

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Αριθμ. Πρωτοκ. 352

Ημερομηνία 1-7-2011

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

Πτυχιακή διατριβή



Επίδραση αμειψισποράς στην περιεκτικότητα σε άζωτο των ενεργειακών φυτών Ινώδες Σόργο -*Sorghum bicolor* και Κενάφ -*Hibiscus cannabinus L*

Επιμέλεια: Στάθης Δημοσθένης
Επιβλέπων καθηγητής: Νικ. Γ. Δαναλάτος

Βόλος 2011



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

Αριθ. Εισ.: 9772/1

Ημερ. Εισ.: 01-07-2011

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ

2011

ΣΤΑ

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής διατριβής, θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά πρώτα απ'όλους τον επιβλέποντα καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών κ. Δαναλάτο τόσο για το ότι με δέχτηκε στο εργαστήριό του, όσο και στην ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω την εκτίμηση μου και τις ευχαριστίες μου στην κύρια Ανθούλα Δημήρκου, καθηγήτρια Εδαφολογίας για τη βοήθεια της και την καθοδήγηση της σε ένα στάδιο του πειράματος που πραγματοποίησα στους χώρους του εργαστηρίου της καθώς επίσης και για την συμμετοχή της στην συμβουλευτική επιτροπή μαζί με τον κύριο Αβραάμ Χα, Αναπλ. καθηγητή κηπευτικών καλλιεργειών.

Δεν θα μπορούσα να μην εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην κύρια Ελπινίκη Σκουφογιάννη ΕΕΔΙΠ II, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της σε όλα τα στάδια του πειράματος και κατά την επεξεργασία και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής. Επίσης οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους υποψήφιους διδάκτορες Ευαγγελία Τίγκα και Δημήτριο Μπεσλεμέ για την υποστήριξη και βοήθεια τους στην διαδικασία του πειράματος. Καθώς και στον συμφοιτητή μου Δημήτρη Αναγνωστόπουλο στην βοήθεια του στην συγγραφή και βιβλιογραφική έρευνα της παρούσας διατριβής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στο στενό φιλικό μου περιβάλλον για την κατανόηση και την στήριξη τους που μου προσφέρουν σε κάθε βήμα της ζωής μου .

Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή.....	6
1.1 Γενικά.....	6
1.2 Σκοπός μελέτης.....	9
2.Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	10
2.1 Άζωτο.....	10
2.1.1 Κύκλος αζώτου.....	10
2.1.2 Βιολογική δέσμευση του αζώτου.....	11
2.1.3 Μη συμβιωτική αζωτοδέσμευση.....	11
2.1.4 Συμβιωτική αζωτοδέσμευση.....	11
2.1.5 Βελτίωση της αποτελεσματικότητας της αζωτοδέσμευσης.....	14
2.1.6 Γενετικές τροποποιήσεις.....	15
2.1.7 Οι απαιτήσεις των φυτών σε άζωτο.....	15
2.1.8 Υπολογισμός προσροφημένου αζώτου στην παραγωγή σόργου και κενάφ...	17
2.2 Αμειψισπορά.....	17
2.2.1 Πλεονεκτήματα της αμειψισποράς.....	18
2.2.2 Συστήματα αμειψισποράς.....	21
2.2.3 Κανόνες εφαρμογής συστημάτων αμειψισποράς.....	22
2.2.4 Συνήθη συστήματα αμειψισποράς στην Ελλάδα.....	23
3. Καλλιέργεια φακής.....	25
3.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού.....	25
3.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία.....	25
3.3 Βιολογικός κύκλος.....	26
3.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις.....	27
3.5 Τεχνική καλλιέργειας.....	27
3.6 Οικονομική σημασία.....	28
3.7 Ποικιλίες.....	28
3.8 Εχθροί και ασθένειες.....	28
4. Καλλιέργεια Ινώδες Σόργο -<i>Sorghum Bicolor</i>.....	30
4.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού.....	30

4.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία.....	31
4.3 Βιολογικός κύκλος.....	31
4.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις.....	31
4.5 Τεχνική καλλιέργειας.....	32
4.6 Οικονομική σημασία.....	35
4.7 Ποικιλίες.....	35
4.8 Εχθροί και ασθένειες.....	36
5.Καλλιέργεια Κενάφ -<i>Hibiscus cannabinus L.</i>.....	37
5.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού.....	37
5.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία.....	39
5.3 Βιολογικός κύκλος.....	39
5.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις.....	40
5.5 Τεχνική καλλιέργειας.....	41
5.6 Οικονομική σημασία.....	44
5.7 Ποικιλίες.....	44
6. Υλικά και Μέθοδοι.....	46
6.1 Στοιχεία πειράματος.....	46
6.2 Καλλιεργητικές εργασίες.....	46
6.3 Παρατηρήσεις μετρήσεις	53
6.4 Εργαστηριακές εργασίες.....	54
6.4.1 Περιγραφή διαδικασίας αλέσματος.....	55
6.4.2 Γενικά στοιχεία για την μέθοδο Kjeldahl.....	58
6.4.3 Υγρή καύση-πέψη.....	59
6.4.4 Απόσταξη.....	61
6.4.5 Τιτλοδότηση.....	62
6.5 Στατιστική ανάλυση.....	63
7. Αποτελέσματα-Συμπεράσματα.....	64
Βιβλιογραφία.....	78
Παράρτημα.....	84

1.Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Η σημερινή τάση προς αλλαγή των μέχρι τώρα παραδοσιακών καλλιεργειών αλλά και η εύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας δημιουργεί καινούργια δεδομένα στον χώρο της Γεωργίας. Νέα είδη φυτών εισάγονται στα συστήματα καλλιέργειας και σε πολλά από τα παραδοσιακά φυτά αλλάζει ο σκοπός της καλλιέργειάς τους.

Η έννοια της αειφορίας αναπτύχθηκε από μια αρχική ανησυχία, ειδικότερα με τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη δεκαετία του '60, μέσα από πολλά βήματα σε διεθνή και εθνικά προγράμματα που συνδυάζουν την οικονομική και επιχειρηματική ανάπτυξη με την κοινωνική και την περιβαλλοντική ευθύνη. Σήμερα η κινητοποίηση για την αειφορική γεωργία συγκεντρώνει αυξανόμενο ενδιαφέρον και αποδοχή εντός του πλαισίου της συμβατικής γεωργίας και της χάραξης πολιτικής. Η αειφορική γεωργία δεν αφορά μόνο στην περιβαλλοντική και κοινωνική ανησυχία, αλλά μπορεί επίσης να προσφέρει καινοτομικές και οικονομικά βιώσιμες ευκαιρίες στους αγρότες, στους εργαζόμενους, στους καταναλωτές, στους διαμορφωτές της πολιτικής και σε όσους συμμετέχουν σε ολόκληρη την τροφική αλυσίδα.

Η «Αειφορία» είναι μια λέξη που χρησιμοποιείται και καθορίζεται από πολλές απόψεις. Πολλοί χρησιμοποιούν τη λέξη «αειφορία» εννοώντας τη «φιλικότητα στο περιβάλλον» φιλικού, ή ως έναν όρο που σχετίζεται κυρίως με την ανάπτυξη του τρίτου κόσμου. Αλλά η αειφορία σημαίνει πολλά περισσότερα. Όταν οι φυσικοί πόροι καταναλώνονται σε βιώσιμα επίπεδα, οι άνθρωποι μπορούν να συνεχίσουν να καταναλώνουν από αυτούς για όλα τα επόμενα χρόνια, από την δική μας γενιά και μέχρι την επόμενη. Όταν οι φυσικοί πόροι χρησιμοποιούνται σε μη βιώσιμα επίπεδα, αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν.

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια δυναμική διαδικασία που βοηθά όλους τους ανθρώπους να κατανοήσουν τις δυνατότητές τους και να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους με τρόπους που ταυτόχρονα προστατεύουν και ενισχύουν τα συστήματα υποστήριξης της ζωής στη Γη.

Η παραγωγή τροφίμων και ινών αυξήθηκε με τρομερούς ρυθμούς λόγω των νέων τεχνολογιών, της μηχανοποίησης, της αυξημένης χρήσης των χημικών ουσιών, της εξειδίκευσης και των κυβερνητικών πολιτικών που ενθάρρυναν την μεγιστοποίηση

της παραγωγής. Αν και αυτές οι αλλαγές είχαν πολλά θετικά αποτελέσματα και μείωσαν πολλούς κινδύνους της γεωργίας, είχαν και πολλές αρνητικές συνέπειες. Οι κυριότερες από αυτές είναι η μείωση του χούμου, η μόλυνση των υπογείων υδάτων, η μείωση των αγροτικών οικογενειών, η συνεχής παραμέληση των συνθηκών ζωής και εργασίας των απασχολούμενων στη γεωργία, η αύξηση του κόστους παραγωγής και η κατάρρευση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης των αγροτικών κοινοτήτων.

Ειδικότερα η αειφορική γεωργία προσεγγίζει τα θέματα της γεωργικής παραγωγής εξετάζοντας το σύνολο του γεωργικού συστήματος. Προσπαθεί να εξισορροπήσει την προστασία του περιβάλλοντος, την κοινωνική ισότητα και την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Παράλληλα φροντίζει για τη διαγενεακή ασφάλεια στη διαθεσιμότητα της τροφής και των άλλων προϊόντων που παράγει η γεωργία. Το Μεσογειακό κλίμα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ενισχύει περισσότερο τα αποτελέσματα από την εντατικοποίηση της γεωργικής δραστηριότητας. Η πολυσυζητημένη αλλαγή του κλίματος σε ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, θα τροποποιήσει την επίδραση των περιβαλλοντικών εντάσεων – καταπονήσεων αυτού του κλίματος και θα οδηγήσει σε αλλαγές στη βλάστηση, στις χρήσεις αγροτικής γης, στην ποιότητα των αγροτικών προϊόντων, καθώς και στην ποιότητα του περιβάλλοντος γενικότερα (Agostini *et al*, 1999).

Η υιοθέτηση συστημάτων που επιδιώκουν πολλαπλούς στόχους όπως οικονομικότητα, συνεχιζόμενη παραγωγικότητα και περιβαλλοντική ασφάλεια πρέπει να αποτελεί πρωτεύοντα στόχο της εκάστοτε αγροτικής πολιτικής. Μεταξύ των συστημάτων αυτών σημαντικό ρόλο κατέχει και η έρευνα της επίδρασης αμειψισποράς και χλωρής λίπανσης των ψυχανθών τόσο στην ευρωστία του φυτού, στον έλεγχο πληθυσμών εχθρών και νοσογόνων αιτιών, ζιζανίων, στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων όσο και στη βελτίωση και ορθολογική χρήση του εδάφους, στην προστασία της χλωρίδας και πανίδας και στην επίδρασή τους γενικότερα στις επόμενες καλλιέργειες.

Στα Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα με τις δεδομένες συνθήκες των χαμηλών βροχοπτώσεων, οι πρακτικές που ακολουθούνται στο πλαίσιο της σύγχρονης γεωργίας, έχουν πολλές φορές ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των πόρων. Η διατήρηση της ποιότητας του εδάφους και ο περιορισμός της εξάντλησης των φυσικών πόρων είναι τα ζητούμενα.

Κανόνες ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Για την αντιμετώπιση της νιτρορύπανσης των υδάτινων πόρων η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την οδηγία 91/676 (ΕΟΚ) περί προστασίας των υδάτων από ρύπανση που προκαλείται από νιτρικά γεωργικής προέλευσης. Η οδηγία αυτή προβλέπει την εφαρμογή ενός **Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Code of Good Agricultural Practice)**. Ο Κώδικας αυτός περιλαμβάνει κανόνες στα εξής σημεία:

- Εποχές κατά τις οποίες πρέπει να αποφεύγεται η προσθήκη λιπασμάτων στους αγρούς.
- Προϋποθέσεις προσθήκης λιπασμάτων σε αγρούς κορεσμένους με ύδωρ, ή παγωμένους ή καλυμμένους με χιόνι.
- Προϋποθέσεις για την εφαρμογή λιπασμάτων σε αγρούς που γειτνιάζουν με υδάτινους αποδέκτες, όπως ποτάμια και λίμνες.
- Μεθοδολογία εφαρμογής στον αγρό, τόσο των ανόργανων λιπασμάτων όσο και της ζωικής κόπρου και να λαμβάνεται μέριμνα για τον κανονικό ρυθμό και ομοιομορφία διασποράς, με σκοπό τον περιορισμό της έκπλυσης νιτρικών σε αποδεκτά επίπεδα.
- Τα ζωικά απόβλητα να τοποθετούνται σε στεγανές δεξαμενές, ώστε να αποφεύγεται η διαρροή τους στον υπεδάφιο υδροφόρο ορίζοντα.

Συμπληρωματικά να λαμβάνονται υπόψη και κανόνες επί των εξής θεμάτων:

Συστήματα ορθής καλλιεργητικής διαχείρισης, σχετικά με τον τύπο αμειψισποράς και την κατανομή των ποσοστών μονίμων φυτειών και ετήσιων καλλιεργειών. Πρόβλεψη για ενδιάμεσες καλλιέργειες (**intercropping**), ώστε στη διάρκεια της βροχερής περιόδου το έδαφος να μην παραμένει γυμνό, αλλά να διατηρείται μια φυτοκάλυψη για να απορροφάται το διαθέσιμο νιτρικό άζωτο.

Η αμειψισπορά μαζί με την αγρανάπαυση θεωρούνται οι γηραιότερες και ουσιαστικότερες γεωργικές πρακτικές από καταβολής της γεωργίας, απαραίτητες διαδικασίες πριν την εμφάνιση των σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών. Ο πλήρης κύκλος εναλλαγής καλλιεργειών ονομάζεται σύστημα αμειψισποράς. Η ανάγκη εναλλαγής των καλλιεργειών προέκυψε από τον τρόπο με τον οποίο τα φυτά αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Η τελική επιλογή της διαδοχής είναι απόφαση διαχείρισης βασισμένη στην επιθυμία για βελτιστοποίηση οικονομικών, γεωργικών ή περιβαλλοντικών στόχων. Το κλειδί για οικονομικούς στόχους είναι βελτιστοποίηση

του κέρδους, για γεωργικούς, η μέγιστη παραγωγή από μία σειρά καλλιεργειών και για περιβαλλοντικούς, η ελαχιστοποίηση της χρήση χημικών εισροών.

Η διαδοχή μιας σειράς καλλιεργειών σε αμειψισπορά είναι πιθανόν να αντιμετωπίσει προβλήματα από κυβερνητικές ρυθμίσεις - κανονισμούς ή από συνθήκες αγρού – οικολογίας (όπως κλιματολογικές συνθήκες, τοπογραφικές και εδαφικές), την παρουσία εντόμων, ζιζανίων, ασθενειών ή τις ποικιλίες των καλλιεργειών και τον διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό (Castellazi *et al*, 2008).

1.2 Σκοπός Μελέτης

Η σημερινή τάση προς αλλαγή των μέχρι τώρα παραδοσιακών καλλιεργειών αλλά και η εύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας δημιουργεί καινούργια δεδομένα στον χώρο της Γεωργίας. Νέα είδη φυτών εισάγονται στα συστήματα καλλιέργειας και σε πολλά από τα παραδοσιακά φυτά αλλάζει ο σκοπός της καλλιέργειάς τους.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της εκμετάλλευσης του αζώτου από δύο ενεργειακά φυτά του Σόργου, και ενός νέου είδους του Κενάφ , κάτω από την επίδραση των συστημάτων της αμειψισποράς και της χλωρής λίπανσης με ένα ψυχανθές και συγκεκριμένα τη φακή.

Στο συστήματα αμειψισποράς και χλωρής λίπανσης η εισαγωγή ενός ψυχανθούς με ένα μη- ψυχανθές φυτό, έγινε διότι μέρος του αζώτου που παράγεται στην ρίζα του ψυχανθούς από την δράση των αζωτοβακτηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το φυτό της επόμενης καλλιέργειας (Martensson *et al*, 1998). Το ψυχανθές δεσμεύει περισσότερο το ατμοσφαιρικό N₂ από το ορυκτό N (Pal *et al*, 2001) το οποίο εκμεταλλεύεται η επόμενη καλλιέργεια (Vallis, 1967). Η εισαγωγή επομένως των ψυχανθών σε γεωργικά συστήματα χαμηλών εισροών είναι αυτονόητη (Akanvou *et al*, 2001).

Στην παρούσα μελέτη ως ψυχανθές χρησιμοποιήθηκε η φακή (*Lens culinaris* L.), διότι το συγκεκριμένο ψυχανθές αποτελεί μία παραδοσιακή καλλιέργεια για την χώρα μας, η οποία δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις, ως προς την λίπανση και την άρδευση, και είναι ένα αρκετά ανθεκτικό φυτό στο ψύχος (Wilson *et al*, 1978). Αποτελεί μια πηγή αζώτου στις επόμενες ενεργειακές καλλιέργειες και είναι προσοδοφόρα στους γεωργούς.

2.Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Αζωτο

2.1.1 Ο κύκλος του αζώτου

Πολλά συστατικά των ζωντανών κυττάρων περιέχουν άζωτο, όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλεϊκά οξέα, πουρίνες, πυριμιδίνες, πορφυρίνες, αλκαλοειδή και βιταμίνες. Τα άτομα του αζώτου, αυτών των ενώσεων προκύπτουν από τον κύκλο του αζώτου ο οποίος έχει ως βάση τα αποθέματα της ατμόσφαιρας. Το άζωτο αφαιρείται από την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της αζωτοδέσμευσης και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με την απονιτροποίηση (Μήτσιος, 1994).

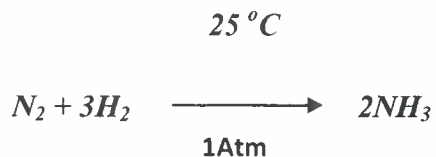
Η βιολογική δέσμευση αζώτου έχει μελετηθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια και βρέθηκε ότι το ενζυμικό σύμπλοκο της νιτρογενάσης είναι άφθονο στη φύση. Το άζωτο είναι βασικότατο συστατικό των πρωτεϊνών και είναι για τα φυτά, όσο και για τον άνθρωπο ο πιο κοινός παράγοντας που περιορίζει την αύξηση (Abrahams *et al*, 1987). Το άζωτο αν και αποτελεί το 79% του ατμοσφαιρικού αέρα είναι θρεπτικό στοιχείο που συνήθως βρίσκεται σε ανεπαρκείς ποσότητες για τις καλλιέργειες (Abrahams *et al*, 1987).

Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η μορφή του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι αδρανής και μη χρήσιμη για την πλειοψηφία των έμβιων όντων (Pal *et al*, 2001). Το άζωτο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οργανισμούς μόνο αόφτου έχει δεσμευτεί ή ενωθεί με άλλα στοιχεία, όπως O_2 ή H_2 . Σήμερα η δέσμευση πραγματοποιείται στις βιομηχανίες με σύνθεση της αμμωνίας από υδρογόνο και ατμοσφαιρικό άζωτο (Abrahams *et al*, 1987).

Στη φύση η αζωτοδέσμευση γίνεται από μερικά γένη βακτηρίων. Τα ανώτερα φυτά δεν έχουν την ικανότητα για αζωτοδέσμευση, αν και μερικά συμμετέχουν έμμεσα, με συμβίωση με τα βακτήρια (Pal *et al*, 2001). Η πιο γνωστή περίπτωση είναι αυτή των ψυχανθών με τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*. Άλλα βακτήρια συμβιώνουν με άλλους ξενιστές και άλλα ζουν ελεύθερα στο έδαφος ή το ύδωρ. Μερικά είναι φωτοσυνθετικά, άλλα χρειάζονται οξυγόνο ενώ άλλα ζουν σε αναερόβιες συνθήκες. Όλοι οι παραπάνω οργανισμοί δίνουν ως αρχικό προϊόν αμμωνία και έχουν ως κοινό ένζυμο τη νιτρογενάση (Μήτσιος, 1994).

2.1.2 Βιολογική δέσμευση του αζώτου

Σε αντίθεση με τη χημική δέσμευση του αζώτου η βιολογική δέσμευση λαμβάνει χώρα σε 25 °C και 1 Atm πίεση, σύμφωνα με την αντίδραση:



Η βιολογική δέσμευση του αζώτου πραγματοποιείται είτε με μη συμβιωτικούς μικροοργανισμούς που ζουν ελεύθερα ή με ορισμένα βακτήρια, που συμβιών με τα ανώτερα φυτά (Allaway, 1968). Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει αερόβιους μικροοργανισμούς του εδάφους (π.χ. *Azotobacter*), αναερόβιους μικροοργανισμούς π.χ. (*Clostridium* sp), φωτοσυνθετικά βακτήρια π.χ. (*Rhodospirillum rubrum*) και φύκι π.χ. (*Mycorhyceae*).

2.1.3 Μη συμβιωτική αζωτοδέσμευση

Παράλληλα με τη συμβιωτική αζωτοδέσμευση ένας μεγάλος αριθμός οργανισμών που ζουν ελεύθερα δεσμεύει άζωτο. Πολλά κυανοβακτήρια δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο, ζώντας ελεύθερα στην επιφάνεια υδάτων (Allaway, 1968). Σε πολλές περιπτώσεις τα κυανοπράσινα φύκι είναι πρόβλημα γιατί το οργανικό άζωτο που απελευθερώνεται από τα νεκρά φύκι προάγει την αύξηση υδροχαρών φυτών (ευτροφισμός) (Allaway, 1968).

2.1.4 Συμβιωτική αζωτοδέσμευση

Τα ψυχανθή μπορούν να εφοδιάσουν το έδαφος με άζωτο εξαιτίας της αζωτοδέσμευσης, με τη βοήθεια του γένους *Rhizobium* που σχηματίζει φυμάτια στις ρίζες (Pal *et al*, 2001). Σήμερα χρησιμοποιούνται εμπορικά σκευάσματα με μόλυσμα από *Rhizobium* για αύξηση της παραγωγικότητας (Bertow *et al*, 1989). Τα ψυχανθή συνήθως καλλιεργούνται σε αμειψισπορά με μη ψυχανθή. Με τον τρόπο αυτό αζωτούχες ενώσεις από το προηγούμενο έτος βοηθούν στη λίπανση της καλλιέργειας του επόμενου έτους (Μήτσιος, 2002).

Κάθε ψυχανθές συνεργάζεται με ορισμένο είδος *Rhizobium*. Η εξειδίκευση αυτή βασίζεται σε ορισμένη πρωτεΐνη του ψυχανθούς που είναι συμβατή και ενώνεται με το κατάλληλο γένος *Rhizobium* (Adams *et al*, 1965). Τα ψυχανθή δεν είναι τα μόνα ανώτερα φυτά που δεσμεύουν άζωτο συμβιωτικά. Υπάρχουν τουλάχιστον 190 είδη θάμνων και δέντρων που δεσμεύουν άζωτο και ανήκουν σε άλλες οικογένειες εκτός της οικογένειας των ψυχανθών. Πολλά από αυτά σχηματίζουν φυμάτια στις ρίζες όπως τα φυτά των οικογενειών Myricaceae, Betulaceae, Elaeagnaceae, Rosaceae και Ulmaceae (Μήτσιος, 2002).

Εκτός από την ύπαρξη φυματίων στις ρίζες είναι δυνατός ο σχηματισμός τους σε μερικά είδη φυτών με τη δράση βακτηρίων (Οικ. Rubiaceae, Myrsinaceae, Dioscoreaceae). Τα φυτά των οικογενειών αυτών εντοπίζονται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 30° B - 30° N και ιδιαίτερα στη ζώνη γύρω από τον ισημερινό. Μερικά από τα είδη αυτά είναι: *Pavetta*, *Psychotria*, *Ardisia* κ.α (Μήτσιος, 2002).

Τα βακτήρια που προκαλούν σχηματισμό φυματίων στα φύλλα είναι τα εξής: *Bacillus foliicola*, *Mycoplasma rubra*, *Phyllobacterium myrsinacearum*, *Xanthomonas horticola*, *Mycobacterium rubiacearum*, *Klebsiella rubiacearum* και *Chromobacterium lindum* (Adams *et al*, 1965).

Η αζωτοδέσμευσης που είναι ίδια για όλους τους αζωτοδεσμευτικούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των ελευθέρως διαβιούντων και των συμβιωτικών βακτηρίων (Allaway, 1968). Ανεξάρτητα από την πηγή των ηλεκτρονίων, ένα από τα μέταλλα της νιτρογενάσης ανάγεται και ενεργοποιείται (X_{ox} - $X_{ανηγ}$) με ηλεκτρόνια και το ATP (Berrow *et al*, 1989). Κατόπιν το σύμπλοκο $X_{ανηγ}$ μεταφέρει τα ηλεκτρόνια σε κατάλληλο δέκτη, συνήθως στο αέριο N_2 . Αν δεν υπάρχει αέριο N_2 τότε ελκύεται H_2 , ήτοι τα πρωτόνια ανάγονται (Μήτσιος, 1994).

Η NH_3 που παράγεται από αναγωγή N_2 ελκύεται μέσα στο κυτόπλασμα του φυτού ξενιστή, όπου λαμβάνει χώρα η αφομοίωση. Η NH_3 ενσωματώνεται σε γλουταμινικό οξύ και γλουταμίνη με συνδυασμένη δράση των ενζύμων συνθετάση της γλουταμίνης και συνθετάση του γλουταμινικού οξέος (GOGAT) (Pal *et al*, 2001). Επίσης είναι δυνατό να ενσωματωθεί το NH_4^+ ιόν ανεξάρτητα σε γλουταμίνη ή γλουταμινικό, με

αντιδράσεις που καταλύονται από τα ένζυμα συνθετάση της γλουταμίνης και αφυδρογονάση του γλουταμινικού οξέος (Μήτσιος, 1994).

Το συγκριτικό κόστος της αφομοίωσης NH_4^+ ιόντων μέσω των δυο οδών είναι περίπου ίδιο, αν και η βιοσύνθεση διαμέσου της αφυδρογονάσης του γλουταμινικού οξέος είναι κάπως πιο αποτελεσματική (Allaway, W.E., 1968). Το κύριο προϊόν της αζωτοδέσμευσης που μεταφέρεται από το φυμάτιο στο υπέργειο τμήμα των φυτών υποτίθεται ότι είναι το αμίδιο **ασπαραγγίνη**. Το άζωτο ενσωματώνεται στην αμινοομάδα του ασπαρτικού οξέος, και κατόπιν στην αμινική ομάδα της ασπαραγγίνης από το γλουταμινικό και τη γλουταμίνη αντίστοιχα, με αντιδράσεις που καταλύονται με τα ένζυμα aspartate amino transferase και συνθετάση της ασπαραγγίνης (Μήτσιος, 1994).

Η αζωτοδέσμευση μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά με την αναγωγή του ακετυλενίου. Το ακετυλένιο αναστέλλει τη δραστηριότητα της νιτρογενάσης. Επίσης έρευνες έδειξαν ότι το ένζυμο ανάγει το ακετυλένιο (C_2H_2) σε αιθυλένιο (C_2H_4) (Adams *et al*, 1965). Εξαιτίας της πορείας αυτής η δραστηριότητα της νιτρογενάσης μπορεί να εκτιμηθεί με επώαση ενός οργανισμού με ακετυλένιο και κατόπιν μετρώντας το παραγόμενο αιθυλένιο με αέρια χρωματογραφία (Adams *et al*, 1965). Παλαιότερη μέθοδος για εκτίμηση της αζωτοδέσμευσης είναι η χρήση N^{15} , ή η μέτρηση της αύξησης του περιεχομένου σε άζωτο, μέθοδος που είναι χρονοβόρος (Adams *et al*, 1965).

Διαπιστώθηκε ότι μια ομάδα από ενώσεις, εκτός από αιθυλένιο, μπορεί να δράσει ως δέκτης ηλεκτρονίων. Οι παρατηρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη μιας μικρομεθόδου μέτρησης της αζωτοδέσμευσης (Berrow *et al*, 1989). Με μέτρηση της ταχύτητας αναγωγής από δείγμα εδάφους, μπορεί γρήγορα να προσδιοριστεί η ικανότητα του δείγματος να δεσμεύει άζωτο. Οι πληροφορίες αυτές έχουν μεγάλη αξία στη γεωργική πρακτική (Μήτσιος, 1994). Η παρουσία αζώτου στο περιβάλλον του βακτηρίου μειώνει την παραγωγή αμμωνίας. Λίπασμα που χορηγείται σ' ένα ψυχανθές μειώνει τον αριθμό των φυματίων στις ρίζες και κατά συνέπεια το ποσό του δεσμευμένου αζώτου (Adams *et al*, 1965).

2.1.5 Βελτίωση της αποτελεσματικότητας της αζωτοδέσμευσης

Ένας τρόπος αύξησης της αζωτοδέσμευσης είναι με βελτίωση της αποτελεσματικότητας της συμβίωσης *Rhizobium*-ψυχανθούς. Αυτό μπορεί να γίνει με γενετική επιλογή φυτών και βακτηρίων και εξεύρεση του άριστου συνδυασμού, σε δεδομένο περιβάλλον (Μήτσιος, 2002).

Στο συστήματα αμειψισποράς και χλωρής λίπανσης η εισαγωγή ενός ψυχανθούς με ένα μη- ψυχανθές φυτό, έγινε διότι μέρος του αζώτου που παράγεται στην ρίζα του ψυχανθούς από την δράση των αζωτοβακτηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το φυτό της επόμενης καλλιέργειας (Martensson *et all*, 1998). Το ψυχανθές δεσμεύει περισσότερο το ατμοσφαιρικό N_2 από το ορυκτό N (Pal *et all*, 2001) το οποίο εκμεταλλεύεται η επόμενη σοδειά (Vallis, 1967). Η εισαγωγή επομένως των ψυχανθών σε γεωργικά συστήματα χαμηλών εισροών είναι αυτονόητη (Akanvou, *et all* 2001).

Η χρήση της μικρομεθόδου αναγωγής του ακετυλενίου σε αιθυλένιο μπορεί να βοηθήσει στη γρήγορη επιλογή φυτών με υψηλή ικανότητα αζωτοδέσμευσης (Martensson *et all*, 1998). Επίσης είναι δυνατή η εισαγωγή γονιδίων με μεγαλύτερη αζωτοδεσμευτική ικανότητα σε παραλλαγές μικροοργανισμών που ήδη αναπτύσσονται επιτυχώς στον αγρό (Martensson *et all*, 1998). Επίσης βρέθηκε ότι φυτά με μεγαλύτερη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα δεσμεύουν περισσότερο άζωτο (Hazandy, 1996).

Η επιλογή φυτών που κατά την αζωτοδέσμευση δεν απελευθερώνουν H_2 μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα (Vallis, 1967). Επίσης η συμβίωση *Rhizobium*-ψυχανθούς είναι υπεύθυνη για το 40% όλου του αζώτου που δεσμεύεται από τα καλλιεργούμενα φυτά. Υπάρχουν 10.000 είδη ψυχανθών, από τα οποία το 10% έχουν μελετηθεί για σχηματισμό φυματίων. Από αυτά, τα καλλιεργούμενα είδη είναι λιγότερα από 50 (Vallis, 1967). Ένας άλλος τρόπος αύξησης του εφοδιασμού με άζωτο είναι με επιλογή παραλλαγών του *Azotobacter* που συνεχίζουν να δεσμεύουν άζωτο και να εκκρίνουν NH_3 , ακόμη και με την παρουσία αζωτούχων λιπασμάτων. Τέτοια βακτήρια μπορούν να καλλιεργηθούν σε λίμνες με φθινό οργανικό υπόστρωμα (Μήτσιος, 2002).

2.1.6 Γενετικές τροποποιήσεις

Το πιο ελπιδοφόρο πρόγραμμα για αύξηση της αζωτοδεσμευτικής ικανότητας βασίζεται στην τροποποίηση του γενοτύπου ή τη μεταφορά γονιδίων από ένα οργανισμό σε άλλο (Adams *et al*, 1965). Στο βακτήριο *Klebsiella pneumoniae* ένας σημαντικός αριθμός γονιδίων *nif* που λαμβάνουν μέρος στην αζωτοδέσμευση έχουν ήδη χαρτογραφηθεί στο εργαστήριο του C.Valentine στο Παν/μιο Davis. Μεταφορά τέτοιων (*nif*) γονιδίων έγινε από την *Klebsiella pneumoniae* στο βακτήριο *Escherichia coli*. Αυτό επιτεύχθηκε με ενσωμάτωση αρχικά των *nif* γονιδίων σε ένα πλασμίδιο και κατόπιν εισάγοντας το πλασμίδιο σε κύτταρα *E.coli*. Το *E.coli* δε δεσμεύει άζωτο. Μετά όμως από τη μεταφορά των *nif* γονιδίων βρέθηκε ότι συνθέτει νιτρογενάση και δεσμεύει άζωτο (Berrow *et al*, 1989). Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού δείχνουν ότι είναι πιθανό στο μέλλον να δημιουργηθεί ένα φυτό καλαμποκιού ή σιταριού, που να μπορεί να δεσμεύει ατμοσφαιρικό άζωτο (Μήτσιος, 1994).

2.1.7 Οι απαιτήσεις των φυτών σε άζωτο

Το ετήσιο ισοζύγιο του αζώτου είναι η βάση για τον καθορισμό της λιπαντικής πολιτικής για να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Το είδος των φυτών και ο γενότυπος αυτών, οι εδαφικές και κλιματικές συνθήκες καθορίζουν την απόδοση και επομένως τις ανάγκες των φυτών σε άζωτο. Οι ποσότητες του αζώτου που απομακρύνονται από τα φυτά κυμαίνονται μεταξύ 10 και 25 kg N στρ⁻¹ χρόνο (Allaway, 1968).

Στα σιτηρά συμπεριλαμβανομένων και των ριζών η ποσότητα του N που περιέχεται σ' αυτά είναι περίπου 120 kg N ha⁻¹ (Μυλωνάς, 1987). Το κενάφ (*Hibiscus cannabinus*) είναι ένα τροπικό και υποτροπικό φυτό (Cheng, 2004) το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως στην βιομηχανία χαρτιού και για την παρασκευή φυτικών ινών. Ως ενεργειακό φυτό το εκμεταλλευόμαστε για την παραγωγή βιομάζας. Καλλιεργείται σε εδάφη που είναι αποδοτικός και ο αραβόσιτος και η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης είναι σημαντική και για το ύψος του φυτού και την διάμετρο του βλαστού και γενικά για το ύψος της παραγωγής (Sirichandhra, 1981). *Η μελέτη του Κενάφ σε συστήματα αμειψισποράς και χλωρής λίπανσης με τη*

φακή είναι καινοτόμα όπως επίσης και η καλλιέργεια του φυτού αυτού στην χώρα μας (Μήτσιος, 1994).

Σήμερα οι αγρότες έχουν πολλούς περιορισμούς που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη για την διαχείριση των καλλιεργειών: (i) ανταγωνιστικότητα: η παραγωγικότητα πρέπει να διατηρηθεί ή να αυξηθεί και οι εισροές πρέπει να μειωθούν, (ii) οι περιβαλλοντικές συνέπειες από τις πρακτικές που εφαρμόζονται: τα φυτοφάρμακα και η χρήση των λιπασμάτων πρέπει να μειωθούν και (iii) η ποιότητα των προϊόντων πρέπει να βελτιωθεί και η αζωτούχα λίπανση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα της συγκομιδής. Αυτοί οι νέοι περιορισμοί μερικές φορές συγκρούονται διότι οι μεγάλες αποδόσεις επιτυγχάνονται με μεγάλη ποσότητα N και αυτό όμως έχει και ως αποτέλεσμα και μεγαλύτερο κίνδυνο έκλυσης N. Έτσι, οι ποσότητες και οι ημερομηνίες εφαρμογής του αζώτου πρέπει να γίνουν πιο ακριβείς (Adams *et al*, 1965). Απαιτούνται εργαλεία για την πρόβλεψη των αναγκών της καλλιέργειας και την διάγνωση για έλλειψη N στο κύκλο της καλλιέργειας και στην βελτίωση νέων ποικιλιών (Bertow *et al*, 1989). Μοντέλα και δείκτες διάγνωσης έχουν αναπτυχθεί για να ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες αλλά όσο αφορά το άζωτο οι μέθοδοι συχνά βασίζονται σε εμπειρικές σχέσεις. Επιπλέον, τα διαθέσιμα μοντέλα και δείκτες αποτυγχάνουν σε ορισμένες περιπτώσεις (Bertow *et al*, 1989). Η βελτίωση των εργαλείων και η βελτίωση νέων ποικιλιών προσαρμοσμένες σε νέα συστήματα καλλιέργειας θα πρέπει να βασίζονται στην ακριβή κατανόηση των κύριων μεταβολικών διεργασιών που συντελούνται και τις συνέπειες αυτών των διεργασιών στην απόδοση σε συνθήκες κυμαινόμενης προσφοράς N (Abrahams *et al*, 1987). Και για τους δύο σκοπούς απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες για το φυτό. Στην εργασία αυτή, ο τρόπος απορρόφησης του N από τα φυτά και από την καλλιέργεια αλλά και οι αντιδράσεις του φυτού σε πιθανόν έλλειψη ή τοξικότητες N λαμβάνονται υπόψη από τα κυρίως χρησιμοποιούμενα αγρονομικά μοντέλα τα οποία περιγράφονται στην αρχή. Το επίπεδο της πολυπλοκότητας των μοντέλων αυτών εξαρτάται από **επιχειρησιακούς σκοπούς** (Abrahams *et al*, 1987).

Ακόμη περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους τα σύγχρονα πορίσματα της επιστήμης της φυσιολογίας των φυτών μπορούν να ενσωματωθούν σε μοντέλα καλλιεργειών. Η δυναμική αξία της μεθόδου αυτής για την βελτίωση των υπαρχόντων γεωπονικών μοντέλων και διαγνωστικών εργαλείων και για την βελτίωση πιο αποτελεσματικών ποικιλιών επίσης συζητιούνται (Jeuffroy *et al*, 2001).

2.1.8 Υπολογισμός προσροφημένου αζώτου στην παραγωγή σόργου και κενάφ

Για τον υπολογισμό του N στην παραγωγή σόργου και κενάφ υπολογίζουμε τα εξής:

1. απόδοση σπόρου * ποσοστό του αζώτου του σπόρου
2. απόδοση στελεχών και φύλλων * ποσοστό του αζώτου στελεχών και φύλλων.

Ο μέσος όρος μας δίνει το uptake του αζώτου (Μήτσιοις, 1994).

2.2 Αμειψισπορά

Η συνεχής εκμετάλλευση ενός αγρού με το ίδιο φυτό εξαντλεί το έδαφος γιατί είναι εξειδικευμένες οι ανάγκες της κάθε καλλιέργειας ως προς τους εδαφικούς πόρους ώστε μειώνεται η απόδοση του φυτού.

Στα πρώτα χρόνια της γεωργίας ή σε υποανάπτυκτες χώρες σήμερα εφαρμόζεται το σύστημα της **κινητής καλλιέργειας** (shifting καλλιέργεια) σύμφωνα με το οποίο καλλιεργείται μια έκταση μέχρις ότου εξαντληθεί το έδαφος και στη συνέχεια εκχερσώνονται νέες εκτάσεις όπου μετακινείται η γεωργική εκμετάλλευση. Όταν η καταληφθείσα έκταση επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση, αρχίζει πάλι η καλλιέργειά της. Με τη σημερινή στενότητα γης στις περισσότερες χώρες δεν είναι δυνατή η εφαρμογή αυτού του συστήματος (Δαναλάτος, 2007).

Η επαναφορά στην καλλιέργεια μιας εκτάσεως οδήγησε στο σύστημα της **αγρανάπαυσης** με το οποίο οι αγροί μιας εκμετάλλευσης παραμένουν ακαλλιέργητοι για ορισμένα χρόνια και στη συνέχεια μπαίνουν πάλι στην καλλιέργεια. Το σύστημα αυτό στο παρελθόν επιβάλλετο σε πολλές χώρες με νόμο. Π.χ. ο Μωσαϊκός νόμος επέβαλε την ανά επταετία αγρανάπαυση ενώ στην Αγγλία του μεσαίωνα ήταν υποχρεωτική η τριετής αγρανάπαυση.

Η αγρανάπαυση μπορεί να είναι καλλιεργούμενη (με κατεργασία εδάφους) σε ξηρές και θερμές περιοχές και ακαλλιέργητη (χωρίς κατεργασία εδάφους) σε υγρές ώστε να αυξάνει και στις δύο περιπτώσεις η οργανική ουσία (Bertow *et al*, 1989). Η αγρανάπαυση είναι μορφή πολύ εντατικής καλλιέργειας και δεν μπορεί να έχει ευρεία εφαρμογή με τη σημερινή στενότητα γης και τον υπερπληθυσμό (Bertow *et al*, 1989). Πρόσφατα όμως και για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της μη διάθεσης ορισμένων πλεονασματικών προϊόντων, ορισμένες αναπτυγμένες χώρες, μεταξύ των

οποίων οι ΗΠΑ και η Ενωμένη Ευρώπη, επιδοτούν την αγρανάπαυση μέχρις ένα βαθμό (Δαναλάτος, 2007).

Η ανάγκη της διατήρησης της γονιμότητας του εδάφους ή τουλάχιστον της αποφυγής έντονης εξάντλησής του σε συνδυασμό με την ανάγκη συνεχούς εκμετάλλευσης ενός αγρού, οδήγησε στο σύστημα της αμειψισποράς που είναι η συστηματική εναλλαγή καλλιεργειών στον ίδιο αγρό. Η αμειψισπορά εφαρμόζεται στο Ρωμαϊκό Κράτος στην προχριστιανική περίοδο ενώ στη Βόρεια Ευρώπη ήταν άγνωστη μέχρι τον 16ο αιώνα. Σύγχρονο σύστημα αμειψισποράς εφαρμόστηκε πρώτα στην Αγγλία τον 18ο αιώνα, ενώ στο πρώτο Γεωργικό Σταθμό του κόσμου στο Rothamsted της Αγγλίας, έγιναν επί 100 χρόνια (από το 1843) πειράματα αμειψισποράς, μερικά από τα οποία συνεχίζονται μέχρι σήμερα. Η αμειψισπορά έχει ευρύτατη εφαρμογή σήμερα (Δαναλάτος, 2007).

Ο κύκλος της αμειψισποράς μπορεί να είναι διετής, τριετής κ.λ.π. Με την ευρύτερη έννοια του χρόνου, ποτέ ένας αγρός δεν καλλιεργείται συνεχώς με το ίδιο φυτό.

2.2.1 Πλεονεκτήματα της αμειψισποράς.

Τα πλεονεκτήματα συνδέονται με την γονιμότητα του εδάφους, την καταπολέμηση των παρασίτων, την αύξηση της αποδόσεως και την αντιμετώπιση οικονομικοτεχνικών προβλημάτων.

1. Διατήρηση ή βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους. Τα πλεονεκτήματα της ομάδας αυτής είναι:

- **α) Αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους.** Οι διαφορετικές απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία οδηγεί στην καλύτερη αξιοποίησή τους που σε συνδυασμό με την διαφορετική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών, οδηγεί και στην εκμετάλλευση μεγαλύτερου όγκου εδάφους ως προς τα θρεπτικά στοιχεία (Δαναλάτος, 2007).

- **β) Αύξηση της οργανικής ουσίας στο έδαφος** όταν στο σύστημα της αμειψισποράς συμπεριλαμβάνονται χορτοδοτικά φυτά που αφήνουν πολλά φυτικά υπολείμματα.

- γ) **Αύξηση του αζώτου** στο έδαφος παράλληλα με την αύξηση της οργανικής ουσίας, όταν στο σύστημα υπάρχει ψυχανθές το οποίο δεσμεύει με τα συμβιούντα αζωτοβακτήρια το άζωτο της ατμόσφαιρας που μπορεί να το χρησιμοποιήσουν και οι επόμενες καλλιέργειες (έμμεση ωφελιμότητα από την καλλιέργεια ψυχανθούς που πρέπει να συνυπολογίζεται στην πρόσοδο). Ο εμπλουτισμός του εδάφους σε οργανική ουσία και άζωτο είναι μεγαλύτερη όταν το ψυχανθές δεν συγκομίζεται αλλά αναστρέφεται με το όργωμα στο έδαφος ως χλωρά λίπανση (Δαναλάτος, 2007).

- δ) **Προστασία από την διάβρωση.** Χειμερινά φυτά και χορτοδοτικά συντελούν στον περιορισμό της διάβρωσης. Η προαναφερθείσα επίσης αύξηση της οργανικής ουσίας περιορίζει τη διάβρωση (Jeuffroy *et al*, 2001).

- ε) **Διατήρηση ή βελτίωση της φυσικής συστάσεως του εδάφους.** Λόγω των διαφορετικών απαιτήσεων των φυτών σε καλλιεργητικές εργασίες, ιδιαίτερα σε οργώματα, αλλά και του διαφορετικού βάθους και ανάπτυξης του ριζικού συστήματός τους, αποφεύγεται ο σχηματισμός αδιαπέραστου ορίζοντος στο έδαφος. Η αύξηση επίσης της οργανικής ουσίας βελτιώνει συγχρόνως τη φυσική σύσταση του εδάφους (Jeuffroy *et al*, 2001).

2. Καταπολέμηση παρασίτων των φυτών. Η αμειψισπορά αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες που αμιγώς ή σε συνδυασμό με άλλους καταπολεμούν ζιζάνια, εχθρούς και ασθένειες των φυτών.

- α) **Καταπολέμηση ζιζανίων:** Τα ζιζάνια προσαρμόζονται και ευδοκιμούν σε ορισμένες καλλιέργειες, επομένως παρεμβολή καλλιεργειών που εμποδίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων οδηγεί στην εξαφάνισή τους. Με την επέκταση της εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων, η αμειψισπορά έχασε τη σημασία που είχε στο παρελθόν για την καταπολέμηση των ζιζανίων, εξακολουθεί όμως και σήμερα να έχει σημαντικό ρόλο στην ολοκληρωμένη μέθοδο καταπολέμησης ζιζανίων, ιδιαίτερα των πολυετών που είναι πιο δυσκολοεξόντωτα (Berrow *et al*, 1989). Η αμειψισπορά εξάλλου δεν υποβαθμίζει το περιβάλλον ως παράγοντας καταπολεμήσεως ζιζανίων, γιαυτό και ενισχύεται η σημασία της σήμερα που η γεωργία πρέπει να είναι φιλική προς το περιβάλλον (Δαλιάνης, 1993).

Ζιζάνια που αναπτύσσονται σε ποτιστικές καλλιέργειες (π.χ. *Setaria*, *Portulaca*) ή πολυετή ζιζάνια (π.χ. κύπερη, αγριάδα που πολλαπλασιάζονται με βολβούς, κονδύλους και ριζώματα), μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με παρεμβολή χειμερινών καλλιεργειών και με βαθειά οργώματα το θέρος που εκθέτουν τα μέρη πολλαπλασιασμού των ζιζανίων στις ξηροθερμικές συνθήκες (Berrow *et al*, 1989).. Η αμειψισπορά επίσης με την παρεμβολή σκαλιστικής καλλιέργειας, συντελεί στην καταπολέμηση ζιζανίων των χειμερινών σιτηρών όπως π.χ. της αγριοβρώμης. Άλλες καλλιέργειες επίσης όπως η μηδική, ο ηλιάνθος και τα τεύτλα επειδή είναι ισχυρώς ανταγωνιστικά (αποπνικτικά) φυτά, συμβάλλουν στον περιορισμό των αγριόχορτων (Δαλιάνης, 1993).

- **β) Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών.** Είναι πολλές οι ασθένειες και τα έντομα που προσβάλλουν ορισμένες μόνο καλλιέργειες. Η αμειψισπορά μόνη της ή σε συνδυασμό με τη χημική καταπολέμηση, τις ανθεκτικές ποικιλίες και άλλους παράγοντες, μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών. Εξάλλου όπως και στην περίπτωση της καταπολέμησης των ζιζανίων είναι παράγοντας που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον (Berrow *et al*, 1989).

Η χρήση της αμειψισποράς για καταπολέμηση ασθενειών είναι ευρύτερη από τη χρήση της για καταπολέμηση ζωικών παρασίτων. Η ανθράκωση των φασολιών που αποτελεί εξειδικευμένη ασθένεια αυτών των φυτών όπως και η βερτισιλλίωση που προσβάλλει ορισμένες καλλιέργειες όπως βαμβάκι, ντομάτα, πατάτα, μπορούν να αντιμετωπιστούν ή να περιοριστούν με την παρεμβολή ανθεκτικών καλλιεργειών ή ακόμη και ανθεκτικών ποικιλιών (Sirichandhra, 1981). Σε περίπτωση πολύ μολυσμένου π.χ. βαμβακαγρού από βερτισιλλίωση η αμειψισπορά αποτελεί τον αποκλειστικό πρακτικό τρόπο αντιμετώπισης του μύκητα (Ολυμπίου, 1996).

Στις περιπτώσεις εντόμων η αμειψισπορά έχει εφαρμογή κυρίως σε εκείνα τα έντομα που δεν μετακινούνται εύκολα όπως οι σιδηροσκώληκες.

3. Ποιοτική και ποσοτική αύξηση αποδόσεων. Πλην της ωφελιμότητας της αμειψισποράς που προκύπτει από τους παράγοντες που αναλύθηκαν προηγουμένως, υπάρχουν και άλλα πλεονεκτήματα που οφείλονται σε παράγοντες που δεν είναι

ακόμη απολύτως γνωστοί. Πολλά πειραματικά δεδομένα αποδεικνύουν την ωφελιμότητα της αμειψισποράς στην αύξηση των αποδόσεων (Sirichandhra, 1981). Σύμφωνα με τα στοιχεία βέβαια αυτά, η ωφέλεια μπορεί να οφείλεται σε έναν από τους προηγούμενους παράγοντες. Πειράματα 30 ετών στην Αμερική έδειξαν ότι με 3ετή αμειψισπορά αυξήθηκε η απόδοση του σίτου, καλαμποκιού και βρώμης κατά 140, 86 και 64% αντιστοίχως σε σχέση με τη συνεχή καλλιέργεια (Δαλιάνης, 1993).

Ο συνδυασμός αμειψισποράς με λίπανση αυξάνει ακόμη περισσότερο τις αποδόσεις. Πειράματα στο Illinois έδειξαν ότι η απόδοση του αραβοσίτου μειωνόταν συνεχώς με συνεχή καλλιέργεια, λιγότερο με διετή αμειψισπορά βρώμης, ακόμη λιγότερο με τριετή βρώμης-τριφυλλίου και παρουσίαζε αύξηση με την ίδια τριετή αμειψισπορά και λίπανση (Δαλιάνης, 1993).

4. Επίδραση προηγούμενης καλλιέργειας. Σε πολλές περιπτώσεις μια καλλιέργεια μπορεί να επηρεαστεί θετικά ή αρνητικά από την προηγούμενη. Η εφαρμογή της ορθής αμειψισποράς μπορεί να οδηγήσει σε θετικά αποτελέσματα (Sirichandhra, 1981). Καλλιέργεια ψυχανθών μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση σε καλλιέργεια σίτου που ακολουθεί γιατί με τον εμπλουτισμό του εδάφους σε άζωτο μπορεί να προκαλέσει πλάγιασμα, ιδιαίτερα σε υψηλόσωμες ποικιλίες σίτου, ενώ αν ακολουθεί σκαλιστική καλλιέργεια ο εμπλουτισμός με άζωτο είναι ευνοϊκός, γι' αυτό η σωστή αλληλουχία σε μια τέτοια 3ετή αμειψισπορά είναι ψυχανθές-σκαλιστικό-σιτηρό (Δαναλάτος, 2007).

Η επίδραση της προηγούμενης καλλιέργειας στην επόμενη μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες που έχουν σχέση με τη φυσική κατάσταση του εδάφους, τα θρεπτικά συστατικά, την οργανική ουσία, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τις τοξικές ουσίες που εκκρίνονται από τις ρίζες κ.α (Sirichandhra, 1981).

2.2.2 Συστήματα αμειψισποράς

Το πιο επιθυμητό σύστημα αμειψισποράς είναι εκείνο που μεγιστοποιεί το κέρδος για μία περίοδο πολλών ετών.

Το σύστημα αμειψισποράς καθορίζεται κυρίως από τρεις παράγοντες:

- α) Τα είδη και οι ποικιλίες που συμπεριλαμβάνονται στην αμειψισπορά καθώς και ο κύκλος της αμειψισποράς (αριθμός ετών). Μία καλλιέργεια, αναλόγως

της οικονομικής της σημασίας για τις συνθήκες της συγκεκριμένης εκμετάλλευσης, μπορεί να συμμετέχει περισσότερα χρόνια, διαδοχικά ή εναλλασσόμενα, σε ένα σύστημα αμειψισποράς, όπως π.χ. καλλιέργεια βαμβακιού επί σειρά ετών και διακοπή όταν αυτή επιβάλλεται από διάφορους παράγοντες (π.χ. μόλυνση του εδάφους από βερτισιλλίωση) (Δαλιάνης, 1993).

- β) Την αναλογία από τη συνολική έκταση που θα καταλαμβάνει η κάθε καλλιέργεια.

- γ) Τη διαδοχή των καλλιεργειών στον κύκλο της αμειψισποράς.

Για τον καθορισμό των παραπάνω παραγόντων πρέπει πρωταρχικώς να λαμβάνονται υπόψη:

- α) Η προσαρμοστικότητα των φυτών στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, και οικονομικοτεχνικές συνθήκες που καθορίζουν την ανταγωνιστικότητα των καλλιεργειών (τιμές προϊόντων, κόστος, ζήτηση προϊόντων, διατιθέμενα παραγωγικά μέσα και κεφάλαια).

- β) Η ύπαρξη υδατικών πόρων και η καλύτερη διαχείρισή τους.

- γ) Η ύπαρξη παρασίτων (ζιζάνια, εχθροί ασθένειες) και η δυνατότητα αντιμετώπισής τους.

- δ) Η ύπαρξη και κατανομή εργατικών χεριών και μηχανικού εξοπλισμού.

- ε) Η επίδραση μιας καλλιέργειας στην επόμενη (Δαλιάνης, 1993).

2.2.3 Κανόνες εφαρμογής συστημάτων αμειψισποράς

Για την κατάστροψη του προγράμματος αμειψισποράς σε ένα αγρόκτημα συνιστώνται οι παρακάτω κανόνες:

- α) Η εναλλαγή των σκαλιστικών-αραιών καλλιεργειών με τις μη σκαλιστικές - πυκνές καλλιέργειες πρέπει να γίνεται με γνώμονα τα είδη των ζιζανίων και την καταπολέμησή τους. Άλλα ζιζάνια καταπολεμούνται με σκαλίσματα και άλλα με ανταγωνισμό, ιδίως ως προς το φως, που ασκεί σε αυτά η πυκνή καλλιέργεια. Επίσης πολυετή χορτοδοτικά φυτά με τις συνεχείς κοπές δεν επιτρέπουν

στα ζιζάνια να σποροποιήσουν ή να αποθηκεύσουν ουσίες στα υπόγεια μέρη πολλαπλασιασμού τους (κόνδυλοι, βολβοί, ριζώματα) (Sirichandhra, 1981).

- β) Η εναλλαγή πρέπει να γίνεται μεταξύ φυτών με ταξινομικές διαφορές γιατί συνήθως προσβάλλονται από διαφορετικά παράσιτα.

- γ) Τα λιπάσματα πρέπει να εφαρμόζονται στην καλλιέργεια που τα εκμεταλλεύεται παραγωγικότερα.

- δ) Το σύστημα της αμειψισποράς πρέπει να μπορεί να τροποποιείται κατά την εξέλιξή του αναλόγως των αναγκών και περιστάσεων (π.χ πτώση τιμών ενός προϊόντος).

- ε) Για την αλληλουχία των καλλιεργειών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της προηγούμενης στην επόμενη καλλιέργεια όπως προαναφέρθηκε.

- στ) Σε ένα σύστημα αμειψισποράς πρωτεύουσα θέση και επομένως αναλογία συμμετοχής πρέπει να έχει η καλλιέργεια με τη μεγαλύτερη πρόσοδο (Σφήκας, 1995).

2.2.4 Συνήθη συστήματα αμειψισποράς στην Ελλάδα

Στο παρελθόν η συνήθης αμειψισπορά στα ξηρά και πτωχά εδάφη ήταν η διετής αγρανάπαυση-σιτηρό. Με την επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων και τη χρήση λιπασμάτων, συνήθης διετής αμειψισπορά είναι η αλληλουχία χειμερινό σιτηρό-εαρινή καλλιέργεια (βαμβάκι, καλαμπόκι, καπνός).

Στα αρδευόμενα χωράφια συνήθης τριετής αμειψισπορά είναι: Ψυχανθές-σκαλιστικό-σιτηρό, όπου τη θέση του ψυχανθούς κατέχει συνήθως το αρδευόμενο τριφύλλι.

Στα ξηρικά χωράφια η αμειψισπορά είναι συνήθως διετής. Το ψυχανθές παρεμβάλλεται συνήθως ως χειμερινή καλλιέργεια οσπρίων (φακή κ.λ.π.) και ακολουθεί χειμερινό σιτηρό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005).

Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας ορισμένων καλλιεργειών (π.χ. βαμβάκι, καλαμπόκι) σε βάρος άλλων (σιτηρά), οδήγησε πρόσφατα στον περιορισμό της

εφαρμογής ενός ορθού συστήματος αμειψισποράς και στη μετατροπή του καλλιεργητικού συστήματος σε κατά το μάλλον ή ήττον μονοκαλλιέργεια, γεγονός που ήδη δημιούργησε δυσμενείς επιπτώσεις στη γονιμότητα και παραγωγικότητα των αγρών και επομένως στην απόδοση και αυτής ακόμη της ανταγωνιστικής καλλιέργειας (π.χ. υπάρχουν ενδείξεις ότι η μείωση των αποδόσεων που παρατηρούνται στο βαμβάκι ορισμένες χρονιές είναι εντονότερη σε "κουρασμένα" χωράφια όπου για πολλά χρόνια δεν εφαρμόζεται η κατάλληλη αμειψισπορά).

3. Καλλιέργεια φακής (*Lens culinaris*)

3.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού

Η φακή είναι ετήσιο διπλοειδές φυτό ($2n=14$ χρωμόσωμα). Έχει μια λεπτή πασσαλώδη ρίζα από την οποία εκφύονται ινώδεις πλάγιες ρίζες. Διακρίνονται τρεις τύποι ριζικού συστήματος: 1) πλούσια διακλαδιζόμενο, επιφανειακό 2) περιορισμένο διακλαδιζόμενο κύρια πασσαλώδη ρίζα που εισχωρεί σε βάθος και 3) ενδιάμεσος τύπος (Howieson *et al*, 2000). Η μορφή του ριζικού συστήματος εξαρτάται τόσο από τον γενότυπο όσο και από τις εδαφικές συνθήκες των περιοχών όπου οι γενότυποι αυτοί εξελίχθησαν. Στη κύρια ρίζα καθώς και στις πλαγίες διακλαδώσεις, κυρίες στα ανώτερα τμήματα του εδάφους, σχηματίζονται φυμάτια συνεχούς ανάπτυξης, με σχήμα συνήθως επίμηκες ωοειδές αλλά και στρόγγυλο (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2005).

Το υπέργειο τμήμα του φυτού αποτελείται από τον κύριο βλαστό και από πρώτη και δεύτερης διακλαδώσεις. Το ύψος του φυτού κυμαίνεται από 25cm έως 75cm, εξαρτάται από τον γενότυπο, κυρίως όμως καθορίζεται από τις εδαφολογικές συνθήκες ανάπτυξης. Το στέλεχος είναι λεπτό, γωνιώδους διατομής και σε μερικούς τύπους φακής λείο, ενώ σ' άλλους ελαφρά χνουδωτό (Ayoub, 1977).

Τα φύλλα είναι σύνθετα και αποτελούνται από 5-7 ζεύγη φυλλαρίων, που εκφύονται αντίθετα η κατ'εναλλαγή, στερούνται μίσχου και έχουν ελλειπτικό σχήμα. Στη βάση κάθε φύλλου καταλήγει συνήθως σε μια απλή ή διακλαδιζόμενη έλικα. Τα άνθη της φακής είναι μικρά (μήκους 4-9 χιλιοστά), λευκά ή υπόλευκα και φέρονται μεμονωμένα ή ανά 2-4, στη άκρη ενός ανθικού άξονα, ο οποίος εκφύεται από τις μασχάλες των φύλλων και είναι ισομήκης με το αντίστοιχο φύλλο. Ο καρπός είναι μικρός λοβός (μέχρι 15 χιλιοστά) και περιέχει 1-2 σπόρους. Κάθε ανθικός άξονας φέρει 1-4 λοβούς. Οι σπόροι έχουν σχήμα αμφίκυρτου φακού και χρώμα ανοιχτό πράσινο, υπόξανθο, ελαφρό ρόδινο, ανοιχτό καστανό, γκρίζο με σκούρες ή καστανές κηλίδες (Caballero, 1993).

3.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία

Η φακή είναι όσπριο μεγάλης θρεπτικής αξίας και χρησιμοποιείται κυρίως στην ανθρώπινη διατροφή. Τα σπέρματα της περιέχουν 20-25% πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, 55-60% υδατάνθρακες, 2% λίπος καθώς και φώσφορο, σίδηρο και βιταμίνες Β (Αυγουλάς κ.α, 2001). Γι' αυτό το λόγο οι καταναλωτές απαιτούν σωστή τυποποίηση με ομοιόμορφο μέγεθος και χρώμα σπόρων, καθαρότητα, μεγάλη απόδοση στο βράσιμο και πάνω απ' όλα σταθερότητα στην ποιότητα (Caballero, 1993).

Πέρα από τις ποικιλίες φακής που είναι για κατανάλωση, υπάρχουν και οι κτηνοτροφικές ποικιλίες φακής που οι σπόροι χρησιμοποιούνται για την διατροφή των ζώων κυρίως πουλερικών. Επίσης το άχυρο των φυτών, μετά τον αλωνισμό, χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή (Αυγουλάς κ.α, 2001).

3.3 Βιολογικός κύκλος

Η φακή δύναται να βλαστήσει στο φως ή το σκοτάδι και παρουσιάζει υπόγειο φύτευμα. Πρόσφατα συγκομισθέντες σπόροι ορισμένων ποικιλιών παρουσιάζουν λήθαργο λόγω δυσκολίας απορρόφησης του νερού, ο οποίος μπορεί να διαρκέσει πάνω από 3-4 εβδομάδες. Αντιθέτως, σπόροι που δεν παρουσιάζουν λήθαργο, όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας απορροφούν όλη σχεδόν την απαιτούμενη ποσότητα νερού για βλάστηση, εντός 12 ωρών (Caballero, 1993). Ανάλογα με τη θερμοκρασία του εδάφους το φύτευμα γίνεται 1-3 εβδομάδες από την σπορά (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2005). Η φακή είναι συνεχούς ανάπτυξης. Η άνθιση προχωρεί σταδιακά από την βάση προς την κορυφή του φυτού, ενώ συνεχίζεται η βλαστική ανάπτυξη. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου εξαρτάται από τον γενότυπο, την εποχή σποράς και τις κλιματικές συνθήκες, κυρίως τη θερμοκρασία και την βροχόπτωση την περίοδο της άνθησης και της καρποφορίας (Cook *et al*, 1994).

Η φακή είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό, με ποσοστό σταυρογονιμοποίησης μικρότερο από 0,8% που μάλλον γίνεται με μικρά έντομα, όπως ο θρίπας. Ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας κατά την γονιμοποίηση είναι απαραίτητες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων (Caballero, 1993).

Πολύ υψηλές θερμοκρασίες συντελούν στην δημιουργία κενών λοβών. Διάφορα χαρακτηριστικά του φυτού όπως ο μεγάλος αριθμός λοβών, οι πολλές δευτερεύουσες διακλαδώσεις και το μεγάλο ύψος των φυτών, βρέθηκε ότι σχετίζονταν με θετικά με την απόδοση (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2005). Το φυτό ωριμάζει όταν το χρώμα των χαμηλότερων λοβών γίνεται από κίτρινο-καφέ σε καφέ (περίπου σε 120 μέρες) (Cook *et al*, 1994). Αυτό το διάστημα χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί είναι πολύ μικρό (μέγιστο 10 μέρες) και οι λοβοί μπορεί να καταστραφούν.

3.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

- **Εδαφοκλιματολογικές συνθήκες**

Η φακή αναπτύσσεται καλά σε ψυχρά περιβάλλοντα και τα νεαρά φυτά είναι ανθεκτικά στους, μη παρατεταμένους, ανοιξιάτικους παγετούς. Το φύτευμα των σπόρων ξεκινά σε θερμοκρασία 4-6°C με άριστη θερμοκρασία 15-25°C (Cook *et al*, 1994). Είναι ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, αλλά θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 30°C κατά την περίοδο άνθησης και γεμίσματος του λοβού ξηραίνουν τα φυτά. Η απόδοση είναι καλή όταν καλλιεργείται σε ελαφριά και καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη, πλούσια σε φωσφόρο και κάλιο. Τα μαύρα και αλλουβιακά εδάφη θεωρούνται τα καταλληλότερα (<http://www.agroepiloges.gr/Files/faki/Faki.pdf>). Είναι ανθεκτικό στην ξηρασία, λόγω του εκτενούς ριζικού συστήματος ενώ οι βροχοπτώσεις και η υγρασία μπορεί να μειώσουν την απόδοση αφού ενθαρρύνουν τη βλαστική ανάπτυξη. Η υγρασία επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα, γιατί κάνει σκληρό το επίστρωμα και δυσκολεύει το μαγείρεμά του (<http://www.agroepiloges.gr/Files/faki/Faki.pdf>).

3.5 Τεχνική καλλιέργειας

Η φακή καλλιεργείται κυρίως σε ξερικά χωράφια συνήθως σε αμειψισπορά με το σιτάρι και βελτιώνει τη γονιμότητα των σιταγρών με άζωτο που αφήνει στο έδαφος. Η φακή δε θα πρέπει να καλλιεργείται συνέχεια στο ίδιο χωράφι (Ayoub, 1977). Ακολουθείται η κατεργασία του εδάφους που αναφέρθηκε στα προηγούμενα χειμερινά ψυχανθή. Κυλίνδρισμα, κατά προτίμηση πριν από τη σπορά, βελτιώνει την ισοπέδωση του αγρού και διευκολύνει τη μηχανική συγκομιδή (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2005). Η σπορά στη φθινοπωρινή καλλιέργεια γίνεται μέσα στον

Νοέμβριο, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και την ποικιλία (Ayoub, 1977). Οι απαιτήσεις σε λιπάσματα είναι μικρές εξαιτίας της συμβιωτικής σχέσης του φυτού με αζωτοβακτήρια. Συνεπώς, αζωτούχες επεμβάσεις γίνονται στα πολύ άγονα εδάφη ενώ επεμβάσεις με φωσφορούχα και καλιούχα λιπάσματα γίνονται σε περίπτωση που δεν επιτυγχάνονται οι ελάχιστες απαιτούμενες περιεκτικότητες. Η καταπολέμηση των ζιζανίων είναι σημαντική γιατί η μη έγκαιρη απομάκρυνσή τους καταπνίγει την καλλιέργεια και μειώνει την απόδοση. Η άρδευση είναι αναγκαία κατά την περίοδο της άνθησης και όταν απαιτείται. Κατά το στάδιο της αποθήκευσης, ο σπόρος πρέπει να είναι καθαρός από ξένα υλικά και η υγρασία του να μην ξεπερνά το 13% (<http://www.agroepiloges.gr/Files/faki/Faki.pdf>).

3.6 Οικονομική σημασία

Είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα όσπρια. Στις μέρες μας καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο αλλά κυρίως στις παραμεσόγειες ώρες, στην Ινδία, στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική, στην Ρωσία, στην Τσεχία, στην Σλοβενία, στην Ρουμανία, στις ΗΠΑ, τον Καναδά. Η μεγαλύτερη ποσότητα όμως παράγεται στην Ινδία. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση (περί τις 25000-30000 στρέμματα) και η παραγόμενη ποσότητα δεν επαρκεί για την κάλυψη των εσωτερικών μας αναγκών, οι όποιες συμπληρώνονται με εισαγωγές (Αυγουλάς κ.α, 2001). Περισσότερο καλλιεργούνται στη Λάρισα, Βοιωτία, Κοζάνη, Καστοριά, Χίο, Λευκάδα, άλλα και σε άλλες πιο μικρές εκτάσεις σε σχεδόν όλη την χώρα.

3.7 Ποικιλίες

Σήμερα στην χώρα μας υπάρχουν στην διάθεση των καλλιεργητών οι παρακάτω ελληνικές ποικιλίες φακής, δημιουργίας του Ι.Κ.Φ.Β. **Λεπτόσπερμες:** Δήμητρα, Σάμος και Αρκαδία. **Πλατύσπερμες:** Θεσσαλία, Ικαρία, Πανδώρα και Λήμνος. Όλες αυτές είναι πολύ βραστερές και αποδοτικές, με μέση απόδοση από 220 κιλά μέχρι 280 κιλά ανά στρέμμα (Αυγουλάς κ.α, 2001).

3.8 Εχθροί και ασθένειες

Τα σπουδαιότερα προβλήματα ασθενειών είναι η τήξη των φυταρίων, η φουζαρίωση, η ασκοχύτωση και το μωσαϊκό του μπιζελιού.

Τα κυριότερα έντομα που δημιουργούν προβλήματα στη φακή στην χώρα μας είναι (Ηλιάδης, 1992β):

Βρούχος (*Bruchus lentis*, *B. signaticornis*). Είναι το σοβαρότερο έντομο που προσβάλλει την φακή. Διαχειμάζει με την μορφή τελείου και αρχίζει να εμφανίζεται στους αγρούς την άνοιξη από τις αρχές Απριλίου. Αντιμετωπίζεται με εντομοκτόνα τα οποία εφαρμόζονται κατά την άνθηση των φυτών της φακής (Saxena and Hawtin, 1981).

Ρύκτης των λοβών (*Etiella zinckenella*). Το έντομο αυτό αποτελεί επίσης σοβαρό πρόβλημα για την χώρα μας και πρέπει να αντιμετωπίζεται έγκαιρα. Τα τέλεια που είναι μικρές καφετιές πεταλούδες, γεννούν κατά τον Απρίλιο αυγά στο εξωτερικό των λοβών της φακής. Οι μικρές προνύμφες μπαίνουν στο λοβό και κατατρώγουν εξωτερικά τους σπόρους, αφήνοντας τα περιττώματά τους. Αντιμετωπίζονται με εντομοκτόνα (Muehlbauer *et al*, 1995).

Σιτόνες (*Sitona spp.*). Τέλεια έντομα τρέφονται στις άκρες των φύλλων, όπου δημιουργούν μικρές ημικυκλικές εγκοπές. Οι ζημιές παρατηρούνται το Δεκέμβριο-Ιανουάριο στα νεαρά φυτά (Muehlbauer *et al*, 1995).

Από Μυκητολογικές και Ιολογικές ασθένειες τα σπουδαιότερα προβλήματα ασθενειών στη χώρα μας είναι (Ηλιάδης, 1992β):

- Τήξεις φυταρίων (*Rhizoctonia solani*, *Pythium soo.*, *Fusarium spp.*)
- Φουζαρίωση (*Fusarium spp.*)
- Ασχοχύτωση (*Ascochyta fabae f. sp. Lentis*)
- Σκωρίαση (*Uromyces fabae*)
- Σκληρωτίνια (*Sclerotinia spp.*)
- Αλτερνάρια (*Alternaria spp.*)
- Μωσαϊκό του μπιζελιού (*pea seedborne mosaic virus, PSBMV*)

4. Καλλιέργεια Ινώδους Σόργου (*Sorghum bicolor*)

4.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού

Το σόργο ανήκει στην υποοικογένεια **Andropogoneae** της οικογένειας των **Poaceae** και στο γένος *Sorghum*. Το γένος αυτό χαρακτηρίζεται από φυτά μόνικα, μονοκλινή ή δικλινή, καθώς και από φυτά με τα δύο είδη ανθέων. Η ταξιανθία είναι φόβη λιγότερο ή περισσότερο διακλαδιζόμενη, χαλαρή ή συμπαγής. Κάθε γόνιμο άνθος αποτελείται από δύο λέπυρα, δύο γλωχίνες, τρεις στήμονες και έναν ύπερο. Ο ύπερος αποτελείται από μονόχωρο ωοθήκη και δυο στύλους. Τα λέπυρα είναι παχιά, σκληρά φέρουν τρία δόντια στην άκρη, μερικές φορές και άγανο. Τα σταχύδια είναι διανθή με ένα γόνιμο άνθος (Σφήκας, 1991). Κάθε σταχύδιο αποτελείται από δύο λέπυρα και δύο άνθη, το ένα γόνιμο και το άλλο άγονο. Το γόνιμο άνθος αποτελείται από το χιτώνα και τη λεπίδα, τρεις στήμονες και τον ύπερο.

Το εμβρυακό ριζικό σύστημα αποτελείται από μια μόνο δευτερογενή ρίζα, μόνιμες και εναέριες ρίζες. Το μόνιμο ριζικό σύστημα μπορεί να φθάσει σε βάθος 2,5 μέτρων και έχει διπλάσια περίπου ικανότητα απορρόφησης νερού συγκριτικά με τον αραβόσιτο.

Το στέλεχος είναι κάλαμος με ύψος 0,5 – 5 μέτρων, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας. Τα στελέχη μπορεί να είναι χυμώδη και ο χυμός μπορεί να έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Ο αριθμός των αδελφιών εξαρτάται από την ποικιλία και το περιβάλλον. Τα φύλλα μοιάζουν με του αραβόσιτου, έχουν οδοντώσεις περιφερειακά, είναι μικρότερα σε μέγεθος και έχουν ιδιότητες αντοχής σε συνθήκες ξηρασίας. Ο καρπός έχει σχήμα στρόγγυλο ή επίμηκες και διαφορετικά χρώματα, όπως λευκό, κόκκινο ή καστανό. Τα μέρη του σπόρου είναι τα ίδια με το σπόρο του αραβόσιτου (Δαναλατος και Αρχοντούλης, 2008). Από τους Taylor *et al.* (2003) διαπιστώθηκε ότι περισσότερο από το 85% του βάρους του σπόρου καταλαμβάνεται από το ενδοσπέρμιο. Το βλαστίδιο και το περικάρπιο καταλαμβάνουν μόλις το 10% του βάρους του σπόρου, με το βλαστίδιο να είναι βαρύτερο των δύο. Το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης του σπόρου βρισκόταν στο ενδοσπέρμιο, περίπου 80%. Επίσης, η συγκέντρωση των πρωτεϊνών ήταν μεγαλύτερη στο βλαστίδιο από ότι στα περικάρπιο.

4.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία

Ο καρπός του σόργου είναι ισοδύναμος με αυτόν του αραβόσιτου από πλευράς θρεπτικής αξίας και χρησιμοποιείται σε χώρες, όπως το Σουδάν και η Νιγηρία για τη διατροφή του ανθρώπου. Ο καρπός χρησιμοποιείται κυρίως στη διατροφή ζώων, ιδίως πτηνοτροφία. Για βιομηχανική χρήση χρησιμοποιείται για παραγωγή αλκοόλης, αμυλοπηκτίνης, αμύλου, γλυκόζης κλπ. Από τις ταξιανθίες ορισμένων ποικιλιών παράγονται σκούπες και οι χορτοδοτικές ποικιλίες ή σόργο του Σουδάν χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή χλωρή, ενσιρωμένη ή σανός. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην κατανάλωση βιομάζας σόργου γιατί περιέχει ντουρίνη ένα κυανιούχο γλυκοζίδιο. Από τη διάσπαση της ντουρίνης προκύπτει υδροκυάνιο, που είναι ιδιαίτερα τοξικό για τα ζώα.

4.3 Βιολογικός κύκλος

Ο βιολογικός κύκλος του σόργου είναι μικρός και διαρκεί από 130 – 160 μέρες . Σε μερικές πρώιμες ποικιλίες η καλλιεργητική περίοδος μπορεί να διαρκεί 80 μόνο ημέρες. Το φύτευμα και η ανάπτυξη του σόργου ακολουθούν την ίδια πορεία όπως στον αραβόσιτο. Το αδελφωμα ξεκινά δύο εβδομάδες μετά το φύτευμα και μπορεί να συνεχίζεται και μετά την άνθιση. Το χορτοδοτικό σόργο έχει μεγάλο αριθμό αδελφιών. Όταν θερίζεται, αναπτύσσει νέα αδελφια και μπορεί να δίνει περισσότερες κοπές στον ίδιο χρόνο.

Η άνθιση ξεκινά 2-6 ημέρες , μετά την εμφάνιση των ταξιανθιών ακόμα και πριν τη έξοδο της φόβης από τον κολεό του φύλλου. Το σόργο είναι κατά κύριο λόγο αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Μετά τη γονιμοποίηση, ο σπόρος είναι ώριμος, ένα μήνα περίπου, μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας (Αυγουλάς κ.α, 2001).

4.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

- **Κλίμα**

Είναι φυτό τροπικής προέλευσης , που προσαρμόζεται και στις εύκρατες χώρες και η καλλιέργεια του εκτείνεται μέχρι 40° Βόρειο γεωγραφικό πλάτος. Η άριστη

θερμοκρασία για το φύτευμα είναι 32-35° C και για ανάπτυξη 27-32° C. Είναι φυτό μικρής ημέρας, πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία, αλλά και στην υπερεπάρκεια υγρασίας. Λόγω της εξαιρετικής ανθεκτικότητας του στην ξηρασία ονομάζεται και καμήλα των σιτηρών.

- *Έδαφος*

Δεν έχει ιδιαίτερες εδαφικές απαιτήσεις και είναι ανθεκτικό στη αλατότητα ή σε αλκαλιώμενα εδάφη. Μπορεί να δώσει ικανοποιητική απόδοση σε όλους τους τύπους ακόμα και σε πτωχά εδάφη. Αν προσθέσει κανείς και την αντοχή στα έντομα αποτελεί το σόργο το υποκατάστατο του αραβόσιτου για πολλές αντίξοες συνθήκες, αλλά μειονεκτεί σοβαρά γιατί υφίσταται σοβαρές ζημιές από τα πτηνά. Στις βροχερές χρονιές συνήθως αποδίδει πιο πολύ στα βαριά χωράφια, ενώ στις ξηρές στα ελαφριά (Σφήκας, 1991).

4.5 Τεχνική καλλιέργειας

- *Αμειψισπορά*

Το σόργο μπορεί να ακολουθήσει οποιοδήποτε φυτό στο σύστημα αμειψισποράς ή να καλλιεργηθεί συνεχώς για αρκετά χρόνια. Έχει όμως αρνητική επίδραση στις επόμενες καλλιέργειες, γιατί εξαντλεί την υγρασία, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και υποβαθμίζει την εδαφική δομή. Τα φυτικά υπολείμματα του σόργου, όπως και του τεύτλου, περιέχουν μεγάλη ποσότητα ζαχάρων, που ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών του εδάφους, οι οποίοι συναγωνίζονται με τα φυτά της επόμενης καλλιέργειας για το άζωτο του εδάφους. Μετά από λίγους μήνες, όταν γίνει η αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων του σόργου, τα φυτά αναπτύσσονται ταχύτατα. Τα προβλήματα διορθώνονται, αν γίνει χλωρή λίπανση με ψυχανθή, προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων και κοπριάς. Μερικά παραδείγματα αμειψισπορών είναι τα εξής:

Σανοδοτικό ψυχανθές- σόργο – αραβόσιτος

Χειμερινό σιτηρό – σόργο – χειμερινό ψυχανθές

- **Προετοιμασία του αγρού για σπορά**

Η προετοιμασία του αγρού για τη σπορά είναι ίδια με του αραβοσίτου, αλλά το χωράφι πρέπει να είναι καθαρό από ζιζάνια και το έδαφος περισσότερο κοκκοποιημένο πριν τη σπορά. Οι συνηθέστεροι μέθοδοι προετοιμασίας του εδάφους είναι η άροση και η δισκάρωση. Από πολλά πειράματα έχει διαπιστωθεί ότι η φθινοπωρινή ή η χειμερινή προετοιμασία του εδάφους είναι προτιμότερη. Σε περιοχές χειμερινών βροχοπτώσεων και εφόσον το σόργο ακολουθεί ψυχανθές για σανό γίνεται μια άροση ή δισκάρωση ευθύς με μετά τη συγκομιδή του ψυχανθούς ώστε να διατηρηθεί η υγρασία στο έδαφος. Εάν το σόργο ακολουθεί χειμερινό σιτηρό γίνεται μια θερινή ή φθινοπωρινή άροση. Η θερινή άροση εκτός των άλλων έχει σαν σκοπό να καταστρέψει τα ζιζάνια κυρίως την αγριάδα και τον βέλιουρα από τα οποία υποφέρει πολύ το σόργο (Σφήκας, 1991).

- **Σπορά**

Η σπορά γίνεται δύο εβδομάδες μετά τη σπορά του αραβοσίτου, όταν η θερμοκρασία του εδάφους έχει σταθεροποιηθεί στους 16° C. Για το ινώδες σόργο η καλύτερη εποχή σποράς για να αποδώσει καλύτερα είναι στα μέσα Απριλίου. Η καλλιέργεια σπέρνεται με μηχανές σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 100-110 εκατοστά για τις ξηρικές καλλιέργειες και 40 -50 εκατοστά για τις αρδευόμενες. Οι αποστάσεις στη γραμμή σποράς εξαρτώνται από το αδέλωμα και τη διαθέσιμη υγρασία και κυμαίνονται από 15-60 εκατοστά. Οι ποσότητες του σπόρου που χρησιμοποιούνται στις καρποδοτικές ποικιλίες κυμαίνονται από 0,25 – 1,50 κιλό στο στρέμμα, ανάλογα με την διαθέσιμη υγρασία, ενώ για την παραγωγή βιομάζας γίνονται πυκνές σπορές με ποσότητα σπόρου από 1,7 έως 8 κιλά στο στρέμμα. Το βάθος, που τοποθετείται ο σπόρος, πρέπει να είναι 3-6 εκατοστά (Αυγουλάς κ.α, 2001). Σύμφωνα με τους Berenguer *et al.*(2000) σε εφαρμογή που έκαναν σε 4 πυκνότητες φύτευσης σε καλλιέργεια σόργου. Το συμπέρασμα που έβγαλαν είναι ότι η μικρότερη πυκνότητα επιφέρει μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά ταξιανθία και μεγαλύτερο βάρος αυτών. Αντίθετα, ο συντελεστής πυκνότητας δεν επηρεάζει το δείκτη συγκομιδής, την τελική παραγωγή και τη ξηρή ουσία.

- **Καταπολέμηση ζιζανίων**

Η μη καταπολέμηση των ζιζανίων σε μια καλλιέργεια σόργου έχει σαν συνέπεια σημαντική μείωση των αποδόσεων. Το σόργο είναι ευαίσθητο στον ανταγωνισμό των ζιζανίων, λόγω της αργής πρώτης ανάπτυξης του. Η αντιμετώπιση τους γίνεται μηχανικά με 2-3 σκαλίσματα ή χημικά με τα κατάλληλα ζιζανιοκτόνα.

- **Λίπανση**

Οι απαιτήσεις του σόργου σε ποσότητα και είδος λιπασμάτων είναι παρόμοιες με του αραβοσίτου. Το σόργο χρειάζεται 10 -15 μονάδες αζώτου στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Η επιφανειακή λίπανση πρέπει να γίνεται τις πρώτες 30 μέρες μετά το φύτευμα. Οι Saini *et al.* (2004) έκαναν ολοκληρωμένο πείραμα θρέψης για σόργο και φακές. Αρχικά, εμβάπτισαν το έδαφος με αζωτοδεσμευτικούς μικροοργανισμούς (*Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus*, και *Glomus*), εφάρμοσαν ανόργανα και οργανικά λιπάσματα και έκαναν αμειψισπορές οι καλλιέργειές μεταξύ τους. Κατέληξαν ότι το σύστημα αυτό βοηθά στην εγκατάσταση των μικροοργανισμών, βοηθά στην προσρόφηση θρεπτικών και μπορούμε να πετύχουμε μέγιστες αποδόσεις με το 50% των λιπασμάτων που χρησιμοποιούμε στις συμβατικές καλλιέργειες.

Οι Barbanti *et al.* (2005) στο πλαίσιο ενός τριετούς πειράματος μελέτησαν την επίδραση της αζωτούχας λίπανσης σε τρία επίπεδα 0, 60, 120 kg ha⁻¹. Και οι δύο κατηγορίες έδειξαν απλή σιγμοειδής ανάπτυξη ωστόσο του ινώδους σόργου ήταν πιο απότομη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο βιολογικός κύκλος του γλυκού σόργου είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του ινώδους. Η τελική απόδοση ήταν ίδια και στα δύο είδη. Δεν παρουσιάστηκαν διαφορές από την επίδραση της αζωτούχας λίπανσης δηλαδή στα δύο είδη.

- **Άρδευση**

Το σόργο αρδεύεται με τα ίδια συστήματα όπως και ο αραβόσιτος, δηλ με αυλάκια ή καταιονισμό. Αν και το σόργο είναι φυτό ανθεκτικό στην ξηρασία, οι αποδόσεις του αυξάνονται με τη άρδευση. Συνήθως δίνονται τρεις αρδεύσεις: η πρώτη πριν τη σπορά, η δεύτερη πριν την εφαρμογή της ταξιανθίας και η τρίτη στα πρώτα στάδια γεμίσματος των σπόρων (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Σύμφωνα με τους Berenguer *et al.* (2000) σε εφαρμογές νερού που έκαναν σε

καλλιέργειας σόργου (η μέγιστη εφαρμογή 330 mm και η ελάχιστη 51 mm) βρήκαν ότι η μείωση στην τροφοδοσία νερού στην καλλιέργεια επιφέρει σημαντικές μειώσεις σε ξηρά ουσία αλλά και σε καρπό.

- **Συγκομιδή**

Στην ωρίμανση οι σπόροι έχουν το τελικό τους χρώμα, σκληραίνουν και η υγρασία του σπόρου είναι 15-20 %. Η συγκομιδή στις καρποδοτικές ποικιλίες γίνεται με θεριζαλωνιστικές μηχανές μικρών σιτηρών. Στις χορτοδοτικές ποικιλίες η κοπή των φύλλων και των στελεχών γίνεται με χορτοκοπτικές μηχανές στο στάδια εμφάνισης της ταξιανθίας. Μετά από κάθε αναβλάστηση γίνεται νέα κοπή, ο συνολικός αριθμός των οποίων μπορεί να φτάσει τις τρεις (Αυγουλάς κ.α, 2001).

4.6 Οικονομική σημασία

Το σόργο κατάγεται από την Αφρική (Νότια Αίγυπτο) και προήλθε από την εξημέρωση ενός άγριου είδους σόργου. Είναι το τέταρτο σε διάδοση σιτηρό μετά το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο. Καλλιεργείται παγκόσμια σε έκταση 420 εκατομμυρίων στρεμμάτων και η παραγωγή ανέρχεται 60-70 εκατομμύρια τόνους. Η χώρα που καλλιεργεί τις μεγαλύτερες εκτάσεις είναι η Ινδία και ακολουθούν η Νιγηρία, οι Η.Π.Α, το Σουδάν, η Κίνα και η Αργεντινή. Στις δε ΗΠΑ και Βραζιλία καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή Βίο-αιθανόλης. Στη χώρα μας η καλλιέργεια του σόργου συνεχώς μειώνεται και σήμερα περιορίζεται σε μικρές εκτάσεις για παραγωγή σκούπας στο νομό Έβρου (Αυγουλάς-Ποδηματάς-Παπαστηλιανου, 2001).

4.7 Ποικιλίες

Ανήκει στην οικογένεια *Poaceae* στο γένος *Sorghum* και το καλλιεργούμενο είδος είναι το *Sorghum bicolor*. Ο Βέλιουρας (*Sorghum halepense*) ένα γνωστό ζιζάνιο για την Ελλάδα, ανήκει στο ίδιο γένος με το σόργο.

Το *sorghum Bicolor* ταξινομείται στους εξής τύπους ποικιλιών:

Α) Τις καρποδοτικές (*grain sorghum*), οι οποίες είναι κυρίως χαμηλόσωμες

Β) Τις χορτοδοτικές ή σανοδοτικές (*grass sorghum, Sudanense*), το ονομάζουμε σόργο του Σουδάν, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολλά αδέρφια και το πλούσιο φύλλωμα του.

Γ) Τις ζαχαροφόρες ή γλυκό σόργο το οποίο καλλιεργείται για τις ζαχαρούχες ουσίες που περιέχονται στο βλαστό.

Δ) Τις σκούπες ή το σόργο σαρωθροποιίας, το οποίο καλλιεργείται παλιότερα για την κατασκευή σκούπας.

Τα υβρίδια του ινώδες σόργου προέρχονται από διασταυρώσεις του καρποδοτικού σόργου με το σόργο σαρωθροποιίας και λόγω του φαινομένου της ετέρωσης παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό παραγωγής (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

4.8 Εχθροί και ασθένειες

Το σόργο ζημιώνεται από τις ίδιες ασθένειες και έντομα όπως ο αραβόσιτος και αντιμετωπίζονται με τους ίδιους τρόπους. Ο σπόρος καθώς επίσης και τα νεαρά φυτάρια υφίστανται ζημιές από διάφορα είδη εντόμων και διάφορα είδη μερμηγκιών. Τα πιο επιβλαβή έντομα είναι διάφορα είδη σιδηροσκολήκων και ασπροσκωλήκων καθώς επίσης και οι ψευτοσιδηροσκώληκες *Elcodes opaca* και *Mesomorphus longulus*. Οι ζημιές πολλές φορές είναι πολύ σοβαρές και μπορεί να έχουν σαν συνέπεια την ολική ή μερική καταστροφή της καλλιέργειας. Για τον περιορισμό των ζημιών συνίσταται η απολύμανση του σπόρου και η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών φυτρώματος και ταχείας αναπτύξεως των νεαρών φυταρίων (Δαλιάνη, 1999). Ο άνθρακας και το ελμινθοσπόριο προσβάλλουν συχνά το σόργο, ενώ οι ζημιές από τις αγροτίδες και τους μύκητες των νεαρών φυταρίων είναι λιγότερες. Σοβαρό πρόβλημα για το καρποδοτικό σόργο είναι τα πουλιά και η αντιμετώπισή τους είναι πολύ δύσκολη.

5.Καλλιέργεια Κενάφ (*Hibiscus cannabinus L.*)

5.1 Βοτανικά γνωρίσματα -Περιγραφή φυτού

Το φυτό του Κενάφ είναι αυτογονιμοποιούμενο. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις, είναι δυνατή η σταυρογονιμοποίηση. Με θερμές καιρικές συνθήκες η γονιμοποίηση γίνεται γρήγορα και αναπτύσσονται οι σπόροι (Πτυχιακή Καλλιονάκης, 2007).

Ο σπόρος είναι σφηνοειδούς σχήματος και έχει χρώμα μαύρο-γκρί. Το μήκος του σπόρου είναι 3-5 mm, το πλάτος του είναι 2,5-4 mm και το πάχος του 2-3 mm. Το βάρος χιλίων σπόρων κυμαίνεται περί τα 18-29 gr, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. Οι κάψες μεγαλώνουν μέχρι το κανονικό μέγεθος και σε κάθε μία ξεχωριστά υπάρχουν 25 σπόροι (Πτυχιακή Καλλιονάκης, 2007).

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

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

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

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

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

Το ριζικό σύστημα του Κενάφ αποτελείται από την κύρια πασσαλώδη ρίζα και από τις δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες. Οι ίνες του φλοιού έχουν μήκος γύρω στα 2-3 mm (μοιάζουν με εκείνες του μαλακού ξύλου) και οι ίνες του εσωτερικού ξύλου έχουν μήκος 0,45 mm (μοιάζουν με τις ίνες του σκληρού ξύλου) (Πασχαλίδης, 1997). Το μείγμα αυτό των ινών θεωρείται κατάλληλο για την παραγωγή καλής ποιότητας χαρτιού.

Κληρονομικότητα των χαρακτηριστικών του κενάφ. Η εν λόγω έρευνα διενεργήθηκε με στόχο να μελετήσει το πρότυπο κληρονομικής διαδοχής σε intraspecific σταυρούς που περιλαμβάνει δύο τοπικές ποικιλίες *Hibiscus cannabinus* L. Μια ποικιλία έχει ροζ λουλούδια και αντίσταση στην ρίζα στους κόμπους νηματώδων, ενώ η άλλη ποικιλία έχει ανοιχτό κίτρινο λουλούδια, αλλά ενδέχεται να προσβάλλεται η ρίζα από νηματώδεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κληρονομικότητα της ποικιλίας με τα ροζ λουλούδια και η αντίσταση στην ρίζα των νηματώδων κόμπων ήταν ελεγχόμενη από δύο assorting ανεξάρτητα γονίδια τις με «P» και «R» δύο δεσπόμενα αλληλόμορφα με παραγωγή φυτών που έχουν ροζ λουλούδια και ανθεκτικά στη ρίζα νηματώδων κόμβων, ενώ τα υποτελή αλληλόμορφα γονίδια των «P» και «R», παράγουν φυτά που έχουν φωτεινά κίτρινα λουλούδια αλλά ευπαθή στη ρίζα των νηματώδων κόμπων, αντίστοιχα. (Department of Biological Sciences, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Niger, 2008).

Χρήσεις

5.2 Χρησιμότητα – Τεχνολογική σημασία

Ένας βασικός λόγος εγκατάστασης και επέκτασης της καλλιέργειας του Κενάφ είναι το ενδιαφέρον της Ε.Ε, λόγω της έλλειψης που προβλέπεται να παρατηρηθεί σε πρώτες ύλες ξυλείας, χαρτιού και ειδικότερα ανακυκλώσιμων υλικών συσκευασίας, φιλικών προς το περιβάλλον. Έχει αναφερθεί ότι είναι 3 έως 5 φορές παραγωγικότερος ανά μονάδα επιφάνειας από τα δέντρα παραγωγής ξυλοπολτού και παράγει πολύ υψηλής ποιότητας, ίσης ή και καλύτερης από πολλά είδη δέντρων (Losavio *et al*, 1999). Το εμπορικό προϊόν του καρπού είναι οι ίνες οι οποίοι περιέχουν δύο ευδιάκριτες ίνες: Τις μακριές ίνες του φλοιού οι οποίες παράγουν χαρτί υψηλής ποιότητας και τις κοντύτερες ίνες οι οποίες παράγουν κατώτερης ποιότητας χαρτί.

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

5.3 Βιολογικός κύκλος

Πιο γρήγορα μεγαλώνει το Κενάφ από το στάδιο της εμφάνισης των ανθογόνων καταβολών (χτένια) μέχρι την έναρξη της άνθησης, σε ευνοϊκές συνθήκες θρέψης και υγρασίας. Αυτή την περίοδο η αύξηση του ύψους ανά εικοσιτετράωρο στις περισσότερες ποικιλίες φτάνει τα 6-8 cm (Danalatos and Archontoulis, 2004) και αναπτύσσονται τα πιο μεγάλα φύλλα. Μετά την περίοδο της άνθησης ο ρυθμός αύξησης του ύψους του στελέχους σχεδόν μηδενίζεται (Danalatos and Archontoulis, 2005a,b). Για την πλήρη ωρίμανση απαιτούνται 12-15 ημέρες, όπου σε αυτή την περίοδο οι σπόροι χάνουν την περίσσεια υγρασία, σκληραίνουν και μειώνεται λίγο το μέγεθος τους. Η κύρια ρίζα του Κενάφ προχωρεί κατακόρυφα προς τα κάτω και για αρκετές ημέρες δεν σχηματίζει καμιά διακλάδωση. Η ανάπτυξή της γίνεται πολύ γρήγορα. Πριν εμφανιστούν τα φυτά στην επιφάνεια του εδάφους, οι ρίζες τους έχουν αναπτυχθεί σε βάθος και αρχίζουν να σχηματίζουν δευτερεύουσες ρίζες, με την εμφάνιση των κοτυληδόνων στην επιφάνεια.

5.4 Προσαρμοστικότητα – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Τον κυριότερο ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού τον αποτελούν οι τέσσερις εξωτερικοί παράγοντες: η θερμοκρασία, η θρέψη, το νερό και το φως. Οι κακές περιβαλλοντικές συνθήκες, σε μεγάλο βαθμό, επηρεάζουν το φυτό.

- **Κλίμα**

Το Κενάφ είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε κλίμα, και υποφέρει όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω του 0°C. Θερμοκρασίες κάτω του -1°C σκοτώνουν και τα βλαστίδια και τα μεγάλα φυτά. Η βέλτιστη θερμοκρασία του εικοσιτετραώρου πρέπει να είναι 28-33°C, χωρίς απότομες διακυμάνσεις. Μικρότερες απαιτήσεις σε υψηλές θερμοκρασίες έχουν οι πρώιμες ποικιλίες, όταν καλλιεργούνται για τον φλοιό, δηλαδή για τις ίνες. Το Κενάφ έχει ως βασική θερμοκρασία κατά το φυτρωτικό και βλαστικό στάδιο ανάπτυξης του φυτού τους 10 °C, (Carberry *et al*, 1992). Ύστερα από δέκα έως δώδεκα ημέρες παρουσιάζεται το πρώτο κανονικό φύλλο. Μετά από επτά ή οχτώ ημέρες αναπτύσσεται το δεύτερο κανονικό φύλλο (συναρτήσει της θερμοκρασίας). Στη συνέχεια επιταχύνεται η εμφάνιση των φύλλων.

Το φυτό, εκτός του ότι είναι απαιτητικό, ως προς τη θερμοκρασία, είναι επίσης απαιτητικό και ως προς το φως. Όσο περισσότερο φως υπάρχει, τόσο καλύτερα αναπτύσσεται ο καρπός, ανοίγει καλά και παράγει μεγάλη ποσότητα σπόρου. Το Κενάφ είναι φυτό μικρής διάρκειας ημέρας (12 ώρες, υπό ελληνικές συνθήκες αρχίζει να ανθοφορεί όταν το εύρος ηλιοφάνειας πέσει κάτω από 12 ώρες/ημέρα και μεγιστοποιείται ο ρυθμός ανθοφορίας, σε φωτοπερίοδο 10,5 ώρες/ημέρα.

- **Έδαφος**

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

- α) Η έλλειψη του αζώτου προκαλεί την πτώση των κάτω φύλλων και το κιτρίνισμα των υπολοίπων.
- β) Η έλλειψη του φωσφόρου, στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης, όπως και του αζώτου, προκαλεί σημαντική καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών.

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

Το Κενάφ αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης.

5.5 Τεχνική καλλιέργειας

- **Σπορά**

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

- **Λίπανση**

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

Έτσι η αναπαραγωγική φάση του φυτού δεν ολοκληρώνεται, δηλαδή δεν έχουμε σύνθεση - δημιουργία σπόρων οι οποίοι είναι πολύ απαιτητικοί σε λίπανση (Danalatos and Archontoulis, 2005).

Έχουν μελετηθεί οι επιπτώσεις των διαφόρων επιπέδων εφαρμογής λιπασμάτων για την ανάπτυξη και φυσιολογία του Hibiscus cannabinus L. (κενάφ) που έχει φυτευτεί σε BRIS Soil. Το κενάφ είναι μια από τις πιο συνηθισμένα ετήσιες καλλιέργειες που φυτεύονται σε όλο τον κόσμο. Όντας ταχουαξές έχει χρησιμοποιηθεί για πολλαπλές χρήσεις και ως υποκατάστατο της γιούτας και, πιο πρόσφατα, ως ακατέργαστο προϊόν για την παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού. Με ισχυρή και μακροπρόθεσμη απόδοση σε ίνες, η μαζική παραγωγή του κενάφ σε όλη τη Μαλαισία είναι σημαντική. Η χρησιμοποίηση των λιγότερο γόνιμων εδαφών, όπως Bris εδαφών, είναι σημαντικό για να αυξηθεί η παραγωγή κενάφ σε όλη τη Μαλαισία.

Έτσι, ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να προσδιορίσει τις συνέπειες των διαφόρων επιπέδων λιπασμάτων σε εφαρμοζόμενα για την ανάπτυξη και τη φυσιολογία του Κενάφ που φυτεύονται στα εδάφη Bris. Η V36 ποικιλία χρησιμοποιήθηκε και φυτεύτηκε σε τρία διαφορετικά επιφανειακά επίπεδα λίπανσης. Υπήρξαν αντικρουόμενα αποτελέσματα σχετικά με τις επιπτώσεις των λιπασμάτων στην ανάπτυξη και φυσιολογία του κενάφ στην ξηρά περίοδο (41 ημέρες) και στην υγρή περίοδο (64 ημέρες). Σημαντικές επιδράσεις παρατηρήθηκαν μόνο για τη διάμετρο, το ύψος, τον αριθμό φύλλων και την έκταση κατά την υγρή περίοδο. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν επίσης για τη βιομάζα. Η όλο και μεγαλύτερη τάση με την αύξηση των ποσοστών των λιπασμάτων παρατηρήθηκε στην υγρή περίοδο για την ανάπτυξη και τις παραμέτρους της βιομάζας. Η συσχέτιση αναλύσεων μεταξύ συνολικής υπέργεια βιομάζας με διάμετρο και ύψος, ήταν μεγαλύτερη στην υγρή περίοδο (Hazandy *et al*, 2000).

• *Άρδευση*

Το πρωταρχικό ρόλο στην ανάπτυξη του κενάφ, τον διαδραματίζει το νερό. Η άρδευση είναι ο καθοριστικός παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και στην βελτίωση της ποιότητας (Stewart *et al*, 2000). Η ποσότητα και η συχνότητα των αρδευτικών εφαρμογών πρέπει να γίνεται με γνώμονα το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και τις εδαφοκλιματικές ανάγκες (εξατμισοδιαπνοή). Σύμφωνα με πειράματα που έγιναν στην κεντρική Καλιφόρνια (1996, 1997, 1998)

εξετάσθηκαν πέντε επίπεδα άρδευσης, ποσότητας αρδευτικού νερού από 368 - 1413 χιλιοστά και σύμφωνα με τα αποτελέσματα η παραγωγικότητα του κενάφ αυξανόταν θετικά με δόση άρδευσης από το 25% έως το 125% του συνολικού αρδευτικού νερού, ενώ σε δόσεις > 125% δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω αύξηση. (Banuelos *et al.*, 1997; Strieker *et al.*, 1997). Στην Ν. Ευρώπη ένας αριθμός ερευνητικών εργασιών έδειξαν ότι το κενάφ είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό άρδευσης, οι δε ανάγκες του φυτού σε νερό ανά καλλιεργητική περίοδο είναι περί τα 500-700 χιλιοστά (Alexoroulou *et al.*, 2000).

Στην Ελλάδα πρόσφατα πειραματικά δεδομένα (έτους 2003 και 2004) σε εδάφη με υπόγεια στάθμη νερού (Παλαμάς, Καρδίτσα), έδειξαν ότι το κενάφ αποδίδει υψηλές παραγωγές (90% του δυναμικού) με εφαρμογή μόλις του 50% της συνολικής άρδευσης (250 χιλιοστά) (Danalatos and Archontoulis, 2005). Σε αλλά πειράματα στην Β. Ελλάδα (Alexoroulou *et al.*, 2000) οι μέγιστες παραγωγικότητες βιομάζας επιτεύχθηκαν μόνο κάτω από πλήρη δόση αρδευτικού νερού.

Η φωτοσύνθεση των φύλων κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) έχει να κάνει με πιέσεις επί του υδατικού στρες. Η υψηλή απόδοση της βιομάζας και η περιεκτικότητα σε ίνες του κενάφ δικαιολογούν το αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με αυτό των πολλαπλών καλλιεργειών (βιομάζα για την ενέργεια, φυτικές ίνες για βιομηχανικές χρήσεις) για τον πιθανό ρόλο του στα αγροοικοσυστήματα αφορά την παραγωγή βιομάζας ως υποκατάστατο των μη ανανεώσιμων πόρων. Η υψηλή ικανότητα αφομοίωσης αυτών των C3 φυτών προτείνεται, επίσης, για τη μελέτη των περιβαλλοντικών επιδόσεων του κενάφ στη διάρκεια του δυναμικού αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα και την ικανότητα να ενεργούν τα φυτά ως δεξαμενές διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο υπάρχουν μερικές αναφορές βιβλιογραφίας από έκθεση πειραματικών αποτελεσμάτων σχετικά με την φυσιολογία του παρόντος φυτού (πολλαπλών καλλιεργειών), ιδίως από πλευράς ποσοστού αφομοίωσης, και η σχέση της με περιβαλλοντικούς και αγρονομικούς παράγοντες. Προκειμένου να αξιολογήσει τις φυσιολογικές, βιολογικές και αγρονομικές απαιτήσεις του κενάφ cv. Tainung 2 σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, ένα πείραμα πεδίου έχει πραγματοποιηθεί σε λοφώδεις περιοχές της Σικελίας το καλοκαίρι του 2003 με μελέτη σε τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες υδάτικού δυναμικού εδάφους (100%, 50%, 25% της αποκατάστασης ET κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου των καλλιεργειών). Αν ποτιστεί καλά η απαιτούμενη **P_{max}** (μέγιστη φωτοσυνθετική

δραστηριότητα οδήγησε σε $37,75 \mu\text{moles m}^{-2}\text{s}^{-1}$ και ϵ (φαινομενική αποδοτικότητα κβαντικής) 0.0583. Και οι δύο δείκτες επηρεάστηκαν αρνητικά από το υδατικό στρες και την θερμοκρασία των φύλλων (Cosentino *et al*, 2003).

5.6 Οικονομική σημασία

Το Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) ανήκει στην οικογένεια Malvaceae, αποτελεί μια εναλλακτική καλλιέργεια για την παραγωγή χαρτοπολτού στην Ελλάδα. Η ακριβής προέλευση του Κενάφ δεν είναι γνωστή. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι προήλθε από την Αφρική, όπου υπάρχουν πολλά αυτοφυή είδη, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι προήλθε από την περιοχή Ιμαλαΐων, δεδομένου ότι βρέθηκε εκεί, σε υψόμετρο 100 μέτρων. Το Κενάφ καλλιεργείται σήμερα σε όλη τη Δυτική Ασία, από Ινδία μέχρι Τουρκία, σε αρκετά εκατομμύρια στρέμματα και αποτελεί βασική καλλιέργεια των κρατών της περιοχής αυτής. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του Κενάφ έχει εγκατασταθεί περισσότερο δοκιμαστικά, σε περιοχές της Βόρειας Ελλάδας (Alexoroulou *et al*, 2000, Mardikis *et al*, 2004, Danalatos and Archontoulis 2004a,b). Τα αποτελέσματα των πρώτων πειραμάτων έδειξαν ότι οι αποδόσεις και η ποιότητα των ινών θεωρούνται ικανοποιητικά, για την προώθηση του Κενάφ ως βιομηχανικού φυτού.

5.7 Ποικιλίες

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην κεντρική Ιταλία (Belocchi *et al*, 1998) εξετάστηκαν 16 γενότυποι για την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητά τους. Ανάμεσα στις ποικιλίες αυτές, η Tainnung 2 βρέθηκε πως είναι η πιο παραγωγική με εσοδείες των περίπου 18-21.3 t/ha (σε ξηρό στέλεχος), ενώ η Tainnung 2 και η Everglades 41 ήταν οι πιο αργές στην ωρίμανση, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες. Σύμφωνα με τους McMillin *et al*, (1998) μελετήθηκαν επίσης οι επιδόσεις πέντε γενοτύπων και βρέθηκε ότι οι παραπάνω προαναφερόμενες ποικιλίες έδωσαν τις καλύτερες εσοδείες. Η cv. Everglades 41 διατέθηκε από το Γεωπονικό Πειραματικό Σταθμό του Πανεπιστημίου της Φλόριντα, το 1965 (Meints and Smith, 2003). Σύμφωνα με τους Alexoroulou *et al*. (2000) σε μία έρευνα στην Ελλάδα

υπέβαλαν σε δοκιμασία τρεις πρώιμης και τέσσερις όψιμης ωρίμανσης ποικιλίες και βρήκαν ότι οι όψιμες παρουσίασαν αξιοσημείωτα υψηλότερες εσοδείες (με μέγιστη αυτή της cv. Tainnung 2 viz, με 23.95 t/ha). Η T2 (=Tainnung 2) έχει ένα παλαμόνευρο φυλλικό τύπο ενώ η EV41 (=Everglades 41) έχει ένα σφαιροειδή φυλλικό τύπο (Banuelos *et al*, 2002). Και οι δύο γενότυποι είχαν ένα πλούσιο ριζικό σύστημα το οποίο ήταν υψηλά αποκρινόμενο σε αλλαγές στη σύσταση του εδάφους και του νερού, ενώ σε μία μελέτη από του Banuelos *et al*, (2002) βρέθηκε ότι η ξηρή βιομάζα της ρίζας ήταν 4-8 t/ha ανάλογα με την άρδευση (400-1200mm). Η Tainnung 2 είναι μία σχετικά νέα ποικιλία του κενάφ, με καλύτερη απόδοση σε ξηρά ουσία σε σχέση με τις άλλες (Webber and Bledsoe, 2002). Σε ένα τριετές πείραμα που διεξήχθη στη Ρώμη από τους Belocchi και συνεργάτες το 1998 για τη μελέτη της παραγωγής διαφορετικών ποικιλιών Κενάφ βρέθηκαν οι διαφορές που δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πτυχιακή Καλλιολόγης, 2007).

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

6. Υλικά και μέθοδοι

6.1 Στοιχεία του πειράματος

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας έγινε σε δυο πειραματικούς αγρούς διαφορετικούς ως προς τον τύπο εδάφους.

Ο πρώτος πειραματικός αγρός εκτείνεται στην περιοχή των Τρικάλων, όπου το έδαφος ανήκει στην τάξη Entisol. Το έδαφος του περιλαμβάνει, όπως αναμένεται σε τέτοια εδάφη, πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις και λόγω του νεαρού της ηλικίας του δεν έχει σχηματισμένους αρκετούς ορίζοντες. Η κατανομή του αποτελείται από στρώσεις διαφορετικής σύστασης και προέλευσης. Η ανομοιομορφία αυτή της κατανομής αυτής οφείλεται σε γεωλογικά αίτια και γι' αυτό οι στρώσεις ονομάζονται λιθολογικές στρώσεις και χαρακτηρίζονται από ρωμαϊκούς αριθμούς (Γιάσογλου, 1994). Η αποστράγγιση του εδάφους αυτού δεν θεωρείται και πολύ καλή.

Ο δεύτερος πειραματικός αγρός βρίσκεται στην περιοχή της Λάρισας και το έδαφος του ανήκει στην τάξη Vertisol. Χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό αργίλου. Λόγω των σημαντικών διαστολών και συστολών που υφίσταται κατά την διαβροχή και την ξηρανσή του, το έδαφος αυτό δημιουργεί τοπογραφικό ανάγλυφο που χαρακτηρίζεται από μικρές εξάρσεις και το οποίο ονομάζεται Gilgai (Γιάσογλου, 1994). Έτσι, κατά την ξήρανση σχηματίζονται επιφανειακές ρωγμές του εδάφους, πλάτους αρκετών εκατοστών και βάθους αρκετών εκατοστών του μέτρου.

6.2 Καλλιεργητικές εργασίες

Πριν την εγκατάσταση των πειραματικών αγρών έγιναν εδαφολογικές αναλύσεις που αφορούσαν στην μηχανική και χημική σύσταση των εδαφών αυτών, για να διαβεβαιωθούμε ως προς την ομοιομορφία που θα χαρακτήριζε τον κάθε πειραματικό αγρό ξεχωριστά.

Το πειραματικό σχέδιο που θα χρησιμοποιήσαμε είναι το Σχέδιο Υποδιαιρεμένων Τεμαχίων και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα σχέδια των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων, του Λατινικού Τετραγώνου και του Εντελώς Τυχαιοποιημένου Σχεδίου. Επιλέχθηκε αυτό το ειδικό πειραματικό σχέδιο διότι τα μεγάλα πειραματικά

τεμάχια, κύρια τεμάχια, που δέχονται την κύρια επέμβαση, διαιρούνται σε υποτεμάχια που θα δεχτούν την επέμβαση άλλων επί πλέον παραγόντων.

Η επιλογή αυτού του πειραματικού σχεδίου έγινε μετά από προσεκτική μελέτη της σχετικής σπουδαιότητας των παραγόντων που θέλουμε να μελετήσουμε και της έκτασης του πειραματικού αγρού που χρειαζόμαστε για τους παράγοντες αυτούς. Σημαντικό ρόλο έπαιξε το ότι ορισμένες πειραματικές επεμβάσεις απαιτούν μεγαλύτερη έκταση στον αγρό από ότι κάποιες άλλες και το μεγάλο πλήθος των πληροφοριών που παίρνουμε από το συγκεκριμένο πείραμα, χαρακτηριστικά που διακρίνουν το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων.

Η εξίσωση που περιγράφει το συγκεκριμένο σχέδιο είναι :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Και περιγράφει την παρατήρηση στην i επανάληψη του j κυρίου τεμαχίου και του k υποτεμαχίου.

$i = 1 \dots r$ επαναλήψεις, $j = 1 \dots a$ κύρια τεμάχια, $k = 1 \dots s$ υποτεμάχια

δ_{ij} KAN(O, σ_s^2) τυχαία συστατικά των κυρίων τεμαχίων

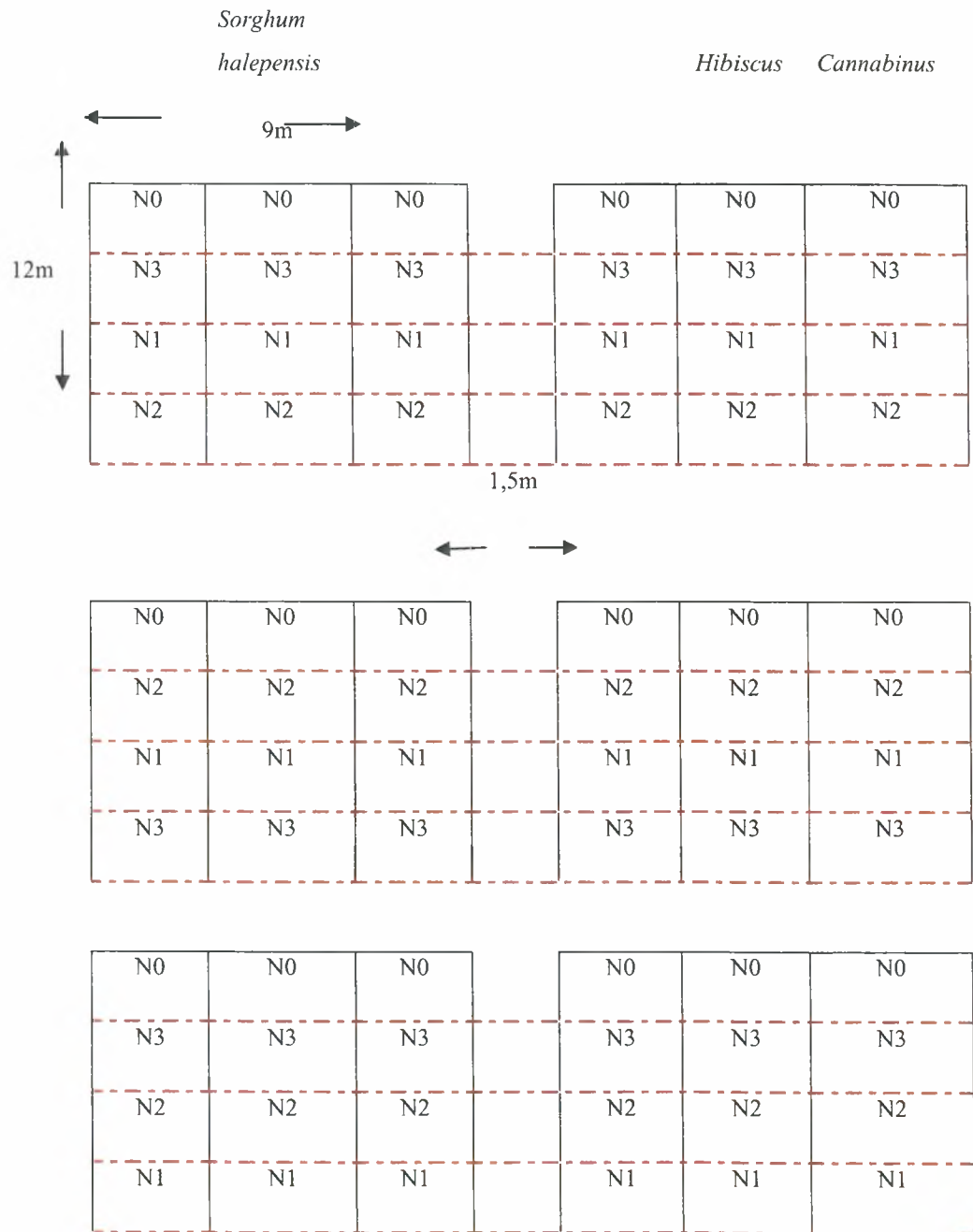
ϵ_{ijk} KAN(O, σ_e^2) τυχαία συστατικά των υποτεμαχίων.

Σε ότι αφορά το πείραμα μας, όπου θα μελετηθεί η απόδοση δυο ενεργειακών φυτών, του ινώδους Σόργου (*Sorghum bicolor*) και του Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*), ο πειραματικός αγρός για κάθε ενεργειακό φυτό, αφού τετραγωνίστηκε, καταλαμβάνει έκταση 19,5m πλάτους και 39m μήκους συμπεριλαμβανομένων και δυο διαδρόμων πλάτους 1,5m έκαστος. Οι πειραματικοί αγροί είναι ακριβώς ίδιας έκτασης και στην περιοχή των Τρικάλων και στην περιοχή της Λάρισας. Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκε η εξής διαδικασία :

1. Ο πειραματικός αγρός διαιρέθηκε σε τρία τμήματα, 9m πλάτους και 12m μήκους, ένα για κάθε επανάληψη.
2. Κάθε επανάληψη διαιρέθηκε σε τέσσερα ίσα τεμάχια, 9m πλάτους και 3m μήκους, στα οποία δόθηκε κατά τύχη μια συγκεκριμένη ποσότητα αζώτου. Συγκεκριμένα για τον αραβόσιτο N_0 όπου δεν έγινε καμία επέμβαση με άζωτο και αποτελεί το μάρτυρα, N_1 όπου αντιστοιχεί σε 5 μονάδες αζώτου, N_2



όπου αντιστοιχεί σε 10 μονάδες αζώτου και N_3 όπου αντιστοιχεί σε 15 μονάδες αζώτου. Για το Κενάφ τα N_0 , N_1 , N_2 και N_3 αντιστοιχούν σε 5, 10 και 15 μονάδες αζώτου αντίστοιχα. Η τυχαιοποίηση ήταν ανεξάρτητη για κάθε επανάληψη. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 : Τυχαιά κατανομή τεσσάρων διαφορετικών αζωτούχων λιπάνσεων (N_0 , N_1 , N_2 και N_3) στα κύρια τεμάχια του πειράματος.

3. Κάθε κύριο τεμάχιο διαιρέθηκε σε τρία ίσα υποτεμάχια , 3m πλάτους και 3m μήκους το καθένα. Με ανεξάρτητη τυχαιοποίηση στο καθένα από τα κύρια τεμάχια καθορίστηκε ποια θα ήταν η προμεταχείριση με το ψυχανθές *Lens culinaris* που θα χρησιμοποιηθεί στο κάθε υποτεμάχιο, όπου Μ είναι τα υποτεμάχια μάρτυρας, Ε είναι το υποτεμάχιο στα οποία εφαρμόστηκε ενσωμάτωση του ψυχανθούς *Lens culinaris* και Κ τα υποτεμάχια στα οποία το ψυχανθές συγκομίστηκε (ολοκληρώνοντας τον βιολογικό κύκλο).

Στο σχήμα 3 φαίνεται η τελική διάταξη στον αγρό του πειράματος που έχει τρεις επαναλήψεις, αζωτούχο λίπανση (N) ως κύρια επέμβαση, και την προμεταχείριση με τα ψυχανθή ως υπο-επέμβαση.



ΣΟΡΓΟ



ΚΕΝΑΦ

Lens culinaris

Lens culinaris

← 9m →

E 1	K 1	M 1	N 0	E 13	K 13	M 13	
M 2	E 2	K 2	N 3	M 14	E 14	K 14	
M 3	K 3	E 3	N 1	M 15	K 15	E 15	
E 4	M 4	K 4	N 2	E 16	M 16	K 16	
K 5	E 5	M 5	N 0	K 17	E 17	M 17	
M 6	K 6	E 6	N 2	M 18	K 18	E 18	
K 7	E 7	M 7	N 1	K 19	E 19	M 19	
M 8	E 8	K 8	N 3	M 20	E 20	K 20	
K 9	E 9	M 9	N 0	K 21	E 21	M 21	
E 10	K 10	M 10	N 3	E 22	K 22	M 22	
K 11	M 11	E 11	N 2	K 23	M 23	E 23	
M 12	K 12	E 12	N 1	M 24	K 24	E 24	

E: ΕΝΣΩΜΜΑΤΩΣΗ

ΣΟΡΓΟ

ΚΕΝΑΦ

K: ΚΑΡΙΠΟΣ

N 0: 0 μονάδες N

N 0: 0 μονάδες N

M: ΜΑΡΤΥΡΑΣ

N 1: 5 μονάδες N

N 1: 5 μονάδες N

N 2: 10 μονάδες N

N 2: 15 μονάδες N

N 3: 15 μονάδες N

N 3: 20 μονάδες N

Σχήμα 3 : Τελική διάταξη στον αγρό

Αφού προηγήθηκαν όλες οι παραπάνω εδαφολογικές μετρήσεις και αναλύσεις και επιλέχθηκε και το πειραματικό σχέδιο που θα ακολουθήσουμε έγινε η προετοιμασία των πειραματικών αγρών για σπορά του ψυχανθούς.

Προηγήθηκε άροση μέχρι 20 cm βάθους με υνιοφόρο αλέτρι. Ακολούθησε σβάρνισμα για να σχηματιστεί μια κατάλληλη στρώση για να τοποθετηθεί ο σπόρος. Τόσο η άροση όσο και το σβάρνισμα έλαβαν χώρα το φθινόπωρο του 2006. Οι κατεργασίες έγιναν με τέτοιο τρόπο ώστε το έδαφος των πειραματικών αγρών να είναι κοκκοποιημένο, συμπαγές και με ικανοποιητική υγρασία. Η φακή είναι ένα αρκετά ανθεκτικό φυτό στο ψύχος με καλή προσαρμοστικότητα σε περιοχές που έχουν ήπιους χειμώνες. Τα νεαρά φυτά της φακής μπορεί να αντέξουν σε μια πρόσκαιρη βαριάς μορφής παγωνιά, αλλά μπορεί και να ξεραθούν εάν η παγωνιά παρατείνεται ή επαναλαμβάνεται για όλο το χειμώνα (Wilson *et al*, 1978). Ακόμη η φακή είναι αρκετά ανθεκτική στην ξηρασία, ενώ υποφέρει σημαντικά από περίσσεια εδαφικής υγρασίας.

Ο τύπος της φακής που επιλέχθηκε είναι η μεγαλόσπερμη ποικιλία η οποία έχει μακρύτερο βιολογικό κύκλο, μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη, μεγαλύτερα φυλλάρια και λοβούς και είναι πιο παραγωγική από την μικρόσπερμη. Τα σπέρματα της ποικιλίας αυτής έχουν διάμετρο από 6-9 χιλιοστά ενώ το βάρος των 1000 σπόρων είναι μεγαλύτερο από 45 γραμμάρια.

Η σπορά της φακής έγινε τέλος Νοεμβρίου διότι οι φθινοπωρινές φακές δίνουν μεγαλύτερες αποδόσεις σε σύγκριση με τις ανοιξιάτικες (Wright, 1976). Η ωρίμανση τους επήλθε μετά από 150 ημέρες, δηλαδή στα τέλη Απριλίου.

Η σπορά έγινε με σπαρτική μηχανή σε γραμμές και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κυμάνθηκαν γύρω στα 17 cm, ενώ χρησιμοποιήθηκαν περίπου 6 Kg σπόρου το στρέμμα.

Στις καλλιέργειες της φακής τα ζιζάνια αποτελούν ιδιαίτερα οξύ πρόβλημα. Έτσι για την καταπολέμηση αγροσταδών και πλατύφυλλων ζιζανίων χορηγήθηκε Prometryne αμέσως μετά την σπορά και σε ποσότητες 100gr που διαλύθηκε σε 40 Kg νερού (Γιαννοπολίτης *et all*, 1980). Ακόμα καθ' όλη την διάρκεια της καλλιέργειας απαιτήθηκαν 2 βοτανίσματα.

Δεν πραγματοποιήθηκε άρδευση της φακής και τα φυτά βασίστηκαν για την ανάπτυξη τους στις βροχοπτώσεις. Οι απαιτήσεις της φακής σε νερό είναι ίδιες με αυτές

των σιτηρών. Ο συντελεστής διαπνοής ποικίλλει ανάλογα με το γονότυπο και την περιοχή. Αναφέρεται ότι στις υγρές περιοχές κυμαινόταν από 200-500Kg διαπνεόμενου νερού κατά Kg ξηρής ουσίας που παραγόταν (Saint-glair, 1972) και στις ημίξηρες από 800-1500 (Joffe, 1973)

Στα υποτεμάχια τα οποία χαρακτηρίζονται ως μάρτυρες τα φυτά της φακής καταστράφηκαν. Στα υποτεμάχια στα οποία προβλεπόταν να γίνει η ενσωμάτωση, τα φυτά της φακής έφτασαν στο επιθυμητό στάδιο της ανάπτυξης τους, ώστε να πραγματοποιηθεί η αναστροφή τους. Η εποχή της αναστροφής εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξεως των φυτών, από την εποχή σποράς αλλά και από την ημερομηνία σποράς της επόμενης καλλιέργειας. Η ενσωμάτωση δεν πρέπει να γίνει ούτε νωρίς την άνοιξη, διότι η λιπαντική αξία είναι χαμηλή, αλλά ούτε και πολύ αργά γιατί η μεγάλη χορτομάζα είναι δύσκολο να αναστραφεί και να ενσωματωθεί στο έδαφος ενώ παράλληλα η καθυστέρηση μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την επόμενη καλλιέργεια λόγω πιθανής εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας. Στην περίπτωσή μας η ενσωμάτωση πραγματοποιήθηκε στις 20 Απριλίου αφήνοντας έτσι 3-4 εβδομάδες μέχρι την σπορά των ενεργειακών φυτών, δίνοντας έτσι τον απαραίτητο χρόνο για την μερική αποσύνθεση της φακής.

Στα υπόλοιπα υποτεμάχια πραγματοποιήθηκε θερισμός της φακής, όταν οι σπόροι είχαν υγρασία γύρω στα 30%, δηλαδή από πλευράς εμφανίσεως όταν τα φυτά αρχίσουν να κιτρινίζουν. Με αυτόν τον τρόπο προσπαθούμε να επιτύχουμε τόσο την βελτίωση της εδαφικής δομής αλλά και τον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο λόγω της αζωτοδεσμευτικής ικανότητας των αζωτοβακτηρίων που υπάρχουν στα φυμάτια των φυτών της φακής. Η συγκομιδή έγινε γύρω στις 10 Μαΐου.

Τόσο στα υποτεμάχια που πραγματοποιήθηκε ενσωμάτωση της φακής, όσο στα υποτεμάχια που έγινε θερισμός, πραγματοποιήθηκε κοπή όλων των φυτών από 1 m² από το κέντρο του κάθε υποτεμαχίου. Στα υποτεμάχια της ενσωμάτωσης ζυγίστηκαν τα χλωρά βάρη των φυτών και έπειτα οδηγήθηκαν σε κλίβανους με θερμοκρασία \pm 50 °C έως ότου έδωσαν ίσα βάρη και ζυγίστηκε το ξηρό τους βάρος. Στα φυτά των υποτεμαχίων της συγκομιδής, προχωρήσαμε σε χωρισμό των λοβών από το υπόλοιπο υπέργειο μέρος του φυτού και αφού ζυγίστηκαν τα χλωρά τους βάρη χωριστά ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τους κλίβανους.

Στις 29 Απριλίου ληφθήκαν δείγματα εδάφους για προσδιορισμό Φ.Ε.Β. και αξιολόγηση της δομής. Παράλληλα έγιναν και πειράματα για την διηθητικότητα ακολουθώντας πάντα τις διαδικασίες που προαναφέρθηκαν.

Επόμενο βήμα ήταν να προετοιμαστούν και πάλι οι πειραματικοί αγροί έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η σπορά των ενεργειακών φυτών. Τα εργαλεία της κατεργασίας του εδάφους επλέχθηκαν βάσει των εδαφών, των καιρικών συνθηκών και του είδους και της ποσότητας των φυτικών υπολειμμάτων. Έτσι χρησιμοποιήθηκε βαρέου τύπου καλλιεργητής και δισκόσβαρνα, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο ομοιόμορφη κατανομή των φυτικών υπολειμμάτων στο κατεργαζόμενο βάθος και δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης. Οι εδαφοκατεργασίες έγιναν από 1 έως 5 Ιουνίου και στους δύο πειραματικούς αγρούς.

Ακολούθησε τετραγωνισμός των πειραματικών αγρών και εγκατάσταση των ενεργειακών φυτών τα οποία είναι το Σόργο και το Κενάφ.

6.3 Παρατηρήσεις - μετρήσεις

Η σπορά και για τα δύο ενεργειακά φυτά έγινε με σπαρτικές μηχανές πνευματικού τύπου και πραγματοποιήθηκε στις 10 Ιουνίου. Για το Σόργο οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών ήταν 75cm ενώ η απόσταση σποράς μεταξύ των φυτών στην γραμμή 20cm. Για το Κενάφ οι αποστάσεις ήταν 50cm μεταξύ των γραμμών και 15 cm μεταξύ των φυτών στην γραμμή.

Εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση με 11-15-15 κατά την σπορά για να μπορέσουν τα φυτά να καλύψουν τις ανάγκες της πρώτης ανάπτυξης τους. Οι ποσότητες που εφαρμόστηκαν ήταν 5 μονάδες αζώτου σε κάθε υποτεμάχιο .

Όταν τα φυτά απέκτησαν 60 -80 cm ύψος εφαρμόστηκε η δεύτερη δόση λίπανσης με Νιτρική αμμωνία . Εφαρμόστηκαν 5 και 10 μονάδες αζώτου στα υποτεμάχια του Σόργου ενώ στα υποτεμάχια του κενάφ 5 και 10 μονάδες αζώτου αντίστοιχα.

Τόσο ο σόργο όσο και το κενάφ είναι αποδοτικά όταν τους εξασφαλίζεται επαρκή εδαφική εργασία. Κατά την διάρκεια όλης της καλλιεργητικής περιόδου έγιναν 7 αρδεύσεις των 2 ωρών με 30m³/h νερό για τον μήνα Ιούλιο και 20m³/h για τον μήνα Αύγουστο. Η πρώτη άρδευση έγινε μετά την σπορά, στις 13 Ιουνίου και οι επόμενες

πραγματοποιήθηκαν ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και τις καιρικές συνθήκες στις 25 Ιουνίου, 12 Ιουνίου, 27 Ιουλίου, 10 Αυγούστου, 23 Αυγούστου και 12 Σεπτεμβρίου. Ο έλεγχος των ζιζανίων έγινε με επιφανειακές κατεργασίες μέχρι την συγκομιδή. Πιο ευάλωτος στον ανταγωνισμό των ζιζανίων είναι το σόργο.

Στις 7 και 8 Οκτωβρίου έγινε η συγκομιδή του σόργου για την περιοχή των Τρικάλων και για την περιοχή της Λάρισας αντίστοιχα. Στις 2 και 3 Νοεμβρίου έγινε η συγκομιδή του κενάφ για τις δύο περιοχές.

Τόσο για το σόργο όσο και για το κενάφ η κοπή εφαρμόστηκε σε ένα τετραγωνικό μέτρο (m^2) στο κέντρο κάθε υποτεμαχίου. Τα φυτά που κοπήκαν από το m^2 ζυγιστήκαν στον αγρό. Επιλέχθηκε ένα αντιπροσωπευτικό φυτό από κάθε κοπή, του οποίου μετρήθηκε το ύψος. Χωρίστηκαν τα φύλλα, ο βλαστός, και ο καρπός στα φυτά του σόργου και τα φύλλα από τον βλαστό στα φυτά του κενάφ. Ζυγιστήκαν τα χλωρά βάρη από το καθένα χωριστά και τοποθετήθηκαν σε ειδικούς κλίβανους με θερμοκρασία $\pm 50^\circ C$ έως ότου δώσουν ίσα βάρη. Στα δείγματα ζυγίσαμε τα τελικά τους ξηρά βάρη από τα οποία έγιναν οι αναγωγές στο m^2 . Οι τιμές που προκύψαν επεξεργαστήκαν στατιστικά και τα αποτελέσματα θα ανακοινωθούν.

Στα αποξηραμένα δείγματα του σόργου και του κενάφ έγινε προετοιμασία με λιοτρίβηση για να γίνει ανάλυση για το ολικό άζωτο με την μέθοδο Kjeldahl.

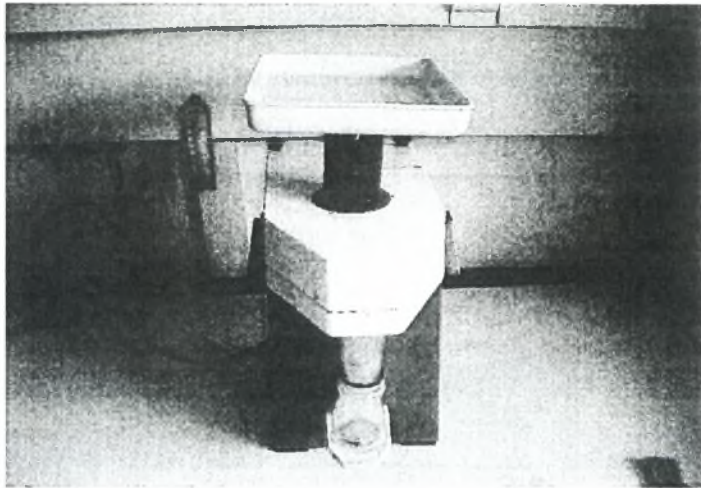
6.4 Εργαστηριακές εργασίες

Η παρούσα διατριβή αφορούσε εργασίες στο εργαστήριο Γεωργίας σε συνεργασία με το εργαστήριο Εδαφολογίας. Μετά την παραλαβή των δειγμάτων του κενάφ και του σόργου, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς σακούλες νάilon έτσι ώστε να μην υπάρχει διαφυγή αέριου αζώτου. Από κάθε φυτό ελήφθησαν 2 δείγματα. Το ένα αφορούσε τα στελέχη και τα φύλλα και το δεύτερο το καρποφόρο όργανο (την κεφαλή). Αρχικά, λαμβάνονταν ικανή ποσότητα από κάθε δείγμα και τοποθετούνταν σε μύλο για να αλεστεί. Στην περίπτωση του υποδείγματος στελεχών και φύλλων, λαμβάνονταν 1/3 στελέχους και 2/3 φύλλων. Η επιθυμητή ποσότητα αλεσμένου δείγματος ήταν περίπου 1g αλλά λαμβάνονταν περισσότερη, περίπου 5g, έτσι ώστε να υπάρχει διαθέσιμο δείγμα σε περίπτωση λάθους στην συνέχεια του πειράματος.

6.4.1 Περιγραφή διαδικασίας αλέσματος

- **Εγκατάσταση του μύλου**

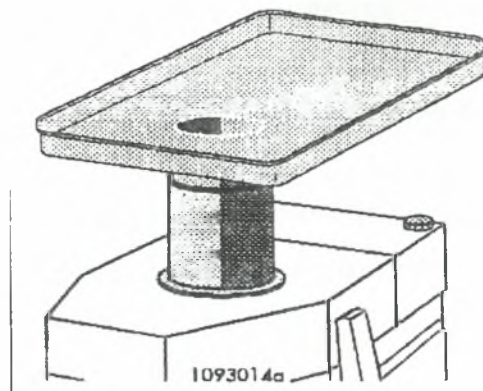
Ο μύλος τοποθετείται σε μια μεγάλη, σταθερή επιφάνεια εργασίας με συνιστώμενο ύψος μεταξύ 800-900cm, Απαιτείται μεγάλη προσοχή στην λειτουργία για την ασφάλεια του χειριστή αλλά και του οργάνου.



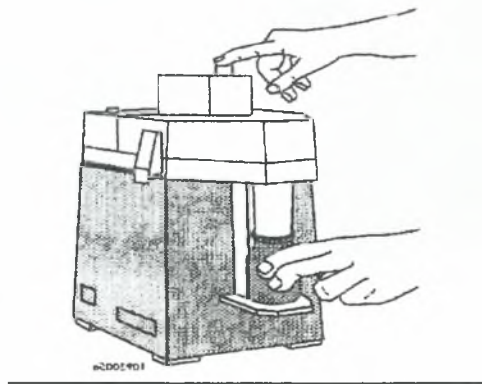
Εικόνα 6.1 Μύλος (Εργαστήριο Γεωργίας)

- **Λειτουργία**

Το δείγμα τοποθετείται στην χοάνη του δίσκου (Εικόνα 6.2) και στη συνέχεια σιγά σιγά ρίχνεται μέσα στο μύλο, όπου περνάει από τις λεπίδες κοπής και στη συνέχεια εξέρχεται από τον μύλο σε μικρό γυάλινο μπουκάλι (Εικόνα 6.3). Η διαδικασία του αλέσματος διαρκεί περίπου 30 δευτερόλεπτα για το κάθε δείγμα. Το αλεσμένο δείγμα μεταφέρεται από το μπουκαλάκι σε σακούλα νάilon ερμητικά κλεισμένη και τοποθετείται ετικέτα με τον αριθμό του κάθε δείγματος.

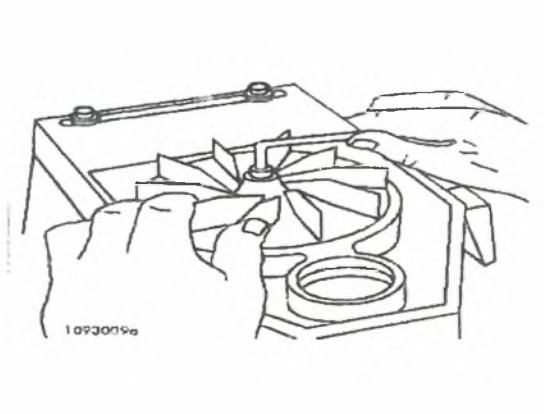


Εικόνα 6.2 Ο δίσκος του μύλου όπου τοποθετούνται τα δείγματα πριν μπουν στο μύλο.



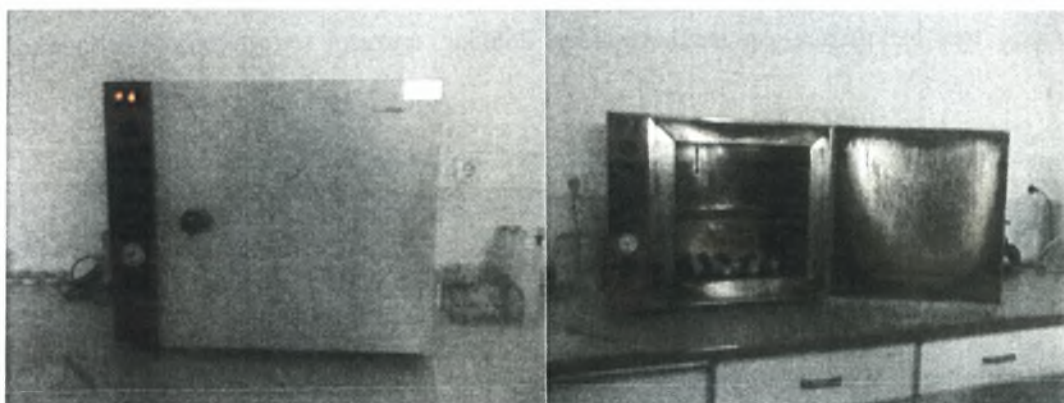
Εικόνα 6.3 Ο μύλος και στο μπροστινό μέρος το μπουκαλάκι στο οποίο εξέρχεται το δείγμα ύστερα από την άλεση του.

Η διαδικασία του πειράματος περιελάμβανε το διαδοχικό άλεσμα πολλών δειγμάτων σόργου και κενάφ. Για την αποφυγή λαθών και την περίπτωση του υπολείμματος του προηγούμενου δείγματος στο μύλο, μετά το πέρας κάθε αλέσματος ο μύλος ανοιγόταν και με προσοχή καθαρίζονταν οι λεπίδες κοπής του μύλου (Εικόνα 6.4).



Εικόνα 6.4 Καθαρισμός των λεπίδων κοπής του μύλου.

Τα αλεσμένα δείγματα τοποθετούνταν σε σακούλες νάιλον με τον χαρακτηριστικό αριθμό γραμμένο μπροστά, για παράδειγμα ΚΙ για το πρώτο μας δείγμα και με την ένδειξη α αν αφορούσε δείγμα καρπού και την ένδειξη β αν αφορούσε δείγμα στελεχών-φύλλων των φυτών του σόργου και του κενάφ. Τα δείγματα αυτά ζυγίζονταν και στη συνέχεια τοποθετούνταν στο πυριαντήριο στους 105°C, για να μην υπάρχει ίχνος υγρασίας.



Εικόνα 6.5 Πυριαντήριο (Εργαστήριο Εδαφολογίας)

Μετά την ξήρανση των δειγμάτων ακολουθεί ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου με τη μέθοδο Kjeldahl.

6.4.2 Γενικά στοιχεία για την μέθοδο Kjeldahl

Η μέθοδος προσδιορισμού του ολικού αζώτου (%) βασίζεται στη διαδικασία της υγρής καύσης-πέψης (Kjeldahl) του αζώτου των δειγμάτων και τη μετατροπή του σε αμμώνιο (NH_4^-) με την κατεργασία πυκνού H_2SO_4 σε υψηλές θερμοκρασίες (digestion). Η παραγόμενη NH_3 με απόσταξη (steam distillation) μετά τη δέσμευση με βορικό οξύ προσδιορίζεται με τιτλοδότηση HCl . Η συσκευή είναι σε λειτουργία μετά τη ρύθμιση του συστήματος υγρής καύσης στους $420\text{ }^\circ\text{C}$ και τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στην αντίστοιχη φωτεινή ένδειξη. Η προετοιμασία του δείγματος στην υγρή καύση για έδαφος (μάζα δείγματος 0,49) ή μάζα φυτικού ιστού 0,2g γίνεται με ξήρανση των δειγμάτων σε ειδικό χαρτί ($105\text{ }^\circ\text{C}$ για 24h). Στη συνέχεια με το φωτεινό διακόπτη, ανοίγεται η μονάδα απόσταξης και ρυθμίζεται η λειτουργία της ανάλογα με την εκτίμηση της ποσότητας του ολικού αζώτου που περιέχει το δείγμα (έδαφος, φυτικοί ιστοί, σπόροι, τρόφιμα κ.α.). Για τη μέτρηση του ολικού αζώτου (%) σε δείγματα εδάφους ή φυτικούς ιστούς ρυθμίζονται οι ενδείξεις της μονάδας απόσταξης. Οι ενδείξεις του πίνακα της συσκευής απόσταξης αλλάζουν ανάλογα με το είδος των δειγμάτων για ανάλυση (π.χ. έδαφος, φυτικοί ιστοί, σπόροι, τρόφιμα κ.α.).



Εικόνα 6.6 Εργαστήριο Εδαφολογίας

Η συσκευή Kjeldahl αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

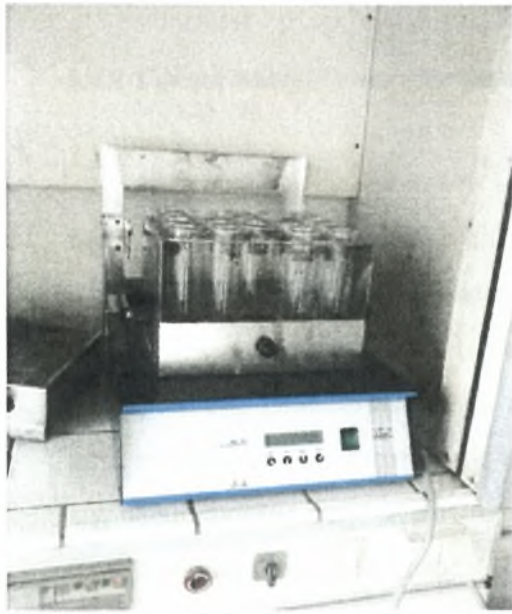
1. Τη μονάδα απόσταξης (Distilling unit)
2. Το σύστημα υγρής καύσης-πέψης
3. Τη συσκευή τιτλοδότησης με 0,1 M HCl

Αντιδραστήρια και όργανα

- Διάλυμα NaOH 40% (W/V)
- Διάλυμα πυκνού H₂SO₄ (περίπου 98% W/V)
- Διάλυμα HCl, 0.1M
- Δείκτης Methyl-red
- Δείκτης bromocresol-green
- Καταλύτης Kjeldahl (Ταμπλέτες σεληνίου, Se)
- Διάλυμα βορικού οξέος 2%

6.4.3 Υγρή καύση-πέψη

Μετά την προετοιμασία των δειγμάτων τοποθετείται στον ειδικό σωλήνα πέψης (Kjeldahl) της υγρής καύσης το 1g του δείγματος μαζί με μια ταμπλέτα antifoam και δύο ταμπλέτες kjeltabs st (Ταμπλέτες σεληνίου, Se). Στη συνέχεια, προστίθενται στο σωλήνα 15ml πυκνού H₂SO₄ και αναδεύεται με προσοχή το περιεχόμενο. Οι σωλήνες πέψης τοποθετούνται στο σύστημα απαγωγής και ανοίγεται η μέγιστη ροή του αέρα για να γίνει η καύση με έντονο ρυθμό. Κατόπιν, το σύστημα απαγωγής με τους σωλήνες της υγρής καύσης-πέψης τοποθετείται στην συσκευή που έχει προθερμανθεί στους 440°C. Η πέψη συνεχίζεται για 3-4 λεπτά με τη μέγιστη ροή απαγωγής και στη συνέχεια ρυθμίζεται η απαγωγή ώστε να περιέχονται ελάχιστοι καπνοί προερχόμενοι από την καύση του δείγματος με πυκνό H₂SO₄, για να ελεγχθεί η καύση. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται έτσι ώστε οι σωλήνες Kjeldahl να βρίσκονται σε επαφή με τις υποδοχές θέρμανσης. Η υγρή καύση συνεχίζεται για 2 ώρες μέχρις ότου το υγρό να γίνει διαυγές. Αφαιρείται το σύστημα απαγωγής και οι σωλήνες τοποθετούνται στην ειδική βάση (stand) για ψύξη κοντά στην συσκευή πέψης.

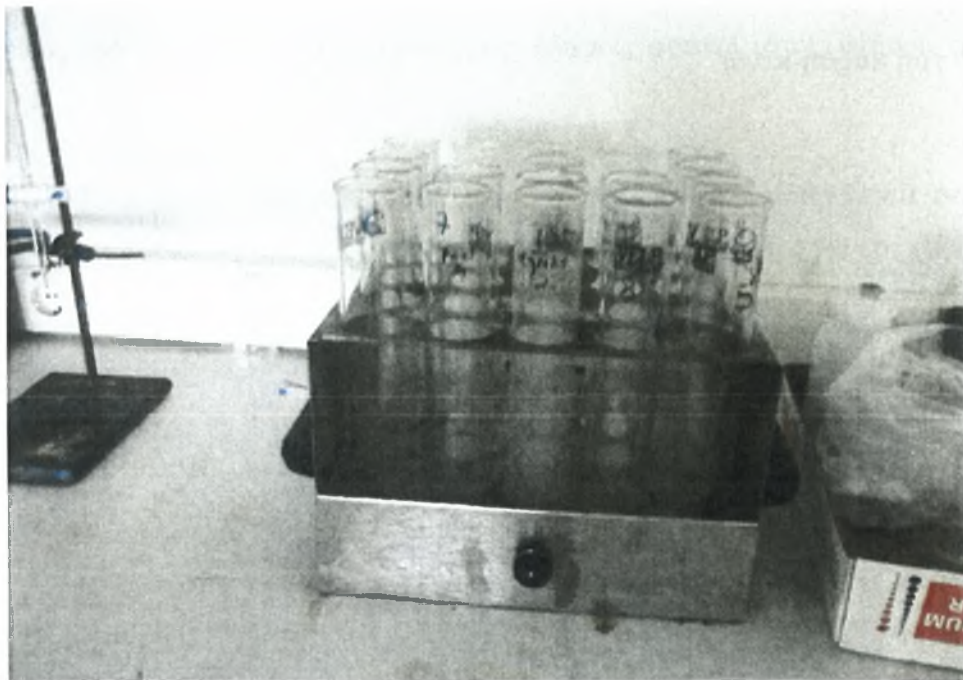


α



β

Εικόνα 5.7 α, β Σύστημα απαγωγής με τους σωλήνες της υγρής καύσης-πέψης (Εργαστήριο Εδαφολογίας)



Εικόνα 6.8 Σωλήνες στην ειδική βάση (stand) (Εργαστήριο Εδαφολογίας)

Μετά τη ψύξη των σωλήνων πέψης προστίθενται σε κάθε σωλήνα 20-25ml αποσταγμένο νερό και αναδεύεται καλά. Στην περίπτωση που το περιεχόμενο των σωλήνων Kjeldahl είναι πολύ θερμό και προστεθεί αποσταγμένο ύδωρ η αντίδραση θα είναι πολύ γρήγορη με αποτέλεσμα να χαθεί ποσότητα του υλικού του δείγματος

με την εξαέρωση της αμμωνίας. Αντίθετα, στην περίπτωση που το περιεχόμενο των σωλήνων πέψης είναι πολύ ψυχρό, κατά την προσθήκη του αποσταγμένου ύδατος θα πραγματοποιηθεί καταβύθιση των αλάτων. Τα άλατα αυτά, πρέπει να διαλυθούν και για το λόγο αυτό οι σωλήνες θερμαίνονται όταν τοποθετηθούν στις υποδοχές θέρμανσης για μικρό χρονικό διάστημα μέχρις ότου το διάλυμα γίνει διαυγές.

6.4.4 Απόσταξη

Η συσκευή απόσταξης ρυθμίζεται αφού προστεθούν 25 ml διαλύματος βορικού οξέος 4% σε κάθε φιάλη υποδοχής της συσκευής απόσταξης. Η συσκευή απόσταξης είναι εφοδιασμένη με ειδικές μαγνητικές αντλίες εφοδιασμού του Noah 40% (ALKALI) και αποσταγμένου ύδατος (water). Το πρόγραμμα της συσκευής απόσταξης ρυθμίζει τις ποσότητες του NaOH (ALKALI), το χρόνο απόσταξης (DELAY) και το χρόνο ατμού (STEAM). Οι σωλήνες που είναι στη βάση ψύξης (stand) μεταφέρονται στην ειδική βάση βρασμού για απόσταξη. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για το τυφλό ή λευκό (blank). Προσοχή χρειάζεται ώστε η πόρτα ασφαλείας να κλείνεται καλά κατά την έναρξη της απόσταξης που ολοκληρώνεται και σταματάει αυτόματα και απομακρύνονται οι σωλήνες πέψης από την υποδοχή βρασμού.



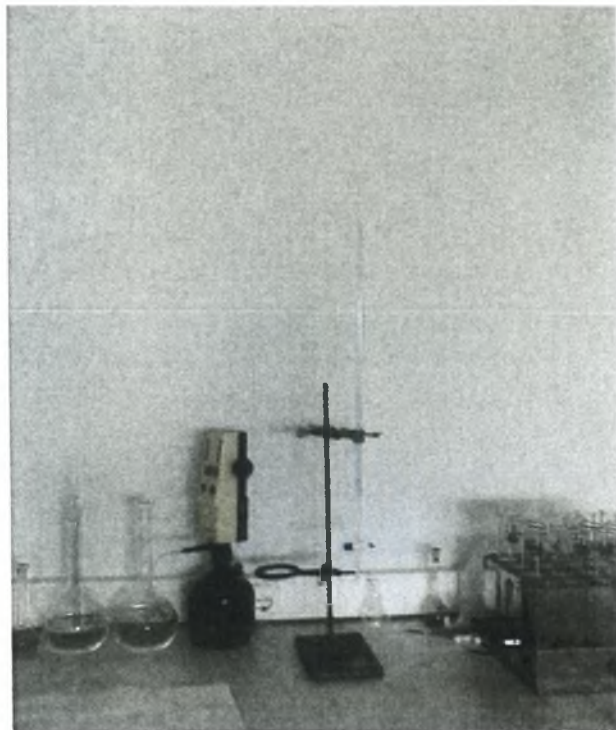
Εικόνα 6.9 Συσκευή απόσταξης (Εργαστήριο Εδαφολογίας)

6.4.5 Τιτλοδότηση

Μετά την απόσταξη, το απόσταγμα τιτλοδοτείται με διάλυμα HCl 0.1M στη συσκευή τιτλοδότησης (digitrate). Η ογκομέτρηση αρχίζει με το τυφλό (blanc) και σημειώνονται τα ml του οξέος που καταναλώθηκαν για κάθε δείγμα, για το μεταχρωματισμό από διαυγές πράσινο σε έντονο ερυθρό χρώμα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται μετά την απόσταξη κάθε δείγματος όλων των σωλήνων Kjeldahl. Υπολογισμοί.

Η ποσότητα του ολικού αζώτου(%) και των πρωτεϊνών υπολογίζεται ως εξής:

$$N = \frac{14,01x \text{ mL HCl για την ογκομέτρηση δείγματος} - 0,1x \text{ mL } 0,1 \text{ M HCl τυφλό}}{\text{g δείγματος} \times 10}$$



Εικόνα 6.10 Συσκευή τιτλοδότησης (digitrate) (Εργαστήριο Εδαφολογίας)

6.5 Στατιστική ανάλυση

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση. Για τα δεδομένα του πειράματος έγινε διπαραγοντική ανάλυση παραλλακτικότητας (split-plot, 2-way ANOVA) με παράγοντες τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης των φυτών και τις διαφορετικές μεταχειρίσεις του ψυχανθούς (ενσωμάτωση - μάρτυρας).

Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για τον προσδιορισμό στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιπέδων των μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) μεταξύ των επιπέδων, για διάκριση των μέσων όρων που εφαρμόστηκαν.

7. Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αζώτου στο Σόργο-Τρίκαλα 2007

ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ		
ΕΝΣΩΜ + 0	N%	N%	ΣΥΓΚ+0	N%	N%	ΜΑΡΤ+0	N%	N%
E13	0,57	1,5	K13	0,6	1,28	M13	0,22	1,52
E17	0,31	1,1	K17	0,32	1,03	M17	0,91	1,33
E21	0,43	1,41	K21	0,55	1,02	M21	0,36	1,2
M.O.	0,437	1,337	M.O.	0,490	1,110	M.O.	0,497	1,350
ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ		
ΕΝΣΩΜ +5	N%	N%	ΣΥΓΚ+5	N%	N%	ΜΑΡΤ+5	N%	N%
E15	0,38	1,3	K15	0,21	1,34	M15	0,3	1,2
E19	0,47	1,22	K19	0,4	1,17	M19	0,43	1,27
E24	0,24	1,49	K24	0,48	1,19	M24	0,24	1,25
M.O.	0,363	1,337	M.O.	0,363	1,233	M.O.	0,323	1,240
ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ		
ΕΝΣΩΜ+10	N%	N%	ΣΥΓΚ+10	N%	N%	ΜΑΡΤ+10	N%	N%
E16	0,31	1,41	K16	0,11	1,36	M16	0,19	1,25
E18	0,52	1,5	K18	0,22	1,29	M18	0,16	1,29
E23	0,31	1,42	K23	0,54	1,2	M23	0,41	1,52
M.O.	0,380	1,443	M.O.	0,290	1,283	M.O.	0,253	1,353
ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ			ΣΤΕΛΕΧΟΣ ΦΥΛΛΑ		
ΕΝΣΩΜ+15	N%	N%	ΣΥΓΚ+15	N%	N%	ΜΑΡΤ+15	N%	N%
E14	0,36	1,39	K14	0,31	1,22	M14	0,4	1,32
E20	0,33	1,21	K20	0,36	1,68	M20	0,41	1,09
E22	0,68	1,27	K22	0,76	1,29	M22	0,29	1,59
M.O.	0,457	1,290	M.O.	0,477	1,397	M.O.	0,367	1,333

ΕΝΣΩΜ = ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ

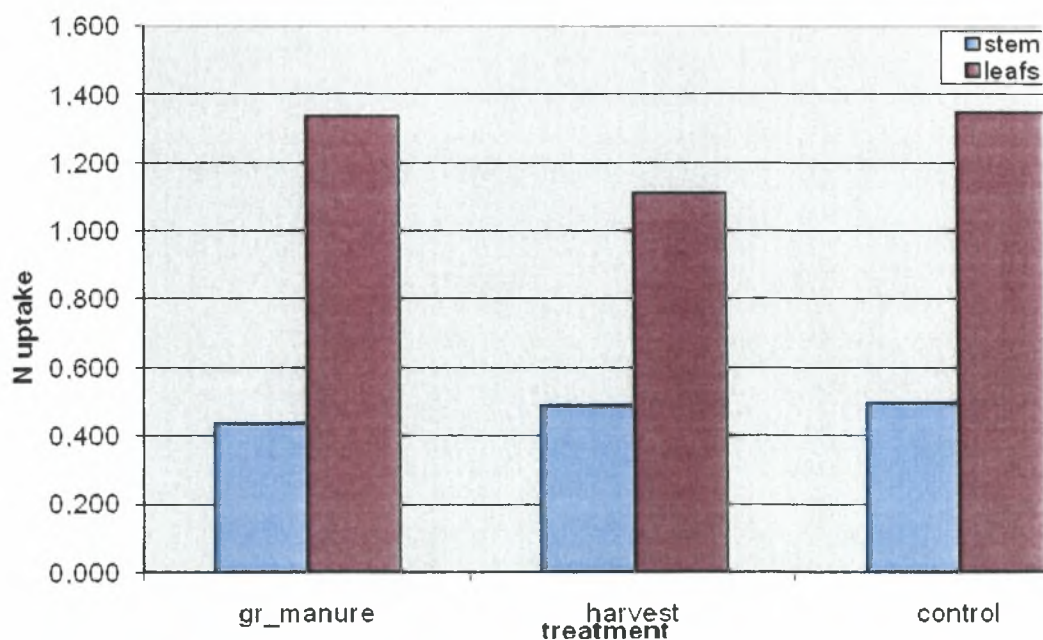
ΣΥΓΚ = ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

ΜΑΡΤ = ΜΑΡΤΥΡΑΣ

Πίνακας 2. Σόργο Τρίκαλα

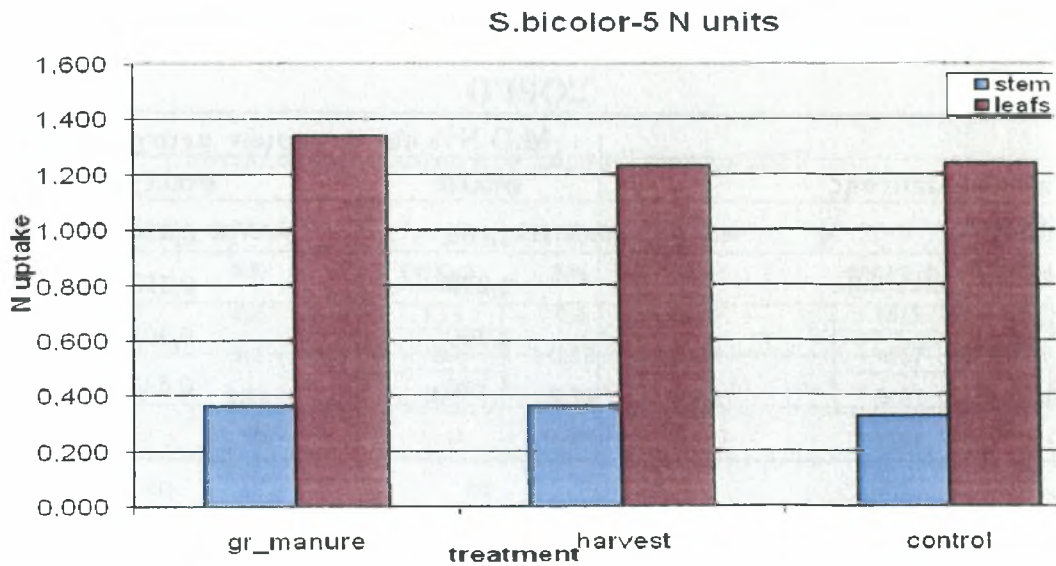
ΣΟΡΓΟ		
	Μ.Ο N% και των τριών μεταχειρίσεων	
Επίπεδα λίπανσης	φύλλα	στελέχη
N0	1,266	0,474
N5	1,270	0,350
N10	1,360	0,308
N15	1,340	0,433
LSD	ns	ns

S.bicolor-zero N units



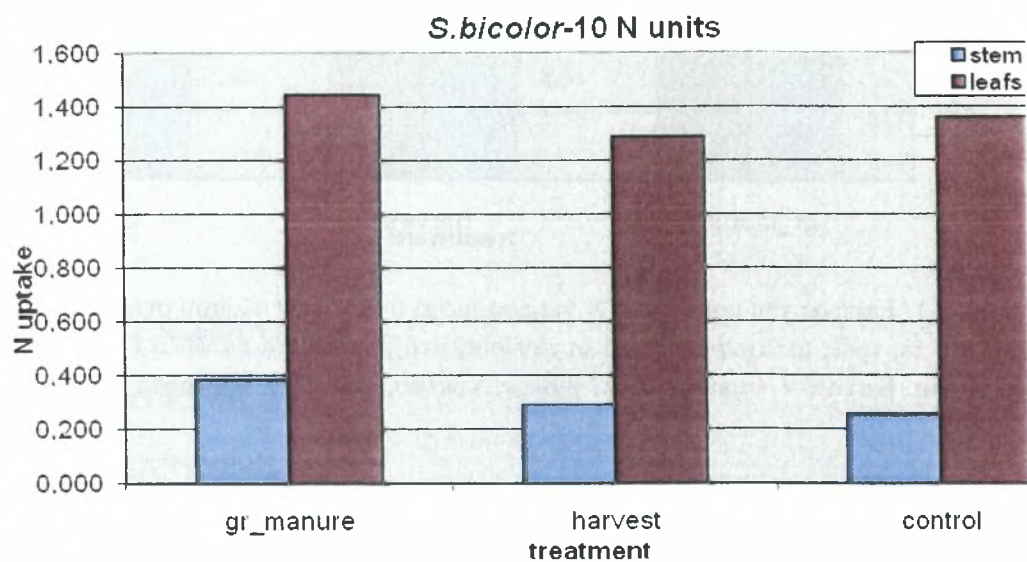
Γράφημα 7.1. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 0 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια σόργου για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = ενσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στην εφαρμογή 0 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια του σόργου δεν είχαμε μεγάλες διαφοροποιήσεις στις τρεις μεταχειρίσεις σε κανένα βλαστικό τμήμα. Στο βλαστό είχαμε μια πολύ μικρή αύξηση σχεδόν αμελητέα στη μεταχείριση της ενσωμάτωσης ενώ στα φύλλα δεν φάνηκε υπεροχή σε καμία μεταχείριση.



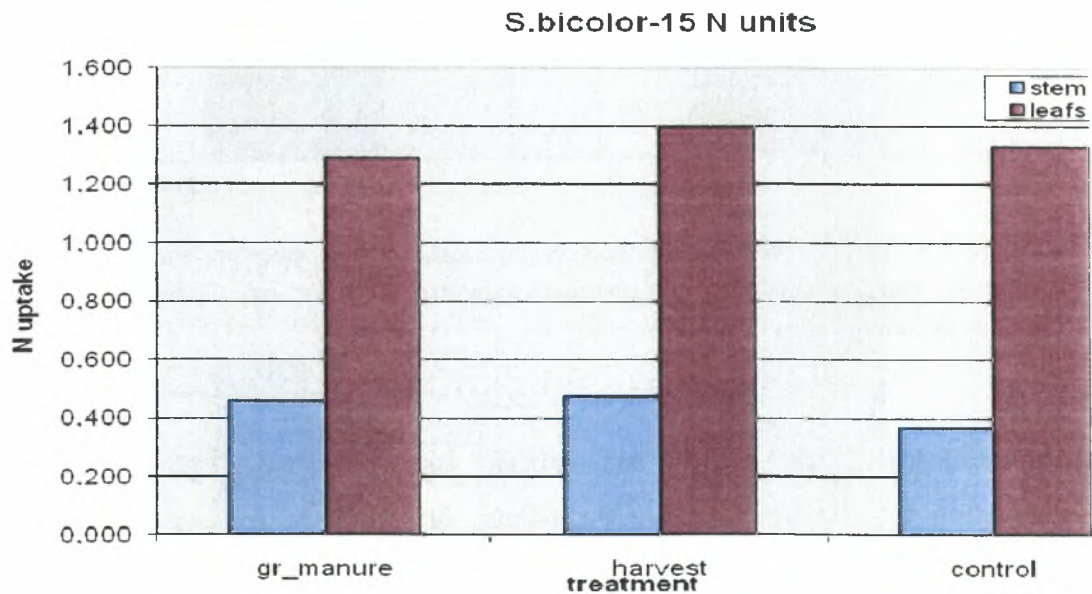
Γράφημα 7.2. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 5 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια σόργου για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = ενσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Για την εφαρμογή 5 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια το uptake του αζώτου στον βλαστό κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Ενώ στα φύλλα σημείωσε υπεροχή στη μεταχείριση της ενσωμάτωσης, σε εκείνη της ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς και στον μάρτυρα εμφάνισε το ίδιο ποσοστό.



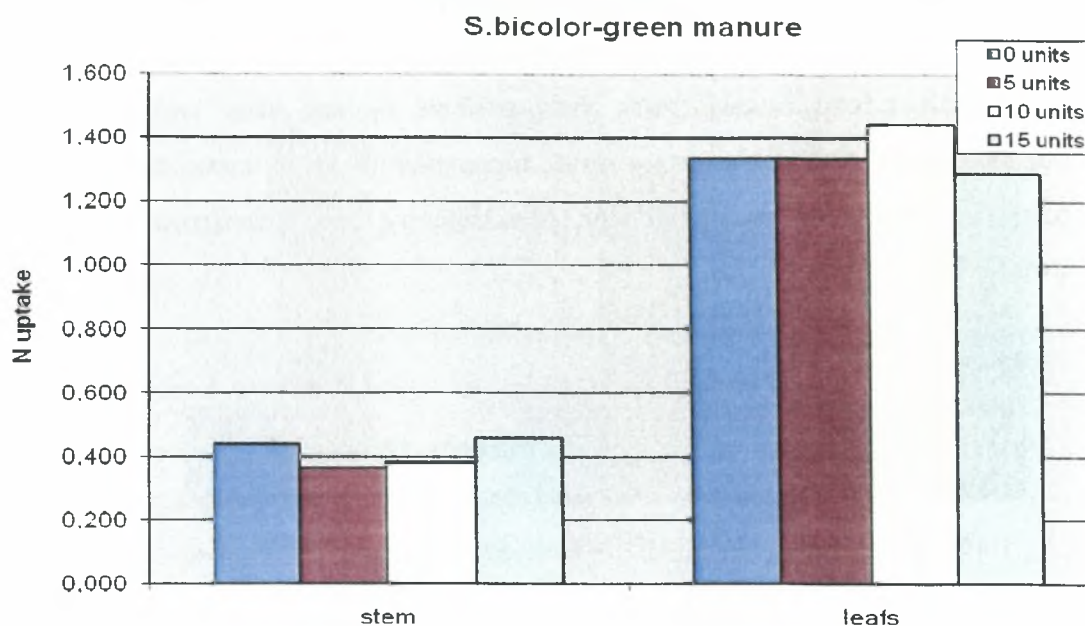
Γράφημα 7.3. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 10 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια σόργου για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = ενσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στην εφαρμογή 10 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια και για τις τρεις μεταχειρίσεις είχαμε στον βλαστό μια μικρή διαφοροποίηση καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρήθηκε στην ενσωμάτωση και μειώθηκε οριακά στον καρπό και στον μάρτυρα. Ενώ στα φύλλα το μέγιστο παρατηρήθηκε στην ενσωμάτωση και το μικρότερο ποσοστό στη μεταχείριση ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς.



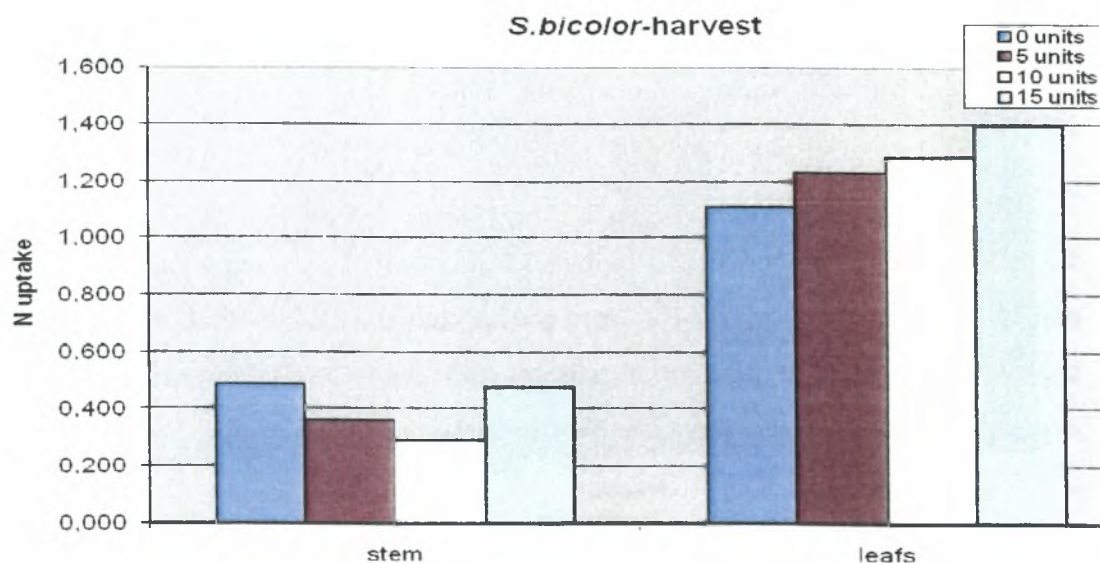
Γράφημα 7.4. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 15 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια σόργου για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = ενσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Το uptake του αζώτου για την εφαρμογή 15 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια του σόργου σημείωσε υπεροχή (οριακή) στα φύλλα και στον βλαστό κατά την διαδικασία της ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς. Ενώ στις άλλες δυο μεταχειρίσεις και στα φύλλα και στο βλαστό έμεινε στα ίδια επίπεδα.



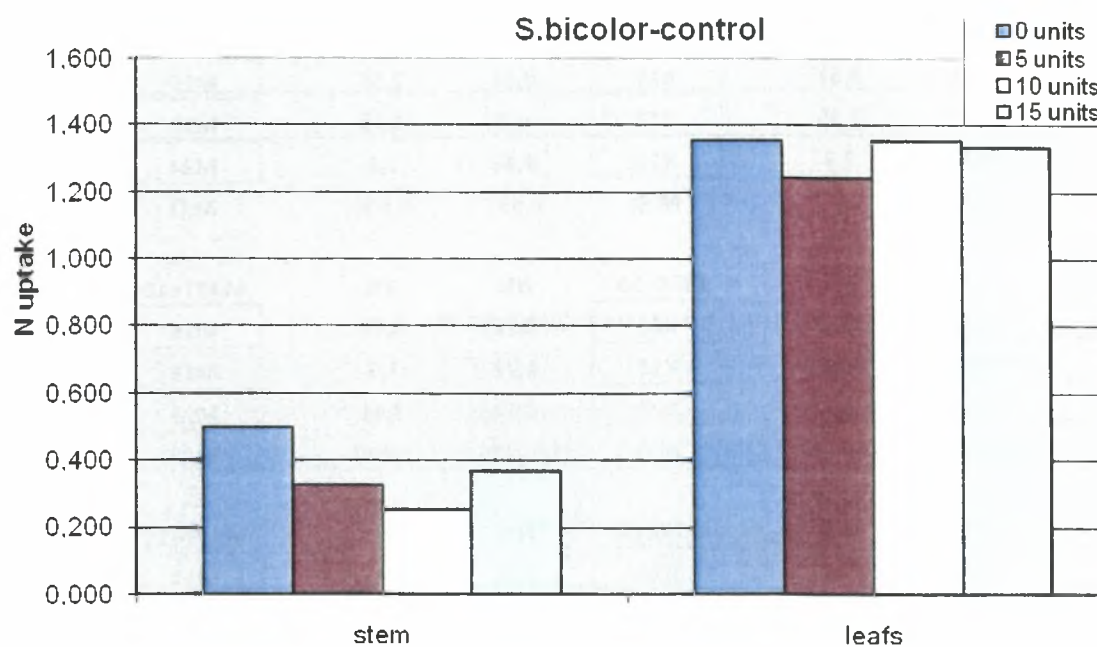
Γράφημα 7.5. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας σόργου για τις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων που εφαρμόστηκαν στο ψυχανθές, στο βλαστό και τα φύλλα στην συσσωμάτωση για το έτος 2007.

Στην καλλιέργεια του σόργου στα επίπεδα του uptake του αζώτου κατά τη μεταχείριση της ενσωμάτωσης του ψυχανθούς δεν υπήρξαν μεγάλες διακυμάνσεις ούτε στα φύλλα ούτε στο βλαστό ανεξαρτήτως των επιπέδων αζώτου.



Γράφημα 7.6. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας σόργου για τις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων που εφαρμόστηκαν στο ψυχανθές, στο βλαστό και τα φύλλα στον καρπό κατά την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου για το έτος 2007.

Στη μεταχείριση της ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς, στο βλαστό, τα αποτελέσματα δείχνουν ασυμβίβαστα όσον αφορά στα επίπεδα αζώτου (και στις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων λίπανσης), ενώ στα φύλλα παρατηρούμε μια αυξητική τάση του uptake του N με την αύξηση των επιπέδων της αζωτούχου λίπανσης.



Γράφημα 7.7. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας σόργου για τις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων N που εφαρμόστηκαν στο ψυχανθές, στο βλαστό και τα φύλλα στο μάρτυρα, για το έτος 2007.

Στο μάρτυρα τα επίπεδα του uptake του αζώτου στο βλαστό μειώθηκαν από την πρώτη εφαρμογή 0 μονάδων αζώτου έως τις 10 μονάδες και αυξήθηκε με την εφαρμογή των 15 μονάδων αζώτου, ενώ στα φύλλα παρέμεινε σχεδόν ίδιο σε όλα τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα αζώτου στο Κενάφ-Τρίκαλα 2007

ΕΝΣΩΜ + 0			ΕΝΣΩΜ + 5			ΕΝΣΩΜ+10			ΕΝΣΩΜ+15		
ΕΝΣΩΜ + 0	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΕΝΣΩΜ + 5	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΕΝΣΩΜ+10	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΕΝΣΩΜ+15	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%
E13	0,37	2,41	E15	0,38	2,37	E16	0,31	3,43	E14	0,36	3,15
E17	0,31	2,46	E19	0,47	2,35	E18	0,52	3,13	E20	0,33	3,26
E21	0,43	2,54	E24	0,24	2,6	E23	0,31	3,6	E22	0,68	3,6
M.O.	0,370	2,470	M.O.	0,363	2,440	M.O.	0,380	3,387	M.O.	0,457	3,337
ΣΥΓΚ+0			ΣΥΓΚ+5			ΣΥΓΚ+10			ΣΥΓΚ+15		
ΣΥΓΚ+0	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΣΥΓΚ+5	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΣΥΓΚ+10	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΣΥΓΚ+15	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%
K13	0,36	2,42	K15	0,21	2,35	K16	0,11	3,47	K14	0,31	3,37
K17	0,32	2,44	K19	0,4	2,45	K18	0,22	3,5	K20	0,36	3,55
K21	0,55	2,32	K24	0,48	2,7	K23	0,54	3,41	K22	0,76	2,94
M.O.	0,410	2,393	M.O.	0,363	2,500	M.O.	0,290	3,460	M.O.	0,477	3,287
ΜΑΡΤ+0			ΜΑΡΤ+5			ΜΑΡΤ+10			ΜΑΡΤ+15		
ΜΑΡΤ+0	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΜΑΡΤ+5	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΜΑΡΤ+10	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%	ΜΑΡΤ+15	ΣΤΕΛΕΧΟΣ N%	ΦΥΛΛΑ N%
M13	0,22	2,35	M15	0,3	2,57	M16	0,19	3,26	M14	0,4	2,65
M17	0,91	2,71	M19	0,43	2,15	M18	0,16	3,43	M20	0,41	2,51
M21	0,36	2,32	M24	0,24	2,21	M23	0,41	3,23	M22	0,29	2,59
M.O.	0,497	2,460	M.O.	0,323	2,310	M.O.	0,253	3,307	M.O.	0,367	2,583

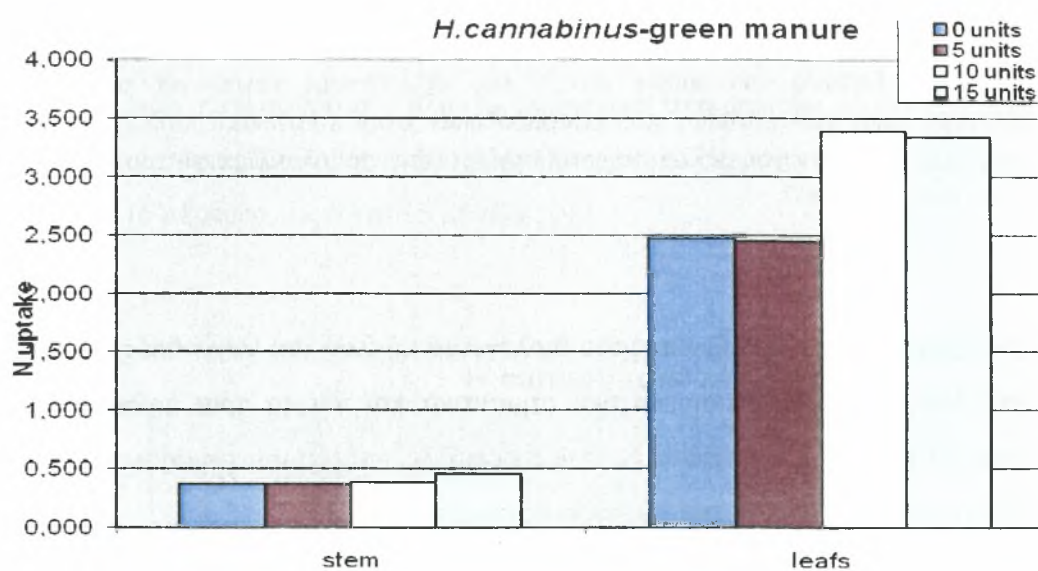
ΕΝΣΩΜ = ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ

ΣΥΓΚ = ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

ΜΑΡΤ = ΜΑΡΤΥΡΑΣ

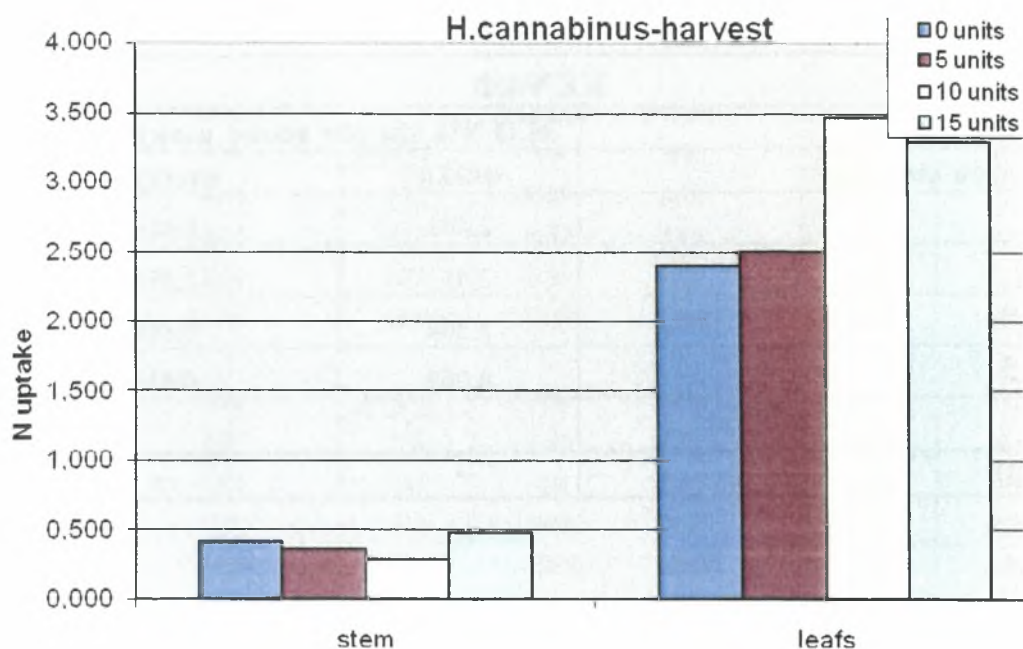
Πίνακας 4. Κενάφ Τρίκαλα

ΚΕΝΑΦ		
	Μ.Ο Ν% και των τριών μεταχειρίσεων	
Επίπεδα λίπανσης	φύλλα	στελέχη
N0	2,441	0,426
N5	2,417	0,350
N10	3,384	0,308
N15	3,069	0,433
LSD	*	ns



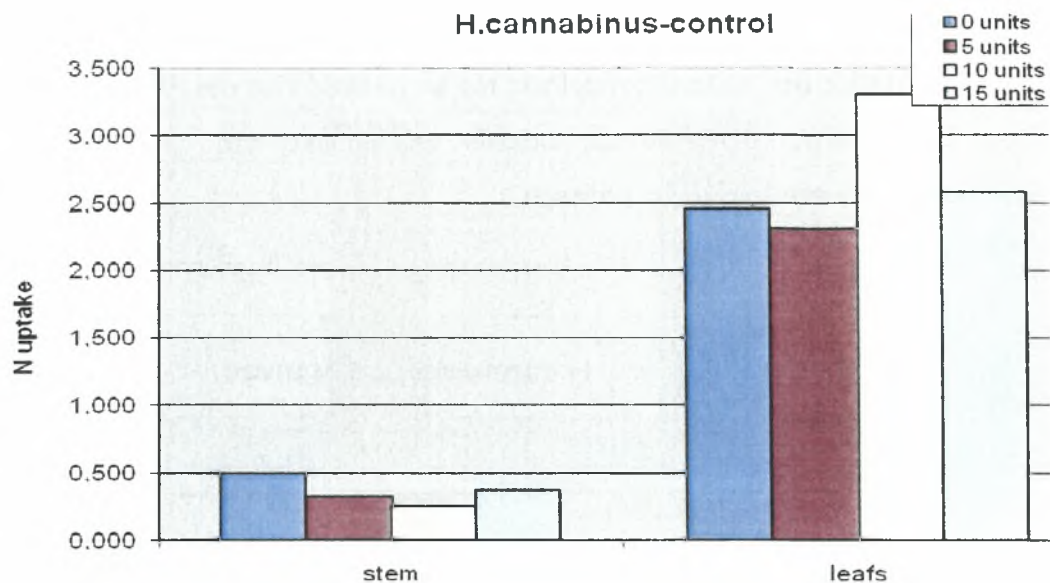
Γράφημα 7.8. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας κενάφ για τα τέσσερα διαφορετικά επίπεδα Νούχου λίπανσης που εφαρμόστηκαν στη μεταχείριση της ενσωμάτωσης σε σχέση με το βλαστό και τα φύλλα, για το έτος 2007.

Στην μεταχείριση της ενσωμάτωσης τα επίπεδα αζώτου της καλλιέργειας και για τα τέσσερα επίπεδα λίπανσης είχε σαν αποτέλεσμα όσον αφορά στα φύλλα μια σημαντική αύξηση στις 10 και 15 μονάδες N, αλλά στον βλαστό δεν είχαμε κάποια σημαντική επίδραση εκτός κάποιας ελάχιστης υπεροχής στις 15 μονάδες N.



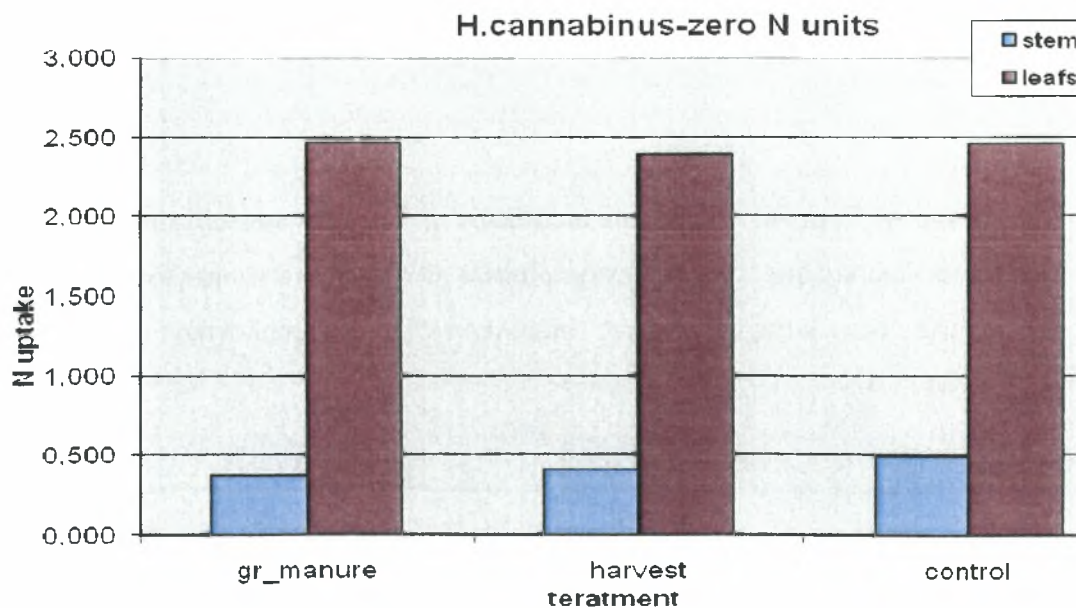
Γράφημα 7.9. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας κενάφ για τις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων που εφαρμόστηκαν στην ενεργειακή καλλιέργεια όσον αφορά στο βλαστό και στα φύλλα στη συγκομιδή (κατά την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου) για το έτος 2007.

Στη μεταχείριση της ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς, το uptake αζώτου στο βλαστό δεν επηρεάστηκε σημαντικά και για τα τρία πρώτα επίπεδα λίπανσης εκτός των 15 μονάδων N, ενώ στα φύλλα υπήρξε μια σημαντική υπεροχή στις 10 μονάδες σε σχέση με το μάρτυρα και τις 5 μονάδες N.



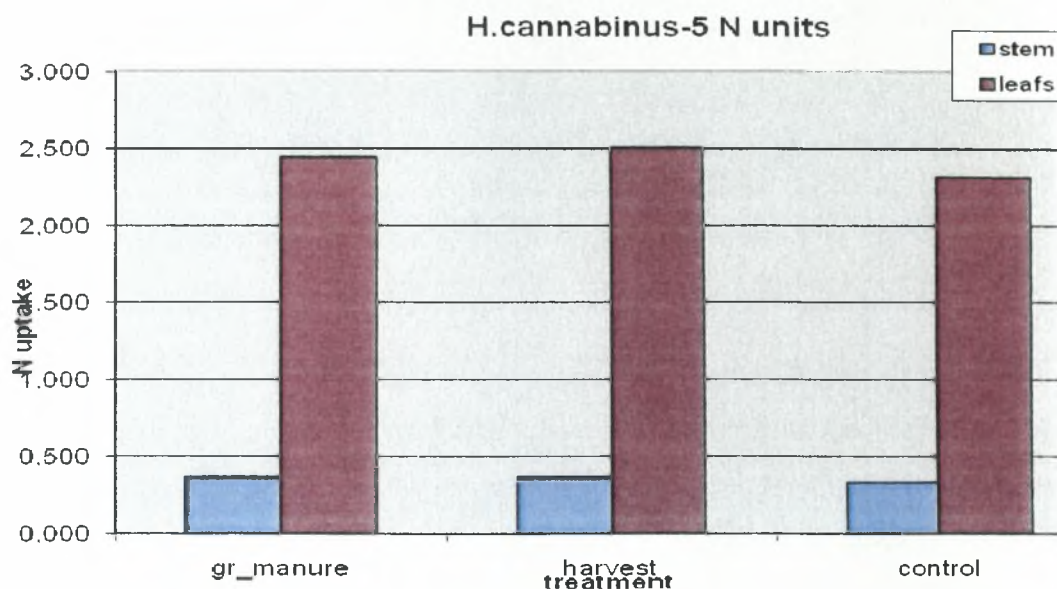
Γράφημα 7.10. Επίπεδα του uptake του N της καλλιέργειας κενάφ για τις τέσσερις διαφορετικές τιμές των μονάδων N που εφαρμόστηκαν όσον αφορά στο βλαστό και τα φύλλα σε σχέση με τον μάρτυρα, για το έτος 2007.

Στον μάρτυρα όσον αφορά στο βλαστό, τα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης δεν έδειξαν σαφείς διαφορές ενώ στα φύλλα φάνηκε υπεροχή στις 10 μονάδες N σε σχέση με το μάρτυρα, τις 5 και 15 μονάδες N.



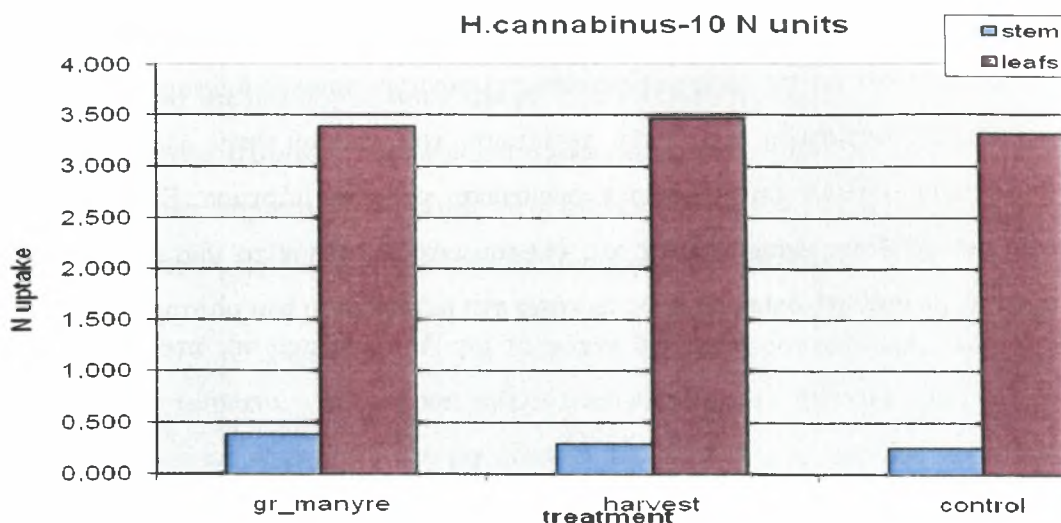
Γράφημα 7.11. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 0 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια κενάφ για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = συσσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στην εφαρμογή 0 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια του κενάφ δεν υπήρξαν σοβαρές μεταβολές στις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς είτε στο βλαστό είτε στα φύλλα. Στο βλαστό το υψηλότερο επίπεδο σημειώθηκε στη μεταχείριση της ενσωμάτωσης ενώ στα φύλλα στο μάρτυρα.



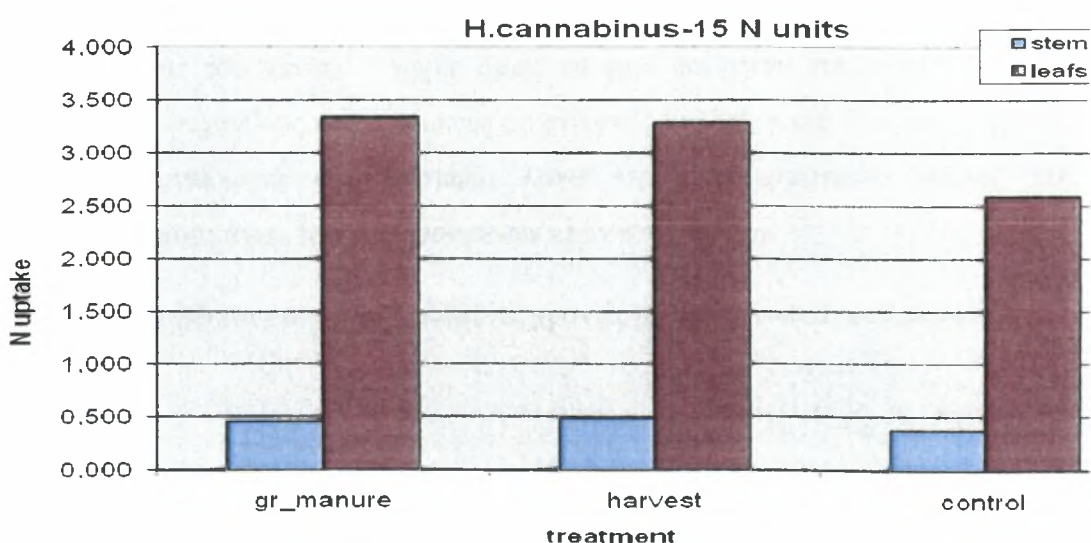
Γράφημα 7.12. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 5 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια κενάφ για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = συσσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στην εφαρμογή 5 μονάδων αζώτου τα επίπεδα του uptake του αζώτου στο βλαστό παρέμειναν ίδια και για τις τρεις μεταχειρίσεις ενώ στα φύλλα το υψηλότερο ποσοστό σημειώθηκε στη μεταχείριση της ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου του ψυχανθούς.



Γράφημα 7.13. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 10 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια κενάφ για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = συσσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στις 10 μονάδες αζώτου που εφαρμόστηκαν είχαμε ελάχιστη μεταβολή του επιπέδου του αζώτου για τις τρεις μεταχειρίσεις στην καλλιέργεια του κενάφ είτε στον καρπό είτε στα φύλλα. Οριακά υψηλότερη τιμή εμφανίστηκε στο βλαστό στην περίπτωση της ενσωμάτωσης, ενώ στα φύλλα στη μεταχείριση του καρπού (την ολοκλήρωση του βιολογικού του ψυχανθούς).



Γράφημα 7.14. Επίπεδα του uptake του N για εφαρμογή 15 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια κενάφ για τις τρεις μεταχειρίσεις του ψυχανθούς, στο βλαστό και τα φύλλα (gr_manure = συσσωμάτωση, harvest = καρπός-ολοκλ. βιολογ. κύκλου, control = μάρτυρας) για το έτος 2007.

Στην εφαρμογή 15 μονάδων αζώτου στην καλλιέργεια κενάφ τα επίπεδα του uptake του αζώτου και για τις τρεις μεταχειρίσεις εμφάνισαν οριακές διαφορές στο βλαστό, με οριακά υψηλότερη τιμή στην περίπτωση του καρπού (την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου) από ότι στην ενσωμάτωση και στον μάρτυρα. Ενώ στα φύλλα, στις μεταχειρίσεις ενσωμάτωσης και καρπού είχαμε σχεδόν το ίδιο επίπεδο uptake αζώτου, με αισθητή διαφορά προς τα κάτω στη μεταχείριση του μάρτυρα.

8. Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Η πρώτη χρονιά αμειψισποράς όσον αφορά στα ενεργειακά φυτά σόργο (*Sorghum bicolor*) και κενάφ (*Hibiscus cannabinus*) σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις τους με τη μεταχείριση της ενσωμάτωσης του ψυχανθούς και τα τέσσερα διαφορετικά επίπεδα N.

Τα αποτελέσματα του uptake του N για το σόργο δεν διαφοροποιήθηκαν για τα επί μέρους φυτικά τμήματα – βλαστό και φύλλα (non-significant). Φάνηκε όμως κάποια υπεροχή αυξάνοντας τα επίπεδα των μονάδων N από τις 0 στις 15 μονάδες, μόνον για το κομμάτι των φύλλων. Επίσης στην αλληλεπίδραση μεταχειρίσεις ψυχανθούς με επίπεδα αζώτου στις 10 μονάδες φάνηκε μικρή υπεροχή στην περίπτωση της ενσωμάτωσης και για τα δύο βλαστικά τμήματα.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα στο κενάφ, η στατιστική ανάλυση για την προσρόφηση αζώτου από το φυτό έδωσε στατιστικά σημαντική διαφορά (για $p=0.5$) στην περίπτωση αλληλεπίδρασης της ενσωμάτωσης και των 10 μονάδων αζώτου μόνον στην περίπτωση των φύλλων. Για την περίπτωση των βλαστών δεν υπήρξε καμιά διαφορά.

Εν κατακλείδι, ο πρώτος χρόνος αμειψισποράς φακής – σόργου και φακής – κενάφ πρακτικά δεν έδωσε διαφοροποιήσεις για τις τρεις μεταχειρίσεις ψυχανθούς –εκτός της περίπτωσης του κενάφ – χωρίς όμως να μην θεωρείται σημαντική η θετική επίδραση του ψυχανθούς στις επόμενες ενεργειακές καλλιέργειες. Ο πρώτος χρόνος, δεν έδωσε επιθυμητά αποτελέσματα λόγω της υπολειμματικής δράσης των αζωτούχων λιπασμάτων των προηγούμενων ετών στο χωράφι.

Η έρευνα συνεχίζεται για τις δύο επόμενες χρονιές με θεαματικά αποτελέσματα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αυγούλας Χ., Ποδημάτος Κωνσταντίνος, Παπαστυλιανού Παναγιώτα. 2001. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας, Τομέας γεωπονίας τροφίμων και περιβάλλοντος, Αθήνα.
2. Γιαννοπολίτης Κ., Δαμανάκης Μ. και Πασπάτης Ε. 1980. Εγχειρίδιο καταπολεμήσεως ζιζανίων. Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
3. Γιάσογλου Ν. 1984. Εδαφολογία. Εκδόσεις Γ.Π.Α.
4. Δαναλάτος Ν. 2008. Σημειώσεις Γενικής Γεωργίας. Ηλιάδης, Κ. 1992β. Φακή. Υπουργείο Γεωργίας, Έκδοση Διεύθυνσης Γεωργικών Εφαρμογών, Αθήνα.
5. Δαναλάτος Ν., Αρχοντούλης Σ., 2008. Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων Αγριαγκινάρας Ηλιάνθου, Σόργου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα φυτικής παράγωγης και αγροτικού περιβάλλοντος, Εργαστήριο γεωργίας και εφαρμοσμένης φυσιολογίας φυτών.
6. Δαλιάνης Κ.Δ., 1991. Ανοιξιάτικα σιτηρά, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
7. Δαλιάνης Δ.Κ., 1993. Ψυχανθή για καρπό και σανό. Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα.
8. Καλιονάκης, 2007. Πτυχιακή για το Κενάφ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εργαστήριο γεωργίας. Βόλος.
9. Μήτσιος Ι.Κ., 1994. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες, Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Βόλος .
10. Μήτσιος Ι.Κ., 1994. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, έκδοση Zymel , Αθήνα 2000.
11. Μήτσιος Ι.Κ., 2002. Γονιμότητα εδαφών-θρέψη φυτών, Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Βόλος.
12. Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. 2005. Φακή. Κεφάλαιο 11. Ψυχανθή (Καρποδοτικά Χορτοδοτικά), Ειδική Γεωργία Ι, Τεύχος Β. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
13. Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2005. Ψυχανθή (Καρποδοτικά-Χορτοδοτικά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Αθήνα.

14. Πασχαλίδης, Αθήνα 1997. Το kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*). Μια νέα καλλιέργεια με προοπτική ανάπτυξης στη χώρα μας. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
15. Σφήκας Α.Γ., 1991. Ειδική Γεωργία Ι, Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά, Α.Π.Θ, Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
16. Σφήκας Α., 1995. Ειδική Γεωργία Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά), Α.Π.Θ Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
17. Τζουραμάνη Ε., Ναβρούζογλου Π., Σιντόρη Αλ., Λιοντάκης Αγ., Παπαευθυμίου Μ. Καρανικόλας Π. και Αλεξόπουλος Γ. 2008. Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών και Κοινωνιολογικών Ερευνών Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας .
18. Χα Ι.Α., 2007. Στοιχεία Γενικής και Ειδικής καλλιέργειας κηπευτικών, Βόλος.

Ξένη βιβλιογραφία και άρθρα

19. Adams, F., 1965. Manganese in Black et al eds. Methods of Soil Analysis.
20. Allaway, W.E., 1968. Agronomic Controls Over the Environment Cycling of trace Elements.
21. Abrahams P.W., and I.Thorton, 1987. Trans. Instn. Min. Metal.
22. Akanvou, R., Bastiaans, L., Kropff, M.J., Goudriaan, J. and Becker, M. 2001. Characterization of growth, nitrogen accumulation and competitive ability of six tropical legumes for potential use in intercropping systems. J. Agron. Crop Sci., 187 pp.111-120.
23. Alexopoulos E, Christou M, Madikis M, Chatziathanasiou A, 2000. Growth and yields of kenaf varieties in central Greece. Ind. Crops and products, 11 pp. 163-172.
24. Ayoyb, 1977. Salt tolerance of lentil (*les sculineta*). Journal of Horticulture Science.
25. Berrow, M.L.,and A.M Ure, 1989. In Occurrence and Districition of Selenium.
26. Berenguer, M. J., and Faci, J. M., 2000. Sorghum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. Department of Soils and Irrigation, Agricultural

- Research Service (SIA), Agronomy and Environment Laboratory (DGA-CSIC), P.O. European Journal of Agronomy Volume 15, Issue 1, September 2001, pp. 43-55.
27. Belocchi A, Quaranta F, Desiderio E, 1998. Yields and adaptability of kenaf varieties (*Hibiscus cannabinus*) for paper pulp in central Italy. In Sustainable agriculture for food, energy and industry. James & James (Science publishers) Ltd, pp.1039-1049.
 28. Carberry PS and Muchow RC, 1992. A simulation model for kenaf assisting fibre industry planning in northern Australia. III. Model Description and Validation. Aust. J. Agriculture Research, 43 pp.1527-45.
 29. Charles, L. 2002. Trends in New Crops and New Use, ASHS Press, Alexandria, VA.
 30. Cheng, Z., 2004. Identification and genetic relationship of kenaf germplasm revealed by AFLP analysis. Genetic Resources and Crop Evolution 51 pp. 393-401.
 31. Danalatos N.G. and Archontoulis SV. 2004. Potential growth and biomass productivity of kenaf under central Greek conditions: I. The influence of fertilization and irrigation. In: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection Van Swaalj, W.P.M., Fjalstrom. T., Helm, P., Grassi, A. (Ed.), Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, 10-14 May, Roma, Italy, pp.323-326.
 32. Danalatos N.G. and Archontoulis SV. 2005. Irrigation and N-fertilization effects on Kenaf growth and biomass productivity in central Greece. In; M.J Pascual-Villalobos, F.S. Nakayama, C.A. Bailey, E. Correal and W.W. Schloman. Jr. Proceeding of 2005 Annual Meeting of the Association for Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development 17-21 September 2005, Murcia, Spain, pp.879-888.
 33. Department of Biological Sciences, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria 2008. Accepted 25 January.
 34. Department of Biological Sciences, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria 2008. Accepted 25 January.

35. Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton P. S., and Hamaker B. R., 2002. Factors affecting sorghum protein digestibility. *Journal of Cereal Science* Volume 38, Issue 2, September 2003, pp. 117-131.
36. Dempsey, J.M. 1975. *Fiber Crops*. Rose Printing Company, Tallahassee, FL.
37. Giller, K.E. and Wilson, K.J., 1991. N-fixation and Tropical Cropping Systems. CAB International, Wallingford, pp. 10-120.
38. Hazandy Abdul-Hamid. 1996. Institute of Tropical Forestry and Forest Products Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia.
39. Howieson J. G., O'Hara G. W., and Carr S. J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture developments from an Australian perspective. *Field Crops Research*. 65 (2-3) pp.107-122.
40. Jeuffroy M.H, B Ney and A.Ourry. 2001. Integrated physiological and agronomic modeling of N *Journal of experimental Botany*. Accepted 14 December 2001.
41. Joffe, J, S. 1973. *The ABC of soils*. New Brunswick N. J. Somerset Press, pp.203.
42. Losavio N, Ventrella, Lamascese N, Vonella AV, 1999. Growth, water and radiation use efficiency of kenaf cultivated in the Mediterranean conditions. Proc. Of the Fourth Biomass Conference of the Americans "Biomass a Growth Opportunity in Green Energy and Value-Added Products", Oakland, California, August 29-September 2, pp.155-160.
43. Martensson, A.M., Rydberg, I. and Vestberg, M., 1998. Potential to improve transfer of N in intercropped systems by optimizing hostendophyte combinations. *Plant Soil* 205 pp. 57-66.
44. McMillin J.D., Wanger MR, Webber C.L. III, Mann SS, Nichols JD, Jech L, 1998. Potential for kenaf cultivation in south-central Arizona In. *Crops & Products* 9, pp.73-77.
45. Meints PD, Smith CA. 2003. Kenaf seed storage duration on germination, emergence and yield. *Ind. Crop and products*, 27, pp.9-14.
46. Muehlbauer, F.J, Kaiser, S.L., Clement and R.J. Summerfield. 1995. Production and breeding of lentil. *Advances in Agronomy*.

47. Pal, U.R. and Shehu, Y. 2001. Direct residual contributions of symbiotic nitrogen fixation by legumes to the yield and nitrogen uptake of maize (*Zea mays* L.) in the Nigerian Savannah. *J. Agron. Crop Sci.* 187 pp.53-58.
48. Saint – Glair, P. M. 1972. Response of *Lens esculenta* to controlled environmental factorw. Medelingen Landbouwhogeschool, Wageningen No 1.
49. Sirichandhra, A. ,1981. The effects of nitrogen fertilizer, crop row width and plant population on the yield and the components of yield of kenaf. MS Thesis, North Carolina State Univ., Raleigh.
50. Scott, A., 1982. Kenaf seed production: 1981-82. Rio Farms, Inc. Biennial Report for 1980-1981. Monte Alto, TX, pp. 60-63.
51. Sonia, K.G., Chadha B.S., and Saini H.S., 2004. Sorghum straw for xylanase hyper-production by *Thermomyces lanuginosus*(D₂W₃) under solid-state fermentation. Department of Microbiology, Guru Nanak Dev University, India. *Bioresource Technology* Volume 96, Issue 14, September 2005, pp. 1561-1569.
52. S.L. Cosentino, E. Riggi, G. D'Agosta. 1978. Sezione di Scienze Agronomiche del Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali - Università di Catania, via Valdisavoia, 5 - 95123 CATANIA,CNR - ISAFOM Sez. Colture Erbacee Strategiche. Wilson V.E. and Hudson L. W. *Crop Sci.* 18 pp.1097.
53. Vallis, I. ,1967. Isotope studies on the uptake of nitrogen by pasture plants: the uptakes of small additions of ISN labeled fertilizer by Rhodes grass and Townville lucern. *Aust. J. Agric. Res.* 18 pp.865-877.
54. Valmis S., Kerkides P. and Aggelides S., 1988 .Soil aggregate instability index and statistical determination of oscillation time in water. *Soil Sci.*52 pp.1188-1191
55. Webber C.L., III, Bledsoe VK, 2002. Kenaf yield components and plant composition. In Janick J and Whipkey A (eds.) *Tends in new crops and new uses.* ASHS Press, Alexandria, VA, pp.348-357.
56. Winer, B.J., 1970. *Statistical principles in experimental design.* International student (ed.) McGraw-Hill Pub. Co., New York Wright H.E. 1976. *Science* 194 pp. 385-389.
57. <http://www.agroepiloges.gr>

Φωτογραφίες εξώφυλλου από :

1. <http://informedfarmers.com/crops/cereal-grain-crops/sorghum>
2. <http://www.prota4u.org/protav8.asp?&g=pe&p=Hibiscus+cannabinus+L.>

Παράρτημα

Ανάλυση ANOVA για το Σόργο

Sorghum

Bicolor

stem	leaves			
	no	n5	n10	n15
e	0,57	0,38	0,31	0,36
e	0,31	0,47	0,52	0,33
e	0,43	0,24	0,31	0,68
k	0,6	0,21	0,11	0,31
k	0,32	0,4	0,22	0,36
k	0,55	0,48	0,54	0,76
m	0,22	0,3	0,19	0,4
m	0,91	0,43	0,16	0,41
m	0,36	0,24	0,41	0,29

	no	n5	n10	n15			
Μέσος	0,4744444	Μέσος	0,35	Μέσος	0,3077778	Μέσος	0,4333333
Τυπικό σφάλμα	0,0698234	Τυπικό σφάλμα	0,0348409	Τυπικό σφάλμα	0,0516338	Τυπικό σφάλμα	0,0560753
Διάμεσος	0,43	Διάμεσος	0,38	Διάμεσος	0,31	Διάμεσος	0,36
Επικρατούσα τιμή	#Δ/Υ	Επικρατούσα τιμή	0,24	Επικρατούσα τιμή	0,31	Επικρατούσα τιμή	0,36
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,2094702	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,1045227	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,1549014	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,168226
Διακύμανση	0,0438778	Διακύμανση	0,010925	Διακύμανση	0,0239944	Διακύμανση	0,0283
Κύρτωση	1,2748684	Κύρτωση	1,8240417	Κύρτωση	1,1730283	Κύρτωση	0,7517164
Ασυμμετρία	1,0442729	Ασυμμετρία	0,1325785	Ασυμμετρία	0,4270324	Ασυμμετρία	1,455121
Εύρος	0,69	Εύρος	0,27	Εύρος	0,43	Εύρος	0,47
Ελάχιστο	0,22	Ελάχιστο	0,21	Ελάχιστο	0,11	Ελάχιστο	0,29
Μέγιστο	0,91	Μέγιστο	0,48	Μέγιστο	0,54	Μέγιστο	0,76
Άθροισμα	4,27	Άθροισμα	3,15	Άθροισμα	2,77	Άθροισμα	3,9
Πλήθος Βαθμός	9	Πλήθος Βαθμός	9	Πλήθος Βαθμός	9	Πλήθος Βαθμός	9
εμπιστοσύνης(95,0%)	0,1610131	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,0803433	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,1190678	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,12931

Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με αλληλεπίδραση

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	n0	n5	n10	n15	Σύνολο
<i>e</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,31	1,09	1,14	1,37	4,91
Μέσος όρος	0,4366667	0,363333333	0,38	0,456666667	0,4091667
Διακύμανση	0,0169333	0,013433333	0,0147	0,037633333	0,0166629
<i>k</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,47	1,09	0,87	1,43	4,86
Μέσος όρος	0,49	0,363333333	0,29	0,476666667	0,405
Διακύμανση	0,0223	0,019233333	0,0499	0,060833333	0,0351364
<i>m</i>					

<i>Σύνολο</i>					
Πλήθος	9	9	9	9	
Άθροισμα	4,27	3,15	2,77	3,9	
Μέσος όρος	0,4744444	0,35	0,3077778	0,433333333	
Διακύμανση	0,0438778	0,010925	0,0239944	0,0283	

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Πρόελευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
Δείγμα	0,0178389	2	0,0089194	0,267249272	0,7677303	3,402826105
Στήλες	0,1562528	3	0,0520843	1,560577056	0,2248197	3,008786572
Αλληλεπίδραση	0,0379389	6	0,0063231	0,189457622	0,9768617	2,508188824
Μέσα σε	0,801	24	0,033375			
Σύνολο	1,0130306	35				
Πλήθος	3	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,49	0,97	0,76	1,1	1,1	4,32
Μέσος όρος	0,4966667	0,323333333	0,2533333	0,366666667	0,36	
Διακύμανση	0,1330333	0,009433333	0,0186333	0,004433333	0,0386727	

	<i>n0</i>		<i>n5</i>		<i>n10</i>		<i>n15</i>
Μέσος	1,2655556	Μέσος	1,27	Μέσος	1,36	Μέσος	1,34
Τυπικό σφάλμα	0,0637293	Τυπικό σφάλμα	0,0329983	Τυπικό σφάλμα	0,0370435	Τυπικό σφάλμα	0,062605
Διάμεσος	1,28	Διάμεσος	1,25	Διάμεσος	1,36	Διάμεσος	1,29
Επικρατούσα τιμή	#Δ/Υ	Επικρατούσα τιμή	#Δ/Υ	Επικρατούσα τιμή	1,29	Επικρατούσα τιμή	#Δ/Υ
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,1911878	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,0989949	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,1111306	Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,187816
Διακύμανση	0,0365528	Διακύμανση	0,0098	Διακύμανση	0,01235	Διακύμανση	0,035275
Κύρτωση	1,5343309	Κύρτωση	2,5092149	Κύρτωση	1,2197217	Κύρτωση	0,10096
Ασυμμετρία	0,0012015	Ασυμμετρία	1,4959019	Ασυμμετρία	0,125062	Ασυμμετρία	0,849707
Εύρος	0,5	Εύρος	0,32	Εύρος	0,32	Εύρος	0,59
Ελάχιστο	1,02	Ελάχιστο	1,17	Ελάχιστο	1,2	Ελάχιστο	1,09
Μέγιστο	1,52	Μέγιστο	1,49	Μέγιστο	1,52	Μέγιστο	1,68
Άθροισμα	11,39	Άθροισμα	11,43	Άθροισμα	12,24	Άθροισμα	12,06
Πλήθος Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	9 0,14696	Πλήθος Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	9 0,0760943	Πλήθος Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	9 0,0854225	Πλήθος Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	9 0,144368

Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με αλληλεπίδραση

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	no	n5	n10	n15	Σύνολο
<i>e</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	4,01	4,01	4,33	3,87	16,22
Μέσος όρος	1,3366667	1,336666667	1,4433333	1,29	1,3516667
Διακύμανση	0,0440333	0,019233333	0,0024333	0,0084	0,0169242
<i>k</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	3,33	3,7	3,85	4,19	15,07
Μέσος όρος	1,11	1,233333333	1,2833333	1,396666667	1,2558333
Διακύμανση	0,0217	0,008633333	0,0064333	0,061433333	0,0294083
<i>m</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	4,05	3,72	4,06	4	15,83
Μέσος όρος	1,35	1,24	1,3533333	1,333333333	1,3191667
Διακύμανση	0,0259	0,0013	0,0212333	0,062633333	0,0225356
<i>Σύνολο</i>					
Πλήθος	9	9	9	9	
Άθροισμα	11,39	11,43	12,24	12,06	
Μέσος όρος	1,2655556	1,27	1,36	1,34	
Διακύμανση	0,0365528	0,0098	0,01235	0,035275	

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

<i>Προέλευση διακύμανσης</i>	<i>SS</i>	<i>βαθμοί ελευθερίας</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>τιμή-P</i>	<i>κριτήριο F</i>
Δείγμα	0,0570056	2	0,0285028	1,207034467	0,3166002	3,402826105
Στήλες	0,0627333	3	0,0209111	0,885542877	0,4626393	3,008786572
Αλληλεπίδραση	0,1280833	6	0,0213472	0,904011293	0,5083905	2,508188824
Μέσα σε	0,5667333	24	0,0236139			
Σύνολο	0,8145556	35				

Ανάλυση ANOVA για το κενάφ *Hibiscus cannabinus*.

kenaf					leaves				
stem									
	no	n5	n10	n15	e	no	n5	n10	n15
e	0,37	0,38	0,31	0,36	e	2,41	2,37	3,43	3,15
e	0,31	0,47	0,52	0,33	e	2,46	2,35	3,13	3,26
e	0,43	0,24	0,31	0,68	e	2,54	2,6	3,6	3,6
k	0,36	0,21	0,11	0,31	k	2,42	2,35	3,47	3,37
k	0,32	0,4	0,22	0,36	k	2,44	2,45	3,5	3,55
k	0,55	0,48	0,54	0,76	k	2,32	2,7	3,41	2,94
m	0,22	0,3	0,19	0,4	m	2,35	2,57	3,26	2,65
m	0,91	0,43	0,16	0,41	m	2,71	2,15	3,43	2,51
m	0,36	0,24	0,41	0,29	m	2,32	2,21	3,23	2,59

	n0		n5		n10		n15
Μέσος	0,425556	Μέσος	0,35	Μέσος	0,307778	Μέσος	0,433333
Τυπικό σφάλμα	0,067559	Τυπικό σφάλμα	0,034841	Τυπικό σφάλμα	0,051634	Τυπικό σφάλμα	0,056075
Διάμεσος	0,36	Διάμεσος	0,38	Διάμεσος	0,31	Διάμεσος	0,36
Επικρατούσα τιμή	0,36	Επικρατούσα τιμή	0,24	Επικρατούσα τιμή	0,31	Επικρατούσα τιμή	0,36
Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση	
Τετραγώνου	0,202677	τετραγώνου	0,104523	τετραγώνου	0,154901	τετραγώνου	0,168226
Διακύμανση	0,041078	Διακύμανση	0,010925	Διακύμανση	0,023994	Διακύμανση	0,0283
Κύρτωση	4,54853	Κύρτωση	-1,82404	Κύρτωση	-1,17303	Κύρτωση	0,751716
Ασυμμετρία	1,997571	Ασυμμετρία	-0,13258	Ασυμμετρία	0,427032	Ασυμμετρία	1,455121
Εύρος	0,69	Εύρος	0,27	Εύρος	0,43	Εύρος	0,47
Ελάχιστο	0,22	Ελάχιστο	0,21	Ελάχιστο	0,11	Ελάχιστο	0,29
Μέγιστο	0,91	Μέγιστο	0,48	Μέγιστο	0,54	Μέγιστο	0,76
Άθροισμα	3,83	Άθροισμα	3,15	Άθροισμα	2,77	Άθροισμα	3,9
Πλήθος	9	Πλήθος	9	Πλήθος	9	Πλήθος	9
Βαθμός		Βαθμός		Βαθμός		Βαθμός	
εμπιστοσύνης(95,0%)	0,155791	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,080343	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,119068	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,12931

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	n0	n5	n10	n15	Σύνολο
<i>e</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,11	1,09	1,14	1,37	4,71
Μέσος όρος	0,37	0,363333333	0,38	0,456666667	0,3925
Διακύμανση	0,0036	0,013433333	0,0147	0,037633333	0,014148
<i>k</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,23	1,09	0,87	1,43	4,62
Μέσος όρος	0,41	0,363333333	0,29	0,476666667	0,385
Διακύμανση	0,0151	0,019233333	0,0499	0,060833333	0,031427
<i>m</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	1,49	0,97	0,76	1,1	4,32
Μέσος όρος	0,496667	0,323333333	0,253333	0,366666667	0,36
Διακύμανση	0,133033	0,009433333	0,018633	0,004433333	0,038673
<i>Σύνολο</i>					
Πλήθος	9	9	9	9	9
Άθροισμα	3,83	3,15	2,77	3,9	3,9
Μέσος όρος	0,425556	0,35	0,307778	0,433333333	0,433333333
Διακύμανση	0,041078	0,010925	0,023994	0,0283	0,0283

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
Δείγμα	0,00695	2	0,003475	0,109746469	0,896508	3,402826105
Στήλες	0,099297	3	0,033099	1,045325613	0,390533	3,008786572
Αλληλεπίδραση	0,067494	6	0,011249	0,355265082	0,899732	2,508188824
Μέσα σε	0,759933	24	0,031664			
Σύνολο	0,933675	35				

	<i>n0</i>		<i>n5</i>		<i>n10</i>		<i>n15</i>	
Μέσος	2,441111	Μέσος	2,416667	Μέσος	3,384444	Μέσος	3,068889	
Τυπικό σφάλμα	0,041077	Τυπικό σφάλμα	0,060484	Τυπικό σφάλμα	0,049444	Τυπικό σφάλμα	0,138498	
Διάμεσος	2,42	Διάμεσος	2,37	Διάμεσος	3,43	Διάμεσος	3,15	
Επικρατούσα τιμή	2,32	Επικρατούσα τιμή	2,35	Επικρατούσα τιμή	3,43	Επικρατούσα τιμή	#Δ/Υ	
Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση		Μέση απόκλιση		
Τετραγώνου	0,123232	τετραγώνου	0,181452	τετραγώνου	0,148333	τετραγώνου	0,415495	
Διακύμανση	0,015186	Διακύμανση	0,032925	Διακύμανση	0,022003	Διακύμανση	0,172636	
Κύρτωση	2,192501	Κύρτωση	-0,85189	Κύρτωση	-0,47703	Κύρτωση	-1,65974	
Ασυμμετρία	1,379727	Ασυμμετρία	0,109361	Ασυμμετρία	-0,47734	Ασυμμετρία	-0,14351	
Εύρος	0,39	Εύρος	0,55	Εύρος	0,47	Εύρος	1,09	
Ελάχιστο	2,32	Ελάχιστο	2,15	Ελάχιστο	3,13	Ελάχιστο	2,51	
Μέγιστο	2,71	Μέγιστο	2,7	Μέγιστο	3,6	Μέγιστο	3,6	
Άθροισμα	21,97	Άθροισμα	21,75	Άθροισμα	30,46	Άθροισμα	27,62	
Πλήθος	9	Πλήθος	9	Πλήθος	9	Πλήθος	9	
Βαθμός		Βαθμός		Βαθμός		Βαθμός		
εμπιστοσύνης(95,0%)	0,094724	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,139477	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,114019	εμπιστοσύνης(95,0%)	0,319378	

Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με αλληλεπίδραση

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	<i>n0</i>	<i>n5</i>	<i>n10</i>	<i>n15</i>	Σύνολο
<i>e</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	7,41	7,32	10,16	10,01	34,9
Μέσος όρος	2,47	2,44	3,386667	3,33666667	2,908333
Διακύμανση	0,0043	0,0193	0,056633	0,055033333	0,249252
<i>k</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	7,18	7,5	10,38	9,86	34,92
Μέσος όρος	2,393333	2,5	3,46	3,286666667	2,91
Διακύμανση	0,004133	0,0325	0,0021	0,098233333	0,264745
<i>m</i>					
Πλήθος	3	3	3	3	12
Άθροισμα	7,38	6,93	9,92	7,75	31,98
Μέσος όρος	2,46	2,31	3,306667	2,583333333	2,665
Διακύμανση	0,0471	0,0516	0,011633	0,004933333	0,1809
<i>Σύνολο</i>					
Πλήθος	9	9	9	9	
Άθροισμα	21,97	21,75	30,46	27,62	
Μέσος όρος	2,441111	2,416666667	3,384444	3,068888889	
Διακύμανση	0,015186	0,032925	0,022003	0,172636111	

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
Δείγμα	0,476956	2	0,238478	7,38511828	0,003166	3,402826105
Στήλες	6,178822	3	2,059607	63,78139068	1,4E-11	3,008786572
Αλληλεπίδραση	0,690044	6	0,115007	3,561519713	0,011503	2,508188824
Μέσα σε	0,775	24	0,032292			
Σύνολο	8,120822	35				

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	<i>N total e</i>	<i>N total m</i>
Μέσος	2,908333	2,665
Διακύμανση	0,249252	0,1809
Μέγεθος δείγματος	12	12
βαθμοί ελευθερίας	11	11
F	1,377841	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,302051	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	2,81793	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	<i>N total e</i>	<i>N total m</i>
Μέσος	2,908333	2,665
Διακύμανση	0,249252	0,1809
Μέγεθος δείγματος	12	12
Διάμεση διακύμανση	0,215076	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	22	
t	1,285232	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,106039	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,717144	
P(T<=t) δίπλευρη	0,212077	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,073873	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	<i>N total k</i>	<i>N total m</i>
Μέσος	2,91	2,665
Διακύμανση	0,264745	0,1809
Μέγεθος δείγματος	12	12
βαθμοί ελευθερίας	11	11
F	1,463491	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,269097	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	2,81793	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	<i>N total k</i>	<i>N total m</i>
Μέσος	2,91	2,665
Διακύμανση	0,264745	0,1809
Μέγεθος δείγματος	12	12
Διάμεση διακύμανση	0,222823	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσω βαθμοί ελευθερίας	0	22
t	1,271341	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,108442	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,717144	
P(T<=t) δίπλευρη	0,216885	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,073873	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	<i>N total k</i>	<i>N total e</i>
Μέσος	2,91	2,908333333
Διακύμανση	0,26474545	0,249251515
Μέγεθος δείγματος	12	12
βαθμοί ελευθερίας	11	11
F	1,06216187	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,46106331	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	2,81793047	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	<i>N total k</i>	<i>N total e</i>
Μέσος	2,91	2,908333333
Διακύμανση	0,26474545	0,249251515
Μέγεθος δείγματος	12	12
Διάμεση διακύμανση	0,25699848	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσω βαθμοί ελευθερίας	0	22
t	0,00805303	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,49682363	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,71714434	
P(T<=t) δίπλευρη	0,99364726	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,07387306	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	5	0
Μέσος	2,416667	2,441111111
Διακύμανση	0,032925	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
βαθμοί ελευθερίας	8	8
F	2,1681	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,147223	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	3,438101	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	10	0
Μέσος	3,384444	2,441111111
Διακύμανση	0,022003	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
βαθμοί ελευθερίας	8	8
F	1,448875	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,306118	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	3,438101	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	15	0
Μέσος	3,068889	2,441111111
Διακύμανση	0,172636	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
βαθμοί ελευθερίας	8	8
F	11,36803	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,001225	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	3,438101	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	5	0
Μέσος	2,416667	2,441111111
Διακύμανση	0,032925	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
Διάμεση διακύμανση	0,024056	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	16	
t	-0,33433	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,371235	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,745884	
P(T<=t) δίπλευρη	0,742471	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,119905	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	10	0
Μέσος	3,384444	2,441111111
Διακύμανση	0,022003	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
Διάμεση διακύμανση	0,018594	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	16	
t	14,67506	
P(T<=t) μονόπλευρη	5,3E-11	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,745884	
P(T<=t) δίπλευρη	1,06E-10	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,119905	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις

	15	0
Μέσος	3,068889	2,441111111
Διακύμανση	0,172636	0,015186111
Μέγεθος δείγματος	9	9
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	9	
t	4,34564	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,000931	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,833113	
P(T<=t) δίπλευρη	0,001862	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,262157	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	15	5
Μέσος	3,068889	2,416666667
Διακύμανση	0,172636	0,032925
Μέγεθος δείγματος	9	9
βαθμοί ελευθερίας	8	8
F	5,243314	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,015309	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	3,438101	

Έλεγχος F των διακυμάνσεων δύο δειγμάτων

	5	10
Μέσος	2,416667	3,384444444
Διακύμανση	0,032925	0,022002778
Μέγεθος δείγματος	9	9
βαθμοί ελευθερίας	8	8
F	1,496402	
P(F<=f) μονόπλευρη	0,290909	
F κρίσιμο, μονόπλευρο	3,438101	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις

	15	5
Μέσος	3,068889	2,416666667
Διακύμανση	0,172636	0,032925
Μέγεθος δείγματος	9	9
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	11	
t	4,315652	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,000612	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,795885	
P(T<=t) δίπλευρη	0,001224	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,200985	

Έλεγχος t δύο δειγμάτων με υποτιθέμενες ίσες διακυμάνσεις

	5	10
Μέσος	2,416667	3,384444444
Διακύμανση	0,032925	0,022002778
Μέγεθος δείγματος	9	9
Διάμεση διακύμανση	0,027464	
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
βαθμοί ελευθερίας	16	
t	-12,388	
P(T<=t) μονόπλευρη	6,48E-10	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,745884	
P(T<=t) δίπλευρη	1,3E-09	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,119905	



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ**

Τηλ.: 24210-74768-61 93141

