

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΘΕΜΑ:

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΚΑ-
ΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥΣ ΥΠΕΔΑΦΟΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΗ
ΜΕ ΑΒΑΘΗ ΥΝΑΚΙΑ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΝΤΖΙΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Θ. ΓΕΜΤΟΣ

Κ. ΚΙΤΤΑΣ

Ν. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2004



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

Αριθ. Εισ.: 4145/1
Ημερ. Εισ.: 30-11-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΣΕ-ΔΑΠΦΠ
2004
ΠΑΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ – ΟΡΙΣΜΟΣ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1. ΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ.....	3
1.1 Γενικά.....	3
1.2 Σπουδαιότητα.....	4
1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα.....	5
1.4 Προβλήματα.....	6
1.5 Προοπτικές	7
1.6 Το κόστος παραγωγής	8
2. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	9
2.1 Σημασία της κατεργασίας του εδάφους.....	9
2.2 Η λειτουργία των εργαλείων κατεργασίας του εδάφους	10
3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	14
4. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	15
4.1 Γενικά.....	15
4.2 Πρωτογενής κατεργασία.....	15
4.3 Δευτερογενής κατεργασία.....	16
4.4 Βελτίωση των γεωργικών μηχανημάτων	17
4.5 Βελτίωση βαρέων καλλιεργητών.....	17
5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΩΝ.....	18
6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	20
6.1 Γεωργικό πείραμα.....	20
6.2 Σχεδιασμός του μηχανήματος.....	22
7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	24
7.1 Δυναμομετρήσεις κατά την εργασία.....	24
7.2 Μέτρηση εδαφικών χαρακτηριστικών.....	29
7.3 Μέτρηση φυτών.....	30
7.4 Μέτρηση της ξηρής μάζας των ζιζανίων.....	30
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	31
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	44
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	45

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ - ΟΡΙΣΜΟΣ

Η κατεργασία του εδάφους συνίσταται στην θραύση των τεμαχίων εδάφους και στην δημιουργία μικρότερων, ώστε να αποτελέσει το κατάλληλο περιβάλλον για την βλάστηση και την αρχική ανάπτυξη του σπόρου της καλλιέργειας.

Η κατεργασία του εδάφους απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας και εργασία. Για αυτό γίνεται μεγάλη προσπάθεια μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας με βελτιστοποίηση των σχεδιασμών του μηχανήματος και με προσπάθεια να επιτευχθούν οι στόχοι με λιγότερα περάσματα των μηχανημάτων από το χωράφι.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την επίτευξη των πιο πάνω πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα για την αξιολόγηση διαφόρων συνδυασμών στελεχών υπεδαφοκαλλιεργητή (βαρύς καλλιεργητής) με χρήση αβαθών υνακίων πριν από τα κύρια στελέχη σε καλλιέργεια βαμβακιού. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την κατανάλωση ενέργειας στην πρωτογενή και δευτερογενή κατεργασία, στο βαθμό αναμόχλευσης του εδάφους, στην εξέλιξη των ζιζανίων καθώς επίσης και στην επίδραση στη καλλιέργεια βαμβακιού.

1. ΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ

1.1 Γενικά

Το βαμβάκι είναι ένα φυτό για βιομηχανική εκμετάλλευση, το οποίο καλλιεργείται για περισσότερο από 1000 χρόνια. Οι περιοχές στις οποίες ευδοκimei βρίσκονται μεταξύ των 38^ο γεωγραφικού μήκους βόρεια και 30^ο γεωγραφικού πλάτους νότια. Σύμφωνα με τη Διεθνή Συμβουλευτική Επιτροπή Βάμβακος (International Cotton Advisory Committee), η καλλιεργούμενη έκταση σε όλον τον κόσμο ανέρχεται σε 35 εκατομμύρια εκτάρια (1 εκτάριο = 10 στρέμματα), που παράγουν περίπου 59 εκατομμύρια κιλά ακατέργαστου βαμβακιού, δηλαδή 19 εκατομμύρια κιλά κατεργασμένου προϊόντος.

Οι σημαντικότερες χώρες παραγωγής βαμβακιού είναι οι ακόλουθες : Κίνα, Η.Π.Α., Ινδία, Πακιστάν, Ουζμπεκιστάν, Τουρκία, Βραζιλία. Από αυτές η Ινδία έχει τη μεγαλύτερη έκταση περίπου 8.700.000 εκτάρια. (Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία 2000)

Η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία είναι οι κύριες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που καλλιεργούν βαμβάκι. Έχει καλλιεργηθεί βαμβάκι στην Πορτογαλία και την Ιταλία αλλά σε μικρή κλίμακα. Επιπλέον η χώρα μας συγκαταλέγεται μεταξύ των 10 σημαντικότερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών του κόσμου.

Η Ελλάδα, παρόλο που γεωγραφικά είναι οριακή περιοχή για τη βαμβακοκαλλιέργεια, συμπεριλαμβάνεται μεταξύ των πρώτων χωρών παγκοσμίως, τόσο από άποψη αποδόσεων, όσο και από άποψη ποιότητας βαμβακιού τύπου Upland.

Επιπλέον, είναι η πρώτη βαμβακοπαραγωγός χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνεισφέροντας περισσότερο από το 80% της συνολικής παραγωγής.

- Οι κύριοι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η πρόοδος της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα είναι (Γαλανοπούλου – Σενδούκα 1994):

- Η ίδρυση του Οργανισμού Βάμβακος και του Ινστιτούτου Βάμβακος, που έχουν συντελέσει τα μέγιστα στη δημιουργία κατάλληλων ποικιλιών και τεχνικών καλλιέργειας του βαμβακιού

- Η ανάπτυξη της τοπικής κλωστοϋφαντουργίας

- Η πλήρης εκμηχάνιση της καλλιέργειας

- Η είσοδος της Ελλάδας στην Ε.Ε., γεγονός που επέτρεψε στους παραγωγούς να απολαύσουν υψηλές τιμές, λόγω της παροχής ειδικών επιδοτήσεων.

1.2 Σπουδαιότητα

Στην Ευρώπη μεγάλος αριθμός οικογενειών εξαρτάται από την καλλιέργεια του βαμβακιού, γι' αυτό θεωρείται ως μια καλλιέργεια με κοινωνικό ενδιαφέρον και αυτός είναι ο λόγος που χρηματοδοτείται από την Ε.Ε.

Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, το βαμβάκι αποτελεί το κορυφαίο αγρόβιομηχανικό προϊόν και ο ρόλος του είναι σημαντικός τόσο στον γεωργικό όσο και στον τομέα της εθνικής οικονομίας. Καλλιεργείται σε μια έκταση η οποία υπερβαίνει τα 400.000 εκτάρια, παρέχοντας βασική απασχόληση και ένα ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80.000 με 100.000 αγροτικές οικογένειες. Περίπου 150.000 εργάτες σε αστικές περιοχές ασχολούνται με την πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγή και χρήση του.

Το βαμβάκι στηρίζει την ελληνική κλωστοϋφαντουργία και αποτελεί σημαντική πηγή ξένου συναλλάγματος (Καλόγηρος 1994).

1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Μετά από μια συνεχή ανοδική πορεία αρκετών χρόνων και αφού έφτασε σε ύψος ρεκόρ το 1995, η βαμβακοκαλλιέργεια στην Ελλάδα σταθεροποιήθηκε τα τελευταία χρόνια γύρω στα 400.000 εκτάρια, με μια παραγωγή που ξεπερνάει ετησίως το 1 εκατομμύριο τόνους σε σύσπορο βαμβάκι.

Το βαμβάκι καταλαμβάνει κάθε χρόνο τις μισές περίπου από τις αρδευόμενες αροτραίες εκτάσεις, καλλιεργείται στους μισούς νομούς της χώρας και απασχολεί πάνω από 100.000 καλλιεργητές (40% αμιγείς βαμβακοπαραγωγοί), σε ορισμένες περιοχές μάλιστα αποτελεί τη μοναδική πηγή εισοδήματος για τους αγρότες. Η μέση καλλιεργούμενη έκταση ανά παραγωγό είναι 4 εκτάρια περίπου, ενώ η μέση στρεμματική απόδοση καθορίζεται στα 300 - 325 κιλά περίπου ανά στρέμμα (Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία 2000).

Το προνομιακό κοινοτικό καθεστώς για το βαμβάκι και οι κοινοτικές ενισχύσεις που εξασφαλίζουν τα τελευταία χρόνια ένα ικανοποιητικό εισόδημα στον παραγωγό, έχουν αποτελέσει το σοβαρότερο παράγοντα που ευνόησε την ανάπτυξη της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα και συνέβαλε στο να αποτελεί το βαμβάκι, παρά το υψηλό κόστος παραγωγής του ένα από τα σημαντικότερα γεωργικά μας προϊόντα.

Έτσι, η βαμβακοκαλλιέργεια, αν και αντιμετωπίζει ορισμένες δυσκολίες στη χώρα μας, λόγω κλιματικών, εγγειοδιαρθρωτικών και άλλων συνθηκών, θεωρείται εκ πρώτης όψεως, ότι βρίσκεται σε ένα ιδιαίτερα ικανοποιητικό επίπεδο σε ότι αφορά την τεχνική καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται σύγχρονες τεχνικές καλλιέργειας, τεχνικά μέσα και εφόδια σύγχρονης τεχνολογίας, ενώ η καλλιέργεια είναι στο σύνολό της σχεδόν αρδευόμενη και πλήρως εκμηχανισμένη. Επιπλέον, η στροφή στη μονοκαλλιέργεια συνέβαλε στο να εξειδικευτεί ο βαμβακοπαραγωγός στο αντικείμενο της δουλειάς του και να αποκτήσει περισσότερες γνώσεις.

Παρόλα αυτά, καθώς το ενδιαφέρον των παραγωγών εστιάζεται κυρίως στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης (σ' αυτό συμβάλει και το υφιστάμενο κοινοτικό καθεστώς), παραβλέπονται διάφορες άλλες παράμετροι που σχετίζονται με την οικονομικότητα της καλλιέργειας. Τέτοιοι είναι για παράδειγμα η συμπίεση του κόστους παραγωγής με τον περιορισμό των εισροών, η επιδίωξη στρεμματικών αποδόσεων που να εξασφαλί-

ζουν μια συνολική παραγωγή κοντά στο επίπεδο του πλαφόν που υπάρχει, ώστε να εξασφαλίζεται το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος (έσοδα μείον έξοδα) για τον παραγωγό, η ποιότητα, η προστασία του περιβάλλοντος κ.ά.

Δυστυχώς, το σύνδρομο των υψηλών στρεμματικών αποδόσεων, σε συνδυασμό με την έλλειψη επαρκών ερευνητικών και αποδεικτικών δεδομένων, έχουν οδηγήσει στο να μη γίνεται σωστή διαχείριση των πόρων και να μην επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατό οικονομικό αποτέλεσμα για τον παραγωγό. Γι' αυτό και οι άνθρωποι που γνωρίζουν καλά την βαμβακοκαλλιέργεια υποστηρίζουν ότι η από-εντατικοποίησή της (επιδίωξη μικρότερων στρεμματικών αποδόσεων με μειωμένη χρήση εισροών) μπορεί να αυξήσει το καθαρό εισόδημα του παραγωγού, καθώς είναι δυνατή μια ουσιαστική μείωση των εξόδων παραγωγής ανά στρέμμα.

1.4 Προβλήματα

Η εντατικοποίηση της βαμβακοκαλλιέργειας, η οποία αποσκοπεί κυρίως στη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, έχει οδηγήσει στη μη ορθολογική χρήση χημικών λιπασμάτων, στην υπερβολική άρδευση των καλλιεργειών, στην κατάχρηση φυτοπροστατευτικών αγροχημικών και μηχανημάτων βαρέως τύπου, τα οποία προκαλούν συμπίεση του εδάφους και τέλος στην εγκατάλειψη της αμειωσιποράς. Οι περιβαλλοντικές συνέπειες της εντατικής καλλιέργειας έγιναν εμφανείς ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '80 και η σημασία τους αποκτά όλο και μεγαλύτερη βαρύτητα τόσο για τους πολιτικούς και τους γεωργούς, όσο και για τον ευρύτερο πληθυσμό.

Λόγω του πλαφόν που έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση στην ποσότητα παραγωγής βάμβακος για την Ελλάδα, η αύξηση της στρεμματικής απόδοσης των τελευταίων ετών έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των κοινοτικών ενισχύσεων που μειώνει το εισόδημα του Έλληνα παραγωγού.

Το βαμβάκι εξελίχθηκε ως ο μεγαλύτερος καταναλωτής αγροχημικών, τα οποία χρησιμοποιούνται όχι μόνο για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, αλλά και λόγω του ότι το βαμβάκι έχει μεγαλύτερο βιολογικό κύκλο, σε σύγκριση με πολλές άλλες καλλιέργειες. Κατά συνέπεια, στις περισσότερες χώρες το κόστος των αγροχημικών που χρησιμοποιούνται στη βαμβακοκαλλιέργεια έχει αυξηθεί κατακόρυφα, αποτελώντας περίπου το 50% του συνολικού κόστους παραγωγής σύσπορου βαμβακιού – αν εξαρέσουμε τα ενοίκια των εδαφών και άλλα πάγια έξοδα (ICAC 1994).

1.5 Προοπτικές

Ο ΟΠΕΚΕΠΕ σχεδιάζει και προσανατολίζει τη δράση του υπό τους ακόλουθους στόχους πολιτικής στο βαμβάκι, που περιλαμβάνουν κυρίως :

- Τη μη παραπέρα επέκταση της καλλιέργειας
- Τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος και την καλύτερη τυποποίησή του.
- Τη διατήρηση της παραγωγικότητας και του ύψους της παραγωγής, με στόχο την επάρκεια σε πρώτη ύλη άριστης ποιότητας για την ελληνική κλωστοϋφαντουργία και τη βελτίωση των εξαγωγών με την κατάκτηση νέων αγορών.
- Τη βελτίωση του εισοδήματος των παραγωγών, με τη μείωση του κόστους παραγωγής.
- Τη βελτίωση της οργάνωσης της αγοράς.
- Τη διατήρηση, τη βελτίωση και τον εκσυγχρονισμό της οργάνωσης και του εξοπλισμού των υπηρεσιών και εργαστηρίων του οργανισμού βάμβακος, για τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών στους παραγωγούς και τις μονάδες βιομηχανοποίησης του βαμβακιού.
- Τη μη παραπέρα αύξηση του αριθμού των εκκοκκιστηρίων και κατά συνέπεια της δυναμικότητάς τους, που δημιουργούν προβλήματα βιωσιμότητας, λόγω του αναπτυσσόμενου υπερεπαγγελματισμού.
- Την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και τη φροντίδα της υγιεινής του ανθρώπου, μέσω του προορισμού της χρήσης των χημικών, τόσο στην καλλιέργεια του βαμβακιού όσο και στα στάδια της χημικής επεξεργασίας των προϊόντων κλωστοϋφαντουργίας.
- Την παροχή της αναγκαίας και ικανής – για τους προεκτεθέντες στόχους – πληροφορησης στους παραγωγούς του πρωτογενούς τομέα.
- Τη συνέχιση των εντατικοποιημένων ελέγχων, για την περιφρούρηση της ενίσχυσης στους πραγματικούς δικαιούχους και την εμφάνιση της παραγωγής στα πραγματικά όριά της. (Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία 2000)

Λόγω της αύξησης της καλλιεργούμενης έκτασης με βαμβάκι, είναι ανάγκη η ελληνική παραγωγή να σταθεροποιηθεί στα επίπεδα περίπου της εμπορικής περιόδου 1998/99 και προσανατολίζονται στον καθορισμό ενός ανώτατου πλαφόν, το οποίο δεν θα

πρέπει με κανένα τρόπο να υπερβαίνει. Και αυτό, γιατί όσο η παραγωγή μας πλησιάζει το καθορισμένο πλαφόν, τόσο οι εισροές κοινοτικών πόρων είναι υψηλότερες.

1.6 Το κόστος παραγωγής

Το κόστος παραγωγής που οφείλεται στην υπερβολική εφαρμογή εισροών, έχει αυξηθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε οι βαμβακοκαλλιέργειες να χάνουν την ανταγωνιστικότητά τους, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες άλλων ειδών. Επιπλέον, με την αναθεώρηση του καθεστώτος για το βαμβάκι από το 1995, σύμφωνα με την καινούρια ΚΑΠ, οι τιμές παραγωγού στην Ελλάδα μειώνονται όσο η συνολική παραγωγή σύσπορου βαμβακιού υπερβαίνει το πλαφόν των 800.000 τόνων περίπου. Το όριο αυτό είναι πολύ χαμηλό, σε σύγκριση με την πραγματική βαμβακοπαραγωγή στη χώρα μας, η οποία ανέρχεται στο 1.200.000 τόνους. Και, επειδή η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των χωρών με την υψηλότερη στρεμματική απόδοση στον κόσμο, δεν είναι εφικτή μια περαιτέρω αύξηση των αποδόσεων και η μείωση του κόστους παραγωγής αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Για να μειωθεί το κόστος παραγωγής και να αποφευχθούν οι όποιες επιπτώσεις που θα έχουν ενδεχόμενα στο περιβάλλον τα αγροχημικά, η βαμβακοκαλλιέργεια με περιορισμένη χρήση εισροών είναι επιλογή πρώτης προτεραιότητας.

Το μέσο κόστος παραγωγής στη χώρα μας βρίσκεται ανάμεσα στα υψηλότερα επίπεδα στον κόσμο. Αυτό οφείλεται στο υψηλό ενοίκιο του εδάφους, στην ακρίβεια των εισαγόμενων μηχανημάτων (ιδίως των βαμβακοσυλλεκτικών, στην πολυτεμαχισμένη γεωργική εκμετάλλευση και στην προσπάθεια αύξησης των αποδόσεων με οποιοδήποτε κόστος).

Ένας τρόπος που συμβάλει στη μείωση του κόστους παραγωγής είναι η μείωση χρήσης εισροών στην καλλιέργεια. Συστήματα βαμβακοκαλλιέργειας με μειωμένη χρήση εισροών συμπεριλαμβάνουν την μειωμένη κατεργασία του εδάφους, την περιορισμένη εφαρμογή λίπανσης και άρδευσης, την στάγδην άρδευση, την αμειψισπορά και τη δημιουργία ποικιλιών βαμβακιού ανθεκτικών σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις.

2. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

2.1 Σημασία της κατεργασίας του εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους θεωρείται μια από τις κυριότερες καλλιεργητικές εργασίες και αποσκοπεί στην εξασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών για την αρχική εγκατάσταση και την εν συνεχή ανάπτυξη των φυτών. Η κατεργασία του εδάφους διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή.

Οι καλλιεργητικές εργασίες της προηγούμενης περιόδου κάθε καλλιέργειας έχουν ως αποτέλεσμα τη συμπίεση του εδάφους από το πέρασμα διαφόρων μηχανημάτων έτσι ώστε να παρουσιάζει μια δομή που δεν είναι κατάλληλη για την εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας. Έτσι κάθε έδαφος που πρόκειται να καλλιεργηθεί, θα πρέπει να υποστεί μια αρχική αναμόχλευση (πρωτογενής κατεργασία), ώστε να αποκτήσει την κατάλληλη δομή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη θραύση συμπιεσμένων εδαφικών τεμαχίων και την αύξηση του πορώδους. Η αύξηση του πορώδους έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του εδάφους. Το πορώδες ενός εδάφους είναι καθοριστικό για την ανάπτυξη των φυτών της καλλιέργειας που θα εγκατασταθεί. Οι πόροι του εδάφους εξασφαλίζουν τον απαραίτητο αερισμό ώστε οι ρίζες των φυτών να αναπτύσσονται σε ένα κατάλληλο περιβάλλον. Παράλληλα η ύπαρξη πόρων στο έδαφος επιτρέπει την αύξηση του μεγέθους και την ευκολότερη διείσδυση των ριζών σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους έτσι ώστε να γίνεται αποτελεσματικότερα η πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Τέλος οι πόροι εξασφαλίζουν την καλύτερη στράγγιση του εδάφους από την περίσσεια νερού που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στα φυτά. Άλλοι λόγοι οι οποίοι επιβάλλουν την πρωτογενή κατεργασία του εδάφους είναι η καταστροφή των ζιζανίων καθώς και η κάλυψη των φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, από την οποία εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία ενώ συγχρόνως διευκολύνεται και η σπορά.

Η δευτερογενής κατεργασία η οποία έπεται της πρωτογενούς στοχεύει στον επιφανειακό ψιλοχωματισμό του εδάφους ώστε να αποτελέσει το κατάλληλο περιβάλλον (περιορισμένος αερισμός, απομάκρυνση της περίσσειας υγρασίας, καλή επαφή εδάφους - σπόρου) για τη βλάστηση και την αρχική ανάπτυξη των φυτών της καλλιέργειας. Λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου ο ψιλοχωματισμός του επιφανειακού στρώματος του εδάφους θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από εκείνο των βαθύτερων στρωμάτων ώστε να

εξασφαλίζεται η στενή επαφή του με το έδαφος για να μπορέσει απορροφήσει υγρασία και να αρχίσουν οι διαδικασίες της βλαστήσεις.

Η κατεργασία εκτός από τη βελτίωση της δομής του εδάφους αποσκοπεί και στη διαχείριση των υπολειμμάτων από την προηγούμενη καλλιέργεια καθώς και των ζιζανίων. Το πέρασμα ενός κατάλληλου γεωργικού εργαλείου προκαλεί την κοπή των υπολειμμάτων καθώς και των ζιζανίων με αποτέλεσμα την ξήρανσή τους. Επίσης είναι δυνατόν να γίνει ενσωμάτωσή τους στο έδαφος έτσι ώστε να διατηρηθεί καθαρή η επιφάνεια του εδάφους για την διευκόλυνση των άλλων εργασιών της σποράς.

Παράλληλα με την κατεργασία του εδάφους επιτυγχάνεται η ισοπέδωσή του με αποτέλεσμα την ευκολότερη διεξαγωγή των υπόλοιπων καλλιεργητικών περιποιήσεων όπως η άρδευση και η συγκομιδή.

Τέλος η κατεργασία του εδάφους μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στη μείωση της διάβρωσης με την οποία χάνονται τεράστιες ποσότητες γόνιμου εδάφους κάθε χρόνο. Με την κατεργασία βελτιώνονται οι ιδιότητες του εδάφους και έτσι μπορεί να ελέγχει καλύτερα τη κυκλοφορία του νερού που είναι ο κυριότερος παράγοντας που προκαλεί διάβρωση σε ένα έδαφος (Τσατσαρέλης Κ. 1995).

2.2 Η λειτουργία των εργαλείων κατεργασίας του εδάφους

Η κατεργασία του εδάφους όπως προαναφέρθηκε στοχεύει στην θραύση των τεμαχίων εδάφους και στην δημιουργία μικρότερων. Κατά την κατεργασία, το έδαφος υπόκειται σε πιέσεις που ασκούνται από τα μηχανήματα κατεργασίας στο έδαφος προκαλώντας την διάτμηση (f) του εδάφους, οπότε παράγονται εδαφικά πρίσματα. Η μορφή του διαταρασόμενου εδάφους καλείται πρίσμα διάτμησης. Ο Rankine δέχεται ότι το πρίσμα διάτμησης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη καμπύλων επιφανειών ενώ ο Coulomb δέχεται ότι οι επιφάνειες του πρίσματος διάτμησης είναι επίπεδες που κάνει την ανάλυση ευκολότερη. Το σχήμα του πρίσματος ολίσθησης και η κατανομή σε αυτό των τάσεων της κατεργασίας εξαρτάται από την γωνία εσωτερικής τριβής που παρουσιάζουν τα τεμάχια του εδάφους μεταξύ τους. Όταν ένα εδαφικό τεμάχιο υποστεί μια τάση από ένα μηχανήματα κατεργασίας τότε υφίσταται διάτμηση σε ένα επίπεδό του και έτσι χωρίζεται σε μικρότερα τεμάχια. Η κατάσταση που δημιουργείται σε ένα έδαφος που υπόκειται σε κατεργασία και οι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια της είναι ένας μηχανισμός πολύπλοκος (Παπαθανασίου Ι. 2003)

Στα περισσότερα προβλήματα μηχανημάτων κατεργασίας του εδάφους το έδαφος κινείται μακριά από το εργαλείο (υφίσταται διάτμηση και τα μικρότερα τεμαχίδια που δημιουργούνται αρχίζουν να κινούνται). Ακόμα και στις θεωρίες που σχετίζονται με το πρόβλημα των θεμελίων η στιγμή της θραύσης είναι αυτή που το έδαφος αρχίζει να κινείται. Υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που διέπουν την κίνηση του εδάφους. Η κίνηση θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ελαχιστοποιείται η ενέργεια που χάνεται με την τριβή. Επομένως τα τεμάχια του εδάφους θα πρέπει να κινούνται σε όσο το δυνατόν ευθύγραμμες τροχιές. Η κίνηση του εδάφους που προκαλείται από ένα εξωτερικό φορτίο μπορεί να έχει δύο μορφές. Η πρώτη μορφή περιλαμβάνει την κίνηση μεγάλων εδαφικών μαζών που παρουσιάζουν άκαμπτη συμπεριφορά. Η δεύτερη μορφή κίνησης του εδάφους είναι εκείνη των τεμαχίων που έχουν υποστεί διάτμηση. Το έδαφος κινείται σε συνεχόμενες ζώνες που αποτελούνται από συνεχόμενες γραμμές ολίσθησης οι οποίες σχηματίζουν γωνίες $45^\circ + \phi$ (γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους) μεταξύ τους και γενικά αποτελούνται από καμπύλες. Μια μεγάλη απλοποίηση του προβλήματος είναι η αντικατάσταση αυτών των ζωνών από ακτινωτές ζώνες διάτμησης στην κάθε μία από τις οποίες ένα σύνολο γραμμών ολίσθησης αποτελείται από ακτίνες και ένα άλλο από λογαριθμικά σπειρώματα.

Οι δυνάμεις που εμπλέκονται σε μια κατάσταση διάτμησης του εδάφους αποτελούνται από δύο μέρη ένα που οφείλεται στη συνοχή και στην εσωτερική τριβή του εδάφους και το άλλο που οφείλεται στο βάρος της κατασκευής ή την πίεση που ασκείται από το εργαλείο κατεργασίας και στην τριβή τους με το έδαφος. Τα δύο μέρη εμφανίζονται ταυτόχρονα και το μέγεθος του καθενός ποικίλει. Η ισορροπία των εδαφικών μαζών στη θραύση εξαρτάται από την κατανομή των κυρίων δυνάμεων τριβής στις ίσιες ή καμπύλες επιφάνειες θραύσης των ζωνών άκαμπτων σωμάτων. Έτσι θεωρείται ότι η πίεση που οφείλεται στη συνοχή και στις δυνάμεις τριβής κατανέμεται ομοιόμορφα κατά μήκος των παραπάνω επιφανειών θραύσης (Witney et al.1965).

Το κατάλληλο βάθος της κύριας και της δευτερεύουσας κατεργασίας επηρεάζει την ποιότητα αλλά και το κόστος της εργασίας. Από την ικανότητα του παραγωγού εξαρτάται η επιλογή του βάθους εκείνου που απαιτείται ώστε η απόδοση των μηχανημάτων και της καλλιέργειας να είναι η υψηλότερη δυνατή. Πολλές φορές η κύρια κατεργασία του εδάφους γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο του απαιτούμενου, χωρίς ιδιαίτερο λόγο, με αποτέλεσμα οικονομική επιβάρυνση που δεν καλύπτεται από την ενδεχόμενη αύξηση της παραγωγής.

Οι Godwin and Spoor (1977) αναφέρουν ότι σε σχετικά μικρά βάθη κατεργασίας (στα οποία συνήθως γίνεται η πρωτογενής και η δευτερογενής κατεργασία) όταν ένα γεωργικό μηχάνημα κινείται μέσα στο έδαφος προκαλεί διάτμηση των τεμαχίων και προκαλεί την κίνηση των μικρότερων τεμαχίων που προκύπτουν σε κίνηση προς τα εμπρός προς τα πλάγια και προς τα πάνω. Έτσι αυξάνεται το πορώδες και μεγαλώνει ο όγκος του εδάφους. Η διάτμηση και η κίνηση των εδαφικών τεμαχιδίων δεν περιορίζεται μόνο στα όρια του πλάτους του γεωργικού εργαλείου αλλά επεκτείνεται δεξιά και αριστερά από αυτό όπως προαναφέρθηκε. Αυτό οφείλεται στο σχηματισμό μιας σφήνας εδάφους μπροστά από το εργαλείο που δρα παράλληλα και συνοδευτικά του εργαλείου. Έτσι λοιπόν η ζώνη κατεργασίας είναι μεγαλύτερη από το πλάτος του γεωργικού εργαλείου. Αντίθετα σε μεγαλύτερα βάθη κατεργασίας (στα οποία συνήθως γίνονται ειδικές κατεργασίες όπως υπεδαφοκαλλιέργεια) δεν εμφανίζεται η προηγούμενη μορφή διάτμησης. Τα εδαφικά τεμάχια δεν κινούνται πλέον προς τα πάνω αλλά μόνο προς τα εμπρός και προς τα πλάγια. Έτσι είναι φανερό πως δεν εμφανίζεται αύξηση του όγκου του εδάφους ενώ αντίθετα εμφανίζεται μια συμπίεση δεξιά και αριστερά από το γεωργικό εργαλείο. Οι δύο μορφές διάτμησης είναι δυνατόν να εμφανίζονται ταυτόχρονα όταν ένα γεωργικό εργαλείο ξεπερνά ένα βάθος, που ονομάζεται κριτικό ή κρίσιμο βάθος. Πάνω από αυτό εμφανίζεται η τυπική μορφή διάτμησης (κίνηση εδάφους προς τα πάνω) ενώ κάτω από αυτό δεν εμφανίζεται. Υπάρχει λοιπόν ένα επίπεδο του εδάφους κάτω από το οποίο η μορφή διάτμησης του αλλάζει. Το βάθος στο οποίο εμφανίζεται αυτό το επίπεδο ονομάζεται κριτικό ή κρίσιμο βάθος. Η θέση εμφάνισης του κριτικού βάθους εξαρτάται από το έδαφος και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται όπως και από το ίδιο το γεωργικό εργαλείο. Η υπέρβαση του κριτικού βάθους είναι ανεπιθύμητη, εκτός από ειδικές περιπτώσεις, γιατί σ' αυτή την περίπτωση η κατεργασία του εδάφους δεν έχει αποτέλεσμα την αύξηση του πορώδους αλλά την μείωσή του, αφού εμφανίζεται συμπίεση του εδάφους κάτω από το εργαλείο.

Όπως προαναφέρθηκε η κατεργασία του εδάφους στοχεύει στην αύξηση του όγκου του εδάφους με την αύξηση του πορώδους του. Παράλληλα με την αύξηση του όγκου παρατηρούνται αλλαγές στην πυκνότητα και στη δομή του. Οι αλλαγές αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη γεωργική πρακτική για την ανάπτυξη των φυτών.

Η αλλαγή στην πυκνότητα του εδάφους κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του δεν εξαρτάται μόνο από την κατάστασή του αλλά και από τη γεωμετρία του εργαλείου κατεργασίας καθώς και από την ταχύτητα εργασίας του. Οι Desir και McKyes (1984) παρατήρησαν ότι ο βαθμός χαλάρωσης του εδάφους αυξάνονταν όσο αυξάνονταν η γεω-

νία κλίσης του εργαλείου κατεργασίας από τις 20 στις 30. Επίσης αυξάνονταν όσο μειώνονταν το πλάτος του εργαλείου από 1,33 στις 0,25 φορές το βάθος. Τέλος αυξάνονταν όσο μειώνονταν η περιεχόμενη υγρασία στο έδαφος από το 44% στο 40% στην άργιλο και από το 30% στο 22% στην ιλύ. Έτσι φαίνεται ότι η συγκεκριμένη κατάσταση του εδάφους και ειδικά η περιεχόμενη σε αυτό υγρασία καθώς και η γεωμετρία του εργαλείου κατεργασίας έχουν σημαντική επίδραση στην τελική εδαφική πυκνότητα.

Εκτός από την αύξηση του όγκου και την μείωση της πυκνότητας του εδάφους η γεωμετρία του εργαλείου κατεργασίας επηρεάζει και το μέγεθος των σβόλων που παράγονται. Οι Gill και McCreery (1960) έδειξαν ότι ένα στενότερο εργαλείο κατεργασίας σπάζει το έδαφος περισσότερο από ένα πλατύτερο. Σε δοκιμές που πραγματοποίησαν με εργαλεία βάθους 17cm και με πλάτη από 2,5 ως 20cm παρατηρήθηκε αύξηση στη διάμετρο των σβόλων από 3,7 ως 21,9 cm αντίστοιχα. Στις δοκιμές επίσης προέκυψε ότι το εργαλείο με το μεγαλύτερο πλάτος απαιτεί 3,5 φορές μεγαλύτερη ελκτική δύναμη από το στενότερο ενώ ο όγκος του εδάφους που κατεργάζεται το εργαλείο με το μεγαλύτερο πλάτος είναι οκτώ φορές μεγαλύτερος από τον όγκο που κατεργάζεται το στενότερο. Η διαφορά στην απαιτούμενη ελκτική δύναμη προς όφελος του στενότερου καθώς και η ποιοτική διαφορά της κατεργασίας που προσφέρει το στενότερο εργαλείο, αφού δημιουργεί μικρότερο μέγεθος σβόλων, παρόλο το μικρότερο όγκο που κατεργάζεται κάνουν τη χρήση στενότερων εργαλείων προτιμότερη. Στην πραγματικότητα συγκρίνοντας τη μέση ζυγισμένη διάμετρο των σβόλων, με εκείνους που προέκυψαν σε δοκιμές θρυμματισμού, εκτιμήθηκε ότι το στενότερο εργαλείο ήταν 5 φορές τουλάχιστον αποδοτικότερο όσο αφορά στην εφαρμοζόμενη ειδική ενέργεια θραύσης των σβόλων του εδάφους, σε σχέση με το εργαλείο μεγαλύτερου πλάτους. Η τελευταία παρατήρηση συμπληρώνει το προηγούμενο συμπέρασμα της ποιοτικά ανώτερης χαλάρωσης του εδάφους από τα στενότερα εργαλεία.

Η αύξηση της αντοχής και της σκληρότητας του εδάφους καθώς και η μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας που επιτυγχάνονται με την αύξηση του βαθμού συμπίεσης του εδάφους είναι επιθυμητή μόνο για κατασκευαστικούς σκοπούς. Αντίθετα είναι φαινόμενα εντελώς ανεπιθύμητα στη γεωργική πρακτική. Η αύξηση της αντοχής ενός εδάφους με την αύξηση της συμπίεσης εμποδίζει την σωστή ανάπτυξη των ριζών των φυτών και αυξάνει τις απαιτήσεις σε ενέργεια για την μελλοντική κατεργασία. Επιπρόσθετα διάφορες μειώσεις στην υδραυλική αγωγιμότητα εμποδίζουν τη σωστή στράγγιση του εδάφους και τη ροή του νερού προς τις ρίζες.

Ένας από τους κύριους σκοπούς της κατεργασίας του εδάφους όπως προαναφέρθηκε είναι η μείωση της πυκνότητας του εδάφους. Είναι δύσκολο να καθοριστεί πια είναι ακριβώς η ιδανική ξηρή φαινομενική πυκνότητα για ένα συνδυασμό εδάφους – φυτού γιατί η καλύτερη πυκνότητα για την απόδοση ενός φυτού εξαρτάται από το κλίμα. Σε μια σχετικά ξηρή περίοδο η καλύτερη ξηρή πυκνότητα είναι κάπως υψηλότερη από ότι σε μια υγρή περίοδο λόγω του ότι το νερό θα πρέπει να διατηρείται καλύτερα σε ξηρές περιόδους. Όταν υπάρχει αρκετή ή υπερβολική βροχή μια πιο χαλαρή εδαφική δομή εξασφαλίζει την παραπάνω υγρασία στις ρίζες των φυτών και εμποδίζει την εμφάνιση πλημμύρων. Επίσης η συγκράτηση του νερού δεν απαιτείται στον ίδιο βαθμό λόγω της περισσότερο συχνής βροχής.

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η κατεργασία του εδάφους μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορες μεθόδους όπως:

α) Συμβατική κατεργασία: στην περίπτωση αυτή έχουμε αναστροφή του εδάφους η οποία πραγματοποιείται με άροτρα (υνάροτρα ή δισκάροτρα). Το βάθος κατεργασίας είναι περίπου 25-30cm.

β) Μειωμένη κατεργασία: η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με διάφορα μηχανήματα χωρίς αναστροφή του εδάφους. Το βάθος κατεργασίας είναι 15-20cm.

γ) Ακαλλιέργεια: εδώ πραγματοποιείται απ' ευθείας σπορά σε ακατέργαστο έδαφος και η καταστροφή της υπάρχουσας βλάστησης γίνεται με glyphosate πριν το φύτεμα της νέας καλλιέργειας.

4. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

4.1 Γενικά

Η απαιτούμενη για τη λειτουργία των μηχανημάτων ενέργεια για την κύρια κατεργασία του εδάφους φτάνει το 50% περίπου της συνολικής απαιτούμενης ενέργειας για το σύνολο της κατεργασίας. Είναι επομένως πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας για τον παραγωγό η γνώση των χαρακτηριστικών των χρησιμοποιούμενων εργαλείων και μηχανημάτων, η λειτουργία τους, οι ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν καθώς και ο χρόνος και ο βαθμός χρησιμοποίησης τους. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την κατεργασία του εδάφους είναι τα διάφορα είδη αρότρων, οι υπεδάφειοι ή βαρύς καλλιεργητές, οι ελαφρύς καλλιεργητές, οι δισκοσβάρνες, οι κύλινδροι και οι περιστροφικοί καλλιεργητές (Τσατσαρέλης Κ. 1995).

4.2 Πρωτογενής κατεργασία

Για την πρωτογενή κατεργασία του εδάφους σήμερα, κυρίως χρησιμοποιούνται τα διάφορα είδη αρότρων π.χ. υνάροτρα, δισκάροτρα καθώς επίσης και οι υπεδάφειοι ή βαρύς καλλιεργητές οι οποίοι εργάζονται σε βάθη ίδια ή μεγαλύτερα με αυτά των αρότρων. Το άροτρο έχει τη δυνατότητα όταν κινείται στο έδαφος να προκαλεί την διάτμηση και αναμόχλευσή του αναστρέφοντας το. Έτσι μπορεί ευκολότερα να ενσωματώνει τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας καθώς και να καταστρέφει τα ζιζάνια που μπορεί να υπάρχουν στο έδαφος. Αντίθετα ένας βαρύς καλλιεργητής δεν έχει αυτή τη δυνατότητα της αναστροφής του εδάφους. Αποτελείται από κατακόρυφα ή κεκλιμένα στελέχη τα οποία όπως κινούνται μέσα στο έδαφος το αναγκάζουν να υποστεί διάτμηση και επομένως το αναμοχλεύουν χωρίς να το αναστρέφουν. Η κοπή των ζιζανίων μπορεί να γίνει με προσθήκη δίσκων ή άλλων δευτερευόντων στελεχών σε ένα βαρύ καλλιεργητή τα οποία να προηγούνται των κυρίων στελεχών. Η κάλυψη του εδάφους με τα υπολείμματα ή τα ζιζάνια προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση κατά την περίοδο του χειμώνα.

Σε πειράματα εγκατάστασης καλλιέργειας σιτηρών μετά από καλλιέργεια βαμβακιού η ανάπτυξη των φυτών καθώς και η τελική παραγωγή που απέδωσαν δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφόρων μεθόδων μειωμένης κατεργασίας του εδά-

φους. Οι μέθοδοι κατεργασίας που δοκιμάστηκαν είτε άφηναν τα υπολείμματα ακριβώς όπως ήταν μετά τη συγκομιδή του βαμβακιού είτε τα άφηναν στο έδαφος αφού προηγουμένως είχαν κοπεί. Οι μέθοδοι αυτοί συγκρίθηκαν με την παραδοσιακή μέθοδο κατεργασίας δηλαδή την άροση με την οποία δεν σημείωσαν αξιόλογες διαφορές (Gemtos et al. 1998). Επομένως ένα έδαφος που είναι απαλλαγμένο από ζιζάνια τα οποία μπορούν να δράσουν ανταγωνιστικά στα φυτά της καλλιέργειας η χρήση του αρότρου δεν παρουσιάζει κανένα πλεονέκτημα σε σχέση με τη χρήση ενός βαρύ καλλιεργητή. Αντίθετα λόγω του ότι η έλξη του αρότρου απαιτεί την ανάπτυξη μεγαλύτερων δυνάμεων για ίδιο πλάτος εργασίας και επομένως την κατανάλωση περισσότερης ενέργειας σε σχέση με αυτές που απαιτούνται για την έλξη ενός βαρύ καλλιεργητή, φαίνεται πως στην περίπτωση που δεν απαιτεί ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων η χρήση ενός βαρύ καλλιεργητή πλεονεκτεί.

4.3 Δευτερογενής κατεργασία

Για την δευτερογενή κατεργασία χρησιμοποιούνται κυρίως ελαφρείς καλλιεργητές (που εργάζονται σε μικρότερα βάθη από τους βαρύτες καλλιεργητές), δισκοσβάρνες, κύλινδροι και περιστροφικοί καλλιεργητές. Οι καλλιεργητές καταναλώνουν μικρότερη ενέργεια από τις δισκοσβάρνες και τους περιστροφικούς καλλιεργητές, εργάζονται ταχύτερα και επομένως έχουν μεγαλύτερη πραγματική απόδοση στο χωράφι. Θεωρούνται επιτυχημένα εργαλεία για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά. Υστερούν έναντι της δισκοσβάρνας και του περιστροφικού καλλιεργητή στο ότι δεν ενσωματώνουν τόσο καλά τα φυτικά υπολείμματα και δεν καταστρέφουν εγκατεστημένα ζιζάνια.

Οι κύλινδροι είναι εργαλεία που χρησιμοποιούνται συνήθως για την τελική προετοιμασία του εδάφους για σπορά αλλά και μετά τη σπορά, πριν το φύτρωμα. Με το κύλινδρισμα συμπιέζεται το έδαφος και ισοπεδώνεται, θρυμματίζεται ένα μέρος των βόλων και ο σπόρος έρχεται σε καλύτερη επαφή με το έδαφος.

4.4 Βελτίωση των γεωργικών μηχανημάτων

Όπως προαναφέρθηκε, για την πρωτογενή κατεργασία του εδάφους χρησιμοποιούνται τα άροτρα και οι βαρύς καλλιεργητές. Η σημερινή τάση που εμφανίζεται στη γεωργία είναι η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των βαρέων καλλιεργητών για την πρωτογενή κατεργασία του εδάφους σε βάρος των αρότρων. Τα περιθώρια βελτίωσης των αρότρων από άποψη κατανάλωσης ενέργειας είναι περιορισμένα. Παρουσιάζουν αρκετά μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά την κατεργασία του εδάφους σε σχέση με την κατανάλωση των βαρέων καλλιεργητών και γι' αυτό δεν πρόκειται να γίνουν πιο ανταγωνιστικά. Επίσης ο σχεδιασμός τους δεν μπορεί να υποστεί πολλές βελτιώσεις ώστε να αυξηθεί η ποιότητα εργασίας τους.

Αντίθετα τα περιθώρια βελτίωσης των βαρέων καλλιεργητών είναι πάρα πολύ μεγάλα. Η αναλογία διαστάσεων και το σχήμα των στελεχών τους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα της εργασίας που προσφέρουν στην αναμόχλευση του εδάφους. Επίσης ο συνδυασμός στελεχών που χρησιμοποιούνται σε έναν βαρύ καλλιεργητή επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα εργασίας του. Οι υπάρχοντες βαρύς καλλιεργητές παρουσιάζουν ήδη μια αυξημένη οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τα άροτρα ενώ όπως προαναφέρθηκε η ποιότητα εργασίας του δεν υστερεί σημαντικά σε σχέση με την ποιότητα που προσφέρουν τα άροτρα. Παράλληλα ο σχεδιασμός τους επιτρέπει μεγάλες αλλαγές προς όφελος της οικονομίας και της εργασίας που μπορούν να προσφέρουν.

4.5 Βελτίωση βαρέων καλλιεργητών

Η μορφή που έχει ένας βαρύς καλλιεργητής είναι τυπική για όλα τα είδη που χρησιμοποιούνται σήμερα στη γεωργία. Ένας βαρύς καλλιεργητής αποτελείται από ένα ή περισσότερα άκαμπτα ή σε κάποιες περιπτώσεις και μερικώς εύκαμπτα στελέχη τα οποία έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζουν τάσεις στο έδαφος και να προκαλούν τη διάτμηση και επομένως την αναμόχλευση του εδάφους όταν έλκονται μέσα στο έδαφος. Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας ενός βαρέως καλλιεργητή εξαρτώνται άμεσα από τη μορφή και τα επιμέρους χαρακτηριστικά των στελεχών του. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι το πλάτος και το βάθος εργασίας καθώς και η αναλογία τους. Επίσης σημαντικά χαρακτηριστικά είναι η γωνία κλίσης του κύριου στελέχους όπως και η γωνία της κορυφής του στελέ-

χους. Η ύπαρξη περισσότερων από ένα στελεχών σε ένα βαρύ καλλιεργητή προκαλεί την αλληλεπίδραση των στελεχών μεταξύ τους. Έτσι ένας βαρύς καλλιεργητής όταν εργάζεται στο έδαφος προκαλεί μεταβολές οι οποίες εξαρτώνται όχι μόνο από τα χαρακτηριστικά του κάθε στελέχους αλλά και από τη συνδυασμένη δράση τους.

Στο παρελθόν έγιναν αρκετές προσπάθειες μελέτης και αξιολόγησης της εργασίας που προσφέρουν διάφοροι καλλιεργητές με στόχο τη βελτίωση του σχεδιασμού τους. Η βελτίωση στόχευε στην ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε συνδυασμό με την βελτιστοποίηση της εργασίας που προσέφεραν κατά την κατεργασία του εδάφους.

5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΩΝ

Εδώ και τρία χρόνια πραγματοποιούνται πειράματα στο χώρο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με σκοπό τη σύγκριση των παραδοσιακών (άροτρο) και νέων μεθόδων (βαρύς καλλιεργητής), που χρησιμοποιούνται για την πρωτογενή κατεργασία του εδάφους. Τα πειράματα αποσκοπούσαν στη διεξαγωγή δοκιμών διαφόρων εναλλακτικών μορφών του βαρέως καλλιεργητή, έτσι ώστε να βελτιωθεί η αποδοτικότητά του. Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν περιελάμβαναν μετρήσεις για τη σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας, της εδαφικής αντίστασης στη διείδυση, των ζιζανίων και την συνολική απόδοση του σύσπορου βαμβακιού για κάθε πειραματικό τεμάχιο.

Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν με εξοπλισμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας.

Στο πρώτο έτος του πειράματος που πραγματοποιήθηκε το 1999 διεξήχθησαν οι πρώτες δοκιμές εναλλακτικών σχεδιασμών του βαρέως καλλιεργητή. Έγιναν δοκιμές με αποστάσεις των κυρίων στελεχών 40 cm, 60 cm και 80 cm. Επίσης πραγματοποιήθηκαν δοκιμές στις οποίες έγινε προσθήκη στελεχών μικρότερου βάθους που προηγούνταν των κυρίων στελεχών για κάθε περίπτωση.

Στις περιπτώσεις που προηγούνταν αβαθή στελέχη επιτεύχθηκε καλύτερη αναμόχλευση του εδάφους, ελέγχθηκαν καλύτερα τα ζιζάνια ή τα υπολείμματα των προηγούμενων καλλιεργειών και παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με τις περιπτώσεις που δεν χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης η αύξηση της απόστασης των κυρίων στελεχών μεταξύ τους κατά 50% (από τα 40 cm στα 60 cm) δεν επη-

ρέασε σημαντικά την αναμόχλευση που επιτεύχθηκε στο έδαφος ενώ μείωσε αρκετά την κατανάλωση ενέργειας.

Στο πείραμα του 2000 δοκιμάστηκαν 6 διαφορετικές αποστάσεις των βοηθητικών στελεχών από τα κύρια σώματα και τρία διαφορετικά βάθη ώστε να εξακριβωθεί η κατάλληλη θέση τους. Το βάθος εργασίας των κυρίων σωμάτων παρέμεινε σταθερό σε όλες τις δοκιμές στα 40 cm ενώ η μεταξύ τους απόσταση στα 60 cm. Από τις μετρήσεις φάνηκε ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν τα βοηθητικά στελέχη εργάζονται σε βάθος 15 cm και απόσταση 46.5 cm από τα βοηθητικά στελέχη.

Στο πείραμα του 2001 εφαρμόστηκαν μέθοδοι κατεργασίας των πειραματικών τεμαχίων με αποστάσεις κυρίων στελεχών 60 cm και 80 cm. Στην περίπτωση που η απόσταση των κυρίων σωμάτων ήταν 60 cm χρησιμοποιήθηκε επιπρόσθετα, συνδυασμός μιας και δυο σειρών βοηθητικών στελεχών μικρότερου βάθους που προηγούνταν των κυρίων. Ενώ στην περίπτωση των 80 cm χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά συνδυασμοί μιας και δυο βοηθητικών στελεχών.

Η προσθήκη μιας σειράς βοηθητικών στελεχών στο βαρύ καλλιεργητή βοήθησε στην περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ενώ παράλληλα βοήθησε στην ικανοποιητικότερη αναμόχλευση του εδάφους. Αντίθετα με την προσθήκη και δεύτερης σειράς βοηθητικών στελεχών δεν επηρεάστηκε σημαντικά η κατανάλωση ενέργειας αλλά ούτε και ο βαθμός αναμόχλευσης του εδάφους.

Επίσης παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας από την αύξηση της απόστασης των κυρίων στελεχών από τα 60 cm στα 80 cm, ενώ η τελική απόδοση στην καλλιέργεια βαμβακιού δεν επηρεάστηκε σημαντικά (σε σύγκριση με το άροτρο).

6. ΤΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

6.1 Γεωργικό πείραμα

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2002 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου. Στόχος του πειράματος ήταν να συγκριθεί η χρήση διαφόρων σχεδιασμών βαρέων καλλιεργητών στην καλλιέργεια βαμβάκιού. Το πείραμα είχε έκταση περίπου 3.5 στρέμματα η οποία χωρίστηκε σε 52 πειραματικά τεμάχια έκτασης 60m² (4x15m) το καθένα (Σχήμα 1). Ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με 4 επαναλήψεις. Στα τεμάχια αυτά έγινε πρωτογενής κατεργασία με χρήση βαρύ καλλιεργητή και αρότρου. Υπήρξαν 12 διαφορετικές μεταχειρίσεις με χρήση βαρύ καλλιεργητή και μία με συμβατική κατεργασία (13x4=52 πειραματικά τεμάχια). Οι αποστάσεις μεταξύ των κύριων σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 40, 60, 70 και 80 cm. Επίσης για κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις υπήρχε συνδυασμός μιας και δυο σειρών βοηθητικών στελεχών μικρότερου βάρους που προηγούνταν των κυρίων. Στα υπόλοιπα 4 πειραματικά τεμάχια πραγματοποιήθηκε πρωτογενής κατεργασία με άροτρο που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Πριν την έναρξη των κατεργασιών πραγματοποιήθηκε οριοθέτηση κάθε πειραματικού τεμαχίου με τυχοποίηση των μεταχειρίσεων.



ΒΚ40	ΒΚ60ΣΤ2	ΑΡΟ	ΒΚ60
ΒΚ40ΣΤ1	ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ60	ΒΚ60ΣΤ1
ΒΚ40ΣΤ2	ΒΚ60	ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ60ΣΤ2
ΒΚ60	ΒΚ70ΣΤ2	ΒΚ60ΣΤ2	ΒΚ70ΣΤ2
ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ70ΣΤ1	ΒΚ60	ΒΚ70ΣΤ1
ΒΚ60ΣΤ2	ΒΚ70	ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ70
ΒΚ60ΣΤ2	ΒΚ40	ΒΚ60ΣΤ2	ΒΚ40
ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ40ΣΤ1	ΒΚ70ΣΤ2	ΒΚ40ΣΤ1
ΒΚ60	ΒΚ40ΣΤ2	ΒΚ70ΣΤ1	ΒΚ40ΣΤ2
ΒΚ70	ΒΚ60ΣΤ2	ΒΚ70	ΒΚ60ΣΤ2
ΑΡΟ	ΒΚ60ΣΤ1	ΒΚ40	ΒΚ60ΣΤ1
ΒΚ70ΣΤ1	ΒΚ60	ΒΚ40ΣΤ1	ΒΚ60
ΒΚ70ΣΤ2	ΑΡΟ	ΒΚ40ΣΤ2	ΑΡΟ

Σχήμα 1. Σχέδιο πειράματος

Πραγματοποιήθηκαν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες. Αρχικά πραγματοποιήθηκε γραμμική λίπανση με τη βοήθεια σπαρτικής μηχανής σιτηρών σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Χρησιμοποιήθηκαν 100 kg/στρέμμα λιπάσματος 15-15-15. Η ενέργεια που καταναλώθηκε ήταν περίπου 573kJ/στρέμμα. Έπειτα έγινε προσπαρτική εφαρμογή με SONALAN 33.3 EC (Ethalfuralin) σε ποσότητα 400g/στρέμμα και ενσωμάτωσή του με χρήση δισκοσβάρνας. Η ενέργεια κατανάλωσης για την παραπάνω διεργασία ήταν περίπου 2770kJ/στρέμμα (150kJ/στρέμμα ψεκαστικό και 2613 kJ/στρέμμα δισκοσβάρνα).

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω διεργασιών ακολούθησε η σπορά της καλλιέργειας. Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε ήταν ARIA με πυκνότητα 34 σπόρων ανά μέτρο. Η ενέργεια που καταναλώθηκε για τη διαδικασία της σποράς ήταν 712 kJ/στρέμμα. Για να έχουμε όσο το δυνατό καλύτερα αποτελέσματα στο φύτευμα αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε συμπίεση όλων των πειραματικών τεμαχίων με κύλινδρο, ενώ η ενέργεια που καταναλώθηκε ήταν 117 kJ/στρέμμα. Στη συνέχεια ακολούθησε προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με COTOLINT 50 SC (Fluometuron) σε ποσότητα 250 g/στρέμμα η οποία απαίτησε ενέργεια 150 kJ/στρέμμα. (Γράφημα 3)

Για να ξεκινήσει το φύτευμα του σπόρου πραγματοποιήθηκε άρδευση με καταιονισμό. Στη συνέχεια όμως και μετά το φύτευμα του βαμβακιού η άρδευση γινόταν με σταγόνες. Οι καλλιεργητικές φροντίδες, όπως σκάλισμα και καταστροφή ζιζανίων πραγματοποιούνταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με την πρόοδο της καλλιέργειας καθώς και τις καιρικές συνθήκες όπως φαίνεται παρακάτω.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΑ
15/ 6/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΦΥΤΩΝ
20/ 6/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΦΥΤΩΝ
23/ 6/2002	ΠΟΤΙΣΜΑ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ (60 m ³)
26/ 6/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΦΥΤΩΝ
6/ 7/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ
7/ 7/2002	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ - ΣΚΑΛΙΣΜΑ
7/ 7/2002	ΠΟΤΙΣΜΑ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ (60 m ³)
8/ 7/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ
18/ 7/2002	ΠΟΤΙΣΜΑ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ (60 m ³)
1/ 8/2002	ΠΟΤΙΣΜΑ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ (60 m ³)
5/ 8/2002	ΜΕΤΡΗΣΗ ΞΗΡΗΣ ΜΑΖΑΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ
7/ 8/2002	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ – ΣΚΑΛΙΣΜΑ
27/ 10/2002	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΣΥΣΠΟΡΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις μετρήσεις του πληθυσμού των φυτών σε μήκος 2m καθεμιάς από τις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου. Η πρώτη μέτρηση έγινε μια βδομάδα μετά την έναρξη του φυτρώματος με σκοπό να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές στην προωμότητα της καλλιέργειας μεταξύ των κατεργασιών. Οι υπόλοιπες δυο μετρήσεις έγιναν για να μετρηθεί ο πληθυσμός των φυτών. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν διαδοχικά μια και δυο εβδομάδες μετά την πρώτη μέτρηση. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στο παρακάτω γράφημα. (Γράφημα 4)

6.2 Σχεδιασμός του μηχανήματος

Ο βαρύς καλλιεργητής που χρησιμοποιήσαμε για την εργασία μας κατασκευάστηκε στο εργοστάσιο Παπακώστα - Σαλιαράκη. Το μηχάνημα είναι αναρτώμενο ισχυρής κατασκευής και το συνολικό πλάτος εργασίας του είναι 2 m. Αποτελείται από 5 άκαμπτα στελέχη τα οποία είναι σχεδιασμένα να εργάζονται σε μεγάλο σχετικά βάθος περίπου 40 cm ή και περισσότερο. Το πλάτος του κάθε στελέχους είναι 6 cm ενώ έχει κλίση 45° στο άκρο του σε σχέση με τη επιφάνεια του εδάφους.

Οι εναλλακτικοί σχεδιασμοί προέκυπταν τοποθετώντας τα κύρια στελέχη σε διάφορες αποστάσεις μεταξύ τους, σε συνδυασμό με προσθήκη ή όχι βοηθητικών στελεχών (μιας ή δυο σειρών) μικρότερου βάθους που προηγούνταν (Σχήμα 2). Η απόσταση των κύριων στελεχών ήταν 40, 60, 70 και 80 cm. Στην περίπτωση των 70 cm χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό πλαίσιο. Για κάθε σχεδιασμό του βαρύ καλλιεργητή χρησιμοποιήθηκαν τρία κύρια στελέχη. Η πρώτη σειρά βοηθητικών στελεχών προηγούνταν από τα κύρια στελέχη κατά 46 cm ενώ η δεύτερη σειρά προηγούνταν κατά 40 cm από την πρώτη για την κάθε περίπτωση. Το βάθος εργασίας των αβαθών στελεχών ήταν περίπου 15 cm. Η μεταξύ τους απόσταση ήταν πάντα 40 cm ενώ ο αριθμός τους τέτοιος ώστε να καλύπτει κάθε φορά το πλάτος εργασίας.

Οι εναλλακτικοί σχεδιασμοί ήταν οι ακόλουθοι:

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΡΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΕΛΕΧΩΝ ΠΡΩΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΕΛΕΧΩΝ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΣΕΙΡΑΣ
BK40	3	4	3
BK60	3	5	4
BK70	3	5	4
BK80	3	6	5



Σχήμα 2. Εναλλακτικοί σχεδιασμοί του βαρέως καλλιεργητή

7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

7.1 Δυναμομετρήσεις κατά την εργασία

Η κατανάλωση ενέργειας για την εκτέλεση των γεωργικών εργασιών είναι ένας από τους παράγοντες που επιδρούν στο κόστος παραγωγής των γεωργικών προϊόντων. Επομένως είναι ένα από τα κριτήρια αξιολόγησης των γεωργικών μηχανημάτων γι' αυτό και η μέτρησή της είναι απαραίτητη.

Στο πείραμα εκτός από την μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα στους εναλλακτικούς σχεδιασμούς του βαρέως καλλιεργητή και του αρότρου, έγιναν μετρήσεις για την κατανάλωση ενέργειας στη δευτερογενή κατεργασία (με χρήση περιστροφικού καλλιεργητή σε όλα τα πειραματικά τεμάχια) όπως επίσης και για την εκτίμηση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για την εγκατάσταση καλλιέργειας βαμβακιού (ενέργεια λίπανσης, ενέργεια προσπαρτικής και προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας, ενέργεια σποράς και ενέργεια κυλίνδρου).

Για να εκτιμήσουμε την ενέργεια που καταναλώνεται για την έλξη ενός μηχανήματος κατεργασίας από γεωργικό ελκυστήρα, παρεμβλήθηκε ένα σύστημα δυναμομέτρησης του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. (Γέμτος, Θ.Α. και Τσιρίκογλου, Θ.Ι. 1994), (Σχήμα 3). Το σύστημα περιελάμβανε δυο μεταλλικούς φορείς σχήματος Π. Ο ένας φορέας προσαρμόστηκε στο σύστημα ανάρτησης παρελκομένων στα τρία σημεία του υδραυλικού συστήματος του γεωργικού ελκυστήρα. Ο δεύτερος φορέας φέρει κατάλληλες υποδοχές για την ανάρτηση παρελκομένων. Ο σχεδιασμός αυτός εξασφαλίζει χώρο μεταξύ των δυο σκελών του Π για την προσαρμογή του συστήματος μέτρησης ροπής – γωνιακής ταχύτητας στο δυναμοδότη του ελκυστήρα και τη διέλευση του δυναμοδοτικού άξονα προς το παρελκόμενο. Οι διαστάσεις των μεταλλικών φορέων είναι τέτοιες ώστε οι δυνάμεις να μεταφέρονται χωρίς σημαντικές παραμορφώσεις. Οι δυο φορείς συνδέονται μεταξύ τους αρθρωτά με έξι δυναμοκυψέλες, με τις οποίες ήταν δυνατή η μέτρηση των ασκούμενων στο χώρο δυνάμεων. Τρεις δυναμοκυψέλες, δυο κάτω (1,2) και μια επάνω (3), παράλληλες με τη διεύθυνση κίνησης του ελκυστήρα μετρούσαν δυνάμεις έλξης. Η συνισταμένη τους αντιπροσώπευε την ελκτική δύναμη του ελκυστήρα. Τα δεδομένα των μετρήσεων καταγράφονταν στη μνήμη ενός φορητού Υ/Η. (Kavalaris et al 2000).



Σχήμα 3. Σύστημα δυναμομέτρησης

Για τη μέτρηση της ταχύτητας χρησιμοποιήθηκε ένα ραντάρ. Το ραντάρ είναι κατασκευή της εταιρίας Dickey John και είναι ειδικά κατασκευασμένο για γεωργικούς ελκυστήρες. Το όργανο τοποθετήθηκε στο μέσο του γεωργικού ελκυστήρα μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου τροχού (Σχήμα 4). Η στήριξή του έγινε σε ειδική βάση στο πλαίσιο του ελκυστήρα. Είχε κλίση 35° προς τα πίσω ώστε να είναι σύμφωνο με τις παραμέτρους λειτουργίας του. Το ραντάρ βαθμονομήθηκε με χρονομέτρηση γνωστών αποστάσεων και καταγραφή των μετρήσεων. Το συγκεκριμένο όργανο είχε τη δυνατότητα μέσω της ταχύτητας λήψης της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας να απεικονίζει την ταχύτητα με τη μορφή σήματος παλμών. Οι παραγόμενοι παλμοί μεταφέρονταν στην ειδική κάρτα μέτρησης παλμών οι οποίοι στη συνέχεια αποθηκευόταν στο φορητό υπολογιστή τον οποίο χρησιμοποιούσαμε για την πραγματοποίηση και την καταγραφή των μετρήσεων (Gemtos et al. 2000).



Σχήμα 4. Ραντάρ μέτρησης ταχύτητας.

Για τον υπολογισμό της ισχύος που αποδίδεται μέσω του δυναμοδότη του γεωργικού ελκυστήρα απαιτείται η μέτρηση συνεχώς δυο στοιχείων. Της ροπής και της γωνιακής ταχύτητας, το γινόμενο των δυο αυτών στοιχείων μας δίνει την ισχύ στο δυναμοδότη. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της ροπής και της γωνιακής ταχύτητας του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, παρεμβλήθηκε μεταξύ του δυναμοδότη και του άξονα που μετέδιδε την κίνηση (Σχήμα 5). Ήταν τοποθετημένο σε ειδική βάση η οποία ήταν κοχλιωμένη στον γεωργικό ελκυστήρα και απέτρεπε την εφαρμογή πλάγιων τάσεων. (Gemtos et al. 2000).



Σχήμα 5. Όργανο μέτρησης ροπής και γωνιακής ταχύτητας.

Για τον προσδιορισμό του βάθους εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένας τροχός που κυλούσε στο έδαφος και παράλληλα ήταν συνδεδεμένος στο πλαίσιο του βαρέως καλλιεργητή (Σχήμα 6). Ανάλογα με τη θέση του υδραυλικού συστήματος του ελκυστήρα άλλαζε και η σχετική θέση του τροχού. Ο τροχός κατέληγε σε ποτενσιόμετρο που τροφοδοτούνταν με τάση 5V και έδινε αναλογικό σήμα ανάλογα με τη γωνία που είχε πάρει ο τροχός. Ο αισθητήρας του βάθους κατεργασίας βαθμονομήθηκε τοποθετώντας τον τροχό σε γνωστά βάθη. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονταν σε φορητό Υ/Η.

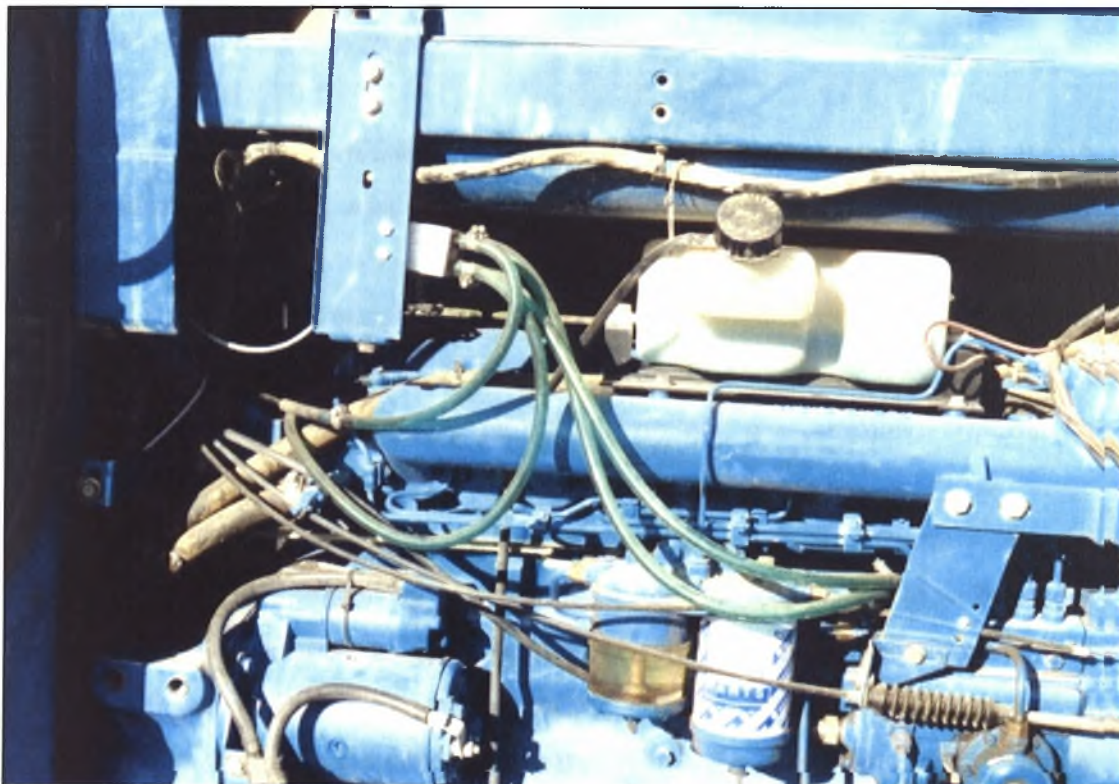


Σχήμα 6. Όργανο μέτρησης βάθους εργασίας

- Επιπλέον χρήσιμες μετρήσεις είναι οι εξής:

Κατανάλωση καυσίμου.

Η μέτρηση της κατανάλωσης καυσίμου γίνεται με χρήση ειδικού ροόμετρου το οποίο παρεμβάλλεται στη γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου του γεωργικού ελκυστήρα (Σχήμα 7). Το ροόμετρο μετράει το καύσιμο που έρχεται από την αποθήκη καυσίμου ενώ παράλληλα μετράει και αυτό που οδηγείται προς την αντλία πετρελαίου, αφαιρώντας την ποσότητα καυσίμου που επιστρέφει ξανά προς την αποθήκη καυσίμου. Έτσι έχει τη δυνατότητα να μετρά την πραγματική ποσότητα καυσίμου που εισέρχεται στον κινητήρα κάθε στιγμή.



Σχήμα 7. Όργανο μέτρησης πραγματικής ποσότητας καυσίμου που καταναλώνεται

Μεγάλο ποσό ενέργειας χάνεται εξ' αιτίας της ολίσθησης των τροχών του γεωργικού ελκυστήρα, σε περιπτώσεις όπου το έδαφος είναι ολισθηρό. Στις περιπτώσεις αυτές αυξάνεται και η συμπίεση που προκαλείται στο έδαφος. Από τα παραπάνω βλέπουμε ότι

η μέτρηση της ολίσθησης είναι σημαντική για την κατανάλωση ενέργειας και για την ποιότητα της εργασίας.

Για τη μέτρηση της ολίσθησης των τροχών χρησιμοποιούνται ειδικά αισθητήρια τα οποία τοποθετούνται στους τέσσερις τροχούς του γεωργικού ελκυστήρα. Τα αισθητήρια αυτά έχουν τη δυνατότητα να μετρούν τις περιστροφές που κάνουν οι τροχοί του ελκυστήρα στη μονάδα του χρόνου. Γνωρίζοντας την πραγματική ταχύτητα κίνησης του ελκυστήρα που απεικονίζει τις θεωρητικές περιστροφές των τροχών του καθώς και τις πραγματικές περιστροφές τους είναι εύκολη η εκτίμηση του ποσοστού ολίσθησής τους.

Τις παραπάνω μετρήσεις στο συγκεκριμένο πείραμα δεν τις λάβαμε υπόψη για δυο λόγους. Πρώτον διότι η κατανάλωση καυσίμου εξαρτάται από την παλαιότητα του γεωργικού ελκυστήρα και δεύτερον διότι η ολίσθηση των τροχών εξαρτάται και από τη φθορά των ελαστικών. Έτσι επηρεάζεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων.

7.2 Μέτρηση εδαφικών χαρακτηριστικών

Πριν την έναρξη της καλλιέργειας εκτιμήθηκε η κατάσταση του εδάφους με μέτρηση των ιδιοτήτων του, δηλαδή της φαινομενικής ξηρής πυκνότητας και της περιεχόμενης υγρασίας. Για να γίνουν οι μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκε ένας ειδικός κώνος. Με τη βοήθεια του κώνου συλλέχθηκαν δείγματα συγκεκριμένου όγκου. Τα δείγματα ξεράθηκαν σε φούρνο για 24 ώρες σε θερμοκρασία 104^o C. Στη συνέχεια γνωρίζοντας το αρχικό βάρος και το νέο μετά την ξήρανση υπολογίστηκε η περιεχόμενη υγρασία (% κ.β.) και τη φαινομενική ξηρή πυκνότητα ($P = m/V = g/cm^3$).

Μετά το φύτευμα πραγματοποιήθηκε μέτρηση της εδαφικής αντίστασης στη διείσδυση η οποία έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού διεισδυόμετρου, με σκοπό να διερευνηθεί η κατάσταση του εδάφους σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Το βάθος διείσδυσης ήταν 50cm. Το διεισδυόμετρο μας έδινε την αύξηση της αντίστασης για κάθε 1cm. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονταν στο διεισδυόμετρο και μετά το τέλος της εργασίας μεταφέρθηκαν σε H/Y.

Συνολικά έγιναν 20 μετρήσεις σε κάθε πειραματικό τεμάχιο ώστε να έχουμε καλύτερη εκτίμηση της κατάστασης του εδάφους, από τις οποίες πήραμε το μέσο όρο για κάθε πειραματικό τεμάχιο.

7.3 Μετρήσεις φυτών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις μετρήσεις του πληθυσμού των φυτών σε μήκος 2m καθεμιάς από τις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου. Η πρώτη μέτρηση (15/ 06/ 2002) έγινε με σκοπό να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές στην πρωιμότητα της καλλιέργειας μεταξύ των κατεργασιών. Οι υπόλοιπες δυο μετρήσεις έγιναν για να μετρηθεί ο πληθυσμός των φυτών. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν διαδοχικά μια και δυο εβδομάδες μετά την πρώτη μέτρηση.

Η εκτίμηση της ανάπτυξης των φυτών βαμβακιού έγινε μετρώντας το ύψος 10 φυτών από τις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου παίρνοντας το μέσο όρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ενός δεκαδικού μέτρου.

Η συγκομιδή του βαμβακιού πραγματοποιήθηκε σε όλα τα πειραματικά τεμάχια την ίδια ημέρα με ένα πέραςμα εφόσον είχαν ανοίξει σχεδόν όλα τα καρύδια. Η συγκομιδή έγινε στις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου και σε μήκος 2m σε κάθε σειρά το οποίο είχε οριοθετηθεί σε προηγούμενες εργασίες. Η ποσότητα του σύσπορου βαμβακιού που συλλέχτηκε από κάθε πειραματικό τεμάχιο, τοποθετήθηκε σε πλαστικές σακούλες τις οποίες ζυγίσαμε σε ηλεκτρονική ζυγαριά.

7.4 Μέτρηση της ξηρής μάζας των ζιζανίων

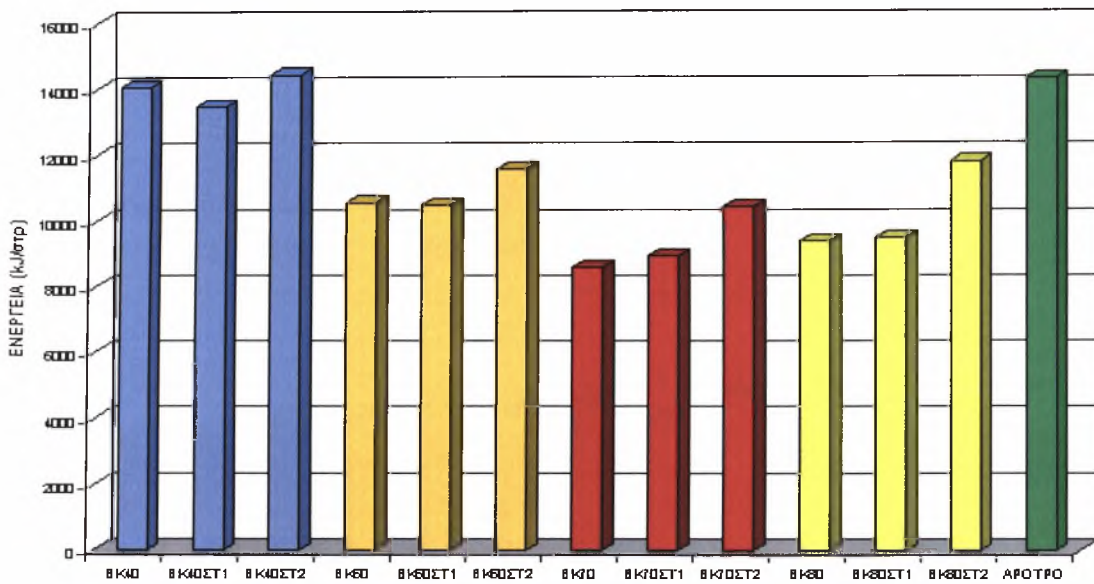
Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο έγινε καταγραφή του είδους και του αριθμού των ζιζανίων ώστε να διαπιστωθεί η επίδραση των κατεργασιών στο βαθμό καταστροφής τους. Οι μετρήσεις έγιναν σε στάδιο ικανοποιητικής ανάπτυξης της καλλιέργειας. Για τον υπολογισμό της ξηρής μάζας των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε ξήρανση της χλωρής μάζας σε φούρνο για 24 ώρες στους 80° C.

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με βάση τη μέση ελκτική δύναμη και τη μέση ταχύτητα εργασίας υπολογίστηκε η ελκτική ισχύς για κάθε μηχάνημα κατεργασίας. Ενώ από την ελκτική ισχύ και το χρόνο πραγματοποίησης της εργασίας υπολογίστηκε η κατανάλωση ενέργειας.

Η κατανάλωση ενέργειας για την πρωτογενή κατεργασία περιγράφεται στο Γράφημα 1. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρήθηκε στην περίπτωση όλων των σχεδιασμών του βαρύ καλλιεργητή που είχαν απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 40 cm καθώς επίσης και εκεί που χρησιμοποιήθηκε το άροτρο. Αντίθετα η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρήθηκε στο σχεδιασμό με απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 70 cm. Όπου προηγούνταν μια σειρά βοηθητικών στελεχών δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα στους σχεδιασμούς όπου η απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων ήταν 40 και 60 cm, παρατηρήθηκε μια ελάχιστη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας ενώ στους σχεδιασμούς με απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 70 και 80 cm καταγράφηκε μια ελάχιστη αύξηση. Αντίθετα αρνητικά φαίνεται ότι επέδρασε η προσθήκη δεύτερης σειράς βοηθητικών στελεχών εφόσον παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για όλους τους σχεδιασμούς με εξαίρεση την περίπτωση όπου η απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων ήταν 40 cm οπότε η αύξηση που παρατηρήθηκε ήταν ελάχιστη. Επίσης για αύξηση της απόστασης μεταξύ των κύριων σωμάτων μεγαλύτερη των 40 cm παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην κατανάλωση της ενέργειας. Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στην περίπτωση των 40 cm οφείλεται στην αρνητική αλληλεπίδραση μεταξύ των κύριων σωμάτων λόγω κοντινών αποστάσεων.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Γράφημα 1. Κατανάλωση ενέργειας για την πραγματοποίηση της πρωτογενούς κατεργασίας.

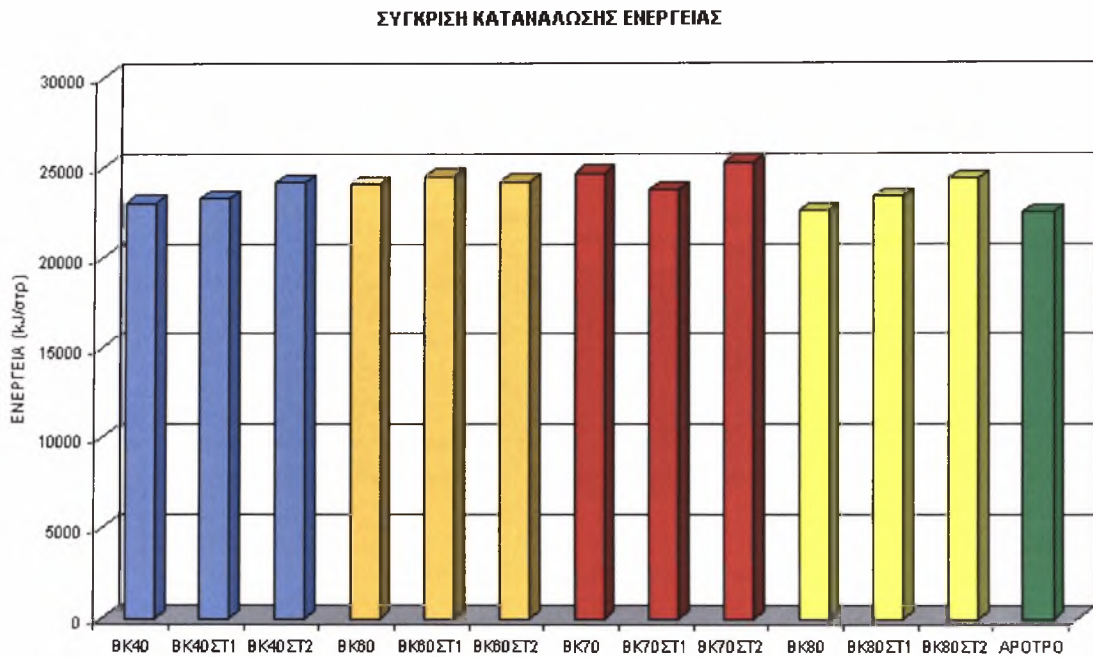
Πίνακας 1. Ανάλυση διακύμανσης πρωτογενούς κατεργασίας

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ							
Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F	
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	217108606,1	12	18092384	73,04063	1,49E-21	2,032703	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	6446644,729	3	2148882	8,675234	0,000183	2,866265	
Σφάλμα	8917308,244	36	247703				
Σύνολο	232472559,1	51					
			406,3684699	865,9712			

(LSD = 865,9712)

Στις αρχές της άνοιξης πραγματοποιήθηκε δευτερογενής κατεργασία με τη χρήση περιστροφικού καλλιεργητή σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Η χρήση του κρίθηκε απαραίτητη λόγω του ότι παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός ζιζανίων σε όλα τα πειραματικά τεμάχια, με εξαίρεση εκείνα τα οποία είχαν υποστεί πρωτογενή κατεργασία με άροτρο όπου ο αριθμός των ζιζανίων ήταν ελαφρά μικρότερος. Η χρήση του περιστροφικού καλλιεργητή είχε ως αποτέλεσμα την κατανάλωση μεγάλων ποσών ενέργειας και τη δημιουργία ομοιόμορφου επιφανειακού στρώματος πάχους 15cm σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Κατά την πραγματοποίηση της δευτερογενούς κατεργασίας δεν παρατηρήθηκαν

σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας για κάθε πειραματικό τεμάχιο. (Γράφημα 2)

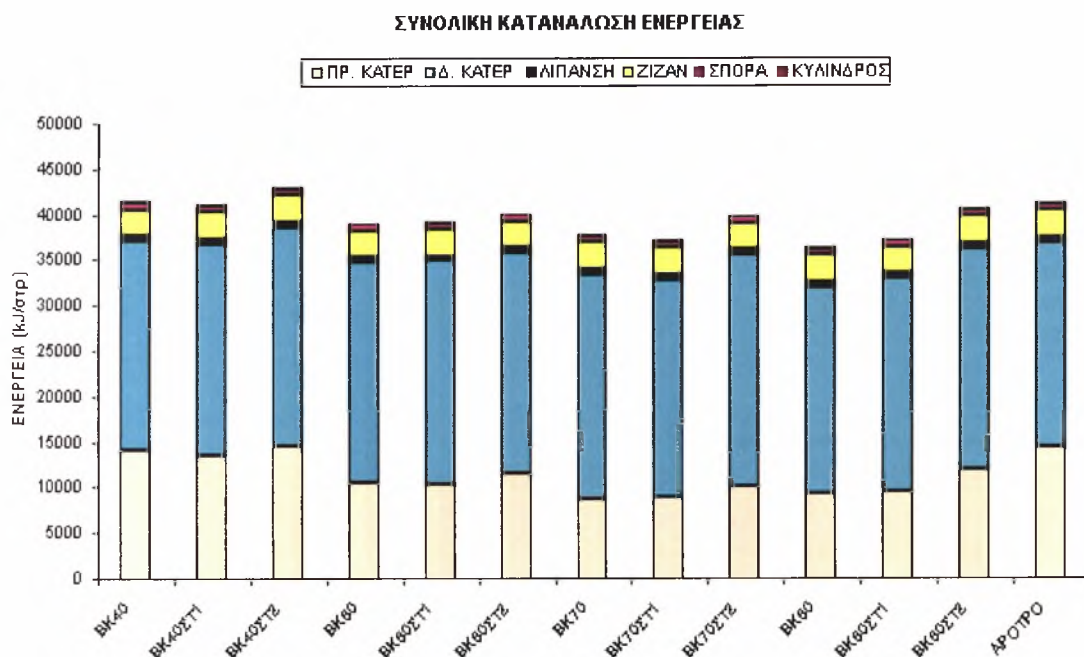


Γράφημα 2. Κατανάλωση ενέργειας για την πραγματοποίηση της δευτερογενούς κατεργασίας.

Πίνακας 2. Ανάλυση διακύμανσης δευτερογενούς κατεργασίας

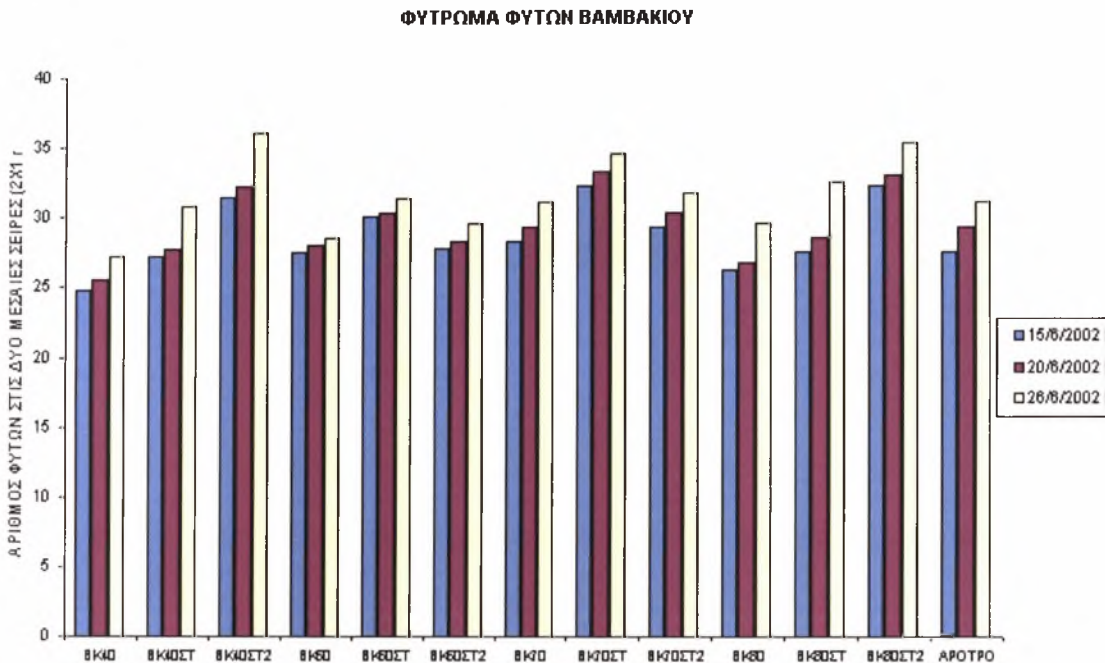
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ						
Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	τιμή-P	κριτήριο F
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	25325673	12	2110473	0,837981	0,613639	2,183377
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	8121780	2	4060890	1,612411	0,22027	3,402832
Σφάλμα	60444497	24	2518521			
Σύνολο	93891950	38				

Μετά την πραγματοποίηση των απαραίτητων καλλιεργητικών φροντίδων για την εγκατάσταση καλλιέργειας βαμβακιού έγιναν μετρήσεις των οποίων τα αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω (Γράφημα 3).



Γράφημα 3. Συνολική κατανάλωση ενέργειας για την εγκατάσταση καλλιέργειας βαμβακιού.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του φυτρώματος φαίνονται στο γράφημα 4.



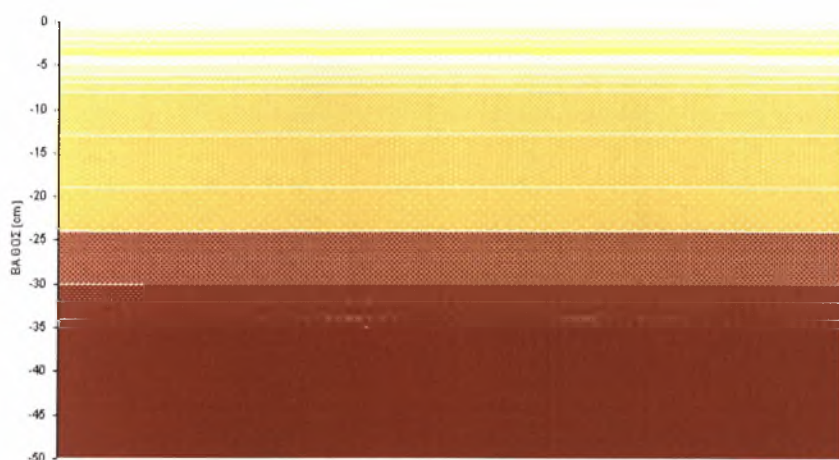
Γράφημα 4. Πρόοδος φυτρώματος φυτών βαμβακιού

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε διαφορές μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων σε όλες τις μετρήσεις οι οποίες όμως δεν είναι σημαντικές. Αυτό οφείλεται στην επιφανειακή ζώνη εδάφους βάθους 15cm σε όλα τα πειραματικά τεμάχια μετά τη χρήση του περιστροφικού καλλιεργητή.

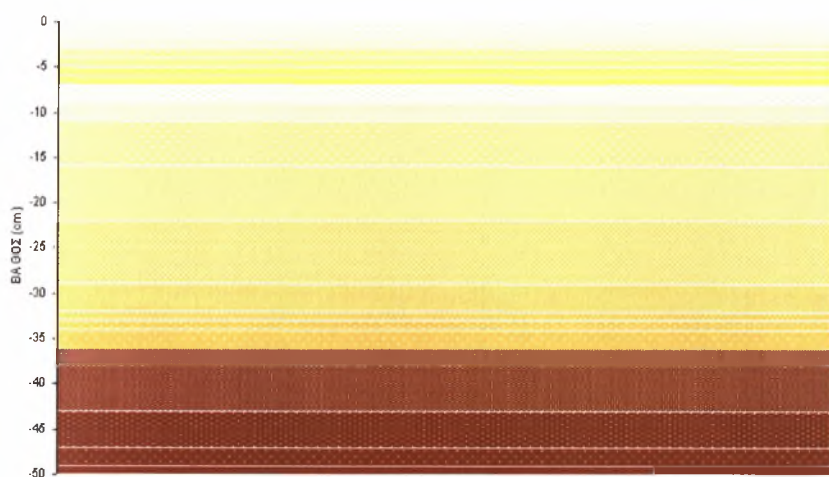
Μετά το πέρας των παραπάνω εργασιών πραγματοποιήθηκε μέτρηση της εδαφικής αντίστασης στη διείσδυση ώστε να προσδιοριστεί η κατάστασή του εδάφους σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Έγιναν 20 μετρήσεις σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω γράφημα. (Γράφημα 5)

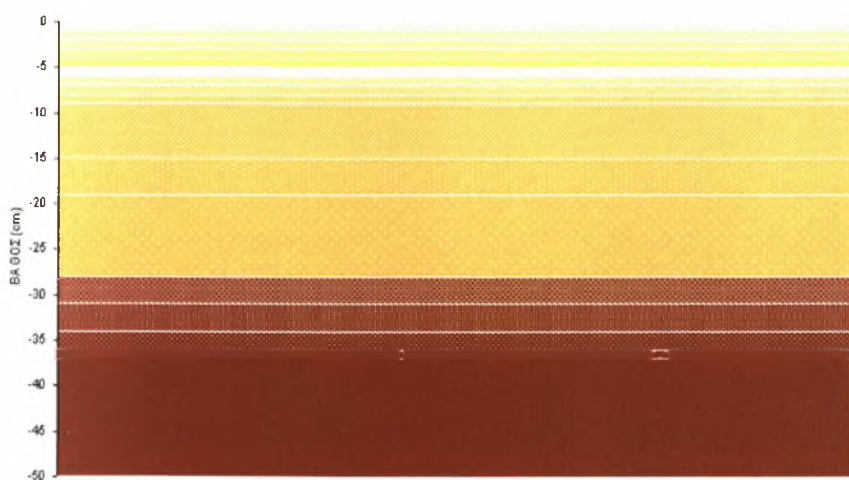
ΒΚ40



ΒΚ40ΣΤ1

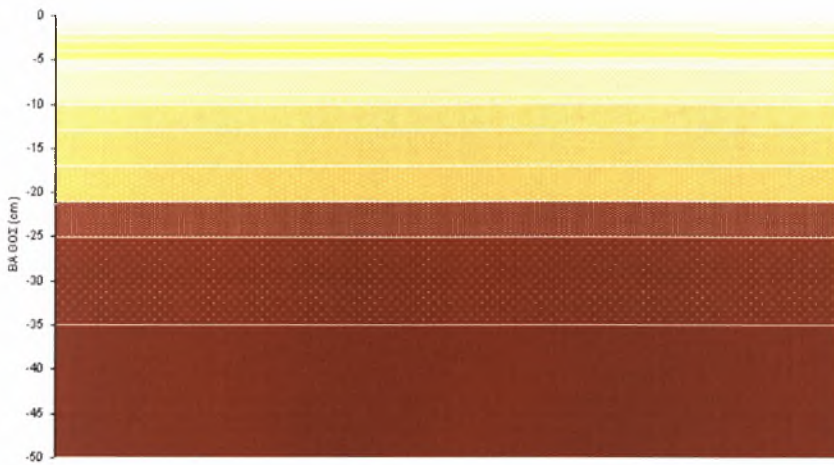


ΒΚ40ΣΤ2

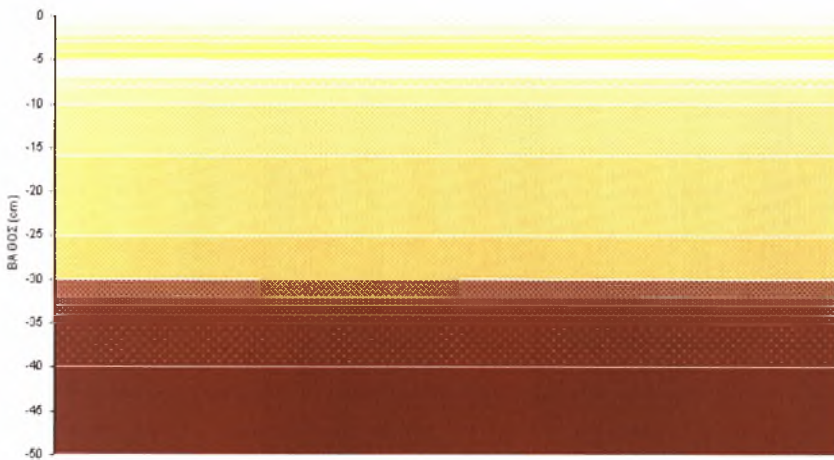


Πρωτογενής κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή στα 40 cm χωρίς, μια ή και δυο σειρές βοηθητικών στελεχών.

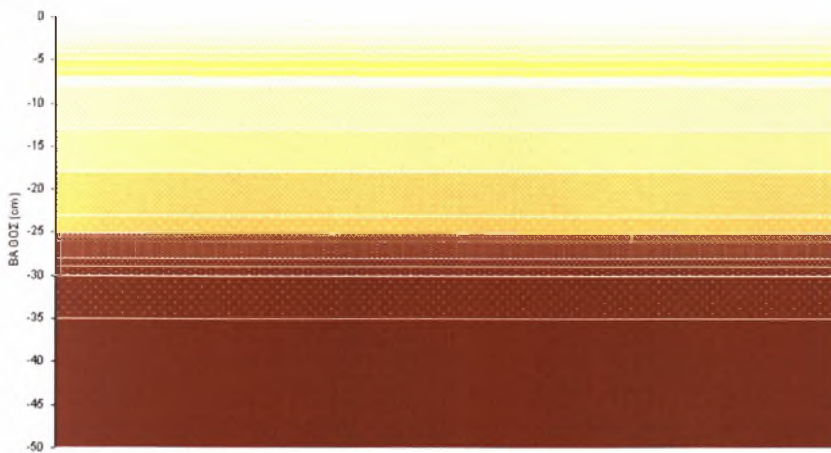
ΘΚ60



ΘΚ60ΣΤ1

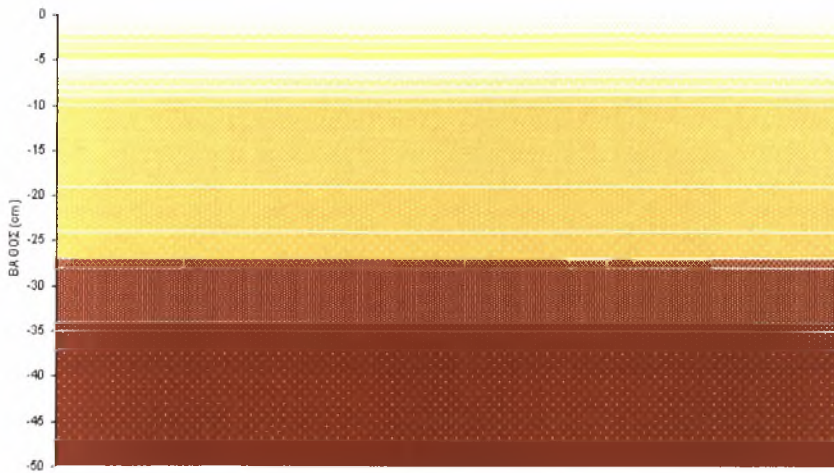


ΘΚ60ΣΤ2



Πρωτογενής κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή στα 60 cm χωρίς, μια ή και δυο σειρές βοηθητικών στελεχών.

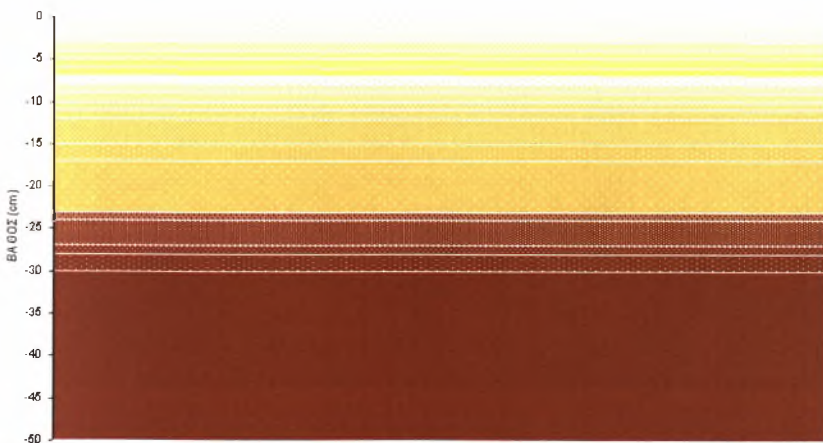
ΒΚ70



ΒΚ70ΣΤ1

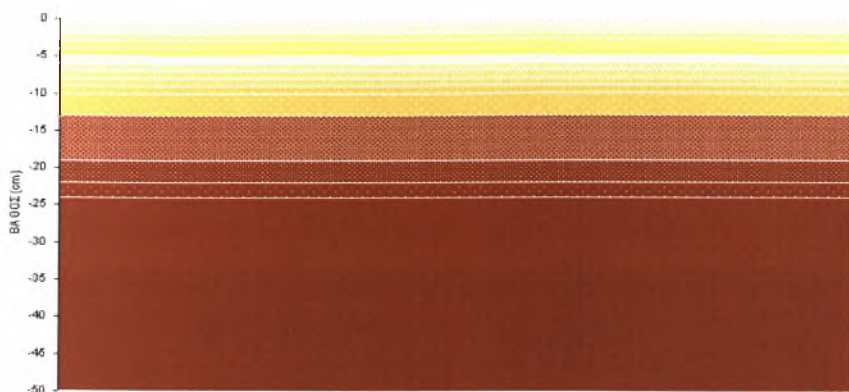


ΒΚ70ΣΤ2

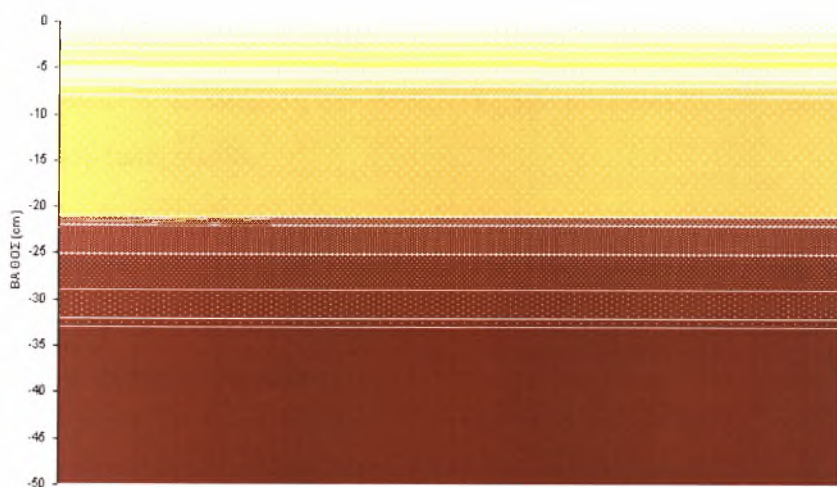


Πρωτογενής κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή στα 70 cm χωρίς, μια ή και δυο σειρές βοηθητικών στελεχών.

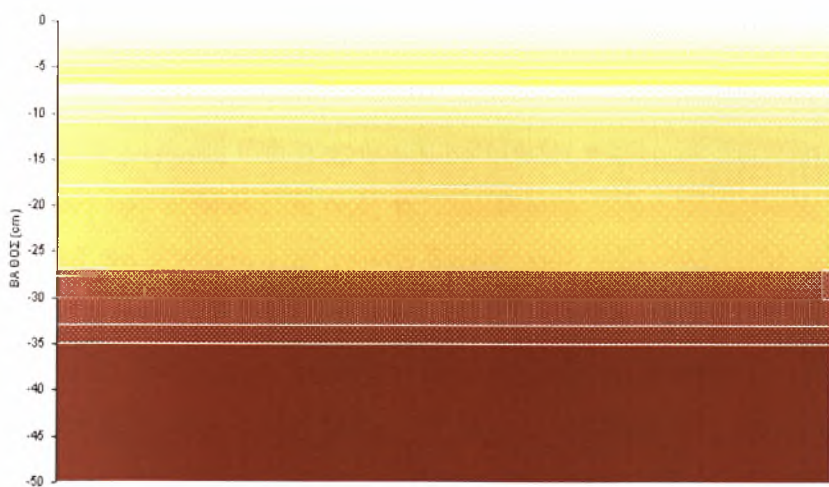
ΒΚ80



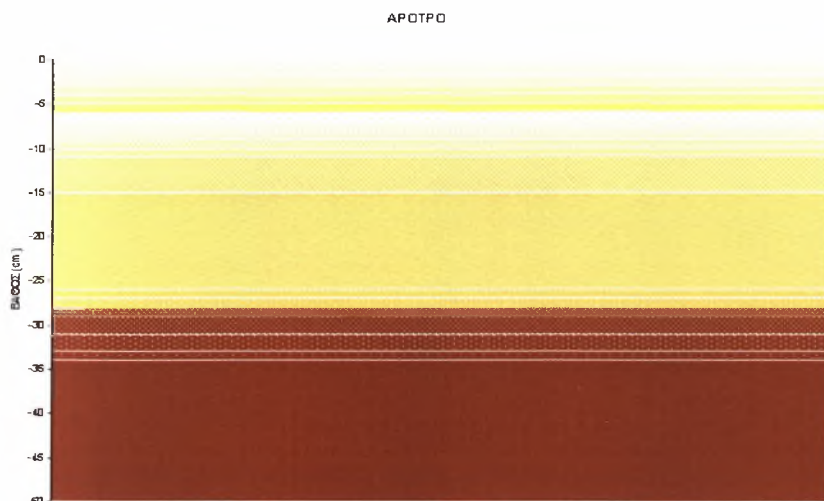
ΒΚ80ΣΤ1



ΒΚ80ΣΤ2



Πρωτογενής κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή στα 80 cm χωρίς, μια ή και δυο σειρές βοηθητικών στελεχών.



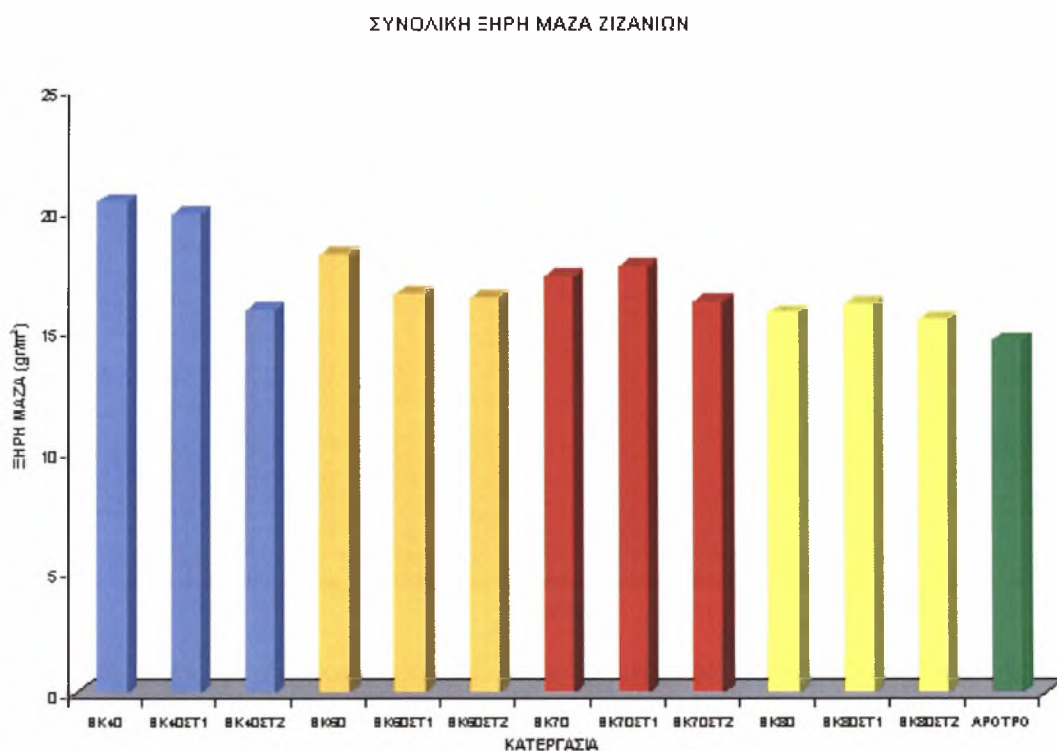
Πρωτογενής κατεργασία με άροτρο.

Γράφημα 6. Αντίσταση στη διείσδυση που παρουσιάζει το έδαφος ανάλογα με την πρωτογενή κατεργασία.

Σημείωση: Οι ζώνες που εμφανίζονται είναι χωρισμένες ανά 100 kPa (από 0 ως 3000 kPa) και δείχνουν την αύξηση της αντίστασης στη διείσδυση που παρουσιάζει το έδαφος με την αύξηση του βάθους.

Από τα παραπάνω γραφήματα παρατηρείται ότι η καλύτερη αναμόχλευση του εδάφους παρουσιάζεται μετά την κατεργασία με άροτρο (βάθος εργασίας 35 cm) και τους σχεδιασμούς του βαρύ καλλιεργητή με απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 40 cm σε όλο το βάθος κατεργασίας. Η αύξηση της απόστασης των κύριων σωμάτων αυξάνει την αναμόχλευση του εδάφους σε όλο το βάθος κατεργασίας, χωρίς όμως οι διαφορές να είναι μεγάλες ενώ η χρήση βοηθητικών στελεχών αυξάνει την επιφανειακή αναμόχλευση του εδάφους σε όλες τις περιπτώσεις. Στις αποστάσεις κυρίων σωμάτων 40, 60 και 80 cm η χρήση μιας σειράς βοηθητικών στελεχών αυξάνει το βαθμό αναμόχλευσης του εδάφους ενώ στην απόσταση των 70 cm δεν παρατηρήθηκε καλή αναμόχλευση του εδάφους. Αντίθετα η προσθήκη δεύτερης σειράς βοηθητικών στελεχών, οδηγεί σε αύξηση του βαθμού αναμόχλευσης σε όλες τις περιπτώσεις αποστάσεων με εξαίρεση την απόσταση των 40 cm. Αυτό οφείλεται στην αρνητική αλληλεπίδραση μεταξύ των κύριων σωμάτων λόγω των κοντινών αποστάσεών τους. Παρόλα αυτά οι διαφορές που παρατηρούνται για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις είναι μικρές.

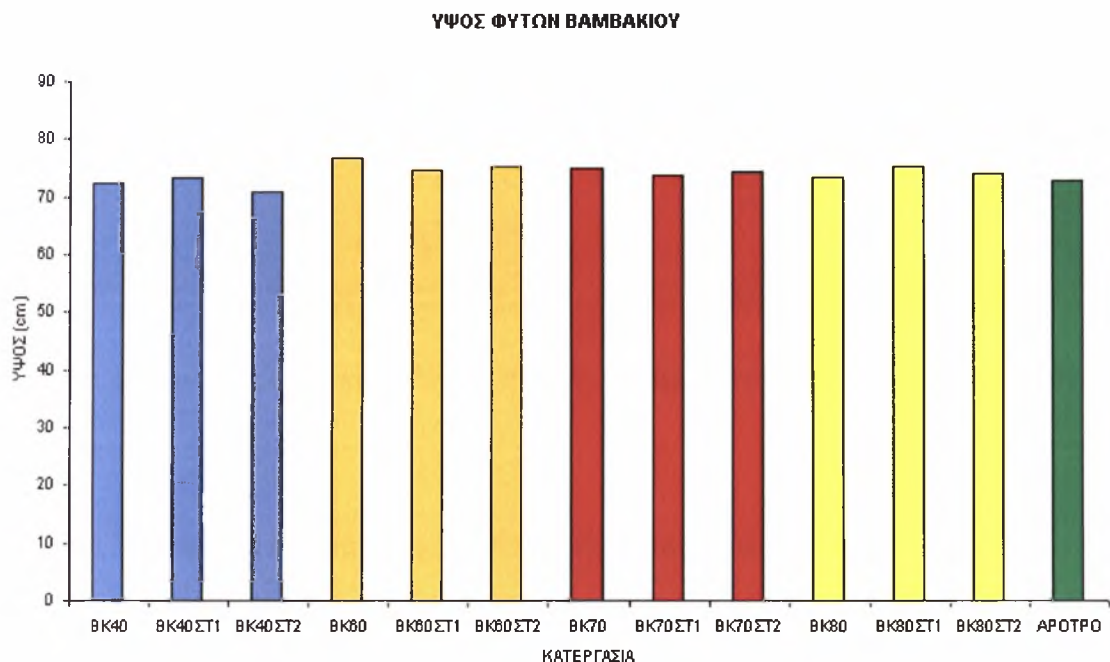
Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο έγινε μέτρηση της ξηρής μάζας των ζιζανίων καθώς και καταγραφή του είδους και του αριθμού τους ώστε να διαπιστωθεί η επίδραση των κατεργασιών στο βαθμό καταστροφής τους. Οι μετρήσεις έγιναν σε στάδιο ικανοποιητικής ανάπτυξης της καλλιέργειας. (Γράφημα 7)



Γράφημα 7. Συνολική ξηρή μάζα ζιζανίων σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου.

Από το παραπάνω γράφημα βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη ποσότητα ξηρής μάζας παρατηρείται στην περίπτωση κατεργασίας βαρύ καλλιεργητή με απόσταση κυρίων σωμάτων 40cm χωρίς προσθήκη υνιών ενώ η μικρότερη παρατηρείται στην περίπτωση κατεργασίας με άροτρο. Στην περίπτωση μιας σειράς βοηθητικών στελεχών παρατηρείται μικρή μείωση στις αποστάσεις κυρίων σωμάτων 40 και 60cm ενώ στις περιπτώσεις των 70 και 80 cm παρατηρείται μικρή αύξηση. Αντίθετα με την προσθήκη δεύτερης σειράς βοηθητικών στελεχών παρατηρείται σχετικά μικρή μείωση της ποσότητας της ξηρής μάζας σε σχέση με την αρχική για όλες τις αποστάσεις των κυρίων στελεχών (40, 60, 70 και 80cm).

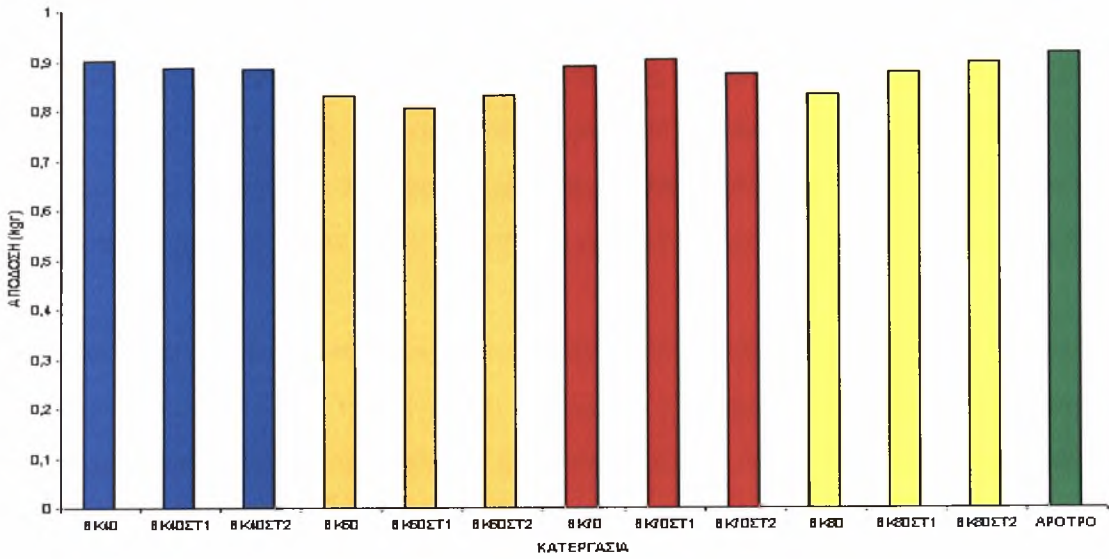
Η εκτίμηση της ανάπτυξης των φυτών βαμβακιού έγινε μετρώντας το ύψος 10 φυτών από τις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου παίρνοντας το μέσο όρο. Παρατηρώντας το γράφημα βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων. (Γράφημα 8)



Γράφημα 8. Ύψος φυτών βαμβακιού σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου.

Πριν τη συγκομιδή έγιναν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες όπως πότισμα, σκάλισμα προκειμένου να έχουμε όσο το δυνατό καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Η συγκομιδή του βαμβακιού πραγματοποιήθηκε σε όλα τα πειραματικά τεμάχια την ίδια ημέρα (ένα χέρι), λόγω του ότι είχαμε πλήρες άνοιγμα σχεδόν σε όλο το ποσοστό των καρυδιών των φυτών. Η συγκομιδή έγινε στις δυο μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου και σε μήκος 2m σε κάθε σειρά το οποίο είχαμε οριοθετήσει προηγουμένως. (Γράφημα 9)

ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΥΤΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ



Γράφημα 9. Συνολική απόδοση σύσπορου βαμβακιού στα πειραματικά τεμάχια.

Πίνακας 3. Ανάλυση διακύμανσης απόδοσης σύσπορου βαμβακιού

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ							
Προέλευση διακύμανσης	SS	βαθμοί ελευθερίας	MS	F	πμή-P	κριτήριο F	
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	0,53322	12	0,044435	1,515329	0,163828	2,032703	
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	1,184631	3	0,394877	13,46616	4,77E-06	2,866265	
Σφάλμα	1,055652	36	0,029324				
Σύνολο	2,773503	51					

Από το παραπάνω γράφημα βλέπουμε ότι η διαφορετική πρωτογενής κατεργασία μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων δεν δείχνει να επηρεάζει σημαντικά την τελική απόδοση της καλλιέργειας.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την πραγματοποίηση της πρωτογενούς κατεργασίας με όλους τους σχεδιασμούς του βαρύ καλλιεργητή παρατηρήθηκε μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το άροτρο. Επίσης παρατηρήθηκε ότι στις περιπτώσεις όπου οι αποστάσεις μεταξύ των κύριων σωμάτων ήταν μεγάλες, υπήρχε σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας.

Στις περιπτώσεις όπου προηγούνταν μια σειρά βοηθητικών στελεχών δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα στους σχεδιασμούς όπου η απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων ήταν 40 και 60 cm, παρατηρήθηκε μια ελάχιστη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας ενώ στους σχεδιασμούς με απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 70 και 80 cm καταγράφηκε μια ελάχιστη αύξηση.

Αρνητικά φαίνεται ότι επέδρασε η προσθήκη δεύτερης σειράς βοηθητικών στελεχών εφόσον παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για όλους τους σχεδιασμούς με εξαίρεση την περίπτωση όπου η απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων ήταν 40 cm οπότε η αύξηση που παρατηρήθηκε ήταν ελάχιστη.

Η καλύτερη αναμόχλευση του εδάφους επιτεύχθηκε μετά την κατεργασία με άροτρο (βάθος εργασίας 35 cm) και τους σχεδιασμούς του βαρύ καλλιεργητή με απόσταση μεταξύ των κύριων σωμάτων 40 cm σε όλο το βάθος κατεργασίας. Ταυτόχρονα η χρήση βοηθητικών στελεχών αυξάνει την επιφανειακή αναμόχλευση του εδάφους σε όλες τις περιπτώσεις.

Όσον αφορά την ανάπτυξη των ζιζανίων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα πειραματικά τεμάχια που έγινε χρήση σχεδιασμών του βαρύ καλλιεργητή όσο και με τη χρήση του αρότρου.

Τέλος η ανάπτυξη της καλλιέργειας βαμβακιού καθώς και η τελική της απόδοση δεν έδειξε να επηρεάζεται σημαντικά από την πρωτογενή κατεργασία που έγινε στο έδαφος.

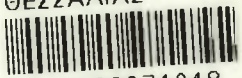
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ – ΣΕΝΔΟΥΚΑ, Σ. (1994). Ποικιλίες βαμβακιού και νέες καλλιεργητικές τεχνικές για αύξηση της ανταγωνιστικότητας του ελληνικού βαμβακιού, (σελ. 39-56).
2. ΓΕΜΤΟΣ Θ.Α., ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Ι., ΚΥΛΙΝΔΡΗΣ Θ., ΚΑΡΑΜΟΥΤΗΣ Χ.(2000). Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής (σελ.465-472)
3. ΓΕΜΤΟΣ, Θ.Α. και ΤΣΙΡΙΚΟΓΛΟΥ, Θ.Ι. (1994). Ο σχεδιασμός και η διαμόρφωση ενός συστήματος μέτρησης και καταγραφής των ασκούμενων δυνάμεων από γεωργικό ελκυστήρα σε αναρτημένα γεωργικά μηχανήματα.
4. GEMTOS T.A.; ST. GALANOPOULOU ; CHR. KAVALARIS (1998). Wheat establishment after cotton with minimal tillage. European Journal of Agronomy 8, pp137-147.
5. GILL W.R.; McCREERY W.F.(1960). Relation of size of cut to tillage tool efficiency. Agric. Eng., Vol41, pp 372-374,381.
6. GODWIN R.J. ; G. SPOOR (1977). Soil failure with narrow tines. Journal of Agricultural Engineering Research 22, pp 213-228.
7. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (2000). Οδηγός για το βαμβάκι, (σελ.22).
8. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (2000). Οδηγός για το βαμβάκι, (σελ. 38-40).
9. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (2000). Οδηγός για το βαμβάκι, (σελ.62-63).

10. ICAC (International Cotton Advisory Committee), 1994. Organic Cotton Production II, pp 5-9.
11. ΚΑΒΑΛΑΡΗΣ Χ., ΓΕΜΤΟΣ Θ.Α., ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Ι., ΚΑΡΑΜΟΥΤΗΣ Χ., ΓΟΥΛΑΣ Χ. (2000). Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής (σελ. 229-236)
12. ΚΑΛΟΓΗΡΟΣ, Κ. (1994). Η σημασία της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελληνική και Παγκόσμια Οικονομία, (σελ. 13-23).
13. ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Ι. (2003). Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμή ενός βαρέως καλλιεργητή για την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής, την βελτιστοποίηση της απορροφόμενης ενέργειας και την μεγιστοποίηση της ωφέλειας κατά την γεωργική του χρήση, (σελ.5-7).
14. ΤΣΑΤΣΑΡΕΛΗΣ Κ. (1995). Διαχείριση γεωργικών μηχανημάτων, (σελ. 179-181)
15. ΤΣΑΤΣΑΡΕΛΗΣ Κ. (1995). Διαχείριση γεωργικών μηχανημάτων, (σελ.205-206).
16. WITNEY B.D et al. (1965). The basis of soil failure theory. Second International Conference on Terrain Vehicle Systems.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074248