

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
"ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΔΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ"**



ΚΟΣΜΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΜΑ "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ"**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΟΣΜΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: ΔΙΝΑΡΔΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ
ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007

Περιεχόμενα

Εισαγωγή

Κεφάλαιο 1'

1.1	Συστήματα εδαφοκατεργασίας.....	5
1.1.1	Κυριότερα συστήματα κατεργασίας.....	5
1.1.2	Διάκριση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας ως προς τα υπολείμματα.....	6
1.2	Εδαφοκατεργασία και φυσικές ιδιότητες.....	7
1.2.1	Αντίσταση εδάφους.....	7
1.2.2	Εδαφικό ύδωρ.....	8
1.2.3	Φαινομενική πυκνότητα.....	9
1.2.4	ΜΣΔΣ.....	9
1.2.5	Διήθηση ύδατος.....	10
1.2.6	Θερμοκρασία εδάφους.....	11
1.3	Εδαφοκατεργασία και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους.....	12
1.3.1	Γαιοσκώληκες.....	12
1.4	Εδαφοκατεργασία και φυτικά χαρακτηριστικά.....	13
1.4.1	Φύτρωμα.....	13
1.4.2	Ριζικό σύστημα.....	13
1.4.3	Αμειψισπορά.....	14
1.4.4	Ζιζάνια.....	14
1.4.5	Αποδόσεις καλλιεργειών.....	15
1.5	Επιλογή του συστήματος εδαφοκατεργασίας.....	15
1.6	Εδαφοκατεργασία και διάβρωση.....	17
1.7	Εδαφοκατεργασία και ενέργεια.....	18
1.8	Τάσεις χρήσης των συστημάτων εδαφοκατεργασίας.....	19

Κεφάλαιο 2'

2.1	Υλικά και μέθοδοι.....	21
2.1.1	Γενικά.....	21
2.1.2	Πειραματικό σχέδιο.....	21
2.1.3	Μηχανήματα εδαφοκατεργασίας.....	23
2.1.4	Φυτικό υλικό.....	23
2.1.5	Συστήματα εδαφοκατεργασίας.....	23
2.1.6	Λιπάνσεις.....	24
2.2	Καλλιεργητικά στοιχεία.....	25
2.2.1	Βαμβάκι.....	25

Κεφάλαιο 3'

3.1	Αροτριαία ή συμβατική κατεργασία.....	26
3.2	Μειωμένη κατεργασία.....	28

Κεφάλαιο 4'

Αποτελέσματα Φυτικών Ιδιοτήτων

4.1	Αποτελέσματα 3 ^{ης} καλλιέργειας.....	30
4.1.1	Φύτρωμα.....	30
4.1.2	Δείκτης φυλλικής επιφάνειας.....	31
4.1.3	Περιεκτικότητα σε Ν των φυτών.....	32
4.1.4	Πυκνότητα ριζών.....	34
4.1.5	Ύψος φυτών.....	36
4.1.6	NB και EB φυτών βαμβακιού.....	37
4.1.7	Αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι.....	40

4.1.8	Πυκνότητα και είδη ζιζανίων	41
-------	-----------------------------------	----

Κεφάλαιο 5'

Αποτελέσματα Εδαφικών Ιδιοτήτων

5.1	Αποτελέσματα 3^{ης} καλλιέργειας	42
5.1.1	Υγρασία εδάφους	42
5.1.2	Αντίσταση εδάφους	47
5.1.3	Φαινομενική πυκνότητα	52
5.1.4	ΜΣΔΣ	55
5.1.5	Διήθηση ύδατος	58
5.1.6	Θερμοκρασία εδάφους	59
5.2	Χημικές Ιδιότητες εδάφους	60
5.2.1	Οξύτητα του εδάφους	60
5.2.2	Λόγος C/N	60
5.2.3	Οργανικός C	61
5.2.4	Ολικό N	62

Κεφάλαιο 6'

Βιολογικές Ιδιότητες εδάφους

6.1	Αποτελέσματα 3^{ης} καλλιέργειας	64
6.1.1	Έκλυση CO ₂	64
6.1.2	Πληθυσμός γαιοσκωλήκων	65

Κεφάλαιο 7'

Συζήτηση – Συμπεράσματα

7.1	Φυτικές ιδιότητες	67
7.1.1	Φύτρωμα	67
7.1.2	Φυλλική επιφάνεια	67
7.1.3	Ύψος φυτών	68
7.1.4	Νωπό & Ξηρό βάρος φυτών	69
7.1.5	Συγκέντρωση N στο φυτό	69
7.1.6	Πυκνότητα ριζικού συστήματος	70
7.2	Εδαφικές ιδιότητες	72
7.2.1	Αντίσταση εδάφους στην διείδυση & Υγρασία εδάφους	72
7.2.2	ΜΣΔΣ	74
7.2.3	Οργανικός C	76
7.2.4	Ολικό N	76
7.2.5	Οξύτητα του εδάφους	77
7.2.6	Διήθηση ύδατος	77
7.2.7	Θερμοκρασία εδάφους	78
7.3	Βιολογικές ιδιότητες εδάφους	80
7.3.1	Γαιοσκώληκες	80
7.4	Αλληλεπίδραση των κυριότερων παραμέτρων	81

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προσπάθεια του ανθρώπου για κατεργασία του εδάφους ξεκίνησε ταυτόχρονα με την πρώτη μορφή γεωργίας. Στην αρχαία Ελλάδα αλλά και στην αρχαία Ρώμη αναφέρεται από πολλούς συγγραφείς η κατεργασία του εδάφους, με έμφαση κυρίως στο πλήρη θρυμματισμό του εδάφους, προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερο φύτρωμα του σπόρου και κατ' επέκταση μεγαλύτερη παραγωγή (Fussell, 1965). Το 1733 ο Jethro Tull αποδέχτηκε την θεωρία ότι όσο βαθύτερη είναι η κατεργασία του εδάφους τόσο καλύτερη είναι η ανάπτυξη των ριζών.

Τον 18^ο και 19^ο αιώνα άρχισε η μαζική παραγωγή αρότρων και εξαπλώθηκε η χρήση τους για βαθιά κατεργασία και καταστροφή της ανεπιθύμητης βλάστησης και κυρίως των ζιζανίων. Το ιδανικό μάλιστα σχήμα αρότρου για καλύτερο σχηματισμό αυλακιάς υπολογίστηκε με μαθηματικό τρόπο από τον Thomas Jefferson το 1798 (Jope, 1956).

Σήμερα η επιστήμη δεν υποστηρίζει την έντονη κατεργασία του εδάφους δημιουργώντας έτσι νέο πεδίο της γεωργικής τεχνικής, η οποία ενισχύεται και από την πολιτική των διάφορων κρατών και οργανισμών, όπως το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών, η Εταιρία Τεχνικής Συνεργασίας της Γερμανίας (GTZ) κ.α., καθώς και από την κατασκευή νέων μηχανημάτων εδαφοκατεργασίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η σχέση των ιδιοτήτων του εδάφους (αντίσταση του εδάφους, εδαφικό ύδωρ, φαινομενική πυκνότητα, Μέση Διάμετρος Συσσωματωμάτων, διήθηση ύδατος και θερμοκρασία εδάφους) και της δυναμικής της ανάπτυξης των φυτών του βαμβακιού σε συνδυασμό με το είδος της εδαφοκατεργασίας. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων χρησιμοποιήθηκαν 3 συστήματα εδαφοκατεργασίας 1) αροτριάια ή συμβατική κατεργασία 2) μειωμένη κατεργασία 3) ακατεργασία (no-tillage).

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται τα κυριότερα συστήματα κατεργασίας και ακολουθεί σύγκριση μεταξύ 1) της εδαφοκατεργασίας και τις φυσικές ιδιότητες, 2) της εδαφοκατεργασίας και τα βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, 3) της εδαφοκατεργασίας και τα φυτικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού. Τέλος διατυπώνονται κάποια συμπεράσματα για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος εδαφοκατεργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο σχεδιασμό και στην εκτέλεση ενός πειράματος όπου θα βοηθήσει στην πληρέστερη μελέτη του θέματος.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία πιο εκτεταμένη αναφορά στα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην εδαφοκατεργασία.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται ανάλυση και συζήτηση ως προς τα αποτελέσματα του πειράματος και φυτικές ιδιότητες όπως το 1) φύτρωμα 2) ο δείκτης

φυλλικής επιφάνειας 3) η περιεκτικότητα σε N των φυτών 4) η πυκνότητα των ριζών 5) το ύψος 6) το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών βαμβακιού 7) τις αποδόσεις 8) την πυκνότητα και τα είδη ζιζανίων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά των αποτελεσμάτων για τις εδαφικές ιδιότητες που μελετήθηκαν στην καλλιέργεια του βαμβακιού όπου είναι : 1) η υγρασία του εδάφους 2) η αντίσταση 3) η Μέση Σταθμισμένη Διάμετρος των συσσωματωμάτων 4) ο οργανικός C 5) το ολικό N 6) η διήθηση 7) το pH 8) η θερμοκρασία του εδάφους και 9) ο λόγος C\N.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από δύο βιολογικές ιδιότητες του εδάφους 1) έκλυση CO₂ και 2) πληθυσμός γαιοσκωλήκων, όπου επιδρούν σημαντικά στην γονιμότητα των εδαφών.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα, η ερμηνεία, τα σχόλια και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή τη μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ

1.1 Συστήματα εδαφοκατεργασίας

1.1.1 Κυριότερα συστήματα κατεργασίας

Τα κυριότερα συστήματα κατεργασίας τα οποία εφαρμόζονται σε παγκόσμιο επίπεδο σήμερα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, (Sprague, 1986) είναι τα εξής:

α) Αροτριαία ή συμβατική κατεργασία : Γίνεται με την χρήση αρότρου ή δισκαρότρου με στόχο την αναστροφή του εδάφους την καταστροφή της βλάστησης και την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της επιφάνειας. Ακολουθείται από την χρήση μηχανημάτων της δευτερογενούς κατεργασίας που στοχεύουν στην ομαλοποίηση της επιφάνειας και στο σχηματισμό της σποροκλίνης.

β) Μειωμένη κατεργασία : Γίνεται με τη χρήση της φρέζας ή του καλλιεργητή και σκοπός της κατεργασίας είναι η ομαλοποίηση, το σχίσσιμο και η αναμόχλευση της ανώτερης επιφάνειας του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα γίνεται ενσωμάτωση των υπολειμμάτων ή της ανεπιθύμητης βλάστησης στο έδαφος.

γ) No-Tillage (Ακατεργασία) : Είναι ένα σύστημα κατά το οποίο στενές μόνο λωρίδες του εδάφους αναμοχλεύονται και γι' αυτό το λόγο είναι αναγκαία η χρήση ζιζανιοκτόνων ή άλλων μέσων καταπολέμησης των ζιζανίων. Η κατεργασία των λωρίδων δεν ξεπερνά τα 5x5 cm και θεωρείται αναγκαία για να καταστεί εφικτή η σπορά.

Ο Ελληνικός όρος που χαρακτηρίζει το No-Tillage είναι **ακατεργασία** και όχι **ακαλλιέργεια** και αυτό γιατί με την ακατεργασία, ο σπόρος τοποθετείται σε έδαφος του οποίου δεν αναμοχλεύεται μηχανικά ολόκληρη η επιφάνεια, ενώ η λέξη **ακαλλιέργεια** περιγράφει έδαφος με ή χωρίς κατεργασία στο οποίο όμως δεν υπάρχει καλλιέργεια «α- καλλιέργεια».

Στη χώρα μας στη συμβατική κατεργασία γίνονται 7 περίπου επεμβάσεις, στη μειωμένη κατεργασία 4-5 επεμβάσεις ενώ στην ακατεργασία περίπου 3 επεμβάσεις, οι οποίες αφορούν εκτός από τα μηχανήματα κατεργασίας και τις επεμβάσεις ζιζανιοκτονίας και λίπανσης, (Ευθυμιάδης, 1990).

1.1.2 Διάκριση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας ως προς τα υπολείμματα

Τα συστήματα κατεργασίας ανάλογα με το είδος του εργαλείου αφήνουν ή όχι φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους, ο ρόλος των οποίων χαρακτηρίζεται καθοριστικός σχεδόν από το σύνολο των ερευνητών στην επίδραση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και δρουν άμεσα ή και έμμεσα στη διάβρωση. Όλες οι τεχνικές κατεργασίας οι οποίες αφήνουν υπολείμματα με ποσοστό εδαφοκάλυψης πάνω από 30%, χαρακτηρίζονται σαν *συντηρητική κατεργασία*¹ σε αντίθεση με την *συμβατική κατεργασία* όπου δεν αφήνει υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους αλλά ενσωματώνει τα υπολείμματα της καλλιέργειας όπως και κάθε άλλο είδος βλάστησης (π.χ. ζιζάνια) στο έδαφος. Τα κυριότερα συντηρητικά συστήματα κατεργασίας περιγράφονται στον πίνακα 1.

Με την συντηρητική κατεργασία επιτυγχάνονται δύο πράγματα : α) σημαντικές ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους & β) περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία.

Πίνακας 1 : Γενική Ταξινόμηση διαφορετικών Συντηρητικών συστημάτων κατεργασίας.

Όλα τα συστήματα αφήνουν 30% των υπολειμμάτων της καλλιέργειας στην επιφάνεια.

Σύστημα κατεργασίας	Καλλιεργητική Τεχνική
Ακατεργασία	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά, κατά την οποία μία μικρή ζώνη 5π5cm κατεργάζεται. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία.
Κατεργασία Σε Σαμάρια	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά, η σπορά γίνεται σε σαμάρια με υπολείμματα και χώμα. Τα υπολείμματα καλύπτουν το 1/3 του εδάφους. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Κατεργασία σε λωρίδες	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά. Κατεργασία γίνεται σε στενές λωρίδες με φρέζες ή με μικρούς καλλιεργητές κ.α. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Κατεργασία με υπολείμματα	Το έδαφος είναι κατεργασμένο προ της σποράς, αλλά τουλάχιστον το 30% των υπολειμμάτων μένει πάνω ή κοντά στην επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται καλλιεργητές ή δισκάρωτρα κ.α. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Μειωμένη κατεργασία	Κάθε άλλο σύστημα κατεργασίας και καλλιεργητικής τεχνικής που αφήνει τουλάχιστον 30% των υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο προσδιορισμός αναφέρθηκε από *Conversation Technology Information Center, West Lafayette, Ind.*

¹ Η Συντηρητική κατεργασία είναι όρος που δεν έχει αναφερθεί έως τώρα στην Ελληνική βιβλιογραφία και ο αγγλοσαξονικός όρος είναι *Conservation Tillage*

1.2 Εδαφοκατεργασία και φυσικές ιδιότητες

1.2.1 Αντίσταση εδάφους

Η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση της μεταλλικής ράβδου του διεισδυσιόμετρου επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την εδαφοκατεργασία. Αυτή μειώνεται από τα εργαλεία που προκαλούν έντονη αναμόχλευση ενώ διατηρείται σταθερή στην ακατεργασία. Έτσι μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας, της ελάχιστης και της ακατεργασίας η πρώτη παρουσιάζει την μικρότερη αντίσταση μόνο έως το βάθος αναμόχλευσης, ενώ μεταξύ της ελάχιστης κατεργασίας και της ακατεργασίας δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές, (Mahli *et al*, 1992, Vyn *et al*, 1998). Το έδαφος της ακατεργασίας επιφανειακά είναι ισχυρότερα συμπιεσμένο ενώ κάτω από το βάθος κατεργασίας παρουσιάζει σχετικά την μικρότερη αντίσταση σε σχέση με τα άλλα συστήματα της κατεργασίας, (Smith *et al*, 1997, Hulme, 1996). Η μικρότερη αντίσταση του εδάφους στην ακατεργασία κάτω από το βάθος κατεργασίας, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού λόγω της καλύτερης ανάπτυξης των ριζών και σε μεγαλύτερα βάθη από αυτό της κατεργασίας (Tebrugge *et al*, 1994).

Κατά τη συμβατική κατεργασία προκαλείται συμπίεση του εδάφους κάτω από το βάθος άρωσης από το βάρος των μηχανημάτων, τα περάσματα του ελκυστήρα όπως και από την πίεση των ελαστικών, που οδηγεί και σε μειωμένες αποδόσεις, (Hakansson & Medvedev, 1995, Stewart & Vyn 1994, Asoegwu 1994).

Με την πάροδο του χρόνου από τη σπορά έως τη συγκομιδή η αντίσταση του εδάφους αυξάνεται και αυτό ανεξάρτητα από το σύστημα κατεργασίας. Όσο πιο έντονη είναι η κατεργασία τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση της αντίστασης (Gajri *et al*, 1996).

Η δημιουργία της κρούστας μετά την εδαφοκατεργασία οφείλεται στην παρουσία φυλλόμορφων ορυκτών, στη λιγότερη οργανική ουσία και στην απότομη απώλεια υγρασίας. Η κρούστα με την σειρά της οδηγεί στην αύξηση της αντίστασης του εδάφους έχοντας μέγιστες τιμές προτού η υγρασία βρεθεί στο ελάχιστο ποσοστό της. Η οργανική ουσία μειώνει την αντίσταση του εδάφους και ταυτόχρονα μειώνονται οι απώλειες της εδαφικής υγρασίας (Biamah *et al*, 1994).

1.2.2 Εδαφικό ύδωρ.

Το σύστημα της εδαφοκατεργασίας επηρεάζει την περιεκτικότητα εδαφικού ύδατος τόσο μέσω της ικανότητας συγκράτησης όσο και μέσω της εξάτμισης αλλά και της απορροής. Επίσης το ανάγλυφο της επιφάνειας σε συνάρτηση με τα υπολείμματα στην επιφάνεια της ακατεργασίας επιδρούν σημαντικά στην περιεκτικότητα του εδαφικού ύδατος (Griffith *et al.*, 1986).

Υπεροχή του συστήματος της ακατεργασίας έναντι της κατεργασίας με άροση, ως προς την περιεκτικότητα του εδαφικού ύδατος, προ της εδαφοκατεργασίας και κατά το φθινόπωρο διαπιστώθηκε από τους Carter (1998) και Porter *et al.*, (1996).

Επίσης σε έδαφος *Red Latosol* (*Oxisol*) στη Βραζιλία συγκρίθηκαν ως προς την περιεχόμενη υγρασία, την υδατοϊκανότητα και το διαθέσιμο ύδωρ τρία συστήματα εδαφοκατεργασίας, συμβατική – καλλιεργητής- ακατεργασία, και βρέθηκε ότι το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε, έως και 36%, μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία ενώ το σύστημα του καλλιεργητή κυμάνθηκε ανάμεσα από τα άλλα δύο συστήματα, (Sidiras *et al.*, 1983).

Σημαντική είναι η επίδραση του συστήματος εδαφοκατεργασίας και στην ποιότητα του ύδατος με καλύτερη στην ακατεργασία σε σχέση με τον καλλιεργητή. Τα χαρακτηριστικά της ποιότητας ήταν οι μικρότερες συγκεντρώσεις νιτρικών και ζιζανιοκτόνων (Ward *et al.*, 1994).

Η συμβατική κατεργασία με ή χωρίς υπολείμματα κατά την περίοδο της σοράς παρουσίασε μεγαλύτερη εδαφική υγρασία, σε αμειψισπορά σίτου – λούπινου σε σχέση με την απευθείας σορά (ακατεργασία), (Chan & Heenan, 1996). Αντίθετα κατά την περίοδο της συγκομιδής και για ζετή αμειψισπορά διαπιστώθηκε μεγαλύτερη εδαφική υγρασία στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολούθησαν τα συστήματα της ελάχιστης κατεργασίας και τέλος η συμβατική κατεργασία, (Hammel, 1995, Norwood 1994 και Malhi *et al.*, 1992).

Σε αρδευόμενη καλλιέργεια βαμβακιού το σύστημα του Ακατεργασία υπερείχε έναντι των άλλων συστημάτων καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας αξιοποιώντας καλύτερα το νερό ποτίσματος σε όλα τα βάθη, (Hulme *et al.*, 1996), ενώ σε καλλιέργεια αραβοσίτου η υπεροχή της ακατεργασίας εντοπίστηκε στο βάθος 0-25 cm (Dick *et al.*, 1992).

1.2.3 Φαινομενική πυκνότητα

Σημαντικός παράγοντας για την αντίσταση και την υγρασία είναι και η *φαινομενική πυκνότητα* του εδάφους η οποία επηρεάζεται σημαντικά από την εδαφοκατεργασία.

Με τη συμβατική κατεργασία η φαινομενική πυκνότητα μειώνεται σημαντικά σε σχέση με την τιμή της προ της κατεργασίας, (Prasad,1996), ενώ στο σύστημα της ακατεργασίας η τιμή της φαινομενικής πυκνότητας δεν μεταβάλλεται σε αξιόλογο βαθμό. Έτσι στο αρόσιμο βάθος η συμβατική κατεργασία εμφανίζει τις μικρότερες τιμές και αυτό ανεξάρτητα από το σύστημα αμειψισποράς (Franzuebbers,1995, Chang & Lindwall, 1992).

Οι συμπιέσεις που προκαλούνται από τα γεωργικά μηχανήματα στους αγρούς αυξάνουν τη φαινομενική πυκνότητα σε βαθμό τέτοιο ώστε περιορίζεται το ριζικό σύστημα (Unger & Kaspar, 1994).

Η φαινομενική πυκνότητα σε βάθος 0-5cm σε καλλιέργεια σίτου ήταν καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας μικρότερη στο σύστημα της ακατεργασίας και μεγαλύτερη στη συμβατική κατεργασία, γεγονός που επέδρασε σημαντικά στο φύτρωμα αλλά και στη διήθηση του ύδατος στην περίπτωση της ακατεργασίας. Η ύπαρξη φυτικών υπολειμμάτων ήταν αυτή που συνέβαλε στην μείωση της φαινομενικής πυκνότητας (Dao, 1996).

Στην Βολιβία, όπου παρατηρείται σοβαρό πρόβλημα υποβάθμισης εδαφών με απώλειες οργανικών ουσιών, τροφοπενίες N και αιολικής διάβρωσης, συγκρίθηκαν τέσσερα συστήματα εδαφοκατεργασίας, συμβατική κατεργασία- καλλιεργητής - ακατεργασία & ελάχιστη κατεργασία για 4 έτη σε καλλιέργεια σόγιας και το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε την μικρότερη φαινομενική πυκνότητα και οι μετρήσεις γίνονταν τον Μάιο (Barber et al, 1996).

Μετά την κατεργασία με την πάροδο του χρόνου η αντίσταση του εδάφους και μαζί και η φαινομενική πυκνότητα αυξάνουν. Στο σύστημα της ακατεργασίας οι μεταβολές της αντίστασης και της φαινομενικής πυκνότητας είναι μικρότερες μεταξύ 4^{ης} και 12^{ης} εβδομάδας από τη σπορά, ενώ η επίδραση των υπολειμμάτων είναι σημαντική συμβάλλοντας σε μικρότερες τιμές φαινομενικής πυκνότητας, σε όλα τα συστήματα κατεργασίας (Iwuafor & Kang, 1994).

1.2.4 Μέση Σταθμισμένη Διάμετρος Συσσωματωμάτων

Ένας άλλος σημαντικός εδαφικός παράγοντας που επηρεάζεται από το σύστημα εδαφοκατεργασίας είναι η *Μέση Σταθμισμένη Διάμετρος Συσσωματωμάτων (ΜΣΔΣ)*, η οποία

κατά την εδαφοκατεργασία μειώνεται ενώ με την πάροδο του χρόνου και πριν τη συγκομιδή έχει μεγαλύτερες τιμές.

Σε μακροχρόνιο πείραμα με διαφορετική κατεργασία του εδάφους παρατηρήθηκε ότι η ΜΣΔΣ στο σύστημα της ελάχιστης εδαφοκατεργασίας ήταν μεγαλύτερη και συσχετίστηκε εκτός από την ένταση της κατεργασίας και στα διαφορετικά ποσοστά οργανικού C, όπου στο σύστημα της ελάχιστης εδαφοκατεργασίας ήταν μεγαλύτερα (Hermawan, 1993).

Η ύπαρξη οργανικής ουσίας στο έδαφος ευνοεί το φαινόμενο της συσσωμάτωσης και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων. Επίσης η οργανική λίπανση και τα υπολείμματα των καλλιεργειών συμβάλουν στη δημιουργία συσσωματωμάτων με μεγαλύτερη μέση σταθμισμένη διάμετρο (Cook *et al.*, 1992).

Σε μελέτη επίδρασης τριών συστημάτων εδαφοκατεργασίας στο Κεμπέκ βρέθηκε ότι το σύστημα της ακατεργασίας, εμφάνισε μεγαλύτερη ΜΣΔΣ και ακολούθησαν τα συστήματα του καλλιεργητή και τέλος της άροσης. Επίσης παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ ΜΣΔΣ και ποσοστού οργανικού C καθώς και μεταξύ ΜΣΔΣ και ταχύτητας διήθησης του νερού (Anger *et al.*, 1994).

1.2.5 Διήθηση ύδατος

Σε μελέτη με εξομοιωτή βροχής στο Οχάιο βρέθηκε ότι η διήθηση του ύδατος αυξάνεται με τη χρήση φυτικών υπολειμμάτων. Επίσης η διήθηση ήταν μεγαλύτερη στο σύστημα της ακατεργασίας σε σχέση με το σύστημα της άροσης (Triplett *et al.*, 1968).

Πολλοί ερευνητές έχουν βρει ότι υπάρχουν περισσότεροι μακροπόροι στους αγρούς όπου τα φυτικά υπολείμματα παραμένουν σε ακατέργαστο έδαφος, σε σχέση με το κατεργασμένο. Επίσης ο ρόλος των γαιοσκωλήκων είναι σημαντικός στην αύξηση της διηθητικότητας του εδάφους ενώ αντίθετα η πίεση των τροχών προκαλεί μείωση της διηθητικότητας.

Η επιφανειακή απορροή ύδατος τόσο σε πειράματα με εξομοιωτή βροχής όσο και σε φυσική βροχή μειώνεται από το σύστημα της ακατεργασίας και την παραμονή των υπολειμμάτων (Mannering, 1979, Bradford & Huang, 1994). Ο βαθμός κάλυψης του εδάφους από υπολείμματα επιδρά σημαντικά στην διήθηση του εδάφους. Σε μελέτη στην περιοχή Parana της Βραζιλίας βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του βαθμού κάλυψης του εδάφους με φυτικά υπολείμματα και της διήθησης (Sidiaras *et al.*, 1985).

Η διήθηση μειώνεται σημαντικά από την μετακίνηση των εδαφικών σωματιδίων που φράζουν του πόρους μέσα από τους οποίους κινείται το νερό, αυξάνοντας έτσι την φαινομενική πυκνότητα αλλά και την αντίσταση (Pikul & Kristian, 1995).

Σε πείραμα επίδρασης των υπολειμμάτων και των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην Βραζιλία οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, για αποφυγή της φραγής των πόρων στο επιφανειακό στρώμα εδάφους, πρέπει να χρησιμοποιηθούν μεγάλες ποσότητες φυτικών υπολειμμάτων, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μόνο κάτω από το σύστημα της ακατεργασίας (Roth *et al.*, 1988, Roth & Eggert, 1994).

Η παρουσία των γαιοσκωλήκων στο έδαφος είναι ένας θετικός παράγοντας για την οργανική ουσία στο έδαφος, την σταθερότητα των συσσωματωμάτων, το μέγεθος των πόρων, την ανάμειξη και την αποικοδόμηση των υπολειμμάτων. Στο σύστημα της ακατεργασίας βρέθηκε ότι ο ρόλος τους στη διήθηση ήταν σημαντικότερος σε σχέση με τα συστήματα κατεργασίας, γεγονός που οφείλεται στις ευνοϊκές συνθήκες σχετικά με τη δομή (Willoughby *et al.*, 1997).

Επίσης σε μελέτη της επίδρασης του πληθυσμού γαιοσκωλήκων στη διήθηση παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του πληθυσμού γαιοσκωλήκων και της διήθησης τόσο σε σχέση με το σύστημα της ακατεργασίας όσο και με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε όμως μεγαλύτερος αριθμός γαιοσκωλήκων καθώς και μεγαλύτερη διήθηση στο σύστημα της ακατεργασίας (Kladivko *et al.*, 1994).

1.2.6 Θερμοκρασία εδάφους

Ένας σημαντικός παράγοντας που έμμεσα ή άμεσα επηρεάζει πολλούς άλλους παράγοντες και αυτός με τη σειρά του επηρεάζεται από την κατεργασία είναι η *θερμοκρασία του εδάφους*. Επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, την πρόσληψη ύδατος, ανόργανων στοιχείων καθώς και στην ένταση της μικροβιακής δραστηριότητας. (Αναλογίδης, 1989).

Σε έρευνα στη Βραζιλία παρατηρήθηκε ότι το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε σε όλη την διάρκεια της ημέρας και καθ' όλη την διάρκεια της καλλιέργειας στα βάθη 3 & 6 cm μικρότερη θερμοκρασία του εδάφους σε αντίθεση με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας όπου η μέγιστη θερμοκρασία ξεπερνούσε τους 40°C ενώ στο σύστημα της ακατεργασίας δεν ξεπερνούσε τους 32°C, (Sidiras & Pavan, 1986).

Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων της κατεργασίας και της ακατεργασίας είναι μεγαλύτερες σε εδάφη «σκοτεινού» χρώματος, λόγω μεγάλης απορρόφησης ηλιακής

ακτινοβολίας και μεγαλύτερης επιφάνειας του εδάφους από την κατεργασία, (Burrows & Larson, 1962).

Επίσης το είδος των υπολειμμάτων ασκεί σημαντική επίδραση στη θερμοκρασία του εδάφους.

1.3 Εδαφοκατεργασία & βιολογικά χαρακτηριστικά εδάφους.

1.3.1 Γαιοσκώληκες.

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση του συστήματος εδαφοκατεργασίας στον πληθυσμό των γαιοσκωλήκων ο ρόλος των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντικός, γιατί με την ενσωμάτωση και την ανάμειξη της οργανικής ουσίας, στο εδαφικό προφίλ, επιταχύνεται η αποδόμησή της. Κάθε γαιοσκώληκας μπορεί να « φαιε » 2 έως 30 φορές το βάρος του. Σε διάρκεια ενός έτους ένας πληθυσμός γαιοσκωλήκων μπορεί να φαιε 5,2-105 tn/στρέμμα. Τα περιττώματά τους βελτιώνουν τη δομή του εδάφους και αυξάνουν την σταθερότητα των συσσωματωμάτων ενώ ταυτόχρονα με τις μεγάλες στοές που ανοίγουν βελτιώνουν τον αερισμό του εδάφους και τη διήθηση του ύδατος για αυτό και αποκαλούνται ως «αρχιτέκτονες του εδάφους» ή και «φυσικοί καλλιεργητές». Το βάθος στο οποίο δραστηριοποιούνται είναι τα 15-25 cm.

Ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων παρουσιάζει σημαντική μείωση στα γεωργικά εδάφη γεγονός που οφείλεται κυρίως στην έντονου βαθμού κατεργασία όπου σκοτώνονται και καταστρέφονται οι στοές τους. Επίσης μεταφέρονται με την άρωση σε άμεση έκθεση με τον ήλιο. Η ύπαρξη υπολειμμάτων ενθαρρύνει την αύξηση του πληθυσμού των γαιοσκωλήκων διατηρώντας την υγρασία του εδάφους εφοδιάζοντας όμως και με οργανική ουσία το έδαφος. Η χρήση εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων μειώνει δραστικά τους πληθυσμούς των γαιοσκωλήκων, (Silimak & Edwards, 1997).

Το ποσοστό της οργανικής ουσίας όπως και τα φυτικά υπολείμματα στο έδαφος επιδρούν σημαντικά στην ανάπτυξη και τον ταχύ πολλαπλασιασμό των περισσότερων ειδών γαιοσκωλήκων στο έδαφος, (Martin, 1982).

Σχετικά με την επίδραση των γαιοσκωλήκων στη διήθηση του ύδατος κάτω από δύο διαφορετικά συστήματα εδαφοκατεργασίας, βρέθηκε ότι στο σύστημα της ακατεργασίας οι τιμές στη διήθηση αλλά και ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων όπως και τα κοπροσυσσωματώματά τους ήταν υψηλότερες σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία. Τα αποτελέσματα αυτά παρατηρήθηκαν σε δύο καλλιέργειες αραβοσίτου και σόγιας και αφορούσαν το είδος *Lumbricus terrestris*, (Willoughby *et al.*, 1997, Thompson, 1992).

Ανάλογα με το σύστημα της εδαφοκατεργασίας διαφέρει η κατανομή των διαφόρων ειδών γαιοσκωλήκων καθώς επίσης και οι πληθυσμοί τους. Έτσι μεταξύ των συστημάτων της ακατεργασίας και της συμβατικής κατεργασίας σε μελέτη στην Ιντιάνα των Ηνωμένων Πολιτειών, βρέθηκαν μεγάλες διαφορές ως προς τον αριθμό των γαιοσκωλήκων αλλά αριθμό των ειδών. Στο σύστημα της ακατεργασίας αναπτύχθηκαν 5 είδη έναντι 3 της συμβατικής κατεργασίας, (Kladivko *et al.*, 1994, Wyss & Glasstetter, 1992).

Σε μελέτη στο Μισούρι βρέθηκε ότι ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων ήταν μεγαλύτερος κάτω από το σύστημα της ακατεργασίας σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία ενώ παρουσιάστηκε μία τάση μείωσής τους στις μεγαλύτερες δόσεις N, κάτι που οφείλεται στην αρνητική επίδραση της άμεσης επαφής των γαιοσκωλήκων με τα αμμωνιακά λιπάσματα, (Jordan *et al.*, 1997).

1.4 Εδαφοκατεργασία & φυτικά χαρακτηριστικά

1.4.1 Φύτρωμα

Σκοπός της κατεργασίας είναι, εκτός από την αντιμετώπιση των ζιζανίων, η δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης και ευνοϊκών συνθηκών για το φύτερωμα, την ανάπτυξη των φυταρίων και του ριζικού συστήματος. Η προετοιμασία της σποροκλίνης απαιτεί εξειδικευμένους χειρισμούς από πλευράς καλλιεργητών προκειμένου να δημιουργήσουν επιθυμητές συνθήκες επαφής σπόρου-εδάφους.

Ο ρόλος των υπολειμμάτων είναι σημαντικός στο φύτερωμα. Τα συντηρητικά συστήματα κατεργασίας, όπου αφήνουν μεγάλα ποσά υπολειμμάτων στην επιφάνεια, επιδρούν στη θερμοκρασία του εδάφους.

1.4.2 Ριζικό σύστημα

Η φαινομενική πυκνότητα, το μέγεθος των συσσωματωμάτων η κατανομή του εδαφικού ύδατος που επηρεάζονται από την κατεργασία επιδρούν σημαντικά στην ποσότητα, στο μέγεθος και στην κατανομή του ριζικού συστήματος στο βάθος.

Η θερμοκρασία του εδάφους, που επηρεάζεται σημαντικά από το σύστημα κατεργασίας, επιδρά επίσης και στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των περισσότερων καλλιεργειών βρίσκεται μεταξύ 25-30°C και σκοπός του συστήματος κατεργασίας είναι να διατηρεί τη θερμοκρασία του εδάφους κοντά σε αυτές τις τιμές. Μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας

το σύστημα της ακατεργασίας είναι αυτό όπου παρουσιάζει μικρότερο εύρος ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας, (Marelli et al., 1981).

1.4.3 Αμειψισπορά

Με την αμειψισπορά ρυθμίζονται θέματα ελέγχου ζιζανίων. Ο χρόνος σποράς, ο οποίος επηρεάζεται από το σύστημα κατεργασίας, επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη των φυτών και στον ανταγωνισμό των ζιζανίων, (Lewis & Worsham, 1981).

Στα πλατύφυλλα πολυετή ζιζάνια η βαθιά κατεργασία επιφέρει θετικά αποτελέσματα ως προς την αντιμετώπιση των ζιζανίων στην καλλιέργεια αραβοσίτου όχι όμως και στην καλλιέργεια σόγιας, (Aldrich, 1984).

Το είδος των υπολειμμάτων που παραμένουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή επηρεάζει την επόμενη καλλιέργεια και τον τρόπο κατεργασίας.

1.4.4 Ζιζάνια

Η αντιμετώπιση ζιζανίων απαιτεί γνώση των ειδών των ζιζανίων, της περιοχής, της καλλιέργειας, του συστήματος κατεργασίας και του συστήματος αμειψισποράς.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει είτε με χημικά μέσα είτε με κατεργασία είτε και με συνδυασμό των παραπάνω. Η χρήση των υπολειμμάτων δεν επιφέρει πάντα τα επιθυμητά αποτελέσματα ενώ πολλές φορές αυξάνει τα προβλήματα. Το σύστημα καταπολέμησης των ζιζανίων πρέπει να αλλάζει με τον χρόνο γιατί αλλάζει και το φάσμα των ειδών των ζιζανίων, (Witt, 1984).

Ήδη σήμερα για την αντιμετώπιση πολλών ετήσιων πλατύφυλλων ζιζανίων συνιστάται η παραμονή των φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους και κυρίως στις μικρόκαρπες καλλιέργειες, (Putnam & DeFrank, 1983).

Με την συνεχή χρήση του συστήματος της ακατεργασίας η οργανική ουσία αυξάνεται και κυρίως στο επιφανειακό έδαφος. Με την άρση η οργανική ουσία καταναλώνεται ενώ από την άλλη στην ακατεργασία συσσωρεύεται στην επιφάνεια γεγονός που οδηγεί στη μείωση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων. Υψηλή οργανική ουσία συνεπάγεται για τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα υψηλή απορρόφηση γεγονός που απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες.

Σε μελέτη της επίδρασης τριών συστημάτων εδαφοκατεργασίας στον έλεγχο των ζιζανίων και στις αποδόσεις του βαμβακιού βρέθηκε ότι ούτε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας ούτε και το σύστημα της ακατεργασίας επιδράσανε στον έλεγχο των ζιζανίων, δεδομένου ότι βρέθηκαν είδη ζιζανίων διαφορετικά σε κάθε σύστημα τα οποία

επικράτησαν και δεν ελέγχθηκαν από το σύστημα κατεργασίας. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι στο σύστημα της ακατεργασίας βρέθηκαν περισσότερα είδη ζιζανίων. Το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας αντίθετα έδειξε καλύτερα αποτελέσματα. Όσο αφορά τις αποδόσεις και τον πληθυσμό των ζιζανίων βρέθηκε μικρή συσχέτιση, (Arshad *et al.*, 1994).

1.4.5 Αποδόσεις καλλιεργειών

Οι αποδόσεις των καλλιεργειών εξαρτώνται από ένα πλήθος παραγόντων. Σε μελέτες που αφορούσαν τη σύγκριση συστημάτων εδαφοκατεργασίας τα αποτελέσματα ήταν αλληλοσυγκρουόμενα ως προς το αποδοτικότερο σύστημα.

Σε μελέτη που αφορούσε την ακατεργασία, τη συμβατική και την ελάχιστη κατεργασία, σε καλλιέργεια για βαμβάκι βρέθηκε ότι κατά το πρώτο έτος της εφαρμογής των συστημάτων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα κατά το δεύτερο έτος εφαρμογής του πειράματος παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε ρίζες στο σύστημα της ακατεργασίας ενώ οι μικρότερες στο σύστημα της συμβατικής κατεργασίας, (Howeler *et al.*, 1993).

Επίσης σε μελέτη επίδρασης στην απόδοση του βάμβακος του συστήματος κατεργασίας αλλά και της αμειψισποράς παρατηρήθηκε ότι οι αποδόσεις ήταν μεγαλύτερες στην αμειψισπορά και στην ελάχιστη κατεργασία σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια και την μέγιστη κατεργασία, (Constable *et al.*, 1992).

Αντίθετα με τα παραπάνω πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι η κατεργασία οδηγεί σε μεγαλύτερες αποδόσεις είτε σε χειμερινές καλλιέργειες (Kronen, 1994), είτε σε ανοιξιότιμες, (Triplett *et al.*, 1996).

Πρέπει να τονισθεί στο σημείο αυτό ότι στο σύστημα της ακατεργασίας το κόστος εφαρμογής του συστήματος είναι αρκετά μικρότερο σε σχέση με την συμβατική κατεργασία καθιστώντας έτσι το σύστημα της ακατεργασίας ανταγωνιστικότερο.

1.5 Επιλογή του κατάλληλου συστήματος εδαφοκατεργασίας.

Η αλλαγή πολλές φορές του συστήματος εδαφοκατεργασίας καθίσταται αναγκαία. Για την υιοθέτηση νέων πρακτικών πρέπει να σταθμίζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα. Το καλλιεργητικό σύστημα σαν παράγοντας θα πρέπει να επηρεάζεται από το έδαφος, από το είδος της καλλιέργειας και από άλλους παράγοντες που αποτιμούνται για

κάθε περιοχή. Επίσης μια επιλογή κατεργασίας μπορεί να είναι κατεργασία ενός μέρους του αγρού και το υπόλοιπο να παραμένει ακατέργαστο ενώ τον άλλο χρόνο η κατεργασία να είναι αντίθετη.

Όλες οι απόψεις περί μειωμένης κατεργασίας πρέπει να μελετούνται καλά πριν την υιοθέτησή τους και κυρίως : α) Ο παράγοντας ρίσκου δεν αυξάνεται σημαντικά. Τυχόν λάθη κατά την διαχείριση του καλλιεργητικού συστήματος δεν πρέπει να συνδέονται με τη μειωμένη κατεργασία όπως συχνά συμβαίνει λόγω έλλειψης γνώσης. β) Το περιθώριο κέρδους είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας σε ένα οικονομικό σύστημα. Οι τυχόν μειωμένες αποδόσεις πρέπει να αντισταθμίζονται με το μειωμένο κόστος της μειωμένης κατεργασίας & γ) Το σύστημα πρέπει να ελέγχεται σε σχέση με το έδαφος, την καλλιέργεια, τα παθογόνα, το κλίμα και την προσωπικότητα του καλλιεργητή. Στον παρακάτω πίνακα 2 γίνεται αναφορά των κυριότερων παραγόντων που επιδρούν στην παραγωγικότητα και το είδος της επίδρασης που ασκούν στην καλλιέργεια.

Πίνακας 2 : Σύγκριση των κυριότερων συστημάτων κατεργασίας και της επίδρασής τους στην καλλιέργεια, (Triplett, 1986).

<i>Παράγοντας</i>	<i>Συμβατική Κατεργασία</i>	<i>Ακατεργασία</i>	<i>Επίδραση στην καλλιέργεια*</i>
<i>Εδαφικοί παράγοντες</i>			
<i>Θερμοκρασία</i>	Θερμές ημέρες κρύες νύχτες	Μικρή διακύμανση	+ -
<i>Υγρασία</i>	Μεγάλη κατά την κατεργασία μικρή με το κρούσισμα	Χαμηλή αρχικά και διατηρείται όμως σε όλη την περίοδο	+ 0
<i>Εφαρμογή λιπασμάτων</i>	Αναμειγνύονται με το έδαφος	Λογή διείσδυση	
<i>Φαν. Πυκνότητα</i>	Μειώνεται με την κατεργασία	Μικρή επίδραση	0
<i>Συμπάγεια</i>	Καταστρέφεται με την κατεργασία	Μικρή κατανομή	- 0
<i>Αερισμός</i>	Λογικά μεγάλος	Μικρή επίδραση	- 0
<i>Οργανική ουσία</i>	Ανάμειξη με το έδαφος	Στην επιφάνεια	+ -
<i>Αποδόμηση οργ. ουσ.</i>	Γρήγορη	Λογή	+ -
<i>Διάβρωση</i>	Σημαντική	Προστασία εδάφους	+
<i>Απορροή</i>	Γρήγορη	Λογή με τα υπολ.	+
<i>Εξάτμιση</i>	Γρήγορη	Μειώνεται με τα υπολ.	+

<i>Βιολογικοί παράγοντες</i>			
<i>Έλεγχος ζιζανίων</i>	Λοχικά επιτυχής	Με ζιζανιοκτόνα	-
<i>Ασθένειες & παθολ.</i>	Ενσωματώνονται	Στην επιφάνεια	-
<i>Παράγοντες μηχανημάτων</i>			
<i>Σπορά</i>	Σχεδιασμένα για εδαφικές απώλειες	Ειδικά μηχανήματα για αδιατάρακτο έδαφος	- 0
<i>Σφάλισμα</i>	Εδαφικές απώλειες και κόψιμο ριζών	Δύσκολο με τα υπολείμματα	- 0
<i>Διαχείριση καλλιεργητικού συστήματος</i>			
<i>Χρόνος σποράς</i>	Πρέπει να καθυστερεί	Πιο έγκαιρη	+
<i>Ενεργειακές ανάγκες</i>	Λυξάνουν	Ελάχιστες	
<i>Καλλιεργητικές φροντίδες</i>	Λυξάνουν για επιτυχή αποτέλεσμα	Ελάχιστες	+
<i>Αξιοπιστία</i>	Καλή	Μπορεί να είναι ασταθής	

**) + , 0, = θετική, ουδέτερη και αρνητική επίδραση για την Ακατεργασία.*

1.6 Εδαφοκατεργασία & Διάβρωση του εδάφους

Τρία γεγονότα επέφεραν δραματικές αλλαγές στην κατεργασία του εδάφους α) Η αυξημένη χρήση των ζιζανιοκτόνων για την αντιμετώπιση των κυριότερων ζιζανίων μείωσαν αρκετά την ένταση αλλά και την ανάγκη για κατεργασία, β) Το υψηλό κόστος της χρήσης των γεωργικών μηχανημάτων & γ) Η έλλειψη περιβαντολογικής προστασίας που οδήγησε σε αύξηση της *διάβρωσης* του εδάφους. Και οι τρεις παραπάνω λόγοι ιθύνουν όλο και περισσότερους στην εφαρμογή συντηρητικών συστημάτων κατεργασίας σε αντίθεση με το συμβατικό σύστημα. Σκοπός λοιπόν είναι το σύστημα της κατεργασίας που θα ακολουθήσει ένας αγρότης, να αφήνει στην επιφάνεια του εδάφους σημαντικές ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων, όταν το έδαφος αντιμετωπίζει προβλήματα διάβρωσης. Το πλέον επιτυχημένο σύστημα συντηρητικής κατεργασίας είναι η *ακατεργασία*, μέσω του οποίου εξοικονομούνται μεγάλα ποσά ενέργειας και ταυτόχρονα διατηρούνται στην επιφάνεια του εδάφους μεγάλες ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων.

Με την συντηρητική κατεργασία και την ύπαρξη υπολειμμάτων μειώνεται η απορροή και η διάβρωση σε σχέση με την συμβατική κατεργασία από δύο έως οκτώ φορές, (Baker & Lafen, 1983, Oschwald & Siemens, 1976).

Μεταξύ των συστημάτων της φρέζας και της άροσης, σε μελέτη στην Γερμανία, παρατηρήθηκε ότι η κατεργασία με φρέζα μειώνει τις απώλειες εδάφους σε σχέση με την κατεργασία με άροτρο ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την απορροή, (Sidiras *et al.*, 1988).

Σε πειράματα που αφορούσαν το σύστημα της ακατεργασίας σε δασικά εδάφη της Ghana παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρξε καμία διάβρωση ενώ και οι αποδόσεις αραβοσίτου ήταν το ίδιο υψηλές με αυτές του συστήματος της συμβατικής κατεργασίας, (Kannegieter, 1967).

1.7 Εδαφοκατεργασία & ενέργεια

Τα συντηρητικά συστήματα κατεργασίας άρχισαν να εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό μετά την πετρελαϊκή κρίση στην δεκαετία του 70 και αυτό συνέβη κυρίως για το οικονομικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν έναντι της συμβατικής κατεργασίας.

Όλα τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας καθώς και της ακατεργασίας απαιτούν μικρή διατάραξη του εδάφους και αφήνουν όπως έχει αναφερθεί μεγάλες ποσότητες υπολειμμάτων σε σχέση με την συμβατική κατεργασία. Οι διαφορές αυτές συνεπάγονται και διαφορές ως προς το ποσοστό εργασίας, τα καύσιμα, τα αγροχημικά, τις λιπάνσεις, τα μηχανήματα και ως προς την καλλιεργητική ικανότητα, μεταξύ των συστημάτων της συντηρητικής και της συμβατικής κατεργασίας, (Young, 1982).

Οι εργασίες είναι μειωμένες κατά 33-70% στη συντηρητική κατεργασία σε σχέση με την συμβατική ανεξάρτητα από το μηχανήμα κατεργασίας και το γεωργικό σύστημα που χρησιμοποιείται, (Crosson, 1981), ενώ με την ακατεργασία οι εργασίες μειώνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό, (Colvin *et al.*, 1983, Pfost, 1982).

Οι καλλιεργητικές ανάγκες μειώνονται λόγω των λιγότερων περασμάτων για ετοιμασία της σποροκλίνης και σκαλισμάτων για έλεγχο των ζιζανίων. Εξοικονομείται έτσι χρόνος για άλλες καλλιεργητικές ενέργειες. Όσο αφορά τον αριθμό μηχανημάτων οι παραγωγοί χρειάζονται λιγότερα μηχανήματα με μικρότερη ιπποδύναμη.

Τα καύσιμα συνδέονται στενά με τη χρήση και το είδος των μηχανημάτων και έτσι είναι αναμενόμενη η εξοικονόμηση καυσίμων. Από μελέτες έχει βρεθεί ότι το σύστημα της ακατεργασίας απαιτεί το ¼ έως το ½ των καυσίμων σε σχέση με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας, (Crosson, 1981).

Όσο αφορά τη λίπανση και κυρίως την αζωτούχο λίπανση, έχει επικρατήσει η άποψη ότι στο συντηρητικό σύστημα χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες Ν-ούχου λίπανσης γιατί στα εδάφη αυτά η ανοργανοποίηση επιβραδύνεται ενώ αντίθετα επιταχύνεται

η διαδικασία απονιτροποίησης. Αυτό όμως δεν γίνεται δεκτό από αρκετούς ερευνητές οι οποίοι πιστεύουν ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες N-ούχου λιπάνσεως οδηγούν σε μεγαλύτερες αποδόσεις κάτω από το σύστημα της ακατεργασίας αντισταθμίζοντας έτσι το κόστος της επιπλέον λίπανσης, (Phillips *et al.*, 1980).

Η χρήση των ζιζανιοκτόνων είναι μεγαλύτερη στο σύστημα της ακατεργασίας και το κόστος χρήσης τους είναι μεγαλύτερο σε σχέση το συμβατικό σύστημα κατά 43%, (Jolly *et al.*, 1982).

Το σημείο που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή για να μειωθεί κόστος στη συντηρητική κατεργασία είναι οι ικανότητες του καλλιεργητή και ειδικά όταν το σύστημα που εφαρμόζεται είναι της ακατεργασίας. Επίσης οι ευκαιρίες για διόρθωση τυχόν λαθών, στο χρόνο κατεργασίας ή σποράς ή λίπανσης ή ζιζανιοκτονίας, είναι περιορισμένες κυρίως σε όσα αφορούν την προετοιμασία της σποροκλίνης. Κατά την σπορά πρέπει να επιλεγεί το κατάλληλο βάθος τοποθέτησης του σπόρου και να μην υπάρχουν αποκλίσεις. Σε τελική ανάλυση η μειωμένη κατεργασία συμπιέζει το κόστος κατά 5-10% σε σχέση με το σύστημα της συμβατικής εδαφοκατεργασίας. Στην Ελλάδα βρέθηκε ότι σε καλλιέργεια σίτου μετά από βαμβακιού με ελάχιστη κατεργασία οι αποδόσεις μπορούν να είναι ίσες ή και μεγαλύτερες σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, καθώς επίσης ότι η μείωση του κόστους, και της ενέργειας μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τους Έλληνες αγρότες, (Gemtos *et al.*, 1998).

1.8 Τάσεις χρήσης των συστημάτων εδαφοκατεργασίας.

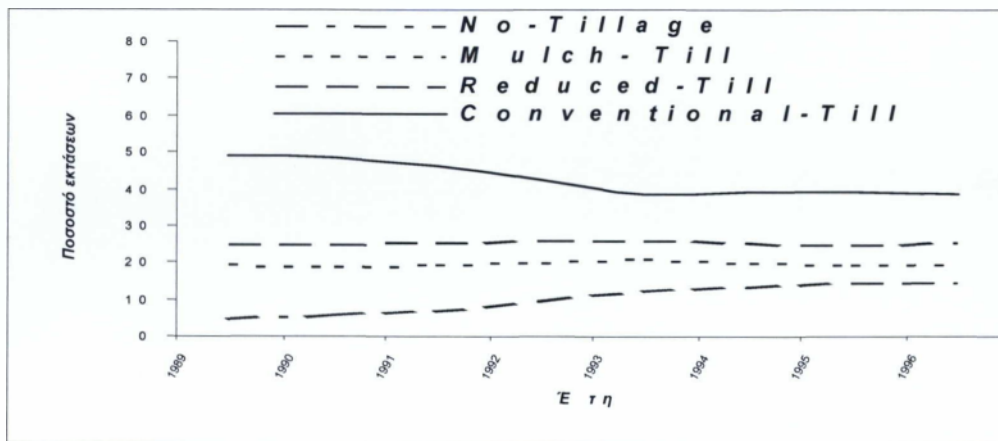
Με τα πρώτα προβλήματα υποβάθμισης των γεωργικών εδαφών λόγω διάβρωσης των εδαφών οι διεθνείς οργανισμοί άρχισαν να προωθούν τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας προκειμένου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα αυτό. Τέτοιοι οργανισμοί ήταν οι USDA, GTZ κατά τη δεκαετία του '70 και στη συνέχεια ο οργανισμός FAO στη δεκαετία του '80 και RELACO στην τελευταία δεκαετία. Ξεκίνησαν τη δράση τους από τη Λατινική Αμερική (Βραζιλία) και τη Δυτική Αφρική (Νιγηρία) με την δημιουργία ερευνητικών κέντρων (Parana, Ibadan κ.α.). Σήμερα η δράση τους έχει επεκταθεί σε όλη την υφήλιο προσπαθώντας να αλλάξουν το *status quo* στην κατεργασία των εδαφών προκειμένου να περιορίσουν την ερημοποίηση των εδαφών και να μειώσουν το κόστος των γεωργικών προϊόντων. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO το 40% των υποβαθμισμένων εδαφών σε όλο τον κόσμο οφείλεται στην διάβρωση του εδάφους, (Ιστοσελίδα του FAO, 1998).

Η προσπάθεια αυτή των οργανισμών έστω και με αργούς ρυθμούς άρχισε να στέφεται με επιτυχία από το 1985 έως σήμερα. Στην Αφρική η ελάχιστη κατεργασία

αποτελεί πλέον σήμερα το κύριο σύστημα κατεργασίας του εδάφους κυρίως στους μικροκαλλιεργητές. Στη Βραζιλία, κατά το έτος 1992, 14 εκατομμύρια εκτάρια κατεργάζονταν με το σύστημα της ακατεργασίας ενώ σήμερα το ποσό αυτό έχει ανέλθει σε 17 εκατ. εκτάρια. (Σιδηράς, προσωπική επιστολή IAPAR)

Στις Ηνωμένες Πολιτείες τα τελευταία οκτώ χρόνια έχουν συμβεί μεγάλες μεταβολές στο ποσοστό των εκτάσεων που δέχονται την μεταχείριση της ακατεργασίας όπου από 5% ανήλθε στο 15% επί του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων ενώ μειωμένη κατεργασία ανέρχεται σε 35,77%, σχήμα 1. Από το σχήμα 1 παρατηρείται ότι η αύξηση του ποσοστού της ακατεργασίας είναι περίπου ίση με το ποσοστό μείωσης της συμβατικής κατεργασίας.

Στην Ελλάδα η απουσία κυβερνητικών προγραμμάτων και η έλλειψη ενδιαφέροντος από την αρμόδια Υ.Ε.Β. τα συστήματα της μειωμένης κατεργασίας για τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας παραμένουν άγνωστα για τον Έλληνα καλλιεργητή ενώ θα έδιναν διεξόδους σε προβλήματα κόστους και διάβρωσης που σημειώνονται το χειμώνα σε περιοχές με εντατική γεωργία.



Σχήμα 1.1: Πορεία των κυριότερων συστημάτων εδαφοκατεργασίας τα τελευταία χρόνια στις USA. Πηγή: USDA- National Crop Residue Management Survey, 1998.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Υλικά & μέθοδοι

2.1.1 Γενικά

Για να αποδείξουμε ότι οι πρακτικές εφαρμογές επιβεβαιώνουν τις θεωρητικές προσεγγίσεις παρουσιάζεται αναλυτικά ένα πείραμα από έναν πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α., όπου εγκαταστάθηκε και παρέμεινε το ίδιο από το 1995 έως το 1998. Με βάση τα αποτελέσματα των φυτικών, εδαφικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους δίνεται η δυνατότητα να συγκριθούν τα συστήματα εδαφοκατεργασίας και να αποκτηθεί μία πιο σωστή και ολοκληρωμένη αξιολόγηση αυτών. Στον πειραματικό αγρό εφαρμόστηκε η ακόλουθη αμειψισπορά: Σιτάρι - βίκος (ενδιάμεση καλλιέργεια) - βαμβάκι - κριθάρι. Η συνολική επιφάνεια του πειραματικού αγρού ήταν 530m². Για την καλλιέργεια του βαμβακιού έγινε άρδευση με σύστημα στάγδην.

Οι αναλύσεις έγιναν στο Εργαστήριο Γεωργίας και ένα μέρος από τις χημικές αναλύσεις εδάφους στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας. Οι ιδιότητες χαρακτηρισμού του εδάφους του πειραματικού αγρού αναφέρονται στον Πιν.3

Πιν . 3 :Χημική κατάσταση του πειραματικού αγρού προ της κατεργασίας

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	1,47%	Χαμηλή περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Κατά Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική Σύσταση	ClayLoam	Αργιλλοπηλώδες (CL)

2.1.2 Πειραματικό Σχέδιο

Ακολουθήθηκε το σχέδιο των υποδιαγεγραμμένων τεμαχίων με 4 επαναλήψεις, 3 κύριες επεμβάσεις κατεργασίας (Άροση, Φρέζα, Ακατεργασία) και 4 υποτεμάχια λίπανσης (Μάρτυρας, NP, Κοπριά, Μείγμα).

Κάθε κύβια επανάληψη είχε 12 υποτεμάχια. Μεταξύ των κυρίων επεμβάσεων η απόσταση ήταν 0,8m. Κάθε υποτεμάχιο είχε διαστάσεις 2x5=10m² και η απόσταση μεταξύ των υποτεμαχίων ήταν 0,3m. Συνολικά υπήρχαν 48 υποτεμάχια.

↑	Κοπριά	↑	Κοπριά	↑	Μείγμα	↑	4η
	Μείγμα		NP		Μάρτυρας		Ομάδα
	Μάρτυρας		Μάρτυρας		Κοπριά		
	NP		Μείγμα		NP		
↑	Μάρτυρας	↑	Κοπριά	↑	NP	↑	3η
	Κοπριά		Μείγμα		Μείγμα		Ομάδα
	Μείγμα		Μάρτυρας		Κοπριά		
	NP		NP		Μάρτυρας		
↑	Μείγμα	↑	NP	↑	Μάρτυρας	↑	2η
	NP		Κοπριά		NP		Ομάδα
	Κοπριά		Μάρτυρας		Μείγμα		
	Μάρτυρας		Μείγμα		Κοπριά		
↑	Κοπριά	↑	Μείγμα	↑	Μείγμα	↑	1η
	Μείγμα		Μάρτυρας		NP		Ομάδα
	Μάρτυρας		NP		Κοπριά		
	NP		Κοπριά		Μάρτυρας		

ΑΚΑΤΕΡΓΑ ΣΙΑ

Έγινε τυχαιοποίηση ως προς τις λιπάνσεις αλλά όχι ως προς την κατεργασία δεδομένου ότι κάτι τέτοιο είναι αδύνατο λόγω δυσκολιών εφαρμογής. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τα προγράμματα Statistica[®] and Microcalorigin[®].

2.1.3 Μηχανήματα εδαφοκατεργασίας

Για την εδαφοκατεργασία χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα του Εργαστηρίου Γεωργίας:

α) Άροτρο με πλάτος κοπής 14" τύπου γενικής χρήσης με βάθος κατεργασίας ~25cm β) Φρέζα με 3 μαχαίρια ανά βάση τύπου «L» και πλάτος 1,60m με βάθος κατεργασίας ~15 cm.

Η χάραξη των γραμμών σποράς γίνονταν με γραμμοχαράκτη και η σπορά με το χέρι γιατί δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή σπαρτικής μηχανής. Τα μηχανήματα αυτά φέρονταν ή σύρονταν σε γεωργικό ελκυστήρα Massey Ferguson 45 HP.

2.1.4 Φυτικό υλικό

Κατά την εφαρμογή της αμειψισποράς χρησιμοποιήθηκαν σκληρό σιτάρι (*Triticum durum cv. Mexicali*), βίκος (*Vicia sativa cv. Alexandros*), βαμβάκι (*Gossypium hirsutum cv. Acala SJ-2*) και διστοιχο κριθάρι (*Hordium vulgare cv. Niki*).

Τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας του βαμβακιού είναι τα παρακάτω:

Acala SJ-2

Πρωιμότητα : όψιμη

Ανθεκτικότητα : Μεγάλη στις ανδρομυκώσεις

Εκατοστιαία αναλογία ινών : 37,5 (χειροσυλλογής)

Μήκος ίνας: 28mm

Πηγή : Υπουργείο Γεωργίας –ΕΘΙΑΓΕ 1991.

2.1.5 Συστήματα Εδαφοκατεργασίας

Τα συστήματα της εδαφοκατεργασίας που μελετήθηκαν ήταν τρία:

α) Άροση : τα επιλεγμένα τεμάχια οργώθηκαν και μετά έγινε ένα πέρασμα με την φρέζα.

β) Φρέζα : τα επιλεγμένα τεμάχια δέχθηκαν διπλό πέρασμα με τη φρέζα.

γ) Ακατεργασία : Τα τεμάχια δεν δέχθηκαν καμία επέμβαση εδαφοκατεργασίας.

Τα συστήματα εφαρμόστηκαν σε όλες τις καλλιέργειες εκτός από του βίκου όπου δεν έγινε κατεργασία του εδάφους αλλά απ' ευθείας σπορά σε όλα τα αγροτεμάχια.

2.1.6 Λιπάνσεις

Υπήρξαν τέσσερα είδη λίπανσης , μάργουρας, ανόργανη ,οργανική και μείγμα (οργανικής και ανόργανης λίπανση). Όλες οι λιπάνσεις έγιναν μία μέρα πριν την κατεργασία και αυτό για να επιτευχθεί καλύτερη ενσωμάτωση του λιπάσματος στο έδαφος. Στον βίκο δεν έγινε καμία λίπανση.

α) Μάργουρας : Τα τεμάχια αυτά δεν δέχτηκαν ποτέ και σε καμία καλλιέργεια οποιαδήποτε λίπανση.

β) NP : Τα τεμάχια αυτά δέχτηκαν ανόργανη λίπανση με $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, το ποσό της οποίας ήταν διαφορετικό ανάλογα με την καλλιέργεια . Για το σκληρό σιτάρι έγινε λίπανση με NP 15/7,5 κιλά ανά στρέμμα. Στο βαμβάκι 5kg N, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, ανά στρέμμα και τέλος στο κριθάρι με NP 7/4 κιλά ανά στρέμμα.

γ) Κοπριά : Η αγελαδινή κοπριά που χρησιμοποιήθηκε προερχόταν από το βουστάσιο του τμήματος Ζωικής Παραγωγής του ΓΠΑ και η ποσότητα ήταν η ίδια για όλες τις καλλιέργειες 3 t/ στρέμμα. Η σύσταση της κοπριάς φαίνεται στον Πιν. 4.

δ) Μείγμα : Τα τεμάχια με αυτό το είδος λίπανσης δέχθηκαν αθροιστικά και τα δύο είδη λίπανσης δηλαδή και NP και κοπριά στις παραπάνω ποσότητες για κάθε καλλιέργεια.

Πιν 4. Χημική κατάσταση κοπριάς.

Συγκέντρωση NO_3^-	160 ppm
Συγκέντρωση P (κατά Olsen)	7,5 ppm
K_2O % (ξ.β)	0,70 %
Ολικό N %(ξ.β.)	2,05 %
Οργανικός C %	4,7 %
C/N	2,29
Υγρασία	20%
pH (1:1 H_2O)	7,82

2.2 Καλλιεργητικά στοιχεία

2.2.1 Βαμβάκι

Προηγήθηκε ζιζανιοκτονία με Round-up, 150ml δ.ο. σε 30 l ψεκαστικού υγρού στις 27/3/97 και ακολούθησε η προβλεπόμενη λίπανση στις 8/4/97 και την επομένη, στις 9/4/97 έγινε η κατεργασία του εδάφους. Την κατεργασία ακολούθησε κυλίνδρισμα του εδάφους με οδοντωτό κύλινδρο Κροτσιλλ. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 11/4/97 και η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 80cm, ενώ η επί της γραμμής απόσταση σποράς ήταν 20cm. Η άρδευση γινόταν με σύστημα στάγδην ανά 15ήμερον ενώ σταμάτησαν τέλος Ιουλίου. Κάθε γραμμή σποράς είχε δική της παροχή και κάθε φυτό δικό του σταλακτήρα για ομοιόμορφο πότισμα. Σε κάθε θέση τοποθετούνταν 2 σπόροι για αυτό το λόγο χρειάστηκε να γίνει αραιώμα, όπου είχαν φυτρώσει και οι δύο σπόροι, διατηρώντας το πιο εύρωστο φυτό. Κάθε πειραματικό τεμάχιο, των $5 \times 2 = 10\text{m}^2$, είχε 6 γραμμές και 11 φυτά σε κάθε γραμμή, δηλαδή $6 \times 11 = 66$ φυτά / $10\text{m}^2 = 6600$ φυτά/στρέμμα. Επίσης μελετήθηκε ο πληθυσμός των ζιζανίων. Η συγκομιδή έγινε στις 25/9/97 χειρωνακτικά.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Αροτριαία ή συμβατική κατεργασία

Γίνεται με την χρήση **αρότρου ή δισκαρότρου** με στόχο την αναστροφή, τον φιλοθρυμματισμό του εδάφους, την καταστροφή της βλάστησης και την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της επιφάνειας.

ΤΑ ΑΡΟΤΡΑ

Στη χώρα μας είναι το κύριο εργαλείο κατεργασίας. Ανάλογα το βάθος οργώματος έχουμε:

- 1)Ελαφράς αρόσεως 8-15cm
- 2)Μέσης αρόσεως 15-25cm
- 3)Βαθείας αρόσεως 25-35cm
- 4)Υπερβαθείας αρόσεως 35cm και πάνω



Υνάροτρο (προσωπικό αρχείο)

Όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος άροσης τόσο μεγαλύτεροι οι κίνδυνοι να μεταφερθούν στρώματα αδιαπέραστα ή και άγωνα προς τα επάνω, αλλά και λίθοι που προκαλούν φθορά και των άλλων γεωργικών εργαλείων.

Τα άροτρα ακόμη μπορεί να είναι ζωοκίνητα ή μηχανοκίνητα και αυτά με τη σειρά τους:

- 1)Ελκόμενα
- 2)Φερόμενα
- 3)Ημιφερόμενα

Κάθε άροτρο αποτελείται από ένα πλαίσιο που με το φορέα στηρίζει έναν ή περισσότερους βραχίονες που φέρουν υνία και αναστρεπτήρες αντίστοιχα. Το υνί και ο αναστρεπτήρας είναι συνενωμένα. Ανάλογα με τον αριθμό των υνίων έχουμε μονόυνα, δίυνα, τρίυνα κλπ. . πολύυνα. Εκτός από το μέγεθος και το είδος του υνιού και του αναστρεπτήρα, κάθε άροτρο χαρακτηρίζεται από τον τύπο του αναστρεπτήρα που μπορεί να είναι:

- Ελικοειδής
- Κυλινδροειδής
- Γενικής χρήσης
- Μακρύς αναστρεπτήρας

ΑΥΛΑΚΩΤΗΡΕΣ

Μοιάζει με το άροτρο το υνιοφόρο, αλλά φέρει δύο αναστρεπτήρες "γενικής χρήσης" ένα δεξιόστροφο και ένα αριστερόστροφο ενωμένα στη στρώση τους. Αυτό το εργαλείο μπορεί να σχηματίσει αυλάκι τομής "V" και βάθους όσο περίπου το ήμισυ του ύψους του αναστρεπτήρα. Για μεγαλύτερο βάθος τοποθετούνται στους αναστρεπτήρες μεγάλου ύψους.



Αυλακωτήρας (προσωπικό αρχείο)

3.2. Μειωμένη κατεργασία

Γίνεται με τη χρήση της **φρέζας**. Σκοπός της κατεργασίας είναι η ομαλοποίηση, το σχοίσιμο και η αναμόχλευση της ανώτερης επιφάνειας του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα γίνεται ενσωμάτωση των υπολειμμάτων ή της ανεπιθύμητης βλάστησης στο έδαφος. Στη μειωμένη κατεργασία χρησιμοποιείται και ο καλλιεργητής.

Η ΦΡΕΖΑ

Κάτω από ένα κέλυφος λαμαρίνας ισχυρής κυλινδρικής μορφής κινείται ένας άξονας που φέρει δισκοειδείς βάσεις και πάνω σε αυτές προσαρμόζονται βιδωμένα τα μαχαίρια. Σπάνια μπορεί να είναι ορθωτά. Τα μαχαίρια είναι τύπου "L" και ανά 3 ή 4 σε κάθε βάση. Ο αριθμός των βάσεων και το μήκος σκαπτικού ορίζουν το πλάτος εργασίας. Ο αριθμός στροφών κυμαίνεται από 100 έως 350 ανάλογα με το είδος του εδάφους, την ισχύ του ελκυστήρα, την ταχύτητα εργασίας και το είδος και βάθος εργασίας που επιζητείται.



Φρέζα (προσωπικό αρχείο)

ΟΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΕΣ

Οι καλλιεργητές είναι μηχανήματα που φέρουν υνιά διαφόρων τύπων προσαρμοσμένα πάνω σε στηρίγματα (σταβάρια) συνήθως άκαμπτα.

Ο προορισμός τους είναι να κατεργάζονται έδαφος χωρίς όργωμα ή μετά από όργωμα σε βάθος 10-25 εκ. Έχουν πολλαπλή χρήση: έλεγχος ζιζανίων, αερατοποίηση εδάφους, κόψιμο επιφανειακού στρώματος, εξαγωγή λίθων στην επιφάνεια κλπ. Δεν προκαλούν αναστροφή του εδάφους. Ανάλογα με την ισχύ των ελατηρίων και το βάθος κατεργασίας χωρίζονται σε:

- Ελαφρού τύπου έως 15 εκ.
- Μέσου βάρους 15-25 εκ.
- Βαρέος τύπου 25-30 εκ. και άνω.

Όλοι οι καλλιεργητές προκαλούν αερατοποίηση (αποσυμπίεση) εδάφους.



Καλλιεργητής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

4.1 Αποτελέσματα 3^{ης} καλλιέργειας (*Gossypium hirsutum* cv. *Acala SJ-2*)

Η καλλιέργεια που ακολούθησε το βίκο στην αμειψισπορά ήταν το βαμβάκι. Οι φυτικές ιδιότητες αφορούσαν την πυκνότητα, τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας, το ύψος, νωπό & ξηρό βάρος φυτών, τις αποδόσεις, το ολικό N, πυκνότητα ριζών & ζιζάνια.

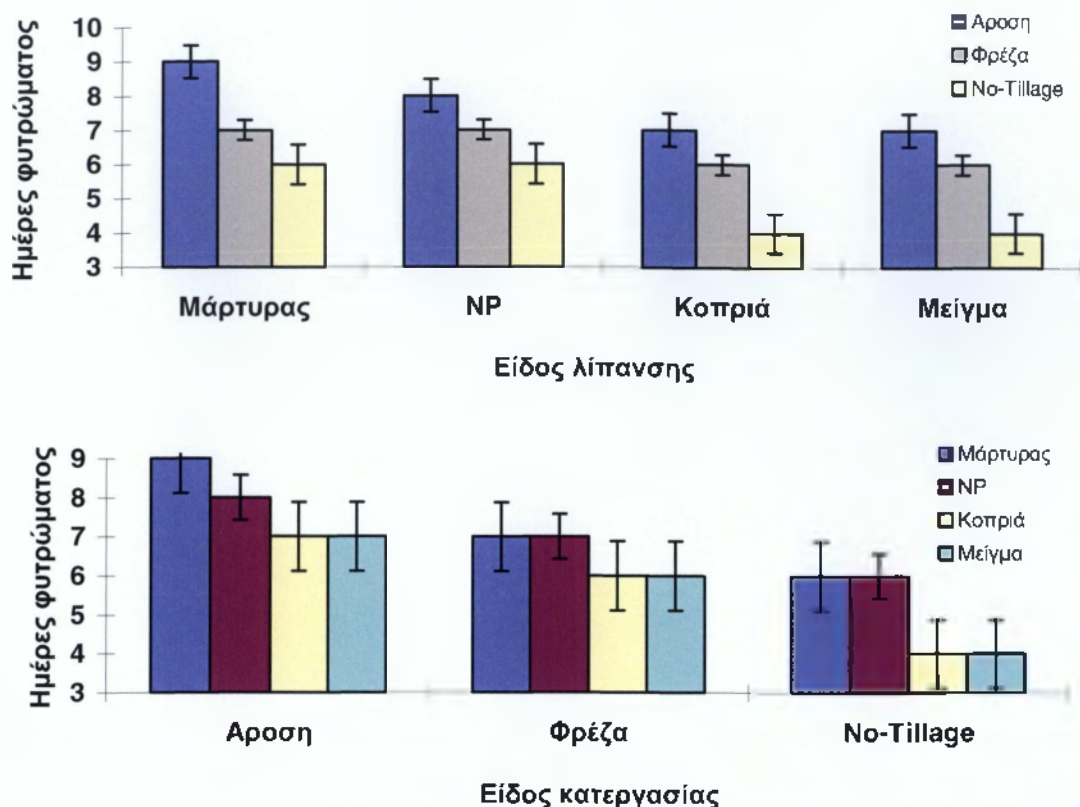
4.1.1 Φύτρωμα

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.30 στο σύστημα της ακατεργασίας προσδιορίστηκε ο μικρότερος χρόνος φυτρώματος (50%) ενώ ο μεγαλύτερος στο σύστημα της άροσης.

Όλες οι διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ των συστημάτων είναι στατιστικά σημαντικές για όλα τα είδη της λίπανσης και η σειρά φυτρώματος ήταν : ακατεργασία > φρέζα > άροση.

Στα διάφορα είδη λίπανσης αξιόλογες διαφορές διαπιστώθηκαν μεταξύ των λιπάνσεων με κοπριά και μείγμα αφενός και των τεμαχίων της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα αφετέρου, όπου στα τεμάχια με οργανική λίπανση το φύτρωμα ήταν μεγαλύτερο.

Ως προς την πυκνότητα των φυτών δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διαφορές δεδομένου ότι η σπορά έγινε κατά θέσεις. Δεκαπέντε ημέρες μετά την σπορά έγινε αφαίρεση του 2^{ου} φυτού σε όποια θέση είχαν φυτρώσει και οι δύο σπόροι. Στο σύστημα της ακατεργασίας χρειάστηκε να αφαιρεθούν περισσότερα φυτά, λιγότερα στη φρέζα και πολύ λίγα στην άροση ενώ έγινε και σπορά σε τυχόν θέσεις όπου δεν είχε επιτυχθεί κανένας σπόρος για κάλυψη των κενών θέσεων (κυρίως στην άροση).

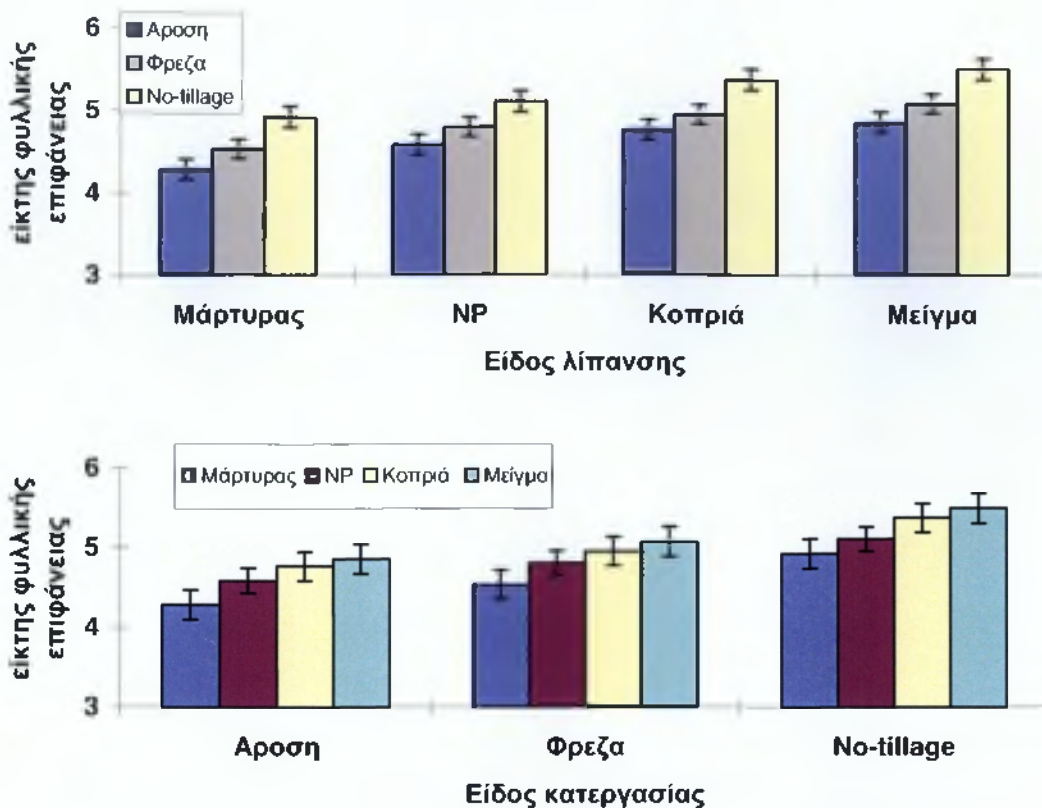


Σχήμα 4.1: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στο χρόνο φυτρώματος του βαμβακιού (Απρίλιος 1997, ΓΠΑ). (L.S.E.D για P=0,05)

4.1.2 Δείκτης φυλλικής επιφάνειας

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας υπολογίστηκε 115 ημέρες μετά την σπορά, ημερομηνία που διαπιστώθηκε η μέγιστη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό.

Το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε αρκετά μεγάλες τιμές φυλλικής επιφάνειας, όπου κυμάνθηκαν από 4,82 έως 5,49. Στο σύστημα της φρέζας οι τιμές κυμάνθηκαν από 4,53 έως 5,07, και της άρροσης από 4,28 έως 4,75. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ της ακατεργασίας και της άρροσης καθώς επίσης και μεταξύ της ακατεργασίας και της φρέζας. Το σύστημα της φρέζας δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από της άρροσης εκτός από τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης όπου εκεί οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. (σχήμα4.2).



Σχήμα 4.2: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας και της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας του βαμβακιού (115 ημέρες από τη σπορά).

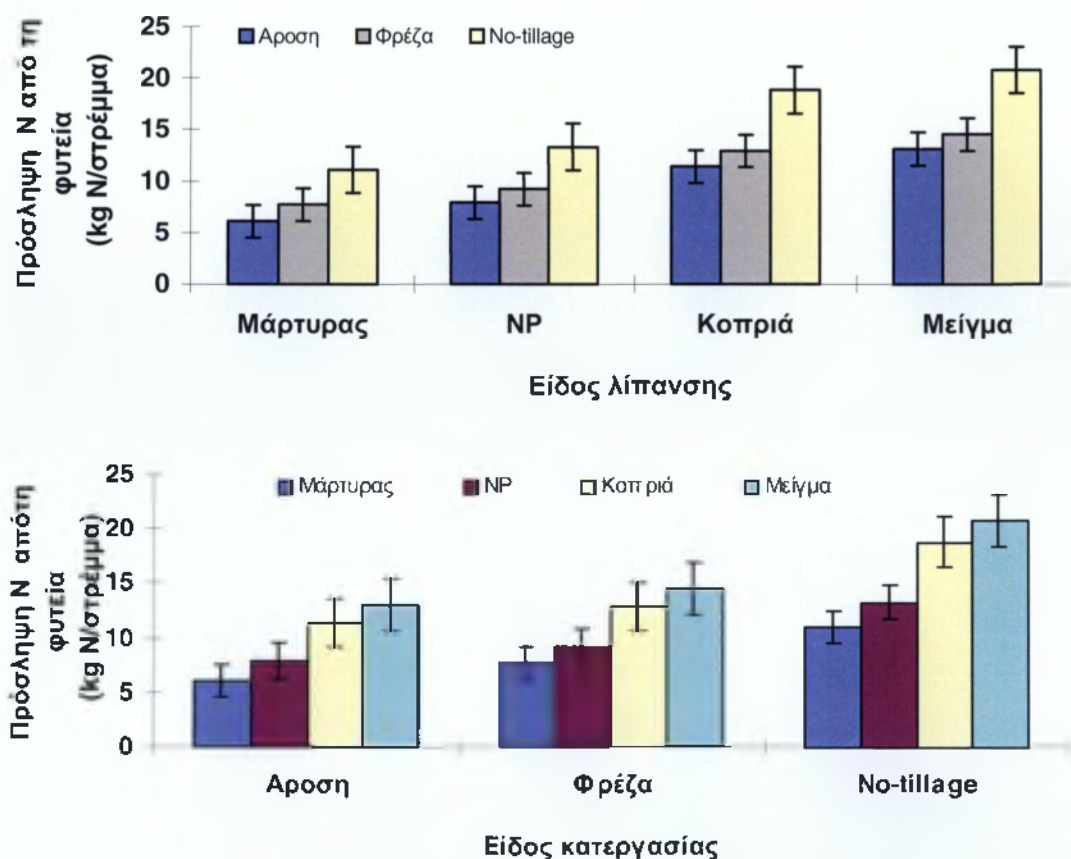
Τα τεμάχια που είχαν δεχθεί λίπανση με μείγμα και κοπριά παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές σε σχέση με τα φυτά των τεμαχίων του μάρτυρα. Μεταξύ της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρά το γεγονός ότι η ανόργανη λίπανση παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Το ίδιο συνέβη και μεταξύ των λιπάνσεων με κοπριά και μείγματος.

4.1.3 Περιεκτικότητα σε N των φυτών

Η συγκέντρωση N από την φυτεία προσδιορίστηκε από την περιεκτικότητα σε άζωτο των φυτών βαμβακιού και από τις αποδόσεις σε ξηρό βάρος. Έτσι οι διαφορές στο % N καθώς και σε ξηρό βάρος αύξησαν τις διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων. Η μεγαλύτερη τιμή προσδιορίστηκε στο σύστημα της ακατεργασίας και στα τεμάχια που είχαν λιπανθεί με μείγμα και ήταν 20,8 kg .στρ⁻¹ ενώ η μικρότερη στο σύστημα της άροση στα τεμάχια χωρίς λίπανση (μάρτυρα) και ήταν μόνο 6,1 kg.στρ⁻¹ (σχήμα 4.3)

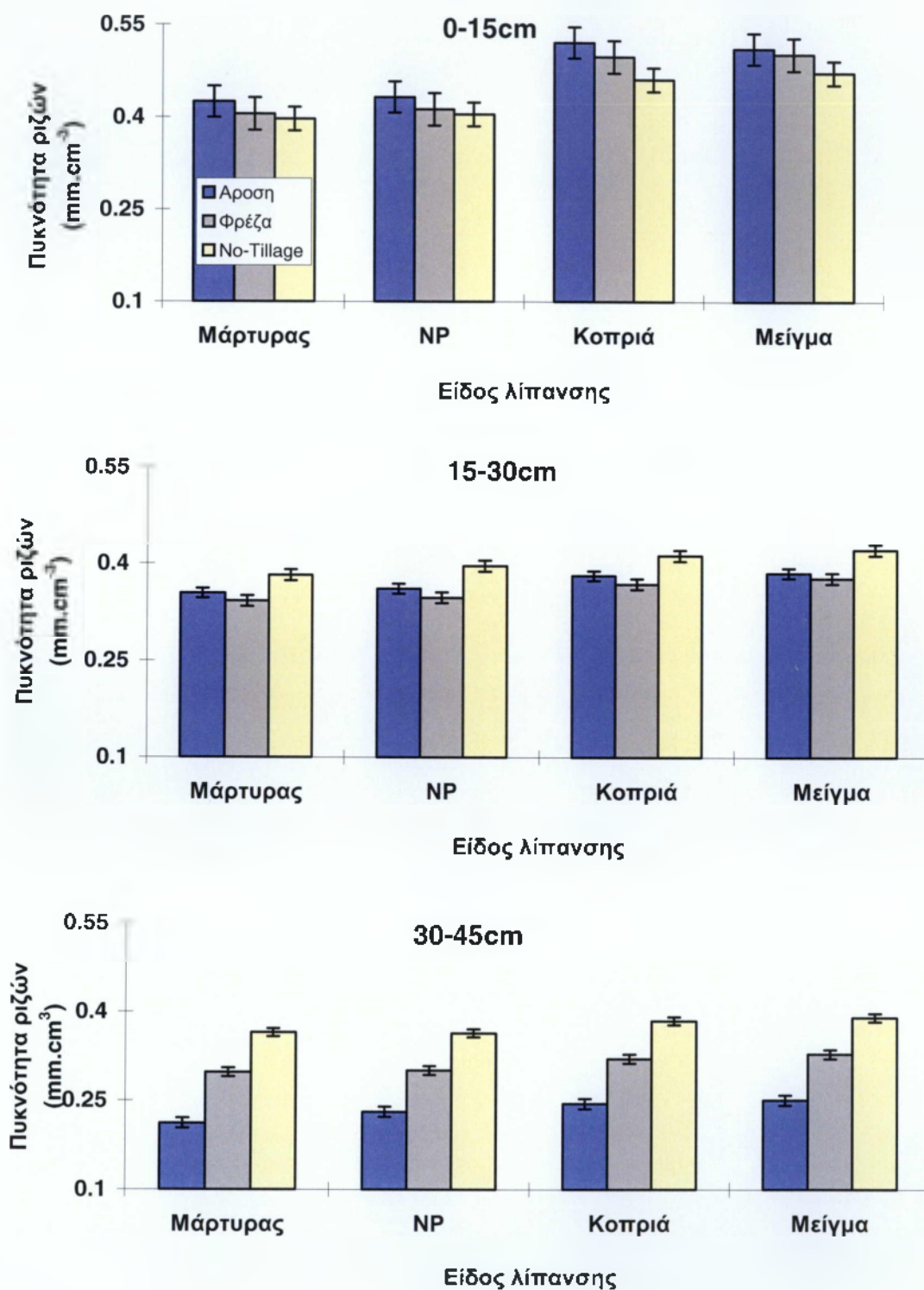
Το σύστημα της ακατεργασίας υπερείχε των άλλων συστημάτων της εδαφοκατεργασίας ενώ ακολουθούσε το σύστημα της φρέζας και τέλος αυτό της άρσης. Οι διαφορές μεταξύ της ακατεργασίας και των άλλων δύο συστημάτων ήταν στατιστικά σημαντικές για κάθε είδος λίπανσης. Το σύστημα της φρέζας έδωσε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την άρση οι διαφορές όμως δεν ήταν σημαντικές.

Τα τεμάχια με λίπανση μείγματος έδωσαν τις μεγαλύτερες τιμές και ακολούθησαν η κοπριά, η ανόργανη λίπανση και τέλος ο μάρτυρας. Οι λιπάνσεις που περιείχαν κοπριά (κοπριά & μείγμα) υπερείχαν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και το μάρτυρα σε κάθε σύστημα κατεργασίας. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ μάρτυρα και ανόργανης λίπανσης καθώς επίσης και μεταξύ μείγματος και κοπριά (σχήμα 4.3).

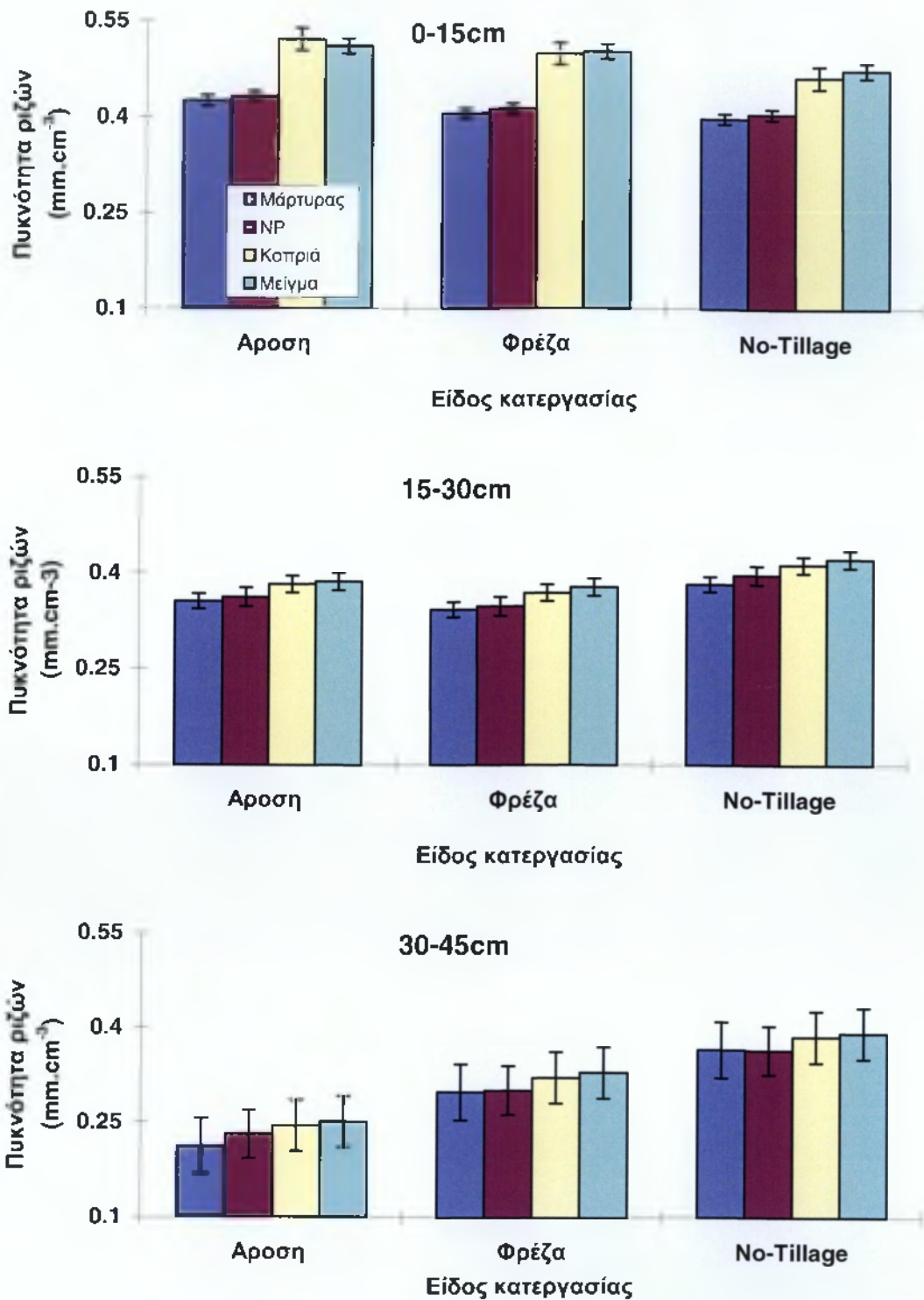


Σχήμα 4.3: Επίδραση του συστήματος της κατεργασίας και της λίπανσης στην πρόσληψη Ν από τη φυτεία του βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

4.1.4 Πυκνότητα ριζών



Σχήμα 4.4: Επίδραση του είδους της λίπανσης στη πυκνότητα των ριζών του βάμβακος (Σεπτέμβριος 1997).



Σχήμα 4.5 : Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στη πυκνότητα των ριζών του βάμβακος (Σεπτέμβριος 1997)

Η μέση τιμή της πυκνότητας ριζών και από τα τρία βάθη ήταν μεγαλύτερη στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολούθησαν το σύστημα της φρέζας και της άροσης. Στο

βάθος 0-15cm, το σύστημα της άροσης υπερείχε σε σχέση με αυτό της φρέζας, ενώ η μικρότερη πυκνότητα ριζών διαπιστώθηκε στο σύστημα της ακατεργασίας. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,39 έως 0,47 στην ακατεργασία σύστημα, στη φρέζα από 0,405 έως 0,502 και στην άροση, όπου διαπιστώθηκε η μεγαλύτερη πυκνότητα ριζών, από 0,425 έως 0,521 mm.cm³. Όμως οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (σχήμα 4.4 και 4.5). Τα τεμάχια που δέχθηκαν λίπανση με μείγμα και κοπριά παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη πυκνότητα ριζών και διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τα τεμάχια δέχθηκαν ανόργανη λίπανση καθώς και του μάρτυρα. Μεταξύ κοπριάς - μείγματος και ανόργανης λίπανσης-μάρτυρας δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

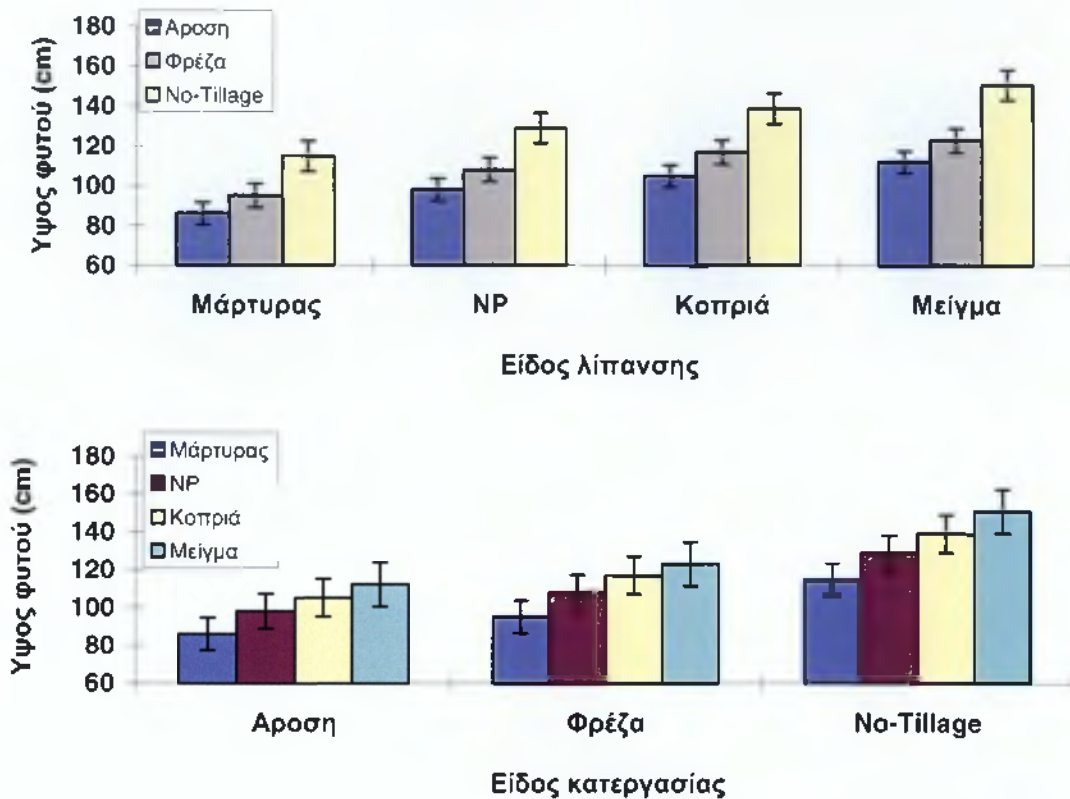
Στο βάθος 15-30cm το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές στη πυκνότητα των ριζών (0,382 – 0,421 mm.cm³), ακολούθησαν το σύστημα της άροσης (0,354-0,385 mm.cm³) και τελευταίο αυτό της φρέζας (0,342-0,377 mm.cm³). Οι διαφορές της ακατεργασίας με τα άλλα συστήματα της εδαφοκατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές ενώ οι διαφορές μεταξύ του συστήματος της άροσης και της φρέζας δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ως προς τις λιπάνσεις η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε ήταν αυτή μεταξύ της λίπανσης με μείγμα και του μάρτυρα (σχήμα 4.4).

Και στο βάθος 30-45 cm την μεγαλύτερη πυκνότητα στις ρίζες την έδωσε το σύστημα της ακατεργασίας (0,365 – 0,391 mm.cm³) και ακολούθησε το σύστημα της φρέζας (0,298-0,329 mm.cm³) και τη μικρότερη στο σύστημα της άροσης (0,212– 0,251 mm.cm³). Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλα τα είδη λίπανσης. Όσο αφορά τις συγκρίσεις μεταξύ των λιπάνσεων αυτές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές.

4.1.5 Ύψος φυτών

Το τελικό ύψος των φυτών βαμβακιού μετρήθηκε στις 20/8/97 και διαπιστώθηκαν διαφορές ανάλογα με την επέμβαση. Το σύστημα της ακατεργασίας ήταν αυτό που έδωσε τα πιο υψηλά φυτά (151cm) στα τεμάχια με λίπανση μείγματος ενώ η άροση έδωσε τα πιο κοντά φυτά (86cm) στα τεμάχια του μάρτυρα.

Το σύστημα της ακατεργασίας υπερείχε στατιστικά σημαντικά και της φρέζας και της άροσης σε κάθε είδος λίπανσης. Μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας της φρέζας και της άροσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σχήμα 4.6).



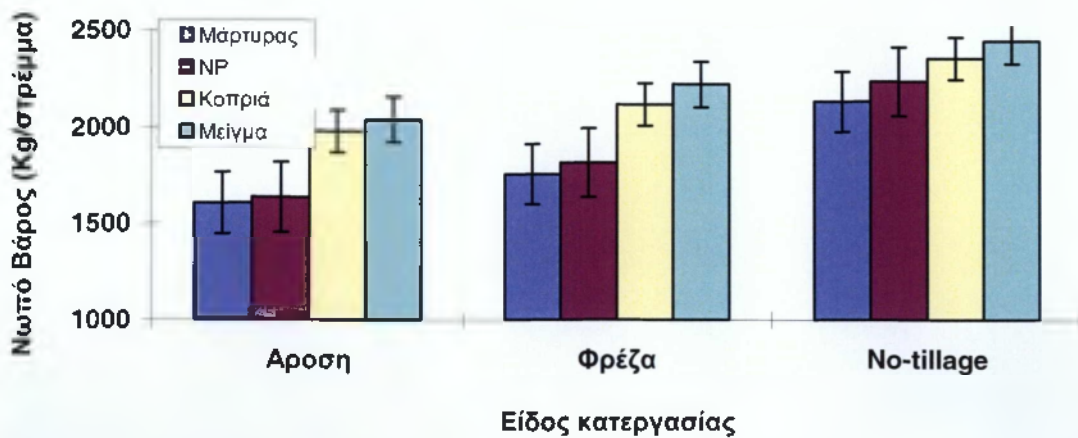
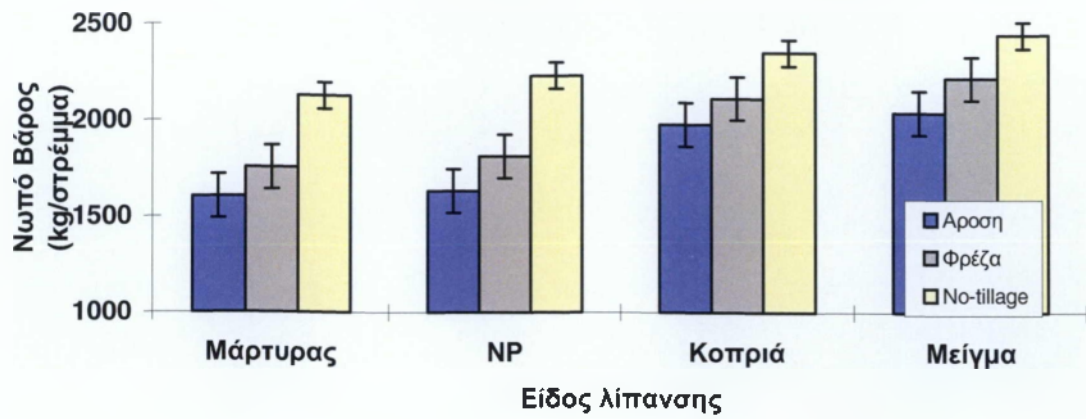
Σχήμα 4.6: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στο ύψος των φυτών του βάμβακος (Αύγουστος 1997).

Ως προς τα είδη της λίπανσης στα τεμάχια με το μείγμα μετρήθηκαν τα υψηλότερα φυτά και ακολούθησαν τα τεμάχια με κοπριά, με ανόργανη λίπανση και χωρίς λίπανση. Τα τεμάχια με λιπάνσεις μείγματος και κοπριάς παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα τεμάχια του μάρτυρα. Επίσης τα τεμάχια με λίπανση μείγματος υπερέιχαν από αυτά της ανόργανης λίπανσης μόνο στην ακατεργασία. Οι διαφορές στο ύψος μεταξύ των φυτών των τεμαχίων με λιπάνσεις κοπριάς-ανόργανης, μείγματος -κοπριάς και ανόργανης-μάρτυρα δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

4.1.6 Νωπό & Ξηρό βάρος φυτών βαμβακιού

4.1.6.1 Νωπό Βάρος

Όπως φαίνεται και από το σχήμα 4.7 το σύστημα της ακατεργασίας υπερέιχε σε νωπό βάρος (2130-2445 kg/στρ.) από τα συστήματα της άροσης (1605-2040 kg/στρ.) και της φρέζας (1755- 2220 kg/στρ.) και οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές. Μεταξύ των συστημάτων της φρέζας και της άροσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά την μεγαλύτερη μέση τιμή νωπού βάρους που παρουσίασαν τα τεμάχια της φρέζας.



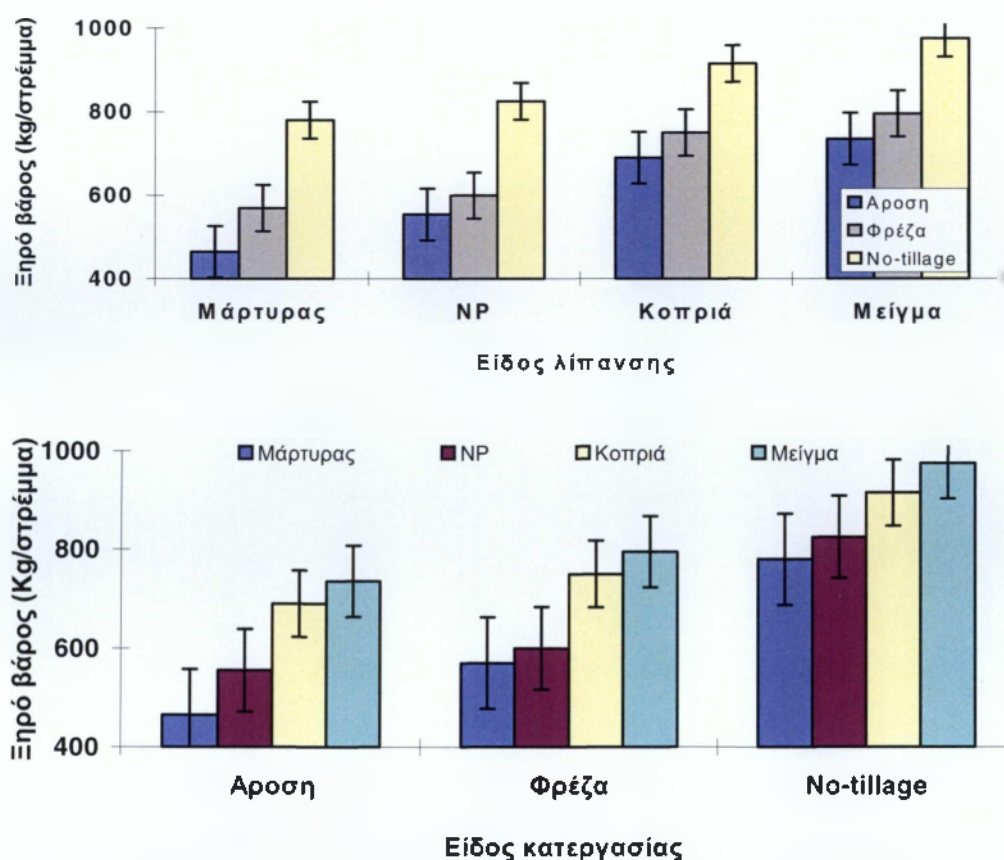
Σχήμα 4.7: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στο νωπό βάρος του βάμβακος (Σεπτέμβριος 1997).

Όσο αφορά το είδος της λίπανσης τα τεμάχια που δέχθηκαν το μείγμα και την κοπριά διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τα τεμάχια που είχαν δεχθεί ανόργανη λίπανση όπως και με αυτά του μάρτυρα. Οι διαφορές αυτές δεν παρατηρήθηκαν στην περίπτωση της ακατεργασίας. Μεταξύ των λιπάνσεων του μείγματος και της κοπριάς καθώς επίσης και μεταξύ της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο νωπό βάρος.

4.1.6.2. Ξηρό Βάρος

Όπως στο νωπό έτσι και στο ξηρό βάρος η ακατεργασία ήταν αυτή που έδωσε την μεγαλύτερη παραγωγή (780-975 Kg/στρ.) και ακολούθησαν τα συστήματα της φρέζας (570-795 Kg/στρ.) και της άροσης (465-735 Kg/στρ.).

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος που μετρήθηκε στην ακατεργασία ήταν από στατιστική άποψη σημαντικό σε σχέση με το σύστημα της φρέζας καθώς επίσης και με το σύστημα της άροσης σε όλες τις επεμβάσεις με λιπάσματα. Στα τεμάχια της φρέζας ενώ τα φυτά υπερείχαν σε ξηρό βάρος σε σχέση με αυτά της άροσης οι μεταξύ τους διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.8.



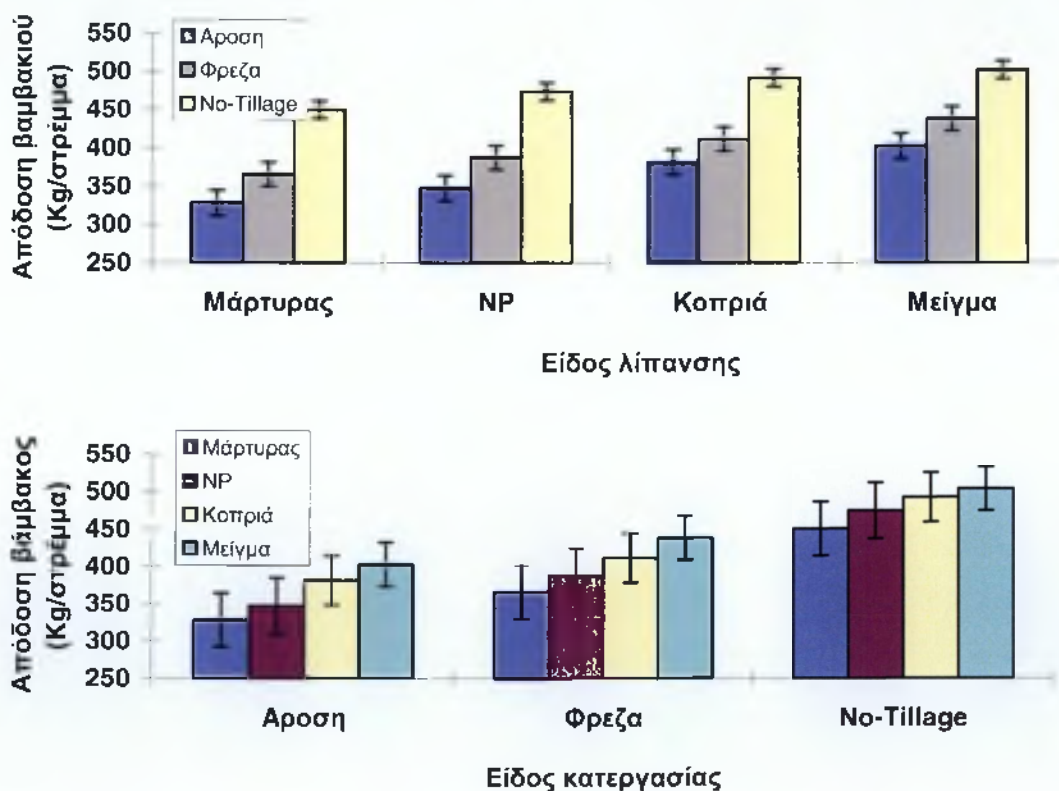
Σχήμα 4.8: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στο ξηρό βάρος του βάμβακος (Σεπτέμβριος 1997).

Τα τεμάχια που λιπώνθησαν με το μείγμα και την κοπριά υπερείχαν στατιστικά σημαντικά ως προς το ξηρό βάρος σε σχέση με τα τεμάχια του μάρτυρα και αυτό ισχύει για όλα τα συστήματα της εδαφοκατεργασίας. Το ίδιο παρατηρήθηκε και μεταξύ των τεμαχίων που είχαν δεχθεί λίπανση με μείγμα σε σχέση με αυτών που εφαρμόστηκαν τα ανόργανα λιπάσματα (NP). Μεταξύ των λιπάνσεων μείγματος – κοπριάς όπως και μεταξύ

ανόργανης λίπανσης - μάρτυρα δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται και από το σχήμα 4.8.

4.1.7 Αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι

Από τις διαφορές των μέσων φαίνεται ότι τα συστήματα της εδαφοκατεργασίας ήταν αυτά που έπαιζαν τον σημαντικότερο ρόλο στις τελικές αποδόσεις.

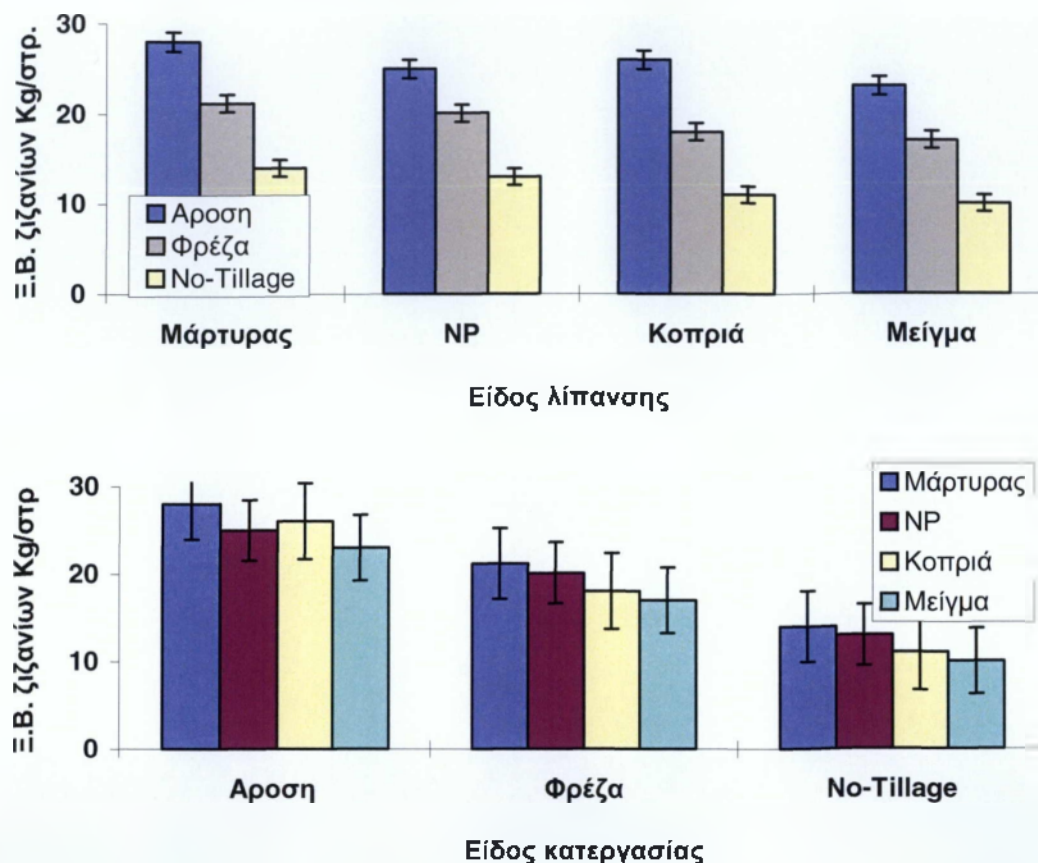


Σχήμα 4.9: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στις αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι (Σεπτέμβριος 1997).

Το σύστημα της ακατεργασίας (449- 502 Kg/στρ.) ήταν αυτό που έδωσε τις μεγαλύτερες αποδόσεις και ακολούθησαν της φρέζας (365-438 Kg/στρ.) και της άροσης (328-402 Kg/στρ.). Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας κρίθηκαν ως στατιστικά σημαντικές, για κάθε είδος λίπανσης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.9.

Όσο αφορά το είδος της λίπανσης τα τεμάχια με λίπανση μείγματος έδωσαν μεγαλύτερες αποδόσεις και ακολούθησαν τα τεμάχια με λίπανση κοπριάς, NP και τέλος του μάρτυρα. Οι διαφορές μεταξύ των λιπαντικών επεμβάσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές εκτός από αυτές της επέμβασης με το μείγμα σε σύγκριση με τον μάρτυρα, αλλά μόνο στα τεμάχια της άροσης και της φρέζας και όχι στα τεμάχια της ακατεργασίας (σχήμα 4.9).

4.1.8 Πυκνότητα & Είδη ζιζανίων



Σχήμα 4.10: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη πυκνότητα ζιζανίων στο βαμβάκι (Αύγουστος 1997).

Η πυκνότητα των ζιζανίων δίδεται με βάση το ξηρό βάρος τους σε Kg/στρέμμα. Από το σχήμα 4.10 παρατηρείται ότι το σύστημα της άροσης ήταν αυτό που παρουσίασε τη μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων και τη μικρότερη το σύστημα της ακατεργασίας. Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλα τα είδη λίπανσης.

Στα τεμάχια της άροσης η πυκνότητα των ζιζανίων κυμάνθηκε από 23 έως 28 kg/στρ. στις φρέζας από 17-21,2 kg/στρ. και τέλος στα τεμάχια της ακατεργασίας από 10 έως 14 kg/στρ.. Μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό είδος λίπανσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

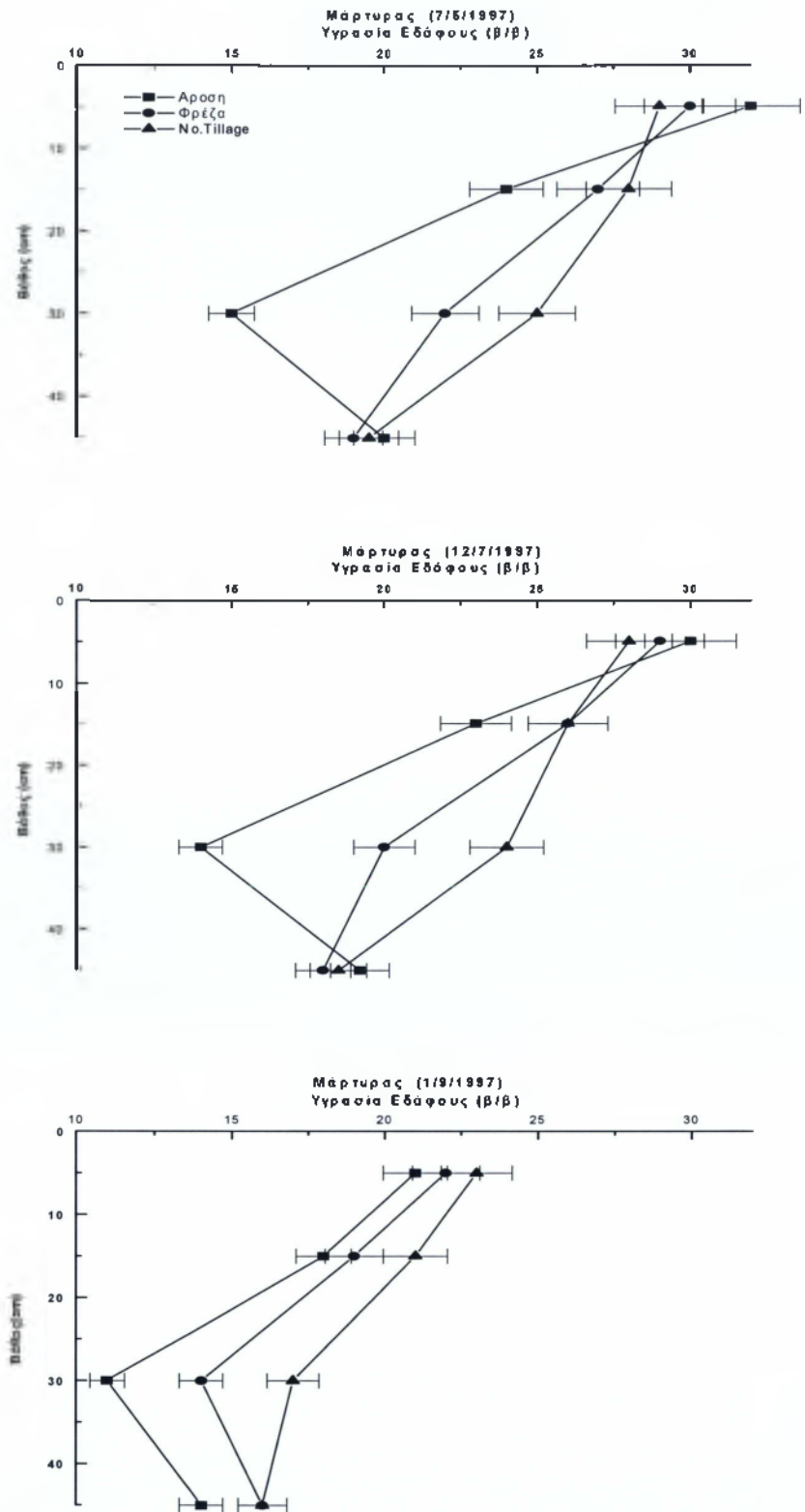
5.1 Αποτελέσματα 3^{ης} καλλιέργειας

Οι ενδιαμέσες ιδιότητες που μελετήθηκαν στην καλλιέργεια του βαμβακιού ήταν η υγρασία του εδάφους, η αντίσταση, η φαινομενική πυκνότητα, η Μέση Σταθμισμένη Διάμετρο των Συσσωματωμάτων, ο οργανικός C, το ολικό N, η διήθηση, το pH, η θερμοκρασία του εδάφους και ο λόγος C/N.

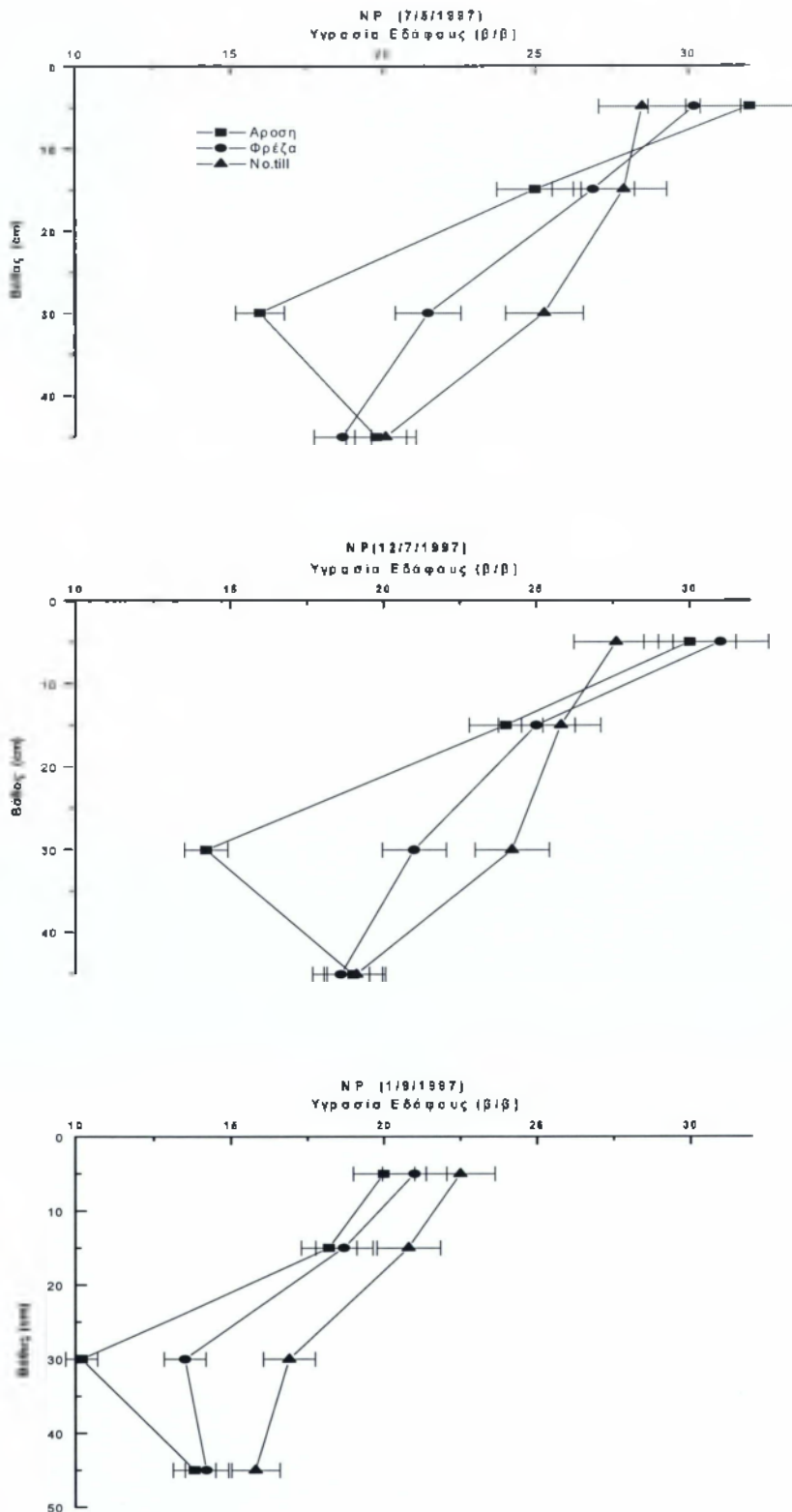
5.1.1 Υγρασία εδάφους

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται τα ποσοστά υγρασίας του εδάφους για κάθε μεταχείριση κατεργασίας και λίπανσης σε τρεις ημερομηνίες. Στο βάθος 0-5cm κατά την 1^η ημερομηνία η άροση είχε τη μεγαλύτερη υγρασία από την φρέζα και την ακατεργασία. Από τα 20cm και βαθύτερα η ακατεργασία παρουσίασε μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας, σχήματα 5.11 α,β,γ & δ.

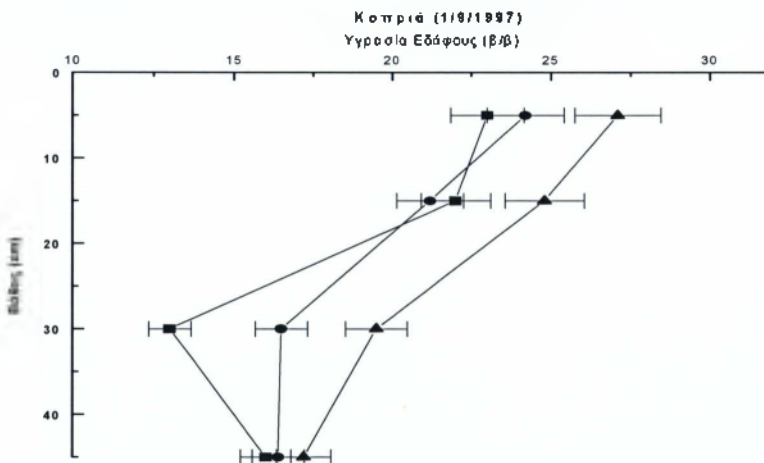
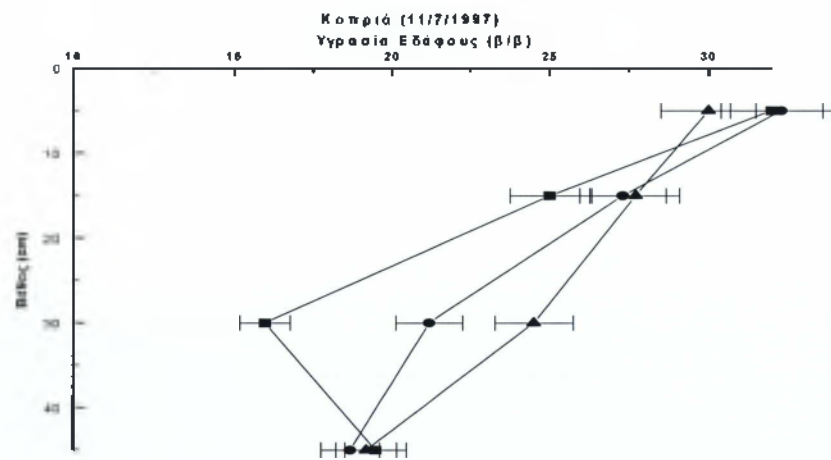
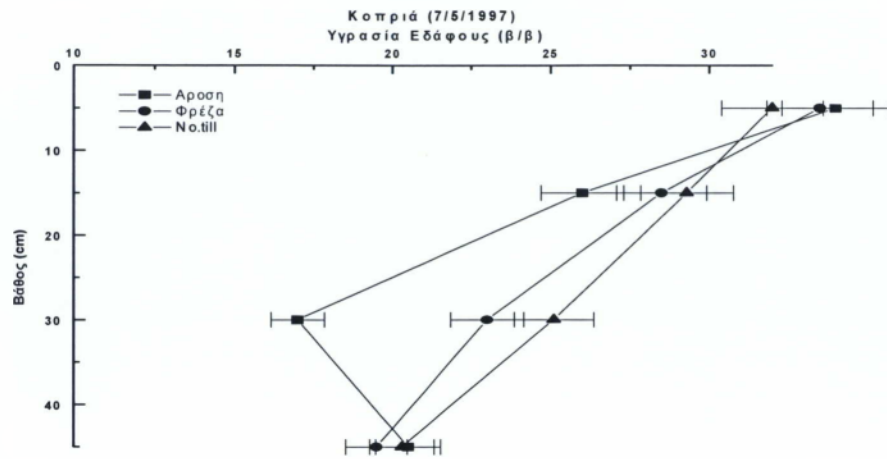
Με το πέρασμα του χρόνου και τα τρία συστήματα παρουσίασαν μείωση του κατά βάρος ποσοστού υγρασίας στο έδαφος η οποία ήταν μεγαλύτερη στην 3^η ημερομηνία λόγω διακοπής των ποτισμάτων. Τα συστήματα της άροσης και της φρέζας εμφάνισαν μεγαλύτερο ρυθμό μείωσης σε σχέση με το σύστημα της ακατεργασίας. Έτσι μεταξύ της ακατεργασίας και των άλλων συστημάτων παρουσιάστηκαν κατά την 2^η και 3^η ημερομηνία στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μεταξύ του συστήματος της άροσης και του συστήματος της φρέζας παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κυρίως στο βάθος των 30cm, όπου η άροση στο βάθος αυτό παρουσίασε αδιαπέραστο ορίζοντα.



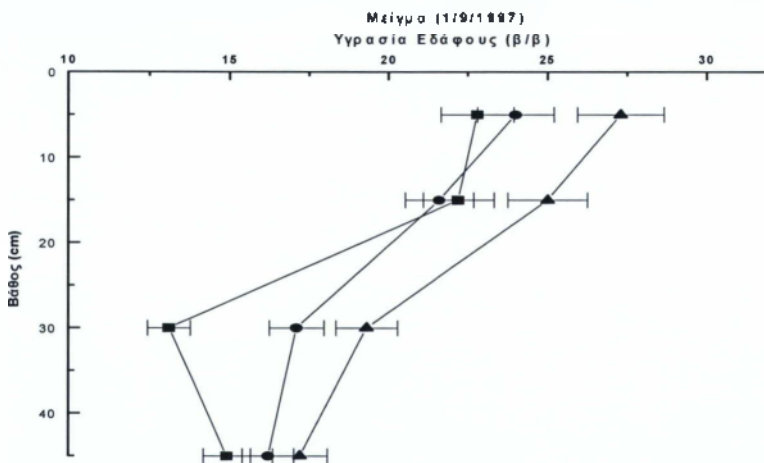
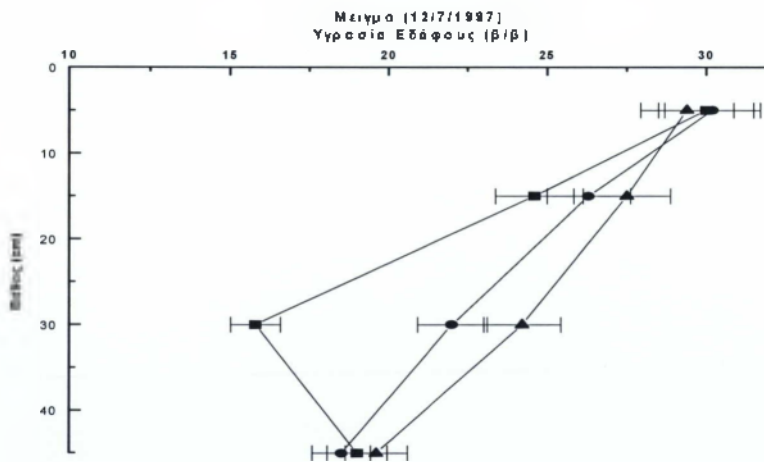
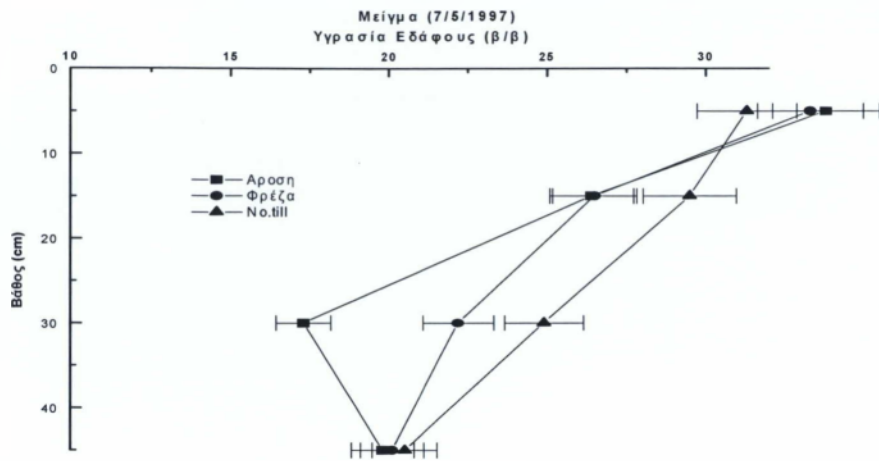
Σχήμα 5.11 α: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην υγρασία του εδάφους των τεμαχίων του μάρτυρα σε 3 ημερομηνίες .



Σχήμα 5.11 β: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην υγρασία του εδάφους των τεμαχίων της ανόργ. λίπανσης σε 3 ημερομηνίες.



Σχήμα 5.11 γ: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην υγρασία του εδάφους των τεμαχίων της κοπριάς σε 3 ημερομηνίες.



Σχήμα 5.11 δ: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην υγρασία του εδάφους των τεμαχίων του μείγματος (NP & κοπριά) σε 3 ημερομηνίες.

Όπως και στις προηγούμενες καλλιέργειες έτσι και στο βαμβάκι τα τεμάχια με κοπριά και μείγμα παρουσίασαν σε όλες τις ημερομηνίες υψηλότερα ποσοστά υγρασίας και στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα και στα τρία συστήματα κατεργασίας, σχήματα 5.11α, β, γ & δ.

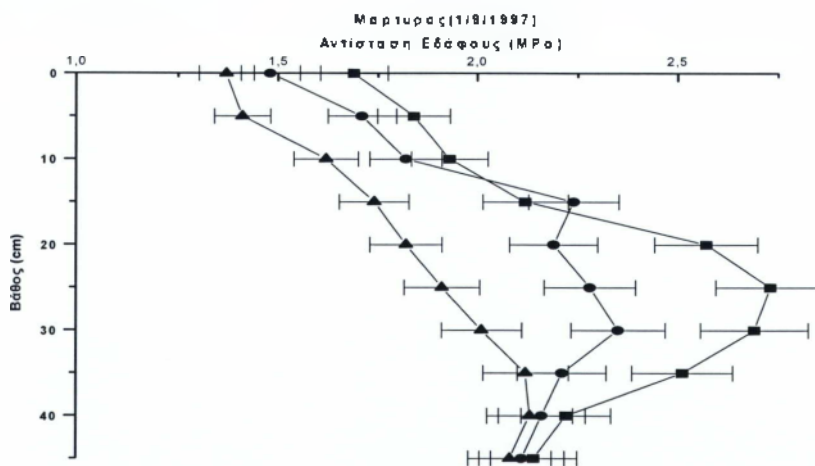
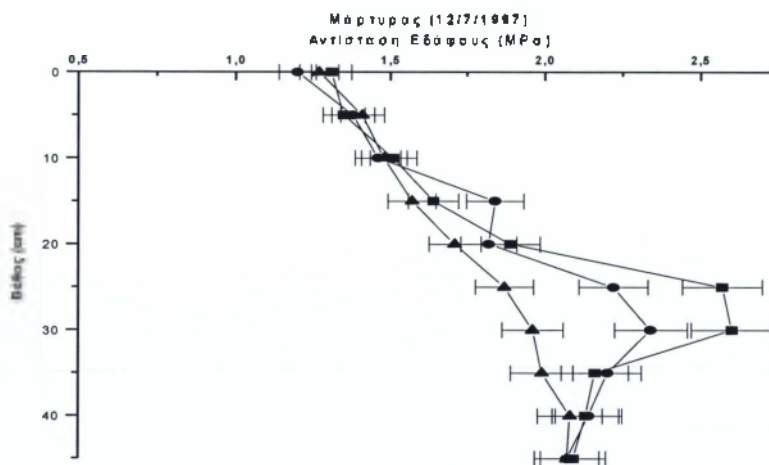
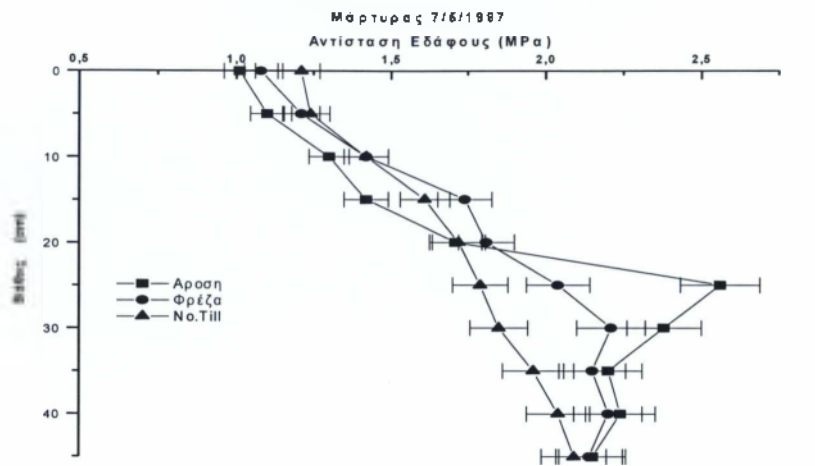
Μεταξύ των τεμαχίων που λιπάνθησαν με κοπριά και με μείγμα δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς επίσης και μεταξύ των τεμαχίων της ανόργανης λίπανσης και των τεμαχίων του μάρτυρα.

5.1.2. Αντίσταση εδάφους

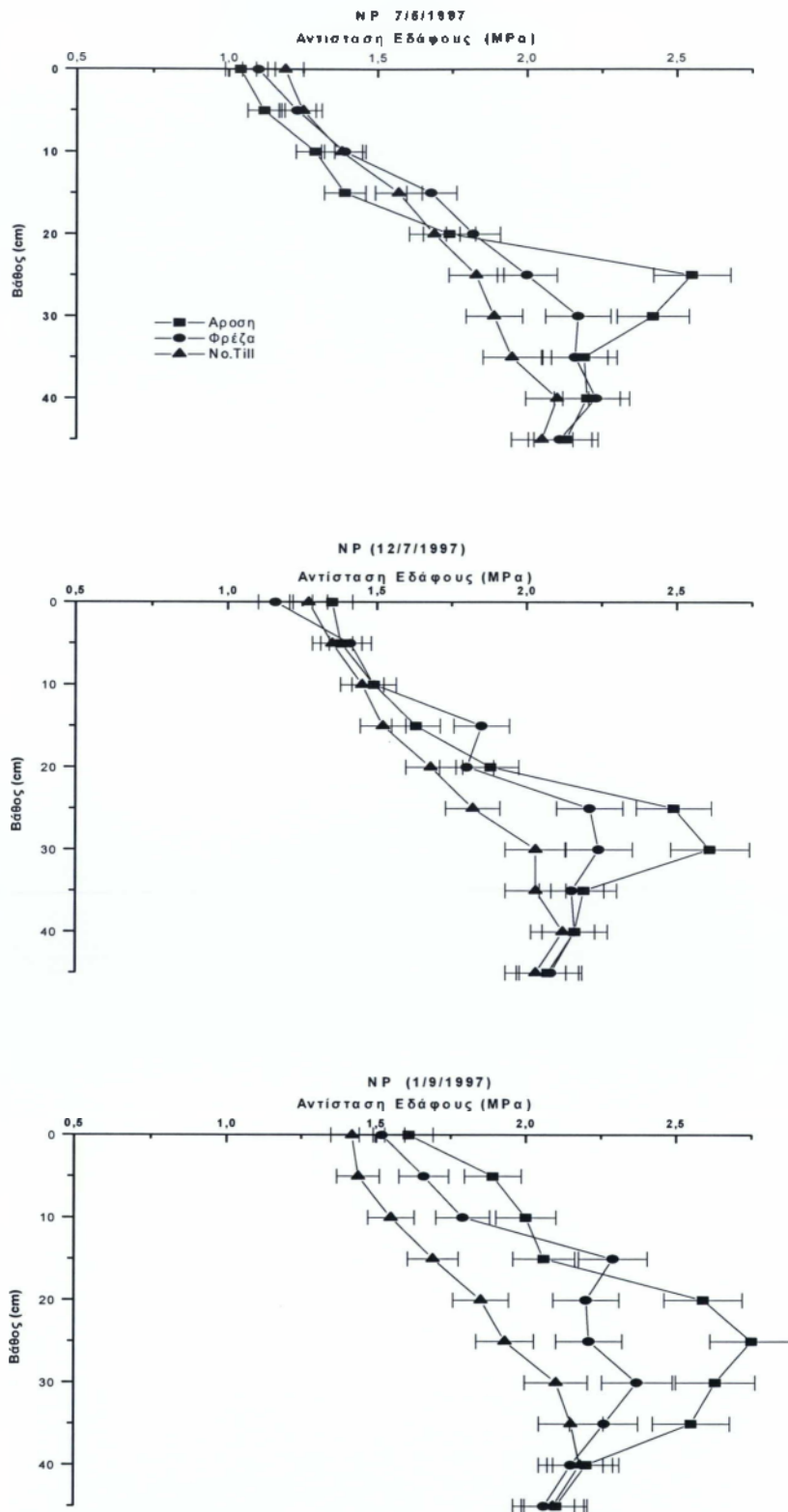
Όπως ήδη αναφέρθηκε, η αντίσταση του εδάφους μετρήθηκε στις ίδιες ημερομηνίες με την υγρασία. Με το πέρασμα του χρόνου και τη μείωση της υγρασίας παρατηρήθηκε αύξηση της αντίστασης και στα τρία συστήματα κατεργασίας.

Στο βάθος 0-5cm η άροση παρουσίασε τη μικρότερη αντίσταση, κατά την 1^η ημερομηνία, μετά από δύο μήνες εμφάνισε τη μεγαλύτερη αντίσταση. Στο βάθος των 25-30cm στην άροση μετρήθηκε η μεγαλύτερη αντίσταση λόγω αροτροχοσυμπίεσης. Η αντίσταση στο σύστημα της άροσης αυξάνει, σε σχέση με το χρόνο, γρηγορότερα από το σύστημα της φρέζας ενώ με πολύ μικρότερο ρυθμό στο σύστημα της ακατεργασίας, σχήματα 5.12.α,β,γ & δ. Στο βάθος 15-45 cm τα συστήματα κατεργασίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά, όπου η άροση είχε παρουσιάσει την μεγαλύτερη αντίσταση και την ακολούθησε η φρέζα ενώ αργότερα μικρότερη αντίσταση είχε το σύστημα της ακατεργασίας και οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων γίνονταν μεγαλύτερες με το πέρασμα του χρόνου.

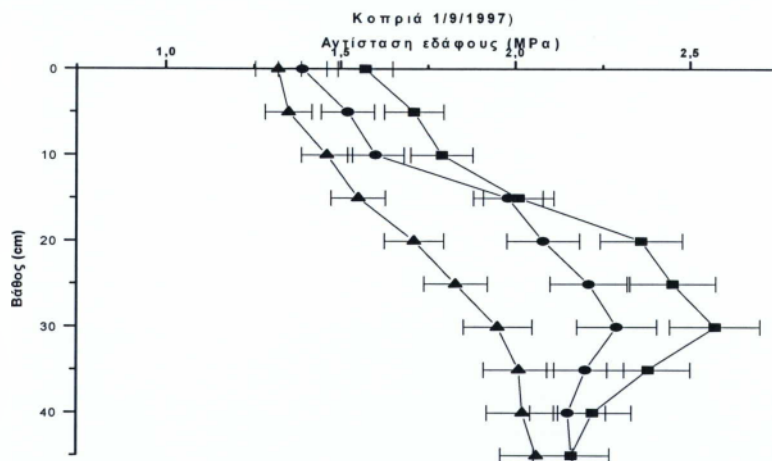
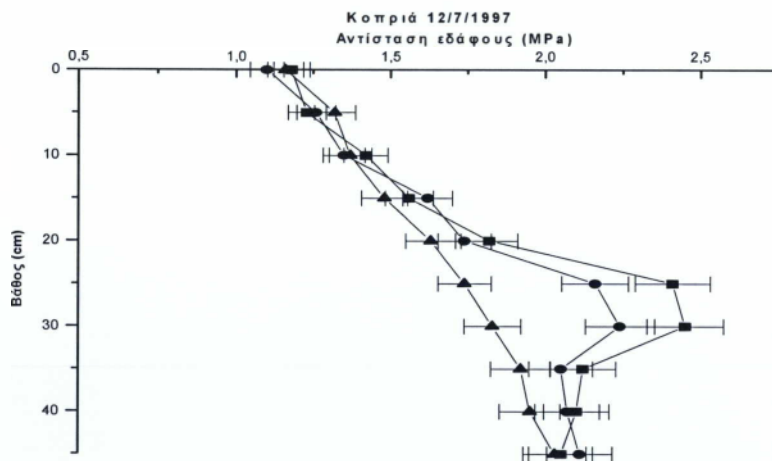
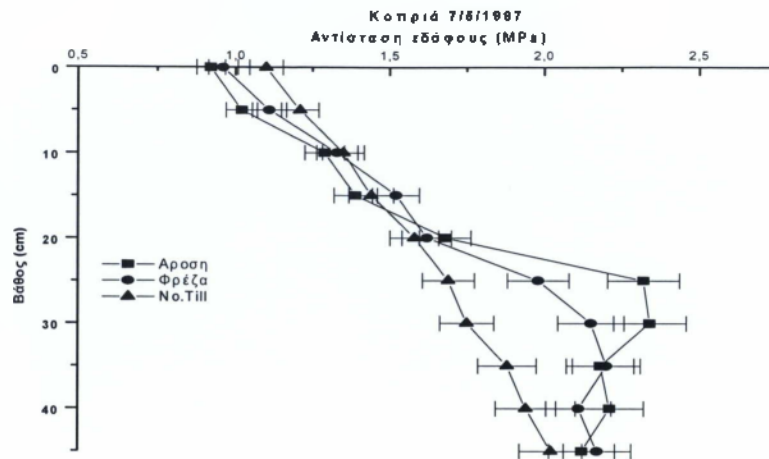
Τα τεμάχια με λίπανση μείγματος και κοπριάς παρουσίασαν μικρότερη αντίσταση από τα τεμάχια με ανόργανη λίπανση και τα τεμάχια του μάρτυρα. Έτσι λοιπόν στα τεμάχια του μείγματος και της κοπριάς βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα για κάθε σύστημα κατεργασίας, σχήματα 5.12.α,β,γ & δ. Από το βάθος των 35cm έως και το βάθος των 45cm δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντική επίδραση του είδους της λίπανσης. Επίσης και μεταξύ των τεμαχίων της κοπριάς και του μείγματος δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, καθώς επίσης και μεταξύ των τεμαχίων της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα.



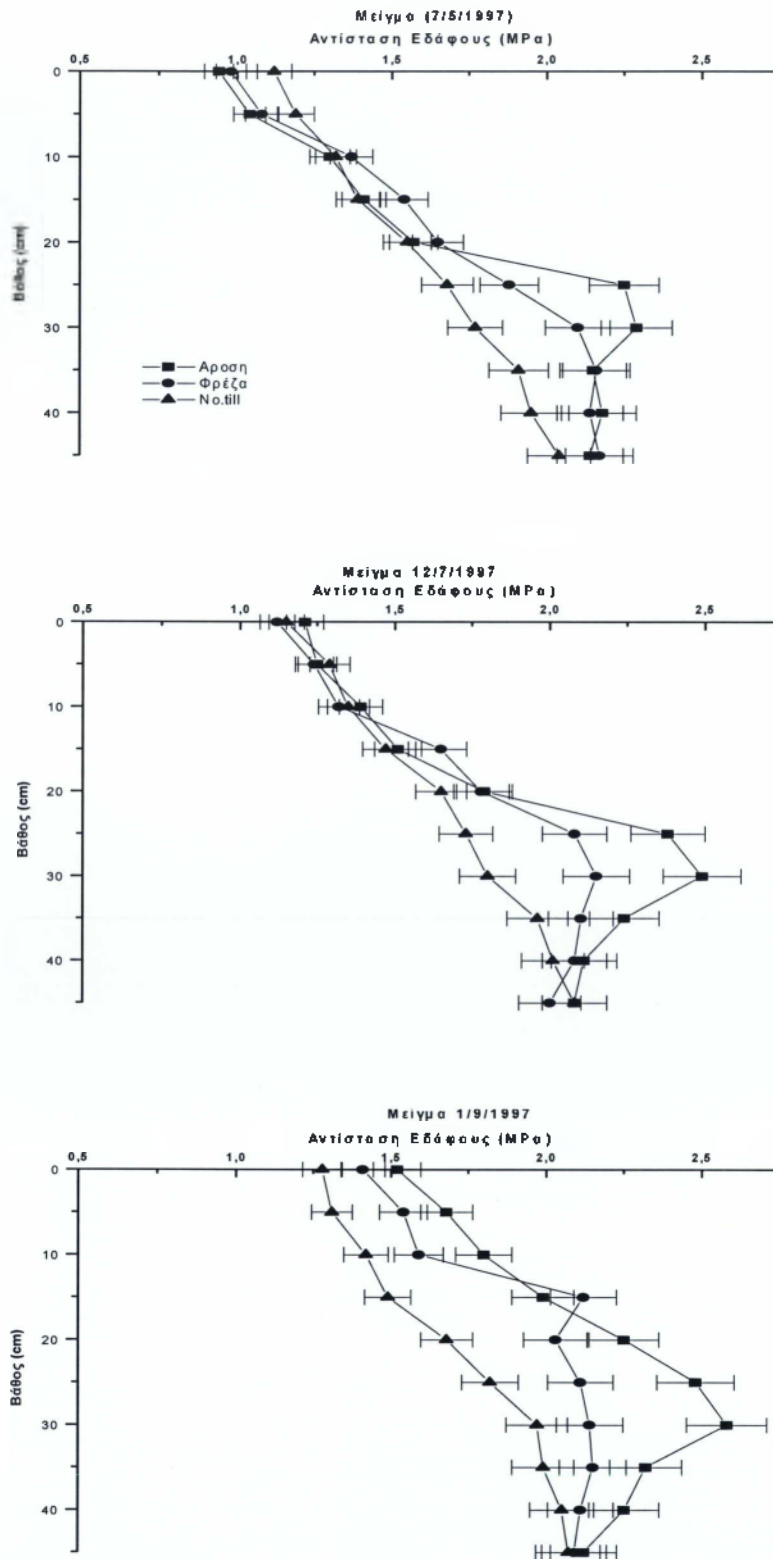
Σχήμα 5.12.α: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην αντίσταση του εδάφους των τεμαχίων του μάρτυρα σε 3 ημερομηνίες .



Σχήμα 5.12.β: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην αντίσταση του εδάφους των τεμαχίων της ανόργ. λίπανσης σε 3 ημερομηνίες.



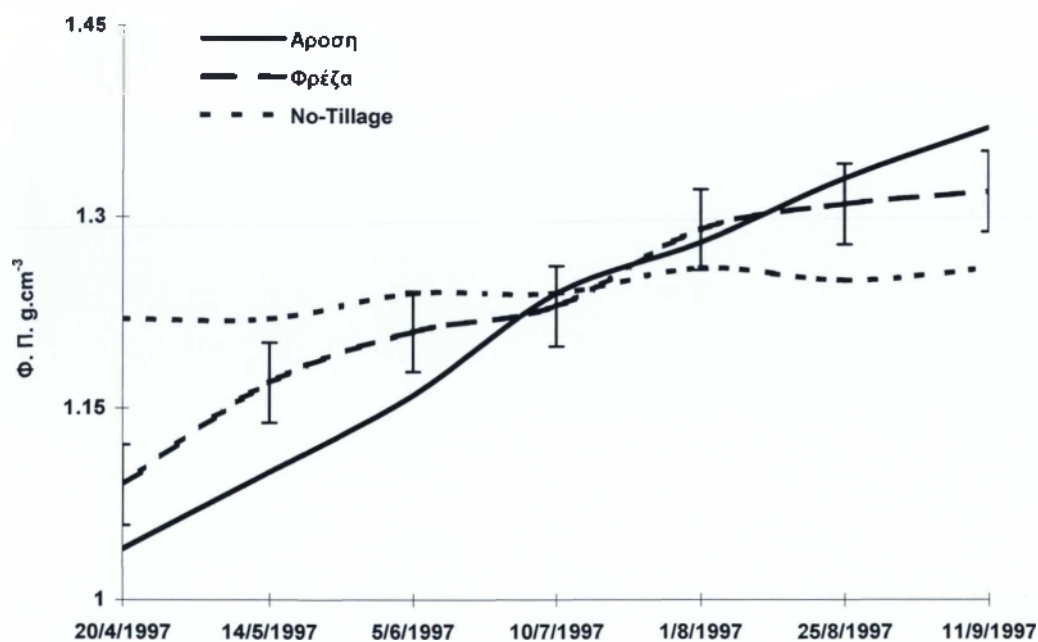
Σχήμα 5.12.γ: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην αντίσταση του εδάφους των τεμαχίων της κοπριάς σε 3 ημερομηνίες.



Σχήμα 5.12.δ: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στην αντίσταση του εδάφους των τεμαχίων του μείγματος (NP & κοπριά) σε 3 ημερομηνίες.

5.1.3 Φαινομενική Πυκνότητα

Η φαινομενική πυκνότητα μετρήθηκε σε 7 διαφορετικές ημερομηνίες στα τεμάχια του μάρτυρα για κάθε σύστημα κατεργασίας. Μετά την επέμβαση της κατεργασίας στην άροση ($1,05 \text{ g.cm}^{-3}$) μετρήθηκε η μικρότερη φαινομενική πυκνότητα του εδάφους και ακολούθησε η φρέζα ($1,09 \text{ g.cm}^{-3}$) ενώ στο σύστημα της ακατεργασίας μετρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή ($1,22 \text{ g.cm}^{-3}$). Με το πέρασμα του χρόνου και μετά από δύο μήνες και τα τρία συστήματα εμφάνισαν περίπου την ίδια περίπου φαινομενική πυκνότητα της τάξεως του $1,23 \text{ g.cm}^{-3}$ με τα συστήματα της άροσης και της φρέζας να έχουν ανοδική πορεία, ενώ το σύστημα της ακατεργασίας διατηρήθηκε σχεδόν σταθερό σχήμα 5.13. Έτσι τέσσερις μήνες μετά τη σπορά η άροση εμφάνισε τη μεγαλύτερη φαινομενική πυκνότητα ($1,37 \text{ g.cm}^{-3}$) την ακολούθησε η φρέζα ($1,31 \text{ g.cm}^{-3}$) και τέλος η ακατεργασία ($1,27 \text{ g.cm}^{-3}$) η οποία είχε μια σταθερή πορεία καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας του βαμβακιού.

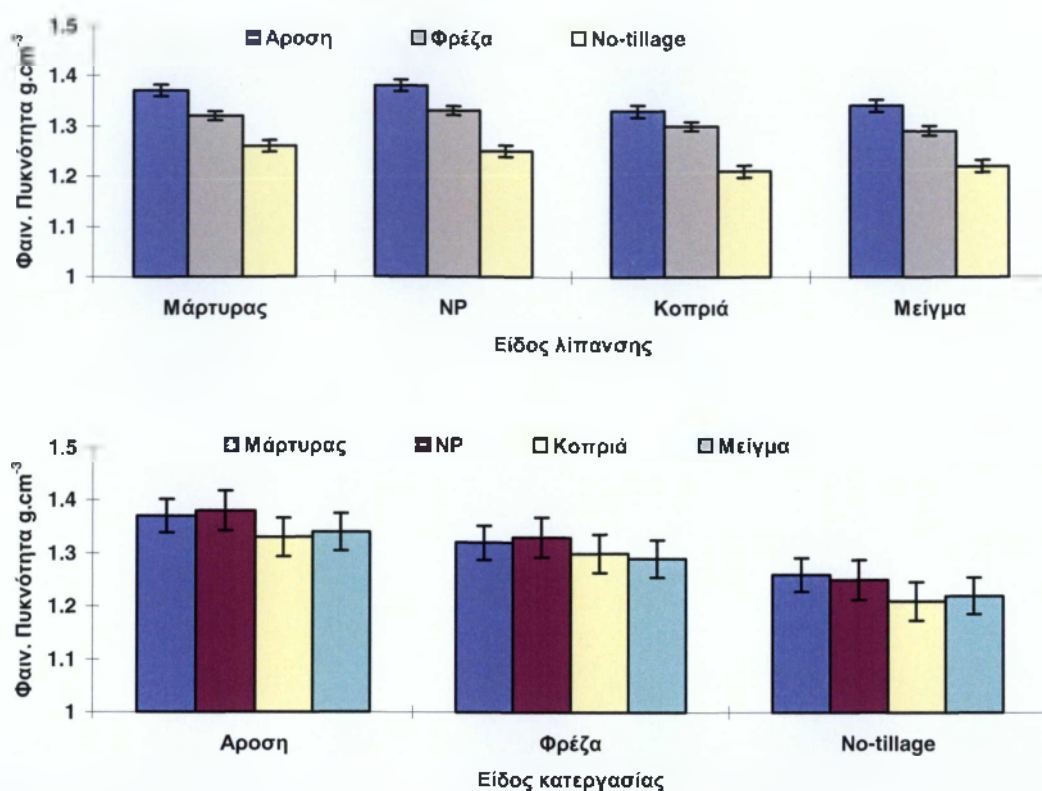


Σχήμα 5.13 :Πορεία της φαινομενικής πυκνότητας για τα συστήματα κατεργασίας κατά την διάρκεια της καλλιέργειας βαμβακιού (1997). (Γ: ΕΣΔ P=0,05)

5.1.3.1 Φ.Π. σε βάθος 0-15cm

Στο βάθος 0-15cm η άροση εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή ($1,36 \text{ g.cm}^{-3}$) σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα ενώ στην ακατεργασία ($1,24 \text{ g.cm}^{-3}$) μετρήθηκε η μικρότερη φαινομενική πυκνότητα, έξι μήνες περίπου μετά την κατεργασία. Μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό σύστημα εδαφοκατεργασίας, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.14. Στο βάθος αυτό οι τιμές της φαινομενικής πυκνότητας για τις

διάφορες μεταχειρίσεις ήταν οι μικρότερες σε σχέση με τα άλλα δύο κατώτερα βάθη.



Σχήμα 5.14: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λιπανσης στη φαινομενική πυκνότητα του εδάφους σε βάθος 0-15cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

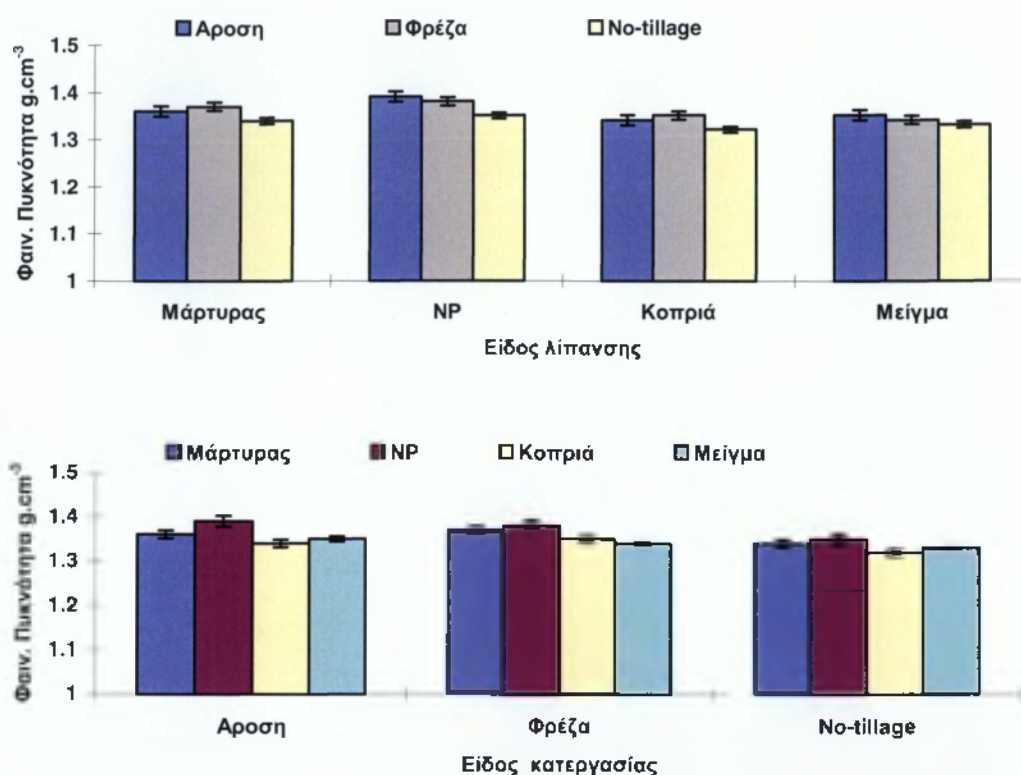
Αντίθετα όμως όσο αφορά τα είδη της λιπανσης δεν φάνηκε να επηρεάζουν σημαντικά τη φαινομενική πυκνότητα και έτσι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετική λιπανση, παρά το γεγονός ότι τα τεμάχια με λιπανση κοπριάς και μείγματος παρουσίασαν μικρότερες τιμές φαινομενικής πυκνότητας, σχήμα 5.14.

5.1.3.2 Φ.Π. σε βάθος 15-30 cm

Στο βάθος 15-30cm το σύστημα της ακατεργασίας ($1,33 \text{ g.cm}^{-3}$) εμφάνισε τη μικρότερη τιμή φαινομενικής πυκνότητας ενώ τα συστήματα άροσης ($1,37 \text{ g.cm}^{-3}$) και φρέζας ($1,36 \text{ g.cm}^{-3}$) έδωσαν περίπου τις ίδιες τιμές φαινομενικής πυκνότητας. Μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό σύστημα εδαφοκατεργασίας μόνο τα τεμάχια της ακατεργασίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά από αυτά της άροσης και της φρέζας, σχήμα 5.15.

Μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό είδος λιπανσης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά το γεγονός ότι τα τεμάχια της κοπριάς και του

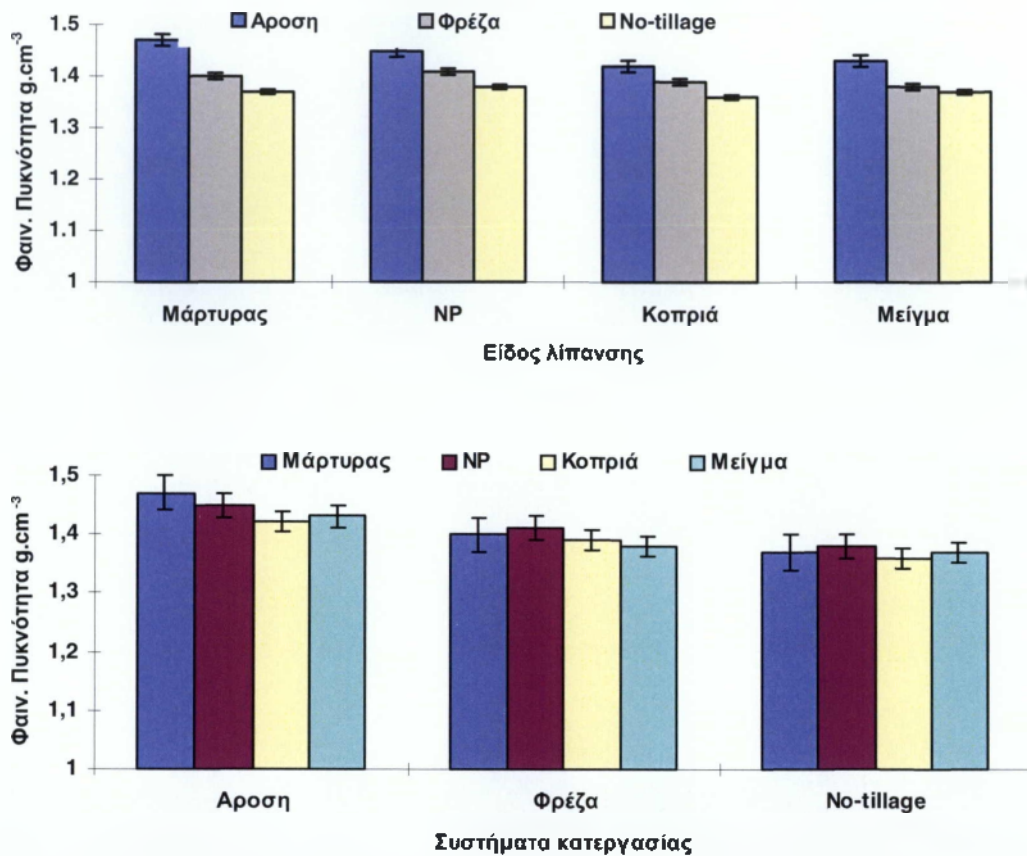
μείγματος παρουσίασαν και στο βάθος αυτό μικρότερες τιμές σε σχέση με τα τεμάχια του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης, σχήμα 5.15.



Σχήμα 5.15: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη φαινομενική πυκνότητα του εδάφους σε βάθος 15-30cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

5.1.3.3 Φ.Π. σε βάθος 30-45 cm

Στο μεγαλύτερο αυτό βάθος και τα τρία συστήματα της κατεργασίας εμφάνισαν τις μεγαλύτερες τιμές φαινομενικής πυκνότητας σε σχέση με τα άλλα δύο βάθη. Το σύστημα της άροσης παρουσίασε και σε αυτό το βάθος τη μεγαλύτερη τιμή (1,44g.cm⁻³) σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα, ενώ τη μικρότερη το σύστημα της ακατεργασίας (1,37 g.cm⁻³). Όλες οι διαφορές μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό σύστημα εδαφοκατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές, όμως δεν παρατηρήθηκε το ίδιο και μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό είδος λίπανσης, σχήμα 5.16.

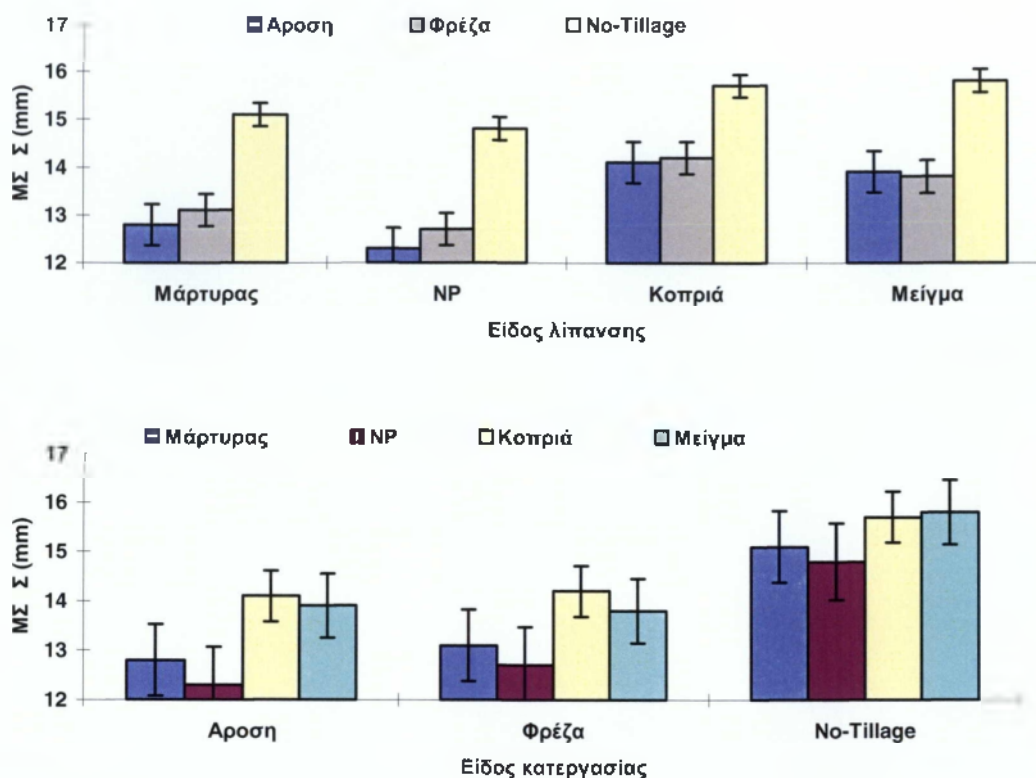


Σχήμα 5.16: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη φαινομενική πυκνότητα του εδάφους σε βάθος 30-45cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

5.1.4 Μέση Σταθμισμένη Διάμετρος Συσσωματωμάτων

5.1.4.1 ΜΣΔΣ σε βάθος 0-15cm

Οι μέσες τιμές της ΜΣΔΣ για την άροση, τη φρέζα και την ακατεργασία στο βάθος αυτό ήταν: 13,4 , 13,6 & 15,3 mm αντίστοιχα. Τα τεμάχια που είχαν δεχθεί την μεταχείριση της ακατεργασίας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τα τεμάχια που είχαν δεχθεί την κατεργασία της άροση και της φρέζας, ως προς τη ΜΣΔΣ. Μεταξύ των τεμαχίων της άροσης και της φρέζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.17.



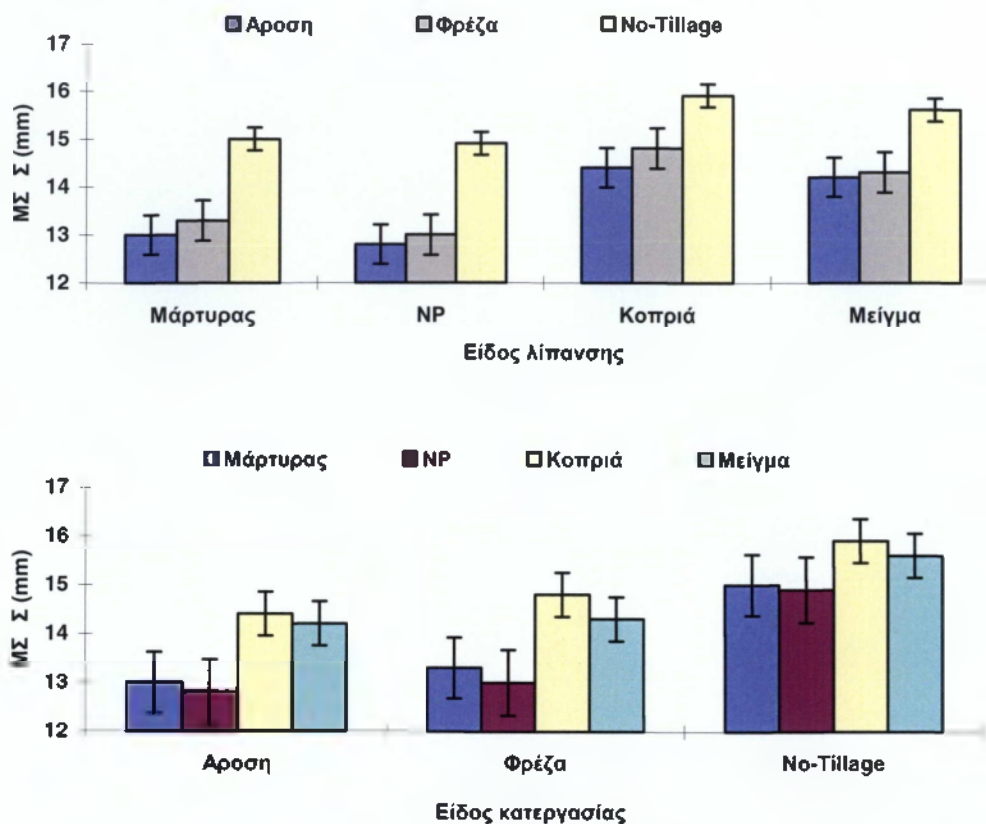
Σχήμα 5.17 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη ΜΣΔΣ του εδάφους σε βάθος 0-15cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

Επίσης μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό είδος λίπανσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά την τάση που παρουσίασαν τα τεμάχια που δέχθηκαν λίπανση με κοπριά και μείγμα, για μεγαλύτερες τιμές ΜΣΔΣ όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.17.

5.1.4.2 ΜΣΔΣ σε βάθος 15-30cm

Το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε και σε αυτό το βάθος την μεγαλύτερη ΜΣΔΣ(15,4 mm) και ακολούθησαν τα συστήματα της φρέζας (14 mm) και της άροσης (13,6 mm). Το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα συστήματα της φρέζας και της άροσης ενώ μεταξύ των συστημάτων της φρέζας και της άροσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, σχήμα 5.18.

Αντίθετα με το βάθος 0-15cm, στο βάθος 15-30cm τα τεμάχια που δέχθηκαν λίπανση με κοπριά και μείγμα εμφάνισαν μεγαλύτερη ΜΣΔΣ από τα τεμάχια του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης και οι μεταξύ τους διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές, με εξαίρεση τη μεταχείριση της ακατεργασίας.

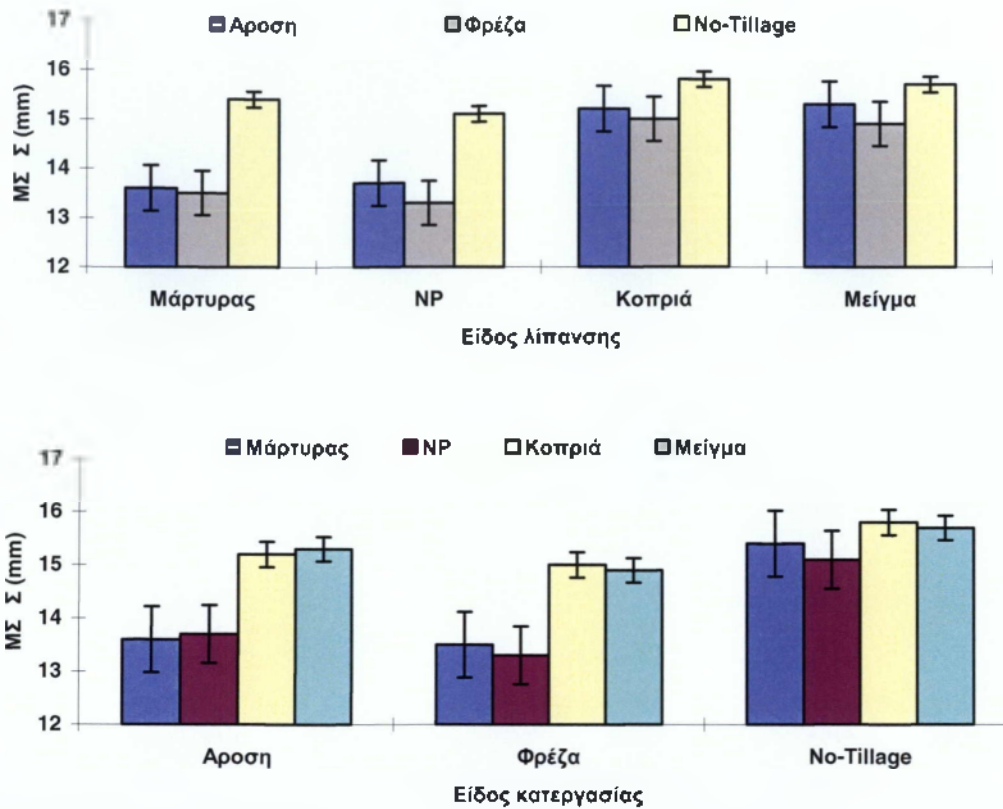


Σχήμα 5.18 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη ΜΣΔΣ του εδάφους σε βάθος 15-30 cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

5.1.4.3 ΜΣΔΣ σε βάθος 30-45cm

Και σε αυτό το βάθος, ισχύει ότι και για τα δύο ανώτερα βάρη με το σύστημα της ακατεργασίας να εμφανίζει τη μεγαλύτερη ΜΣΔΣ (15,6 mm) και ακολούθησαν το σύστημα της άρροσης (14,1 mm) και τελευταίο το σύστημα της φρέζας (14 mm). Τα τεμάχια που είχαν δεχθεί το σύστημα της ακατεργασίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα τεμάχια που είχαν δεχθεί κατεργασία με άρροση και φρέζα, σχήμα 5.19, ενώ μεταξύ των τεμαχίων της άρροσης και της φρέζας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά τις μεγαλύτερες τιμές ΜΣΔΣ που παρουσίασαν τα τεμάχια της άρροσης.

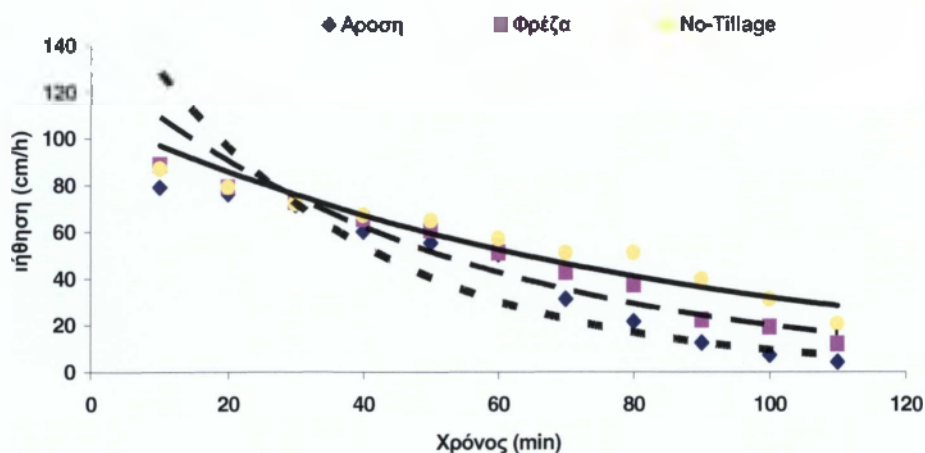
Όσο αφορά την επέμβαση της λίπανσης, τα τεμάχια της κοπριάς και του μείγματος υπερέχουν στατιστικά από τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα ως προς την ΜΣΔΣ μόνο όμως για τα συστήματα της άρροσης και της φρέζας. Μεταξύ των τεμαχίων της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα καθώς επίσης και μεταξύ των τεμαχίων της κοπριάς και του μείγματος δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ΜΣΔΣ, σχήμα 5.19.



Σχήμα 5.19: Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στη ΜΣΔΣ του εδάφους σε βάθος 30-45 cm σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος, 1997).

5.1.5 Διήθηση Ύδατος

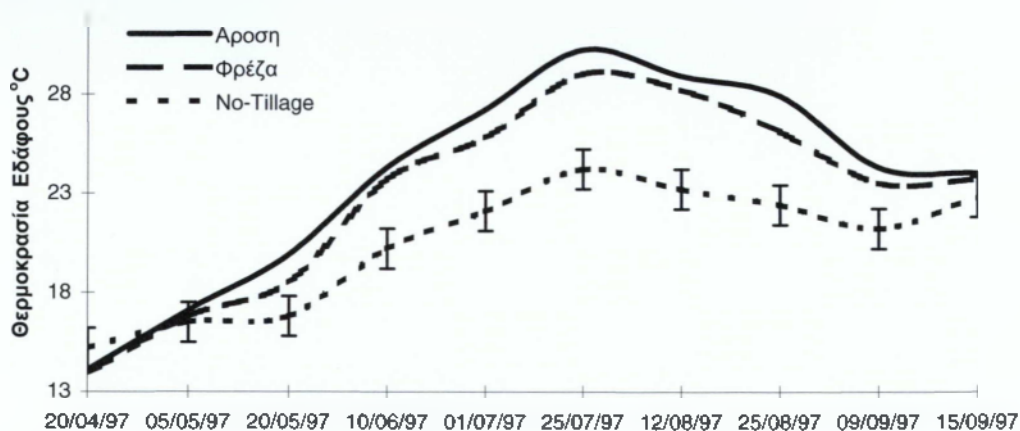
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.20 η μεγαλύτερη διήθηση του ύδατος στο έδαφος διαπιστώθηκε στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολουθούν τα συστήματα της φρέζας και της άρροσης. Κατά τα πρώτα 20min στα τεμάχια της άρροσης παρατηρήθηκε μεγαλύτερη διήθηση και ακολούθησαν τα τεμάχια της φρέζας ενώ στα τεμάχια της ακατεργασίας ήταν η μικρότερη, γεγονός που οφείλεται στο μικρότερο ποσοστό υγρασίας στα τεμάχια της άρροσης και της φρέζας. Μετά από τα 30min η ταχύτητα διήθησης άρχισε να μειώνεται με μεγαλύτερο ρυθμό στα τεμάχια της άρροσης και της φρέζας. Στα τεμάχια της ακατεργασίας η ταχύτητα διήθησης ήταν μεγαλύτερη έως το τέλος της μέτρησης αποδεικνύοντας έτσι το καλύτερο πορώδες.



Σχήμα 5.20: Επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας στη διήθηση του ύδατος σε καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

5.1.6 Θερμοκρασία Εδάφους

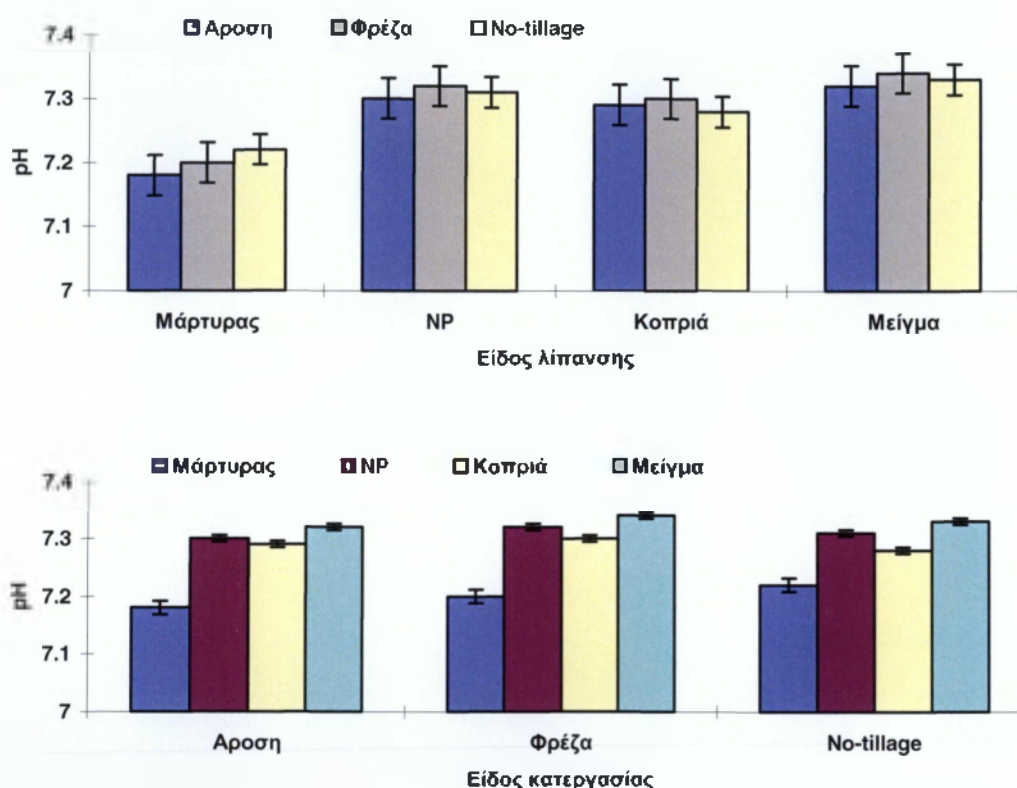
Οι θερμομετρήσεις αφορούσαν το βάθος 0-10cm και πάντα την 12:00 ώρα. Κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και τα τρία συστήματα κατεργασίας εμφάνισαν την ίδια περίπου θερμοκρασία ενώ με την πάροδο του χρόνου το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε την μικρότερη, γεγονός επιθυμητό για τις ανοιζιάτικες καλλιέργειες, ενώ την μεγαλύτερη παρουσίασε το σύστημα της άροσης, σχήμα 5.21.



Σχήμα 5.21 : Επίδραση 3 συστημάτων κατεργασίας στην πορεία της θερμοκρασίας του εδάφους κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (βάθος 0-10cm) .

5.2 Χημικές Ιδιότητες

5.2.1 Οξύτητα του εδάφους

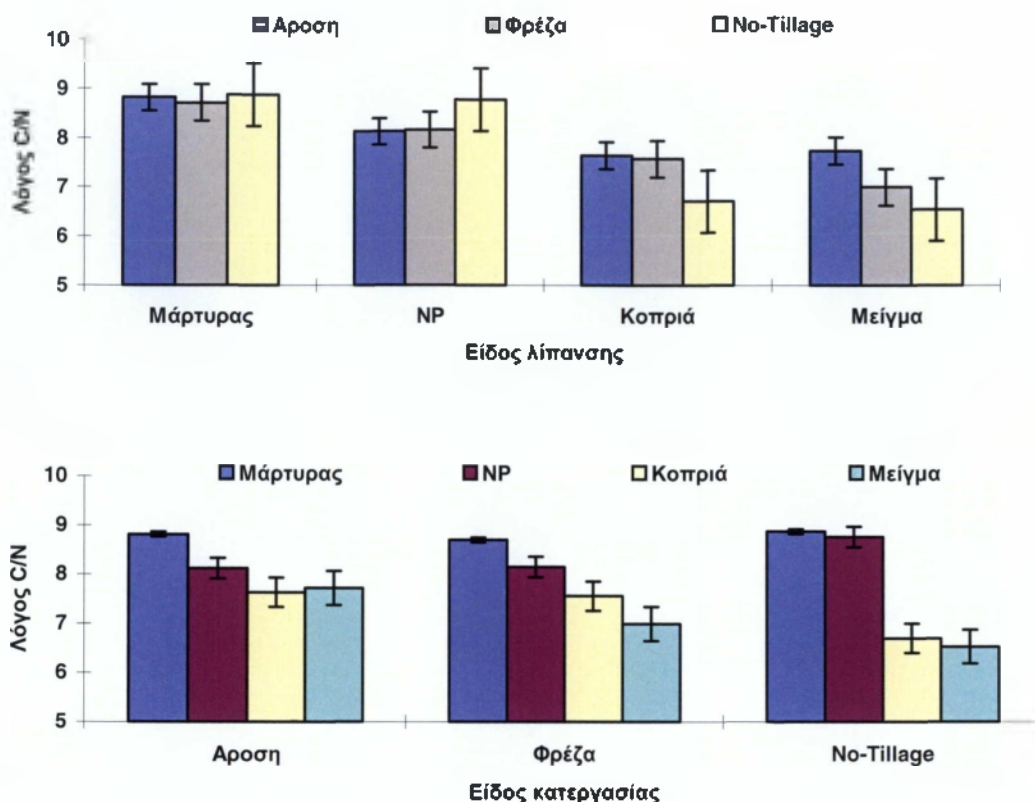


Σχήμα 5.22 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στην οξύτητα του εδάφους σε καλλιέργεια βαμβακιού σε βάθος 0-20cm (Σεπτ. 1997).

Μεταξύ των τεμαχίων που δέχθηκαν διαφορετική μεταχείριση εδαφοκατεργασίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ενώ δεν παρουσιάστηκαν ούτε τάσεις υπεροχής κάποιου συστήματος, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.22. Ως προς το είδος της λίπανσης παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντική υπεροχή μόνο μεταξύ των τεμαχίων της ανόργανης λίπανσης και του μείγματος σε σχέση με τα τεμάχια της κοπριάς και του μάρτυρα

5.2.2 Λόγος C/N

Τα τεμάχια της άροσης και της φρέζας έδωσαν περίπου τους ίδιους λόγους C/N ενώ τα τεμάχια της ακατεργασίας εμφάνισαν μικρότερους λόγους. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μόνο μεταξύ των τεμαχίων της ακατεργασίας και των αντίστοιχων τεμαχίων της άροσης και μόνο για τις λιπάνσεις με κοπριάς και με μείγμα, σχήμα 5.23.



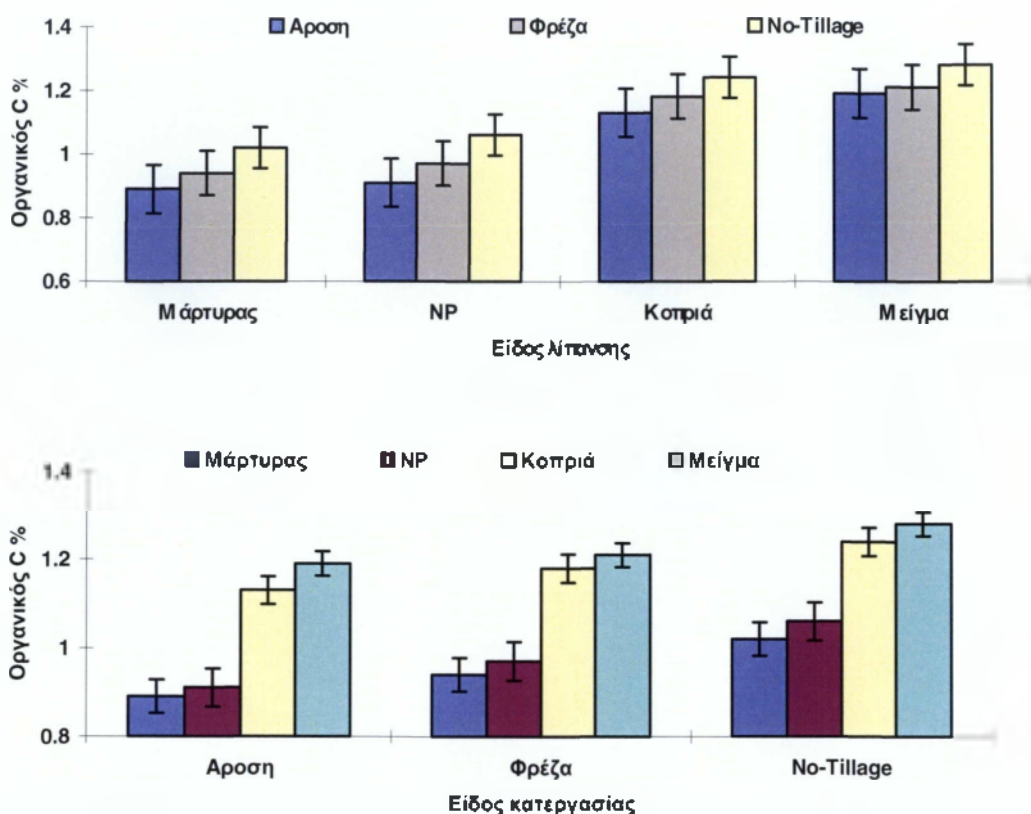
Σχήμα 5.23: Επίδραση του είδους κατεργασίας και της λίπανσης στον λόγο C/N του εδάφους κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος 1997).

Όσο αφορά το είδος λίπανσης τα τεμάχια του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης εμφάνισαν γενικώς μεγαλύτερους λόγους C/N από τα τεμάχια της κοπριάς και του μείγματος. Στατιστικά σημαντικές διαφορές προσδιορίστηκαν μεταξύ των τεμαχίων της κοπριάς και του μείγματος σε σχέση με τα αντίστοιχα τεμάχια του μάρτυρα και μόνο στα τεμάχια της φρέζας και της ακατεργασίας.

5.2.3 Οργανικός C

Το σύστημα της ακατεργασίας εμφάνισε τα μεγαλύτερα ποσά οργανικού C (1,24 %) και ακολούθησαν τα συστήματα της φρέζας (1,09 %) και της άροσης (1,04 %). Μεταξύ των τεμαχίων με διαφορετικό σύστημα εδαφοκατεργασίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, σχήμα 5.24.

Όσο αφορά τα είδη της λίπανσης, όπως ήταν αναμενόμενο στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ των τεμαχίων με λίπανση κοπριάς και μείγματος σε σχέση με αυτά του μάρτυρα και της ανόργανης λίπανσης και για τα τρία συστήματα εδαφοκατεργασίας.

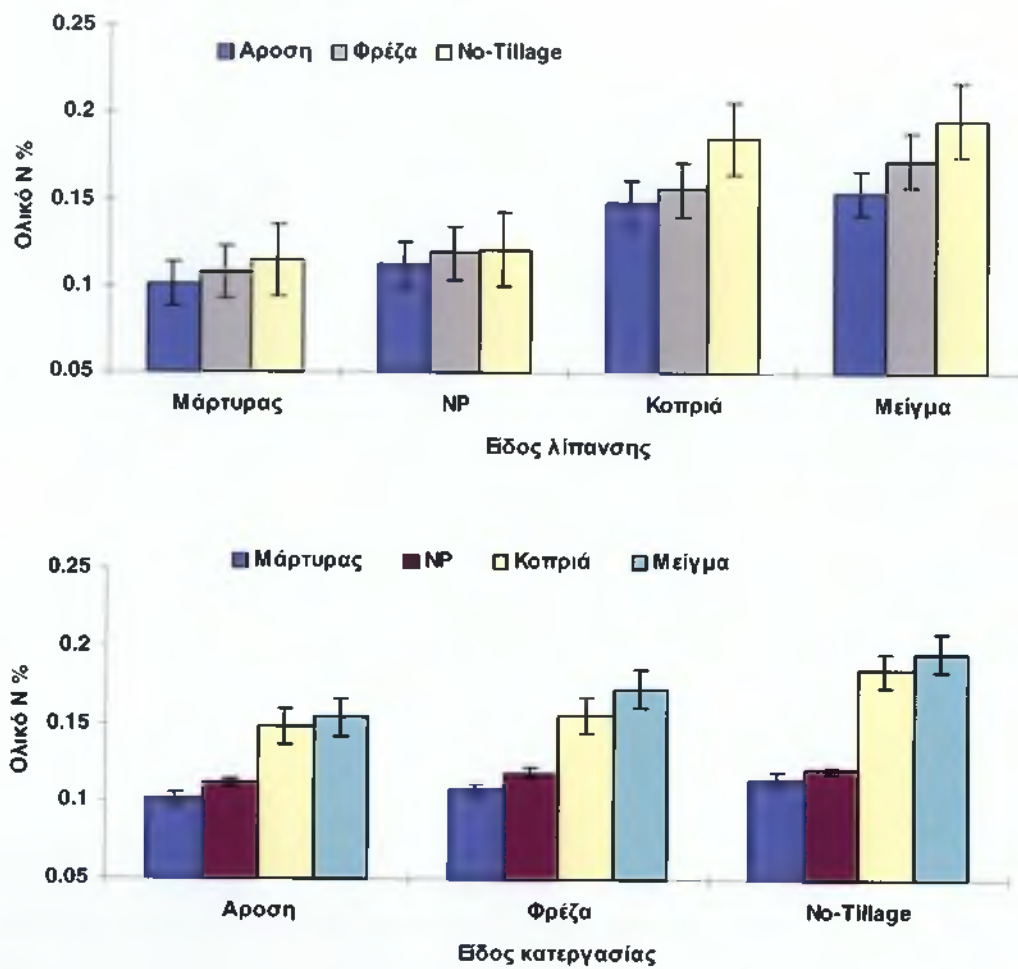


Σχήμα 5.24 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στον οργανικό C του εδάφους κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος, 1997).

5.2.4 Ολικό N

Τα τεμάχια που δέχθηκαν τη μεταχείριση της ακατεργασίας (0,155%) εμφάνισαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα, οργανικού N, από τα αντίστοιχα τεμάχια της φρέζας (0,140%) και της άροσης (0,126%). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μετρήθηκαν μεταξύ της ακατεργασίας και της άροσης και μόνο στα τεμάχια που είχαν δεχθεί λίπανση με κοπριά καθώς και σε αυτά με το μείγμα, σχήμα 5.25.

Οι λιπάνσεις με μείγμα καθώς και με κοπριά έδωσαν την μεγαλύτερη περιεκτικότητα ολικού-N και οι διαφορές τους σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και τον μάρτυρα κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Η ίδια λοιπόν τάση που παρατηρήθηκε για τον οργανικό C παρατηρήθηκε και για το ολικό N.



Σχήμα 5.25 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στον ολικό N του εδάφους κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (Σεπτέμβριος, 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

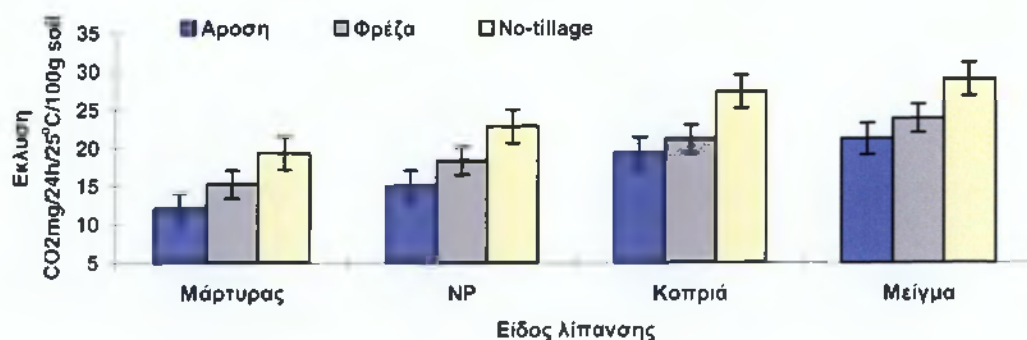
Από τις βιολογικές ιδιότητες του εδάφους επιλέχθηκαν αυτές όπου για την μελέτη τους υπήρχε η εργαστηριακή υποδομή. Προσδιορίστηκαν η έκλυση CO₂ από βιοδιεργασίες και ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων, ιδιότητες οι οποίες επιδρούν σημαντικά στην γονιμότητα των εδαφών αλλά ταυτόχρονα επηρεάζονται δραστικά από την κατεργασία του εδάφους.

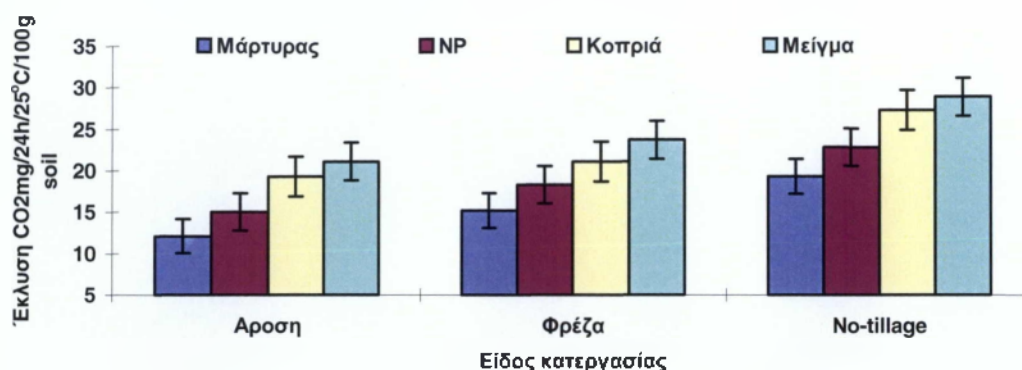
6.1 Αποτελέσματα 3^{ης} καλλιέργειας

6.1.1 Έκλυση CO₂

Στην καλοκαιρινή καλλιέργεια (βαμβάκι) η βιολογική δραστηριότητα του εδάφους βρέθηκε να είναι σχετικά χαμηλή (ακατεργασία 24, φρέζα 19 και άροση 17 mg CO₂/100g εδάφους). Οι διαφορές μεταξύ της ακατεργασίας και των άλλων συστημάτων κατεργασίας κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.26. Αντίθετα, μεταξύ των τεμαχίων της φρέζας και της άροσης οι διαφορές που βρέθηκαν ήταν μικρότερες από το όριο σημαντικότητας 5%.

Όσο αφορά την επέμβαση με διαφορετικό είδος λίπανσης τα τεμάχια που είχαν δεχθεί λίπανση με κοπριά (18 mg CO₂/100g εδάφους) καθώς και με μείγμα (25 mg CO₂/100g εδάφους) παρουσίασαν μεγαλύτερη έκλυση CO₂ σε σχέση με τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης (19 mg CO₂/100g εδάφους) και του μάρτυρα (16 mg CO₂/100g εδάφους). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των τεμαχίων του μείγματος και της κοπριάς σε σχέση με τα τεμάχια του μάρτυρα. Επίσης μεταξύ των τεμαχίων του μείγματος και της ανόργανης λίπανσης, σχήμα 6.26.





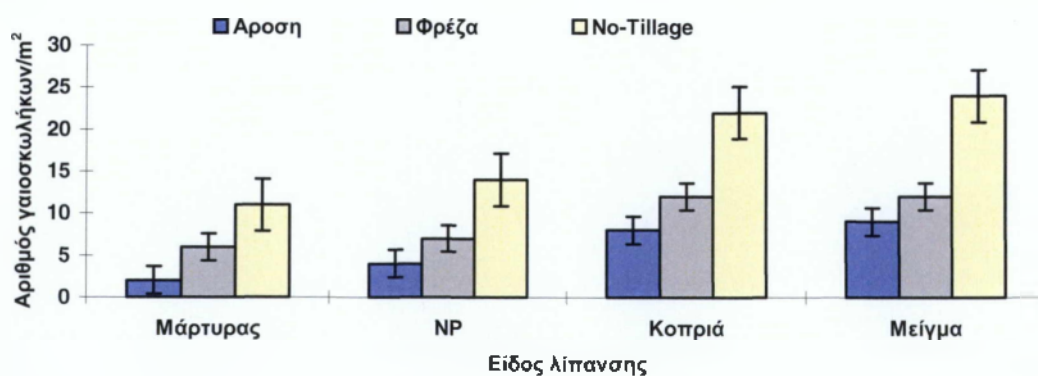
Σχήμα 6.26 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στην έκλυση CO₂ κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (Ιούνιος 1997).

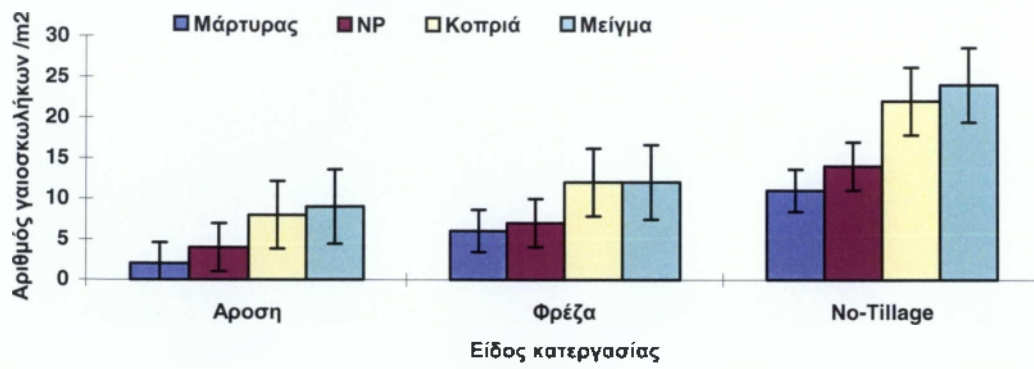
6.1.2 Πληθυσμός γαιοσκωλήκων

Ο αριθμός των γαιοσκωλήκων που βρέθηκε σε όλα τα τεμάχια ήταν πολύ μικρός ανεξάρτητα από το είδος της κατεργασίας και της λίπανσης. Παρά το γεγονός αυτό, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις μεταξύ των τριών επεμβάσεων της εδαφοκατεργασίας (ακατεργασία 17, φρέζα 9 και άροση 5 άτομα ανά m³).

Στα τεμάχια με κοπριά και με μείγμα βρέθηκε μεγαλύτερος αριθμός γαιοσκωλήκων σε σχέση με τα τεμάχια της ανόργανης λίπανσης και του μάρτυρα χωρίς όμως να καταστεί δυνατή η στατιστική στήριξη αυτών των διαφορών, εκτός από το σύστημα της ακατεργασίας, σχήμα 6.27.

Στην καλλιέργεια του βαμβακιού μετρήθηκε ο μικρότερος αριθμός γαιοσκωλήκων ανά m² σε όλες τις μεταχειρίσεις γεγονός που οφείλεται στις ξηροθερμικές συνθήκες του καλοκαιριού οι οποίες επιδρούν ανασταλτικά στις δραστηριότητες των γαιοσκωλήκων και τα αναγκάζουν να προσανατολίζονται σε βαθύτερα στρώματα





Σχήμα 6.27 : Επίδραση του είδους της κατεργασίας και της λίπανσης στον πληθυσμό των γαιοσκωλήκων κάτω από καλλιέργεια βαμβακιού (Μάιος 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, η ερμηνεία, τα σχόλια και τέλος τα συμπεράσματα ανά κατηγορία ιδιοτήτων, καθώς επίσης και οι συσχετίσεις μεταξύ των διάφορων παραμέτρων που μελετήθηκαν και χρήζουν ιδιαίτερης σημασίας.

7.1 Φυτικές Ιδιότητες

7.1.1 Φύτρωμα

Το σύστημα εδαφοκατεργασίας - σποράς επιδρά σημαντικά σχεδόν σε όλες τις φυτικές ιδιότητες από το φύτρωμα των σπόρων έως τις τελικές αποδόσεις, (Sprague, 1986).

Όσο αφορά την καλλιέργεια του βαμβακιού το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε ταχύτερο φύτρωμα ενώ το σύστημα της άροσης καθυστέρησε το φύτρωμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στη δημιουργία κρούστας και στην παρεμπόδιση της ανάδυσης των φυτών και για αυτό το λόγο χρειάστηκε να γίνει σπορά σε σημεία όπου δεν είχε επιτυχθεί κανένας σπόρος.

7.1.2 Φυλλική επιφάνεια

Η φυλλική επιφάνεια του φυτού επηρεάζεται από το διαθέσιμο N, την εδαφική υγρασία, την ένταση της ακτινοβολίας και από την ποικιλία (Karami, 1974). Σε όλες τις καλλιέργειες στο σύστημα της ακατεργασίας μετρήθηκε η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό ενώ η μικρότερη στο σύστημα της άροσης. Οι διαφορές στην φυλλική επιφάνεια μεταξύ των συστημάτων της εδαφοκατεργασίας πρέπει να οφείλονται στις διαφορές των συστημάτων όσον αφορά την εδαφική υγρασία, όπως αναφέρουν και άλλοι ερευνητές Gajri *et al.*, (1992), Lirjies *et al.*, (1991). Αυτό άλλωστε φαίνεται από τους υψηλούς συντελεστές μεταξύ του εδαφικού ύδατος και της φυλλικής επιφάνειας κυρίως στα βάθη 15-30 και 30-45cm

Πίνακας 1 : Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ φυλλικής επιφάνειας ανά φυτό και υγρασίας εδάφους για κάθε σύστημα εδαφοκατεργασίας σε 3 βάθη στην καλλιέργεια. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, N=16).

	Σύστημα Εδαφοκατεργασίας	Υγρασία εδάφους		
		0-15cm	15-30 cm	30-45cm
Βαμβάκι	<i>Άροση</i>	0,91*	0,75*	0,65*
	<i>Φρέζα</i>	0,66*	0,67*	ns
	<i>Ακατεργασία</i>	0,81*	0,79*	0,66*

Στην καλλιέργεια του βαμβακιού οι υψηλότεροι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ του δείκτη φυλλικής επιφάνειας και του εδαφικού ύδατος βρέθηκαν στο βάθος 0-15cm γεγονός που οφείλεται στο σύστημα ποτίσματος, με στάγδην άρδευση όπου το νερό παραμένει στα ανώτερα εκατοστά του εδάφους, (Gerik et al., 1996). Στην καλλιέργεια του βαμβακιού υπολογίσθηκαν υψηλοί συντελεστές συσχέτισης μεταξύ φυλλικής επιφάνειας και εδαφικής υγρασίας.

7.1.3 Ύψος

Οι κύριοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ύψος των φυτών είναι ο γονότυπος και το περιβάλλον. Στα φυτά που μελετήθηκαν το ύψος επηρεάστηκε και από το σύστημα της εδαφοκατεργασίας όπως επίσης και από το είδος της λίπανσης.

Στις καλλιέργειες το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε τα υψηλότερα ενώ της άροσης τα μικρότερα. Επίσης στα τεμάχια με οργανική λίπανση το τελικό ύψος των φυτών ήταν μεγαλύτερο για όλες τις καλλιέργειες.

Οι διαφορές στο ύψος μεταξύ των συστημάτων της εδαφοκατεργασίας οφείλονται κυρίως σε υγρασιακές διαφορές του εδάφους, σε διαφορές στην φυλλική επιφάνεια όσο και σε διαφορές στην πυκνότητα του ριζικού συστήματος όπως έχει αναφερθεί από σχετικές μελέτες των Arota et al., (1991) και Saxena et al., (1997).

7.1.4 Νωπό & Ξηρό βάρος φυτών

Το μεγαλύτερο ύψος και φυλλική επιφάνεια των φυτών στα τεμάχια της ακατεργασίας είχαν ως αποτέλεσμα και το **νωπό** και το **ξηρό βάρος** να είναι μεγαλύτερο σε αυτό το σύστημα της εδαφοκατεργασίας, σε σύγκριση με της άρωσης και της φρέζας όπως παρατήρησαν και οι Bonari *et al.*, (1995), Arshad *et al.*, (1994) και Azooz *et al.*, (1995).

7.1.5. Συγκέντρωση N στο φυτό

Η περιεκτικότητα N στα φυτά διέφερε ανάλογα με το σύστημα εδαφοκατεργασίας. Με την στελεχοκοπή το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού N επέστρεψε στο έδαφος, εκτός από τα ποσά N που αφαιρούνταν από τους σπόρους ή τις ίνες. Η γνώση της ποσότητας N που αφαιρείται από το έδαφος μέσω της καλλιέργειας είναι αναγκαία για τον καθαρισμό της λίπανσης (Christides & Harrison 1956). Το ποσοστό του οργανικού N στους φυτικούς ιστούς ήταν μεγαλύτερο στα φυτά της ακατεργασίας, όπως έχει αναφερθεί και από τον Borresen, (1993^b), όπως και στα υποτεμάχια με οργανική λίπανση ενώ αυτό ήταν μικρότερο στα τεμάχια της άρωσης και σε αυτά του μάρτυρα. Οι διαφορές στη συγκέντρωση N μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας μπορούν να αποδοθούν στη καλύτερη φωτοσύνθεση του φυτού λόγω της αυξημένης φυλλικής επιφάνειας, στη μεγαλύτερη πυκνότητα ριζών στο βάθος 0-15cm και στην αξιοποίηση του N του εδαφικού διαλύματος από το σύστημα εδαφοκατεργασίας της ακατεργασίας. Μεταξύ της περιεκτικότητας N στους ιστούς και της φυλλικής επιφάνειας, της πυκνότητας ριζών και της περιεκτικότητας στο έδαφος ολικού-N ευρέθηκαν υψηλοί συντελεστές συσχέτισης, (Πιν. 27). Θετική συσχέτιση βρέθηκε και μεταξύ λίπανσης και % οργανικού N στο φυτό.

Πίνακας 2 : Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της περιεκτικότητας N του φυτού και α) φυλλικής επιφάνειας, β) πυκνότητας ριζών και γ) % ολικού-N στο έδαφος και στις 4 καλλιέργειες της αμειψισποράς. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, $n=16$).

	Σύστημα εδαφοκατεργασίας	Φυλλική επιφάνεια, cm ² /φυτό	Πυκνότητα ριζών, cm.cm ³	Ολικό N έδαφος %
Σιτάρι	Άρωση	0,87*	0,71*	0,84*
	Φρέζα	0,95*	0,94*	0,97*
Ακατεργασία	Άρωση	0,95*	0,79*	0,96*
	Φρέζα	0,78*	0,96*	0,68*

<i>Βίκος</i>	<i>Φρέζα</i>	0,86*	0,71*	ns
	<i>Ακατεργασία</i>	0,83*	0,82*	0,78*
<i>Βαμβάκι</i>	<i>Άροση</i>	0,93*	0,76*	0,94*
	<i>Φρέζα</i>	0,90*	0,82*	0,94*
	<i>Ακατεργασία</i>	0,93*	0,90*	0,98*
	<i>Άροση</i>	0,91*	0,93*	0,95*
<i>Κριθάρι</i>	<i>Φρέζα</i>	0,87*	0,85*	0,87*
	<i>Ακατεργασία</i>	0,94*	0,98*	0,82*

7.1.6 Πυκνότητα ριζικού συστήματος

Σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτού είναι το ριζικό σύστημα και για αυτό το λόγο σε όλες τις καλλιέργειες της αμειψισποράς προσδιορίστηκε η πυκνότητα ριζών σε cm ρίζας ανά cm³ εδάφους. Το ριζικό σύστημα επηρεάστηκε από το είδος της κατεργασίας του εδάφους και η συμπεριφορά τους για αυτό το βάθος εδάφους ήταν η ίδια σε όλες τις καλλιέργειες (σιτάρι, βίκος, βαμβάκι & κριθάρι). Από τις ιδιότητες του εδάφους που μετρήθηκαν η αντίσταση έδωσε τις στενότερες συσχετίσεις, (Πιν. 3).

Στο βάθος 0-15cm στο σύστημα της άροσης η πυκνότητα των ριζών ήταν μεγαλύτερη και αυτό οφείλεται στην επίδραση των μηχανημάτων εδαφοκατεργασίας, δηλαδή στην μικρότερη αντίσταση που παρεμβάλλει το έδαφος. Αντίθετα στην ακατεργασία η πυκνότητα των ριζών ήταν η μικρότερη σε αυτό το βάθος. Τα παραπάνω ισχύσαν στις καλλιέργειες στις οποίες προηγήθηκε η εδαφοκατεργασία. Στα βάρη 15-30 και 30-45 cm η πυκνότητα των ριζών όλων των καλλιεργειών ήταν μεγαλύτερη στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολούθησαν τα συστήματα της φρέζας και της άροσης. Αυτό συνέβη γιατί κάτω από το βάθος της κατεργασίας είχαμε την εμφάνιση οριζοντα με αυξημένη αντίσταση με αποτέλεσμα τον περιορισμό της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος στα συστήματα της άροσης και της φρέζας. Η παρουσία οργανικής λίπανσης στο έδαφος είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος μειώνοντας ελαφρά την αντίσταση του εδάφους στην διείσδυση, παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και από τους Taylor & Brar, (1991), Pabin *et al.*, (1998), Unger & Kaspar, (1994) και Materechera & Mloza-Banda, (1997).

Οι διαφορές στην πυκνότητα του ριζικού συστήματος είχαν σαν αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού και τον καλύτερο εφοδιασμό του με νερό και θρεπτικά στοιχεία προοιωνώντας έτσι διαφορές και ως προς την φυλλική επιφάνεια. Παρατηρήθηκε λοιπόν σε όλες τις καλλιέργειες της αμειψισποράς θετική συσχέτιση μεταξύ της μέσης πυκνότητας ριζικού συστήματος και των αποδόσεων (Πιν. 4).

Πίνακας 3 : Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της πυκνότητας των ριζών και της αντίστασης του εδάφους σε τρία βάθη και σε 4 καλλιέργειες. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές. $n=16$).

	Βάθος εδάφους	Καλλιέργεια			
		Σιτάρι	Βίκος	Βαμβάκι	Κριθάρι
Άροση	0-15 cm	-0,65*	ns	-0,67*	-0,61*
	15-30 cm	-0,90*	-0,60*	-0,66*	ns
	30-45 cm	ns	-0,75*	ns	-0,60*
Φρέζα	0-15 cm	-0,79*	ns	-0,88*	-0,61*
	15-30 cm	-0,62*	-0,75*	-0,61*	-0,56*
	30-45 cm	ns	ns	ns	-0,66*
Ακατεργασία	0-15 cm	-0,82*	-0,72*	-0,85*	-0,55*
	15-30 cm	-0,87*	-0,62*	-0,78*	-0,85*
	30-45 cm	ns	ns	-0,66*	-0,56*

Πίνακας 4 : Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της πυκνότητας των ριζών και της απόδοσης σε 3 καλλιέργειες. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές. $n=16$).

		Απόδοση Kg/στρ.
Σιτάρι	Άροση	0,77*
	Φρέζα	0,63*
	Ακατεργασία	0,74*
Βίκος	Άροση	----
	Φρέζα	----
	Ακατεργασία	----
Βαμβάκι	Άροση	0,68*
	Φρέζα	0,85*
	Ακατεργασία	0,87*
Κριθάρι	Άροση	0,79*
	Φρέζα	0,76*
	Ακατεργασία	ns

7.2. Εδαφικές Ιδιότητες

Ανάλογα με το βάθος εισχώρησης των εργαλείων της κατεργασίας και το βαθμό θρυμματισμού και αναμόχλευσης των εδαφοτεμαχιδίων τα διάφορα συστήματα επιδρούν άμεσα στις κυριότερες φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους και έμμεσα στις χημικές. Οι μεταβολές των εδαφικών παραμέτρων ανά καλλιέργεια δίνονται στον πίνακα 40.

7.2.1. Αντίσταση εδάφους στη διείσδυση & Υγρασία εδάφους

Η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση επηρεάζει άμεσα το φύτευμα, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, την διήθηση, αλλά και έμμεσα την θερμοκρασία και τον αερισμό του εδάφους. Η αντίσταση του εδάφους είναι μια ιδιότητα η οποία πρέπει να συνοδεύεται και από τις μετρήσεις της υγρασίας του εδάφους.

Στις κύριες καλλιέργειες (σίτου, βάμβακος και κριθαριού) μετά από την σπορά τους μετρήθηκαν οι μικρότερες τιμές αντίστασης σε όλα σχεδόν τα βάθη όταν η σπορά έγινε μετά από άροση και φρέζα ενώ αντίθετα στο σύστημα της ακατεργασίας οι τιμές δεν μεταβλήθηκαν σε σύγκριση με την πρότερη κατάσταση του εδάφους. Με το πέρασμα όμως του χρόνου και ειδικότερα με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας στα συστήματα της άροσης και της φρέζας παρατηρήθηκε αύξηση της αντίστασης σε βαθμό τέτοιο ώστε και τα τρία συστήματα να μην διαφέρουν μεταξύ τους κάτι που έχει αναφερθεί και από τον Unger, (1996). Όσο οι καλλιέργειες προχωρούσαν προς το στάδιο της ωρίμανσης των καρπών στο σύστημα της άροσης οι τιμές της αντίστασης αυξάνονταν σε σύγκριση με τα άλλα δύο συστήματα ενώ στο σύστημα της ακατεργασίας σημειώθηκαν οι μικρότερες. Η αύξηση της αντίστασης του εδάφους συνοδεύονταν από μείωση του εδαφικού ύδατος, αποδεικνύοντας έτσι την αρνητική συσχέτιση μεταξύ αντίστασης και εδαφικού ύδατος, (Πιν. 5). Σε βάθος περίπου 20-30cm στα τεμάχια της άροση σχηματίστηκε αδιαπέραστο στρώμα το οποίο οφείλονταν στις αροτρογοσυμπιέσεις. Η επίδραση της αντίστασης του εδάφους ήταν σημαντική για την ανάπτυξη των ριζών και εκεί οφείλονταν οι διαφορές που παρατηρήθηκαν ως προς την πυκνότητα του ριζικού συστήματος (Πιν. 6).

Πίνακας 5: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ αντίστασης εδάφους και εδαφικής υγρασίας σε 3 βάθη, 3 συστήματα εδαφοκατεργασίας και σε 4 καλλιέργειες. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, $n=16$)

		Είδος καλλιέργειας			
		Σιτάρι	Βίκος	Βαμβάκι	Κριθάρι
0-15 cm	Άροση	-0,94*	-0,78*	-0,93*	-0,74*
	Φρέζα	-0,94*	ns	-0,84*	-0,57*
	Ακατεργασία	-0,80*	-0,83*	-0,85*	-0,68*
15-30 cm	Άροση	-0,61*	-0,71*	-0,92*	-0,64*
	Φρέζα	-0,84*	-0,64*	-0,83*	-0,67*
	Ακατεργασία	-0,77*	-0,54*	-0,94*	-0,59*
30-45 cm	Άροση	-0,95*	-0,56*	-0,59*	ns
	Φρέζα	-0,97*	ns	-0,52*	ns
	Ακατεργασία	-0,74*	-0,55*	-0,89*	ns

Πίνακας 6: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ αντίστασης εδάφους και εδαφικής υγρασίας σε 3 βάθη, 4 είδη λίπανσης και σε 4 καλλιέργειες. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, $n=12$)

		Είδος καλλιέργειας			
		Σιτάρι	Βίκος	Βαμβάκι	Κριθάρι
0-15 cm	Μάρτυρας	-0,97*	-0,88*	-0,97*	-0,91*
	NP	-0,96*	-0,94*	-0,90*	-0,95*
	Κοπριά	-0,92*	-0,62*	-0,80*	-0,86*
	Μείγμα	-0,95*	ns	-0,78*	-0,88*
15-30 cm	Μάρτυρας	-0,89*	-0,73*	-0,98*	-0,85*
	NP	-0,88*	-0,69*	-0,98*	-0,92*
	Κοπριά	-0,90*	-0,49ns	-0,96*	-0,85*
	Μείγμα	-0,90*	-0,52ns	-0,97*	-0,85*
30-45 cm	Μάρτυρας	-0,99*	ns	-0,84*	-0,87*
	NP	-0,97*	ns	-0,89*	-0,78*
	Κοπριά	-0,96*	-0,67*	-0,80*	ns
	Μείγμα	-0,92*	ns	-0,78*	-0,74*

Στα τεμάχια της ακατεργασίας διαπιστώθηκε μια σταδιακή αύξηση της αντίστασης από καλλιέργεια σε καλλιέργεια λόγω της συμπίεσης των μηχανημάτων γεγονός που καθιστά αναγκαία την κατεργασία μετά από 5 έως 6 έτη. Τα τεμάχια με οργανική λίπανση (κοπριά και μείγμα) παρουσίασαν μικρότερη αντίσταση από τα τεμάχια του μάρτυρα και αυτό οφείλεται στην καλύτερη δομή και στην βελτίωση του πορώδους του εδάφους λόγω της επίδρασης της κοπριάς όπως έχει αναφερθεί και από τον Ekwue, (1992), ενώ τα φυτικά υπολείμματα επέδρασαν θετικά στην υγρασία του εδάφους, (Vyn et al., 1998). Η επίδραση της κοπριάς στην μείωση της αντίστασης εμφανίσθηκε και στα τρία συστήματα εδαφοκατεργασίας παρουσιάζοντας υψηλές συσχετίσεις αντίστασης και υγρασίας εδάφους, (Πιν. 6).

7.2.2. Μέση Σταθμισμένη Διάμετρος Συσσωματωμάτων

Η Μέση Σταθμισμένη Διάμετρο Συσσωματωμάτων (ΜΣΔΣ) στα τεμάχια της ακατεργασίας ήταν μεγαλύτερη από τα αντίστοιχα της φρέζας και της άροσης και οφείλεται στα εργαλεία της εδαφοκατεργασίας τα οποία θρυμματίζουν το έδαφος άλλα εντονότερα και άλλα λιγότερο έντονα. Αντίθετα στα τεμάχια της ακατεργασίας τα συσσωματώματα διατηρούν μια σταθερή διάμετρο στην πορεία του χρόνου κάτι που έχει αναφερθεί και σε μελέτες των Proffit *et al.*, (1995) και Singh *et al.*, (1994). Στα τεμάχια της άροσης και της φρέζας οι μικρές τιμές ΜΣΔΣ έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό κρούστας μετά από βροχόπτωση, η οποία διαλύει τα συσσωματώματα γρηγορότερα και ευκολότερα φράζοντας τους πόρους, με αποτέλεσμα το νερό να λιμνάζει και να μην διηθείται, αυξάνοντας έτσι τις απώλειες από εξάτμιση ή απορροή. Η προσθήκη κοπριάς είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ΜΣΔΣ όπου αυτή εφαρμόστηκε λόγω της συγκολλητικής της δράσης. Αυτό αποδεικνύεται και από την θετική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ της ΜΣΔΣ και του οργανικού C (Πιν.7). Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας ως προς την ΜΣΔΣ στο βάθος 30-45cm δεν οφείλονται στον θρυμματισμό των εδαφοτεμαχιδίων αλλά στο βαθμό συμπίεσης που το καθένα από τα εργαλεία επιφέρει στο βάθος αυτό του εδάφους. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ ΜΣΔΣ και των διαφορετικών κατηγοριών πόρων παρουσιάζονται στον πίνακα 35.

Πίνακας 7 : Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ Μέσης Σταθμισμένης Διαμέτρου Συσσωματωμάτων και περιεκτικότητας οργανικού C στο έδαφος στις 4 καλλιέργειες και στο βάθος 0-15cm . (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, n=16)

	Είδος καλλιέργειας			
	Σιτάρι	Βίκος	Βαμβάκι	Κριθάρι
Άροση	0,60*	0,56*	0,95*	0,60*
Φρέζα	0,53*	0,60*	0,86*	ns
Ακατεργασία	0,87*	0,81*	0,93*	0,55*

Πίνακας 8: Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ Μέσης Σταθμισμένης Διαμέτρου Συσσωματωμάτων και του ποσοστού α)μεσοπόρων, β) μακροπόρων και γ)ολικού πορώδους σε 3 βάθη και σε 4 καλλιέργειες. (*=στατιστικά σημαντικά για $p < 0,05$, ns = μη στατιστικά σημαντικές τιμές, n=16)

		Μεσοπόροι	Μακροπόροι	Ολ. Πορώδες	
Σιτάρι	0-15 cm	Άροση	0,56*	0,59*	0,56*
		Φρέζα	0,87*	0,69*	0,63*
		Ακατεργασία	0,78*	0,92*	0,82*
	15-30 cm	Άροση	0,51*	0,79*	0,69*
		Φρέζα	ns	0,71*	0,81*
		Ακατεργασία	ns	ns	0,63*
	30-45 cm	Άροση	0,85*	0,77*	0,81*
		Φρέζα	0,56*	0,88*	0,87*
		Ακατεργασία	0,59*	0,61*	0,77
Βίκος	0-15 cm	Άροση	ns	ns	0,70*
		Φρέζα	0,63*	0,55*	ns
		Ακατεργασία	0,56*	0,53*	0,55*
	15-30 cm	Άροση	0,82*	0,55*	ns
		Φρέζα	0,77*	0,82*	ns
		Ακατεργασία	0,65*	0,80*	ns
	30-45 cm	Άροση	ns	ns	ns
		Φρέζα	ns	ns	ns
		Ακατεργασία	ns	0,54*	ns
Βαμβάκι	0-15 cm	Άροση	0,78*	0,82*	0,77*
		Φρέζα	0,71*	0,54*	0,83*
		Ακατεργασία	0,81*	0,68*	0,79*
	15-30 cm	Άροση	0,68*	0,70*	0,74*
		Φρέζα	0,54*	0,53*	0,55*
		Ακατεργασία	0,76*	0,76*	0,79*

Κρ. θάραξ	30-45 cm	Άροση	0,57*	0,75*	0,62*
		Φρέζα	0,52*	0,72*	0,54*
		Ακατεργασία	0,91*	0,92*	0,90*
	0-15 cm	Άροση	0,64*	0,82*	0,63*
		Φρέζα	0,74*	0,76*	0,62*
		Ακατεργασία	0,80*	0,69*	0,85*
	15-30 cm	Άροση	0,51*	ns	0,53*
		Φρέζα	0,58*	0,69*	0,52*
		Ακατεργασία	ns	0,52*	0,56*
	30-45 cm	Άροση	ns	ns	0,52*
		Φρέζα	0,59*	0,63*	0,94*
		Ακατεργασία	0,55*	ns	ns

7.2.3. Οργανικός άνθρακας (C)

Ο οργανικός C και κατ' επέκταση η οργανική ουσία στο έδαφος επηρεάζεται από το σύστημα εδαφοκατεργασίας. Η κατεργασία και μέσω αυτής ο αερισμός προκαλεί και ευνοεί την οξείδωση της οργανικής ουσίας σε αντίθεση με το σύστημα της ακατεργασίας που δεν αναμοχλεύει και διατηρεί σε σταθερούς ρυθμούς την ανανέωση του εδαφικού αέρα και κυρίως στο βάθος 0-15cm. Οι μεταβολές του οργανικού C καθ' όλη τη διάρκεια της αμειψισποράς παρουσιάζονται στον πίνακα 40, όπου παρατηρείται μια μικρή αυξητική τάση στον οργανικό C λόγω κυρίως της παραμονής των φυτικών υπολειμμάτων.

7.2.4 Ολικό N

Μεγάλες ποσότητες οργανικού N προέρχονται αρχικά με την οργανική λίπανση (κοπριά). Στην συνέχεια η κύρια πηγή οργανικού αζώτου στο έδαφος ήταν η βιολογική δέσμευση του N₂ από το βακτήριο *Rhizobium leguminosarum* κατά την ενδιάμεση καλλιέργεια του βίκου. Έτσι στα τεμάχια της ακατεργασίας που είχαμε εντονότερη αζωτοδέσμευση παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά εδαφικού N καθώς και κατά τις επόμενες καλλιέργειες του βαμβακιού και του κριθαριού παρά το γεγονός ότι ένα μόνο μέρος από το δεσμευόμενο N αμινοποιείται και στην συνέχεια αμμωνιοποιείται προκειμένου να είναι διαθέσιμο για τα φυτά. Οι προσδιορισθείσες ποσότητες οργανικού N στο έδαφος ήταν μεγαλύτερες στα τεμάχια της ακατεργασίας και ακολούθησαν τα τεμάχια της φρέζας και τέλος τα τεμάχια της άροσης, όπως έχει αναφερθεί και από παρόμοια εργασία του Carter, (1992).

Επίσης τα υποτεμάχια που είχαν δεχθεί λίπανση με κοπριά ή μείγμα παρουσίασαν μεγαλύτερο ποσοστό οργανικού Ν στο έδαφος και αυτό αποδίδεται αφ' ενός στα ποσά Ν που προέρχονται από την κοπριά και αφ' ετέρου στην αναζωογόνηση των μικροοργανισμών και την μεγαλύτερη ανοργανοποίηση του Ν. Οι μεταβολές του ολικού Ν καθ' όλη την διάρκεια της αμειψισποράς παρουσιάζονται στον πίνακα 9, όπου οι μεταβολές αυτές οφείλονται στις εισροές κοπριάς.

7.2.5 Οξύτητα του εδάφους (pH)

Η οξύτητα του εδάφους δεν επηρεάστηκε από το σύστημα της εδαφοκατεργασίας. Αντιθέτως η λίπανση αύξησε την οξύτητα σε σχέση με το μάρτυρα γεγονός που οφείλεται στο είδος και στις ιδιότητες της ανόργανης λίπανσης. Στο βάθος όμως 30-45cm δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ούτε και ως προς την λίπανση.

7.2.6 Διήθηση ύδατος

Η διήθηση του ύδατος ήταν μεγαλύτερη στα τεμάχια της ακατεργασίας σε σύγκριση με αυτά της φρέζας και της άροσης. Αυτό ήταν αποτέλεσμα του καλύτερου πορώδους, και των υψηλότερων τιμών ΜΣΔΣ όπως έχει αναφερθεί και από τους Angers *et al.*, (1994). Στην ακατεργασία η δομή του εδάφους ήταν πιο σταθερή γιατί δεν καταστράφηκαν τα επιφανειακά συσσωματώματα του εδάφους για να φράξουν στην συνέχεια τους πόρους του εδάφους και να μειώσουν έτσι το διηθούμενο ποσό ύδατος. Στην υπεροχή στο ποσοστό μακροπόρων, των τεμαχίων της ακατεργασίας, οφείλεται η μεγαλύτερη ταχύτητα διήθησης ενώ στα συστήματα της φρέζας και της άροσης ήταν μικρότερη στοιχεία που συμφωνούν με αυτά των Home *et al.*, (1992). Στα τεμάχια της άροσης η καμπύλη της ταχύτητας διήθησης σε συνάρτηση με το χρόνο παρουσίασε μετά από περίπου 30 λεπτά απότομη μείωση, ενώ αντίθετα η μείωση της καμπύλης διήθησης στα τεμάχια της ακατεργασίας δεν ήταν τόσο απότομη. Θετική επίδραση είχε και η παρουσία των φυτικών υπολειμμάτων καθώς και ο μεγάλος αριθμός γαιοσκωλήκων, κυρίως οι βιοπόροι τους, στα τεμάχια της ακατεργασίας όπως έχει αναφερθεί και από τους Willoughby *et al.*, (1997).

7.2.7 Θερμοκρασία εδάφους

Η θερμοκρασία του εδάφους, όπως αναμενόταν, επηρεάστηκε σημαντικά από το σύστημα εδαφοκατεργασίας. Η επίδραση της θερμοκρασίας έγινε αισθητή στο φύτευμα, στην ανάπτυξη ριζών και στην ένταση της μικροβιακής δραστηριότητας. Στα τεμάχια της ακατεργασίας η θερμοκρασία στα 7cm βάθος εδάφους ήταν υψηλότερη το χειμώνα και χαμηλότερη το καλοκαίρι σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα και κυρίως με το σύστημα της άροσης όπου μετρήθηκε στα αγροτεμάχιά της η μικρότερη θερμοκρασία το χειμώνα και η μεγαλύτερη το καλοκαίρι, παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν και από τον Khan, (1988). Η κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους των τεμαχίων της ακατεργασίας με φυτικά υπολείμματα μείωσε τις απώλειες ύδατος από την εξάτμιση το καλοκαίρι και διατήρησε μεγαλύτερη ποσότητα εδαφικού ύδατος. Επίσης, στα τεμάχια της ακατεργασίας, λόγω της υψηλής θερμοχωρητικότητας του ύδατος δεν υπήρξε μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους όσο στην άροση όπου η επιφάνεια είναι γυμνή κάτι που έχει αναφερθεί και από τον Prihar *et al.*, (1979). Αντίθετα το χειμώνα τα φυτικά υπολείμματα μείωσαν τις απώλειες ενέργειας από ακτινοβολία διατηρώντας έτσι υψηλότερη τη θερμοκρασία σε σχέση με το γυμνό έδαφος. Επίσης η επίδραση της θερμοκρασίας συσχετίστηκε στενά και με τη μικροβιακή δραστηριότητα και κυρίως στις χειμερινές καλλιέργειες όπου οι τιμές των θερμοκρασιών έπεσαν σε οριακά επίπεδα για τη δράση των μικροοργανισμών.

Πίνακας 9: Μεταβολές των κυριότερων φυσικών χημικών & βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους κάτω από τις καλλιέργειες της αμειψισποράς. Οι τιμές αναφέρονται στο μέσο όρο των λιπαντικών μεταχειρίσεων, στο στάδιο ωρίμανσης της καλλιέργειας και στο βάθος εδάφους (0-15 cm). (Αρ:Αροση, Φρ:Φρέζα & ΝΤ:Ακατεργασία).

	Φ.Π <i>g/cm³</i>			Τελική Διήθηση cm/h			Μακροπόροι %			Μεσοπόροι %			Μικροπόροι %			Ολικό Πορώδες %		
	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>
Σιτάρι	1,32	1,28	1,26	24	42	54	18,4	20,8	25,1	17	17,6	17,8	12,8	11,9	10,1	48,2	50,3	53
Βίκος	1,34	1,29	1,23	31	42	55	19,1	21,5	24,7	17,2	18,2	18,1	12,6	11,6	10,5	48,9	51,3	53,3
<i>Βαμβάκι</i>	1,36	1,33	1,24	48	49	57	18,2	20,5	23,4	17,0	17,8	18,4	12,8	11,5	10,6	48,5	49,8	52,4
Κριθάρι	1,36	1,31	1,28	28,8	50,4	60	18,8	20,9	24,1	17,1	18,0	17,6	12,9	11,7	10,4	48,8	50,6	52,1

	ΜΣΔΣ <i>mm</i>			Οργανικός C %			Ολικό N %			pH			Γαιοσκώληκες άτομα / m²			Έκλυση CO₂ (mg/100g εδαφ.)		
	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>	<i>Αρ.</i>	<i>Φρ.</i>	<i>ΝΤ</i>
Σιτάρι	12,7	13,1	14,3	1,16	1,18	1,31	0,132	0,141	0,158	7,25	7,26	7,26	22	25	34	22	25	30
Βίκος	16,0	15,8	14,5	1,32	1,39	1,47	0,109	0,118	0,126	7,28	7,28	7,27	22	29	65	33	40	48
<i>Βαμβάκι</i>	13,4	13,6	15,3	1,04	1,09	1,24	0,126	0,140	0,155	7,29	7,27	7,26	5	9	17	17	19	24
Κριθάρι	13,3	14,0	14,3	1,34	1,36	1,40	0,150	0,152	0,160	7,25	7,26	7,22	13	20	27	23	24	31

7.3 Βιολογικές ιδιότητες εδάφους.

7.3.1 Γαιοσκώληκες

Ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας παρουσίασε διαφορές, με μεγαλύτερο αριθμό στο σύστημα της ακατεργασίας και σημαντικά μικρότερο στην φρέζα και στην άροση όπως έχει αναφερθεί και από τους Jordan *et al.*, (1997), και Nuntinen, (1992). Οι διαφορές αυτές οφείλονται στις διαφοροποιήσεις που προκάλεσαν τα συστήματα της εδαφοκατεργασίας στους παράγοντες, όπως το ποσοστό του οργανικού C, το ποσοστό ολικού N, το λόγο C/N. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής, ότι το σύστημα της ακατεργασίας δεν καταστρέφει τις στοές των γαιοσκωλήκων όπως αναφέρει και ο Bostrom, (1995), καθώς και το γεγονός ότι τα φυτικά υπολείμματα που παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους και αναλαμβάνουν προστατευτικό ρόλο από τους φυσικούς εχθρούς των γαιοσκωλήκων. Η μείωση της εδαφικής υγρασίας καθώς και η αυξημένη συμπίεση μείωσαν τον πληθυσμό των γαιοσκωλήκων στα τεμάχια της άροσης και της φρέζας όπως έχει αναφερθεί και από τους Sochting & Larink, (1992).

Όπως αναμένονταν ο οργανικός C και το ολικό N επηρέασαν τον πληθυσμό των γαιοσκωλήκων και αυτό γιατί η οργανική ουσία αποτελεί τροφή για τους γαιοσκώληκες. Γι' αυτό άλλωστε στο σύστημα της ακατεργασίας, όπου το ποσοστό του οργανικού C και του ολικού N ήταν υψηλότερα, από τα άλλα συστήματα της εδαφοκατεργασίας βρέθηκαν περισσότεροι γαιοσκώληκες όπως έχει αναφερθεί και από τους Kladinco *et al.*, (1997).

Οι γαιοσκώληκες από πολλούς χαρακτηρίζονται και ως «οι αρχιτέκτονες του εδάφους» ανοίγοντας στοές στο έδαφος συμβάλλουν στην αύξηση του ολικού πορώδους και κυρίως στους μακροπόρους αλλά και στην αύξηση της διήθησης του εδάφους. Στο σύστημα της ακατεργασίας όπου ο πληθυσμός των γαιοσκωλήκων ήταν μεγαλύτερος παρατηρήθηκε και μεγαλύτερη διήθηση αλλά και μεγαλύτερο πορώδες. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι διαφορές που μετρήθηκαν στο πορώδες οφείλονται αποκλειστικά στους γαιοσκώληκες αλλά ότι και αυτοί συμβάλλουν σε κάποιο βαθμό θετικά στην αύξηση του πορώδους με την δημιουργία βιοπόρων παρουσιάζοντας θετική συσχέτιση όπως έχουν αναφέρει οι Willoughby *et al.*, (1997)

7.4 Αλληλεπίδραση των κυριότερων παραμέτρων.

Από τις παραμέτρους που μελετήθηκαν αυτοί που επηρεάζονται άμεσα είναι η αντίσταση του εδάφους, η πυκνότητα των ριζών και έμμεσα η φυλλική επιφάνεια και η απόδοση.

Η αντίσταση του εδάφους επηρεάζεται ή επηρεάζει την φαινομενική πυκνότητα του εδάφους, το πορώδες, και την ΜΣΔΣ. Η σχέση μεταξύ ΜΣΔΣ και αντίστασης καθώς και η σχέση μεταξύ ολικού πορώδους και αντίστασης ήταν αρνητική, ενώ η σχέση μεταξύ φαινομενικής πυκνότητας και αντίστασης ήταν θετική. Από την αντίσταση του εδάφους στην διείσδυση επηρεάστηκε σημαντικά η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Έτσι μεταξύ αντίστασης του εδάφους και πυκνότητας ριζικού συστήματος παρουσιάστηκε αρνητική συσχέτιση. Τέλος η πυκνότητα του ριζικού συστήματος εμφάνισε θετική συσχέτιση με την φυλλική επιφάνεια ανά φυτό ή με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (στη καλλιέργεια βάμβακος). Οι παρατηρήσεις αυτές αφορούσαν όλες τις καλλιέργειες της αμειψισποράς και τα τεμάχια των τριών συστημάτων της εδαφοκατεργασίας.

Στα τεμάχια της ακατεργασίας παρατηρήθηκε μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό αλλά και μεγαλύτερη πυκνότητα ριζών ενώ ταυτόχρονα μικρότερη αντίσταση εδάφους πριν από την ωρίμανση των καλλιεργειών σε σχέση με τα τεμάχια της άροσης. Τα τεμάχια της φρέζας παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές, των τριών παραγόντων (αντίσταση, πυκνότητα ριζών και φυλλική επιφάνεια).

Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια των φυτών των τεμαχίων της ακατεργασίας συνέβαλε σε κάποιο βαθμό στις υψηλότερες αποδόσεις που μετρήθηκαν στο σύστημα αυτό σε σύγκριση με τα άλλα δύο συστήματα (φρέζα & άροση).

Σκοπός λοιπόν του συστήματος της εδαφοκατεργασίας είναι η δημιουργία συνθηκών εδάφους με αυξημένο πορώδες και με μικρή φαινομενική πυκνότητα ώστε η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση να είναι μικρή, γιατί αυτό ευνοεί την ανάπτυξη των ριζών του φυτού με αποτέλεσμα καλύτερη ανάπτυξη των φυτών που οδηγεί συνήθως σε μεγαλύτερες αποδόσεις. Προϋπόθεση όλων των παραπάνω είναι να διατηρείτε όσο το δυνατόν σταθερή η αντίσταση του εδάφους, το πορώδες και η φαινομενική πυκνότητα κάτι που το επιτυγχάνει το σύστημα της *ακατεργασίας* και σε συνθήκες σαν αυτές του αγροκτήματος του Γ.Π.Α.

- **Acharya C. L. and P. D. Sharma.** 1994. Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on an Alfisol in north-west India. *Soil Tillage and Research* 32: 291-302
- **Alakukku L.,** 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. I. Short –term effects on the properties of clay and organic soils. *Soil Tillage and Research* 37: 211-222
- **Aldrich R. J.** 1984. Weed crop ecology. Breton Publishers, North Scituate, MA.
- **Alvarez R., Diaz R., Barbero N., Santanatoglia O., and L. Blotta,** 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. *Soil Tillage and Research* 33: 17-28
- **Anaele A. O., and U. R. Bishnoi,** 1992. Effects of tillage, weed control methods and row spacing on soybean yield and certain soil properties. *Soil Tillage and Research* 23: 333-340
- **Anger D., Legere W., Avon D., N'Dayegamiye A., Cote D., Samson N. and D. Pageau** 1994. Effects of reduced tillage practices on soil quality in eastern Quebec. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 1 : 49-54
- **Arora V. K., Gajri P. R., and S. S. Prihar ,**1991. Tillage effects on corn in sandy soils in relation to water retentivity, nutrient and water management, and seasonal evaporativity. *Soil Tillage and Research* 21: 1-21
- **Arshad M. A., Gill K. S., and G. R. Coy,** 1994. Wheat yield and weed population as influenced by three tillage systems on clay soil in temperate continental climate. *Soil Tillage and Research* 28: 227-238
- **Arshad M. A., Gill K. S., Turkington T. K., and D. L. Woods.** 1997. Canola root rot and yield response to liming and tillage. *Agron. J.* 89: 17-22
- **Asoegwu S. N.** 1994. Equi-melon response to compaction due the wheel traffic on sandy loam ultisol. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 1 :165-172
- **Azooz R. H., Lowery B., and T. C. Daniel.** 1995. Tillage and residue management influence on corn growth. *Soil Tillage and Research* 33: 215-227

- **Baker, J. & J. Lafen.** 1983. “ Water quality consequences of conservation tillage” *J. Soil Water Cons.*, 38 : 186-194.
- **Barber R., Orellana M., Navarro F., Diaz O., and M. A. Soruco.** 1996. Effects of conservation and conventional tillage systems after land clearing on soil properties and crop yield in Santa Cruz, Bolivia. *Soil Tillage and Research* 38: 133-152
- **Baver L. D., Walter H. Gardner and Wilford R. Gardner.** 1972. Soil Physics. 4th Edition John Wiley and son, Inc. N. York, Toronto, London, Sydney.
- **Bhaget R. M., Sharma P. K., and Verma T. S.** 1994. Tillage and residue management effects on soil physical properties and rice yield in northwestern Himalayan soil. *Soil Tillage and Research* 29: 323-334
- **Biamah E.K., Nagaya L.M., Gichang E.M. and Chrogony R.K.** 1994. Microscale effects of tillage and manure on infiltration and erosion of crusting soil. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 1 : 275-298
- **Bonari E., Mazzoncini M., and A. Peruzzi.** 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape in a sandy soil. *Soil Tillage and Research* 33: 91-108
- **Borresen T.,** 1993. Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long – term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 2. Yields and weed infestation. *Soil Tillage and Research* 28: 109-121
- **Borresen T., and A. Njos,** 1993. Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 1. Soil properties. *Soil Tillage and Research* 28: 97-108
- **Borresen T., and A. Njos,** 1994. The effect of ploughing depth and seedbed preparation on crop yields, were infestation and soil properties from 1940 to 1990 on a loam soil in south eastern Norway. *Soil Tillage and Research* 32: 21-39
- **Bostrom U.** 1995. Earthworm populations (Lumbicidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil Tillage and Research* 35: 125-133
- **Bradford J. M., and Chi-hua Huang,** 1994. Interrill soil erosion as affected by tillage and residue cover. *Soil Tillage and Research* 31: 353-361
- **Braunack M. V. ,** 1995. Effect of aggregate size and soil water content on emergence of soybean and maize. *Soil Tillage and Research* 33: 149-161

- **Bremer J. M.** 1960. Determination of nitrogen in soil by kjedahl method. *J. Agr. Sci.* 55:1-23.
- **Buhler D. D.**, 1992. Population dynamics and control of annual weeds in corn as influenced by tillage systems. *Weed Science* 40:241-248
- **Burrows, W. C. and W. E. Larson.** 1962 Effect of amount of mulch on soil temperature and early growth of corn, *Agron. J.*54: 19-23.
- **Carter M. R.** 1992. Influence of reduced tillage systems on organic matter, microbial biomass, macro- aggregate distribution and structural stability of surface soil in a humid climate. *Soil Tillage and Research* 23: 361-372
- **Carter M. R.** 1998. Temporal variability of soil macroporosity in a fine sandy loam under mouldboard ploughing and direct drilling. *Soil Tillage and Research* 12: 37-51
- **Chan K. Y., and D. P. Heenan,** 1996.Effect of tillage and stubble management on water storage, crop growth and yield in a wheat – lupin rotation in southern NSW. *Aust. J. Agric. Res.* 47: 479-488
- **Chang C., and C. W. Lindwall.** 1992. Effects of tillage and crop rotation on physical properties of a loam soil. *Soil Tillage and Research* 22: 383-389
- **Christensen N. B., Lindemann W. C., Salazar-Sosa E., and L. R. Gill,** 1994. Nitrogen and carbon dynamics in No-till and stubble mulch tillage systems. *Agron. J.* 86: 298-303
- **Christidis B. C. and Harrison G.** 1955. Cotton Growing problems. Mc Graw-Hill Book Company Inc. N. York, Toronto, London.
- **Colvin, T. , D. Erbach, S. Marley, and H. Erickson.** 1983. Large- Scale Evaluation of a till plant system. Paper presented at summer meeting of *Amer. Agric. Eng.*, Montana State Univ., Bozeman.
- **Conversation Technology Information Centrer, West Lafayette:**
<http://www.ctic.purdue.edu/Core4>
- **Constable G. A., Rochester I. J., and I. Daniells.** 1992. Cotton yield and nitrogen requirement is modified by crop rotation and tillage method. *Soil Tillage and Research* 23: 41-59
- **Constantini A., Cosentino D., and A. Segat.** 1996. Influence of tillage systems on biological properties of a Typic Argiudoll soil under continuous maize in central Argentina. *Soil Tillage and Research* 38: 265-271

- **Conyers M. K., Heenan D. P., Poile G. J., Cullis B. R., and K. R. Helyar,** 1996. Influence of dryland agriculture management practices on the acidification of a soil profile. *Soil Tillage and Research* **37**: 127-141
- **Cook G. D., So H. B., and R. C. Dalal,** 1992. Structural degradation of two vertisols under continuous cultivation. *Soil Tillage and Research* **24**: 47-64
- **Cook S. M., Gupta S. C., Woodhead T. and W. Larson.** 1995. Soil physical constraints to establishment of mungbeans in paddy rice soils. *Soil Tillage and Research* **33**: 47-64
- **Crosson, P** 1981. Conservation Tillage and Conventional Tillage: A Comparative Assessment. Soil Conservation Society of America, Ankeny, Iowa.
- **Cruz, J. C.** 1982. Effect of Crop Rotation and Tillage system on some soil physical properties, Root Distribution and crop Production, Ph. D. Thesis, Purdue University W. Lafayette, IN.
- **Dalal, R. C., Hederson P. A. and J. M. Gasby.** 1991. Organic matter and microbial biomass in a vertisol after 20 yr of zero-tillage. *Soil biology and biochemistry.* **23**: 435-441.
- **Danfors B.** 1994. Changes in subsoil porosity caused by heavy vehicles. *Soil Tillage and Research* **29**: 135-144
- **Dao Thanh.** 1996. Tillage system and crop residue effects on surface compaction of a Paleustoll. *Agron. J.* **88**: 141-148
- **Dick W. , Edwards W., Stehouwer R. C. and D. J. Eckert.** 1992. Maize yield and nitrogen uptake after established no-tillage fields are plowed. *Soil Tillage and Research* **24**: 1-10
- **Doran J. W.** 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with residue management with residue tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **44**: 518-524.
- **Edwards, C.A. and Lofty, J.R.,** 1977. The biology of earthworms . Chapman and Hall, London , England.
- **Ekwue E. I.** 1992. Effect of organic and fertiliser treatments on soil physical properties and erodibility. *Soil Tillage and Research* **22**: 199-209
- **Filek W., Koscielniak J., and S. Grzesiak.** 1997. The effect of nitrogen fertilization and population density of field bean (*Vicia faba L. minor*) of indeterminate and determinate growth habit on the symbiosis with root nodule bacteria and on the seed yield. *J. Agronomy & Crop Science.* **179**: 171-177

- **Finlay M. J., Tisdall J. M., and B. M. McKenzie.** 1994. Effect of tillage below the seed on emergence of wheat seedlings in a hardsetting soil. *Soil Tillage and Research* 28: 213-225
- **Fox, R. and L. Hoffman,** 1981. "The effect of N fertilizer source on grain yield, N uptake, soil pH and lime requirement for no-till corn." *Agron. J.* 73: 891-895.
- **Franzluebbers A. J. and M. A. Arshad.** 1996. Soil organic matter pools with conventional and zero tillage in a cold, semiarid climate. *Soil Tillage and Research* 39: 1-11
- **Franzluebbers A. J., Hons F. M., and D. A. Zuberer,** 1995. Tillage induced seasonal changes in soil physical properties affecting soil CO₂ evolution under intensive cropping. *Soil Tillage and Research* 34: 41-60
- **Fussell G. E.** 1965: Farming technique from prehistoric to modern times. Pergamon, Oxford.
- **Gajri P., Arora V. K., and S. S. Prihar.** 1992. Tillage management for efficient water and nitrogen use in wheat following rice. *Soil Tillage and Research* 24: 167-182
- **Gemtos T. A., Galanopoulou St. & Chr. Cavalaris.** 1998. Wheat establishment after cotton with minimal tillage. *European Journal of Agronomy.* 8: 137-147.
- **Gerik T., Faver K., Thaxton P., and K. M. El-Zik.** 1996. Late season water stress in Cotton: I. Plant Growth, water use, and Yield. *Crop Sci.* 36: 914-921
- **Gill K., Garji P., Chaudhary M., and B. Singh.** 1996. Tillage, mulch and irrigation effects on corn in relation to evaporative demand. *Soil Tillage and Research* 39: 213-227
- **Griffith D. R., Mannering J. V. and Box J. E.** 1986. Soil and moisture management with reduced tillage. Chapter 2 in Sprague M. A. and Trilpett b. G. (eds). No-Tillage and Surface -Tillage agriculture. The tillage revolution. John Wiley and son, Inc. N. York, Toronto, Chichester, Brisbane, Singapore, pg: 19-27
- **Griffith, D. R., J. V. Mannering, and W. C. Moldenhauer.** 1977. Conservation tillage in the Eastern Corn Belt, *J. Soil & Water Cons.* 32: 20-28
- **Gumbs F., Simpson L., and J. Lindsay.** 1994. The comparative response of

cowpea and maize to conventional tillage and No-Tillage on clay and loam soils. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 2 :803-812

- **Hakansson I. and V. W. Medvedev.** 1995. Protection of soils from mechanical overloading by establishing limits for stresses caused by heavy vehicles. *Soil Tillage and Research* 35: 85-97
- **Hammel J. E.,** 1995. Long term Tillage and crop retention effects on winter wheat production in Northern Idaho. *Agron. J.* 87: 16-22
- **Heard J. R., Kladviko E. J., and J. V. Mannering.** 1998. Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silty soils under long – term conservation tillage in Indiana. *Soil Tillage and Research* 11: 1-18
- **Hermawan B. and K. C. Cameron,** 1993. Structural changes in a silt loam under long term conventional or minimum tillage. *Soil Tillage and Research* 26: 139-150
- **Hooker D. C. and T. Vyn .**1994. Alternative weed control strategies with conservation tillage to soybeans. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 2 : 977-982
- **Horne D., Ross C., and K. Hughes.** 1992 Ten years of maize / oats rotation under three tillage system on silt loam in New Zealand. 1. A comparison of some soil properties. *Soil Tillage and Research* 22: 131-143
- **Howeler R. H., Ezumah H. C. and D. J. Midmore.** 1993. Tillage systems for root and tuber crops in the tropics. *Soil Tillage and Research* 27: 211-240
- **Hulme P. J., McKenzie D. C., MacLeod D. A., and D. T. Anthony.** 1996. An evaluation of controlled traffic with reduced tillage for irrigated cotton on a Vertisol. *Soil Tillage and Research* 38: 217-237
- **Hulugalle N. R.** 1994. Effect of soil preparation method and cotton-based cropping system on seedbed soil properties in a vertisol. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 2 : 789-794
- **Isermeyer, H.** 1952. *Zeitschr. Pflanzenern., Dung., Bodenk.* 52: 26
- **Iwuafor E. N. O. and B. Kang.** 1994. Soil conditions under conventional and zero tillage systems with and without mulch and fertilizers. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. 2 : 1031-1042.
- **Iwuafor E. N. O., Kang B. and Ike I.** 1994. “Effect of mulch and nitrogen fertilization under a zero tillage system on maize growth and yield” ISTRO,

- **Jacobsen, J. S. & Westerman, R. L.** 1991. Stratification of soil acidity derived from N- fertilization in winter wheat tillage systems. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **22** :1335-1346.
- **Jensen L., McQueen D., and T. G. Shepherd.** 1996. Effects of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. I. Fields measurements. *Soil Tillage and Research* **38**: 175-188
- **Jolly, R. W., W. Edwards, and D. C. Erbach.** 1982. An economic analysis of conservation tillage under Iowa conditions: A case study. In *Farm Agricultural Resources: Management Conference on Conservation Tillage*. Iowa St. U., Ames, IA.
- **Joep E. M.** Agricultural implements. 1956. Chapter 3 in Singer C., Holmyard J. Hall A. R. and Williams T. (eds). *A history of technology, vol II, The Mediterranean Civilization and Middle ages*, Oxford Press, England, pg: 81-93.
- **Jordan D., Stecker J. Cacnio N., Li F, Gantzer C. and J. Brown,** 1997. Earthworm activity in No-Tillage and conventional Tillage systems in Missouri soil : A Preliminary study. *Soil Biology and biochemistry* **29**: 489-491
- **Kabakci H., Chevalier P., and R. Papendick.** 1993. Impact of tillage and residue management on dryland spring wheat development. *Soil Tillage and Research* **26**: 127-137
- **Kahnt G.** 1976, *Ackerbau ohne Pflug*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 128 pg
- **Kandiah A.** “ Influence of soil properties and crop cover on erodibility of soils” pg476-487, από το βιβλίο *Soil Physical properties and Crop Production in the tropics*, edited by R Lal & D. J. Greenland,1979, Pitman Press.
- **Kannegieter A. ,** 1967 “ Zero cultivation and other methods of reclaimed pueraria fallowed land for food crop cultivation in the forest zone of Ghana” *Tropical Agriculturist*, 128, 1-8. Αναφορά από Lal “Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics” Edited by R Lal & D. Greenland.1979. Pitman Press.
- **Karami E.** 1974: The effect of certain morphological and physiological characters on earliness , yields and fibre quality of America upland cotton. From *Abst. Cott. Rev.* vol 51 no 2:161
- **Karlen D. L., Wollenhaupt N. C., Erbach D. C., Berry E. C., Swan J. B.,**

- Eash N. S., and J. L. Jordahl. 1994. Long term tillage effects on soil quality. *Soil Tillage and Research* 32: 313-327
- **Khan A. R.**, 1988. Effect of tillage on soil temperature. *International Agrophysics* 4: 317-324.
 - **Kladivko E., Akhouri N., and Weesies G.** 1997. Earthworm population and species distributions under No-till and Conventional Tillage in Indiana and Illinois. *Soil Biology and biochemistry* vol 29: 613-615
 - **Kladivko E., Akhouri N., Willoughby G., Savabi M., and M. H. Golabi.** 1994. Infiltration rate and earthworm populations under no-till and conventional tillage. *ISTRO, Procs. of Soil Tillage for Crop Production. Denmark. 1* :447-452
 - **Koepf , H.** 1950. Bodenatmung, die Moglichkeiten ihrer Bestimmung und ihre Bedeutung fur die Charakterisierung des Bodenzustandes. Diss. Hohenheim.
 - **Kronen M.**, 1994. Water harvesting and conservation techniques for smallholder crop production systems. *Soil Tillage and Research* 32: 71-86
 - **Kronstad W. E. , W. McCuiston, M Swearingen and C.O. Qualset.** 1978. Crop selection for specific residue management systems. In W. R. Oschwald (ed). *Crop Residue Management System.* America Society of Agronomy, Madison, WI.
 - **Kuntze H., G. Roeschmann and G. Schwerdtfeger.** 1988. " Bodenkunde". Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
 - **Lewis, W. M. and A. D. Worsham.** 1981. Weed management in No-Tillage. In W. M. Lewis (ed). *No-Till crop production system in North Carolina- corn , soybeans, sorghum and forages. N. C. Agric. Ext. Serv. Bull. AG-273*, pg. 8-11.
 - **Lipiec J., Hakansson I., Tarkiewicz S., and J. Kossowski,** 1991. Soil physical properties and growth of spring barley as related to the degree of compactness of two soils. *Soil Tillage and Research* 19: 307-317
 - **Lipiec J., Szustak A. , Szatanic A., and Ksiezopolska A.,**1994 " Effect of soil compaction on the growth and nutrient uptake of barley and maize" *ISTRO, Procs. of Soil Tillage for Crop Production. Denmark. 2* : 683-688
 - **Lutz J. F.** 1947: Apparatus for collecting undisturbed soil samples. *Soil Sci.* 64: 399-401.
 - **Maduakor H. O.** 1993. Effect of soil compaction on leaf , stem, and fibrous root growth of cassava. *Soil Tillage and Research* 26: 69-78

- **Mahler, R. and Harder R. W.** 1984. The influence of tillage methods, cropping sequence, and N rates on the acidification of a northern Idaho soil. *Soil Science*, **137**: 52-60.
- **Mahli S. S., McAndrew D. W., and M. R. Carter**, 1992. Effect of tillage and N fertilization of a Solonetzic soil on barley production and some soil properties. *Soil Tillage and Research* **22**: 95-107
- **Mannering J. V., D. R. Griffith and C. B. Richey**. 1975. Tillage for moisture Conservation, *Am. Soc, Agr. Eng.* Paper No **75-2523**.
- **Mannering, J. V.** 1979. Conservation Tillage to Maintain Soil Production and Improve Water Quality, Coop. Ext. Serv. Pub. AY-222, Purdue Univ., W. Lafayette, IN.
- **Marelli H., B. DeMir, and A Lattanzi**. 1981. La temperatura del suelo y su relation con los sistemas de labranza. Informe Especial 14. EERA. Marcos Juarez, Argentina.
- **Martin N. A.** 1982 The interaction between organic matter in soil and the burrow activity of three species of earthworms. *Pedobiologia* **24**: 185-190.
- **Materechera S. A. and H. R. Mloza-Banda**. 1977. Soil penetration resistance, root growth and yield of maize as influenced by tillage system on ridges in Malawi. *Soil Tillage and Research* **41**: 13-24
- **Matin M. A. and Uddin M. S.** 1994 "Effect of different tillage operations on soil physical properties, root growth and the yield of rice" ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. **2** : 1087-1092
- **Microcal Origin** ver 3.1.: Microcal Software Inc. 1991. MA. USA.
- **Navas, J.** 1969. The effects of several Tillage Systems on some soil physical properties and on corn growth, M. S. Thesis, Purdue Univ. W. Lafayette, IN.
- **Norwood C.**, 1994. Profile water distribution and grain yield as affected by cropping system and tillage. *Agron. J.* **86**: 558-563
- **Nuutinen V.** 1992. Earthworm community response to tillage and residue management on different soil types in southern Finland. *Soil Tillage and Research* **23**: 221-239
- **Ojeniyi S. O. and J. M. Ogbonya**. 1994. Effect of zero and manual tillage on soil properties and okra. ISTRO, *Procs. of Soil Tillage for Crop Production*. Denmark. **2** : 1027-1030

- **Ohiti C. and Ezumah H. C.**, 1990: Tillage effect on cassava (*Manihot esculenta*) production and some soil properties. *Soil & Tillage Research*, **17**:221-229.
- **Oschwald W. & J. Siemens** .1976. "Conservation tillage : a perspective" **SM-30**, Agron. Facts.
- **Pabin J., Lipiec J., Wlodek S., Biskupski A. & A. Kaus**, 1998. Critical soil bulk density and strength for pea seedling root growth as related to other soil factor. *Soil Tillage and Research* **46**: 203-208.
- **Panayiotopoulos K. P., Papadopoulou C. P., and A. Hatjioannidou**, 1994. Compaction and penetration resistance of an Alfisol and Entisol and their influence on root growth of maize seedlings. *Soil Tillage and Research* **31**: 323-337
- **Pfost, D. L.** 1982. Tillage systems : technical advantages and limitations. In Conservation Tillage Seminar Proceedings. College of Agriculture, Univ. of Missouri, Columbia, MO.
- **Phillips, R. E., R. L Blevins, G. W. Thomas, W. W. Frye, and S. H. Phillips**. 1980. No-Tillage agriculture. *Science* **208**: 1108-1113.
- **Pierce F. J., Fortinn M., and M. Staton**, 1992. Immediate and residual effects of zone tillage in rotation with no-tillage on soil physical properties and corn performance. *Soil Tillage and Research* **24**: 149-165
- **Pikul J. L., Raming R. E., and D. E. Wilkins**, 1993. Soil properties and crop yield among four tillage systems in wheat-pea rotation. *Soil Tillage and Research* **26**: 151-162
- **Pikul L. J. and J. Kristian Aase**.1995. Infiltration and soil properties as affected by annual cropping in the Northern Great Plains. *Agron. J.* **87**: 656-662
- **Porter L. K., Follett R. F., and A. D. Halvorson**. 1996. Fertilizer nitrogen recover in a No-Till wheat- sorghum-fallow-wheat sequence. *Agron. J.* **88**: 750-757
- **Prasad J.**, 1996. A comparison between a rotavator and conventional tillage equipment for wheat –soybean rotations on a vertisol in Central India. *Soil Tillage and Research* **37**: 191-199
- **Prihar S. S. , N. T. Singh and B. S. Sandhu**. 1979. " Response of Crop to soil temperature changes induced by Mulching and Irrigation" R. Lal and D. J. Greenland (eds) "Soil Production in the tropics" Pitman Press. pg: 305-315.

- **Proffitt A. P. B., Bendotti S., and G. P. Riethmuller.** 1995. A comparison between continuous and controlled grazing on a red duplex soil. II. Subsequent effects on seedbed conditions, crop establishment and growth. *Soil Tillage and Research* 35: 211-225
- **Putnam, A. R. and J. DeFrank,** 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. *Crop Prod.* 2(2): 173-181.
- **Reicosky D. C., Dugas W. A. and H. a. Torbert.**1997. Tillage – induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. *Soil Tillage and Research* 41: 105-118
- **Rhoton F. E., Bruce R. R., Buehring N. W., Elkins G. B., Langdale C. W., and D.D. Tayler,** 1993. Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. *Soil Tillage and Research* 28: 51-61
- **Rochester I. J., Constable G. A., and P. G. Saffigna .** 1997. Retention of cotton stubble enhances N fertilizer recovery and lint yield of irrigated cotton. *Soil Tillage and Research* 41: 75-86
- **Roseberg R. J.** 1992. Tillage– and traffic- induced changes in macroporosity and macropore continuity: air permeability assessment. *Soil science Soc. Of America journal* 56: 1261-1267.
- **Roth C. H., Meyer B., Frede H., and R. Derpsch.** 1988. Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Parana, Brazil. *Soil Tillage and Research* 11: 81-91
- **Roth C. H. and T. Eggert.** 1994. Mechanisms of aggregate breakdown involved in surface sealing, runoff generation and sediment concentration on loess soils. *Soil Tillage and Research* 32: 253-269
- **Sandri R., Anken T., Hilfiker T., Sartori L., and H. Bollhalder,** 1988. Comparison of methods for determining cloddiness in seedbed preparation. *Soil Tillage and Research* 45: 75-90
- **Saxena A., Singh D. V. and N. L. Joshi.** 1997. Effects of tillage and cropping systems on soil moisture balance and pearl millet yield. *J. Agronomy & Crop Science.* 178: 251-257
- **Sidiras N., Derpsch R. and A. Mondardo.** 1983. Influence of three tillage systems on the soil water content and yield of soybean on Dystrophic Dusky

red latosol (Oxisol). *Rev. Bras. Ci. Solo.* 7: 103-106.

- **Sidiras N., Vieira S. R., and C. H. Roth.** 1984. Determination of some physical characteristics of a "Latossolo Roxo" under No-Tillage and conventional tillage. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 8: 265-268.
- **Sidiras N., Heinzmann, Kahnt G., Roth C. H. and R. Derpsch.** 1985. The importance of winter crops for controlling water erosion, and for the Summer Crops on two Oxisols in Parana, Brazil. *J Agronomy & Crop Science* 155: 205-214
- **Sidiras N & Pavan M.** 1985. Influence of soil management system on soil fertility levels. *R. bras. Ci. Solo.* 9: 249-254.
- **Sidiras N. and M. A. Pavan.** 1986. Influence of soil management practices on soil temperature. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 10: 181-184.
- **Sidiras N., Kahnt G., and E. Kubler,** 1988: The effects of different soil tillage systems, crop rotation and short time cover crops on soil losses and runoff. *J Agronomy & Crop Science* 160: 22-28
- **Sidiras N. and E. Kendristakis.** 1997. Effects of two planting systems on soil structure and root growth of maize. *J. Agronomy & Crop Science.* 178: 141-147
- **Silmak & Edwards,** 1997 Avoided response as a sublethal effect of pesticides on *Lubricus terrestris*. *Soil biology and biochemistry.* 29:713-715.
- **Singh B., Chanasyk D. S., McGill W. B., and M. P. Nyborg.** 1994. Residue and tillage management effects on soil properties of a typical cryoboroll under continuous barley. *Soil Tillage and Research* 32: 117-133
- **Smith C. W., Johnston M. A., and Lorentz S.** 1997. Assessing the compaction susceptibility of South Africa forestry soils. I The effect of soil type, water content and applied pressure on uni-axial compaction. *Soil Tillage and Research* 41: 53-57
- **Sochting W., and O. Larink** 1992. Effect of soil compaction on activity and biomass of endogeic lumbricids in arable soils. *Soil biology and biochemistry.* 24: 1595-1599.
- **Sojka R. E., Horne D. J., Ross C. W., and C. J. Baker.** 1997. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield. *Soil Tillage and Research* 40: 125-144
- **Sprague M. A. Overview.** 1986. Chapter 1 in Sprague M. A. and Trilpett b. G. (eds). No-Tillage and Surface –Tillage agriculture. The tillage revolution. John

Wiley and son, Inc. N. York, Toronto, Chichester, Brisbane, Singapore, pg: 1-15.

- **Statistica** for Windows ver 4.1 User manual. **Statsoft**. 1993.
- **Stewart G. A. and T. J. Vyn**. 1994. Influence of high axle loads and tillage systems on soil properties and grain corn yield. *Soil Tillage and Research* **29**: 229-235
- **Streeter J**. 1988. Inhibition of legume nodule formation and N₂ fixation by nitrate. *CRC Crit. Rev. Plant Sci*. **7**: 1-23.
- **Summerfield R.J. & R.J. Lawn** 1987. Tropical Grain Legume Crops: *A Commentary. Outlook on Agriculture*. Volume **16**. No 4.
- **Tate R. J.**1984 “ Soil Organic Matter- Biological & Ecological effects” Chapter 13. Pitman Press pg.260-278
- **Taylor H. M., and G. S. Brar**, 1991. Effect of soil compaction on root development. *Soil Tillage and Research* **19**: 111-119
- **Tebrugge F., Bohrensen A., Groß U., and R. During**. 1994. Advantages and disadvantages of No-Tillage compared to conventional plough tillage. *ISTRO, Procs. of Soil Tillage for Crop Production. Denmark*. **2** : 737-744
- **Triplet, G. , D. VanDoren and B. Schmidt**. 1968. Effect on corn stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration, *Agron. J.* **60**: 236-239.
- **Triplet G. B., Dabney S. M., and J. H. Siefker**. 1996. Tillage systems for cotton on silty upland soils. *Agron. J.* **88**: 507-512
- **Tull Jethro** 1733. Horse hoeing husbandary. London. αναφ. Sprague M. A. Overview.1986. No-Tillage and Surface –Tillage agriculture.
- **Unger P. W.** 1978.Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agron. J.* **70**:184-190.
- **Unger P. W. and T. C. Kaspar**. 1994. Soil compaction and root growth: A Review. *Agron. J.* **86**: 759-766
- **USDA** –National Crop Residue Management Survey, 1998 <http://www.usda.gov/>
- **Van Doren, D. M. and G. B. Triplett**, 1973.Mulch and tillage relationships in corn culture. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **37**: 766-769.
- **VanBavel C. M.**, 1949. Mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **14**: 20-23.

- **Voss M. & Sidiras N.** 1985. Nodulacao da soja em plantio direto em comparacao com palntio convencional. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasilia, **20**:775-782
- **Vyn T. J., Opoku G., and C. J. Swanton.** 1998. Residue management and minimum tillage systems for soybean following wheat. *Agron. J.* **90**: 131-138
- **Walkley A. & Black I. A. ,** 1934. An examination of the Degtiareff methods for determining soil organic and a proposed modification of chromic acid titration method. *Soil Sci.* **37**: 29-38.
- **Ward A. D., Hatfield J. L., Lamb J. A., Alberts E. E., Logan T., and J. L. Anderson,** 1994. The management systems evaluation areas program: Tillage and water quality research. *Soil Tillage and Research* **30**: 49-74
- **Watts C. W., and A. R. Dexter.** 1994. Traffic and seasonal influences on the energy required for cultivation and on subsequent tilth. *Soil Tillage and Research* **31**: 303-322
- **Whalley W. R., Dumitru E., and A. R. Dexter.** 1995. Biological effects of soil compaction. *Soil Tillage and Research* **35**: 53-68
- **Willoughby G., Kladivko E., and M. Savabi :**1997. Seasonal variations in infiltration rate under No-Till and Conventional (Disk) tillage systems as affected by *Lubricus terrestris* activity. *Soil Biology and biochemistry* **29**: 481-484
- **Witt, W. W.** 1984. Response of weeds and herbicides under No-Tillage conditions. In Roland E Phillips and S. H. Phillips (eds.). No-Tillage Agriculture Principles and Practices. Van Nostrand Reinhold Co. New York, pp. 152-170.
- **Worral V. S. and R. J. Roughley.** 1976. *J. Exp. Bot.*, **27**: 1233
- **Worsham, A. D.** 1980. No-Till corn-its outlook for the 80's. Proc. Ann. Corn and Sorghum Res. Amer. Seed Trade Assoc. **35**: 146-163.
- **Wyss E., and M. Glasstetter.** 1992. Tillage treatment and earthworm distribution in a swiss experimental corn field. *Soil biology and biochemistry.* **24**: 1635-1639.
- **Yakle G. Y. and B. D. Cruse,** 1983. Effects of Extracts of Fresh and Decomposing Corn Residue on Corn Seedling Development, Agronomy Abstracts, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
- **Young H. M.** 1982. No-Tillage farming. No-Tillage Farmer, Inc., Brookfield, WI.
- **Αναλογίδης Δ.** 1989 « Γονιμότητα και σχέσεις εδάφους-φυτών» Σημειώσεις

μαθημάτων. ΓΠΑ.

- **Ευθυμιάδης Π.** 1990. Σπορά και μειωμένη κατεργασία εδάφους. *Γεωργία & Κτηνοτροφία*. 3. σελ. 24-29
- Ιστοσελίδα **FAO** <http://apps.fao.org> 28/6/1998
- **Υπουργείο Γεωργίας - ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε** 1991. Οι Ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργειάς τους.