κατανάλωση (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Ο όρος ενεργειακή καλλιέργεια αναφέρεται σε οποιοδήποτε φυτό ή είδος φυτού που καλλιεργείται και το κύριο προϊόν χρησιμοποιείται για ενεργειακούς σκοπούς.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη και τα κοινωνικό-οικονομικά οφέλη με την ανάπτυξη πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών είναι : Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μείωση των εκπομπών CO γιατί η βιομάζα εκπέμπει χαμηλότερες ποσότητες CO συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα, προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους, διαχείριση του νερού, χαμηλές εισροές λιπασμάτων, μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων, εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας, ενδυνάμωση της γεωργικής βιομηχανίας, αύξηση του αγροτικού εισοδήματος, εξασφάλιση αειφορικής περιφερειακής ανάπτυξης, μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Η βιομάζα των πολυετών ενεργειακών φυτών μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα και ηλεκτρισμό με θερμο-χημικές διαδικασίες: καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει διαμορφωμένη αγορά για της ενεργειακές καλλιέργειες, και όλες οι προσπάθειες που έχουν γίνει είναι σε πειραματικό στάδιο. Ωστόσο τα φυτά μπορεί 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 (2,4 εκατομμύρια ΤΙΠ) (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Την τελευταία δεκαετία μια αυξανόμενη προσοχή από την Ε.Ε. παρατηρήθηκε για την ανάπτυξη διαδικασιών και τεχνολογιών για την εξοικονόμηση και εξερεύνηση νέων πηγών ενέργειας. Οι νέες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν ένα μέρος της ενέργειας που προέρχεται από τα καύσιμα.

Πολλές έρευνες διεξήχθησαν σε Ευρωπαϊκές χώρες για να μελετηθεί η προσαρμογή και η παραγωγικότητα ενός αριθμού C4 φυτών κάτω από ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες και καλλιεργητικές τεχνικές και να καταγραφεί το ενεργειακό τους δυναμικό καθώς και η καταλληλότητά τους για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις. Τα φυτά που ακολουθούν το κύκλο C4 (η ενέργεια συγκεντρώνεται σε ουσίες με 4 άτομα άνθρακα όπως το σπαρτικό και το μηλικό οξύ) θεωρούνται υψηλής φωτοσυνθετικής ικανότητας ενώ τα φυτά του κύκλου C3 (η ενέργεια συγκεντρώνεται σε ουσίες με 3 άτομα άνθρακα, όπως φωσφογλυκερικό οξύ) θεωρούνται χαμηλής φωτοσυνθετικής ικανότητας. Τα φυτά C4 θεωρούνται πιο ανταγωνιστικά από τα άλλα για το λόγο αυτό προτιμώνται σε βοσκές, λιβαδότοπους κ.α. Διαφορές των C4 φυτών έναντι των C3 είναι :

- 1) Υψηλότερο σημείο αντισταθμίσεως φωτός (10-12000 έναντι 1-4000 ft candles).
- 2) Άριστη θερμοκρασία φωτοσυνθέσεως κατά κανόνα, χωρίς να είναι απόλυτο το σημείο αυτό, υψηλότερη (28⁰-32⁰ έναντι 22⁰-25⁰C).
- 3) Χαμηλότερο σημείο αντισταθμίσεως ως προς το CO₂ (0-10 έναντι 30-70 ppm CO₂)
- 4) Υψηλότερο σημείο αντισταθμίσεως ως προς το O₂.
- 5) Δεν δείχνουν εύκολα φωτοαναπνοή, ενώ τα C3 έχουν σαφή φωτοαναπνοή, συνεπώς απώλειες θρεπτικών ουσιών. Τέλος, υπάρχουν ανατομικές διαφορές των φύλλων μεταξύ

των δύο κατηγοριών φυτών (τα C4 έχουν κύτταρα καλώς αναπτυγμένα και πλούσια σε οργανίδια). Επίσης τα C4 φυτά αξιοποιούν καλύτερα το νερό και το άζωτο (Γαλανοπούλου, 1995).

Μια νέα πολλά υποσχόμενη πολυετής καλλιέργεια για παραγωγή βιομάζας θεωρείται ο **Μίσχανθος** με πολλαπλές χρήσεις που κατακτά τελευταίως όλο και περισσότερο έδαφος σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες. Ο Μίσχανθος είναι καλλιέργεια που ήδη μελετάται σε πολλά προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης της Ε.Ε., λόγω των υψηλών του αποδόσεων σε εύκρατες Ευρωπαϊκές περιοχές.

1.2 Καταγωγή του Μίσχανθου

Ο *Miscanthus sinensis* ανήκει στο γένος των εύκρατων γρασιδιών που περιλαμβάνει αποκλειστικά C4 είδη. Το γένος *Miscanthus* περιλαμβάνει 20 περίπου είδη με μια φυσική διασπορά στην Ασία, τη Μαλαισία και την Πολυνησία. Γενικά το γένος αποτελείται από εύρωστα, πολυετή φυτά με επιμήκη γραμμικά, λογχοειδή φύλλα. Ένας αριθμός από τα είδη του γένους υβριδίζονται και διασταυρώνονται ελεύθερα. Το γένος του Μίσχανθου είναι στενά συγγενικό με το *Saccharum* που ανήκει στο ζαχαροκάλαμο. Ο *Miscanthus sinensis* είναι διαδεδομένος στην μεγαλύτερη περιοχή της Ιαπωνίας και είναι το πιο σημαντικό και επικρατέστερο στους ημιφυσικούς λιβαδότοπους τόσο σε κρύες όσο και σε θερμές περιοχές. Οι λιβαδότοποι με υψηλούς τύπους γρασιδιών κυριαρχούνται από το *M. sinensis* και διατηρούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως το θερισμό και το κάψιμο. Η παραγωγικότητα τέτοιων περιοχών έχει αναφερθεί ότι πλησιάζει τους 10 τόννους ανά εκτάριο και έτος ($10 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) (Jones *et al.*, 1996)

Ο Μίσχανθος εμφανίστηκε στην Ευρώπη το 1930 ως ένα φυτό κήπου. Η ποικιλία *M. sinensis* «*giganteus*» ίσως προερχόμενη από τη Δανία διαδόθηκε ευρέως. Αυτή η ποικιλία είναι τριπλοειδής και άγονη και θεωρήθηκε ότι είναι υβρίδιο του *M. sinensis* και του *M. sacchariflorus*.

1.3 Μέθοδοι πολλαπλασιασμού

Ο *Miscanthus sinensis* μπορεί να πολλαπλασιαστεί με τρεις τρόπους:

- Με σπόρους που είναι φθηνότεροι, εξασφαλίζουν υψηλές παραγωγές καθώς και ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Επειδή το πλήθος των συλλεγόμενων σπόρων αποτελείται και από πλήθος γενοτύπων, απαιτείται μια περαιτέρω διαλογή για να εντοπιστούν οι βελτιωμένοι τύποι φυτών. Αυτή τη στιγμή τα περισσότερα φυτά είναι πολύ ετεροζύγωτα για απευθείας χρήση των σπόρων τους.

- Με ριζώματα. Είναι η καταλληλότερη μέθοδος πολλαπλασιασμού. Βέβαια η τεχνική αυτή χρειάζεται να βελτιωθεί με περισσότερα πειράματα. Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα δεν είχε πραγματοποιηθεί πολλαπλασιασμός ριζωμάτων.

- Με μικροπολλαπλασιασμό φυταρίων. Αυτή είναι οικονομική και γρήγορη μέθοδος πολλαπλασιασμού.

Επειδή όμως η ποικιλία *M. sinensis* «*giganteus*» είναι άγονη δεν μπορεί να πολλαπλασιαστεί με σπόρο αλλά μόνο με ριζώματα που φυτεύονται κατευθείαν στο έδαφος, με μοσχεύματα που έχουν προκύψει από το τεμαχισμό ριζωμάτων και ακολουθεί απευθείας διασπορά τους στον αγρό και με φυτάρια που έχουν προέλθει από την ανάπτυξη ριζωμάτων (Jones *et al.*, 1996).

Τα φυτάρια θα πρέπει να έχουν ύψος περί τα 30-35 cm και αναπτυγμένες ρίζες. Τα ριζώματα πρέπει να έχουν μήκος 5-10 cm για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες (Rutheford and Heath, 1992).

Σε ερευνητικά προγράμματα που διεξήχθησαν σε Ευρωπαϊκές χώρες χρησιμοποιήθηκαν ριζώματα και φυτάρια. Σε ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε 18 Ευρωπαϊκές περιοχές τα πειραματικά τεμάχια διαστάσεων 10 m x 10m συμπληρώθηκαν με ριζώματα και φυτάρια εναλλάξ σε μια απόσταση 50 cm (Jones *et al.*, 1996). Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι είναι πιθανή η εγκατάσταση της φυτείας του Μίσχανθου κάτω από ένα πλατύ εύρος κλιματικών και εδαφικών συνθηκών στην Ευρώπη. Η ετήσια παραγωγικότητα όπως αναμένεται είναι χαμηλή τη χρονιά της εγκατάστασης αλλά αυξάνει γρήγορα τα επόμενα χρόνια. Είναι ατυχές το γεγονός ότι η μέγιστη παραγωγή επιτυγχάνεται μετά την τρίτη χρονιά καλλιέργειας του Μίσχανθου. Ως τώρα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν με έναν μόνο γενότυπο Μίσχανθου, την ποικιλία *Giganteus*, αυτό γιατί καμία άλλη από τις επιλεγόμενες ποικιλίες δεν έχει ερευνηθεί ώστε να διαπιστωθεί το παραγωγικό δυναμικό της. Μια προσέγγιση του παραπάνω πειράματος που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας του Δικτύου Παραγωγικότητας του Μίσχανθου είναι να αναγνωρισθούν γενότυποι

ανθεκτικοί στο κρύο και ικανοί να επεκτείνουν την καλλιεργητική περίοδο (Jones *et al.*, 1996)

Το 1990 ένα μεγαλύτερο πείραμα εγκαταστάθηκε στο Cashel της Ιρλανδίας όπου έγινε σύγκριση ανάμεσα στα φυτάρια και στα μικροπολλαπλασιασμένα φυτάρια. Το ποσοστό επιβίωσης και για της δυο αυτές μορφές ήταν περίπου 90% (Jones *et al.*, 1996)

Τα ριζώματα του Μίσχανθου γενικά απέτυχαν να παράγουν ικανοποιητικό αριθμό φυτών στις περισσότερες περιοχές και μόνο στο Monte de Caparico στη Πορτογαλία και στο Braunschweig της Γερμανίας σημειώθηκαν επιτυχή ποσοστά φυτρώματος 75% και 72% αντιστοίχως. Ο λόγος αποτυχίας των ριζωμάτων δεν είναι συγκεκριμένος αλλά ίσως η χρονική στιγμή της φύτευσής τους τον Ιούνιο να είναι πολύ καθυστερημένη ώστε να μη καταφέρνουν να επιβιώνουν. Τα ποσοστά επιβίωσης των φυταρίων είναι πολύ υψηλότερα και κυμαίνονται από 88% έως 100% προς το τέλος του χρόνου εγκατάστασης της πειραματικής φυτείας (Jones *et al.*, 1996). Δεδομένα από Δανία και Γερμανία φανερώνουν ότι τα ριζώματα και τα νεαρά φυτάρια πρέπει να φυτεύονται από τέλος Απριλίου έως αρχές Ιουλίου, όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι 10 C⁰ ή υψηλότερες (Rutheford and Heath, 1992).

1.4 Εδαφικές και κλιματικές ανάγκες

Έδαφος

Υψηλές παραγωγές στην Ευρώπη έχουν αναφερθεί σε ένα πλατύ εύρος εδαφικών τύπων από αμμώδη έως αργιλλώδη και εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν τρεις τύποι εδαφών σε οργανωμένα πειράματα το 1984-1986. Οι υψηλότερες παραγωγές παρατηρήθηκαν σε καλά στραγγισμένα, χουμικά εδάφη ενώ σε εδάφη με αμμοπηλώδη και αργιλική σύσταση η παραγωγή ήταν 60% και 50% της παραγωγής των χουμικών εδαφών αντιστοίχως. Το εύρος ανάπτυξης σε αμμοπηλώδες έδαφος ήταν σημαντικά χαμηλότερο από αυτό που προέκυψε σε εδάφη με χούμο ή άργιλο (Nielsen, 1987). Παρόλο που τα ελαφρά εδάφη δίδουν καλή παραγωγή μόνο όταν η βροχόπτωση είναι ικανοποιητική, στα βαριά εδάφη ίσως να υπάρχουν προβλήματα συμπίεσης του εδάφους κατά την περίοδο θερισμού της φυτείας

εξαιτίας της συγκράτησης μεγάλου ποσοστού υγρασίας. Σκουρόχρωμα εδάφη προτιμούνται στη Β. Ευρώπη από τα ανοιχτόχρωμα επειδή ζεσταίνονται γρηγορότερα, και εδάφη με νότιο προσανατολισμό είναι προτιμότερα γιατί είναι πιο ζεστά από εκείνα με βόρειο προσανατολισμό (Rutheford and Heath, 1992), παράγοντες οι οποίοι δεν είναι σημαντικοί για την Ελλάδα.

Ένα πλατύ εύρος του εδαφικού pH είναι ανεκτό. Η παραγωγή ξηρής ουσίας σε pH= 5.0 φάνηκε να είναι υψηλότερη από ότι σε pH= 8.0 (Nielsen, 1987).

Η χειμερινή θνησιμότητα και η μείωση της ανάπτυξης μετά από δριμύ ψύχος ήταν υψηλότερη στα εδάφη πλούσια σε άργιλο. Απαραίτητη προτεραιότητα για την εγκατάσταση του Μίσχανθου σε χουμικά εδάφη είναι να στραγγίζουν καλά (Nielsen, 1987).

Σε μια έρευνα για την βιομετακίνηση βαρέων μετάλλων από το έδαφος έδειξε ότι ο Μίσχανθος είναι ικανός να μετακινήσει ένα σημαντικό ποσό μετάλλων που παραμένουν συσσωρευμένα στα εδαφικά κλάσματα κάτω από τα φυτά (Fernando *et al.*, 1997).

Υγρασία

Παρόλο που η καλλιέργεια εκμεταλλεύεται το νερό σε υψηλότερο βαθμό από ότι οι περισσότερες εύκρατες καλλιέργειες, έχει υψηλή απαίτηση σε υγρασία εξαιτίας της μεγάλης παραγωγικότητά της. Ο Μίσχανθος αναπτύσσει βαθύ ριζικό σύστημα που φτάνει τα 1-2 m και έτσι μπορεί να εκμεταλλευτεί το διαθέσιμο νερό και στα βαθιά αμμώδη εδάφη (Sloth, 1986). Η ανάπτυξη του Μίσχανθου μπορεί να μειωθεί σημαντικά από την έλλειψη εδαφικής υγρασίας τόσο στις ήδη εγκαταστημένες φυτείες (Horvey, 1991) όσο και κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης (Knoblauch *et al.*, 1991).

Άνεμος

Οι ώριμοι βλαστοί είναι ανθεκτικοί στον άνεμο και οι κορυφές των καλαμιών μπορούν να λυγίζουν και να ακουμπούν στο έδαφος χωρίς να σπάνε (Rutheford and Heath, 1992).

Έτσι ζημιές που προκαλεί ο άνεμος είναι κυρίως φυσιολογικής φύσεως λόγω της αποξηραντικής επίδρασής του επιφέρει : απώλεια εδαφικής υγρασίας, αυξάνει την διαπνοή, προκαλεί πρόωρη ωρίμανση με μειωμένη απόδοση (επίδραση του

λίβα σε πλήθος φυτών στο Θεσσαλικό κάμπο) (Γαλανοπούλου, 1995). Ο άνεμος σε περιοχές της Β. Ευρώπης μειώνει την ανάπτυξη του *M.sinensis* «*giganteus*» εξαιτίας της μείωσης της θερμοκρασίας που προκαλεί και ίσως να συντελεί στην καθήλωση της καλλιέργειας.

1.5 Εχθροί και ασθένειες

Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι ζωτικής σημασίας για την εγκατάσταση της καλλιέργειας, αλλά λιγότερο σημαντικός μετά το δεύτερο χρόνο της καλλιέργειας, ενώ τα πολυετή ζιζάνια θα πρέπει να έχουν καταστραφεί πριν τη φύτευση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα εύρος ζιζανιοκτόνων όπως atrazine, promyzamide, mecoprop, flyoxchryg, sulfonil κ.α. (Rutheford and Heath, 1992).

Οι ασθένειες του Μίσχανθου είναι αμελητέες στην Ευρώπη. Τα ριζώματα περιστασιακά προσβάλλονται από *Fusarium spp.* αλλά μπορούν να προστατευτούν αν εμβαπτιστούν στο κατάλληλο μυκητοκτόνο. Στην Άπω Ανατολή ο Μίσχανθος προσβάλλεται από ένα πλήθος σκωριάσεων καθώς και από ασθένειες που προσβάλουν το στέλεχος του φυτού. Εξαιτίας της συνεκτικής επιδερμίδας των φύλλων του ο Μίσχανθος είναι ανθεκτικός στις ασθένειες φυλλώματος. Μόνο ένας ιός έχει βρεθεί στον Μίσχανθο (*Miscanthus streak virus*) και τα συμπτώματά του είναι καθήλωση του φυτού και ραβδώσεις στα φύλλα (Rutheford and Heath, 1992).

Δεν έχουν αναφερθεί έντομα στο φύλλωμα του Μίσχανθου εξαιτίας της μορφολογίας του φύλλου του που είναι ινώδες και σκληρό. Στη Δανία παρατηρήθηκαν περιστασιακά προσβολές από σφήκες αλλά και προνύμφες λεπιδοπτέρων (Rutheford and Heath, 1992).

1.6 Μέθοδοι φύτευσης

Από δεδομένα που έχουν προκύψει από πειράματα στη Δανία και την Γερμανία φαίνεται ότι 0,8-1 φυτό ανά m² είναι ένας ικανοποιητικός πληθυσμός φυτών αν και μεγαλύτεροι πληθυσμοί δίνουν και μεγαλύτερες παραγωγές στα

πρώτα δυο ως τρία χρόνια. Αν και το μέγεθος της πειραματικής δουλειάς που έχει γίνει ίσως είναι μικρό, θεωρητικά η φύτευση πρέπει να γίνεται όσο πιο κοντά στο τετράγωνο για να εκμεταλλεύονται τα φυτά καλύτερα το φωτισμό και τα θρεπτικά συστατικά. Όμως λόγω της εκμηχάνισης και της καταστροφής του εδάφους κατά τον θερισμό ίσως απαιτείται κάποια απομάκρυνση από τη φύτευση σε τετράγωνα. Στη Δανία εφαρμόζεται ένα σύστημα με διπλές γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 75 cm και ανάμεσά τους έχουν αυλάκια διαστάσεων 175 cm (Rutheford and Heath, 1992).

1.7 Εκμηχάνιση της καλλιέργειας

Η συγκομιδή των πολυετών ενεργειακών φυτών διαφέρει αρκετά από εκείνη των συμβατικών καλλιεργειών. Μερικές από τις σημαντικότερες διαφορές είναι οι ακόλουθες: 1) Ο χρόνος συγκομιδής. 2) Οι μέθοδοι συγκομιδής. 3) Ο απαιτούμενος εξοπλισμός.

Ο Μίσχανθος συγκομίζεται από το Νοέμβριο έως των Μάρτιο. Η χειμερινή συγκομιδή δίνει την δυνατότητα χρησιμοποίησης εργατικού προσωπικού και μηχανημάτων σε μια περίοδο που οι αγροτικές εργασίες είναι περιορισμένες. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με τις παρακάτω μεθόδους:

- Μέθοδος πολλαπλών διαδικασιών, η οποία περιλαμβάνει θερισμό, συγκέντρωση σε γραμμές και δεματοποίηση.

- Μέθοδος απλών διαδικασιών, η οποία περιλαμβάνει φιλοτεμαχισμό, δεματοποίηση, στοίβαγμα, συσσωματοποίηση σε προκαθορισμένο μέγεθος.

Η δεύτερη μέθοδος είναι προτιμότερη από την πρώτη, όσον αφορά τις απώλειες της βιομάζας και την αποτελεσματικότητα της συγκομιδής. Επιπλέον κατά την συγκέντρωση των δεμάτων με τη μέθοδο των πολλαπλών διαδικασιών, μπορεί να συλλεγούν υγρά φύλλα και χώμα, τα οποία δημιουργούν προβλήματα κατά την αποθήκευση.

Ο Μίσχανθος μπορεί να συγκομιστεί με τη μορφή φιλοτεμαχισμένου υλικού, μπάλας, δεματιού ή συσσωματώματος, ανάλογα με την μηχανή συγκομιδής που θα χρησιμοποιηθεί και την εφαρμογή πρόσθετων κατεργασιών στο συγκομιζόμενο υλικό (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Η εκμηχάνιση της καλλιέργειας συγκρίνεται με εκείνες για τις χορτοδοτικές καλλιέργειες και του καλαμποκιού που προορίζεται για ζωοτροφή αλλά χρειάζεται περισσότερη ιπποδύναμη και πιο εύρωστες μηχανές (Rutheford and Heath, 1992).

1.8 Παραγωγικότητα – Απόδοση

Διεθνώς, το φυτό μελετάται από δεκαετίας, και σχετικά δημοσιεύματα υπάρχουν από Ιαπωνικής και Ευρωπαϊκής πλευράς. Συγκεκριμένα στην Ευρώπη έχει αναπτυχθεί το δίκτυο παραγωγικότητας του Μίσχανθου. Ο κύριος και αντικειμενικός σκοπός του δικτύου είναι να παράγει πληροφορίες πάνω στο δυναμικό του Μίσχανθου ως καλλιέργεια βιομάζας για τις χώρες της Ευρωπαϊκής κοινότητας. Το δίκτυο καθιερώθηκε μέσω του προγράμματος JOULE το 1989 και περιλαμβάνει 18 τοποθεσίες σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι πληροφορίες που συλλέγονται καλύπτουν παραγωγικότητες μετρούμενες κάτω από διάφορες κλιματικές συνθήκες, ποιοτικές αξιολογήσεις, περιβαλλοντικές επιδράσεις και γενετικές ικανότητες. Παρόλο που η ανάπτυξη του Μίσχανθου στις περισσότερες περιοχές ήταν καλή, τα δεδομένα παραγωγής έως τώρα δείχνουν ένα πλατύ εύρος της μεταβλητότητας που οφείλεται σε έναν αριθμό που περιλαμβάνει το κλίμα και τις μεταχειρίσεις. Η μέγιστη παραγωγή δεν επιτυγχάνεται παρά μόνο δυο χρόνια μετά τη φύτευση στον τρίτο και τέταρτο χρόνο. Σημαντική απόκλιση ανεκτικότητας παρατηρήθηκε στις χαμηλές θερμοκρασίες που ίσως να οφείλεται στην παραλλακτικότητα των γενοτύπων του Μίσχανθου. Αυτό προσδίδει μεγάλη σημασία στην επιλογή ποικιλιών που θα ανταποκριθούν καλύτερα στις προσδοκίες μας από το τωρινό δοκιμασμένο υλικό.

Η ξηρή ουσία που παράγει ο Μίσχανθος τη χρονιά της εγκατάστασής του σε μια φυτεία είναι πολύ χαμηλή. Αυτό είναι αναμενόμενο εξαιτίας του stress που υφίστανται τα φυτά κατά την φύτευσή τους. Επίσης χαμηλός είναι και ο αριθμός των αδελφιών. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ο μέσος όρος των αδελφιών ποικίλει από 2,5 (στο Cashel της Ιρλανδίας) έως 15,8 (στο Brounschweig της Γερμανίας) (Jones *et al.*, 1996).

Η καλλιέργεια του Μίσχανθου δεν έχει μόνο υψηλή παραγωγή ξηρής ουσίας αλλά και υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και μάλιστα τόση όση περιέχεται σε μια φυτεία από ιτιές ή λεύκες.

Επίσης η καλλιέργεια του Μίσχανθου έχει καλά χαρακτηριστικά καύσης και χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και άζωτο έτσι ώστε να είναι ευεργετική για το περιβάλλον. Παραγωγή Μίσχανθου 20 τόννους ξηρής ουσίας δίνει ακαθάριστη ενέργεια ίση με 7 τόννους ισοδύναμου πετρελαίου (Rutheford and Heath, 1992). Άλλες καλλιέργειες που παράγουν ξηρή ουσία είναι: 1) Το καλάμι, *Arundo donax* L. Σύμφωνα με μια παλιά μελέτη στη Ν.Γαλλία παρήγαγε 2-2,5 τόννους ξηρής ουσίας ανά στρέμμα ενώ στη Β.Γαλλία μια πρόχειρη μέτρηση πριν φτάσει στην πλήρη ανάπτυξή του και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα ξηρά στελέχη έδειξε 3,5 τόννους ανά στρέμμα. Στην Ελλάδα, έχει επιβεβαιωθεί η δυνατότητα του φυτού να παράγει μεγάλες ποσότητες βιομάζας (3 τόννους ανά στρέμμα και έτος)(Κ.Α.Π.Ε.,1998). 2) Το κενάφ, *Hibiscus cannabinus* παράγει μεγάλη ποσότητα βιομάζας και ίνες κυτταρίνης υψηλής ποιότητας για παραγωγή χαρτιού, σχοινίων, σάκκων, τελλάρων και άλλων υλικών βιομηχανίας ξύλου. Η στρεμματική απόδοση σε ξηρή ουσία φθάνει τους 3t και σε καθαρή ίνα τους 1,2t. 3) Το σόργο, *Sorghum sp* παρουσιάζει ενδιαφέρων από πλευράς βιοενέργειας για την παραγωγή χημικού πολτού και βιοαλκοόλης (αιθανόλη) από το Ζαχαροφόρο σόργο. Αναφέρεται ότι από 2-6t σόργο, που αντιστοιχεί στη μέση στρεμματική απόδοση, μπορούν να παραχθούν 150-400 λίτρα αλκοόλης. 4) Ο αραβόσιτος, *Zea mays* παρουσιάζει ενδιαφέρων ως προς τη χρήση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας (ιδιαίτερα της ρόκας) για παραγωγή βιομάζας. Σημειώνεται ότι στην υποθετική περίπτωση χρήσης των φυτικών υπολειμμάτων της καλλιεργούμενης στην Ελλάδα έκτασης (1,6 εκατομμύρια στρ.) θα μπορούσαν να παράγονται ετησίως 350.000t περίπου πετρελαίου καύσης (περίπου 220 λίτρα/στρ.) (Γαλανοπούλου, 1997) 5) Η αγριαγκινάρα, *Cynara cardunculus*, σύμφωνα με πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στη Κ. Ελλάδα παρήγαγε 3,16 τόννους ξηρής ουσίας ανά στρέμμα (Κ.Α.Π.Ε., 1998). 6) Ο ευκάλυπτος, *Eucalyptus globulus* και *Eucalyptus camaldulenis* σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας και ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές παρήγαγε έως και 3,5 τόννους ξηρής ουσίας ανά στρέμμα και έτος (Danalatos, 1998).

1.9 Κόστος

Το κόστος της ανάπτυξης του Μίσχανθου ως ενεργειακή καλλιέργεια συνδέεται στενά με το κόστος της εγκατάστασης των φυτών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ζωή της καλλιέργειας δεν είναι ακόμα γνωστή, ενώ τα δεδομένα δείχνουν επίδραση της πυκνότητας πληθυσμού φυτών στο κόστος (Rutheford and Heath, 1992).

Το μεγαλύτερο τμήμα του κόστους παραγωγής του Μίσχανθου βασίζεται στα γεωργικά μηχανήματα, στην αποθήκευση, και στη μεταφορά του Μίσχανθου για ποικίλες χρήσεις. Απαιτείται συστηματική έρευνα για το σχεδιασμό χρονοδιαγράμματος έτσι ώστε να υπολογιστεί ο χρόνος έναρξης και λήξης της περιόδου του θερισμού, να υπολογιστούν οι απώλειες, η ποιότητα, και η πυκνότητα του προϊόντος ως ενεργειακά καταναλώσιμου. Επειδή ως τώρα δεν υπάρχουν δεδομένα και διαθέσιμη εμπειρία, πολλές από τις παραπάνω παραμέτρους πρέπει να υπολογιστούν από μοντέλα τα οποία λαμβάνουν υπόψη τη διαφορά στις καιρικές συνθήκες (Venturi *et al.*, 1997).

Ένα από τα μοντέλα αυτά για το κόστος χρησιμοποιεί καιρικά δεδομένα προηγούμενων ετών, ώστε να υπολογίσει τις ημέρες που θα πρέπει να ξεκινήσει αλλά και να τελειώσει ο θερισμός του Μίσχανθου και λαμβάνει υπόψη και τις μεθόδους ξήρανσης που προσδιορίζονται από τον προορισμό του προϊόντος. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του φυτού κατά τον θερισμό υπολογίζεται για να εκτιμηθεί το κόστος ξήρανσης. Επίσης εκτιμάται και το ποσό της αλλαγής της ποσότητας και της ποιότητας του προϊόντος με το χρόνο θερισμού (Venturi *et al.*, 1997).

1.10 Ελληνικά δεδομένα

Σχετικά λίγα δεδομένα είναι διαθέσιμα για τη καλλιέργεια κάτω από Ελληνικές συνθήκες. Παρόλα αυτά τα λιγοστά δεδομένα δείχνουν ότι ο Μίσχανθος θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό φυτό και στην Ελλάδα για έναν αριθμό βιομηχανικών χρήσεων (κατασκευαστικό ή μονωτικό υλικό) αλλά και ως καύσιμη ύλη (βιοενέργεια). Τα πρώτα Ελληνικά αποτελέσματα την τριετία 1993-

1996 παρείχαν σοβαρές ενδείξεις ότι ο Μίσχανθος έχει μεγάλο δυναμικό παραγωγής στη Β Ελλάδα και μπορεί να ξεπεράσει και το διπλάσιο από αυτό των χωρών της Κ. και Β. Ευρώπης (Danalatos *et al.*, 1996).

Συγκεκριμένα η φυτεία του Μίσχανθου εγκαταστάθηκε το 1993 σε περιοχή περίπου 25 χλμ νότιο-ανατολικά της πόλης της Ξάνθης. Η έκταση του πειράματος ήταν 2000 m και αποτελούνταν από έναν πληθυσμό 2000 φυτών (διαστήματα μεταξύ φυτών 1m x 1m). Το έδαφος ήταν γόνιμο αμμοπηλώδες πάνω σε αλουβιακές αποθέσεις.

Από τα πειραματικά δεδομένα προέκυψε ότι κάτω από ευνοϊκές συνθήκες λίπανσης και άρδευσης το παραγωγικό δυναμικό έφτασε πάνω από 80 τόννους χλωρής μάζας/ha και 43,6 τόννους ξηρής ουσίας/ha στο τέλος του δεύτερου χρόνου. Αναλόγως τα μέγιστα εύρη ανάπτυξης όπως τα 400 kg ξηρής ουσίας /ha/ημέρα πραγματοποιήθηκαν σε περιόδους όπου υπήρχε μεγάλη ηλιοφάνεια και ευνοϊκές θερμοκρασίες.

Σε ένα άλλο πείραμα μελετήθηκε η ανάπτυξη του Μίσχανθου κάτω από την επίδραση δυο επιπέδων λίπανσης και πέντε επιπέδων άρδευσης. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε αμμώδες άγονο έδαφος στη περιοχή της Λαμίας στην Κ. Ελλάδα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η λίπανση δεν επέδρασε στη ανάπτυξη και παραγωγή της βιομάζας καθώς επίσης δεν παρατηρήθηκαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δυο παραγόντων. Αντίθετα μια ισχυρή επίδραση της άρδευσης βρέθηκε στο εύρος των 0-500mm (Danalatos *et al.*, 1997).

Η μέγιστη παραγωγή βιομάζας πραγματοποιήθηκε την τρίτη καλλιεργητική περίοδο.

Παρόμοιο πείραμα πραγματοποιήθηκε σε έφορη παραλιακή περιοχή της Κεφαλονιάς. Εφαρμόστηκαν δυο επίπεδα λίπανσης και δυο επίπεδα άρδευσης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι δεν υπάρχουν αξιοσημείωτες επιδράσεις των δύο επιπέδων της άρδευσης και των δύο επιπέδων της λίπανσης, ενώ η παραγωγή βιομάζας ήταν αξιόλογη (Dalianis *et al.*, 1994).

Σε πειράματα που διεξήχθησαν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας ο μέσος όρος ύψους της φυτείας έφτασε τα τρία μέτρα, η παραγωγή ξηρής ουσίας κυμάνθηκε από 2,63 εως 3.2 τόννους ανά στρέμμα και έτος και το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό ανήλθε στα 1,38 ΤΙΠ ανά στρέμμα και έτος (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών προέκυψε ότι η άρδευση αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγής του φυτού. Ωστόσο, ακόμη και με χαμηλά επίπεδα άρδευσης η παραγωγή βιομάζας είναι ικανοποιητική. Η εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου δεν επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή βιομάζας αν και κάποιες φορές παρατηρήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα με υψηλά επίπεδα λίπανσης (Κ.Α.Π.Ε., 1998).

Το αυξημένο δυναμικό παραγωγής σε βιομάζα του Μίσχανθου στα Ελληνικά γόνιμα εδάφη φανερώνει νέες μελλοντικές προοπτικές για το φυτό αυτό στη χώρα μας.

1.11 Σκοπός της εργασίας

Λαμβάνοντας υπόψη την σπουδαιότητα του Μίσχανθου ως πολλά υποσχόμενη εναλλακτική καλλιέργεια για παραγωγή βιοενέργειας στο εγγύς μέλλον, αλλά και την σχετικά περιορισμένη υπάρχουσα βιβλιογραφία ιδίως όσον αφορά την ανάπτυξη του φυτού υπό 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 έγινε πολλαπλασιασμός της καλλιέργειας με ριζώματα και εγκατάσταση της φυτείας στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Π.Θ. στο Βελεστίνο και μελετήθηκε η αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis* "Giganteus") κάτω από τρεις πυκνότητες πληθυσμού και δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης κατά την καλλιεργητική περίοδο του 1998.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματικό σχέδιο

Για τους σκοπούς της μελέτης της αύξησης και της ανάπτυξης του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis* x *giganteus*) έγινε πείραμα αγρού στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Το πειραματικό σχέδιο είναι παραγοντικό 3 x 2 (split-plot) πλήρως τυχαίοποιημένο με τέσσερις επαναλήψεις (bloks).

Οι παράγοντες είναι:

α) Πυκνότητα φυτών (D):

- Επίπεδο D₁: 667φυτά/στρ (αποστάσεις 1.5 m x 1 m)
- Επίπεδο D₂: 1000 φυτά/στρ (αποστάσεις 1 m x 1 m)
- Επίπεδο D₃: 2000φυτά/στρ (αποστάσεις 0,5 m x 1 m)

β) Αζωτούχος λίπανση (N):

- Επίπεδο N₀: 5 kg N/στρ
- Επίπεδο N₁: 10 kgN/στρ.

Κάθε επανάληψη είχε διαστάσεις 20 m x 12 m δηλαδή εμβαδόν 240 m², και την αποτελούσαν 6 τεμάχια διαστάσεων 4 m x 10 m. Επομένως, η συνολική έκταση του πειράματος είναι 240 m² x 4 = 960 m² και μαζί με τους διαδρόμους (πλάτους 2.0 m) 1032 m². Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται διαγραμματικά στην Σχήμα 1.

2.2 Πολλαπλασιασμός Μίσχανθου και προετοιμασία φύτευσης

Τα φυτά του Μίσχανθου που χρησιμοποιήθηκαν για τη φύτευση προήλθαν από ριζώματα τα οποία προμηθευτήκαμε από μητρική φυτεία στην αγροτική περιοχή της Σπερχειάδας (Φθιώτιδας) την άνοιξη 1998 που αποτελεί την πηγή των ριζωμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, στις 3/3/1998 έγινε μια πρώτη εξαγωγή ριζωμάτων τα οποία μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο (Βελεστίνο) στις 4/3/1998 όπου κόπηκαν σε μικρότερα τεμάχια με 2-3 οφθαλμούς και μήκος 3-5 cm το καθένα. Τα τεμάχια αυτά τοποθετήθηκαν στην τράπεζα υδρονέφωσης και καλύφθηκαν με λεπτή άμμο. Ο αριθμός των αρχικών μοσχευμάτων ήταν 1290 από τα οποία

ένα ποσοστό περί το 30% είχε κεντρωμένους οφθαλμούς. Τα μοσχεύματα ποτίζονταν καθημερινά έτσι ώστε το υπόστρωμα να βρίσκεται συνεχώς σε κατάσταση υδατοϊκανότητας.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν δέκα παρατηρήσεις σχετικά με την πορεία εκβλάστησης των μοσχευμάτων και την ανάπτυξη των φυταρίων:

- 9/3/1998: Ποσοστό 75% των οφθαλμών είχε κεντρώσει.
- 11/3/1998: Καμία αλλαγή.
- 13/3/1998: Εκβλάστηση 5% των μοσχευμάτων.
- 16/3/1998: Εκβλάστηση 15%.
- 19/3/1998: Εκβλάστηση 24%.
- 23/3/1998: Εκβλάστηση 42%.
- 27/3/1998: Εκβλάστηση 45%.
- 31/3/1998: Εκβλάστηση 49%. 5% των φυταρίων έχουν ύψος 20 cm.
- 2/4/1998: Εκβλάστηση 51%.
- 6/4/1998: Εκβλάστηση 57%.

2.3 Εργασίες στον αγρό

Χάραξη

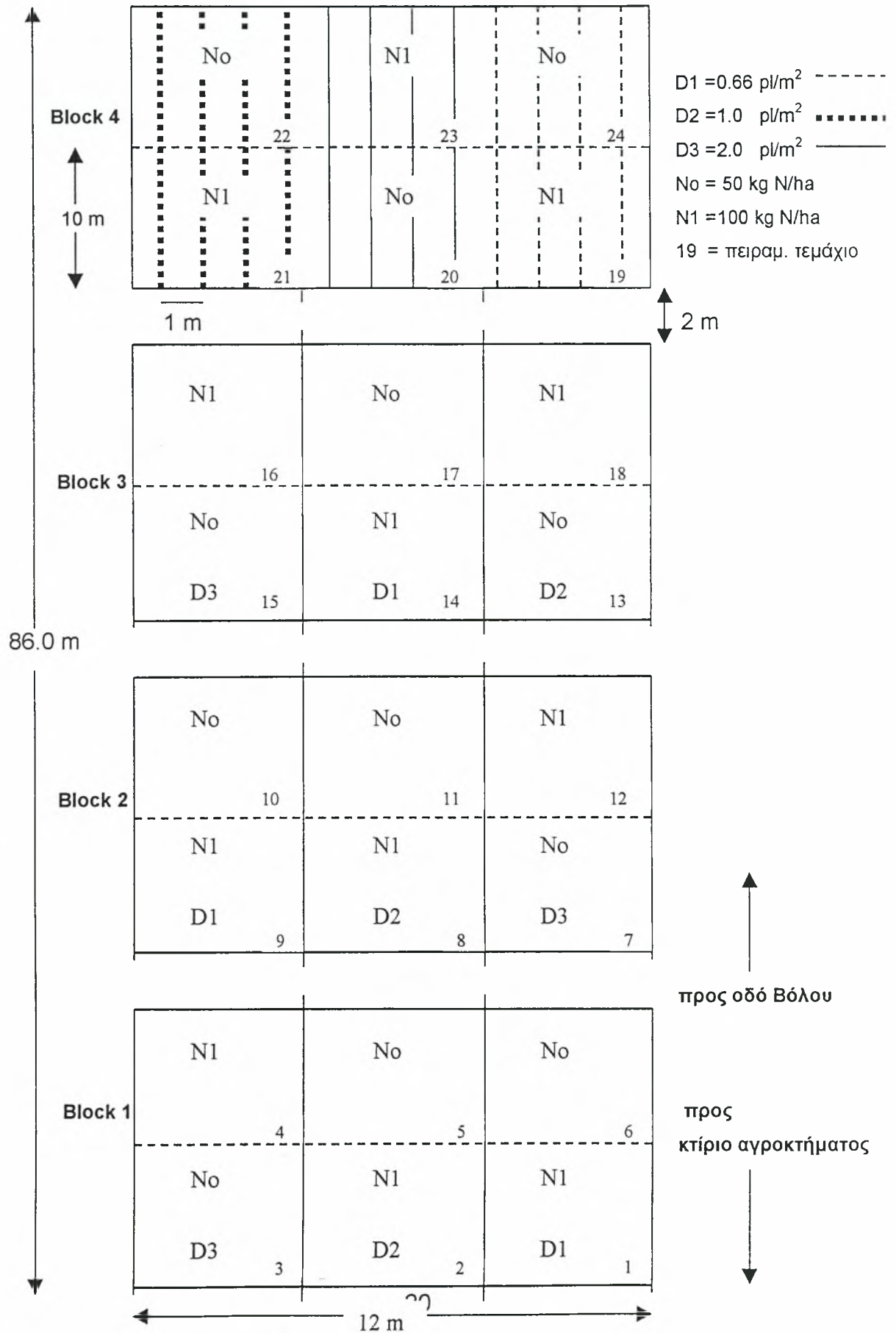
Στις 27/2/1998 έγινε η χάραξη του πειραματικού αγρού στο Βελεστίνο. Η κάθε επανάληψη (block) χωρίστηκε σε τρία ίσα τμήματα (κύρια τεμάχια) διαστάσεων $4\text{ m} \times 20\text{ m} = 80\text{ m}^2$ για κάθε πυκνότητα πληθυσμού. Κάθε κύριο τεμάχιο χωρίστηκε σε 2 ίσα υποτεμάχια $4\text{ m} \times 10\text{ m} = 40\text{ m}^2$ για κάθε επίπεδο λίπανσης, και ακολούθησε τυχαιοποίηση.

Φύτευση-πυκνότητα φυτών

Η μεταφύτευση των φυταρίων στις τελικές τους θέσεις μέσα στις επαναλήψεις έλαβε χώρα στις 6/4/1998 και διήρκεσε δύο ημέρες.

Επειδή με τα υπάρχοντα φυτάρια καλύφθηκαν μόνο οι δύο πρώτες από τις τέσσερις επαναλήψεις, έγινε νέα εξαγωγή ριζωμάτων από τη φυτεία της Σπερχειάδας στις 8/4/1998. Τα ριζώματα αυτά δεν μεταφέρθηκαν πλέον στην υδρονέφωση αλλά εγκαταστάθηκαν κατευθείαν στις μόνιμες θέσεις τους στα πειραματικά τεμάχια, και δέχτηκαν εφεξής τις ίδιες μεταχειρίσεις με τα υπόλοιπα φυτά.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ
ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΙΣΧΑΝΘΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ



Λόγω παρατεταμένης ξηρασίας παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό απωλειών λόγω μη εκβλάστησης των περισσότερων μοσχευμάτων στην τρίτη και τέταρτη επανάληψη. Έτσι έγινε νέα εξαγωγή φυταρίων από τη μητρική φυτεία της Σπερχειάδας στις 25/5/1998. Τα φυτάρια αυτά είχαν μήκος ριζώματος 5 cm, κατά μέσον όρο 4 φύλλα, και ύψος περί τα 20 cm. Ακολούθησε επαναφύτευση της τρίτης και τέταρτης επανάληψης με εγκατάσταση των φυταρίων στις κενές θέσεις, ενώ μετά από σύντομο χρονικό διάστημα άρχισε η άρδευση του πειραματικού αγρού.

Όλα τα φυτά φυτεύτηκαν σε γραμμές (12 γραμμές σε κάθε επανάληψη) που απέχουν μεταξύ τους 1 m, ώστε οι διαφορετικές πυκνότητες φυτών που προβλέπονται από το πειραματικό σχέδιο πραγματοποιήθηκαν με διαφοροποίηση του αριθμού φυταρίων επί της γραμμής. Έτσι η φύτευση των φυταρίων / μοσχευμάτων επί των γραμμών έγινε σε αποστάσεις 1.50 m, 1.0 m και 0.5 m για τις πυκνότητες D1, D2 και D3, αντίστοιχα (χρειάστηκαν συνολικά και για τις τέσσερις επαναλήψεις 13 ανθρωποώρες).

Λίπανση

Τα δύο επίπεδα λίπανσης (No=5 kg N/στρ και N1=10 kg/στρ) που προβλέπονται από το πειραματικό σχέδιο πραγματοποιήθηκαν με εφαρμογή θειικής αμμωνίας (21-0-0) στις 26/6/1998. Έτσι σε κάθε υποτεμάχιο έκτασης 40 m² εφαρμόστηκαν 1000 και 2000 g του ανωτέρω λιπάσματος αντίστοιχα για τα επίπεδα No και N1, αντίστοιχα.

Άρδευση

Ο πειραματικός αγρός αρδεύτηκε με αυτόματο σύστημα στάγδην άρδευσης που το αποτελούσαν 11 σωλήνες μήκους 86 m και δυο κεφαλές.

Εφαρμόστηκαν συνολικά πέντε (5) αρδεύσεις κατά τις ημερομηνίες:

- ✓ 16/6/1998 με χρόνο εφαρμογής 24h
- ✓ 26/6/1998 με χρόνο εφαρμογής 24h
- ✓ 15/7/1998 με χρόνο εφαρμογής 30h
- ✓ 26/7/1998 με χρόνο εφαρμογής 36h
- ✓ 27/8/1998 με χρόνο εφαρμογής 32h

Η μέση παροχή του συστήματος είναι 4 l h^{-1} ανά σταλάκτη, με 1 σταλάκτη ανά τρέχον μέτρο, ενώ τα λάστιχα τοποθετήθηκαν ανά γραμμή. Η συνολική ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε ήταν $584 \text{ m}^3/\text{στρ}$.

Έλεγχος ζιζανίων

Ο πειραματικός αγρός κατά την αρχική εγκατάσταση των φυταρίων ήταν απαλλαγμένος από ζιζάνια γιατί είχε προηγηθεί όργωμα και δισκοσβάρνισμα. Εξαιτίας όμως των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της άνοιξης, των αρδεύσεων την περίοδο του καλοκαιριού και επειδή το πείραμα διεξήχθη σε περιοχή του Αγροκτήματος που ήταν εγκαταλειμμένος οπωρώνας, εμφανίστηκαν τα εξής ζιζάνια: *Lactuca serriola* (αγριομάρουλο), *Sonhus spp.* (ζοχός), *Papaver rhoeas* (παπαρούνα), *Sinapis spp* (σινάπια), *Xanthium strumarium* (αγριομελιτζάνα), *Solanum nigrum* (αγριοτοματιά), *Amaranthus albus* (βλίτο), *Amaranthus blitoides* (βλίτο), *Amaranthus retroflexus* (βλίτο), *Portulaca oleracea* (γλυστρίδα), *Chenopodium album* (λουβουδιά), *Tribulus terrestris* (τριβόλι), *Chrozophora tinctoria* (χρωζοφόρα), *Echinochloa crus-galli* (μουχρίσα), *Convolvulus arvensis* (περικοκλάδα), και *Sorghum halepense* (βέλιουρας).

Έτσι για την καλή αύξηση και ανάπτυξη των φυταρίων του Μίσχανθου ήταν απαραίτητος ο έλεγχος των ζιζανίων και η καταπολέμηση τους που πραγματοποιήθηκε με σκαλίσματα κατά τις εξής ημερομηνίες: 6/5/1998, 15/5/1998, 22/5/1998, 29/5/1998, 19/6/1998, 14/7/1998 (χρειάστηκαν 14.5 ανθρωποώρες).

2.4 Συλλογή πειραματικών δεδομένων

Η αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου μελετήθηκε κατά τη διάρκεια της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου με εννέα παρατηρήσεις που έγιναν το καλοκαίρι 1998. Στις παρατηρήσεις αυτές καταγράφηκαν:

- ◆ το ύψος φυτών
- ◆ ο αριθμός αδελφιών και
- ◆ ο αριθμός των φύλλων

σε 10 φυτά που επιλέχθηκαν τυχαία και στις τέσσερις επαναλήψεις.

Οι παρατηρήσεις αυτές έλαβαν χώρα κατά τις ημερομηνίες: 22/5, 29/5, 16/6, 1/7, 15/7, 4/8, 25/8, 25/9 και 29/10/1998.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες-κοπές στις 5/8, στις 29/10 και στις 16/11/1998 (τελευταία συγκομιδή). Κατά τις δύο πρώτες δειγματοληψίες συγκομίστηκε η συνολική βιομάζα 10 φυτών που επιλέχθηκαν με μοναδικό κριτήριο το ύψος τους, ανεξάρτητα από τη θέση τους στην πυκνότητα ή την επανάληψη. Τα φυτά τοποθετήθηκαν με προσοχή σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο.

Στο εργαστήριο μετρήθηκε ο αριθμός αδελφιών και η συνολική βιομάζα κάθε φυτού-δείγματος με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας. Στη συνέχεια χωρίστηκαν τα φύλλα από τα στελέχη και μετρήθηκε η φυλλική επιφάνεια κάθε φυτού με αυτόματο όργανο (βλ. παρακάτω). Ακολούθησε ξήρανση των φυτικών οργάνων στους 70⁰C (σταθερά βάρη μετά 2-4 ημέρες) και ζύγιση στο ζυγό ακριβείας.

Στη δεύτερη κοπή συγκομίστηκαν και ξηρά φύλλα, οπότε έγινε διαχωρισμός των στελεχών, των χλωρών φύλλων και των ξηρών φύλλων (3 υποδείγματα για κάθε φυτό). Στη συνέχεια ζυγίστηκαν σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας, και μετρήθηκε η φυλλική επιφάνεια των χλωρών φύλλων με αυτόματο όργανο (LI-COR).

Στη τρίτη κοπή ελήφθησαν 24 δείγματα δηλαδή, 6 δείγματα από κάθε επανάληψη. Εξαιτίας της χρονικής περιόδου που πραγματοποιήθηκε η κοπή (στο τέλος του βιολογικού κύκλου του φυτού), συγκομίστηκαν μόνο ξηρά φύλλα. Στη συνέχεια ακολούθησαν οι ίδιες εργαστηριακές μετρήσεις με τις παραπάνω κοπές, εκτός από τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας.

Επεξεργασία φύλλων

Στη πρώτη και δεύτερη κοπή, η επιφάνεια των χλωρών φύλλων κάθε φυτού μετρήθηκε με τη βοήθεια του αυτόματου μετρητή φύλλων (leaf area meter). Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

-Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και περιέχει την οθόνη τα πλήκτρα, του υπολογιστή καθώς και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με παράπλευρα όργανα.

-Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.

-Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyer με πλαστική διαφανή ζώνη, η οποία περιστρέφεται βοηθώντας την μεταφορά των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης για τη μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Τα τρία αυτά όργανα συνδέονται μεταξύ τους με ειδικά καλώδια, και το όλο σύστημα αποτελεί μια ηλεκτρονική μέθοδο υπολογισμού κατά προσέγγιση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών.

Το LI-COR έχει τη δυνατότητα μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας, 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.

Το LI-COR έχει σχεδιαστεί και για απευθείας χρήση στους αγρούς. Τα φύλλα στα οποία μετράται η φυλλική επιφάνεια πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση καθώς και όλοι οι χειρισμοί του οργάνου να γίνονται με επιμέλεια και προσεκτικά.

Εφαρμογή: Αφού τοποθετήθηκε κατάλληλα η κεφαλή σάρωσης μέσα στο LI-3050A ενώθηκαν με το LI-COR. Τοποθετήθηκαν τα φύλλα πάνω στη περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή, έτσι ώστε αυτά να είναι παράλληλα με τη ζώνη, να είναι ίσα και να μην διπλώνουν. Μόλις αυτά περνούσαν μέσα από τη κεφαλή σάρωσης, το LI-COR παρείχε τις ενδείξεις.

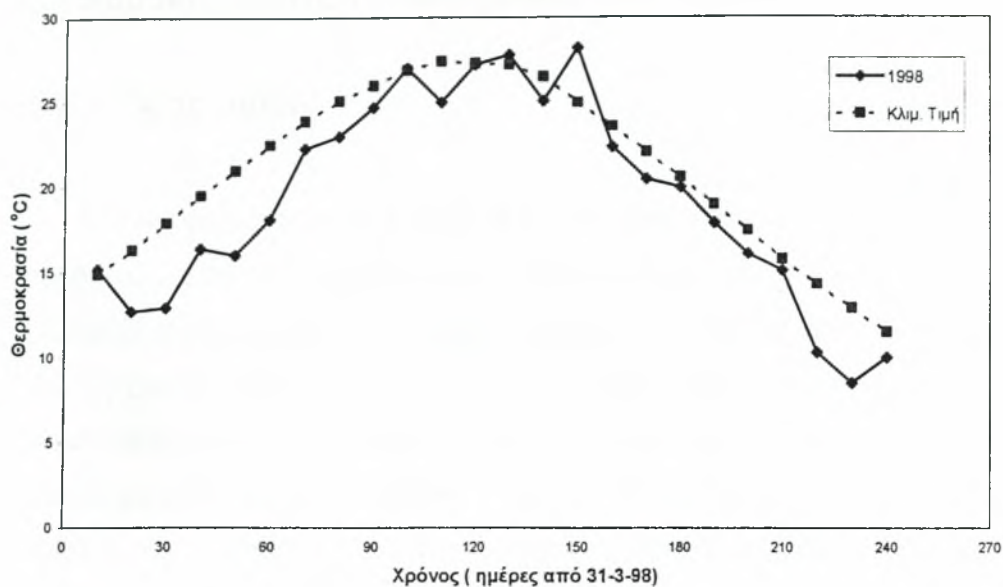
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κλιματολογικά δεδομένα

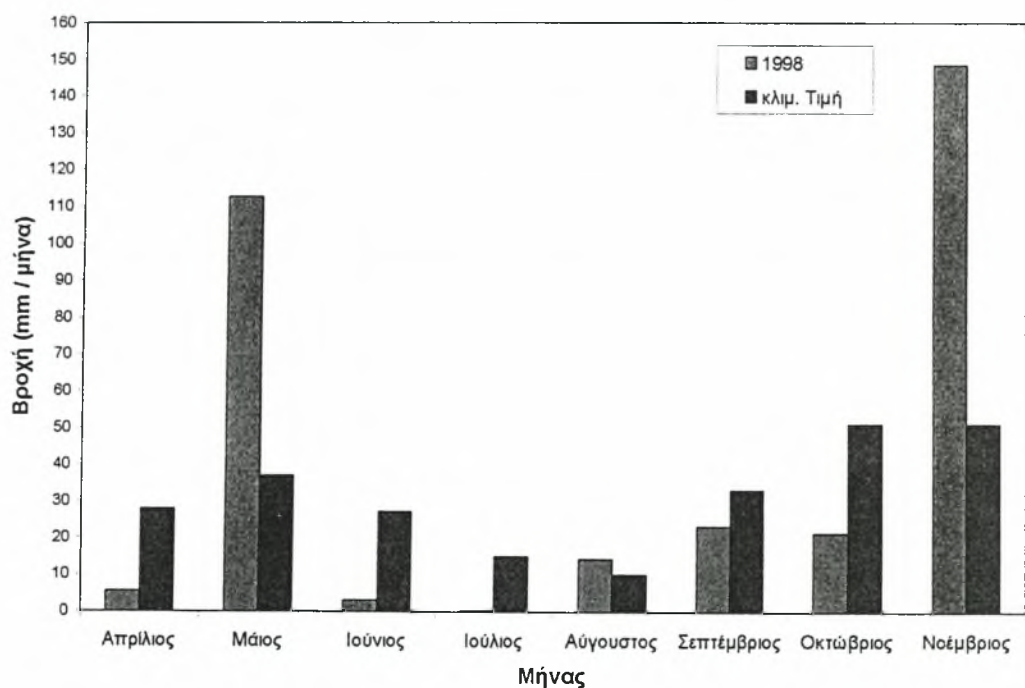
Στα Σχήματα 2 και 3 παρουσιάζονται αντίστοιχα η θερμοκρασία και η βροχόπτωση που σημειώθηκαν στο Βελεστίνο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 1998. Τα αναλυτικά δεδομένα (ημερήσια και μέσες τιμές) δίδονται στο Παράρτημα Α.

Η καλλιεργητική περίοδος του πειράματος χαρακτηρίστηκε από χαμηλές θερμοκρασίες τους δύο τελευταίους μήνες της άνοιξης και τον πρώτο μήνα του καλοκαιριού (μέσα Απριλίου έως και τα μέσα Ιουνίου). Έτσι όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, η μέση θερμοκρασία του αέρα κυμάνθηκε 3-5 °C κάτω από την κλιματική τιμή για τους μήνες Απρίλιο και Μάιο όπου δεν ξεπέρασε τους 18 °C. Αργότερα κατά τον Ιούνιο η θερμοκρασία ανέβηκε και πλησίασε τις κλιματικές τιμές. Κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουλίου η θερμοκρασία παρουσίασε ελαφρά πτώση, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε σημαντικά ώστε να ξεπεράσει κατά 3°C την κλιματική τιμή στα τέλη του Αυγούστου, που ήταν από τους θερμότερους μήνες της τελευταίας εικοσαετίας (Σχ.1). Την περίοδο Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου η θερμοκρασία κυμάνθηκε σε κανονικά για την εποχή επίπεδα ενώ σημειώθηκε πτώση της κατά το μήνα Νοέμβριο, με ελάχιστο στις 16/11/98 που έφτασε τους 0°C.

Από άποψη βροχόπτωσης, η καλλιεργητική περίοδος 1998 ήταν σχετικά ξηρή με προφανή εξαίρεση τον μήνα Μάιο που χαρακτηρίστηκε από έντονες βροχοπτώσεις (Σχ. 3). Αυτό φαίνεται να βοήθησε αρκετά κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Επίσης ιδιαίτερα υγρός ήταν και ο Νοέμβριος όπου η βροχή ξεπέρασε κατά πολύ την κλιματική της τιμή (Σχ.2), χωρίς όμως αυτό να επηρεάσει την καλλιέργεια που στο μεταξύ είχε κλείσει τον βιολογικό της κύκλο.



Σχήμα 2. Η μεταβολή της θερμοκρασίας αέρα κατά την καλλιεργητική περίοδο 1998 στο Βελεστίνο σε σύγκριση με την κλιματική τιμή (Μ.Ο. 30 ετών, Ε.Σ.Υ.).



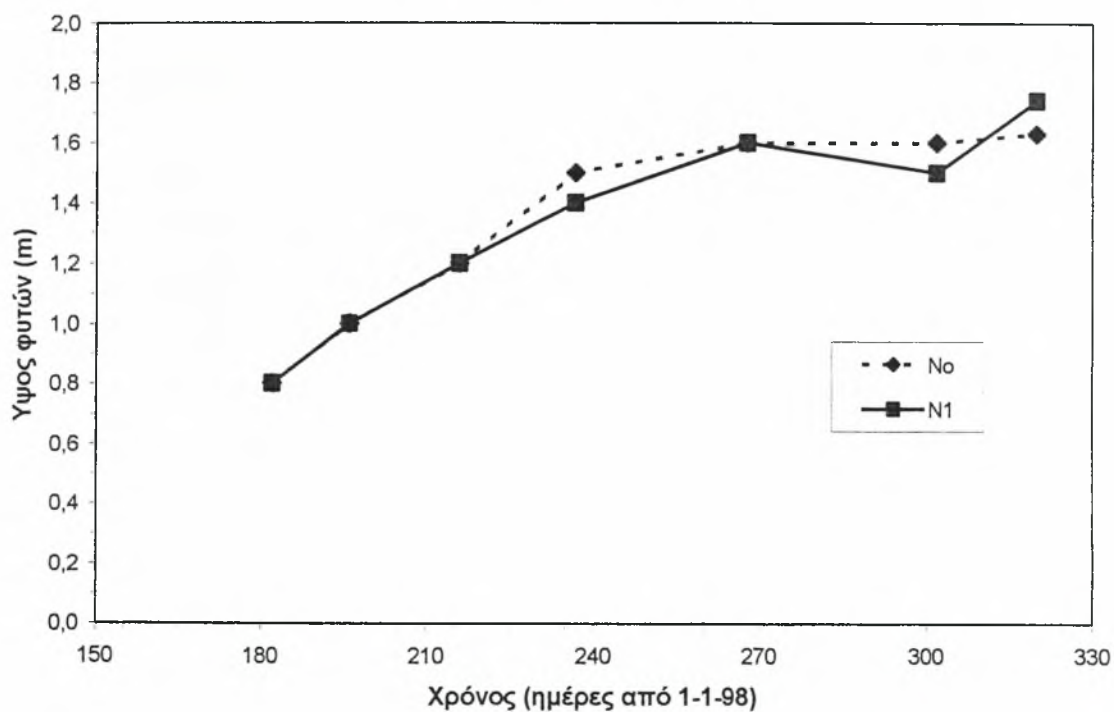
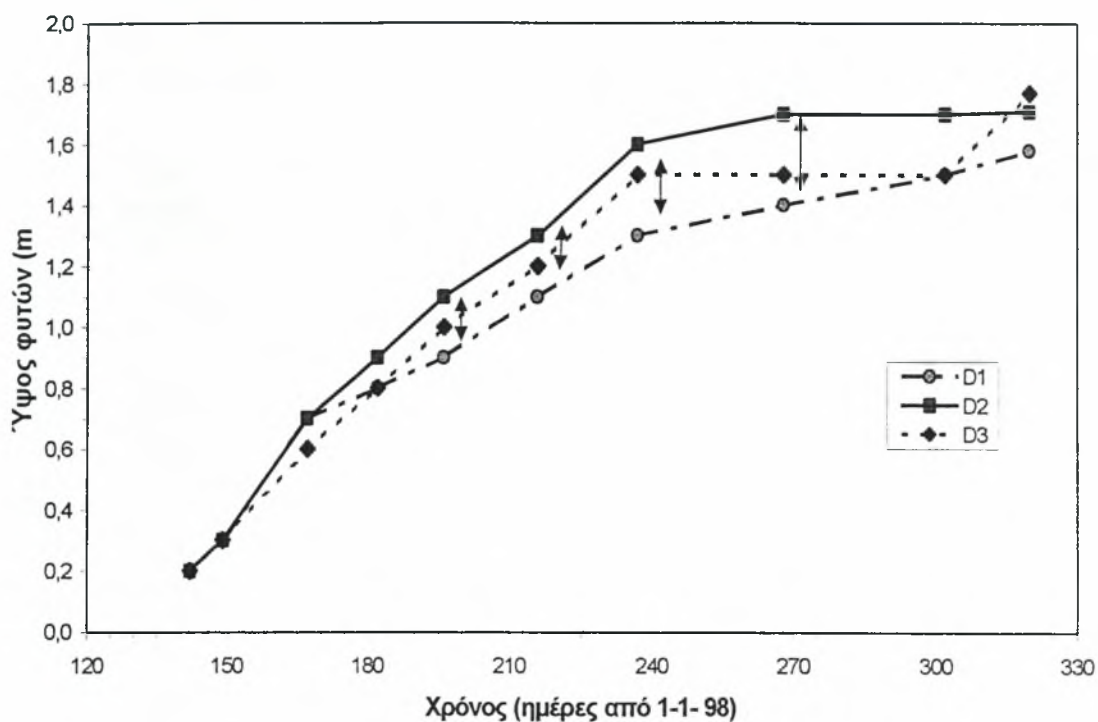
Σχήμα 3. Η μηνιαία βροχόπτωση κατά την καλλιεργητική περίοδο 1998 στο Βελεστίνο σε σύγκριση με την κλιματική τιμή (Μ.Ο. 30 ετών, Ε.Σ.Υ.).

3.2 Χαρακτηριστικά του Μίσχανθου που μετρήθηκαν

3.2.1 Ύψος φυτών

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4α, το ύψος των φυτών του Μίσχανθου αυξήθηκε από τη μεταφύτευση (6/4/98) έως την πρώτη δειγματοληψία (22/5/98) με πολύ αργούς ρυθμούς (περίπου 2.1 mm/ημέρα) προφανώς λόγω του αρχικού stress κατά την εγκατάσταση αλλά και της ξηρασίας που σημειώθηκε κατά τις πρώτες είκοσι ημέρες του Απριλίου. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση ιδίως κατά την περίοδο 22/5-16/6/98 που έφθασε τα 1.8 cm/d (Σχ. 4). Η ταχεία αύξηση συνδέεται με τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες που επικράτησαν κατά τον μήνα Μάιο (113 mm βροχής, Σχ. 2). Κατά την περίοδο από τα μέσα Ιουνίου μέχρι τα τέλη Αυγούστου (25/8/98, Σχ. 4α) το ύψος του Μίσχανθου αυξήθηκε με ρυθμό περί τα 1.16 cm/d για να φτάσει περί τα τέλη του καλοκαιριού περί τα 160 cm και να σταματήσει ουσιαστικά η αύξηση του φυτού. Κατά την τελευταία δειγματοληψία στις 16/11/98 το μέσο ύψος φυτών ήταν 168 cm.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4β, η αύξηση του Μίσχανθου δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση για τα επίπεδα που μελετήθηκαν. Αυτό είναι σε συμφωνία με προηγούμενα πειραματικά δεδομένα υπό Ελληνικές συνθήκες (Dalianis et al., 1994). Αντίθετα, η πυκνότητα φύτευσης φάνηκε να επηρεάζει το ύψος του Μίσχανθου. Παρά το γεγονός ότι καθ' όλες τις δειγματοληψίες δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P=0.05$), εν τούτοις τα δεδομένα μας παρουσιάζουν τάσεις για μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης στην πυκνότητα D2 (1000 φυτά /στρέμμα) σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις, ενώ η μεταχείριση D1 (670 φυτά /στρέμμα) παρουσίασε γενικά τους μικρότερους ρυθμούς αύξησης καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο (Σχ. 4α, Πίν. 1). Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι πυκνότερες μεταχειρίσεις D2 και D3 έφθασαν το μέγιστο του ύψους των κατά το τέλος του Αυγούστου (1.5-1.6, 25/8/98, Σχ. 4α) ενώ η αραιή φυτεία (D1) φάνηκε να συνεχίζει να αυξάνει και κατά το φθινόπωρο με ρυθμούς περί το 1 mm/ημέρα και να φθάνει τελικά το Νοέμβριο το τελικό της ύψος που ήταν ελαφρά μικρότερο από αυτό των πυκνότερων φυτειών (βλ. 1.58 D1, 1.71 D2, 1.77 D3, Πίν. 1).



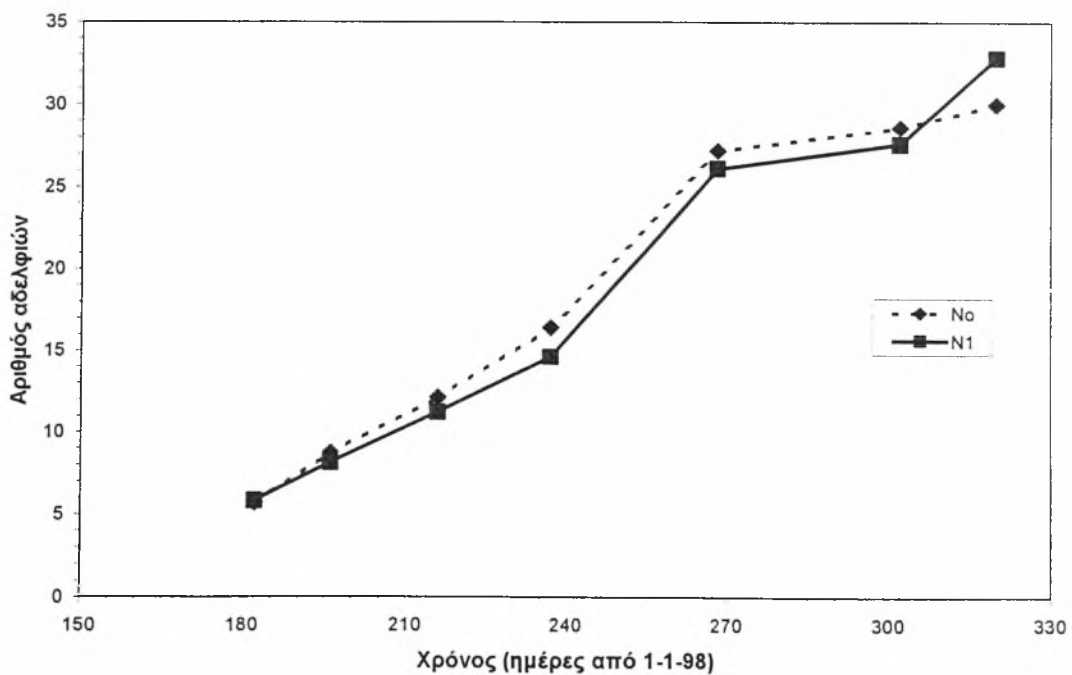
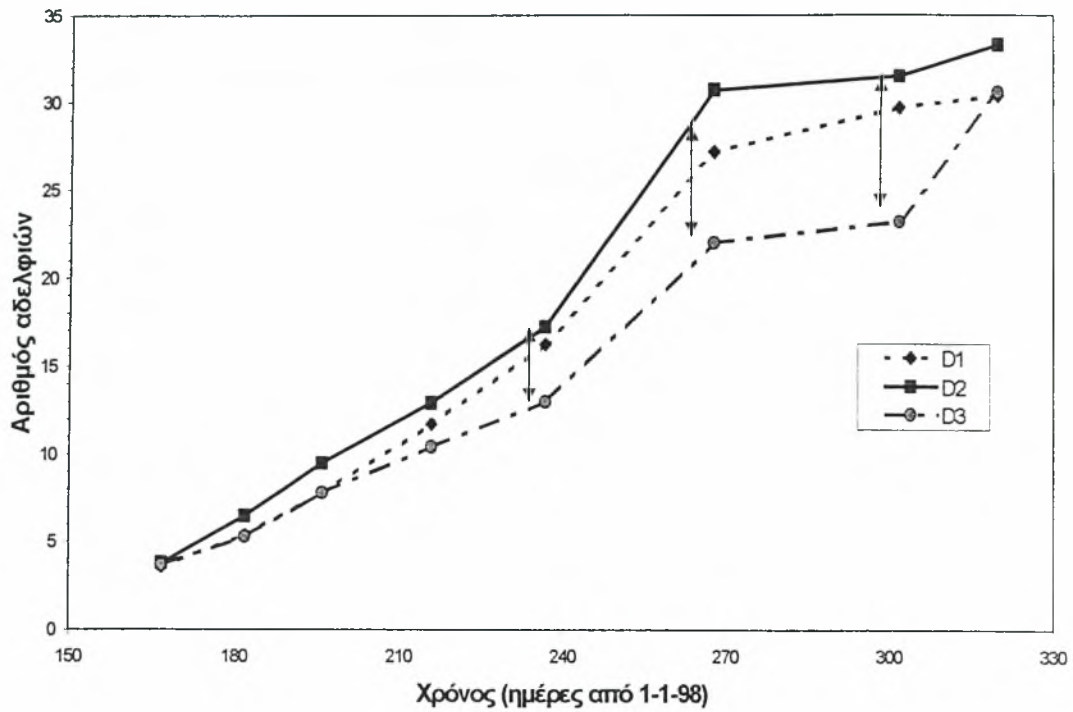
Σχήμα 4. Η μεταβολή του ύψους φυτών με το χρόνο για τρεις διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού (D1=667, D2=1000, D3=2000 φυτά / στρέμμα, 4α) και δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0=5, N2=10 kg N /στρέμμα, 4β) κατά το πρώτο έτος καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

Πίνακας 1. Η μεταβολή του ύψους των φυτών (m), για τις τρεις πυκνότητες φύτευσης (D1, D2, D3) και τα δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0, N1) καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

Ημερ/νία	D1 (αραιή)	D2	D3 (πυκνή)	Ε.Σ.Δ.	N0	N1	Ε.Σ.Δ.
22/05/98	0.2	0.2	0.2	ns	---	---	ns
29/05/98	0.3	0.3	0.3	ns	---	---	ns
16/06/98	0.7	0.7	0.6	ns	---	---	ns
01/07/98	0.8	0.9	0.8	ns	0.8	0.8	ns
15/07/98	0.9	1.1	1.0	ns	1.0	1.0	ns
04/8/98	1.1	1.3	1.2	ns	1.2	1.2	ns
25/08/98	1.3	1.6	1.5	ns	1.3	1.5	ns
25/09/98	1.4	1.7	1.5	ns	1.6	1.6	ns
29/10/98	1.5	1.7	1.5	ns	1.6	1.5	ns
16/11/98	1.58	1.71	1.77	ns	1.63	1.74	ns

3.2.2 Αριθμός αδελφιών

Όπως παρουσιάζεται στον Πίν. 2 και σχηματικά στο Σχήμα 5α, ο αριθμός αδελφιών αυξήθηκε από τη μεταφύτευση (6/4/98) και έφθασε τα 3.7 στις 16/6/98 σε όλες τις μεταχειρίσεις. Κατά την περίοδο από τα μέσα Ιουνίου έως τα τέλη Αυγούστου ο αριθμός αδελφιών αυξήθηκε με μεγάλο και περίπου σταθερό ρυθμό και έφθασε τα 15.4 αδέρφια στις 25/8/98 (Σχ. 5α). Το αδελφωμα των φυτών φάνηκε να συνεχίζεται κατά τον Σεπτέμβριο και μάλιστα με διπλάσιους ρυθμούς από ότι το καλοκαίρι (βλ. 0.36 αντί 0.17 στελέχη /ημέρα κατά μέσον όρο) και τελικά να πλησιάσει τα 28 αδέρφια η μεταχείριση (D1) και να τα ξεπεράσει η (D2), ενώ η πυκνή μεταχείριση (D3) δεν ξεπέρασε τα 22 αδέρφια στις 25/9/98. Η διαφορά της (D2) έναντι της (D3) αποδείχθηκε στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο $P=0.05$. Μετά τον Σεπτέμβριο, ο αριθμός αδελφιών συνέχισε να αυξάνει αλλά με πολύ μικρούς ρυθμούς για να φθάσει τελικά τα 33.3 στη μεταχείριση D2 (1000 φυτά / στρέμμα) και περί τα 30.5 στις υπόλοιπες δύο μεταχειρίσεις, αλλά η διαφορά αυτή δεν αποδείχθηκε στατιστικώς σημαντική.



Σχήμα 5. Η μεταβολή του αριθμού αδελφιών με το χρόνο για τις τρεις διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού (D1, D2, D3, 5α) και τα δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0 και N1, 5β) κατά το πρώτο έτος καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

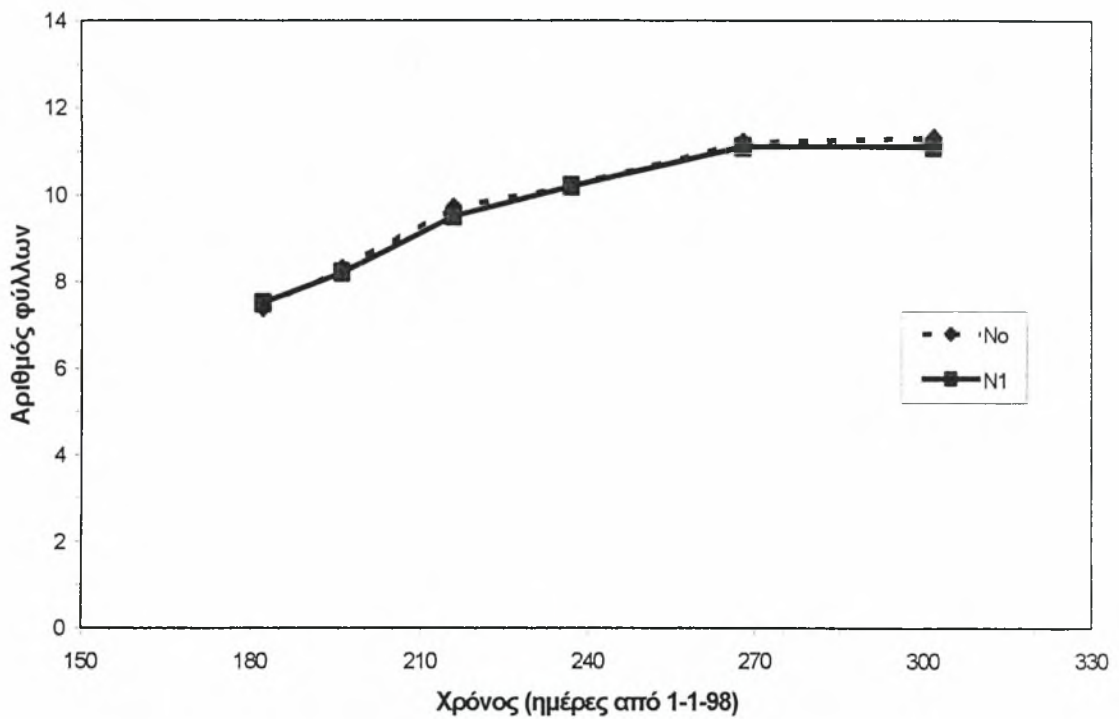
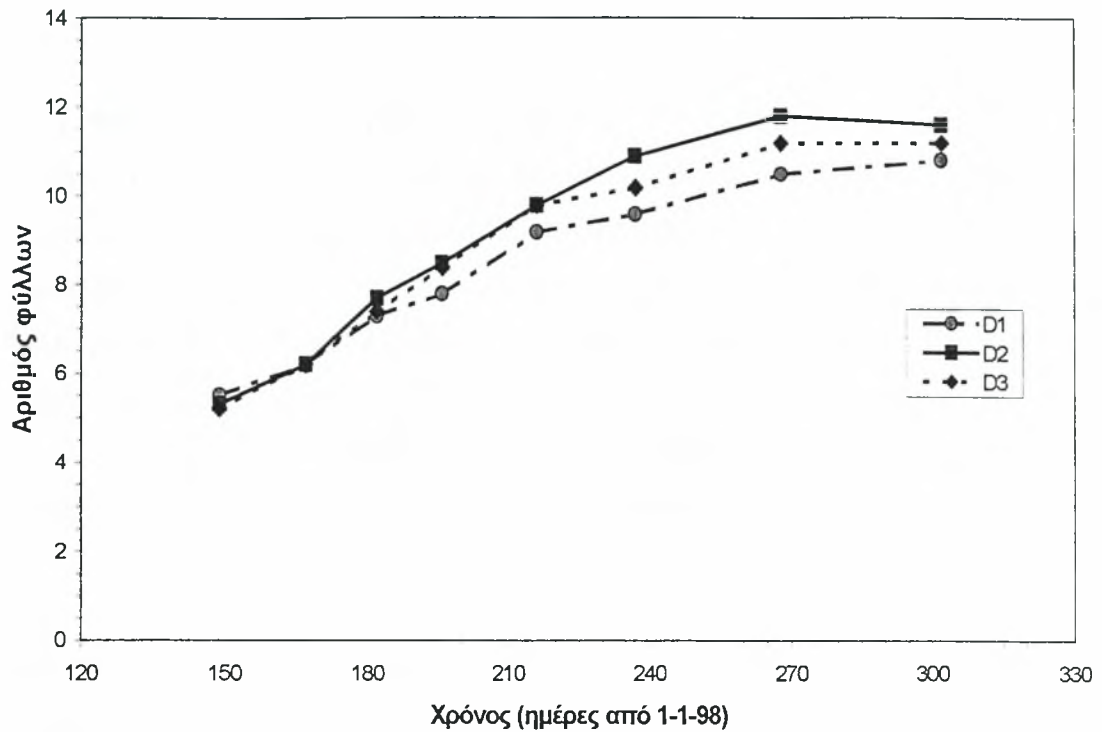
Πίνακας 2. Η μεταβολή του αριθμού αδελφιών για τρεις πυκνότητες φύτευσης (D1, D2, D3) και δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0, N1) καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

Ημερ/νια	D1 (αραιή)	D2	D3 (πυκνή)	Ε.Σ.Δ	N0	N1	Ε.Σ.Δ.
16/6/98	3.6	3.8	3.7	ns	---	---	ns
01/7/98	5.4	6.5	5.3	ns	5.7	5.8	ns
15/7/98	7.8	9.5	7.8	ns	8.7	8.1	ns
04/8/98	11.7	12.9	10.4	ns	12.1	11.2	ns
25/8/98	16.2	17.2	13.0	ns	16.4	14.6	ns
25/9/98	27.2	30.7	22.0	6.14 *	27.2	26.1	ns
29/10/98	29.7	31.5	23.2	ns	28.6	27.6	ns
16/11/98	30.4	33.3	30.6	ns	30.0	32.8	ns

Παρά το γεγονός ότι δεν φαίνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, εν τούτοις τα δεδομένα μας παρουσιάζουν τάσεις για μεγαλύτερους αριθμούς αδελφιών για την πυκνότητα D2 (1000 φυτά ανά στρέμμα) σε σχέση με τις άλλες δύο πυκνότητες, ενώ η πυκνή φυτεία, (D3), είχε τους μικρότερους αριθμούς αδελφιών καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο αλλά και μια σημαντική αύξηση από τα τέλη Οκτωβρίου ως τα μέσα Νοεμβρίου, ώστε τελικώς υπερέβη ελαφρώς τον αριθμό αδελφιών της (D1) (Σχ. 5α, Πιν. 2). Όπως αναφέρθηκε, σ' όλες τις μεταχειρίσεις, ο αριθμός αδελφιών έφθασε το μέγιστο κατά την τελευταία δειγματοληψία (30.4-33.3, Πίν. 2). Οι αριθμοί αυτοί θεωρούνται μικροί αλλά μπορούν να δικαιολογηθούν για την πρώτη χρονιά της εγκατάστασης της φυτείας (Danalatos, 1996).

3.2.3 Αριθμός φύλλων

Ο αριθμός φύλλων της καλλιέργειας αποτελεί φυσιολογικό χαρακτηριστικό, και μαζί με άλλα χαρακτηριστικά φυλλικής επιφάνειας και μάζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μελλοντικά μοντέλα ανάπτυξης του Μίσχανθου. Η έκπτυξη νέων φύλλων του Μίσχανθου στο χρόνο παρουσιάζεται στο Σχήμα 6. Κατά τη μεταφύτευσή τους (6/4/98) τα φυτάρια είχαν 1-2 φυλλάρια.



Σχήμα 6. Η μεταβολή των φύλλων με το χρόνο για τρεις διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού (D1=667, D2=1000, D3=2000 φυτά / στρέμμα, 6α) και δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0=5, N2=10 kg N /στρέμμα, 6β) κατά το πρώτο έτος καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

Κατά την πρώτη δειγματοληψία (22/5/98) ο μέσος αριθμός φύλλων είχε φθάσει τα 5 (Πίν. 3, Σχ. 6α). Στη συνέχεια και μέχρι το τέλος Αυγούστου η έκπτυξη νέων φύλλων παρουσίασε περίπου σταθερό ρυθμό ανεξάρτητο από την αζωτούχο λίπανση και την πυκνότητα φύτευσης, για να φθάσει στις 25/8/98 περί τα 10 φύλλα και ένα μήνα αργότερα τα 11 φύλλα, οπότε και δεν παρατηρήθηκε έκπτυξη νέων φύλλων. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο αριθμός φύλλων στο Σχ. 6 και Πίν. 3 είναι ο ολικός και περιλαμβάνει κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου και τα ξηρά φύλλα που βρίσκονταν στο στέλεχος.

Πίνακας 3. Μετρημένος ολικός αριθμός φύλλων Μίσχανθου για τρεις πυκνότητες φύτευσης (D1,D2,D3) και δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (N0,N1) στο Βελεστίνο το 1998.

Ημερ/νια	D1 (αραιή)	D2	D3 (πυκνή)	Ε.Σ.Δ.	N0	N1	Ε.Σ.Δ.
22/05/98	5.0	4.7	5.0	ns	---	---	ns
29/05/98	5.5	5.3	5.2	ns	---	---	ns
16/06/98	6.2	6.2	6.2	ns	---	---	ns
01/07/98	7.3	7.7	7.4	ns	7.4	7.5	ns
15/07/98	7.8	8.5	8.4	ns	8.3	8.2	ns
04/08/98	9.2	9.8	9.8	ns	9.7	9.5	ns
25/08/98	9.6	10.9	10.2	ns	10.2	10.2	ns
25/09/98	10.5	11.8	11.2	ns	11.2	11.1	ns
29/10/98	10.8	11.6	11.2	ns	11.3	11.1	ns

3.2.4 Σχέση μεταξύ φυτικών χαρακτηριστικών και βιομάζας ανά φυτό

Κατά τις δύο δειγματοληψίες-κοπές στις 5/8, 29/10 και την τελική συγκομιδή στις 16/11/1998 μετρήθηκε το ύψος φυτών και ο αριθμός αδελφιών σε έναν αριθμό φυτών που επιλέχθηκε τυχαία στον αγρό και περικλείει φυτά διαφόρου ύψους για να μελετηθεί αν υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω χαρακτηριστικών με την παραγόμενη βιομάζα. Στο Παράρτημα Β (Αναλυτικά αποτελέσματα μετρήσεων) παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα αυτά. Στον

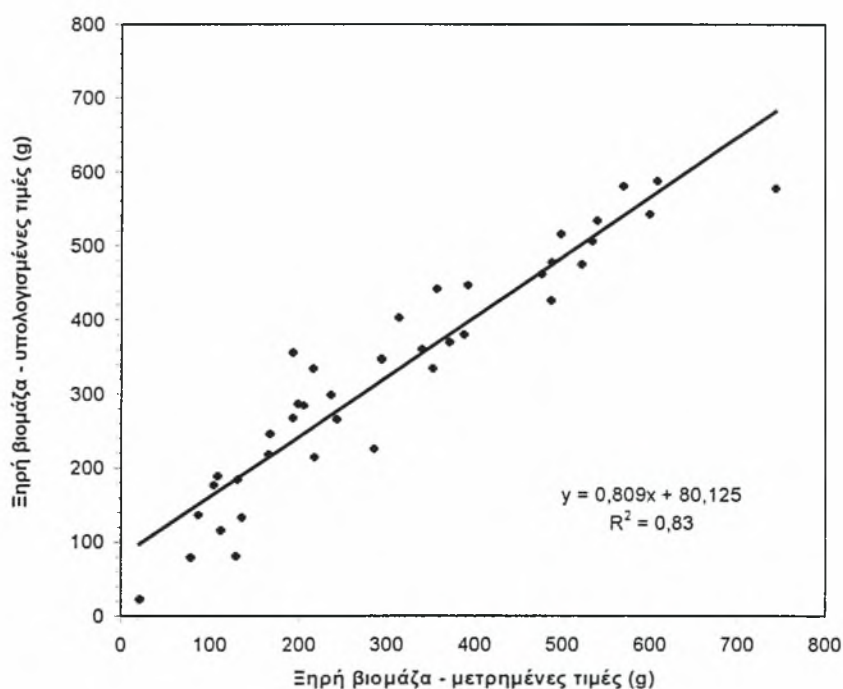
Πιν. 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης των δεδομένων αυτών.

Πίνακας 4. Ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης του ολικού ξηρού βάρους (g) ανά φυτό με το ύψος (cm) και τον αριθμό αδελφιών καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο το 1998.

Μεταβλητή	Συντελεστής	Τυπ. Σφάλμα	Τα-κριτ.	Μερ. συντ. Συσχ.	R ²
X0	-335.9092	60.76641	-5.527877	---	---
X1 (ύψος)	2.736043	0.53102	5.152405	0.3930	0.1119
X2 (αρ. αδελφ.)	8.511262	1.65067	5.157060	0.3934	0.1121

Πηγή Παράλλαξης	ΑΘΡ. ΤΕΤΡ.	Β.Ε.	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡ.
Συμμεταβολής	1548425	2	774212.5
Αποκλίσεων	323415.6	41	7788.186
Ολική	1871841	43	43531.18

R² = 0.83 F-test = 98.15 Τυπικό Σφάλμα Συμμεταβολής



Σχήμα 7. Σύγκριση μετρημένων και υπολογισμένων τιμών ολικής (εναέριας) ξηρής βιομάζας (g) ανά φυτό του Μίσχανθου με τη χρήση της εξίσωσης (1).

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, η ξηρή βιομάζα ανά φυτό μπορεί σε μεγάλο βαθμό (83%) να εκτιμηθεί από το ύψος φυτού και τον αριθμό αδελφιών του Μίσχανθου. Αυτό φαίνεται παραστατικά και στο Σχήμα 7 που συγκρίνονται μετρημένες τιμές ξηρής βιομάζας ανά φυτό του Μίσχανθου με τιμές που έχουν υπολογιστεί με την εξίσωση:

$$\text{Ξηρή Βιομάζα (g)/φυτό} = -335.9 + 2.736 * \text{Ύψος φυτού (cm)} + 8.5126 * \text{Αδέλφια/φυτό} \quad (1)$$

Η εξίσωση (1) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια κατά προσέγγιση εκτίμηση της μεταβολής της βιομάζας του Μίσχανθου στο χρόνο για τις διάφορες μεταχειρίσεις με βάση τα μετρημένα δεδομένα ύψους και αριθμού αδελφιών (Πίνακες 1 και 2). Αυτό θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο για λόγους σύγκρισης της αύξησης της καλλιέργειας κατά την πρώτη αυτή καλλιεργητική περίοδο (όπου δεν ήταν επιτρεπτές δειγματοληψίες κοπές – distracting samplings) με τους ρυθμούς αύξησης που θα προκύψουν κατά τις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους.

3.2.5 Φυτικά χαρακτηριστικά και τελική απόδοση κατά την συγκομιδή

Στον Πίνακα 5 συνοψίζονται οι μέσες τιμές ανά μεταχείριση των φυτικών χαρακτηριστικών του Μίσχανθου και της τελικής απόδοσης κατά την τελευταία δειγματοληψία-συγκομιδή της καλλιέργειας που πραγματοποιήθηκε στις 16 Νοεμβρίου 1998. Τα πλήρη αναλυτικά αποτελέσματα ανά επανάληψη καθώς και η στατιστική τους επεξεργασία δίδονται στα Παραρτήματα Β και Γ.

Πίνακας 5. Μετρημένες τιμές χαρακτηριστικών της καλλιέργειας Μίσχανθου στο Βελεστίνο κατά τη τελική συγκομιδή της 16/11/98 (πρώτη καλλιεργητική περίοδος).

Χαρακτηριστικό	D1 (αραιή)	D2	D3 (πυκνή)	Ε.Σ.Δ.	N0	N1	Ε.Σ.Δ.
Αριθμός αδελφιών	30.4	33.3	30.6	ns	30.0	32.8	ns
Πάχος βλαστών	9.3	8.3	8.5	0.8*	8.6	8.8	ns
Ξηρή / υγρή βιομάζα	0.430	0.430	0.446	ns	0.429	0.442	ns
Βλαστοί / ολ. Βάρος	0.453	0.455	0.502	ns	0.463	0.476	ns
Φύλλα (kg ξ.ο. /στρ)	134.3	223.9	373.8	84.48***	226.1	261.9	ns
Βλαστοί (kg ξ.ο./στρ)	111.6	192.8	385.1	95.31***	206.0	253.7	ns
Ολικό βάρος (kg ξ.ο/στρ)	232.8	416.7	758	182.4***	425.4	513.4	ns

Όπως προκύπτει από τον Πιν. 5, ο αριθμός αδελφιών έφθασε τελικά τα 33 στην μεσαία πυκνότητα φύτευσης (D2) ενώ στις υπόλοιπες πυκνότητες ήταν ελαφρώς μικρότερος (βλ. περί τα 30,5, Πιν. 5), χωρίς η διαφορά αυτή να αποδειχθεί στατιστικά σημαντική ($P=0.05$). Επίσης μη σημαντική ήταν η διαφορά του αριθμού αδελφιών στις δύο μεταχειρίσεις λίπανσης παρά το γεγονός της ελαφριάς υπεροχής της μεγαλύτερης λίπανσης (Πιν. 5). Ο τελικός αριθμός αδελφιών της καλλιέργειας ήταν κατά μέσο όρο 31.4, ελαφρά μικρότερος σε σύγκριση με προηγούμενες καλλιέργειες Μίσχανθου (πρώτη καλλιεργητική περίοδος) στην Β. Ελλάδα (Danalatos, 1996) αλλά αρκετά μεγαλύτερος από άλλες φυτείες Μίσχανθου στην Κ. Ευρώπη (Jones, *et al.*, 1990).

Η διάμετρος στη βάση του στελέχους έφθασε στη μεταχείριση (D1) περί τα 9,3 mm, στην μεταχείριση (D2) περί τα 8.3 mm, και στην πυκνή μεταχείριση (D3) περί τα 8,5 mm. Ενώ η μεταχείριση (D1) παρουσίασε μεγαλύτερη διάμετρο βάσης στελέχους και από τις δύο μεταχειρίσεις, προέκυψε διαφορά στατιστικώς σημαντική μόνο σε σχέση με την (D2) (Πιν. 5). Τα δεδομένα αυτά θεωρούνται σημαντικά για την χρήση του φυτού για διάφορες χρήσεις όπως καύση αλλά και ως μονωτικό ή κατασκευαστικό υλικό. Αντίθετα με την πυκνότητα φύτευσης, η λίπανση δεν φάνηκε να έχει καμία επίδραση στο πάχος των βλαστών.

Η υγρασία της φυτικής μάζας είναι επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό, ιδιαίτερα για την συγκομιδή, αποθήκευση, τεμαχισμό αλλά και καύση του υλικού. Κατά την τελευταία δειγματοληψία ο λόγος συνολικής ξηρής ως προς την χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε γύρω στο 44% ανεξάρτητα από την πυκνότητα φύτευσης και την αζωτούχο λίπανση (Πιν. 5).

Σημαντικά μεγαλύτερη απόδοση βιομάζας ($P=0.001$) βρέθηκε στην πυκνή μεταχείριση, όπου συγκομίστηκαν τελικά περί τα 760 κιλά ξηρής ουσίας ανά στρέμμα. Η απόδοση αυτή θεωρείται ικανοποιητική για την πρώτη χρονιά της εγκατάστασης της καλλιέργειας. Σημαντικά μικρότερη είναι η παραγωγικότητα της μεταχείρισης D2 (1000 φυτά ανά στρέμμα) που έφθασε τα 420 κιλά ξ.ο. ανά στρέμμα, ενώ η αραιή φυτεία (D1, 667 φυτά/ στρ.) μόλις έφθασε τα 230 κιλά ανά στρέμμα (Πιν. 5). Η απόδοση αυτή θεωρείται εξαιρετικά μικρή, αν και το θέμα αυτό χρειάζεται περαιτέρω έρευνα του λόγου κόστους – απόδοσης κατά την πρώτη όσο και τις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους. Τα στοιχεία

του Πίν. 5 φανερώνουν επίσης υπεροχή της μεγαλύτερης λίπανσης στην τελική παραγωγή βιομάζας (513 και 425 kg/στρ. για N1 και N2, αντίστοιχα) αλλά αυτό δεν επαληθεύεται στατιστικά. Ο λόγος βλαστού / ολικό ξηρό βάρος ήταν σταθερός και περί το 49% για τις δύο μεταχειρίσεις λίπανσης, ενώ κυμάνθηκε ελαφρά μεταξύ 46 και 50% στις διαφορετικές μεταχειρίσεις πληθυσμού φυτών, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίν. 5).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ., 1995. Γενική Γεωργία. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής. Βόλος, 224 σελ.
2. Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ., 1997. Ειδική Γεωργία. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής. Βόλος, 239 σελ.
3. Dalianis, C., M. Christou, Ch. Sooter, and S. Kyritsis, 1994. *Miscanthus sinensis giganteus* under Greek conditions, in Biomass for Energy end Industry, eds. Hallet *et al.*(Bochum Germany : Ponte Press, 1994):1229-1234.
4. Danalatos, N.G., C. Dalianis, and S. Kyritsis, 1996. Growth and biomass productivity of *Miscanthus sinensis x giganteus* under optimum cultivation management in north-eastern Greece. In Chartier *et al.* (Eds.): Biomass for Energy and the Environment. Pergamon Press, UK, 548-553.
5. Danalatos, N.G., C. Dalianis, and S. Kyritsis, 1997. Influence of fertilisation and irrigation on the growth and biomass productivity of *Miscanthus sinensis giganteus* under Greek conditions. International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Braunschweig 22-28 June 1997.
6. Fernando, A., P. Duarte & J. Oliveira, 1997. Bioremediation of contaminated soils by *Miscanthus sinensis giganteus*. International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Braunschweig 22-28 June 1997.
7. Horvey, J. J., 1991. Narrative account of visit to Bavaria to study *Miscanthus* for biomass. (ADAS internal document). ADAS Starcross, Exeter, England. 16pp.
8. Jones, M. B., S. McCarthy, R. Keane and C. Halbert 1996. *Miscanthus* productivity network. *Miscanthus Net Work Overview & Results to Date*. Trinity College, Dublin, 15pp.
9. Κ.Α.Π.Ε.,1998. Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα. Πικέρμι,42 σελ.
10. Knoblouch, F., K. Tychsen, J. Kjeldsen, 1991. *Miscanthus sinensis "Giganteus"* (elefantgraes). Landbrug Gron Viden 85, 6pp. [English version

entitled 'Manual for Growing *Miscanthus sinensis* "Giganteus" '. Danish Research Service for Plant and Soils Science, Institute of Landscape Plants, Hornum, Denmark, Dk-9600 Ars. 5pp.].

11. Nielsen, N. P., 1987. The productivity of *Miscanthus sinensis* "Giganteus" on different soils types. Saettryk af Tidsskrift for Planteavl 91: 275-281.

12. Rutheford, I. & M. Heath, 1992. The potential of *Miscanthus* as a fuel crop. Adas, Food, Farming, Land & Leisure. Crown, 180 pp.

13. Sloth, A., 1986. Production of plant fibres from elephant grass. Tidsskrift for Landkomomi 2, 113-116. [Institute of Landscape Plants, Hornum, Denmark.]

14. Ventury, P., W. Huisman and A. Atzema, 1997. The effect of harvest of *Miscanthus x giganteus* on available harvest time. International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Braunschweig 22-28 June 1997.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ (Σταθμός : Φυτόκου, Βόλου, Ύψος:31 m)

Α.1 Ημερήσια δεδομένα

Ημερομηνία	Ημέρα	T _{max} (°C)	T _{min} (°C)	Prec (mm/d)
980401	091	14	01	0
980402	092	17	05	0
980403	093	20	07	0
980404	094	21	07	0
980405	095	22	07	0
980406	096	21	09	0
980407	097	19	10	0
980408	098	23	10	0
980409	099	29	12	0
980410	100	24	17	0
980411	101	21	13	0
980412	102	25	10	0
980413	103	26	10	0
980414	104	21	13	0
980415	105	19	08	0
980416	106	18	07	0
980417	107	21	10	0
980418	108	23	10	0
980419	109	20	10	0
980420	110	21	07	0.1
980421	111	21	07	0
980422	112	19	09	0
980423	113	19	07	0
980424	114	13	08	3.1
980425	115	14	07	1.7
980426	116	14	07	0.4
980427	117	24	08	0
980428	118	21	07	0
980429	119	15	11	0.3
980430	120	20	08	0
980501	121	22	09	0
980502	122	22	12	0
980503	123	22	13	0
980504	124	28	14	0
980505	125	25	08	0
980506	126	22	11	3.2
980507	127	22	11	0
980508	128	22	11	0
980509	129	16	12	49.8
980510	130	14	12	17.2
980511	131	15	12	6.0
980512	132	22	14	0
980513	133	22	12	0
980514	134	24	12	0
980515	135	18	14	0
980516	136	21	13	0.2
980517	137	18	13	6.9
980518	138	20	13	12.0
980519	139	16	09	10.8

980520	140	22	11	0
980521	141	24	12	0
980522	142	24	12	0.1
980523	143	23	10	0.5
980524	144	21	12	0.6
980525	145	21	08	0
980526	146	24	18	0
980527	147	25	16	0
980528	148	25	15	0
980529	149	22	15	5.4
980530	150	24	14	0
980531	151	25	09	0
980601	152	31	17	0
980602	153	27	17	0
980603	154	26	16.5	0
980604	155	26	16	0
980605	156	27	17	0
980606	157	26.5	17.5	0
980607	158	29	18	0
980608	159	31	14	0
980609	160	28	19	3.0
980610	161	26.5	16	0
980611	162	29	18	0
980612	163	30.5	20	0
980613	164	28.5	20	0
980614	165	27.5	15	0
980615	166	30	15	0
980616	167	28	15	0
980617	168	28	17	0
980618	169	29.5	19	0
980619	170	26.5	19.5	0
980620	171	25	19	0
980621	172	27	18	0
980622	173	32	19	0
980623	174	32	20	0
980624	175	31	19	0
980625	176	30	19	0
980626	177	29.5	20	0.1
980627	178	28	20	0.1
980628	179	29	19	0
980629	180	31	20	0
980630	181	31	20	0
980701	182	32	22	0
980702	183	36	21	0
980703	184	41	22	0
980704	185	39	25	0
980705	186	28	21	0
980706	187	30	20	0
980707	188	30	20	0
980708	189	36	20	0.1
980709	190	25	20	0.3
980710	191	25	16	0
980711	192	28	17	0
980712	193	32	18	0
980713	194	31	20	0
980714	195	31	20	0
980715	196	32	20	0.1
980716	197	32	24	0

980717	198	28	20	0
980718	199	31	20	0
980719	200	29	19	0
980720	201	30	19	0
980721	202	28	18	0
980722	203	33	18	0
980723	204	34	22	0
980724	205	34	23	0
980725	206	33	22	0
980726	207	35	22	0
980727	208	33	22	0
980728	209	34	24	0
980729	210	33	22	0
980730	211	31	22	0
980731	212	31	22	0
980801	213	32	22	0
980802	214	34	19	0
980803	215	38	21	0
980804	216	39	24	0
980805	217	36	25	0
980806	218	34	23	0
980807	219	31	26	0
980808	220	29	21	0
980809	221	31	21	0
980810	222	33	18	0
980811	223	31	24	0
980812	224	29	22	0
980813	225	28	20	0
980814	226	28	17	0
980815	227	30	20	0
980816	228	33	21	0
980817	229	34	19	0
980818	230	28	21	0
980819	231	29	19	0
980820	232	30	20	0
980821	233	30	20	0
980822	234	34	22	0
980823	235	34	22	0
980824	236	34	16	0
980825	237	31	21	0
980826	238	30	23	0
980827	239	29	21	0
980828	240	30	21	0
980829	241	31	21	14.1
980830	242	28	20	0
980831	243	31	15	0
980901	244	28	18	0
980902	245	28	16	0
980903	246	27	17	0
980904	247	28	18	0
980905	248	26.5	18	0
980906	249	25	20	0
980907	250	30	15	0
980908	251	26	19	0
980909	252	26	19	0
980910	253	26	19	0
980911	254	26	18	0
980912	255	27	16	0

980913	256	29	18	4.2
980914	257	29	13	0
980915	258	29	08	0.7
980916	259	25	15	0
980917	260	25	14	0
980918	261	26	15.5	3.7
980919	262	19.5	13.5	0.2
980920	263	22	13	0
980921	264	27	13	4.3
980922	265	24	15	0
980923	266	24	17	0
980924	267	23	17	0
980925	268	23	13	0
980926	269	24.5	15	0
980927	270	27	15	0
980928	271	28	12	0
980929	272	24.5	16	1.0
980930	273	27	15	0
981001	274	27	10	0
981002	275	27	10	0
981003	276	24	18	1.8
981004	277	25	10	0
981005	278	27	11	0
981006	279	25	09	0
981007	280	24	10	1.4
981008	281	22	11	0.1
981009	282	23	10	0
981010	283	26	09	0
981011	284	26	11	0
981012	285	26	10	0
981013	286	24	11	0.7
981014	287	15	10	3.8
981015	288	16	09	1.6
981016	289	21	08	0
981017	290	21	11	0
981018	291	21	11	0
981019	292	21	12	0
981020	293	23	13	0
981021	294	24	13	0
981022	295	18	10	0
981023	296	18	09	0.2
981024	297	19	11	0
981025	298	20	11	0
981026	299	18	08	4.4
981027	300	15	09	7.3
981028	301	26	06	0
981029	302	22	11	0
981030	303	22	12	0
981031	304	22	11	0
981101	305	20	05	0
981102	306	22	03	0
981103	307	18	06	0
981104	308	19	06	0
981105	309	19	08	0
981106	310	19	08	0
981107	311	15	01	0
981108	312	08	04	0
981109	313	10	04	5.8

981110	314	11	01	0
981111	315	11	01	0.1
981112	316	12	05	2.2
981113	317	12	02	0.5
981114	318	08	03	5.4
981115	319	13	01	0
981116	320	17	00	0
981117	321	15	05	0.5
981118	322	13	08	0
981119	323	13	03	3.7
981120	324	10	06	39.7
981121	325	13	07	0
981122	326	12	08	1.4
981123	327	16	06	29.0
981124	328	15	05	0
981125	329	14	07	0
981126	330	14	07	10.8
981127	331	16	05	10.0
981128	332	13	08	37.7
981129	333	12	06	1.7
981130	334	11	05	0

Παράρτημα Α (συνέχεια)

Α. 2 Μέσες τιμές θερμοκρασίας ανά δεκαήμερο και μηνιαίες βροχοπτώσεις κατά την περίοδο Απριλίου-Νοεμβρίου 1998

Μήνας	Θερμοκρασία (°C)			Βροχή (mm)
	1 ^ο 10/μερο	2 ^ο 10/μερο	3 ^ο 10/μερο	
Απρίλιος	15,2(14,9)	12,7(16,3)	12,9(17,9)	05,6(28)
Μάιος	16,4(19,5)	16,0(21,0)	18,1(22,5)	112,7(37)
Ιούνιος	22,3(23,9)	23,0(25,1)	24,7(26,0)	03,2(27)
Ιούλιος	27,0(26,9)	25,0(27,4)	27,2(27,3)	00,4(15)
Αύγουστος	27,8(27,2)	25,1(26,5)	28,2(25,0)	14,1(10)
Σεπτέμβριος	22,4(23,6)	20,5(22,1)	20,0(20,6)	23,1(33)
Οκτώβριος	17,9(19,0)	16,1(17,5)	15,1(15,8)	21,3(51)
Νοέμβριος	10,3(14,3)	08,5(12,9)	10,0(11,5)	148,5(51)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Β. 1. Αριθμός φύλλων

Δειγματοληψία 22-05-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	5	5	5
2	6	6	5
3	4	4	5
4	5	4	5

D1=5.0 D2=4.8 D3=5.0

Δειγματοληψία 29-05-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	7.3	6.8	6.0
2	5.8	5.5	6.6
3	4.6	4.2	4.7
4	4.3	4.5	3.5

D1=5.5 D2=5.3 D3=5.2

Δειγματοληψία 16-06-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	6.6	6.1	6.4
2	6.2	6.8	6.7
3	6.2	5.7	6.2
4	5.8	6.3	5.6

D1=6.2 D2=6.2 D3=6.2

Δειγματοληψία 01-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	8.2	8.0	8.4	7.7	7.7	7.6
2	8.0	7.3	8.6	8.6	7.7	8.4
3	7.3	6.8	6.1	6.7	6.4	6.4
4	6.7	5.9	7.4	8.3	6.6	8.0
M.O	7.6	7.0	7.6	7.8	7.1	7.6
C.V%	9.1	12.6	15.1	10.7	9.8	11.4

D1=7.3 D2=7.7 D3=7.4 N₀=7.4 N₁=7.5

Δειγματοληψία 15-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	8.2	8.3	8.9	7.9	8.3	7.7
2	9.0	8.3	9.4	8.8	8.4	9.4
3	7.9	7.3	6.9	7.2	8.3	8.2
4	7.0	6.6	9.4	9.2	7.8	9.1
M.O	8.0	7.6	8.6	8.3	8.2	8.6
C.V%	10.3	10.9	13.8	10.8	3.3	9.2

D1=7.8 D2=8.5 D3=8.4 N₀=8.3 N₁=8.2

Δειγματοληψία 04-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	10.2	10.0	11.2	9.7	10.4	9.7
2	10.3	9.7	10.6	11.2	10.0	11.2
3	8.3	8.3	8.1	7.4	8.8	8.7
4	8.7	7.9	10.0	10.2	9.0	10.5
M.O	9.4	9.0	10.0	9.6	9.6	10.0
C.V%	10.9	11.5	13.5	16.8	8.1	10.7

D1=9.2 D2=9.8 D3=9.8 N₀=9. N₁=9.5

Δειγματοληψία 25-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	10.9	11.5	13.0	11.4	10.9	10.1
2	9.8	9.7	11.0	12.0	9.9	12.3
3	10.3	8.0	8.2	9.7	9.0	9.9
4	9.8	6.4	11.0	10.9	8.6	10.9
M.O	10.2	8.9	10.8	11.0	9.6	10.8
C.V%	5.1	24.6	10.3	8.9	10.6	10.1

D1=9.6 D2=10.9 D3=10.2 N₀=10.2 N₁=10.2

Δειγματοληψία 25-09-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	10.6	11.8	12.8	12.3	11.1	10.3
2	11.7	11.4	12.3	12.9	11.3	12.5
3	10.4	10.1	10.0	10.4	11.0	10.9
4	10.6	7.1	11.3	12.5	10.7	11.5
M.O	10.8	10.1	11.6	12.0	11.0	11.3
C.V%	5.5	21.1	10.6	9.2	2.3	8.3

D1=10.5 D2=11.8 D3=11.2 N₀=11.2 N₁=11.1

Δειγματοληψία 29-10-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	11.2	12.3	13.8	11.7	11.7	10.6
2	11.7	11.4	11.9	12.3	10.6	12.6
3	10.7	10.2	10.0	10.4	10.9	11.0
4	11.0	7.5	11.0	11.7	10.7	11.1
M.O	11.2	10.4	11.7	11.5	11.0	11.4
C.V%	3.8	20.2	13.8	7.0	4.6	7.1

D1=10.8 D2=11.6 D3=11.2 N₀=11.3 N₁=11.1

Β. 2. Ύψος φυτών

Δειγματοληψία 22-05-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	0.4	0.4	0.4
2	0.3	0.3	0.3
3	0.1	0.1	0.1
4	0.1	0.1	0.1

D1=0.2 D2=0.2 D3=0.2

Δειγματοληψία 29-05-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	0.4	0.4	0.4
2	0.4	0.4	0.4
3	0.2	0.2	0.2
4	0.2	0.3	0.2

D1=0.3 D2=0.3 D3=0.3

Δειγματοληψία 16-06-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	0.7	0.8	0.7
2	0.8	0.9	0.8
3	0.5	0.6	0.5
4	0.3	0.6	0.3

D1=0.7 D2=0.7 D3=0.6

Δειγματοληψία 01-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9
2	0.9	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1
3	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
4	0.6	0.5	0.8	0.9	0.9	0.8
M.O	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9
C.V%	19.4	25.5	22.5	18.1	11.8	19.5

D1=0.8 D2=0.9 D3=0.8 N₀=0.8 N₁=0.8

Δειγματοληψία 15-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2
3	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8
4	0.8	0.5	1.0	1.0	0.7	1.0
M.O	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0
C.V%	15.4	32.8	18.2	16.3	19.4	16.3

D1=0.9 D2=1.1 D3=1.0 N₀=1.0 N₁=1.0

Δειγματοληψία 04-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2
3	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8
4	0.8	0.5	1.0	1.0	0.7	1.0
M.O	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0
C.V%	15.4	32.8	18.2	16.3	19.4	16.3

D1=1.1 D2=1.3 D3=1.2 N₀=1.2 N₁=1.2

Δειγματοληψία 25-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.5	1.5	1.8	1.6	1.7	1.5
2	1.6	1.5	1.8	1.8	1.5	1.9
3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.4	1.3
4	1.3	0.7	1.5	1.5	1.3	1.5
M.O	1.4	1.2	1.6	1.5	1.5	1.5
C.V%	10.5	30.8	18.2	13.4	11.6	16.2

D1=1.3 D2=1.6 D3=1.5 N₀=1.5 N₁=1.5

Δειγματοληψία 25-09-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.6	1.5	2.0	1.7	1.8	1.6
2	1.7	1.7	1.9	1.9	1.7	1.9
3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.5	1.4
4	1.4	0.9	1.7	1.8	1.4	1.6
M.O	1.5	1.4	1.7	1.7	1.6	1.6
C.V%	9.8	25.3	20.9	15.7	11.4	12.7

D1=1.4 D2=1.7 D3=1.5 N₀=1.6 N₁=1.6

Δειγματοληψία 29-10-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.5	1.6	2.0	1.7	1.7	1.5
2	1.7	1.7	1.8	1.1	1.4	1.9
3	1.3	1.3	1.1	1.3	1.5	1.5
4	1.5	1.0	1.6	1.7	1.4	1.6
M.O	1.5	1.4	1.6	1.4	1.5	1.6
C.V%	10.9	22.6	23.7	20.7	9.4	11.6

D1=1.5 D2=1.7 D3=1.5 N₀=1.6 N₁=1.5

Β. 3. Αριθμός αδελφιών

Δειγματοληψία 16-06-98

Επαν.	D1	D2	D3
1	4.2	4.0	4.0
2	4.5	4.9	4.2
3	2.6	2.8	3.4
4	3.3	3.7	3.2

D1=3.6 D2=3.8 D3=3.7

Δειγματοληψία 01-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	6.1	7.3	9.8	6.0	6.3	4.7
2	7.3	8.0	7.8	8.2	5.0	7.4
3	4.2	3.1	3.5	4.4	3.9	5.0
4	4.0	3.0	6.3	6.3	4.0	6.2
M.O	5.4	5.4	6.8	6.2	4.8	5.8
C.V%	29.3	49.9	38.7	25.1	23.2	21.2

D1=5.4 D2=6.5 D3=5.3 N₀=5.7 N₁=5.8

Δειγματοληψία 15-07-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	10.2	9.8	13.7	9.5	9.2	7.3
2	11.2	10.1	11.0	10.3	8.3	9.8
3	5.6	4.9	5.6	6.3	5.8	6.2
4	6.4	4.4	10.6	9.0	6.5	9.0
M.O	8.4	7.3	10.2	8.8	7.4	8.1
C.V%	33.1	42.0	33.0	19.7	21.1	20.1

D1=7.8 D2=9.5 D3=7.8 N₀=8.7 N₁=8.1

Δειγματοληψία 04-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	15.4	13.4	16.3	13.9	11.0	11.0
2	15.4	14.9	13.6	15.3	10.9	11.0
3	11.7	8.7	10.2	7.3	10.0	9.1
4	7.7	6.4	14.1	12.6	9.1	11.0
M.O	12.5	10.8	13.5	12.8	10.2	10.5
C.V%	29.3	36.6	18.6	27.3	8.7	9.0

D1=11.7 D2=12.9 D3=10.4 N₀=12.1 N₁=11.2

Δειγματοληψία 25-08-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	21.0	20.3	20.4	17.3	13.2	12.0
2	19.1	18.9	17.3	19.6	16.1	14.0
3	15.1	12.8	15.2	13.6	12.0	9.2
4	16.7	5.6	17.0	17.2	13.1	14.5
M.O	18.0	14.4	17.5	16.9	13.6	12.4
C.V%	14.5	46.5	12.3	14.6	12.9	19.4

D1=16.2 D2=17.2 D3=13.0 N₀=16.4 N₁=14.6

Δειγματοληψία 25-09-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	33.0	28.3	30.1	29.0	17.3	16.4
2	27.6	28.1	32.0	36.9	21.1	24.1
3	29.2	22.7	27.8	26.4	22.3	23.1
4	29.0	19.8	30.6	32.8	25.8	26.1
M.O	29.7	24.7	30.1	31.3	21.6	22.4
C.V%	7.8	16.9	5.8	14.6	16.2	18.8

D1=27.2 D2=30.7 D3=22.0 N₀=27.2 N₁=26.1

Δειγματοληψία 29-10-98

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	38.2	35.9	32.8	29.9	19.2	17.0
2	28.4	30.7	30.8	38.4	22.0	25.8
3	29.7	21.2	28.0	28.1	23.6	24.6
4	32.6	20.6	30.8	33.2	26.8	26.3
M.O	32.2	27.1	30.6	32.4	22.9	23.4
C.V%	13.5	27.5	6.4	13.9	13.8	18.5

D1=29.7 D2=31.5 D3=23.2 N₀=28.6 N₁=27.6

B. 4. Αναλύσεις κοπής

4.1 Ύψος φυτών

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	1.45	1.68	1.90	1.80	1.92	1.99
2	1.87	1.97	1.97	1.98	1.81	2.10
3	1.20	1.49	1.00	1.41	1.52	1.45
4	1.60	1.34	1.78	1.85	1.55	1.79
M.O	1.53	1.62	1.66	1.76	1.70	1.83
C.V%	18.32	16.76	27.02	13.94	11.53	15.60

D1=1.58 D2=1.71 D3=1.77 N₀=1.63 N₁=1.74

4.2 Αριθμός αδελφιών

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	24.0	30.0	42.0	34.0	17.0	36.0
2	42.0	44.0	45.0	30.0	37.0	28.0
3	23.0	35.0	28.0	23.0	22.0	32.0
4	23.0	22.0	34.0	30.0	23.0	50.0
M.O	28.0	32.7	37.3	29.3	24.8	36.5
C.V%	33.4	28.1	20.7	15.6	34.6	26.2

D1=30.4 D2=33.3 D3=30.6 N₀=30.0 N₁=32.8

4. 3 Πάχος βλαστών

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	9.5	8.9	8.7	9.6	8.8	8.9
2	10.5	9.7	8.6	9.3	9.3	9.3
3	7.3	9.6	6.1	7.0	7.6	8.2
4	9.4	9.6	8.6	8.7	9.0	7.1
M.O	9.2	9.5	8.0	8.7	8.7	8.4
C.V%	14.5	3.9	15.8	13.4	8.6	11.5

D1=9.3 D2=8.3 D3=8.5 N₀=8.6 N₁=8.8

4. 4 FRS (ξηρό βλαστών/ξηρό ολικό)

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	0.402	0.400	0.446	0.458	0.500	0.486
2	0.470	0.516	0.476	0.440	0.516	0.516
3	0.386	0.487	0.368	0.447	0.514	0.481
4	0.536	0.428	0.484	0.517	0.465	0.540
M.O	0.448	0.457	0.443	0.465	0.498	0.505
C.V%	15.349	11.626	11.946	7.553	4.732	5.452

D1=0.453 D2=0.455 D3=0.502 N₀=0.463 N₁=0.476

4. 5 Ολικό (ξηρό/υγρό)

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	0.475	0.522	0.534	0.465	0.494	0.501
2	0.476	0.492	0.467	0.521	0.500	0.500
3	0.347	0.394	0.323	0.353	0.370	0.386
4	0.352	0.383	0.391	0.382	0.417	0.400
M.O	0.412	0.447	0.428	0.430	0.445	0.446
C.V%	17.664	15.581	21.357	17.882	14.114	13.975

D1=0.430 D2=0.430 D3=0.446 N₀=0.429 N₁=0.442

4. 6 Ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρ)

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	153.9	154.7	381.9	212.0	357.5	509.4
2	189.9	240.1	318.3	265.8	502.8	469.0
3	44.1	156.5	103.5	91.9	186.9	223.5
4	72.9	62.8	183.8	234.5	219.0	522.9
M.O	115.2	153.5	246.8	201.0	316.5	431.2
CV%	59.1	40.8	51.8	37.8	45.6	32.5

D1=134.3 D2=223.9 D3=373.8 N₀=226.1 N₁=261.9

4. 7 Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρ)

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	103.6	103.2	307.5	179.1	351.2	482.6
2	168.7	256.5	289.2	208.8	537.1	501.0
3	27.7	120.3	60.1	74.3	198.1	207.2
4	84.4	47.1	172.4	251.0	190.3	613.8
M.O	91.6	131.7	207.3	178.3	319.2	451.1
CV%	63.4	67.4	55.4	42.2	51.0	38.2

D1=111.6 D2=192.8 D3=385.1 N₀=206.0 N₁=253.7

4. 8 Ξηρό ολικό (kg/στρ)

Επαν.	D1		D2		D3	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
1	161.8	257.9	689.4	391.1	702.4	993.0
2	359.0	497.1	607.5	474.6	1041.0	971.0
3	71.9	247.2	163.6	166.2	385.4	430.8
4	157.5	110.1	356.2	485.5	409.4	1136.8
M.O	187.5	278.1	454.1	379.3	634.6	882.9
CV%	64.8	57.8	42.8	39.0	48.3	35.1

D1=232.8 D2=416.7 D3=758 N₀=425.4 N₁=513.4

B.5 . Αναλυτικά αποτελέσματα των δύο δειγματοληψιών – κοπών**Κοπή 5-8-1998**

α/α	Ύψος (cm)	Χλωρό βάρος (g)	Ξηρό βάρος (g)	Φυλ. Επιφάνεια (cm ²)	αδέλφια
1	48	13.0	5.2	765	4
2	84	68.4	30.7	1883	6
3	90	67.2	29.2	2037	3
4	100	54.3	21.3	1810	10
5	121	345.8	128.7	7856	10
6	132	214.3	86.5	5065	13
8	134	300.4	111.7	6800	10
9	146	646.3	284.8	12690	19
10	164	850.0	338.7	16442	29

Κοπή 29-10-1998

α/α	Ύψος (cm)	Χλωρό βάρος (g)	Ξηρό βάρος (g)	Φυλ. Επιφάνεια (cm ²)	αδέλφια
1	100	46.7	19.1	609.8	7
2	105	173.7	77.9	2625.3	15
3	137	266.7	135.1	1616.8	11
4	145	484.2	216.6	5797.8	18
5	165	471.2	198.0	6990.6	20
6	167	707.4	312.4	6303.3	33
7	175	466.4	192.7	2561.7	25
8	183	1099.7	532.9	3050.3	40
9	190	656.0	293.0	4184.9	19
10	205	1662.1	793.7	7074.9	30

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΡΗΜΕΝΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ (ΑΝΟΒΑ)

Γ. 1 Αριθμός φύλλων

Δειγματοληψία 22-05-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.1667	2	0.0833	0.27	ns
Σφάλμα	1.8333	6	0.3055		
Σύνολο	2.0000				

Δειγματοληψία 29-05-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.2066	2	0.1033	0.31	ns
Σφάλμα	2.0000	6	0.3333		
Σύνολο	2.2066				

Δειγματοληψία 16-06-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.0016	2	0.0008	0.006	ns
Σφάλμα	0.7583	6	0.1263		
Σύνολο	0.7600				

Δειγματοληψία 1-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.9301	2	0.4651	0.86	ns
Σφάλμα	3.2564	6	0.5427		
B: λίπανση	0.0156	1	0.0152	0.08	ns
A*B	1.1698	2	0.5848	3.32	ns
Σφάλμα	1.5851	9	0.1761		

Δειγματοληψία 15-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	1.9753	2	0.9876	0.94	ns
Σφάλμα	6.2979	6	1.0496		
B: λίπανση	0.0933	1	0.0933	0.45	ns
A*B	0.8280	2	0.4140	2.00	ns
Σφάλμα	1.8634	9	0.2070		

Δειγματοληψία 4-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	1.6513	2	0.8256	1.19	ns
Σφάλμα	4.1418	6	0.6903		
B: λίπανση	0.1071	1	0.1071	0.31	ns
A*B	1.1403	2	0.5701	1.67	ns
Σφάλμα	3.0622	9	0.3402		

Δειγματοληψία 25-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	7.2937	2	3.6468	2.943	ns
Σφάλμα	7.4328	6	1.2388		
B:λίπανση	0.0073	1	0.0073	0.006	ns
A*B	6.3331	2	3.1665	2.493	ns
Σφάλμα	11.4296	9	1.2699		

Δειγματοληψία 25-09-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	7.2932	2	3.6466	2.661	ns
Σφάλμα	8.2202	6	1.3700		
B:λίπανση	0.0005	1	0.0005	0.006	ns
A*B	1.5632	2	0.7816	0.897	ns
Σφάλμα	7.8414	9	0.8712		

Δειγματοληψία 29-10-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	2.8930	2	1.4465	1.56	ns
Σφάλμα	5.5634	6	0.9272		
B:λίπανση	0.2397	1	0.2397	0.20	ns
A*B	1.3308	2	0.6654	0.56	ns
Σφάλμα	10.6295	9	1.1810		

Γ. 2 Ύψος φυτών

Δειγματοληψία 22-05-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	1350	2	675	9	*
Σφάλμα	450	6	75		
Σύνολο	1800				

Δειγματοληψία 29-05-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.0028	2	0.0014	1.05	ns
Σφάλμα	0.0081	6	0.0013		
Σύνολο	0.0110				

Δειγματοληψία 16-06-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.0193	2	0.0096	1.20	ns
Σφάλμα	0.0482	6	0.0080		
Σύνολο	0.0676				

Δειγματοληψία 1-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.0451	2	0.0225	1.94	ns
Σφάλμα	0.0697	6	0.0116		
B: λίπανση	0.0003	1	0.0003	0.06	ns
A*B	0.0152	2	0.0075	1.35	ns
Σφάλμα	0.0505	9	0.0056		

Δειγματοληψία 15-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.0521	2	0.0260	1.72	ns
Σφάλμα	0.0905	6	0.0150		
B: λίπανση	0.0039	1	0.0039	0.40	ns
A*B	0.0209	2	0.0104	1.06	ns
Σφάλμα	0.0887	9	0.0098		

Δειγματοληψία 4-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.1015	2	0.0507	2.94	ns
Σφάλμα	0.1036	6	0.0172		
B: λίπανση	0.0042	1	0.0042	0.50	ns
A*B	0.0221	2	0.0110	1.30	ns
Σφάλμα	0.0773	9	0.0085		

Δειγματοληψία 25-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.2444	2	0.1222	4.72	ns
Σφάλμα	0.1554	6	0.0259		
B: λίπανση	0.0045	1	0.0045	0.19	ns
A*B	0.0627	2	0.0313	1.32	ns
Σφάλμα	0.2148	9	0.0238		

Δειγματοληψία 25-09-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.2824	2	0.1412	3.12	ns
Σφάλμα	0.2716	6	0.0453		
B: λίπανση	0.0117	1	0.0117	0.16	ns
A*B	0.0576	2	0.0288	0.41	ns
Σφάλμα	0.6334	9	0.0703		

Δειγματοληψία 29-10-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A: πυκνότητα	0.1502	2	0.0751	1.74	ns
Σφάλμα	0.2592	6	0.0432		
B: λίπανση	0.0026	1	0.0026	0.09	ns
A*B	0.0498	2	0.0249	0.86	ns
Σφάλμα	0.2593	9	0.0288		

Γ. 3 Αριθμός αδελφιών

Δειγματοληψία 16-06-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.0866	2	0.0433	0.38	ns
Σφάλμα	0.6733	6	0.1122		
Σύνολο	0.7600				

Δειγματοληψία 1-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	7.6158	2	3.8079	2.21	ns
Σφάλμα	10.3341	6	1.7223		
B:λίπανση	0.0817	1	0.0817	0.05	ns
A*B	2.8057	2	1.4028	0.89	ns
Σφάλμα	14.0725	9	1.5636		

Δειγματοληψία 15-07-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	15.5422	2	7.7711	2.43	ns
Σφάλμα	19.1942	6	3.1990		
B:λίπανση	2.3433	1	2.3433	1.69	ns
A*B	4.8479	2	2.4239	1.75	ns
Σφάλμα	12.4638	9	1.3848		

Δειγματοληψία 4-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	25.5153	2	12.7576	1.37	ns
Σφάλμα	55.8078	6	9.3013		
B:λίπανση	4.8598	1	4.8598	4.30	ns
A*B	4.3229	2	2.1614	1.91	ns
Σφάλμα	10.1569	9	1.1285		

Δειγματοληψία 25-08-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	76.3730	2	38.1865	3.46	ns
Σφάλμα	66.1264	6	11.0210		
B:λίπανση	18.7241	1	18.7241	3.23	ns
A*B	10.2026	2	5.1013	0.88	ns
Σφάλμα	52.1630	9	5.7958		

Δειγματοληψία 25-09-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	304.8789	2	152.4395	6.03	*
Σφάλμα	151.4453	6	25.2408		
B:λίπανση	6.1035	1	6.1035	1.29	ns
A*B	47.3222	2	23.6611	5.01	ns
Σφάλμα	42.4706	9	4.7189		

Δειγματοληψία 29-10-98

	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	307.0432	2	153.5215	3.82	ns
Σφάλμα	241.0352	6	40.1725		
B:λίπανση	5.2265	1	5.2265	0.47	ns
A*B	54.3339	2	27.1670	2.44	ns
Σφάλμα	100.0917	9	11.1213		

Γ. 4.Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των μετρημένων χαρακτηριστικών της κοπής

TOT.DRY	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	1139626	2	569812.8	25.614	***
Σφάλμα	133475	6	22245.84		
B:λίπανση	46481.5	1	46481.5	1.662	ns
A*B	104462	2	52231	1.868	ns
Σφάλμα	251617.5	9	27957.5		

STEM	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	311498.6	2	155749.3	25.664	***
Σφάλμα	36412.38	6	6068.729		
B:λίπανση	12830	1	12830	1.384	ns
A*B	26242.63	2	13121.3	1.415	ns
Σφάλμα	83432.25	9	9270.25		

DRY FRESH	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.0014	2	0.0006	1.78	ns
Σφάλμα	0.0023	6	0.0003		
B:λίπανση	0.0009	1	0.0009	1.77	ns
A*B	0.0015	2	0.0007	1.38	ns
Σφάλμα	0.0049	9	0.0005		

STEM DIAM.	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	4.9556	2	2.4778	5.78	*
Σφάλμα	2.5709	6	0.4284		
B:λίπανση	0.1347	1	0.1347	0.24	ns
A*B	0.6479	2	0.3239	0.58	ns
Σφάλμα	5.0471	9	0.5607		

FRS STEM	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.0123	2	0.0061	4.44	ns
Σφάλμα	0.0083	6	0.0013		
B:λίπανση	0.0009	1	0.0009	0.46	ns
A*B	0.0002	2	0.0001	0.06	ns
Σφάλμα	0.0186	9	0.0020		

HEIGHT	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	0.1341	2	0.0670	2.02	ns
Σφάλμα	0.1989	6	0.0331		
B:λίπανση	0.0682	1	0.0682	2.86	ns
A*B	0.0080	2	0.0040	0.17	ns
Σφάλμα	0.2142	9	0.0238		

TILLER	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	40.5839	2	20.2919	0.27	ns
Σφάλμα	455.4160	6	75.9026		
B:λίπανση	48.1679	1	48.1679	0.98	ns
A*B	401.0820	2	200.541	4.06	ns
Σφάλμα	443.7501	9	49.3055		

LEAF	AT	BE	MT	F-TEST	Σημαντικότητα
A:πυκνότητα	234315.4	2	117157.7	24.569	***
Σφάλμα	28610.5	6	4768.417		
B:λίπανση	7654.375	1	7654.375	1.369	ns
A*B	25772.25	2	12886.13	2.304	ns
Σφάλμα	50320.63	9	5591.181		

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Μίσχανθος είναι νέα, πολλά υποσχόμενη πολυετής καλλιέργεια για παραγωγή βιομάζας με πολλαπλές χρήσεις που κατακτά τελευταίως όλο και περισσότερο έδαφος σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες.

Στην εργασία μελετήθηκε η αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis x giganteus*) κάτω από 3 πυκνότητες φύτευσης (D1 667 φυτά/στρ, D2 1000 φυτά/στρ, D3 2000 φυτά/στρ) και 2 επίπεδα αζωτούχου λίπανσης ($N_0= 5\text{kgN/στρ}$ και $N_1=10 \text{ kg/στρ}$), στο Πανεπιστημιακό Αγρόκτημα στο Βελεστίνο το 1998 (πρώτη καλλιεργητική περίοδος).

Μελετήθηκαν με 9 παρατηρήσεις και τρεις δειγματοληψίες-κοπές το ύψος των φυτών, οι αριθμοί αδελφιών και φύλλων, ο λόγος ξηρού/χλωρού βάρους, ο καταμερισμός ξηρής ουσίας σε βλαστό και φύλλα, και η τελική απόδοση σε βιομάζα.

Εξαιρετικά μεγαλύτερη απόδοση βιομάζας βρέθηκε στην πυκνή μεταχείριση όπου συγκομίστηκαν τελικά περί τα 760 κιλά ξ.ο./στρ στη πυκνότητα D3 και θεωρείται ικανοποιητική για την πρώτη χρονιά της εγκατάστασης της καλλιέργειας. Σημαντικά μικρότερη ήταν η απόδοση στις άλλες δύο μεταχειρίσεις με 416.7 kg ξ.ο/στρ στη D2 ενώ η αραιή δεν ξεπέρασε τα 232,8 kg ξ.ο/στρ.

Ενώ η πυκνότητα D2 (1000 φυτά/στρ) παρουσίασε τους μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις εν τούτοις η απόδοσή της σε βιομάζα ήταν σχετικά μικρή. Η λίπανση δεν επηρέασε την αύξηση των φυτών. Το αδελφωμα των φυτών αυξήθηκε με διπλάσιους ρυθμούς το Σεπτέμβριο από ότι το καλοκαίρι, ενώ οι μεγαλύτεροι αριθμοί αδελφιών σημειώθηκαν στις αραιότερες μεταχειρίσεις, με μέγιστο αριθμό 33 αδέρφια. Σημαντική βρέθηκε να είναι η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στο πάχος του βλαστού. Τα δεδομένα αυτά θεωρούνται σημαντικά για τη χρήση του φυτού όπως καύση ή κατασκευαστικό υλικό.

Τέλος, ο λόγος της συνολικής ξηρής ως προς την χλωρή βιομάζα δεν επηρεάστηκε από την πυκνότητα φύτευσης και την αζωτούχο λίπανση.

