

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

**“ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ”**

**Πατελοδήμου Σοφία
Γεωπόνος**



Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη κατεύθυνση << **Γεωργική Μηχανική – Διαχείριση Φυσικών Πόρων** >>

ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ 2006



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

Αριθ. Εισ.: 3626/1

Ημερ. Εισ.: 27-03-2008

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

631.587

ΠΑΤ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

**“ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ”**

Πατελοδήμου Σοφία
Γεωπόνος

Εξεταστική επιτροπή

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ.
Καθηγήτρια Π.Θ.
Επιβλέπουσα

Κίττας Κ.
Καθηγητής Π.Θ.
Μέλος

Πατέρας Δ.
Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Λάρισας
Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κατ'αρχήν την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, όσο και για την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξή της σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Κίττα Κωνσταντίνο διευθυντή του εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος και τον κ. Πατέρα Δημήτριο, αναπληρωτή καθηγητή των Τ.Ε.Ι. Λάρισας για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και για την συμβολή τους στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Τον κ. Παναγιώτη Βύρλα, υποψήφιο διδάκτορα στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής για την σημαντική βοήθειά του.

Την Γεωπόνο της ΕΒΖ κ. Δημοπούλου Καλλιρόη για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Τον κ. Νίκο Παπανίκο συνεργάτη του εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής για τη βοήθειά του στην εγκατάσταση του πειράματος.

Τους προπτυχιακούς φοιτητές της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, Σιμιτζή Βιργινία, Καλογιάννη Δημήτριο, Μπατσίλα Ιωάννη για τη βοήθειά τους η οποία ήταν σημαντική για την διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Τον υπεύθυνο Γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Σουίπα Σπύρο και τον βοηθό του κ. Τσιότρα Αθανάσιο για την άψογη συνεργασία μας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση που μου έδειξε σε όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	5
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ.....	5
1.1 Καταγωγή και διάδοση.....	5
1.2 Εξέλιξη και σημασία του βαμβακιού στην Ελλάδα.....	7
1.3 Αύξηση και ανάπτυξη του φυτού.....	11
1.4 Οικολογικές απαιτήσεις.....	14
1.4.1 Κλίμα.....	14
1.4.2 Έδαφος.....	19
1.5 Καλλιεργητική τεχνική.....	19
1.5.1 Αμειψισπορά.....	19
1.5.2 Προετοιμασία αγρού.....	20
1.5.3 Λίπανση.....	22
1.5.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων.....	27
1.5.5 Σπορά.....	29
1.5.5α Βάθος σποράς.....	29
1.5.5β Τρόπος και μηχανήματα σποράς.....	30
1.6 Συγκομιδή.....	30
1.7 Εχθροί και ασθένειες.....	31
1.7.1 Κυριότεροι ζωικοί εχθροί.....	31
1.7.2 Ασθένειες.....	32
1.8 Άρδευση.....	33
1.8.1 Χρόνος εφαρμογής.....	34
1.8.2 Τρόποι άρδευσης.....	36
1.8.3 Ορθολογική άρδευση.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	39
2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	39
2.1 Γενικά.....	39
2.2 Ιστορική εξέλιξη.....	40
2.3 Μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	41
2.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	42
2.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	51
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ..	51
3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.....	51
3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	56
3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	59
3.4 Ποικιλία.....	60
3.5 Υλικά άρδευσης.....	61
3.6 Εξαμισίμετρο τύπου Α.....	65
3.7 Σύστημα μέτρησης υγρασίας.....	65
3.8 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	67
3.9 Μετρήσεις ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών.....	68
3.10 Στατιστική επεξεργασία.....	69
3.11 Υπολογισμός δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	114
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	114
4.1 Κλιματικά δεδομένα.....	114
4.2 Υγρασία εδάφους.....	116
4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων.....	129
4.3.1 Ύψος κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακόφυτου.....	129
4.3.2 Αριθμός χτενιών.....	134
4.3.3 Αριθμός καρυδιών.....	137
4.4 Αξιολόγηση της απόδοσης.....	141
4.5 Εξοικονόμηση νερού.....	143
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	144

5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	144
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	147
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	153

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αξιολογήθηκε η επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του βαμβακιού, συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση στις εξής περιπτώσεις: α) για το ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET), β) για εύρος άρδευσης στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο και επιφανειακό σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET). Ταυτόχρονα έγινε σύγκριση μεταξύ των επιφανειακών και των υπόγειων μεθόδων που δέχθηκαν διαφορετικές δόσεις νερού (100% και 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής) σε ίδιο εύρος άρδευσης, καθώς και μεταξύ αυτών που δέχθηκαν ίδια δόση νερού σε διαφορετικό εύρος άρδευσης και γ) για το ίδιο εύρος άρδευσης και με ίδια δόση νερού επιφανειακής στάγδην άρδευσης (100% των αναγκών της καλλιέργειας με βάση την εξατμισοδιαπνοή) με διαφορετική απόσταση σταλακτήρων (υποδιπλάσια) σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκε πείραμα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το 2004. Το πειραματικό σχέδιο ήταν Πλήρεις Τυχαιοποιημένες Ομάδες με 6 μεταχειρίσεις και 4 επαναλήψεις. Η άρδευση ήταν αυτοματοποιημένη και η δόση άρδευσης καθορίστηκε σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή, με την βοήθεια εξατμισομέτρου τύπου A, σε κάλυψη 100% και 80% των αναγκών της καλλιέργειας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν υπεροχή της Υπόγειας στάγδην άρδευσης (πρώτα της μεταχείρισης 100%ET και κατόπιν της μεταχείρισης 80%ET) στην παραγωγική ικανότητα (παραγωγικά χαρακτηριστικά, τελική απόδοση σε σύσπορο βαμβακιού σε kg/στρ). Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν διαφορετική ποσότητα νερού με το ίδιο εύρος άρδευσης, μεγαλύτερη παραγωγική ικανότητα παρουσίασαν αυτές οι οποίες δέχθηκαν το 100% των αναγκών σε νερό. Η μεταχείριση στην οποία χρησιμοποιήθηκαν αρδευτικοί αγωγοί με απόσταση οπών υποδιπλάσια των υπολοίπων έδειξε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

ABSTRACT

The effects of subsurface drip irrigation (SDI) on sugar beet crop performance was evaluated in comparison with surface drip irrigation (DI) in the following cases: a) for the same irrigation intervals between SDI and DI, according to the measured evapotranspiration, b) for the irrigation intervals of DI treatments according to the cultivation practice and of SDI treatments according to the evapotranspiration. At the same time, there has been a comparison between DL treatments which received different water depths (100% και 80% evapotranspiration needs) at equal irrigation intervals as well as between those which received equal water depth at different irrigation intervals and c) for the same irrigation intervals and the same water depths (100% και 80% evapotranspiration needs) with different aperture's distance (half distance), from the rest treatments. For this purpose, a field experiment was set up in the experimental farm of University of Thessaly in 2004. The experimental design was a Randomize Complete Block with 6 treatments and 4 blocks. Irrigation was automated, and application depths were determined, using a class-A evaporation pan, for matching the 100% and 80% evapotranspiration needs.

The results showed that SDI (first the 100% treatment and secondly the 80% treatment) has ascendancy over DI in the productive characteristics and in the final weight of the selected cotton yields. Between the treatments with different amount of water and with the same irrigation intervals those that accepted the 100% evapotranspiration needs, appeared to have the biggest productive capacity. The treatment in which water pipes that were used had the half aperture distance from the others showed successful results in comparison with the rest of treatments.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό, βασικό στοιχείο κάθε βιολογικής διαδικασίας, διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στη ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας. Ο κύριος χρήστης νερού είναι η γεωργία, με συμμετοχή που ανέρχεται στο 87,4% των υδάτων της χώρας αρδεύοντας σήμερα 14,5 εκατ.στρ. Στην προοπτική των δύο επόμενων δεκαετιών μάλιστα, εκτιμάται ότι το νερό θα αποτελέσει τον πλέον κρίσιμο περιοριστικό παράγοντα για την επιβίωση και την ανάπτυξη των περισσότερων αναπτυσσόμενων αλλά και πολλών ήδη αναπτυγμένων χωρών στον κόσμο. Οι δυσοίωνες αυτές προβλέψεις πρέπει επιτέλους να κρούσουν τον κώδωνα του κινδύνου και να μας οδηγήσουν στην αναζήτηση δραστικών μέτρων για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Γενική είναι η διαπίστωση ότι το υφιστάμενο σήμερα καθεστώς στον τομέα των αρδεύσεων οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη νερού. Ένα από τα βασικότερα αίτια της σπατάλης αυτής είναι ο μη ακριβής προσδιορισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών. Το ύψος των απωλειών νερού είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σωστή εφαρμογή της άρδευσης, (η οποία προϋποθέτει τον ακριβή προσδιορισμό της αρδευτικής δόσης), τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής των αρδεύσεων, (ο οποίος καθορίζεται από την διακύμανση της εξατμισοδιαπνοή και της βροχής κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου), τον προσδιορισμό της διάρκειας άρδευσης, (η οποία καθορίζεται από την διηθητικότητα του εδάφους) και την εφαρμοζόμενη μέθοδο. Για τον περιορισμό λοιπόν των απωλειών του νερού κατά τη διανομή και χορήγηση του στα φυτά, καθώς επίσης και για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων υπάρχει έντονο το ενδιαφέρον, διεθνώς, για την ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων άρδευσης μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένων, όπως είναι η υπόγεια και η επιφανειακή στάγδην άρδευση.

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα επεκτείνεται στις περιοχές της κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας και η εξέλιξη της είναι εντυπωσιακή. Το 1998 ξεπέρασε τα 4000000 στρ. εκ των οποίων το 95% είναι αρδευόμενη έκταση. Σήμερα βρίσκεται μεταξύ των δέκα μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών του κόσμου. Συνέπεια όλων αυτών ήταν η βελτίωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών, η κατασκευή αρδευτικών δικτύων και η βελτίωση στη τεχνική της καλλιέργειας η οποία απέφερε και την ανάλογη αύξηση των αποδόσεων. Η διαθεσιμότητα του νερού όμως έχει

φτάσει στα όρια της και η μόνη εναλλακτική λύση που απομένει είναι η ανάπτυξη τεχνικών εξοικονόμησης, ώστε η ζήτηση να σταθεροποιηθεί στα σημερινά επίπεδα ή να περιοριστεί κάτω από τα επίπεδα αυτά.

Τα τελευταία χρόνια άρχισαν να αναθεωρούνται παλαιές αντιλήψεις όπως είναι η μετάπτωση από την αρχή της μεγιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας γης σε αυτή της βελτιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα διαθέσιμου νερού. Οι καλλιέργειες, όταν έχουν στη διάθεσή τους νερό χωρίς κανένα περιορισμό, καταναλώνουν ποσότητες οι οποίες ρυθμίζονται από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που τις περιβάλλει. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση της βλάστησης που δε σημαίνει κατ'ανάγκη αύξηση της παραγωγής. Η σύγχρονη αντίληψη στη γεωργία αποβλέπει στη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος και οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πρέπει να προσδιορίζονται σαν αυτές που αποφέρουν το μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα. Η αναγκαιότητα της επέκτασης και βελτίωσης των αρδεύσεων για την εξασφάλιση βιώσιμης και αυτοτροφοδοτούμενης γεωργίας ολοένα και αυξάνει. Η μοναδική λύση για τη κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό είναι η ορθολογική και πιο αποτελεσματική χρήση του.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την επίδραση της υπόγειας στήγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού, συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στήγδην άρδευση σε τρεις περιπτώσεις: α) για ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα, σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET) για δύο δόσεις νερού (100% και 80% των αναγκών της καλλιέργειας), β) για εύρος άρδευσης, στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο και επιφανειακό σύμφωνα με την ET. Ταυτόχρονα, δίνεται η δυνατότητα συγκρίσεων μεταξύ των επιφανειακών αλλά και των υπογείων μεθόδων που δέχθηκαν άρδευση με διαφορετικές ποσότητες νερού αλλά ίδιο εύρος άρδευσης, καθώς και μεταξύ αυτών που δέχθηκαν άρδευση με την ίδια ποσότητα νερού, σε διαφορετικό εύρος άρδευσης και γ) για εύρος άρδευσης το ίδιο καθώς και ποσότητα νερού, με όλες τις μεταχειρίσεις πλην της καλλιεργητικής αλλά με διαφορετικά χαρακτηριστικά στους αρδευτικούς αγωγούς όσον αφορά τις αποστάσεις των διαλακτιών (επιφανειακή άρδευση με δόση νερού 100% των αναγκών της καλλιέργειας).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

1.1 Καταγωγή και διάδοση

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών και καλλιεργείται από τους προϊστορικούς χρόνους. Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα, στην Ινδία πριν από 5,5 χιλιετίδες πρωτοκαλλιεργήθηκαν τα διπλοειδή είδη *Gossypium arboreum* και *Gossypium herbaceum*, ενώ κάπως αργότερα, αλλά και ανεξάρτητα, άρχισαν να καλλιεργούνται στον Νέο Κόσμο τα τετραπλοειδή βαμβάκια *Gossypium hirsutum* (Κεντρική Αμερική) και *Gossypium barbadense* (Νότια Αμερική) (Χριστίδης 1965).

Το *G. hirsutum* L. (βαμβάκι upland), με μήκος ίνας 22,5-29mm, είναι το κυρίως καλλιεργούμενο σήμερα είδος, αφού η παραγωγή του αντιπροσωπεύει το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Στο *G. barbadense* L., που αντιπροσωπεύει περίπου το 10% της παγκόσμιας παραγωγής.

Το *G. hirsutum* ξεκίνησε ως πολυετής θάμνος από τη Γουατεμάλα και το Μεξικό ή από τη Βραζιλία, με τη διεύρυνση όμως της γενετικής του παραλλακτικότητας και την απομόνωση των επιθυμητών τύπων, μετατράπηκε σε ετήσιο φυτό και εγκλιματίστηκε σε εύκρατες περιοχές πλάτους 20-42⁰, από όπου προέρχεται σήμερα το 82% της συνολικής παραγωγής. Με αφορμή τον εμφύλιο πόλεμο της Αμερικής (1861-65) το *hirsutum* διαδόθηκε από τις νοτιοανατολικές πολιτείες των Η.Π.Α., όπου είχε αρχίσει να καλλιεργείται από τα μέσα του 18ου αιώνα, σε όλο τον κόσμο και αντικατέστησε τα *arboreum* και *herbaceum* από την Αφρική και την Ασία εκτός από την Ινδία (Χριστίδης 1965, Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1979).

Το βαμβάκι είναι από τα πιο ενδιαφέροντα φυτά και η καλλιέργειά του επηρεάζει την οικονομική ανάπτυξη και ευημερία σε πολλές χώρες του κόσμου. Είναι φυτό που παράγει φυσική ίνα με απaráμιλλες ιδιότητες για πολλές χρήσεις και δίνει παράλληλα τον σπόρο, που είναι πλούσια πηγή λαδιού και πρωτεΐνης για τη διατροφή του ανθρώπου και την κτηνοτροφία.

Καλλιεργείται παγκοσμίως σε έκταση 330 εκατομμυρίων περίπου στρεμμάτων, με ετήσια παραγωγή περίπου 19 εκατ. τόννους εκκοκκισμένο και με κύριες χώρες παραγωγής τις Η.Π.Α., Κίνα, Ινδία, Πακιστάν και Ουζμπεκιστάν, οι οποίες

παράγουν περίπου το 70% της παγκόσμιας παραγωγής, όπως φαίνεται στον Πίνακα

1.1

Πίνακας 1.1

Στοιχεία των μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών του κόσμου την περίοδο 1999-2000

Χώρα	Παραγωγή εκκοκκισμένου (Τόννοι)	Έκταση (Στρέμματα)	Απόδοση εκκοκκισμένου (κιλά/στρέμμα)
1 Κίνα	3.900.000	37.500.000	104,0
2 Η.Π.Α.	3.690.000	53.000.000	69,6
3 Ινδία	2.750.000	87.300.000	31,5
4 Πακιστάν	1.800.000	28.000.000	64,3
5 Ουζμπεκιστάν	1.160.000	15.000.000	77,3
6 Τουρκία	850.000	7.260.000	117,0
7 Αυστραλία	660.000	4.600.000	143,5
8 Βραζιλία	569.000	9.400.000	60,5
9 Ελλάδα	435.000	4.295.710	101,3
10 Τουρκμενιστάν	280.000	5.600.000	50,0
11 Αίγυπτος	228.000	2.740.000	83,2
Σύνολο	16.322.000	254.695.710	64,1

(Οργανισμός Βάμβακος: Έκθεση καλλιέργειας βαμβακιού 1999).

Παρόλο τον ανταγωνισμό που δέχεται το βαμβάκι από τις τεχνητές ίνες, ανταγωνισμός που ήταν ιδιαίτερα οξύς μεταπολεμικώς και μέχρι τη δεκαετία του 1960, η παγκόσμια κατανάλωση βαμβακιού παρουσιάζει συνεχή και σταθερή αύξηση, κυρίως χάρη στη στροφή που παρατηρείται στην προτίμηση της καταναλώσεως από τις ανθυγιεινές τεχνητές ίνες στις φυσικές, που διαθέτουν καλύτερες ιδιότητες. Σημειώνεται όμως ότι ο βραδύς ρυθμός ανάπτυξης των αναπτυσσόμενων χωρών, τα τελευταία χρόνια, έχει αναστείλει την αύξηση της κατανάλωσης του βαμβακιού, γεγονός που δημιουργεί ανησυχία για την ανταγωνιστικότητα του προϊόντος σε παγκόσμιο επίπεδο. Το βαμβάκι σήμερα έχει ποσοστό συμμετοχής 48% της παγκόσμιας χρήσης ινών, έναντι 60% και πλέον που είχε στα μέσα της δεκαετίας του 1960. Παράλληλα, τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρήθηκε έντονη ανακατανομή της καταναλώσεως ακατέργαστου βαμβακιού στις διάφορες χώρες, με τάση να μειώνεται στις κυρίως βιομηχανικές που κράτησαν τη βαριά βιομηχανία, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Ελλάδα παρουσίασαν θεαματική αύξηση της καταναλώσεως και επομένως ανάπτυξη της κλωστοβιομηχανίας. Δυστυχώς σήμερα διαφαίνονται τάσεις υποχώρησης και της ελληνικής κλωστοβιομηχανίας για λόγους που θα εκτεθούν στη συνέχεια.

1.2 Εξέλιξη και σημασία του βαμβακιού για την Ελλάδα

Το βαμβάκι είναι σήμερα η πιο δυναμική καλλιέργεια, ανάμεσα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας αγροτικό προϊόν.

Το βαμβάκι φαίνεται ότι πρωτοκαλλιεργήθηκε στην Ηλεία τον 20 μ.Χ. αιώνα, με το όνομα Βύσσος, ενώ μέχρι τότε χρησιμοποιούσαν ως φυσική ίνα το έριο. Η λέξη "βύσσινα", που αποδίδεται στα βαμβακερά, αναφέρεται πολλές φορές στην Καινή Διαθήκη. Το σημερινό όνομα βαμβάκι (Βάμβαξ) αναφέρεται για πρώτη φορά στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού τον 6^ο μ.Χ. αιώνα και τον 10^ο αιώνα το φυτό είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα. Επί Τουρκοκρατίας και αργότερα η καλλιέργειά του περιοριζόταν κυρίως στη Θεσσαλία, στις Σέρρες και στη Λακωνία. Με αφορμή τον εμφύλιο πόλεμο της Αμερικής έγινε εισαγωγή και στην Ελλάδα του *G. hirsutum* το οποίο εκτόπισε το *G. herbaceum* και *G. arboreum*, με αποτέλεσμα να εξαφανιστεί όλο το γενετικό υλικό που εξελίχτηκε και καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα για δύο περίπου χιλιετίες. Στις αρχές του 20ου αιώνα, αλλά και αργότερα, έγιναν προσπάθειες να διαδοθεί στην Ελλάδα και το Αιγυπτιακό βαμβάκι, καθώς και ορισμένες μακρόκλωστες ποικιλίες τύπου Sea Island, αλλά δεν είχαν πρακτικό ενδιαφέρον, γιατί τα βαμβάκια αυτά οψιμίζουν πολύ και δίνουν ασύμφορη παραγωγή με τις ελληνικές συνθήκες (Χριστίδης 1965, Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1979).

Για την Ελλάδα το βαμβάκι αποτελεί το κορυφαίο αγροβιομηχανικό προϊόν και ο ρόλος του είναι σημαντικός τόσο στον γεωργικό τομέα, όσο και στον τομέα της εθνικής οικονομίας. Καλλιεργείται σε μια έκταση η οποία υπερβαίνει τα τέσσερα εκατομμύρια στρέμματα, παρέχοντας βασική απασχόληση και ένα ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80.000 - 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). Πρέπει να σημειωθεί ότι 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 (μέχρι πρόσφατα) βαμβακιού τύπου upland. Επιπλέον, είναι η πρώτη βαμβακοπαραγωγός χώρα μέλος

της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνεισφέροντας περισσότερο από το 80% της συνολικής παραγωγής της Ένωσης.

Οι κύριοι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η πρόοδος της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα είναι οι:

- α) Ίδρυση Οργανισμού και Ινστιτούτου Βάμβακος.**
- β) Ανάπτυξη εγχώριας κλωστοβιομηχανίας.**
- γ) Ένταξη της χώρας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.**
- δ) Πλήρης εκμηχάνιση της καλλιέργειας.**

Τα βαμβακοπαραγωγικά διαμερίσματα της χώρας είναι σήμερα κατά σειρά σπουδαιότητας: Θεσσαλία (Νομοί: Λαρίσης, Καρδίτσας, Τρικάλων, Μαγνησίας), Κεντρική Μακεδονία (Νομοί: Σερρών, Θεσσαλονίκης, Πέλλας, Ημαθίας, Χαλκιδικής, Δράμας, Κιλκίς, Πιερίας), Κεντρική Ελλάδα (Νομοί: Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Ευβοίας, Απικής, Φωκίδας), Ανατολική Μακεδονία και Θράκη (Νομοί: Ροδόπης, Έβρου, Ξάνθης, Καβάλας), Δυτική Ελλάδα (Νομοί: Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας), Ηπείρου (Νομοί: Πρέβεζας, Άρτας, Θεσπρωτίας), Νήσοι Βόρειου Αιγαίου (Νομός Λέσβου) και σποραδικές άλλες εκτάσεις.

Η κατά διαμέρισμα έκταση το 1975 (πριν την ένταξη της χώρας στην Ε.Ε.) και το 1999, η συνολική παραγωγή το 1999, η μέση απόδοση σύσπορου βαμβακιού το 1975 και το 1999 καθώς και ο σταθμικός μέσος όρος απόδοσης σύσπορου βαμβακιού τις πενταετίες 1990-94 και 1995-99, δίνονται στον Πίνακα 1.2 (Στοιχεία Οργανισμού Βάμβακος, Χλίχλιας κ.ά. 1977).

Πίνακας 1.2

Έκταση, παραγωγή και μέση απόδοση σύσπορου βαμβακιού
κατά διαμέρισμα

Διαμέρισμα	Έκταση: χιλ. στρ.		Σύσπορο χιλ. t	Απόδοση συσπόρου: kg/στρ. Σταθμικός μέσος όρος 5ετίας			
	1975	1999	1999	1975	1999	1990-94	1995-99
Θεσσαλία	695,145	1.733,387	506,500	287	292	306	283
Κεντρική Μακεδονία	322,017	1.213,523	421,000	300	347	238	302
Κεντρική Ελλάδα	159,700	641,554	195,961	238	305	256	297
Αν. Μακεδ. & Θράκη	57,848	586,408	157,493	249	269	198	209
Δυτική Ελλάδα	20,100	109,430	37,120	162	339	298	306
Ήπειρος	38,100	10,689	2,651	216	248	246	218

Τα στοιχεία έκτασης, παραγωγής, αποδόσεων και τιμών βαμβακιού για το σύνολο της χώρας, κατά την περίοδο από 1970 έως 2000, δίνονται στον Πίνακα 1.3 (Στοιχεία Οργανισμού Βάμβακος).

Πίνακας 1.3

Εξέλιξη έκτασης, παραγωγής, αποδόσεων
και τιμών βαμβακιού την περίοδο 1970-2000 στην Ελλάδα

Έτος	Έκταση χιλ. στρ.	Παραγωγή Συσπόρου τόνοι	Απόδοση Συσπόρου kg/στρ.	Μέση τιμή Παραγωγού δρχ/kg
1970	1.317	308.000	234	8,09
1971	1.302	330.000	253	9,58
1972	1.650	360.000	218	9,93
1973	1.466	310.000	211	19,00
1974	1.510	350.000	232	16,56
1975	1.350	368.000	273	14,10
1976	1.492	340.000	228	23,75
1977	1.820	435.000	239	19,86
1978	1.675	451.200	269	20,68
1979	1.422	320.000	225	24,90
1980	1.412	356.000	252	33,12
1981	1.263	358.835	284	45,21
1982	1.375	315.869	230	62,44
1983	1.680	402.545	240	81,94
1984	1.920	452.370	236	103,35
1985	2.090	526.045	252	112,12
1986	2.100	623.592	297	115,13
1987	2.020	571.051	283	136,78
1988	2.560	749.807	293	139,03
1989	2.800	829.049	296	169,12
1990	2.680	662.844	247	182,75
1991	2.330	675.904	290	254,73
1992	3.235	741.488	229	265,49
1993	3.541	976.698	275	269,40
1994	3.858	1.184.700	307	277,92
1995	4.444	1.355.500	305	268,14
1996	4.274	962.000	225	297,11
1997	3.861	1.059.338	274	287,92
1998	4.173	1.182.454	283	270,96
1999	4.296	1.320.865	307	225,36*
2000	4.050	1.236.893	315	300,41

* Επιπλέον 40 δρχ/kg ως δάνειο

Από τα στοιχεία των Πινάκων 1.2 και 1.3 φαίνεται ευκρινώς η επίδραση της ένταξης της Ελλάδος στην Ε.Ε. ως προς την επέκταση της βαμβακοκαλλιέργειας, ειδικότερα σε ορισμένες περιοχές και ως προς την αύξηση της τιμής του προϊόντος. Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας της βαμβακοκαλλιέργειας, χάρη στην ένταξη της χώρας στην Ε.Ε., αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι βασική επιδίωξη των βαμβακοκαλλιεργητών πριν το 1981 ήταν η τιμή του σύσπορου βαμβακιού να ήταν 4-5 φορές μεγαλύτερη από του καλαμποκιού, αναλογία που, εάν ίσχυε σήμερα, θα θεωρούνταν ανεπαρκής για το βαμβάκι.

Σήμερα, παρά τις σημαντικές εισροές που εξακολουθούν να εισρέουν από την Ε.Ε. για τη στήριξη του ελληνικού βαμβακιού (οι οποίες την τελευταία δεκαετία κυμάνθηκαν από 550 έως 675 εκ. ευρώ ανά έτος), υπάρχει έντονη ανησυχία για το μέλλον της καλλιέργειας, όπως αυτή αναπτύχθηκε ανεξέλεγκτα τα τελευταία χρόνια. Οι στρεμματικές αποδόσεις, ύστερα από μεγάλη άνοδο, παρουσιάζουν στασιμότητα, οι τιμές δεν θεωρούνται ικανοποιητικές για τον παραγωγό, το ήδη υψηλό κόστος παραγωγής διογκώνεται και επιπλέον η ποιότητα του περίφημου, μέχρι πρόσφατα, ελληνικού βαμβακιού έχει υποβαθμιστεί σε επικίνδυνο βαθμό για την ανταγωνιστικότητα του εθνικού μας προϊόντος. Ακόμη, παρατηρείται κάμψη στην ανάπτυξη της εγχώριας κλωστοβιομηχανίας και επομένως μείωση της ζήτησης στην εσωτερική αγορά, ενώ οι εξαγωγές μας παρουσιάζουν και αυτές πρόβλημα. Τέλος, η καλλιέργεια του βαμβακιού επιβάλλεται να γίνει φιλική προς το περιβάλλον, ώστε να περιορισθεί η ρύπανση που δημιουργήσε, όπως και όλες οι εντατικές καλλιέργειες, με την κατάχρηση των εισροών.

1.3 Αύξηση και ανάπτυξη φυτού

Το βαμβακόφυτο αναπτύσσεται σύμφωνα με ένα σχετικώς κανονικό χρονοδιάγραμμα. Η διάρκεια των σταδίων αυξησεως και αναπτύξεως του φυτού εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία και την καλλιεργητική τεχνική, ώστε υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ περιοχών μέσα στη ζώνη του βαμβακιού. Παρόλη την πρόοδο που έγινε ειδικότερα στο *G. hirsutum* ώστε από φυτο τροπικών και υποτροπικών περιοχών να καλλιεργείται σήμερα κυρίως στην εύκρατη ζώνη, η συχνά βραχεία καλλιεργητική περίοδος των εύκρατων

περιοχών δεν επιτρέπει την κανονική συμπλήρωση του μεγάλου βιολογικού κύκλου του φυτού, με αποτέλεσμα την ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής. Για χώρες όπως η Ελλάδα, που βρίσκονται στα όρια της ζώνης βαμβακιού, κάθε παράγοντας που συντελεί στο να ωριμάσουν τα καρύδια, πριν τις βροχές και παγωνιές του φθινοπώρου, είναι πρωταρχικής σημασίας, ιδίως όταν η συγκομιδή είναι εκμηχανισμένη.

- **Φύτρωμα.** Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να πραγματοποιηθεί σε 4-6 ημέρες από την σπορά ενώ με δυσμενείς συνθήκες μπορεί να απαιτήσει 3-4 εβδομάδες (ή και περισσότερο). Πρώιμο και ομοιόμορφο φύτρωμα είναι από τους πιο βασικούς συντελεστές επιτυχίας της καλλιέργειας ιδιαίτερα σε οριακές περιοχές.

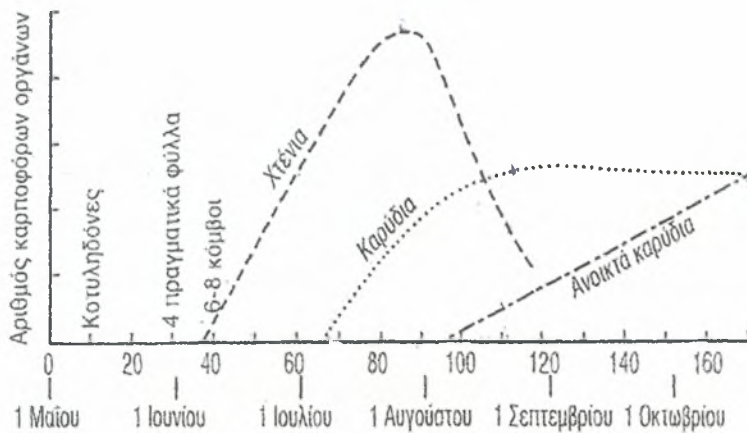
- **Εμφάνιση του πρώτου χτενιού.** Συνήθως απαιτούνται 40-45 ημέρες από το φύτρωμα. Η περίοδος είναι μικρότερη όταν οι θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές και μεγαλύτερη αν είναι χαμηλότερη από τις κανονικές.

- **Περίοδος από χτένι μέχρι την άνθηση.** Απαιτούνται συνήθως 21-25 ημέρες. Η χρονική περίοδος του σταδίου αυτού είναι πιο σταθερή από την αντίστοιχη του φυτρώματος και πρώτου χτενιού. Στην Ελλάδα τα πρώτα άνθη παρατηρούνται γενικώς ύστερα από τις 20 Ιουνίου και συνήθως αρχές Ιουλίου. Το φυτό του βαμβακιού (φυτό συνεχούς αυξήσεως) συνεχίζει την βλαστική του ανάπτυξη όταν εισέρχεται στο στάδιο της ανθοφορίας με αποτέλεσμα αυτή να ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική ανάπτυξη αλλά συνηθέστερα, επειδή η αναπαραγωγική ανάπτυξη είναι πιο ανταγωνιστική, το φυτό καθλώνεται.

- **Ρυθμός ανθοφορίας.** Μετά την έναρξη της ανθοφορίας ο ρυθμός ανθοφορίας επιταχύνεται καθημερινώς, σύμφωνα με μία σχεδόν τυπική κανονική καμπύλη με μέγιστο (για της συνθήκες της χώρας μας) περί τα τέλη Ιουλίου.

- **Περίοδος ωριμάνσεως καρυδιών.** Η περίοδος ωριμάνσεως καρυδιού κυμαίνεται συνήθως, από 45-65 ημέρες αναλόγως των συνθηκών ωριμάνσεως όπως διαμορφώνονται κυρίως από την ημερομηνία ανθήσεως. Ο μέσος όρος της περιόδου ωριμάνσεως των καρυδιών όλης της φυτείας βρέθηκε να είναι σε πειράματα στο Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών (Ι.Β.Β.Φ), στη Σίνδο 55-65 ημέρες. Η υπερβολική σμίκρυνση της περιόδου ωριμάνσεως καρυδιού, όπως και όλων των σταδίων του φυτού, αποβαίνει σε βάρος της απόδοσης.

Για μια ικανοποιητική ποσοτική και ποιοτική παραγωγή το βαμβακόφυτο πρέπει να έχει στην διάθεση του τουλάχιστον 6 μήνες με ευνοϊκές οικολογικές συνθήκες. Στην Είκ. 1.1 φαίνεται η τυπική εποχική ανάπτυξη του βαμβακιού στις Η.Π.Α και στην Είκ. 1.2 παρουσιάζεται το αρχικό στάδιο φυτρώματος του βαμβακιού.



Πορεία της παραγωγής χτενιών, καρυδιών και ανοικτών καρυδιών σε καλλιέργεια βαμβακιού. Δεδομένα από τις Μεσοδυτικές ΗΠΑ (Κατά Oosterhuis 1990).

Εικόνα 1.1



Φυτά βαμβακιού σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης.

Εικόνα 1.2

1.4 Οικολογικές απαιτήσεις

1.4.1 Κλίμα

Οι κλιματολογικές συνθήκες ασκούν αποφασιστικό ρόλο στη διαμόρφωση της παραγωγής του βαμβακιού και αποτελούν αιτία της διακύμανσης που παρουσιάζουν οι αποδόσεις σε μια περιοχή από χρόνο σε χρόνο.

Σε χώρες όπως η Ελλάδα και ειδικότερα στις ψυχρότερες και οψιμότερες περιοχές, που έχουν περιορισμένη βλαστική περίοδο (περίοδο με θερμοκρασίες υψηλότερες από 15°C), οι συνθήκες ανάπτυξης κυρίως στην αρχή και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου είναι συχνά λιγότερο ευνοϊκές για μια καλή καρποφορία και ωρίμανση της παραγωγής. Βασικός περιοριστικός παράγοντας είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν συχνά κατά την περίοδο βλαστήσεως του σπόρου και αρχικής αναπτύξεως του φυτού, καθώς και οι απρόβλεπτες καιρικές μεταβολές, με πρώιμες βροχές και πτώση της θερμοκρασίας, κατά την ωρίμανση και συγκομιδή.

Θερμοκρασία. Θεωρείται ο σπουδαιότερος κλιματικός παράγοντας που διαμορφώνει το μέγεθος και την ποιότητα της παραγωγής. Ιδιαίτερα η θερμοκρασία που επικρατεί κατά τη βλάστηση και φύτευμα του σπόρου, επηρεάζει σοβαρά την εξέλιξη του φυτού, εξαιτίας ευαισθησίας που παρουσιάζει το βαμβάκι κατά το στάδιο αυτό. Γενικώς, η χαμηλή θερμοκρασία είναι συνήθως ο πιο περιοριστικός παράγοντας του περιβάλλοντος για ένα φυτό που βρίσκεται στο βόρειο άκρο της ζώνης καλλιέργειάς του (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1979). Θερμοκρασία κάτω των 10°C κατά το φύτευμα είναι επιζήμια για την όλη συμπεριφορά των βαμβακοφύτων και ειδικότερα μικρή έστω έκθεση του βαμβακοσπόρου στο ψύχος (5°C), κατά το στάδιο του εμποτισμού του με νερό, ελαττώνει τη βλαστικότητα και δημιουργεί ανωμαλίες στο ριζικό σύστημα. Η υπερβολική εδαφική υγρασία επιδεινώνει τη δυσμενή επίδραση του ψύχους. Χαμηλή θερμοκρασία κατά το στάδιο αυτό συνδέεται ακόμη και με εντονότερη προσβολή από μύκητες που προκαλούν σήψη του λαιμού, ειδικότερα όταν συνδυάζεται με υψηλή υγρασία (Christiansen 1968, Abou- El-Fittough et al. 1969, Christiansen and Thomas 1969).

Το μέγεθος και το είδος της επίδρασης των χαμηλών θερμοκρασιών εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διάρκεια και τη διακύμανση της θερμοκρασίας, καθώς και από τις συνθήκες που θα ακολουθήσουν την περίοδο του

ψύχους. Σταδιακή αποκατάσταση των καιρικών συνθηκών είναι πιο ευνοϊκή για το φυτό (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1977).

Εκτός από τις δυσμενείς επιπτώσεις των χαμηλών θερμοκρασιών βρέθηκε ότι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, κατά την περίοδο που εκπτύσσονται τα πρώτα μόνιμα φύλλα, συντελούν στο να εμφανίζουν τα φυτά ορισμένων ποικιλιών πρωιμότερη ανθοφορία και μεσογονάτια διαστήματα, με αποτέλεσμα την αύξηση της αποδόσεως (Mauney 1966).

Η ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους για τη βλάστηση και φύτευμα του σπόρου είναι 15°C (εδάφους), ενώ με θερμοκρασίες αέρος χαμηλότερες από 10-12°C σταματά η ανάπτυξη των καρυδιών και σε θερμοκρασίες -2°C επέρχεται ο θάνατος του φυτού. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτευμα αλλά και για τα μετέπειτα στάδια του φυτού είναι 33°C. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι θερμοκρασία αέρος κάτω από 15°C συμβάλλει λίγο ή καθόλου στην ανάπτυξη του βαμβακοφύτου και ότι θερμοκρασία υψηλότερη από 40°C μπορεί επίσης να είναι δυσμενής, ιδιαίτερα όταν διαρκεί πολλές ημέρες. Όταν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή, το φυτό αντιδρά με έντονη διαπνοή, αρκεί να υπάρχει επάρκεια νερού. Εξάλλου, το βαμβάκι δεν μπορεί να αναπτυχθεί και να αποδώσει ικανοποιητικά, όταν κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου το άθροισμα των ημερήσιων βαθμών αναπτύξεως (Growing Degree Days, θερμοκρασίες υψηλότερες από 10°C) είναι μικρότερο από 2.200, όπως έδειξαν παρατηρήσεις και του I.B.B.Φ. (Χλίχλιας κ.ά. 1977).

Ικανοποιητικές έως υψηλές θερμοκρασίες αέρος πρωιμίζουν την εμφάνιση των χτενιών, πολλές φορές πριν το φυτό αποκτήσει ικανοποιητική βλαστική ανάπτυξη. Φυτά που φυτρώνουν τον Μάιο, π.χ., βρέθηκαν να χρειάζονται μόνο 29 ημέρες για να αναπτύξουν το χτένι, ενώ φυτά που φυτρώνουν τον Απρίλιο, στην ίδια περιοχή, χρειάζονται 40 ημέρες. Αντιθέτως, η περίοδος χτενιού, φαίνεται ότι επηρεάζεται ελάχιστα από τις αποκλίσεις της θερμοκρασίας. Εξάλλου, η επίδραση της θερμοκρασίας στην περίοδο καρυδιού είναι πολύ σημαντική. Η επιμήκυνση της περιόδου ωριμάνσεως του καρυδιού, π.χ. από 48 σε 68 ημέρες, βρέθηκε (στις Η.Π.Α.) να συσχετίζεται με μείωση της μέσης θερμοκρασίας από 26,7 σε 18°C. Όταν η μέγιστη θερμοκρασία πλησίαζε τους 38°C η ωρίμανση απαιτούσε λιγότερο χρόνο, αλλά τα καρύδια ήταν μικρότερα και η ίνα καθώς και ο σπόρος ήταν ελαφρώς υποανάπτυκτα. Παρόμοιες περιπτώσεις συμβαίνουν ορισμένες χρονιές και στην Ελλάδα και εξηγούν μερικώς, τη μείωση των αποδόσεων. Επίσης, νυκτερινές θερμοκρασίες υψηλότερες από την κανονική, σε συνδυασμό με υψηλές

θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας ή μειωμένη ηλιοφάνεια, συντελούν στην αύξηση της πτώσεως των καρποφόρων οργάνων (κτενιών, ανθέων, μικρών καρυδιών καθώς και στην πρόωρη διακοπή του αναπαραγωγικού σταδίου (Mauney 1966, Powell και McMichael 1968, Guinn 1974).

Η θερμοκρασία αέρος επιδρά στην ποιότητα της ίνας και του σπόρου ποικιλοτρόπως. Συνήθως υψηλότερη μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρος έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εκατοστιαίας αναλογίας ινών, την επιβράχυνση της ίνας, την αύξηση της αντοχής, αλλά και της τραχύτητας της ίνας, τη μείωση του βάρους του σπόρου και της περιεκτικότητάς του σε λάδι, αλλά την αύξηση της πρωτεΐνης. Χρειάζεται όμως προσοχή, προκειμένου να αποδοθούν οι παραπάνω διαφορές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βαμβακιού στη θερμοκρασία, γιατί κατά κανόνα η επίδραση της υγρασίας στην ανάπτυξη του καρυδιού είναι ισχυρότερη.

Με εφαρμογή ορθής καλλιεργητικής τεχνικής η απόδοση είναι γενικώς ανάλογη του μέσου όρου της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας αέρος, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφόσον θερμοκρασία δεν υπερβαίνει το ευνοϊκό εύρος για την ανάπτυξη του φυτού. Αν και επηρεάζονται και οι άλλοι συντελεστές της παραγωγής, συχνά η αυξημένη απόδοση οφείλεται, μέχρι και 75%, στην αύξηση του αριθμού των ώριμων καρυδιών που σχηματίζει φυτό κάτω από τέτοιες συνθήκες.

Υγρασία. Το βαμβακόφυτο έχει συντελεστή διαπνοής αρκετά υψηλό περίπου 560. Για να καλλιεργηθεί χωρίς άρδευση πρέπει η ετήσια βροχόπτωση να είναι τουλάχιστον 500mm, από την οποία τα 175-200mm να πέφτουν κατά την περίοδο της καρποφορίας. Βροχές κατά την εποχή συγκομιδής δυσχεραίνουν την ωρίμανση των όψιμων καρυδιών και τη συλλογή του βαμβακιού και υποβαθμίζουν προϊόντος. Στη χώρα μας η καλλιέργεια είναι κατά κανόνα αρδευόμενη, αλλά οι συχνά πρώιμες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου δημιουργούν προβλήματα στην καλλιέργεια. Με το βαθύ ριζικό του σύστημα το βαμβάκι είναι από τις λίγες εαρινές καλλιέργειες που μπορούν να αποδώσουν, έστω και περιορισμένα, χωρίς άρδευση, όπως συμβαίνει κυρίως στη Θράκη.

Η έλλειψη εδαφικής υγρασίας είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού. Σε έδαφος που η υγρασία βρίσκεται στο σημείο ή κάτω από το σημείο μαράνσεως ο σπόρος δε φυτρώνει και τα νεαρά φυτά

δεν μπορούν να μεγαλώσουν. Αν μάλιστα οι συνθήκες ξηρασίας συνεχιστούν για μεγάλη περίοδο τα φυτάρια πεθαίνουν. Για να φυτρώσει ο σπόρος πρέπει να απορροφήσει αρκετό νερό, σε μερικές ποικιλίες μέχρι και το τριπλάσιο του βάρους του. Όταν η εδαφική υγρασία είναι πολύ περιορισμένη, ο σπόρος μπορεί να μείνει αμετάβλητος στον αγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα (μέχρι και 45 ημέρες σύμφωνα με παρατηρήσεις του I.B.B.Φ.). Καθώς το φυτό προχωρεί στην εποχική ανάπτυξη οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό, γιατί αυξάνουν οι φυτικοί ιστοί, αλλά και εξαιτίας των εποχικών μεταβολών των κλιματολογικών παραγόντων.

Τη μεγαλύτερη ανάγκη σε νερό έχει το βαμβάκι κατά τη πλήρη άνθηση, όταν ήδη έχει σχηματίσει αρκετά καρύδια. Γενικώς, το βαμβακόφυτο, αφού περάσει το νεαρό βλαστικό του στάδιο, είναι πολύ ευαίσθητο στη σοβαρή μείωση της εδαφικής υγρασίας αλλά και περιορισμένη μείωση καθλώνει την ανάπτυξη, προκαλεί πτώση χτενιών, ανθέων και καρυδιών και σε περίπτωση που συνεχίζεται μειώνει την απόδοση και τη ποιότητα του προϊόντος. Όταν τα καρύδια ωριμάζουν κάτω από συνθήκες ξηρασίας, συνήθως ο σπόρος είναι ελαφρύτερος, η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι μικρότερη και η αναλογία ίνας προς σπόρο μεγαλύτερη. Όταν επικρατεί έντονη ξηρασία, η εκατοστιαία αναλογία ίνας μειώνεται (χωρίς να μειώνεται οπωσδήποτε το μήκος της ίνας) και οι ίνες παρουσιάζονται με λεπτότερα κυτταρικά τοιχώματα και με γωνίες (pers), χαρακτηριστικά που υποβαθμίζουν την ποιότητα του νήματος. Το μήκος της ίνας μειώνεται, όταν η στέρηση παρουσιάζεται στα πρώτα στάδια αναπτύξεως του καρυδιού (Χριστίδης 1965, Grimes *et al.* 1969). Μερικές ποικιλίες βαμβακιού δημιουργήθηκαν με ανοχή στην ξηρασία. Κατά κανόνα κοντόινες ποικιλίες υποβαθμίζονται λιγότερο ποιοτικώς από τις μακρόϊνες, όταν υπάρχει έλλειψη υγρασίας. Ποικιλίες προσαρμοσμένες σε συνθήκες κακουχίας συχνά παράγουν συγκριτικά χειρότερη ίνα, όταν ωριμάζουν κάτω από συνθήκες υγρασίας, που είναι ιδανικές για άλλες ποικιλίες.

Η περίσσεια υγρασίας μπορεί επίσης να είναι επιβλαβής, ειδικότερα στην αρχή και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Σε πλημμυρισμένο έδαφος ο βαμβακόσπορος κατά το στάδιο φυτρώματος και τα νεαρά φυτά γρήγορα νεκρώνονται από ασφυξία. Υπερβολική εδαφική υγρασία σε πιο προχωρημένα στάδια αναπτύξεως, επειδή αποκλείει τον καλό αερισμό, τείνει να εμποδίσει το φυτό από το να αναπτύξει βαθύ ριζικό σύστημα και έτσι αργότερα γίνεται πιο ευαίσθητο στην ξηρασία. Όταν πια το φυτό αναπτύξει το ριζικό του σύστημα, σε ικανοποιητικό

βάθος, σπάνια μπορεί να δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες για όλο το ριζικό σύστημα.

Υπερβολική εδαφική υγρασία κατά τη βλαστική ανάπτυξη του φυτού, ειδικότερα, όταν συνδυάζεται με χαμηλές θερμοκρασίες, όπως συχνά συμβαίνει στην Ελλάδα, οψιμίζει την παραγωγή. Για το λόγο αυτό συνιστάται, σε όψιμες φυτείες και περιοχές, η αποφυγή αρδεύσεως μέχρι τον σχηματισμό των πρώτων χτενιών ή και των πρώτων ανθέων. Από την έναρξη ανθοφορίας και μετά το βαμβακόφυτο δεν πρέπει να διψάσει.

Υπερβολική υγρασία, την περίοδο που ωριμάζουν τα κατώτερα καρύδια, περιορίζει συχνά την απόδοση, γιατί συντελεί στη σήψη αυτών των καρυδιών. Η τεχνητή αποφύλλωση των φυτών και η πνοή αποξηραντικού ανέμου, την περίοδο αυτή, περιορίζουν τη σήψη και διευκολύνουν το άνοιγμα των καρυδιών.

Φως. Το βαμβακόφυτο είναι ηλιόφιλο και παράγει αποτελεσματικά, όταν υπάρχει επαρκής ηλιοφάνεια κατά το μεγαλύτερο τμήμα της ενεργού περιόδου αναπτύξεως. Βαμβάκια που σκιάζονται μένουν κοντά και καχεκτικά με μικρή καρποφορία. Όπως προαναφέρθηκε, οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες upland είναι ουδέτερες στον φωτοπεριοδισμό, ενώ μερικά άγρια είδη και μερικά που καλλιεργούνται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές δεν ανθίζουν, όταν οι ημέρες είναι μεγάλες ή όταν μεταφερθούν σε εύκρατα κλίματα με μεγάλη φωτοπερίοδο. Η ανάπτυξη του νεαρού φυτού μπορεί να αναχαιτιστεί, αν η φωτοσύνθεση δεν είναι ικανοποιητική λόγω ανεπαρκούς φωτισμού. Η επίδραση της ανεπάρκειας φωτός στην πρώτη ανάπτυξη του βαμβακιού είναι μεγαλύτερη στις πυκνές φυτείες και αποτελεί ίσως το ισχυρότερο αίτιο στο να επιμηκύνονται υπέρμετρα τα χαμηλότερα μεσογονάτια διαστήματα, να ελαττώνεται ο αριθμός των βλαστοφόρων κλάδων στους κατώτερους κόμβους, να σχηματίζεται ο πρώτος καρποφόρος κλάδος σε υψηλότερο κόμβο και να καθιλώνεται η αύξηση των συμποδίων. Επίσης βρέθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ παρατεταμένης συννεφιάς και έντονης αποκοπής νεαρών χτενιών και καρυδιών. Σε πειράματα στο I.B.B.Φ. το ύψος ηλιοφάνειας, κατά την περίοδο από το φύτευμα μέχρι την έναρξη ανθοφορίας, παρουσίασε στενή συσχέτιση ($r=0.868$) με την απόδοση (Χλίχλιας κ.ά.1977).

1.4.2 Έδαφος

Το βαμβάκι δεν έχει μεγάλες εδαφικές απαιτήσεις. Τα καλύτερα εδάφη θεωρούνται τα μέσης συστάσεως με επαρκή στράγγιση και αερισμό, αλλά και με μεγάλη υδατοικανότητα. Σε πολύ πλούσια εδάφη το φυτό παρουσιάζει υπερβολική βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της αναπαραγωγής. Για τις ελληνικές όμως συνθήκες, των πτωχών σε οργανική ουσία εδαφών, καταλληλότερα είναι τα πλούσια εδάφη. Το καλύτερο pH είναι 7-8, μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε πιο όξινα εδάφη μέχρι pH 5,2. Ανέχεται επίσης μέτρια περιεκτικότητα αλάτων (Χριστίδης 1965). Το βαμβάκι για να αξιοποιήσει το πλεονέκτημα του, ως βαθύρριζου φυτού, πρέπει το έδαφος να μην είναι πολύ συνεκτικό ή να έχει αδιαπέραστο στρώμα.

1.5 Καλλιεργητική Τεχνική

1.5.1 Αμειψισπορά

Το βαμβάκι δε θεωρείται πολύ εξαντλητικό φυτό, και γι' αυτό δεν έχει απόλυτη ανάγκη να εναλλάσσεται συχνά με άλλες καλλιέργειες. Στην Ελλάδα όμως, ειδικότερα τα τελευταία χρόνια που έχει αυξηθεί η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας, εφαρμόζεται το σύστημα της συνεχούς καλλιέργειας (μονοκαλλιέργεια) του βαμβακιού, γεγονός που, με βάση παρατηρήσεις, έχει "κουράσει" τα εδάφη και πιθανόν να είναι ένα από τα αίτια της καρπόρροιας και των χαμηλών αποδόσεων οι οποίες παρατηρούνται τελευταία σε ορισμένες περιπτώσεις. Η μονοκαλλιέργεια εξαντλεί το έδαφος ως προς τις ειδικές απαιτήσεις του βαμβακιού, καταστρέφει τη δομή του εδάφους και το έδαφος γίνεται πιο αδιαπέραστο με τη συνεχή κατεργασία στο ίδιο βάθος. Ακόμη, η συνεχής χρήση ζιζανιοκτόνων, άλλων φυτοπροστατευτικών ουσιών και αζωτούχου λίπανσης οξύνουν το πρόβλημα. Εξάλλου, η αμειψισπορά είναι αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος για την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών και ορισμένων ζιζανίων του βαμβακιού. Όταν το βαμβάκι εναλλάσσεται με ξηρικές καλλιέργειες, καταπολεμούνται απαιτητικά σε υγρασία ζιζάνια, όπως γλυστρίδα, κολλητσίδα κ.ά. Η εναλλαγή επίσης με χειμερινές καλλιέργειες δίνει τη δυνατότητα να καταπολεμηθούν δυσκολοεξόντωτα πολυετή κυρίως ζιζάνια, όπως κύπερη, αγριάδα και βέλιουρας. Η αμειψισπορά επίσης είναι αναπόφευκτη, όταν οξυνθεί το

πρόβλημα από τη βερτισιλλίωση. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να καλλιεργηθεί ο αγρός για αρκετά χρόνια με ανθεκτικές καλλιέργειες, όπως σιτηρά που περιορίζουν επίσης και τους νηματώδεις. Για τις συνθήκες της χώρας μας η παρεμβολή στο σύστημα αμειψισποράς του βαμβακιού ενός ψυχανθούς, είτε ως καλλιέργεια με πρόσοδο είτε ως χλωρά λίπανση, είναι πολύ ωφέλιμη (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1995).

Στην Ελλάδα το βαμβάκι συνήθως εναλλάσσεται με σιτάρι (που, όταν προηγείται του βαμβακιού, επιτρέπει να παρεμβληθεί χειμερινό ψυχανθές για χλωρά λίπανση) ή με εαρινές καλλιέργειες, όπως καλαμπόκι, καπνό κ.ά. Τα τεύτλα θεωρούνται κακό προηγούμενο για το βαμβάκι, όπως και για μερικές άλλες καλλιέργειες, γιατί επιβραδύνουν την πρώτη ανάπτυξη των φυτών (Γαλανοπούλου-Σενδουκά κ.ά. 1999).

Γενικώς η εφαρμογή κατάλληλης αμειψισποράς είναι ο αποτελεσματικότερος παράγοντας για τη μείωση των εισροών και την επιτυχή αειφόρο καλλιέργεια του βαμβακιού. Εξάλλου, η υιοθέτηση (ή και η επιβολή της αμειψισποράς) θα συμβάλει στην αναγκαία σήμερα συγκράτηση της επέκτασης του βαμβακιού και επομένως θα αποτρέψει την περαιτέρω μείωση των τιμών λόγω συνυπευθυνότητας (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1999). Ορθώς επομένως περιλαμβάνεται στους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, που εξέδωσε το Υπουργείο Γεωργίας πρόσφατα (09/10/2000) και οι οποίοι περιλαμβάνουν τις ελάχιστες δεσμεύσεις που αναλαμβάνει ένας παραγωγός, προκειμένου να ενταχθούν οι καλλιέργειές του σε επιδοτούμενα από την Ε. Ε. περιβαλλοντικά προγράμματα.

1.5.2 Προετοιμασία αγρού

Το βαμβάκι ως ανοιξιάτικη καλλιέργεια και επειδή φυτρώνει δύσκολα απαιτεί επιμελημένη προετοιμασία του αγρού. Κρίσιμο σημείο, για τις ελληνικές συνθήκες είναι η διατήρηση της εδαφικής υγρασίας σε ικανοποιητικό επίπεδο, επειδή ο βαμβακόσπορος, ως ελαιούχος σπόρος, έχει ανάγκη από αρκετή υγρασία για να φυτρώσει, όπως προαναφέρθηκε. Η έγκαιρη αλλά και οικονομική κατεργασία του εδάφους έχει επίσης μεγάλη σημασία. Τα τελευταία χρόνια με την οψίμιση των φυτειών που παρατηρείται σε πολλές περιπτώσεις για διάφορους λόγους

παρεμποδίζεται η χειμερινή κατεργασία (στελεχοκοπή, όργωμα) με δυσμενείς επιπτώσεις για τη νέα καλλιέργεια.

Στα πλαίσια της νέας γεωργίας με τις μειωμένες εισροές, προκειμένου να μειωθεί το κόστος παραγωγής και η ρύπανση του περιβάλλοντος και να ενισχυθεί η αειφορία της γης, επιδιώκεται και στο βαμβάκι η μείωση της κατεργασίας του εδάφους (minimal tillage) μέχρι και η ακαλλιέργεια (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1999).

Στελεχοκοπή. Όταν η προηγούμενη καλλιέργεια είναι βαμβάκι, καλαμπόκι ή καπνός πρέπει αμέσως μετά τη συγκομιδή να γίνεται στελεχοκοπή και παράχωμα των στελεχών. Κατάλληλος για τη στελεχοκοπή είναι ο περιστροφικός στελεχοκόπτης και, αν δεν υπάρχει, χρησιμοποιείται δισκοσβάρνα. Η στελεχοκοπή, εκτός από τη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης και της αποσύνθεσης των στελεχών, διευκολύνει και τις επόμενες καλλιεργητικές εργασίες. Η μη έγκαιρη στελεχοκοπή οψιμίζει τη χουμοποίηση των στελεχών, ώστε οι μικροοργανισμοί που κάνουν την ανοργανοποίηση να ανταγωνίζονται την αύξηση και ανάπτυξη του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα άζωτο και υγρασία με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται το φύτρωμα, η φυτεία να παραμένει καχεκτική και να υπάρχει απώλεια πρώιμων καρποφόρων οργάνων. Ακόμη, η στελεχοκοπή παρεμποδίζει τη διαχείμανση στο έδαφος πολλών επιβλαβών εντόμων του βαμβακιού, όπως του ρόδινου σκουληκιού (Τόλης 1986). Κατά κανόνα γίνεται στελεχοκοπή το φθινόπωρο ή το χειμώνα, του 80% των περιπτώσεων στην Ελλάδα (Στοιχεία Οργανισμού Βάμβακος).

Φθινοπωρινό όργωμα. Αποτελεί σημαντική καλλιεργητική φροντίδα. Πρέπει να γίνεται κατά το δυνατό νωρίτερα το φθινόπωρο ή τον χειμώνα με αναστρεφόμενο άροτρο, για να διατηρείται η ισοπέδωση του αγρού, σε βάθος εναλλασσόμενο 20-30cm. Στα υγρά εδάφη, όταν δεν υπάρχει αναστρεφόμενο άροτρο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί βαρύς καλλιεργητής σε βάθος 15-20cm.

Όλες οι επεμβάσεις που θα ακολουθήσουν το φθινοπωρινό όργωμα γίνονται επιφανειακά, για να μη καταστραφεί το ψιλοχωμάτισμα του εδάφους.

Καταστροφή ζιζανίων τον χειμώνα. Μετά το όργωμα γίνεται καλλιέργεια με καλλιεργητή, σε μικρό βάθος, για να στρώσουν οι ανωμαλίες από το όργωμα και να καταστραφούν τα ζιζάνια, τα οποία, αν παραμείνουν, θα χρειαστεί την άνοιξη βαθύ όργωμα για να καταστραφούν.

Προετοιμασία για σπορά. Την άνοιξη, πριν τη σπορά, γίνονται οι τελείως απαραίτητες εργασίες και μόνο όταν ο αγρός είναι στον ρώγο του. Οι εργασίες αυτές αποβλέπουν στην καταστροφή των ζιζανίων που βλαστάνουν την άνοιξη, το ψιλοχωμάτισμα του επιφανειακού στρώματος, τον αερισμό και θέρμανση του εδάφους, την τελική διαμόρφωση και ισοπέδωση του αγρού και την ενσωμάτωση των ζιζανιοκτόνων, λιπασμάτων κ.λ.π. Χρησιμοποιείται καλλιεργητής ή σβάρνα, η οποία όμως είναι πιο βαρύ εργαλείο, καλλιεργεί συνήθως πιο βαθιά και ζημιώνει περισσότερο τον ρώγο του χωραφιού.

Εαρινό όργωμα γίνεται μόνο όταν υπάρχει απόλυτη ανάγκη, όσο το δυνατό νωρίτερα, πάντοτε σε μικρό βάθος και πρέπει να ακολουθεί καλλιεργητής ή δισκοσβάρνα.

Για να μη χαθεί η πολύτιμη υγρασία στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους πρέπει να συμπιεσθεί το χώμα (ιδιαίτερα όταν τα εδάφη είναι ελαφρά - αμμουδερά), είτε ταυτόχρονα με την τελευταία από τις παραπάνω κατεργασίες, με πλεκτή ξύλινη σβάρνα ή άλλο εργαλείο, είτε αμέσως μετά με κύλινδρο.

Περιστασιακές κατεργασίες. Άλλες περιστασιακές κατεργασίες που πολλές φορές είναι απαραίτητες για την βαμβακοκαλλιέργεια είναι οι:

α) Ισοπέδωση. Η σημασία της είναι μεγαλύτερη για τη μηχανοσυλλογή και για άρδευση με αυλάκια.

β) Αποστράγγιση. Είναι απαραίτητη, όταν ο αγρός νεροκρατεί.

γ) Υπεδαφοκαλλιέργεια. Πρέπει να γίνεται σε συνεκτικά χωράφια, όταν με τα συνεχή οργώματα, επί πολλά χρόνια στο ίδιο βάθος και με ακατάλληλα μηχανήματα, σχηματίζεται σκληρό στρώμα κάτω από το βάθος του οργώματος. Τέτοιες περιπτώσεις συνεχώς αυξάνονται τα τελευταία χρόνια. Η υπεδαφοκαλλιέργεια πρέπει να γίνεται με κατάλληλα μηχανήματα σε βάθος 55-70cm, όταν το έδαφος στο βάθος αυτό είναι στεγνό (χειμώνα ή κατά προτίμηση καλοκαίρι) και να επαναλαμβάνεται κάθε 3-5 χρόνια στα πολύ συνεκτικά εδάφη.

1.5.3 Λίπανση

Το βαμβάκι, όπως προαναφέρθηκε, δεν εξαντλεί το έδαφος σε μεγάλο βαθμό, γιατί, όταν απομακρύνεται από το χωράφι μόνο το σύσπορο, περίπου 70% από την ξηρά ουσία του φυτού επιστρέφει στο έδαφος. Για την κατασκευή όμως του

βλαστικού μέρους του φυτού απαιτείται μεγάλη ποσότητα θρεπτικών ανόργανων στοιχείων η οποία ποικίλει αναλόγως της ποικιλίας και της καλλιεργητικής τεχνικής και έτσι τα στοιχεία από διάφορες αναλύσεις έχουν μόνο ενδεικτική σημασία. Με παραγωγή σύσπορου βαμβακιού 240kg/στρ. βρέθηκε ότι απομακρύνονται από το έδαφος περίπου 5kg αζώτου (N), 0,9kg φωσφόρου (P) και 1,8kg καλίου (K). Το βαμβάκι αφαιρεί επίσης αξιόλογες ποσότητες ασβεστίου (Ca), μικρότερες μαγνησίου (Mg), θείου (S) και νατρίου (Na) καθώς και μικροποσότητες ιχνοστοιχείων, όπως βορίου (B), μαγγανίου (Mn), σιδήρου (Fe), χαλκού (Cu), χλωρίου (Cl) και ψευδαργύρου (Zn).

Κατά το στάδιο του νεαρού φυτού, πριν την εμφάνιση των χτενιών, το βαμβακόφυτο απαιτεί σχετικώς υψηλές ποσότητες N, P, K, Ca και Mg. Καθώς το φυτό εισέρχεται στο στάδιο του χτενιού και στα επόμενα στάδια, αυξάνονται οι απαιτήσεις στα παραπάνω στοιχεία, οι οποίες και μεγιστοποιούνται κατά το στάδιο της καρποφορίας, οπότε το φυτό συσσωρεύει περίπου τη μισή από τη συνολική ποσότητα. Στη φάση αυτή τα στοιχεία συσσωρεύονται κατά κύριο λόγο στους καρποφόρους ιστούς, ενώ στα προηγούμενα στάδια συσσωρεύονται στα φύλλα, μίσχους και ρίζες. Όταν το φυτό υπερβεί την αιχμή της καρποδέσεως, οι απαιτήσεις του σε θρεπτικά στοιχεία ελλατώνονται με γρήγορο ρυθμό, γιατί όλη η ποσότητα που είχε συσσωρευθεί στα υπέργεια τμήματα του φυτού μεταφέρεται στα αναπτυσσόμενα καρύδια (Χριστίδης 1965, Σφήκας 1988).

A) Κύρια στοιχεία

Αζωτο. Το N βοηθά στη μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη των φυτών, στη παραγωγή περισσότερων συμποδίων, ανθέων και καρυδιών, αυξάνει το βάρος καρυδιού και του σπόρου καθώς και την εκατοστιαία αναλογία ινών. Εξάλλου, μειώνει την περιεκτικότητα ελαίου στον σπόρο και αυξάνει αυτήν της πρωτεΐνης. Η αποτελεσματικότητα του N είναι μεγαλύτερη στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Οι μεγαλύτερες ανάγκες σε N είναι δύο περίπου εβδομάδες μετά την έναρξη ανθοφορίας.

Η περίσσεια αζώτου συντελεί σε ανεπιθύμητη βλαστική ανάπτυξη, ευπάθεια σε εχθρούς και ασθένειες, οψίμιση της παραγωγής, αλλά και μειωμένη παραγωγή λόγω της αποκοπής καρποφόρων οργάνων.

Με έλλειψη Ν τα φυτά παραμένουν καθυστερημένα και χλωρωτικά, ενώ με περίσσεια αζώτου, εκτός από την υπερβολική βλάστηση, τα φύλλα είναι μεγαλύτερα και βαθυπράσινα.

Οι απαιτούμενες λιπαντικές μονάδες εξαρτώνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής και το ύψος της παραγωγής. Μεγάλη βλαστική περίοδος, πρώιμη φυτεία και ύπαρξη ικανοποιητικής ποσότητας νερού για άρδευση αξιοποιούν περισσότερες λιπαντικές μονάδες Ν. Σε περιπτώσεις ξηρικής καλλιέργειας ή ανεπαρκούς αρδεύσεως, η αζωτούχος λίπανση πρέπει να είναι πολύ συντηρητική. Στην Ελλάδα οι συνήθεις δόσεις είναι 9-16 μονάδες/στρ με αυξημένη δόση σε περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένες αποδόσεις, στις οποίες μέρος της αζωτούχου λιπάνσεως εφαρμόζεται ως επιφανειακή λίπανση σε μία ή δύο δόσεις πριν από την εμφάνιση των χτενιών και των ανθέων. Σήμερα, σύμφωνα με τους Κώδικες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, επιβάλλεται η κλασματική λίπανση, ώστε να αποφεύγεται η νιτρορύπανση και να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του αζώτου.

Πρόσφατα, άρχισε να εφαρμόζεται η υδρολίπανση, ιδιαίτερα στη Θεσσαλία. Πειράματα του Εργαστηρίου Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Π.Θ.) έδειξαν ότι η υδρολίπανση αυξάνει την αποτελεσματικότητα του Ν (Polychronides *et al.* 1998), όπως επίσης και ότι μείωση της αζωτούχου λίπανσης από 24 μονάδες (συνήθης λίπανση μέχρι πρόσφατα στη Θεσσαλία) σε 12 μονάδες για τη Θεσσαλία και από 14 σε 7 για τη Μακεδονία, όχι μόνο δεν μείωσε την απόδοση του βαμβακιού, αλλά προώθησε και την παραγωγή (Gertsis *et al.* 1997).

Παλαιότερα πειράματα στο Ι.Β.Β.Φ. είχαν δείξει ότι η κλασματική λίπανση δεν είχε πλεονεκτήματα, εκτός από χρονιές που οι σπάνιες για την Ελλάδα υψηλές βροχοπτώσεις κατά την άνοιξη πρέπει να είχαν προκαλέσει έκπλυση Ν. Η επιφανειακή λίπανση πρέπει να αποφεύγεται σε όψιμες περιοχές και χρονιές και όταν υπάρχει υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτών, γιατί ενισχύει την οψίμιση της παραγωγής.

Φώσφορος. Ο Ρ προωμίζει την παραγωγή και ευνοεί την ανάπτυξη του πιζικού συστήματος, ενώ η επίδραση του στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας και του σπόρου δεν είναι σημαντική. Μεγαλύτερη φαίνεται να είναι η σημασία του, όταν το έδαφος λιπαίνεται με υψηλές δόσεις αζώτου γιαυτό και μια ισορροπημένη λίπανση Ν/Ρ πλησιάζει τη σχέση 2/1.

Τα συμπτώματα ελλείψεως P δεν είναι χαρακτηριστικά. Τα πιο χαρακτηριστικά είναι η σκουροπράσινη απόχρωση του φυλλώματος και η νάνα εμφάνιση των φυτών, καθώς και η οψίμιση της καρποφορίας και της ωρίμανσης. Ειδικότερα για την προσθήκη P συνιστάται εντοπισμένη λίπανση, που περιορίζει τη δέσμευση του στοιχείου από το έδαφος.

Κάλιο. Το βαμβακόφυτο είναι ευαίσθητο στην έλλειψη K. Με την αύξηση της διαθεσιμότητας του K, εντός των επαρκών ορίων, παρατηρείται συνήθως αύξηση της ανθοφορίας, του μήκους της ίνας, του βάρους του σπόρου και της περιεκτικότητας του σπόρου σε λάδι. Σε αντίθεση με το N περιορίζει τις ζημιές από ορισμένες μυκητολογικές ασθένειες, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται για την περίπτωση των μυκήτων *Fusarium* και *Verticillium*.

Με έλλειψη K τα βαμβακόφυτα καθιλώνονται, τα φυτά δεν μεγαλώνουν ικανοποιητικά ή δεν αποκτούν το κανονικό πράσινο χρώμα. Τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν μεσονεύριες χλωρώσεις (λευκοκίτρινες κηλίδες), που στη συνέχεια νεκρώνονται και τα φύλλα πέφτουν πρόωρα. Το σύμπτωμα της κακής διατροφής των φύλλων από έλλειψη K ονομάζεται "σκωρίαση του βαμβακιού" (cotton rust). Η προσθήκη νατρίου ως θρεπτικού συστατικού, φαίνεται ότι μειώνει για το φυτό τα συμπτώματα ελλείψεως καλίου και στην περίπτωση αυτή αυξάνει τη παραγωγή. Αντιθέτως, η χρήση αυξημένων ποσοτήτων ασβεστίου μπορεί να προκαλέσει έλλειψη K στη βαμβακοκαλλιέργεια (Χριστίδης 1965). Στην Ελλάδα μέχρι πρόσφατα δεν χρησιμοποιούσαν καλιούχα λιπάσματα στο βαμβάκι, γιατί θεωρούσαν ότι τα εδάφη είναι επαρκώς εφοδιασμένα με K. Ωστόσο, ύστερα από την εξαντλητική εκμετάλευση των εδαφών, διαρκώς αυξάνονται οι περιπτώσεις που διαπιστώνεται έλλειψη K και η προσθήκη του έχει ευεργετική επίδραση στην απόδοση, την κανονική ωρίμανση, την καλή ποιότητα ίνας και σπόρου και στην αντίδραση του φυτού στη βερτισιλλίωση. Θεωρείται όμως υπερβολή η χορήγηση αζωτούχου και καλιούχου λίπανσης (νιτρικό κάλιο) υπό τη μορφή διαφυλλικής λίπανσης, ιδιαίτερα σήμερα που επιβάλλεται η μείωση του κόστους παραγωγής και για χώρες, όπως η Ελλάδα, όπου γίνονται ελάχιστοι ψεκασμοί για φυτοπροστασία, ώστε να θεωρείται ότι δεν έχει κόστος εφαρμογής.

B) Υπόλοιπα στοιχεία

Ασβέστιο. Συνήθως δεν παρατηρείται έλλειψη λόγω συστάσεως των περισσότερων εδαφών, αλλά και γιατί κατά το μεγαλύτερο ποσοστό επανέρχεται στο

έδαφος με τα φύλλα και ακόμη γιατί πολλά λιπάσματα περιέχουν Ca. Προσθήκη Ca συνιστάται σε όξινα εδάφη.

Μαγνήσιο. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα ελλείψεως Mg στο βαμβάκι είναι η εμφάνιση φύλλων με κοκκινωπή απόχρωση και πράσινη κύρια νεύρωση, που οδηγούν σε πρόωρη πτώση των κατώτερων φύλλων. Έλλειψη Mg είναι πιθανότερη σε όξινα εδάφη.

Θείο. Σε εδάφη που είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με S τα νεαρά φύλλα της κορυφής γίνονται κιτρινωπά, όπως τα κατώτερα φύλλα στην περίπτωση ελλείψεως N. Απομακρύνεται από το έδαφος σε μικρές ποσότητες και, εφόσον τα λιπάσματα περιέχουν το στοιχείο, δεν απαιτείται ιδιαίτερη προσθήκη.

Νάτριο. Όπως προαναφέρθηκε, φαίνεται να υποκαθιστά το N όπως και το Ca. Μεγάλες ποσότητες Na είναι επιβλαβείς για το βαμβακόφυτο.

Βόριο. Τα συμπτώματα ελλείψεως B πρωτοεμφανίζονται στην κορυφή του φυτού, όπου ο ακραίος οφθαλμός νεκρώνεται, δημιουργείται διχασμός της κορυφής και τα φυτά παραμένουν νάνα με δύο ή περισσότερες κορυφές. Τα νεαρά φύλλα αποκτούν κιτρινοπράσινη απόχρωση, τα χτένια είναι χλωρωτικά και τελικά πέφτουν. Συνθήκες ξηρασίας και pH εδάφους μεγαλύτερο από 6,5 ενισχύουν την εμφάνιση τροφopenίας B.

Σίδηρος. Η χαρακτηριστική χλώρωση σπάνια παρατηρείται στο βαμβάκι.

Μαγγάνιο. Τα πρώτα συμπτώματα από έλλειψη Mn παρουσιάζονται στα νεαρά φύλλα ή τα φύλλα της κορυφής, που αποκτούν κιτρινογκρί ή κοκκινογκρί απόχρωση, ενώ οι νευρώσεις τους διατηρούν το πράσινο χρώμα. Περίσσεια Mn είναι τοξική για το φυτό, με πρώτο σύμπτωμα την εμφάνιση ανώμαλων φύλλων με συστροφές και ζαρωμένα, με κηλίδες χλωρωτικές και αργότερα νεκρωτικές. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται προσθήκη ασβέστου.

Ψευδάργυρος. Έλλειψη παρουσιάζεται σπάνια στα βαμβακόφυτα. Όταν υπάρχει, παρουσιάζεται χαρακτηριστική μεσονεύρια χλώρωση και μπρούτζινη απόχρωση των κατώτερων φύλλων, που γίνονται εύθραυστα με χαρακτηριστική συστροφή της κορυφής. Τα φυτά επίσης οψιμίζουν.

Τα δευτερεύοντα λιπαντικά στοιχεία και τα ιχνοστοιχεία, στις περιπτώσεις τροφopenιών, προστίθενται είτε με ειδικές μορφές βασικής λίπανσης, είτε με διαφυλλική λίπανση η οποία κατά κανόνα συνδυάζεται και με χρήση φυτοφαρμάκων

(Χριστίδης 1965, Σφήκας 1988). Ακόμη όμως και για τα ιχνοστοιχεία θα πρέπει να διαπιστωθεί η συγκεκριμένη τροφοπενία με βάση τη φυλλοδιαγνωστική, ώστε να αποφευχθούν άχρηστοι ψεκασμοί και επιπλέον ανισόρροπη αύξηση του φυτού.

Στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας, που δεν επιτρέπει τη χρήση συνθετικών αγροχημικών, η θρέψη των φυτών αντιμετωπίζεται μόνο με οργανική λίπανση.

Εφαρμοζόμενη λίπανση στην Ελλάδα. Η λίπανση είναι από τους βασικούς συντελεστές που συνέβαλαν στην ποσοτική και ποιοτική αύξηση της παραγωγής βαμβακιού στην Ελλάδα. Η αποτελεσματικότητα της είναι άμεσα συνδεδεμένη με την άρδευση της βαμβακοκαλλιέργειας. Με βάση τα στοιχεία του Οργανισμού Βάμβακος (Εκθεση καλλιέργειας βαμβακιού 1995) η λίπανση, την περίοδο 1979-95, εφαρμόστηκε στο σύνολο της αρδευόμενης έκτασης 94,3% του συνόλου) και στο 51% της ξηρικής (5,7%). Οι ξηρικές εκτάσεις που λιπαίνονται ανήκουν κυρίως στις βόρειες περιοχές, τα εδάφη των οποίων συγκρατούν ικανοποιητική υγρασία τους θερινούς μήνες.

Βασική λίπανση (λίπανση πριν ή κατά τη σπορά) εφαρμόστηκε το 1995 στο 96% της συνολικής έκτασης και στο 56% αυτής της έκτασης εφαρμόστηκε και επιφανειακή λίπανση. Η βασική λίπανση εφαρμόστηκε κατά 90% σε όλη την επιφάνεια του εδάφους, πριν τη σπορά και ενσωματώθηκε, ενώ στην υπόλοιπη έκταση εφαρμόστηκε εντοπισμένη (γραμμική) λίπανση κατά τη σπορά. Η επιφανειακή λίπανση εφαρμόστηκε κατά 74% διάσπαρτα και σε ποσοστό 23% έγινε κλασματική λίπανση σε δύο δόσεις. Το μέσο κόστος της λίπανσης υπολογίστηκε για το 1995 σε 4,5 χιλ. δρχ. ανά στρέμμα.

1.5.4 Αντιμετώπιση ζιζανίων

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται σε μεγάλο βαθμό το βαμβάκι, ειδικότερα στο νεαρό στάδιο, τότε που παρουσιάζει πολύ βραδεία ανάπτυξη. Ύπαρξη πολλών ζιζανίων μειώνει την απόδοση και υποβαθμίζει την ποιότητα του βαμβακιού, γιατί προκαλεί μικρά καρύδια, καχεκτικούς σπόρους, μικρό μήκος ίνας, λεκιασμένο ή χρωματισμένο βαμβάκι κ.ά. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με αμειψισπορά, με καλλιεργητικά μέτρα, με βοτάνισμα και σκάλισμα με το χέρι (τα οποία σήμερα έχουν σχεδόν εκλείψει λόγω του κόστους) και με ζιζανιοκτόνα, τα οποία βέβαια απαγορεύονται στις βιολογικές καλλιέργειες βαμβακιού (Oosterhuis και Γαλανοπούλου 2001). Σε προκαταρκτικό στάδιο δοκιμάζεται και η βιολογική

καταπολέμηση των ζιζανίων με χρησιμοποίηση των φυσικών εχθρών τους (έντομα, ακάρεα, μύκητες και νηματώδεις).

Τα σπουδαιότερα ζιζάνια που απαντώνται στα βαμβακοχώραφα της Ελλάδος είναι: αγριοντοματιά (*Solanum nigrum*), αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*), λουβουδιά (*Chenopodium album*), τάτουλας (*Datura stramonium*), αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*), που ανήκει στην ίδια οικογένεια με το βαμβάκι και επομένως δεν μπορεί να αντιμετωπισθεί με τα χρησιμοποιούμενα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα και τα πολυετή: αγριάδα (*Cynodon dactylon*), βέλιουρας (*Sorghum halepense*) και κύπερη (*Cyperus spp*), τα οποία θεωρούνται δυσκολοεξόντωτα, γιατί υπάρχουν λίγα και ακριβά επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα (Χριστίδης 1965, Τόλης 1986).

Μερικά από τα επικρατούντα ζιζάνια του βαμβακιού φαίνονται στην Εικ. 1.3

Μερικά από τα σημαντικά ζιζάνια της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα



1. Αγριοντοματιά (*Solanum nigrum* L.)
(Τόλης 1986)



2. Αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*)
(Γεωργ. Τεχν., Βαμβάκι 2000)



3. Τάτουλας (*Datura stramonium*)
(Αγροτ. Σύμβουλ. 1999)



4. Αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*)



5. Αγριάδα (*Cynodon dactylon*)



6. Βέλιουρας (*Sorghum halepense*)
(Γεωργ. Τεχν. Βαμβάκι 2000)

Εικόνα 1.3

1.5.5 Σπορά

Το πρώιμο και ομοιόμορφο φύτευμα είναι για το βαμβάκι απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας, γιατί επεκτείνει τη βλαστική περίοδο και συγχρονίζει την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Η εποχή σποράς είναι ένας σημαντικός συντελεστής που καθορίζει την επιτυχία φυτρώματος και διαμορφώνει την πρωιμότητα της παραγωγής. Με πρώιμη σπορά υπάρχει, θεωρητικά, πρώιμο φύτευμα, τα φυτά επωφελούνται από τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες της ανοίξεως και έχουν στη διαθεσή τους αρκετό χρόνο για να αναπτυχθούν και να καρποφορήσουν. Η ευαισθησία όμως του βαμβάκιου στις χαμηλές θερμοκρασίες, ιδίως κατά τη περίοδο της βλαστήσεως και φυτρώματος του σπόρου, καθιστά ριψοκίνδυνη τη πρώιμη σπορά, γιατί όταν επικρατήσουν αντίξοες συνθήκες το φύτευμα είναι μειωμένο και παρατεταμένο και η απόδοση μειωμένη.

Η σπορά του βαμβακιού μπορεί να αρχίσει, όταν η θερμοκρασία εδάφους φθάσει στους 14-15°C ή και όταν είναι λίγο χαμηλότερη, αλλά παρατηρείται σταθερή βελτίωση της θερμοκρασίας. Είναι προτιμότερο να υπάρχει πρώιμη φυτεία έστω και με μειωμένο πληθυσμό φυτών μέχρι και 50%, χωρίς όμως με μεγάλα και συνεχή κενά, παρά να γίνει όψιμη επανασπορά. Διάφορα πειράματα εποχής σποράς στο I.B.B.Φ. από της ιδρύσεώς του οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη εποχή σποράς για τις περισσότερες περιοχές είναι μεταξύ 10-20 Απριλίου ή το αργότερο μέχρι το τέλος του ίδιου μήνα. Αργότερα κάθε δεκαήμερο που περνά μειώνει την απόδοση, σε βαθμό ώστε σπορές του Ιουνίου να έχουν λίγη πιθανότητα να δώσουν οποιαδήποτε απόδοση (Χριστίδης 1965).

Η ωφελιμότητα από την πρώιμη σπορά, όπως έδειξαν πειράματα στο I.B.B.Φ., υπερκαλύπτει επίσης τη ζημία που προκύπτει από τη μεγαλύτερη προσβολή βερτισιλλίωσης, που παρουσιάζει συχνά η πρώιμη σπορά σε σχέση με οψιμότερη κατά την πρώιμη εμφάνιση της ασθένειας. Η πρώιμη σπορά έχει υιοθετηθεί πλέον και στην πράξη, έτσι ώστε οι παραγωγοί σπέρνουν περίπου 10 ημέρες πρωιμότερα από ό,τι συνήθιζαν παλαιότερα (Χλίχλιας κ.ά. 1977).

1.5.5a Βάθος σποράς

Εξαρτάται από την υγρασία και θερμοκρασία του εδάφους, τη φυσική του κατάσταση και την εποχή σποράς. Σε ελαφρά εδάφη που ζεσταίνονται, αλλά και

χάνουν την υγρασία ευκολότερα, η σπορά γίνεται συνήθως στα 5-7cm, ενώ σε υγρά αμμοπηλώδη στα 3-4cm.

Επίσης στις πρώιμες σπορές η σπορά είναι πιο επιφανειακή, εφόσον υπάρχει κατάλληλη υγρασία.

1.5.5β Τρόπος και μηχανήματα σποράς

Η σπορά στα πεταχτά εγκαταλείφθηκε πολύ γρήγορα, ύστερα από την ίδρυση του Ινστιτούτου και του Οργανισμού Βάμβακος. Σήμερα η σπορά γίνεται εξολοκλήρου γραμμικά με σπαρτικές μηχανές. Μία σπαρτική μηχανή τεσσάρων σειρών μπορεί να σπείρει περισσότερα από 100 στρέμματα ημερησίως, ενώ οι περισσότερες είναι εφοδιασμένες αναλόγως, ώστε να κάνουν ταυτοχρόνως εντοπισμένη λίπανση και εφαρμογή μετασπαρτικού ζιζανιοκτόνου.

1.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή στην Ελλάδα αρχίζει συνήθως το δεύτερο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου και μέχρι τέλος Οκτωβρίου συλλέγεται το 80 -85 % της συνολικής παραγωγής. Στην Ελλάδα επικράτησαν οι μηχανές Αμερικάνικου τύπου Picker οι οποίες είναι αυτοκινούμενες μηχανές συγκόμισης σύσπορου βαμβακιού. Αν τηρηθούν οι προϋποθέσεις οι απώλειες προϊόντος είναι περιορισμένες και η υποβάθμιση του προϊόντος επίσης περιορισμένη. Η αποτελεσματικότητα της μηχανοσυλλογής αυξάνει όταν:

- Οι φυτείες έχουν μέτριο ύψος, συγκεντρωμένη καρποφορία και κατακόρυφη ανάπτυξη.
- Τα κατώτερα καρύδια απέχουν από το έδαφος περίπου 15cm και κατανέμονται ομοιόμορφα.
- Τα καρύδια έχουν καλό άνοιγμα και δεν έχουν "καραμελοποιηθεί", το σύσπορο χύνεται, χωρίς όμως να ξεκολλά και να παρασύρεται από τον άνεμο και τη βροχή.
- Η ωρίμανση είναι πρώιμη, ομοιόμορφη και όσο το δυνατό πιο σύγχρονη.
- Γίνεται η ενδεδειγμένη αποφύλλωση.
- Οι καιρικές συνθήκες και οι συνθήκες αγρού επιτρέπουν την ομαλή λειτουργία της μηχανής.

- Η συγκομιδή γίνεται όταν το σύσπορο βαμβάκι είναι στεγνό.
- Τα αγροτεμάχια είναι μεγάλα, ισοπεδωμένα και απαλλαγμένα από ζιζάνια, πέτρες, δένδρα και άλλα φυσικά ή τεχνητά εμπόδια.

Στην Ελλάδα τα πρώτα χρόνια επικρατούσαν οι δίσειρες μηχανές, ενώ τελευταία προτιμώνται οι τετράσειρες.

1.7 Εχθροί και ασθένειες

Το βαμβάκι υφίσταται σημαντικές ζημιές από εχθρούς και ασθένειες, γεγονός που οφείλεται στο ότι είναι φυτό με μεγάλο βιολογικό κύκλο και συνεχή αύξηση και ως εκ τούτου είναι ευάλωτο από πολλά φυτοπαράσιτα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης με τη κατάχρηση της χημικής καταπολέμησης έχει διαταραχθεί η βιολογική ισορροπία και δημιουργήθηκαν ανθεκτικές φυλές κυρίως εντόμων. Για την αντιμετώπιση των χρησιμοποιούνται σήμερα διάφορα μέσα. Αυτά είναι χημικά, βιολογικά, μηχανικά και καλλιεργητικά.

1.7.1 Κυριότεροι ζωικοί εχθροί

α) Νηματώδεις και έντομα εδάφους και όπως Σιδήροσκώληκες (Οικ. *Elateridae*), Αγροτίδες (*Agrotis spp.*), Κρεμμυδοφάγος (*Grylotalpa spp.*) και Υλέμνα (*Hylemia spp.*).

β) Μυζητικά έντομα και ακάρεα όπως Θρίπες (*Thrips spp.*, Οικ. Θυσσανόπτερα), Αφίδες (*Aphis spp.*, Οικ. Ημίπτερα), Αλευρώδης (*Bemisia spp.*, Οικ. Ημίπτερα), Ιασσίδες (*Empoasca spp.*, Οικ. Ημίπτερα) και Τετράνυχος (*Tetranychus spp.*).

γ) Μασητικά έντομα όπως Πράσινο σκουλήκι (*Heliothis* ή *Helicoverpa armigera*), Ρόδινο σκουλήκι (*Platyedra* ή *Pectinophora gossypiella*), Ακανθώδης (*Earias spp.*) και Σποντόπτερα (*Spodoptera spp.*).

Αντιμετώπιση αυτών γίνεται με απολύμανση του εδάφους και αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά για το α) και τους νηματώδεις, με ψεκασμό με διάφορα ακαρεοκτόνα και παγίδες και με χρήση ψεκασμάτων φιλικότερων προς το περιβάλλον όπως το θειάφι κ.ά, για το β) και με φυσικούς εχθρούς έντομα που περιορίζουν τον πληθυσμό καθώς και εντομοκτόνα για τη τρίτη περίπτωση. Τέλος

σήμερα υπάρχουν γενετικώς τροποποιημένες ποικιλίες βαμβακιού, στις οποίες έχουν μεταφερθεί γονίδια Bt όπου η τοξική πρωτεΐνη που παράγει δημιουργεί και μια εντομοκτόνο δράση.

1.7.2 Ασθένειες

Οι ασθένειες του βαμβακιού οφείλονται συνήθως σε μύκητες ή βακτήρια. Σημαντικότερες από αυτές είναι οι Σηψιρριζίες οι οποίες προκαλούνται από διάφορους μύκητες που ανήκουν στα γένη *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora* κ.ά, κατά τις οποίες η σήψη αρχίζει από τη μία πλευρά του λαιμού και επεκτείνεται ως την άκρη της ρίζας. Για την αντιμετώπιση των ασθενειών αυτών όλος ο σπόρος που διατίθεται στους παραγωγούς απολυμαίνεται με μυκητοκτόνο που επιλέγεται από ειδική επιτροπή. Οι κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας ευνοούν κατά αποκλειστικότητα το *Verticillium* και η ασθένεια της Ανδρομύκωσης ονομάζεται βερτισιλίωση. Η βερτισιλίωση θεωρείται η σημαντικότερη ασθένεια της χώρας μας και τα συμπτώματά της εμφανίζονται με χλώρωση ολίγων φύλλων της βάσης του φυτού και στη συνέχεια η χλώρωση φθάνει μέχρι τα φύλλα της κορυφής όπου στο τέλος γίνεται πλήρης αποφύλλωση και νέκρωση του φυτού. Η χημική καταπολέμηση δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα και τα ινστιτούτα έχουν στραφεί στην δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών η οποία δίνει αισιόδοξα μηνύματα. Τέλος η Αλτερνάρια και η Βακτηρίωση είναι επίσης δύο ασθένειες σημαντικές όπου η αντιμετώπιση τους γίνεται κυρίως με αμειψισπορά, ψεκασμούς με χαλκό, ενδεδειγμένη άρδευση και λίπανση, βαθειά ενσωμάτωση των υπολειμμάτων και χρήση υγιούς σπόρου ή ανθεκτικών ποικιλιών. Στο Πίνακα 1.4 δίνονται συγκεντρωτικά οι οδηγίες για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση στο βαμβάκι.

Πίνακας 1.4

Οδηγίες για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση βαμβακιού

α) Καλλιεργητικός έλεγχος <ul style="list-style-type: none">• Κατάλληλη εποχή σποράς (πρώιμη)• Κατά το δυνατό μεγαλύτερη περίοδος μεταξύ καλλιεργειών• Χρήση χημικώς αποχλωμένου σπόρου
β) Βιολογική καταπολέμηση <ul style="list-style-type: none">• Ψεκασμοί με βάση τον αριθμό των επιβλαβών και των ωφέλιμων εντόμων• Προτίμηση στη χρήση επιλεκτικών φυτοφαρμάκων (προστασία ωφέλιμων)• Εκπαίδευση στην αναγνώριση των φυσικών εχθρών των φυτοπαρασίτων
γ) Ασφαλής και αποτελεσματική χρησιμοποίηση των φυτοφαρμάκων <ul style="list-style-type: none">• Καθορισμός οικονομικού επιπέδου προσβολών και επεμβάσεις βάσει αυτού• Προσεκτική επιλογή του φυτοφαρμάκου, της δόσης και του είδους ψεκαστήρα
δ) Αντοχή Ξενιστού <ul style="list-style-type: none">• Χρήση πρώιμων ποικιλιών (περιορισμός αριθμού επεμβάσεων)• Εκμετάλλευση ορισμένων χαρακτηριστικών (τρίχωμα φύλλων, nectariless, high gossypol). ώστε να περιορίζεται η εξάρτηση από τα φυτοφάρμακα
ε) Φυλετικές φερομόνες & αγροτικές προειδοποιήσεις <ul style="list-style-type: none">• Παρακολούθηση συλλήψεων ακμαίων από παγίδες και καθορισμός σχέσεως αριθμού συλλήψεων και προσβολών

(ICAC, Ιούνιος 1991)

1.8 Άρδευση

Η επέκταση των αρδεύσεων ήταν για τη χώρα μας ένας από τους συντελεστές της αύξησης των στρεμματικών αποδόσεων. Αποδείχτηκε ότι η άρδευση ήταν προϋπόθεση για να εκδηλωθεί η ωφελιμότητα της λίπανσης, καθώς και ο δυναμισμός των βελτιωμένων ποικιλιών. Σήμερα στη χώρα μας το σύνολο σχεδόν της βαμβακοκαλλιέργειας (95%) αρδεύεται. Βρέθηκε ότι η άρδευση είναι πιο αποτελεσματική, όταν συνδυάζεται με αζωτούχο λίπανση, με πρώιμη σπορά και ποικιλία και όταν ο πληθυσμός φυτών είναι μεγαλύτερος. Εξάλλου η έναρξη αρδεύσεως μπορεί να προκαλέσει σημαντική οψίμιση, ενώ περίσσεια νερού μπορεί να αυξήσει την ανθόρροια και καρπόρροια. Η εποχή αρδεύσεως, η συχνότητα και η ποσότητα νερού στη κάθε άρδευση είναι παράγοντες που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη πρωιμότητα, το ύψος και την ποιότητα της παραγωγής και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως τη μηχανική σύσταση του εδάφους, την ποικιλία, την πρωιμότητα της φυτείας, τη λίπανση κ.ά. (Χριστίδης 1965, Λευκοπούλου 1979).

1.8.1 Χρόνος εφαρμογής των αρδεύσεων

Οι αρδεύσεις ανάλογα με τον χρόνο εφαρμογής τους χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1) Άρδευση για το φύτερωμα και την πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Τα ποτίσματα αυτά πρέπει να γίνονται μόνο σε περιπτώσεις που είναι τελείως απαραίτητα. Το πότισμα για το φύτερωμα γίνεται πριν ή μετά τη σπορά, είναι ελαφρύ και αποσκοπεί στο να φτάσει στο βάθος της ήδη υπάρχουσας υγρασίας. Γίνονται συνήθως με τεχνητή βροχή.

2) Άρδευση για την ανάπτυξη. Στη νότια και κεντρική Ελλάδα και σπανιότερα στη Βόρεια Ελλάδα, στις περιπτώσεις που τα βαμβακόφυτα μένουν καθυστερημένα και κινδυνεύουν να μπούνε στο αναπαραγωγικό στάδιο με ανεπαρκή βλαστική ανάπτυξη, είναι ωφέλιμο ένα έως δύο ποτίσματα αναπτύξεως, που γίνονται τον Μάιο με αρχές Ιουνίου. Τα ποτίσματα αναπτύξεως είναι απαραίτητα σε περιπτώσεις που γίνονται επιφανειακές λιπάνσεις και εφόσον η άρδευση γίνεται με τεχνητή βροχή ή στάγδην, μπορεί το λίπασμα να προστεθεί σε δεξαμενή η οποία τροφοδοτεί το νερό, υπό μορφή υδρολίπανσης.

3) Άρδεύσεις καρποφορίας. Είναι οι πιο απαραίτητες για τη βαμβακοκαλλιέργεια, γιατί και η κριτική περίοδος του βαμβακιού αρχίζει, όταν το φυτό σχηματίζει τα πρώτα του καρύδια. Η ανάγκη για άρδευση προσδιορίζεται κυρίως από την εμφάνιση των φυτών και την κατάσταση του εδάφους. Άρδευση πρέπει να γίνεται όταν η ξήρανση του εδάφους έχει προχωρήσει στα 10-15cm. Υπάρχουν επίσης διάφορα όργανα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για άμεση μέτρηση της εδαφικής υγρασίας. Τα φύλλα των βαμβακοφύτων που διψούν αποκτούν κυανοπράσινο χρωματισμό και δείχνουν τα σημεία μαράνσεως, ενώ οι βλαστοί αποκτούν κοκκινωπό χρώμα. Επίσης, σταματάει η ανάπτυξη των φυτών και η ανθοφορία ανεβαίνει πρόωρα στην κορυφή του φυτού με δυσμενείς επιπτώσεις στην απόδοση.

Από πολλά πειράματα βρέθηκε ότι η πρόωρη έναρξη των ποτισμάτων καρποφορίας (πρώτο πότισμα) καθώς και το υπερβολικό πότισμα αργότερα ευνοούν την ανεπιθύμητη βλαστική ανάπτυξη των φυτών, οψιμίζουν και μειώνουν την παραγωγή και υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος, ιδιαίτερωσ όταν επικρατήσουν αντίξοες συνθήκες ωρίμανσης και παραγωγής. Εξίσου όμως ζημιογόνος για τη ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής μπορεί να αποβεί,

ιδιαίτερα για πρώιμη ποικιλία και φυτεία η καθυστερημένη έναρξη του ποτίσματος. Κατάλληλη εποχή για το πρώτο πότισμα καρποφορίας είναι η έναρξη της ανθοφορίας για τις πρώιμες ποικιλίες και λίγο αργότερα, όταν το φυτό δέσει τα πρώτα καρύδια, για τις οψιμότερες ποικιλίες. Συνήθως το πρώτο πότισμα καρποφορίας είναι πιο ελαφρύ από τα επόμενα. Κατά την υπόλοιπη διάρκεια της περιόδου της ανθοφορίας το βαμβάκι δε πρέπει να διψάσει. Ο αριθμός των αρδεύσεων εξαρτάται από την ποικιλία, τον πληθυσμό φυτών, την ανάπτυξη της καρποφορίας της φυτείας, τις καιρικές συνθήκες και βέβαια από την ποσότητα του χορηγούμενου νερού. Συνήθως ο αριθμός των ποτισμάτων καρποφορίας πρέπει να είναι 2-5, λαμβάνοντας υπόψη ότι το βαμβάκι ως βαθύριζο φυτό θέλει αραιότερες αρδεύσεις από το καλαμπόκι αλλά με περισσότερη ποσότητα νερού.

Η ποσότητα του νερού αρδεύσεως εξαρτάται κυρίως από την υδατοικανότητα του εδάφους. Ελαφρύτερο πότισμα έχει συχνά ως αποτέλεσμα να παραμείνει το φυτό επιπολαιόριζο και επομένως να έχει ανάγκη από περισσότερη ποσότητα νερού, ενώ βαρύτερο πότισμα δημιουργεί, ιδιαίτερα στα ελαφρά εδάφη, βαθιά διήθηση με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις και στα βαρειακά κακό αερισμό και χαμηλή θερμοκρασία στο περιβάλλον των ριζών. Η πτώση της θερμοκρασίας, που είναι ιδιαίτερα έντονη, όταν το νερό του ποτίσματος είναι κρύο (από φρέαρ), αυξάνει τη μόλυνση των φυτών από βερτισιλλίωση. Οι αρδεύσεις καρποφορίας περατώνονται συνήθως, αναλόγως της πρωιμότητας της φυτείας και των καιρικών συνθηκών, περί τα μέσα Αυγούστου.)

4) Αρδεύσεις παραγωγής. Μετά τα μέσα Αυγούστου, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών κυρίως, οι ανάγκες του φυτού σε νερό περιορίζονται. Όταν όμως συνεχίζονται οι υψηλές θερμοκρασίες και ιδιαίτερα σε σχετικώς όψιμες φυτείες, που ένας μεγάλος αριθμός καρυδιών απέχει πολύ από την ολοκλήρωση της ωρίμανσής, επιβάλλεται να δίνονται 1-2 ποτίσματα μέχρι και τέλη Σεπτεμβρίου, ακόμη και μετά το άνοιγμα των πρώτων καρυδιών. Τα ποτίσματα αυτά αποδεικνύονται σε πολλές περιπτώσεις πολύ ωφέλιμα για την αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας των όψιμων καρυδιών. Ειδικότερα για τη νοτιότερη Ελλάδα, όπου ο κίνδυνος της οψιμότητας είναι μικρότερος από τα βορειότερα διαμερίσματα, η πρόωγη περάτωση των αρδεύσεων, πολλές φορές και πριν τις 15 Αυγούστου είναι αιτία για την ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής. (Χριστίδης 1965, Λευκοπούλου 1979).

1.8.2 Τρόποι αρδεύσεως

Η κατάκλυση δε συνίσταται στο βαμβάκι, γιατί εκτός από τη σπατάλη ύδατος δημιουργεί συνθήκες ασφυξίας στο ριζικό σύστημα του φυτού. Συνήθως οι αρδεύσεις γίνονται με αυλάκια, με τεχνητή βροχή και με στάγδην άρδευση που σήμερα επεκτείνεται όλο και περισσότερο.

1) Άρδευση με αυλάκια. Είναι πιο οικονομική μέθοδος άρδευσης και πρέπει να προτιμάται όπου υπάρχουν συστηματοποιημένη ισοπέδωση και κατάλληλα αρδευτικά δίκτυα. Τα αυλάκια ανοίγονται με μηχανικούς αυλακωτήρες και συνήθως διώρυγα παροχής με σιφώνια. Το μήκος τους πρέπει να είναι ανάλογο με τη συνεκτικότητα του εδάφους, μικρότερο στα ελαφρά και μεγαλύτερο στα βαρεία, ενώ η κλίση τους αντιστρόφως ανάλογη. Οι υψηλές απαιτήσεις σε εργασία καθιστούν τη μέθοδο αυτή μη ελκυστική από τους παραγωγούς.

2) Άρδευση με τεχνητή βροχή. Είναι πολύ διαδεδομένη στο βαμβάκι Μπορεί να εφαρμοστεί και σε αγρούς που δεν έχουν ισοπεδωθεί ή έχουν μεγάλη κλίση. Επίσης, είναι εύκολη η ρύθμιση της ποσότητας του νερού και η αξιοποίηση της σχετικώς μικρής παροχής των γεωτρήσεων. Προτιμάται ιδιαίτερα στις ελαφρές αρδεύσεις. Τα βασικά μειονεκτήματά της είναι το αυξημένο κόστος προμήθειας, αλλά και λειτουργίας του συγκροτήματος, το ότι η ομοιομορφία άρδευσης επηρεάζεται από την πνοή ανέμου, ότι οι απώλειες ύδατος από εξάτμιση είναι μεγαλύτερες και το ότι με τη διαβροχή των φυτών συμβάλλει στην εκδήλωση ορισμένων ασθενειών.

3) Στάγδην άρδευση. Είχε πολύ περιορισμένη εφαρμογή στη βαμβακοκαλλιέργεια μέχρι πρόσφατα, αλλά παρουσιάζει γρήγορη επέκταση, ώστε το 1998 είχε καταλάβει ήδη το 50% των εκτάσεων στη Θεσσαλία. Το νερό σταλάζει από την οπή των σταλακτήρων που είναι ενσωματωμένοι σε σωλήνες πολυαιθυλενίου, χωρίς να διαβρέχεται το φυτό. Οι σταλακτηφόροι σωλήνες απλώνονται (και μαζεύονται αυτομάτως ανά δεύτερη γραμμή βαμβακιού). Παρά το υψηλό κόστος προμήθειας του συστήματος και της περιορισμένης διάρκειας ζωής του δικτύου, το σύστημα αυτό άρχισε να επεκτείνεται ακόμη και σε μη παραδοσιακές βαμβακοπαραγωγικές περιοχές, γιατί έχει πολλά πλεονεκτήματα (Goren 1994).

Τα κυριότερα από αυτά είναι :

- Οικονομία στο νερό, μέχρι και 40% (μικρές απώλειες λόγω εξάτμισης ή βαθειάς διήθησης).
- Ομοιόμορφη άρδευση (δεν επηρεάζεται από τον άνεμο), ανεξαρτήτως τύπου εδαφών και αναγλύφου.
- Αποτελεσματική τροφοδοσία των φυτών με νερό (πρακτικώς συνεχής τροφοδοσία) και με αποφυγή υποβάθμισης από το ‘σημείο μόνιμης μαράνσεως’ και υπέρβασης της ‘υδατοικανότητας’ του εδάφους.
- Δυνατότητα εφαρμογής υδρολιπάνσεως.
- Μείωση των ζιζανίων, γιατί δεν διαβρέχεται όλη η έκταση, αλλά και των ασθενειών που ευνοούνται από την διαβροχή των φύλλων
- Αναφέρεται επίσης πως έτσι επιτυγχάνεται πρωίμιση και αύξηση της παραγωγής.

Η στάγδην άρδευση εφαρμόζεται στον αγρό συνήθως μετά το τελευταίο σκάλισμα, όταν αρχίζουν τα ποτίσματα της καρποφορίας, ενώ για τα προηγούμενα στάδια η μέθοδος δεν θεωρείται αποτελεσματική. Απαιτείται επίσης ικανοποιητικό φιλτράρισμα νερού προς αποφυγή εμφράξεων των σταλακτήρων. Η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού σε συνδυασμό με το συνεχώς αυξανόμενο πρόβλημα της λειψυδρίας, καθιστά τη μέθοδο αυτή πολύ ελκυστική στα πλαίσια της νέας γεωργίας των μειωμένων εισροών. Τα τελευταία χρόνια γίνονται εφαρμογές υπόγειας στάγδην άρδευσης στις Η.Π.Α. και στο Ισραήλ, ενώ το σύστημα, για το οποίο αναφέρονται πολλά πλεονεκτήματα, αρχίζει να προκαλεί ενδιαφέρον και στην Ελλάδα.

Το 1995 από τα 4.224.000 στρ. βαμβακιού που αρδεύτηκαν στη χώρα μας με τεχνητή βροχή εφαρμόστηκε σε ποσοστό 82,8% (28,4 με χειρομετακινούμενους αγωγούς και 54,4 με αυτοκινούμενα καρούλια), η στάγδην άρδευση σε ποσοστό 14,8% και η μέθοδος με αυλάκια περιορίστηκε στο 2,4% (Οργανισμός Βάμβακος: Έκθεση καλλιέργειας βαμβακιού 1995).

1.8.3 Ορθολογική άρδευση

Η ανάγκη για περιορισμό του αρδευτικού ύδατος και για μείωση γενικώς των εισροών επιβάλλουν την εντατικοποίηση των προσπαθειών για δημιουργία ποικιλιών με περιορισμένες ανάγκες, όπως αυτές που δημιούργησαν τελευταία επιστήμονες στο Ισραήλ. Επιβάλλεται επίσης ορθή διαχείριση των καλλιεργειών με ορθολογική χρήση του νερού.

Πειράματα που έγιναν στην Ελλάδα με χρηματοδότηση από την Ε.Ε. αποδεικνύουν ότι είναι εφικτή η μείωση της συνολικής ποσότητας άρδευσης που δίνεται σήμερα στο βαμβάκι χωρίς να μειωθεί η απόδοση. Εξάλλου, η υπερβολική άρδευση, εκτός του ότι εξαντλεί το πολύτιμο φυσικό πόρο, αυξάνει και τη νιτρορύπανση, για αυτό και η Ε.Ε. κατευθύνει τα κράτη μέλη στην επιβολή προστίμων στους γεωργούς που υπερβαίνουν το άριστο επίπεδο άρδευσης από οικονομική και περιβαλλοντική άποψη. (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

2.1 Γενικά

Η προσπάθεια για την επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης.

Η στάγδην άρδευση, επιφανειακή ή υπόγεια, ανήκει στις μεθόδους της τοπικής ή μερικής άρδευσης. Έτσι χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι εκείνες, που χορηγούν το νερό κατευθείαν στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνο εκεί, σε αντίθεση με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους, που χορηγούν το νερό σε όλη (κατάκλιση, καταιονισμός) ή σχεδόν όλη (αυλάκια) την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Ιδιαίτερα για την υπόγεια στάγδην άρδευση, ο Phene, (1999) θεωρεί, ότι είναι η νεότερη και ενδεχομένως η περιπλοκότερη και αποδοτικότερη μέθοδος άρδευσης.

Σύμφωνα με τον ASAE S526.1(ASAE Standards, 43rd Ed. 1996.) "Soil and Water Terminology" η κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στάγδην άρδευση ορίζεται ως: «η εφαρμογή νερού κάτω από την επιφάνεια του εδάφους διαμέσου σταλακτήρων με αναλογία αποδέσμευσής του, σε γενικές γραμμές, στην ίδια κλίμακα με την επιφανειακή στάγδην άρδευση» (Camp et al., 2003).

Άλλοι ορισμοί της υπόγειας άρδευση προϋποθέτουν την παράπλευρη τοποθέτηση λάστιχων κάτω από το κανονικό βάθος οργώματος ή στο βάθος που θα διασφάλιζε την επιβίωσή τους κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, υπονοώντας κάποιο βαθμό μονιμότητας.

Ο όρος υπόγεια άρδευση χρησιμοποιείται γενικά τα τελευταία 10 - 15 χρόνια, για να περιγράψει την εφαρμογή του εξοπλισμού της στάγδην άρδευσης κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις τοπικές αρδεύσεις είναι:

1. Μικρή παροχή νερού (κατώτερη από 12lt/h).
2. Μερική διαβροχή του εδάφους.
3. Μεγάλη συχνότητα και διάρκεια άρδευσης.

4. Υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση εδαφικής υγρασίας.
5. Τρισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος

(Μιχελάκης, 1998).

2.2 Ιστορική εξέλιξη.

Σύμφωνα με τον Camp (1998), το 1920 ο Charles Lee στην Καλιφόρνια πήρε από την κυβέρνηση των Η.Π.Α. δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για ένα κεραμικό σωλήνα άρδευσης που περιελάμβανε οπές σε κατά μήκος του σωλήνα. Πιθανόν αυτό το σύστημα ήταν ένα από τους πρώτους τύπους της υπόγειας άρδευσης.

Οι Carter et al., (2000), αναφέρουν την ύπαρξη υπόγειας άρδευσης σταλαγματιάς από το 1860, χωρίς όμως να έχει πρακτική εφαρμογή.

Σύμφωνα πάλι με τον John Roberts (Roberts Irrigation Products, Inc.), η ιστορία της στάγδην άρδευσης χρονολογείται πριν πολλά έτη, ανάλογα με το πώς ορίζεται και το πόσο πρωτόγονη μορφή έχει. Η προέλευσή της πιθανόν να είναι από την Αίγυπτο ή ακόμα και κάπου στην Ασία. Κατά την διάρκεια του 1700 υπήρχαν αναφορές ανθρώπων που πειραματίζονταν με πρώιμους τύπους στάγδην άρδευσης. Με την σημερινή της μορφή χρησιμοποιήθηκε το 1940 στην Αγγλία, αλλά δεν άρχισε να αναγνωρίζεται ως ένα αποτελεσματικό σύστημα άρδευσης, παρά μόνο μετά την εισαγωγή της χρήσης του πολυαιθυλενίου (PVC) στα τέλη του 1960 για την κατασκευή των σταλακτηφόρων αγωγών. Η μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα των πλαστικών ειδών που ακολούθησε τον 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο, συντέλεσε στην ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης αρχικά στην Μεγάλη Βρετανία ,και αργότερα στο Ισραήλ και στις Η.Π.Α., γύρω στο 1959 κυρίως στην Καλιφόρνια και στη Χαβάη.

Σύμφωνα με τον Robert J., η λίστα των σημαντικών ολοκληρώσεων του συστήματος της άρδευσης σταλαγματιάς περιλαμβάνει: τον Chapin Watermatics, ο οποίος εφάρμοσε σωλήνες πολυαιθυλενίου στην άρδευση λουλουδιών σε θερμοκήπια κατά την δεκαετία του '50, τον Sterling Davis, ο οποίος εγκατέστησε το πρώτο πείραμα αγρού με υπόγεια στάγδην άρδευση σε δένδρα λεμονιάς και πορτοκαλιάς το 1963, τον Bernarr Hall, ο οποίος το 1969, άρχισε να πειραματίζεται χρησιμοποιώντας την άρδευση σταλαγματιάς σε συνδυασμό με την κάλυψη πλαστικού σε καλλιέργειες φράουλας και τομάτας στο Σαν Ντιέγκο της Καλιφόρνιας.

Κατά το 1970 ο εξοπλισμός για την εγκατάσταση της στάγδην άρδευσης (επιφανειακής ή υπόγειας) είχε αναπτυχθεί.

Στις αρχές του 1980 το ενδιαφέρον για το σύστημα στάγδην άρδευσης μειώθηκε, πιθανόν εξαιτίας του κόστους των υλικών και του εξοπλισμού και αναζωπυρώθηκε πάλι μετά το 1985, περίοδο όπου δημοσιεύονταν οι περισσότερες αναφορές των αποτελεσμάτων έρευνας, τόσο για την υπόγεια, όσο και για την επιφανειακή μέθοδο.

Αρχικά το σύστημα υπόγειας άρδευσης χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση μεγάλης αγρονομικής αξίας καλλιιεργειών όπως τα λαχανικά, τα φρούτα τα καρύδια, το ζαχαροκάλαμο. Όταν η αξιοπιστία και η μακροβιότητα του συστήματος βελτιώθηκε η χρήση του επεκτάθηκε και σε καλλιέργειες μικρότερης αγρονομικής αξίας. Αυτό έγινε κατά κύριο λόγο γιατί το σύστημα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για περισσότερα έτη μειώνοντας έτσι το ετήσιο κόστος άρδευσης (Camp et al., 2000).

2.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και την μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς, που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στον αγρό των γεωργικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με διάμετρο 12-25 mm, στους οποίους, σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φθάνει στο έδαφος με την μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Βάση τους συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Έτσι, ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή.

Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτοκαθαριζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτορυθμιζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης κ.ά., 1997, Μιχελάκης, 1998).

Σύμφωνα με τους Phene et al., (1995), ο σχεδιασμός και η λειτουργία των υποεπιφανειακών στάγδην συστημάτων εξελίχθησαν με τον χρόνο, αλλά διαφέρουν ελάχιστα από τα επιφανειακά συστήματα, εκτός από τρία σημαντικά κριτήρια:

α) Πρέπει να τοποθετηθούν βαλβίδες ανακούφισης σε αρκετά σημεία, κυρίως στα υψηλότερα υψομετρικά σημεία του συστήματος,

β) τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης απαιτούν συχνή πλύση των πρωτευόντων, και πλευρικών αγωγών, ειδικότερα κατά την διάρκεια των 6 πρώτων μηνών της λειτουργίας τους και,

γ) επειδή το ριζικό σύστημα των φυτών που αρδεύονται με υπόγεια στάγδην άρδευση είναι βαθύτερα, η λίπανση των καλλιεργειών καθίσταται ιδιαίτερος σημαντική από την στιγμή που το ριζικό σύστημα επεκτείνεται σε έδαφος με έλλειψη αρκετών θρεπτικών στοιχείων.

2.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος στάγδην άρδευσης υπόγειας ή επιφανειακής, με έμφαση σε αυτά της υπόγειας είναι:

1. Το σύστημα στάγδην άρδευσης μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σχεδόν τους τύπους εδαφών, καθώς και σε αγρούς με ιδιαίτερη μορφή ή ανώμαλη τοπογραφία.

2. Πλεονεκτεί σε περιοχές, όπου το νερό που διατίθεται για την άρδευση είναι λιγοστό ή πολύ ακριβό. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η

απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευσης βελτιώνεται.

Τα αποτελέσματα μελέτης που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Britz της Mendota το 1991-93, σε αγρό με παρουσία ρηχού υπογείου ύδατος, όπου καλλιεργήθηκαν βαμβάκι και ντομάτα από τους Ayars et al., (2001), κατέδειξαν ότι ένα σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρουσία του ρηχού υπόγειου νερού για να προκαλέσει από την καλλιέργεια τη χρήση ύδατος από το ρηχό υπόγειο νερό μειώνοντας έτσι το συνολικό εφαρμοσμένο νερό άρδευσης. Οι παραγωγές βελτιώθηκαν και για το βαμβάκι και για την ντομάτα έναντι της άρδευσης με αυλάκια και οι βαθιές απώλειες διείσδυσης μειώθηκαν ή σχεδόν μηδενίστηκαν.

Μηδενική απορροή αναφέρει κατά την εφαρμογή υπόγειας στάγδην άρδευσης σε γκαζόν οι Zoldoske et al., 1995.

3. Η εφαρμογή θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι δαπάνες λιπάσματος και οι απώλειες νιτρικών μπορούν να μειωθούν (Lamm et al., 1997, Phene, 1999).

4. Συμβάλλει στην μείωση της αλατότητας στην περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος (Al-Omran et al., 2004).

Οι Hanson et al., (2004), αναφέρουν ότι απαιτείται ικανοποιητική διήθηση ώστε να διατηρηθεί σε αποδεκτά επίπεδα η αλατότητα κοντά στους σταλακτηφόρους αγωγούς, όπου η πυκνότητα της ρίζας είναι μεγάλη θεωρώντας ότι θα είναι αναγκαία η εφαρμογή άρδευσης με καταιονισμό σε περίπτωση λίγων βροχοπτώσεων.

5. Είναι δυνατό με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος να παραμένουν στον αγρό αρκετά ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Στην υπόγεια δε τοποθέτηση των σταλακτοφόρων αγωγών, όλη η επιφάνεια του αγρού παραμένει ξηρή.

Οι Zoldoske et al., (1998), θεωρούν ότι οι καλλιέργειες, όπως τα οινοποιήσιμα σταφύλια, που επιδέχονται μεγαλύτερη μηχανοποίηση, μπορούν να ωφεληθούν από την εφαρμογή του συστήματος της υπόγειας στάγδην άρδευσης.

6. Συνέπεια του προηγούμενου είναι και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου των ζιζανίων, μιας και αυτά μειώνονται λόγω έλλειψης υγρασίας ή καταπολεμούνται όπου χρειάζεται έγκαιρα με εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχάνημα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί. Σημαντικό γεγονός όμως,

είναι και η μείωση της εμφάνισης ασθενειών που ευνοούνται από την υγρασία στην επιφάνεια του εδάφους και γενικότερα στο περιβάλλον του φυτού (Jorgensen, 1995, Neibling et al., 1997, Bell et al., 1998, Lanier et al., 2004).

7. Το σύστημα στάγδην άρδευσης προσφέρεται για αυτοματοποίηση της άρδευσης.

Ο Lamm et al., (1997) αναφέρει ότι το σύστημα υπόγειας άρδευσης είναι μια μέθοδος άρδευσης όχι μόνο κατάλληλη για αυτοματοποίηση, αλλά είναι επίσης μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιήσει την αυτοματοποίηση για να επιτύχει τα υψηλά πρότυπα της συντήρησης ύδατος και της προστασίας ποιότητας νερού.

Οι Shock et al., (1996), χρησιμοποίησαν κοκκώδης αισθητήρες για την καταμέτρηση της υγρασίας του εδάφους προκειμένου να ελέγχουν την αυτοματοποίηση της άρδευσης σε καλλιέργεια κρεμμυδιών υπό συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης.

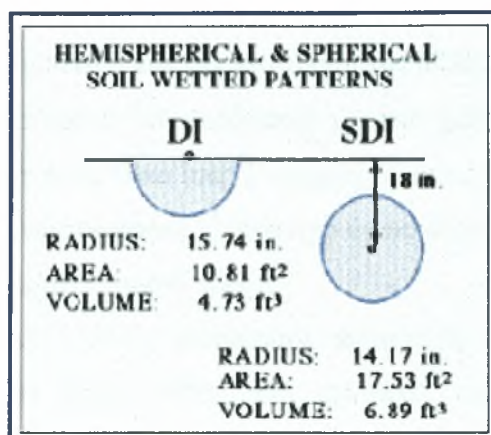
8. Η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.ά., 2003 και 2004).

Οι Trooien et al., (1999), θεωρούν ότι η χρήση υγρών ζωικών αποβλήτων για άρδευση με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει πολλά πιθανά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων και η μειωμένη ανθρώπινη επαφή με τα υγρά απόβλητα.

9. Έχει αποδειχθεί πολύ καλή ποιότητα και παραγωγή των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης και σε συγκρίσεις της επιφανειακής με την υπόγεια φαίνεται να υπερέχει η δεύτερη.

Ο Phene (1999), έχει αποδείξει ότι υπάρχει μια αύξηση στον όγκο του βρεγμένου εδάφους στο σύστημα υπόγειας άρδευσης (βρεγμένος όγκος με σφαιρικό σχήμα) σε σχέση με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (βρεγμένος όγκος ημισφαιρικού σχήματος). Για μία δεδομένη ποσότητα χορηγούμενου ύδατος σε ένα εύφορο αργιλώδες έδαφος, έχει δείξει ότι:

α) ο σφαιρικός όγκος που διαβρέχεται με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι κατά 46% μεγαλύτερος από τον ημισφαιρικό όγκο που διαβρέχεται με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Διαφορές στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ημισφαιρικού και σφαιρικού διαβρεχόμενου σχεδίου της στάγδην άρδευσης και της υπόγειας στάγδην άρδευσης αντίστοιχα.

β) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή εδάφους που είναι διαθέσιμη για την προσρόφηση νερού από την ρίζα είναι κατά 62% μεγαλύτερη στην υπόγεια άρδευση από ότι στην επιφανειακή αποκλείοντας στην τελευταία την υγρή επιφάνεια του εδάφους και

γ) η ακτίνα διαβροχής είναι κατά 10% μικρότερη στο σύστημα υπόγειας από αυτή στο σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.

Τα παραπάνω έχουν σαν συνέπεια:

1) ο βρεγμένος εδαφικός όγκος στο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης να έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι στο σύστημα της επιφανειακής

2) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή που διατίθεται για την λήψη ύδατος και θρεπτικών στοιχείων από την ρίζα να είναι μεγαλύτερη στο σύστημα υπόγειας άρδευσης και

3) η πιο μικρή ακτίνα διαβροχής στην υπόγεια στάγδην άρδευση επιτρέπει μικρότερα διαστήματα μεταξύ των σταλακτήρων με αποτέλεσμα την καλύτερη ύγρανση και ομοιομορφία διανομής.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί, ότι οι Oron et al., (1999), διαφωνούν με τη παραπάνω μορφή του βρεγμένου όγκου εδάφους για το σύστημα υπόγειας και επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Θεωρούν ότι η βαρύτητα τροποποιεί τη μορφή του ανωτέρω

σχεδίου και επομένως αυτή είναι πολύ πιο σύνθετη και επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή της ρίζας.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι αποδόσεις με την χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης διαπιστώνεται ότι είναι ίσες ή καλύτερες με τις αποδόσεις που προκύπτουν με την χρήση άλλων συστημάτων. Σημαντικό όμως πλεονέκτημα, είναι η εφαρμογή μικρότερης ποσότητας αρδευτικού νερού.

Οι Neibling et al., (1997), αναφέρουν παραγωγή ζαχαρότευτλων κατά 10% περίπου αυξημένη σε βάρος, κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης συγκριτικά με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (center pivot).

Οι Hanson et al., (1997) σύγκριναν την άρδευση με αυλάκια, την επιφανειακή στάγδην άρδευση και την υπόγεια στάγδην άρδευση σε καλλιέργεια μαρουλιών. Τα παραγωγικά αποτελέσματα έδειξαν ισότιμη παραγωγή στην άρδευση με αυλάκια και στην υπόγεια στάγδην άρδευση, αλλά μικρότερη στην επιφανειακή στάγδην άρδευση. Η εφαρμογή όμως του νερού στα συστήματα της στάγδην άρδευσης κυμάνθηκε σε ποσοστά από 43% έως 74% μικρότερα από την άρδευση με αυλάκια.

Οι Sakellariou - Makrantonaki et.al.,(2002), αναφέρουν αύξηση της υγρασίας στη ζώνη του ριζοστρώματος σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων και αύξηση του βάρους ριζών και του ζαχαρικού τίτλου κάτω από συνθήκες υπόγειας άρδευσης σε σύγκριση με την επιφανειακή.

Ανάλογα αποτελέσματα, όσον αφορά την παραγωγή της καλλιέργειας βαμβακιού, διαπίστωσαν οι Millhollon et al., (2001), σε πείραμα που εγκαταστάθηκε σε αμμοαργιλώδες έδαφος στην περιοχή του LSU AgCenter's Red River Station στην πόλη Bossier της Λουϊζιάνα.

Επίσης, οι Bhattarai et al., (2003), συγκρίνοντας διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής νερού (50, 75, 90 και 120% των υπολογιζομένων αναγκών βάση της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής) σε καλλιέργεια βαμβακιού σε βαρύ αργιλώδες έδαφος, διαπίστωσαν μεγαλύτερη παραγωγή με αποδοτικότερη χρήση ύδατος στην εφαρμογή ποσότητας νερού ίσης με το 75% των υπολογιζόμενων αναγκών.

Σαφή υπεροχή της υπόγειας στάγδην άρδευσης έναντι της επιφανειακής, με μεγαλύτερους ρυθμούς αύξησης και σημαντικά μεγαλύτερη τελική απόδοση ξηρής βιομάζας, με παράλληλη εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, ήταν το αποτέλεσμα πειραματικής μελέτης σε καλλιέργεια σόργου (Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ. κ.ά., 2003).

2.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμφανίζονται στο σύστημα υπόγειας ή επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι:

1. Υψηλό κόστος. Ένα μέρος του κόστους αποτελεί η κύρια επένδυση η οποία χρησιμοποιείται για αρκετά έτη και ένα μέρος είναι ετήσιο.

Η αγροοικονομική ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Sharmasarkar et.al, (2001), σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων έδειξε ότι η άρδευση με σταγόνες είναι πιο κερδοφόρα όταν εφαρμόζεται σε μεγάλες εκτάσεις (>80 στρ) από ότι σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας.

Διάφοροι ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τον σωστό σχεδιασμό, λειτουργία και συντήρηση του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης με σκοπό την μείωση του κόστους (Ferguson, 1994, Lamm et al., 2003,) καθώς και με την σύγκριση του κόστους της υπόγειας στάγδην άρδευσης με άλλα συστήματα άρδευσης (Lamm et al., 2003).

Οι Lamm et al., (2003), θεωρούν ότι η αυξανόμενη μακροζωία του συστήματος υπόγειας άρδευσης είναι πιθανόν ο σημαντικότερος παράγοντας για να υπερισχύσει στον οικονομικό ανταγωνισμό με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (center pivot).

Οι Hanson et al., (2004), σε καλλιέργεια ντομάτας, αναφέρουν ότι το κέρδος από την εφαρμογή της υπόγειας στάγδην άρδευσης προκύπτει από το αυξανόμενο εισόδημα, λόγω μεγαλύτερης παραγωγής και την ετήσια μείωση του κόστους των παραδοσιακών καλλιεργητικών και ενεργειακών δαπανών σε σχέση με την άρδευση με καταιονισμό.

2. Οι σταλάκτες μπορούν εύκολα να φράξουν από άγλη, βούρκο ή άλλα σωματίδια του εδάφους.

Οι Trooien et al., (1998), διαχωρίζουν τον κίνδυνο απόφραξης στα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης σε τρεις κατηγορίες ανεξάρτητα από την προέλευση του νερού άρδευσης: Φυσική (μεγάλου μεγέθους στερεά σωματίδια), χημική (κυρίως άλατα CaCO₃ και σχηματισμός ιζήματος σιδήρου) και βιολογική (οργανικά υλικά) απόφραξη.

Οι Alam et al., (1999), αναφέρουν την ύπαρξη διαφόρων taxa υδροβίων ασπόνδυλων στο νερό που ξεπλύθηκε από ένα πρόσφατα εγκατεστημένο δίκτυο υπόγειας στάγδην άρδευσης. Τα αποτελέσματα εργαστηριακής έρευνας που διεξήχθη από τους Βύρλας κ.α., (2003), προκειμένου να προσδιοριστεί η επίδραση του εδαφικού τύπου και της υποπίεσης στην έμφραξη λόγω εισρόφησης ενός σταλακτήρα που χρησιμοποιείται σε υπόγεια συστήματα άρδευσης, έδειξαν πως η έμφραξη ήταν τόσο μερική όσο και ολική και κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στο αμμοπηλώδες και το πηλοαμμώδες έδαφος, ενώ αυξανόταν με την αύξηση της υποπίεσης.

Το φράξιμο των σταλακτιών που προκαλείται από την παρείσφρηση ρίζας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με χρήση χημικών ουσιών, με κατάλληλο σχεδιασμό των σταλακτιών και με σωστή διαχείριση της άρδευσης (Camp R.C. et al., 2000). Οι τεχνικές που βασίζονται στις χημικές ουσίες περιλαμβάνουν είτε την χρήση ζιζανιοκτόνων, είτε ουσιών που επιβραδύνουν την αύξηση και ενσωματώνονται στους σταλακτήρες και στα φίλτρα, είτε έγχυση άλλων χημικών ουσιών, όπως τα καπνογόνα, στο νερό άρδευσης. Επίσης, η περιοδική έγχυση φωσφορικού οξέος και χλωρίου μπορεί να τροποποιήσει το περιβάλλον γύρω από τους σταλακτήρες, μειώνοντας έτσι την ανάπτυξη ριζών. Όσον αφορά τον σχεδιασμό των σταλακτιών, τα μικρότερα στόμια τείνουν να μειώσουν την παρείσφρηση ρίζας, αλλά είναι πιο ευαίσθητα στο φράξιμο από κόκκους εδάφους. Επίσης, η υψηλή συχνότητα άρδευσης που διατηρεί το χώμα γύρω από τους σταλακτήρες σχεδόν πάντα υγρό, τείνει να αποθαρρύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος στην περιοχή. Το αντίθετο συμβαίνει σε ελλειμματική άρδευση που εφαρμόζεται πολλές φορές για ειδικούς λόγους, όπως η βελτίωση της ποιότητας, η επιτάχυνση της ωρίμανσης κ.α.

Σε πείραμα που εγκατέστησαν το φθινόπωρο του 1989 και επαναλήφθηκε για 4 συνεχόμενα έτη οι Solomon και Jorgensen (1993), μελέτησαν μεταξύ άλλων, την αποτελεσματικότητα της χρήσης του ζιζανιοκτόνου Treflan στην προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος της παρείσφρησης ρίζας που παρουσιάστηκε. Έτσι, κατά την επανάληψη του πειράματος το 1991, εγκατέστησαν μια ακόμα μεταχείριση, όπου εφαρμόστηκε η ουσία Treflan και τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Παρατηρήθηκε, ότι γύρω από τους σταλακτήρες μια σφαιρική περιοχή διαμέτρου 2,54 cm παρέμενε καθαρή από παρουσία ριζών. Στο ίδιο πείραμα

παρατηρήθηκε, ότι στους σταλακτήρες τύπου Techline της εταιρείας Netafilm, δεν παρουσιάστηκε το πρόβλημα παρείσφρησης ρίζας.

3. Απαιτείται η επιλογή ζιζανιοκτόνων που δεν χρειάζονται υγρασία (άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή) για να ενεργοποιηθούν, μιας και με το σύστημα στάγδην άρδευσης μέρος του εδάφους ή όλη η επιφάνεια παραμένει ξηρή.

4. Απαιτείται επιπλέον άρδευση φυτρώματος μιας και με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, οπότε δεν παρέχεται η αναγκαία υγρασία για το φύτευμα των σπόρων.

Οι Ayars et al., (1999), αναφέρουν ότι η άρδευση προ-εγκαταστάσεων, δηλαδή η εφαρμογή του ύδατος σε έναν τομέα αγραναπαύσεων για λόγους της διύλισης οποιουδήποτε συσσωρευμένου άλατος και για το ξαναγέμισμα της ζώνης ρίζας, δίνει τη δυνατότητα στο βαμβάκι να μπορεί να σπαρεί και να βλαστήσει χωρίς περαιτέρω άρδευση. Υπάρχει αρκετή ανάπτυξη ρίζας στο χώμα για να επιτρέψει τη χρήση του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης, όταν είναι χρόνος να αρχίσει η άρδευση.

5. Πρέπει να προγραμματίζεται η επαναχρησιμοποίηση των σταλακτηφόρων αγωγών για να μειώνονται οι δαπάνες εφαρμογής του συστήματος. Όσον αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόνιμα στον αγρό αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα έως και 20 έτη (Camp et al., 2000). Πολλοί ερευνητές τα τελευταία χρόνια διερευνούν το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε διάφορες καλλιέργειες με σκοπό να εντοπίσουν αδυναμίες και να προτείνουν βελτιώσεις έτσι ώστε, να γίνεται όσο το δυνατόν περισσότερο αποδοτικό. Πεδία της έρευνάς τους δεν είναι μόνο οι αποδόσεις των καλλιεργειών κάτω από το συγκεκριμένο σύστημα άρδευσης αλλά και άλλα θέματα όπως:

- το βάθος και η απόσταση τοποθέτησης των σταλακτηφόρων αγωγών σε διάφορες καλλιέργειες και τύπους εδαφών (Camp, 1999, σε βαμβάκι και καλαμπόκι, Alam et al., 2002, στη μηδική, Enciso et al., 2002, σε βαμβάκι εφαρμόζοντας άρδευση με αλμυρό νερό, Machado et al., 2003, στην καλλιέργεια ντομάτας, Bryla et al., 2003, σε κουκιά).

Σύμφωνα με τον Charlesworth και Muirhead, (2003), ο καθορισμός του κατάλληλου βάθους εγκατάστασης των σταλακτηφόρων αγωγών του συστήματος απαιτεί την εκτίμηση: α) της δομής και σύστασης του εδάφους, β) την μορφή

ανάπτυξης της ρίζας του φυτού, γ) την διαταραχή των κατά την διαδικασία της συγκομιδής, δ) αν το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για την άρδευση φυτρώματος, ε) το βάθος καλλιέργειας του εδάφους και στ) την μονιμότητα του συστήματος.

Επίσης, η επιλογή του τύπου των σταλακτιών είναι πρωταρχικής σημασίας, ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της πίεσης επιστροφής νερού στο εσωτερικό των σταλακτιφόρων σωλήνων. Για την επιλογή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η τιμή της υδραυλικής αγωγιμότητας του εδάφους, σύμφωνα με τους Shani et al., (1996).

- την επίδραση της υπόγειας άρδευσης στη δομή και τα χαρακτηριστικά του εδάφους (Barber et al., 2001, Jnad et al., 2001),

- την εκτίμηση των ιδιαίτερων απαιτήσεων στο σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος. (Lamm et al., 1997, Zhu et al., 2002).

Σύμφωνα μάλιστα με τους Lamm et al., (1997), ένα εσφαλμένα σχεδιασμένο υπόγειο σύστημα στάγδην άρδευσης συγχωρείται λιγότερο από ότι ένα εσφαλμένα σχεδιασμένο επιφανειακό σύστημα. Τα προβλήματα διανομής ύδατος που συνδέονται με ένα εσφαλμένα σχεδιασμένο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να είναι δύσκολο ή αδύνατο να διορθωθούν.

Οι Rogers et al., (2003), θεωρούν απαραίτητη την ανάλυση νερού από την πηγή που προέρχεται το νερό άρδευσης, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα λήψης μέτρων κατά την εγκατάσταση του συστήματος για την αποφυγή πιθανών μελλοντικών προβλημάτων.

Ο I Pai Wu., (1994), σε πειράματα στη Χαβάνη αναφέρει ότι μια αντλία για την παροχή ύδατος στην υπόγεια στάγδην άρδευση καταναλώνει μόνο το 1/3 έως το 1/10 της ενέργειας που απαιτείται για την παροχή της ίδιας ποσότητας ύδατος στην άρδευση με τεχνητή βροχή της ίδιας έκτασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.

Σε πειραματικό αγρό (Εικ. 3.1) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ($39^{\circ}23'$ γεωγραφικό πλάτος, $22^{\circ}45'$ γεωγραφικό μήκος, 50m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) μετρήθηκε η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού, σε σύγκριση με επιφανειακές μεθόδους στάγδην άρδευσης, κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004.

Η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη (Εικ. 3.2), έγινε τη χρονιά (2002), στα πλαίσια του 1^{ου} χρόνου της πραγματοποίησης του πειράματος από το Γεωπόνο Καπετάνο Βασίλειο. Πραγματοποιήθηκε μετά από ισοπέδωση με ειδικό μηχάνημα ρυμουλκούμενο σε ελκυστήρα ενώ ακολούθησε εδαφοσχίστης βάθους 80 cm ανά 50 cm πλάτος.



Εικόνα 3.1 Πειραματικός αγρός



Εικόνα 3.2 Υπεδαφοθέτης

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με έξι μεταχειρίσεις (δύο υπόγειες και τέσσερις επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 15m μήκος (παράλληλα στις γραμμές σποράς) και 4m πλάτος, δηλαδή εμβαδόν 60m².

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

A. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στη καλλιεργητική πρακτική, δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής και παροχή σταλακτήρων $q=2,3l/h$. Στη συνέχεια αυτή θα αναφέρεται ως **EKT100%ET**.

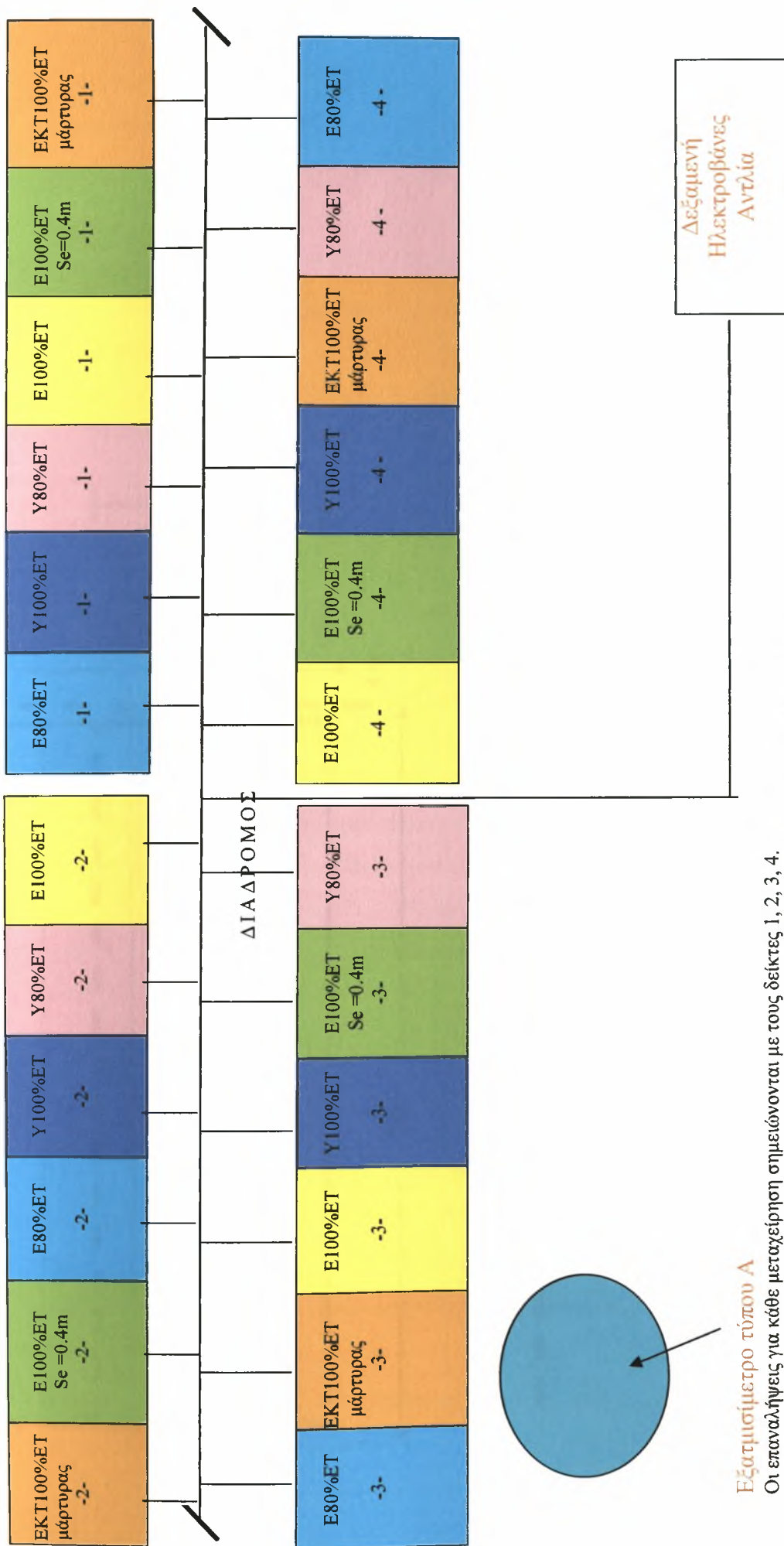
B. Υπόγεια στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης 2-3 ημερών και το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στη τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης και παροχή σταλακτήρων $q=2,3l/h$. Στη συνέχεια αυτή θα αναφέρεται ως **Y100%ET**.

Γ. Υπόγεια στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης και παροχή σταλακτήρων ίδια με την Y100%ET. Στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **Y80%ET**.

Δ. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης και παροχή σταλακτών ίδια με την Y100%ET. Στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **E100%ET**.

Ε. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης και παροχή σταλακτών ίδια με την Y100%ET. Στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **E80%ET**.

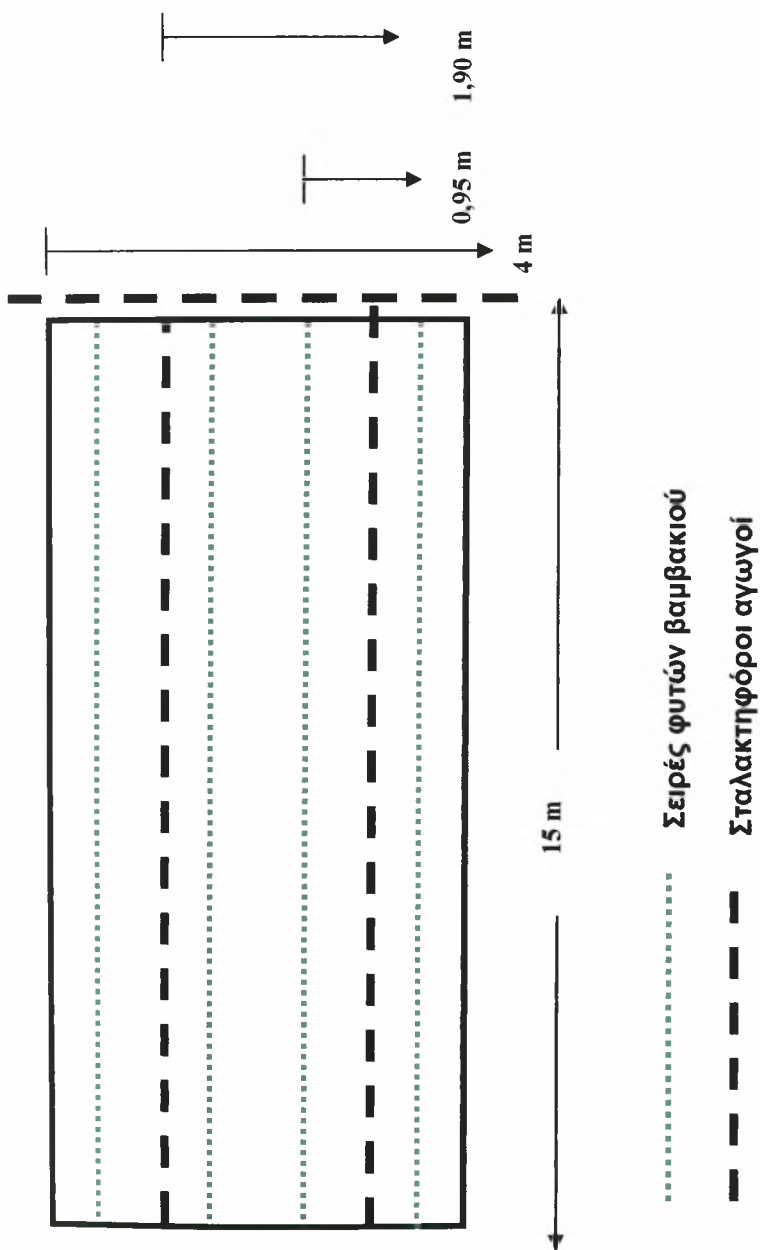
ΣΤ. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το ίδιο με την Y100%ET. Η παροχή σταλακτών στην τελευταία αυτή μεταχείριση είναι ίση με $q=1,2l/h$. Στη συνέχεια αυτή θα αναφέρεται ως **E100%ET**, $Se=0,4$.



Εξαισιμίμετρο τύπου Α

Οι επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση σημειώνονται με τους δείκτες 1, 2, 3, 4.

Σχήμα 3.1 Πειραματικός αγρός



Σχήμα 3.2 Πειραματικό τεμάχιο σε μεγέθυνση και οι διαστάσεις του

3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Σύμφωνα με εδαφολογική μελέτη που έγινε, το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλλο-αργιλοπηλώδες που ανήκει στην υπο-ομάδα των Typic Xerotent (USDA, 1975). Το έδαφος μας ταξινομήθηκε στα λεγόμενα Entisols επειδή είναι έδαφος χωρίς πεδογενετικούς ορίζοντες και χωρίς εμφανείς στρώσεις διαφορετικών υλικών απόθεσης, διαφόρου λιθολογικής σύστασης και ηλικίας. Είναι έδαφος A-C κατανομής και οι επικρατούσες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας είναι αντίστοιχα xeric και thermic. Επειδή το έδαφος του πειραματικού μας δεν έχει κάποιο χαρακτηριστικό που να το διαφοροποιεί από τα τυπικά της παραπάνω κατηγορίας μπορεί να υιοθετεί τα εξής:

Είναι πρόσφατο έδαφος το οποίο βρίσκεται πάνω σε παλιές επιφάνειες, είναι αυτόχθονο και υφίσταται διαρκή διάβρωση εξαιτίας της κλίσης του. Δεν έχει προβλήματα υδρομορφίας (κακή αποστράγγιση), αντιθέτως παρουσιάζει φαινόμενα απορροής και διάβρωσης σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων. Δεν είναι κορεσμένο με νερό. Έχει λίθινη ή παραλίθινη επαφή σε βάθος 25 εκ. από την επιφάνεια ή κοκκομετρική σύσταση λεπτότερη από πηλώδη σε βάθος 25 εκ. Ο οργανικός του άνθρακας μειώνεται κανονικά με το βάθος και φθάνει στο 0,2% ή και λιγότερο σε βάθος 1,25 μ. Δεν έχει διαγνωστικούς ορίζοντες. Σύμφωνα με τη Soil Taxonomy θα πρέπει το έδαφος μας να έχει ένα ή και περισσότερα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά ώστε να συμπεριληφθεί στην προαναφερθείσα κατηγορία η οποία περιλαμβάνει μία ποικιλομορφία εδαφών στην οποία τοποθετούνται όλα τα εδάφη που δεν μπορούν να ανήκουν σε άλλη υπόταξη των Entisols. Οι μετρήσεις στο έδαφος του πειραματικού μας έδειξαν ότι:

1. Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με Β βαθμό αποστράγγισης, ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους εξαιτίας της πορώδους σύστασής του.

2. Τα ανθρακικά άλατα υπάρχουν στην εδαφοτομή σε επίπεδα μετρίως χαμηλά και εμφανίζουν μια σαφή τάση μετακίνησης και έκπλυσής τους προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

3. Ο βαθμός οξύτητας βρίσκεται σε μετρίως αλκαλικά επίπεδα με pH μεταξύ 7,7-8,1 χωρίς όμως να είναι ακόμη προβληματικό.

4. Το πορώδες είναι καλά αναπτυγμένο, αποτελούμενο κυρίως από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους.

5. Ο διαθέσιμος φώσφορος είναι 20 ppm.

6. Η οργανική ουσία είναι σε μέτρια έως χαμηλά επίπεδα και μειώνεται ακανόνιστα με το βάθος.

7. Η CEC είναι μέτρια έως υψηλή και τα επιμέρους κατιόντα Na, Mg και K βρίσκονται σε ικανοποιητικό επίπεδο.

8. Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Mn βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση το διαθέσιμο Cu που βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα.

9. Ο αερισμός είναι ικανοποιητικός καθώς και η συγκράτηση του νερού στο ριζόστρωμα των φυτών.

(Μήτσιος κ. ά., 2000)

Στο Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του αγρού.

Πίνακας 3.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P₂

Βάθος (cm)	Οριζοντας	Χρώμα ύφουρο	Κοκκινομετρική σύσταση (%)			Υφή	Δομή	Όριο οριζόντων
			S	Si	C			
0-34	Ap	10YR 4/6	25	38	37	CL	3m sbk	A
34-62	BA	10YR 3/4	30	29	41	C	1f sbk	G
62-96	Bw	10YR 3/3	35	28	37	CL	2f sbk	G
96-114	BC	10YR 4/4	47	22	31	SCL	2f sbk	C
114-154	C	7,5YR 4/4	56	17	27	SCL	1f sbk	

Βάθος (cm)	Οργανική ουσία g/100g εδάφους	CaCO ₃ %	pH 1:1	P-Olsen ppm	Ανταλλάξιμα κατιόντα me/100g εδάφους				C.E.C. me/100g εδάφους	Ιχνοστοιχεία ppm			
					K	Na	Ca	Mg		Fe	Cu	Zn	Mn
0-34	1,10	5,0	7,9	20	0,27	0,07	25,5	6,16	32,0	4,50	2,82	0,80	6,80
34-62	1,07	14,5	8,1	9	0,38	0,15	23,7	8,54	32,8	6,4	2,32	0,38	3,40
62-96	0,70	10,7	8,2	12	0,26	0,32	23,6	7,78	32,0				
96-114	0,50	5,0	8,2	9	0,29	0,36	19,5	6,70	26,8				
114-154	0,13	4,6	8,0	12	0,29	0,25	17,7	5,49	23,2				

Εδαφοτομή P₂

Τάξη: Inceptisol

Υπομάδα: Typic xerochrept

Χαρτογραφική μονάδα: B (43*4) Iox /A03

3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης έγινε με ειδικό μηχάνημα εγκατάστασης τον Μάιο του 2002 όπως προαναφέρθηκε. Η σπορά του πειράματος έγινε στις 15 Μαΐου 2004 με τετράσειρη σπαρτική μηχανή βαμβακιού (Εικ 3.3) χρησιμοποιώντας την ποικιλία **OPAL** της Delta-Pine, μια ποικιλία μη καθορισμένης ανάπτυξης, μέσου έως μεγάλου βιολογικού κύκλου. Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό έγινε κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 20cm και βασική λίπανση με 14 λ.μ N, 7 λ.μ. P₂O₅ και 7 λ.μ. K₂O. Ακολούθησε και μία προσπαρτική ζιζανιοκτονία με δόση 350cc ανά στρέμμα (flyomethuron) και ενσωμάτωση σε βάθος 3-5 cm. Η σπορά του βαμβακιού έγινε σκόπιμα καθυστερημένα εξαιτίας της ιδιομορφίας του εδάφους. Το συγκεκριμένο έδαφος σχηματίζει επιφανειακή κρούστα και απαιτείται αύξηση της θερμοκρασίας για να επιτυχθεί το καλύτερο φύτρωμα. Για τον ίδιο λόγο επιλέχθηκε αυξημένο αριθμό σπόρων ώστε να έχουμε καλύτερη φυτρωτική ικανότητα και μετά από ικανοποιητικό αραίωμα οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής να είναι περίπου 0,07m δηλαδή 15 φυτά στο μέτρο. Στο μέσο του αγρού έμειναν δύο άσπαρτοι διάδρομοι ο ένας κάθετα και ο άλλος οριζόντια ώστε να διευκολύνεται η διέλευση απαιρητήτων για την καλλιέργεια μηχανημάτων. Οι διάδρομοι τοποθετούν τα συνολικά 24 πειραματικά τεμάχια στις τέσσερις γωνίες ενός ορθογωνίου παραλληλογράμου στη κάθε μία από τις οποίες υπάρχουν μία επανάληψη από τη κάθε μεταχείριση.



Εικόνα 3.3 Τετράσειρη σπαρτική μηχανή βάμβακος

3.4 Ποικιλία

Όπως προαναφέρθηκε η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν η OPAL της Delta-Pine. Η συγκεκριμένη ποικιλία βρέθηκε κατάλληλη για περιοχές όπου καλλιεργούνται ποικιλίες μέσου και μεγάλου βιολογικού κύκλου όπως η Θεσσαλία. Αναπτύσσει υψηλή ανθεκτικότητα στη ξηρασία, λόγω της πολύ γρήγορης πρώτης ανάπτυξης και καρποφορίας. Είναι ανθεκτική σε πολλές μυκητολογικές και βακτηριολογικές ασθένειες, ιδιαίτερα στην ανδρομύκωση. Τέλος η ποιότητα της ίνας της βρίσκεται στην κορυφή μεταξύ των ποικιλιών του τύπου Upland με άριστα μήκος, αντοχή και μικρονάιρ ίνας. Στις Εικόνες 3.4 και 3.5 απεικονίζονται φυτά της ποικιλίας OPAL κατά το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης και στο άνοιγμα των καρυδιών.



Εικόνα 3.4



Εικόνα 3.5

3.5 Υλικά άρδευσης

Αναφέρθηκε ήδη ότι η τοποθέτηση του υπογείου δικτύου άρδευσης είχε γίνει κατά το έτος 2002 στα πλαίσια άλλου πειράματος (με καλλιέργεια βαμβακιού) σε 0,45m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1,9m. Η επιλογή της απόστασης αυτής έγινε διότι τη καλλιέργεια του βαμβακιού την ακολουθεί και σπορά χειμερινών καλλιεργειών(σιτηρά) στο ίδιο αγροτεμάχιο για τον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία, οπότε η εγκατάσταση ενός μόνιμου συστήματος άρδευσης, όπως είναι η υπόγεια στάγδην άρδευση, θα πρέπει να εξυπηρετεί και τις ανάγκες και άλλων καλλιεργειών που συμμετέχουν στον κύκλο αμειψισποράς. Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν η ανάπτυξη των φυτών ήταν στο στάδιο του β' ζεύγους πραγματικών φύλλων. Ομοίως με το υπόγειο δίκτυο, η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών και στο επιφανειακό δίκτυο ήταν 1,9m. Έτσι, τόσο στο υπόγειο όσο και στο επιφανειακό δίκτυο ανάμεσα σε δύο σταλακτηφόρους αγωγούς παρεμβάλλονταν δύο σειρές φυτών.

Οι αγωγοί μεταφοράς του υπογείου και των επιφανειακών δικτύων ήταν από πολυαιθυλένιο διατομής 30mm για τον κύριο αγωγό μεταφοράς και από πολυαιθυλένιο διατομής 30mm και 20mm για τους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, με ισαποχή 0,8 m επί των σταλακτηφόρων αγωγών για πέντε από τις έξι μεταχειρίσεις με παροχή σταλακτήρα 2,3l/h σε πίεση λειτουργίας 6atm. Στη τελευταία από τις έξι μεταχειρίσεις χρησιμοποιήθηκαν επίσης αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι σταλακτήρες με ισαποχή 0,4m επί των σταλακτηφόρων αγωγών, παροχή σταλακτήρα 1,2l/h και πίεση λειτουργίας 6 atm .

Προϋπήρχε από την πρώτη χρονιά του πειράματος μία ηλεκτροβάννα για κάθε μεταχείριση, ώστε να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και διακοπή της άρδευσης και υδρομετρητές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Συνολικά υπήρχαν 6 ηλεκτροβάνες και 24 υδρόμετρα (Εικ. 3.6) και (Εικ 3.7). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



Εικόνα 3.6 Ηλεκτροβάνες



Εικόνα 3.7 Υδρόμετρο

Στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης είχε εγκατασταθεί ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού (vacuum breaker valve) για να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού και συνεπώς το φράξιμο των σταλακτήρων από στερεά εδαφικά σωματίδια κατά την διακοπή της άρδευσης, καθώς και φίλτρο δίσκων (teck filter) εμποτισμένο με Trifluralin-5 (ζιζανιοκτόνο της ομάδας των δινιτροανιλινών), ως ριζοαπωθητικού.

Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδεότανε με ειδικό προγραμματιστή (Miracle DG) της εταιρείας Netafim (Εικ. 3.8) έτσι ώστε, να επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση της άρδευσης.

Ο συγκεκριμένος προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει 6, 9 ή 12 ηλεκτροβάνες ανάλογα με τον τύπο. Έχοντας τρία ανεξάρτητα προγράμματα, μπορεί να μοιράσει τις ηλεκτροβάνες σε τρεις διαφορετικές ομάδες με ανεξάρτητες ημέρες και ώρες ποτίσματος. Δίνει τη δυνατότητα 4 επαναλήψεων του προγράμματος στο ίδιο 24ωρο. Η δυνατότητα άρδευσης είναι από 1 min έως και 9 h και 59 min για την κάθε ηλεκτροβάνη και την κάθε επανάληψη. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα εβδομαδιαίου προγραμματισμού των αρδεύσεων, την δυνατότητα αύξησης του χρόνου ποτίσματος, σε βήματα του 10%, χωρίς να απαιτείται επαναπρογραμματισμός και τη δυνατότητα διακοπής του προγράμματος για προεπιλεγμένο χρόνο και μέχρι 99 ημέρες επιστρέφοντας αυτόματα στο πρόγραμμα που είχε επιλεγεί μετά την πάροδο του χρόνου αυτού. Τέλος η ενεργοποίηση των ηλεκτροβανών μπορεί να γίνει και χειροκίνητα όποτε αυτό είναι επιθυμητό.



Εικόνα 3.8 Προγραμματιστής (Miracle DG) της εταιρείας Netafim.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 30 m³ (Εικ 3.9). Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν

από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60 - 80 m³/h με άξονα και σωλήνα 4"). Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός της άρδευσης (αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ηλεκτροβάνες, φίλτρα, βαλβίδα κενού, αγωγός επιστρεφόμενων, πιεζόμετρο κ.ά.) τοποθετήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένα κουτιά επί της δεξαμενής (Εικ 3.10).



Εικόνα 3.9 Δεξαμενή συγκέντρωσης νερού άρδευσης



Εικόνα 3.10 Ειδικά κουτιά με το μηχανολογικό εξοπλισμό της άρδευσης

3.6 Εξατμισόμετρο τύπου A

Το εξατμισόμετρο τύπου A χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της εξάτμισης, απαραίτητης για τον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης της καλλιέργειας.

Το εξατμισόμετρο τύπου A είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 3.11). Η λεκάνη αυτή τοποθετήθηκε πάνω σε ξύλινη βάση σε ύψος 15 cm από την επιφάνεια του εδάφους σε οριζόντια θέση. Η επιφάνεια του νερού παραμένει από 5 έως 7,5 cm κάτω από το χείλος της λεκάνης. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού στη λεκάνη γίνονταν με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές που αντιπροσώπευαν την εξάτμιση από την λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου ($K_{εξ} = 0,80$) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή K_c , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.



Εικόνα 3.11 Εξατμισόμετρο τύπου A

3.7 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους

Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έγινε με τη μη ραδιενεργό μέθοδο T.D.R. (Time Domain Reflectometry), η οποία είναι γρήγορη και ανεξάρτητη από τον τύπο του εδάφους. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στην απευθείας μέτρηση

της φαινόμενης διηλεκτρικής σταθεράς του υπό μελέτη εδάφους και την αναγωγή αυτής σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού (Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη κ.α., 1997). Δηλαδή βασίζεται στη χρονομετρημένη απόκριση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος της πηγής του οργάνου για διάφορα βάθη από 0-75 cm ή 0-120 cm και την αναγωγή του χρόνου καθυστέρησης με τη χρήση πολυωνυμικών εξισώσεων σε μονάδες εδαφικής υγρασίας (% κ.ο.)

Το σύστημα περιλαμβάνει:

-- τη συσκευή T.D.R. με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής ενδείξεων,

-- τον αισθητήρα του οργάνου (probe),

-- τον φορτιστή των μπαταριών του οργάνου,

-- τα καλώδια επικοινωνίας της συσκευής με τον αισθητήρα και τον υπολογιστή,

-- την ομάδα εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή των αισθητήρων.

Η βαθμονόμηση του οργάνου έχει γίνει από τον κατασκευαστή.

Στον πειραματικό αγρό τοποθετήθηκαν έξι αισθητήρες μήκους 75 cm, έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένας αισθητήρας για κάθε μεταχείριση. Η θέση των αισθητήρων ήταν στο μέσο των δύο κεντρικών γραμμών σποράς (από τις τέσσερις οι δύο μεσαίες) που έχει το κάθε πειραματικό τεμάχιο. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν 10 μετρήσεις υγρασίας (πριν και μετά την άρδευση) Y100%ET, Y80%ET, E100%ET, E80%ET και E100%ET_{se=0.4}. Τέλος για τη μεταχείριση EKT100%ET πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις (πριν και μετά την άρδευση).

3.8 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων (ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα και άθροισμα ημερήσιας βροχόπτωσης) της περιοχής χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του εργαστηρίου γεωργικής υδραυλικής ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 25 m από το κέντρο του πειραματικού αγρού (Εικ. 3.12).

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η συλλογή τους έγινε με τη βοήθεια data logger και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.



Εικόνα 3.12 Μετεωρολογικός σταθμός στο αγρόκτημα του Παν/μίου Θεσσαλίας.

3.9 Μετρήσεις ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών

Πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις κατά τη διάρκεια της βλαστικής και της περιόδου ωρίμανσης του βαμβακιού.

a. Μετρήσεις ύψους φυτών. Πραγματοποιήθηκαν 15 μετρήσεις ανά 7ήμερο από τις 5/6 (20 ημέρες από τη σπορά) έως τις 10/9 (117 ημέρες από τη σπορά). Η κάθε μέτρηση γινόταν στις ίδιες σειρές φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου και πάντα την ίδια ώρα του 24ώρου. Οι μετρήσεις του ύψους των φυτών έγινε σε μήκος δύο μέτρων γραμμής σποράς (συνεπώς μέτρηση σε περίπου 30 φυτά) από τις οποίες προήλθε και ο μέσος όρος ύψους ανά μέτρο του κάθε πειραματικού για κάθε ημερ/νία μέτρησης.

b. Μετρήσεις του αριθμού καρυδιών. Πραγματοποιήθηκαν 8 μετρήσεις ανά 10ήμερο από τις 10/7 (55 ημέρες από τη σπορά) έως τις 28/8 (104 ημέρες από τη σπορά). Ο τρόπος διεξαγωγής αναφέρεται παραπάνω. Έτσι προσδιορίστηκε ο μέσος όρος παραγωγής καρυδιών ανά μέτρο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για κάθε ημερ/νία μέτρησης.

c. Μετρήσεις του αριθμού χτενιών. Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 10ήμερο από τις 22/6 (37 ημέρες από τη σπορά) έως τις 22/8 (98 ημέρες από τη σπορά). Ο τρόπος διεξαγωγής ίδιος με των καρυδιών, το ίδιο και ο υπολογισμός του μέσου όρου χτενιών ανά μέτρο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για κάθε ημερ/νία της μέτρησης.

d. Συγκομιδή. Πραγματοποιήθηκε μία δειγματοληψία στις 20/10/04. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο συγκομίζονταν με το χέρι το βαμβάκι χωρίς το στέλεχος από δύο γειτονικές γραμμές μήκους 2 μέτρων. Η επιλογή των γραμμών συγκομιδής έγινε και από τις τέσσερις γραμμές σποράς ώστε να είναι το δείγμα όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό. Στη συνέχεια τα δείγματα κλείστηκαν αεροστεγώς και μεταφέρθηκαν στην ζυγαριά που υπάρχει στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου όπου μετρήθηκε χωριστά το βάρος του δείγματος του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Από τα βάρη αυτά υπολογίστηκε ο μέσος όρος της απόδοσης σε κιλά ανά στρέμμα κάθε μεταχείρισης.

3.10 Στατιστική επεξεργασία

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων με την χρήση του πειραματικού σχεδίου των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων (R.C.B.). Εκτιμήθηκε ο μέσος όρος των μεταχειρίσεων και η ελάχιστη σημαντική διαφορά (L.S.D_{0,05}). Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο M-STAT (MSTAT-C, version 1.41, Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University).

3.11 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισίμετρου τύπου A. Με βάση αυτές υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας, το ποσό δηλαδή του νερού που θα πρέπει να προστεθεί στην καλλιέργεια μέσω της άρδευσης.

Η ένδειξη του εξατμισίμετρου (E_{pan}), που εκφράζει την μέση εξάτμιση του 24ώρου σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισίμετρου K_p μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_0 . Δηλαδή:

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (3.1)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισίμετρου, K_p , υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας και του είδους και της έκτασης της επιφανείας που περιβάλλει το εξατμισίμετρο. Στην συγκεκριμένη θέση η τιμή του είναι 0,80 (FAO, 1998).

Στη συνέχεια, η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιαζόμενη με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας K_c , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET_c).

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (3.2)$$

Η εξατμισοδιαπνοή εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν

από την τιμή της ETc αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (In), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω της άρδευσης

Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης (Ida), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από την σχέση:

$$Ida = In - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.3)$$

όπου: B είναι το ύψος βροχής και

ΩB είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με 0,8 B
(Μιχελάκης, 1998)

Στο εξατμισόμετρο τύπου A όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό (FAO, 1998), με την χρήση των σχέσεων (3.1) και (3.2). Συνεπώς, για να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισομέτρου, να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με την σχέση 3.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$ETc = In + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.4)$$

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών (In) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ETc) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξάτμισης (E_{pan}) του εξατμισομέτρου τύπου A.

Στις μεταχειρίσεις, όπου το νερό που προστίθεται με την άρδευση επιδιώκουμε να είναι 20% λιγότερο των καθαρών αναγκών, η τιμή της δόσης άρδευσης ($Ida = In$) πολλαπλασιάζεται με 80%.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης (It) έγινε βάση της σχέσης:

$$It = Ida / Idh, \text{ σε h} \quad (3.5)$$

όπου: Ida είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και

Idh είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι: $Idh = (q * n) / (St * Sr)$, σε mm/h

όπου: q είναι η παροχή του σταλακτήρα σε l/h

$n = St / (2 * Se)$ είναι ο αριθμός σταλακτών ανά δύο σειρές φυτών

St είναι η ισαποχή των φυτών επί της σειράς σε m

Sr είναι η ισαποχή των σειρών των φυτών σε m και

Se είναι η ισαποχή των σταλακτών σε m.

Στους Πίνακες 3.3, 3.4 και 3.5 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξαμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εραπ mm	Βροχή Β mm	Ωφέλιμη βροχή ΩΒ=0,8*B 0,8*(6) mm	Εξαμ/πνοή αναφοράς Εο=kr*Εραπ 0,8*(5) mm	kc	Καθαρές ανάγκες In=Εο*kc (9)*(8) mm	Εξαμ/πνοή καλλιέργειας ETc =In+ΩΒ (10)+(7) mm
15/6/2004										
16/6/2004										
17/6/2004										
18/6/2004										
19/6/2004										
20/6/2004										
21/6/2004										
22/6/2004										
23/6/2004										
24/6/2004										
25/6/2004										
26/6/2004										
27/6/2004										
28/6/2004	180	39,5	-	8,7			6,96	0,55	3,828	3,828
29/6/2004	181		48,2	7,2			5,76	0,55	3,168	3,168
30/6/2004	182		55,4	8			6,4	0,55	3,52	3,52
1/7/2004	183	8	63,4	9			7,2	0,85	6,12	6,12
2/7/2004	184		17	8,5			6,8	0,85	5,78	5,78
3/7/2004	185		25,5	6,5			5,2	0,85	4,42	4,42
4/7/2004	186		32	6			4,8	0,85	4,08	4,08
5/7/2004	187		38	6,2			4,96	0,85	4,216	4,216
6/7/2004	188		44,2	9,9			7,92	0,85	6,732	6,732
7/7/2004	189		54,1	8,7			6,96	0,85	5,916	5,916
8/7/2004	190		62,8	6,4			5,12	0,85	4,352	4,352
9/7/2004	191		69,2	9,2			7,36	0,85	6,256	6,256

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξατμι/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή Β mm	Ωφέλιμη βροχή ΩΒ=0,8*Β mm	Εξατμι/νοή αναφοράς Eo=kr*Epan 0,8*(5) mm	kc	Καθαρές ανάγκες In=Eo*kc (9)*(8) mm	Εξατμι/νοή καλλιέργειας ETc =In+ΩΒ (10)+(7) mm
10/7/2004	192		78,4	9			7,2	0,85	6,12	6,12
11/7/2004	193	4	87,4	9			7,2	0,85	6,12	6,12
12/7/2004	194		13	12			9,6	0,85	8,16	8,16
13/7/2004	195		25	11,5			9,2	0,85	7,82	7,82
14/7/2004	196		36,5	10			8	0,85	6,8	6,8
15/7/2004	197		46,5	5,5			4,4	0,85	3,74	3,74
16/7/2004	198	11	52	9			7,2	0,85	6,12	6,12
17/7/2004	199		20	9			7,2	0,85	6,12	6,12
18/7/2004	200		29	8,2			6,56	0,85	5,576	5,576
19/7/2004	201		37,2	4,8			3,84	0,85	3,264	3,264
20/7/2004	202		42	9			7,2	0,85	6,12	6,12
21/7/2004	203		51	8			6,4	0,85	5,44	5,44
22/7/2004	204		59	8			6,4	0,85	5,44	5,44
23/7/2004	205	10	67	7			5,6	0,85	4,76	4,76
24/7/2004	206		17	8,7			6,96	0,85	5,916	5,916
25/7/2004	207		25,7	6,3	6,29	5,032	5,04	0,85	4,284	9,316
26/7/2004	208		32	7,5			6	0,85	5,1	5,1
27/7/2004	209		39,5	0	9	7,2	0	0,85	0	7,2
28/7/2004	210		39,5	6,5			5,2	0,85	4,42	4,42
29/7/2004	211		46	7			5,6	0,85	4,76	4,76
30/7/2004	212		53	6			4,8	0,85	4,08	4,08
31/7/2004	213		59	5			4	0,85	3,4	3,4
1/8/2004	214		64	8			6,4	0,9	5,76	5,76
2/8/2004	215	10	72	8			6,4	0,9	5,76	5,76
3/8/2004	216		18	6			4,8	0,9	4,32	4,32

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαιμιοδιαπανούς της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξάτη/τρού mm	Ημερήσια ενδεξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6) mm	Εξάτη/πνοή αναφοράς Eo=kr*Epan 0,8*(5) mm	kc	Καθαρές ανάγκες In=Eo*kc (9)*(8) mm	Εξάτη/πνοή καλλιέργειας ETc = In+ΩB (10)+(7) mm
4/8/2004	217		24	7			5,6	0,9	5,04	5,04
5/8/2004	218		31	5,5	0,38	0,304	4,4	0,9	3,96	4,264
6/8/2004	219		36,5	5			4	0,9	3,6	3,6
7/8/2004	220		41,5	5			4	0,9	3,6	3,6
8/8/2004	221		46,5	5,5			4,4	0,9	3,96	3,96
9/8/2004	222		52	6			4,8	0,9	4,32	4,32
10/8/2004	223		58	7			5,6	0,9	5,04	5,04
11/8/2004	224		65	6			4,8	0,9	4,32	4,32
12/8/2004	225	10	71	5			4	0,9	3,6	3,6
13/8/2004	226		15	7,5			6	0,9	5,4	5,4
14/8/2004	227		22,5	7,5			6	0,9	5,4	5,4
15/8/2004	228		30	8			6,4	0,9	5,76	5,76
16/8/2004	229		38	1	3,27	2,616	0,8	0,9	0,72	3,336
17/8/2004	230		39	5			4	0,9	3,6	3,6
18/8/2004	231		44	6,5			5,2	0,9	4,68	4,68
19/8/2004	232		50,5	7,5			6	0,9	5,4	5,4
20/8/2004	233		58	9			7,2	0,9	6,48	6,48
21/8/2004	234		67	9			7,2	0,9	6,48	6,48
22/8/2004	235		76	8			6,4	0,9	5,76	5,76
23/8/2004	236	26	84	6			4,8	0,9	4,32	4,32
24/8/2004	237		32	8,5			6,8	0,9	6,12	6,12
25/8/2004	238		40,5	5,5			4,4	0,9	3,96	3,96
26/8/2004	239		46	9			7,2	0,9	6,48	6,48
27/8/2004	240		55	6			4,8	0,9	4,32	4,32
28/8/2004	241		61	8			6,4	0,9	5,76	5,76

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαιμισοδιαπανής της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Πλήρωση εξαιμι/τρού mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B mm	Εξαιμι/πνοή αναφοράς Eo=kp*Epan 0,8*(5) mm	kc	Καθαρές ανάγκες In=Eo*kc (9)*(8) mm	Εξαιμι/πνοή καλλιέργειας ETc =In+QB (10)+(7) mm
29/8/2004	242		69	6	1,13	0,904	4,8	0,9	4,32	5,224
30/8/2004	243	10	75	5			4	0,9	3,6	3,6
31/8/2004	244		15	7			5,6	0,9	5,04	5,04
1/9/2004	245		22	7			5,6	0,9	5,04	5,04
2/9/2004	246		29	6,5			5,2	0,9	4,68	4,68
3/9/2004	247		35,5	4,5			3,6	0,9	3,24	3,24
4/9/2004	248		40	3			2,4	0,9	2,16	2,16
5/9/2004	249		43	2,5	3,65	2,92	2	0,9	1,8	4,72
6/9/2004	250									
7/9/2004	251									
8/9/2004	252									
9/9/2004	253									
10/9/2004	254									
ΣΥΝΟΛΑ-					23,72	18,976			335,748	354,714

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκειες των αρδεύσεων στις μεταχειρήσεις E100%ET, E80&ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0,8m

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	Idh (q*n)(S*St) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6)/(8) h
15/6/2004	167								
16/6/2004	168								
17/6/2004	169								
18/6/2004	170								
19/6/2004	171								
20/6/2004	172								
21/6/2004	173								
22/6/2004	174								
23/6/2004	175								
24/6/2004	176								
25/6/2004	177								
26/6/2004	178								
27/6/2004	179								
28/6/2004	180	3,828							
29/6/2004	181	3,168							
30/6/2004	182	3,52	10,516						
1/7/2004	183	6,12		10,516	8,413	0,044	1,52	6h 55' 05"	5h 32' 06"
2/7/2004	184	5,78	11,9						
3/7/2004	185	4,42		11,9	9,52	0,044	1,52	7h 49' 41"	6h 15' 47"
4/7/2004	186	4,08	8,5						

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=St/(2*Se)=0,044

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Ισοποχή των γραμμών σποράς: Sf=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκειες των αρδεύσεων στις μεταχειρήσεις E100%ET, E80&ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0,8m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρός ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	$\frac{n}{St/(2*Se)}$	Idh (q*n)(St*St) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6)/(8) h
5/7/2004	187	4,216		8,5	6,8	0,044	1,52	5h 35' 31"	4h 28' 24"
6/7/2004	188	6,732	10,948						
7/7/2004	189	5,916		10,948	8,758	0,044	1,52	7h 12' 11"	5h 45' 43"
8/7/2004	190	4,352	10,27						
9/7/2004	191	6,256		10,27	8,21	0,044	1,52	6h 45' 22"	5h 24' 04"
10/7/2004	192	6,12	12,376						
11/7/2004	193	6,12		12,376	9,9	0,044	1,52	8h 08' 31"	6h 30' 47"
12/7/2004	194	8,16	14,28						
13/7/2004	195	7,82		14,28	11,424	0,044	1,52	9h 31' 48"	7h 30' 58"
14/7/2004	196	6,8	14,62						
15/7/2004	197	3,74		14,62	11,7	0,044	1,52	9h 37' 05"	7h 40' 48"
16/7/2004	198	6,12	9,86						
17/7/2004	199	6,12		9,86	7,888	0,044	1,52	6h 29' 13"	5h 11' 24"
18/7/2004	200	5,576	11,696						
19/7/2004	201	3,264		11,696	9,357	0,044	1,52	7h 41' 42"	6h 09' 22"
20/7/2004	202	6,12	9,384						
21/7/2004	203	5,44		9,386	7,507	0,044	1,52	6h 10' 26"	4h 56' 20"
22/7/2004	204	5,44	10,88						
23/7/2004	205	4,76		10,88	8,704	0,044	1,52	7h 09' 29"	5h 43' 32"
24/7/2004	206	5,916	10,676						

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=St/(2*Se)=0,044

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Ισαποχή των γραμμών σποράς: St=0,95m

Ισαποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρήσεις E100%ET, E80&ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0,8m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (S)/(8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6)/(8) h
25/7/2004	207	4,284		10,676	8,54	0,044	1,52	7h 01' 12"	5h 37' 05"
26/7/2004	208	5,1	9,384						
27/7/2004	209	0		9,384	7,507	0,044	1,52	6h 10' 26"	4h 56' 20"
28/7/2004	210	4,42	4,42						
29/7/2004	211	4,76		4,42	3,536	0,044	1,52	2h 54' 36"	2h 19' 34"
30-Ιουλ	212	4,08	8,84						
31/7/2004	213	3,4		8,84	7,072	0,044	1,52	5h 48' 58"	4h 39' 11"
1/8/2004	214	5,76	9,16						
2/8/2004	215	5,76		9,16	7,328	0,044	1,52	6h 01' 34"	4h 49' 16"
3/8/2004	216	4,32	10,08						
4/8/2004	217	5,04		10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
5/8/2004	218	3,96	9						
6/8/2004	219	3,6		9	7,2	0,044	1,52	5h 55' 16"	4h 44' 13"
7/8/2004	220	3,6	7,2						
8/8/2004	221	3,96		7,2	5,76	0,044	1,52	4h 44' 13"	3h 47' 24"
9/8/2004	222	4,32	8,28						
10-Αυγ	223	5,04		8,28	6,624	0,044	1,52	5h 26' 49"	4h 21' 29"
11/8/2004	224	4,32	9,36						
12/8/2004	225	3,6		9,36	7,488	0,044	1,52	6h 09' 29"	4h 55' 34"
13/8/2004	226	5,4	9						

Ισοποχή των γραμμών σποράς: S=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h
Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=St/(2*Se)=0,044

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκειες των αρδεύσεων στις μεταχειρήσεις E100%ET, E80%ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0,8m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	I _{dh} (q*n)/(St*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6)/(8) h
14/8/2004	227	5,4		9	7,2	0,044	1,52	5h 55' 16"	4h 44' 13"
15/8/2004	228	5,76	11,16						
16/8/2004	229	0,72		11,16	8,928	0,044	1,52	7h 20' 31"	5h 52' 26"
17/8/2004	230	3,6	4,32						
18/8/2004	231	4,68		4,32	3,456	0,044	1,52	2h 50' 31"	2h 16' 26"
19/8/2004	232	5,4	10,08						
20/8/2004	233	6,48		10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
21/8/2004	234	6,48	12,96						
22/8/2004	235	5,76		12,96	10,368	0,044	1,52	8h 31' 34"	6h 49' 16"
23/8/2004	236	4,32	10,08						
24/8/2004	237	6,12		10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
25/8/2004	238	3,96	10,08						
26/8/2004	239	6,48		10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
27/8/2004	240	4,32	10,8						
28/8/2004	241	5,76		10,8	8,64	0,044	1,52	7h 06' 02"	5h 41' 02"
29/8/2004	242	4,32	10,08						
30/8/2004	243	3,6		10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
31/8/2004	244	5,04	8,64						
1/9/2004	245	5,04		8,64	6,912	0,044	1,52	5h 41' 02"	4h 32' 49"
2/9/2004	246	4,68	9,72						

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=St/(2*Se)=0,044

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Ισοποχή των γραμμών σορών: Sr=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις E100%ET, E80%ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0,8m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n Su/(2*Se)	Idh (q*n)/(Sr*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5)/(8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6)/(8) h
3/9/2004	247	3,24		9,72	7,776	0,044	1,52	6h 23' 42"	5h 06' 58"
4/9/2004	248	2,16							
5/9/2004	249	1,8	7,2						
6/9/2004	250			7,2	5,76	0,044	1,52	4h 44' 13"	3h 47' 24"
7/9/2004	251								
8/9/2004	252								
9/9/2004	253								
10/9/2004	254								
11/9/2004	255								
12/9/2004	256								
ΣΥΝΟΛΑ:		335,748	335,748	335,748	268,596			22h 00' 47"	176h 48' 40"

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h
 Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=Su/(2*Se)=0,044
 Ισπαοχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m
 Ισπαοχή των γραμμών σποράς: S=0,95m
 Ισπαοχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας)

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας) Se= 0,8m. Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	Idh (q*n)(St*Sr) mm/h	E100%ΕΤ (μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
15/6/2004	167						
16/6/2004	168						
17/6/2004	169						
18/6/2004	170						
19/6/2004	171						
20/6/2004	172						
21/6/2004	173						
22/6/2004	174						
23/6/2004	175						
24/6/2004	176						
25/6/2004	177						
26/6/2004	178						
27/6/2004	179						
28/6/2004	180	3,828					
29/6/2004	181	3,168					
30/6/2004	182	3,52	10,516				
1/7/2004	183	6,12		10,516	0,044	1,52	6h 55' 05"
2/7/2004	184	5,78					
3/7/2004	185	4,42					
4/7/2004	186	4,08					

Παροχή σταλακτήρα:q=2,3 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς:St=0,07m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών:n=St/(2*Se)=0,044

Ισοποχή των γραμμών σποράς:St=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων:Se=0,8m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας)

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερήνια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας) Se= 0.8m. Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n Sr/(Σ*Se)	Idh (q*n)/(Sr*Sr) mm/h	E100%ΕΤ (μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
	187	4,216					
	188	6,732					
	189	5,916	37,264				
	190	4,352		37,264	0,044	1,52	24h 30' 58"
	191	6,256					
	192	6,12					
	193	6,12					
	194	8,16					
	195	7,82					
	196	6,8	45,628				
	197	3,74		45,628	0,044	1,52	30h 01' 08"
	198	6,12					
	199	6,12					
	200	5,576					
	201	3,264					
	202	6,12					
	203	5,44	36,38				
	204	5,44		36,38	0,044	1,52	23h 56' 02"
	205	4,76					
	206	5,916					

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=Sr/(2*Se)=0,044

Ισοποχή των γραμμών σποράς: Sr=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας)

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας) Se= 0,8m, Δόση άρδευσης m ³ /στρ	$\frac{S_i}{(2 \cdot Se)}$	$I_{dh} \cdot (q^*n)(Sr \cdot Sr)$ mm/h	E100%ET (μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
25/7/2004	207	4,284					
26/7/2004	208	5,1					
27/7/2004	209	0					
28/7/2004	210	4,42	29,92				
29/7/2004	211	4,76		29,92	0,044	1,52	19h 41' 02"
30-Ιουλ	212	4,08					
31/7/2004	213	3,4					
1/8/2004	214	5,76					
2/8/2004	215	5,76					
3/8/2004	216	4,32					
4/8/2004	217	5,04	33,12				
5/8/2004	218	3,96		33,12	0,044	1,52	21h 47' 24"
6/8/2004	219	3,6					
7/8/2004	220	3,6					
8/8/2004	221	3,96					
9/8/2004	222	4,32					
10-Αυγ	223	5,04					
11/8/2004	224	4,32	28,8				
12/8/2004	225	3,6		28,8	0,044	1,52	18h 56' 49"
13/8/2004	226	5,4					

Ισοποχή των γραμμικών σπορών: $S_i r = 0,95m$

Ισοποχή των σταλακτήρων: $Se = 0,8m$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 l/h$

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: $S_i t = 0,07m$

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: $n = S_i t / (2 \cdot Se) = 0,044$

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας)

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες in mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας) Se= 0,8m. Δόση άρδευσης m ³ /στρ	$St/(2*Se)$	1dh (q*n)/(Sr*Sr) mm/h	E100%ET (μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
14/8/2004	227	5,4					
15/8/2004	228	5,76					
16/8/2004	229	0,72					
17/8/2004	230	3,6					
18/8/2004	231	4,68	29,16				
19/8/2004	232	5,4		29,16	0,044	1,52	19h 11' 02"
20/8/2004	233	6,48					
21/8/2004	234	6,48					
22/8/2004	235	5,76					
23/8/2004	236	4,32					
24/8/2004	237	6,12					
25/8/2004	238	3,96	38,52				
26/8/2004	239	6,48		38,52	0,044	1,52	25h 20' 31"
27/8/2004	240	4,32					
28/8/2004	241	5,76					
29/8/2004	242	4,32					
30/8/2004	243	3,6					
31/8/2004	244	5,04					
1/9/2004	245	5,04					
2/9/2004	246	4,68					

Ισαποχή των γραμμών σποράς: Si=0,95m

Ισαποχή των σταλακτήρων: Se=0,8m

Παροχή σταλακτήρα: q=2,3 l/h

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=St/(2*Se)=0,044

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας)

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	ΕΚΤ100%ΕΤ (μάρτυρας) Se= 0.8m. Δόση άρδευσης m ³ /στρp	n ⁿ St/(2*Se)	Idh (q*n)(St*Str) mm/h	E100%ΕΤ (μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
3/9/2004	247	3,24					
4/9/2004	248	2,16					
5/9/2004	249	1,8	46,44				
6/9/2004	250			46,44	0,044	1,52	30h 33' 07"
7/9/2004	251						
8/9/2004	252						
9/9/2004	253						
10/9/2004	254						
11/9/2004	255						
12/9/2004	256						
ΣΥΝΟΛΑ:		335,748	335,748	335,748	335,748		221h 00' 47"

Παροχή σταλακτήρα:q=2,3 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς:St=0,07m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών:n=St/(2*Se)=0,044

Ισοποχή των γραμμών σποράς:Si=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων:Se=0,8m

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης E100%ET με Se=0,4m

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET, Se=0,4m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n Si/(2*Se)	Idh (q*n)(Si*Sr) mm/h	E100%ET ,Se=0,4m Διάρκεια άρδευσης (S)/(7) h
	15/6/2004						
	16/6/2004						
	17/6/2004						
	18/6/2004						
	19/6/2004						
	20/6/2004						
	21/6/2004						
	22/6/2004						
	23/6/2004						
	24/6/2004						
	25/6/2004						
	26/6/2004						
	27/6/2004						
	28/6/2004	3,828					
	29/6/2004	3,168					
	30/6/2004	3,52	10,516				
	1/7/2004	6,12		10,516	0,09	1,62	6h 29' 28"
	2/7/2004	5,78	11,9				
	3/7/2004	4,42		11,9	0,09	1,62	7h 20' 46"
	4/7/2004	4,08	8,5				

Παροχή σταλακτήρα:q=1,2 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών:n=Si/(2*Se)=0,09

Ισοποχή φυτών επί της σειράς:St=0,07m

Ισοποχή των γραμμών σποράς:Sr=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων:Se=0,4m

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης E100%ET με Se=0,4m

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET, Se=0,4m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n Su/(2*Se)	Idh (q*n)/(S ² *Sr) mm/h	E100%ET Se=0,4m Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
5/7/2004	187	4,216		8,5	0,09	1,62	5h 14'50"
6/7/2004	188	6,732	10,948				
7/7/2004	189	5,916		10,948	0,09	1,62	6h 45' 29"
8/7/2004	190	4,352	10,27				
9/7/2004	191	6,256		10,27	0,09	1,62	6h 20' 22"
10/7/2004	192	6,12	12,376				
11/7/2004	193	6,12		12,376	0,09	1,62	7h 38' 22"
12/7/2004	194	8,16	14,28				
13/7/2004	195	7,82		14,28	0,09	1,62	8h 48' 54"
14/7/2004	196	6,8	14,62				
15/7/2004	197	3,74		14,62	0,09	1,62	9h 01' 30"
16/7/2004	198	6,12	9,86				
17/7/2004	199	6,12		9,86	0,09	1,62	6h 05' 10"
18/7/2004	200	5,576	11,696				
19/7/2004	201	3,264		11,696	0,09	1,62	7h 12' 36"
20/7/2004	202	6,12	9,384				
21/7/2004	203	5,44		9,386	0,09	1,62	5h 47' 35"
22/7/2004	204	5,44	10,88				
23/7/2004	205	4,76		10,88	0,09	1,62	6h 43' 01"
24/7/2004	206	5,916	10,676				

Παροχή σταλακτήρα:q=1,2 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών:n=Su/(2*Se)=0,09

Ισοποχή φυτών επί της σειράς:St=0,07m

Ισοποχή των γραμμών σποράς:St=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων:Se=0,4m

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης E100%ET με Se=0,4m

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET, Se=0,4m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n Su/(2*Se)	Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	E100%ET, Se=0,4m Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
25/7/2004	207	4,284		10,676	0,09	1,62	6h 35' 24"
26/7/2004	208	5,1	9,384				
27/7/2004	209	0		9,384	0,09	1,62	5h 47' 33"
28/7/2004	210	4,42	4,42				
29/7/2004	211	4,76		4,42	0,09	1,62	2h 43' 44"
30-Ιουλ	212	4,08	8,84				
31/7/2004	213	3,4		8,84	0,09	1,62	5h 27' 25"
1/8/2004	214	5,76	9,16				
2/8/2004	215	5,76		9,16	0,09	1,62	5h 39' 14"
3/8/2004	216	4,32	10,08				
4/8/2004	217	5,04		10,08	0,09	1,62	6h 13' 19"
5/8/2004	218	3,96	9				
6/8/2004	219	3,6		9	0,09	1,62	5h 33' 18"
7/8/2004	220	3,6	7,2				
8/8/2004	221	3,96		7,2	0,09	1,62	4h 26' 40"
9/8/2004	222	4,32	8,28				
10-Αυγ	223	5,04		8,28	0,09	1,62	5h 06' 40"
11/8/2004	224	4,32	9,36				
12/8/2004	225	3,6		9,36	0,09	1,62	5h 46' 40"
13/8/2004	226	5,4	9				

Παροχή σταλακτήρα: q=1,2 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=Su/(2*Se)=0,09

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Ισοποχή των γραμμών σποράς: St=0,95m

Ισοποχή των σταλακτήρων: Se=0,4m

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης E100%ET με Se=0,4m

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET, Se=0,4m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n S/(2*Se)	I _{dh} (q*n)/(S ² *Sr) mm/h	E100%ET, Se=0,4m Διάρκεια άρδευσης (S)/(7) h
14/8/2004	227	5,4		9	0,09	1,62	5h 33' 18"
15/8/2004	228	5,76	11,16				
16/8/2004	229	0,72		11,16	0,09	1,62	6h 53' 20"
17/8/2004	230	3,6	4,32				
18/8/2004	231	4,68		4,32	0,09	1,62	2h 40' 00"
19/8/2004	232	5,4	10,08				
20/8/2004	233	6,48		10,08	0,09	1,62	6h 13' 19"
21/8/2004	234	6,48	12,96				
22/8/2004	235	5,76		12,96	0,09	1,62	8h 00' 00"
23/8/2004	236	4,32	10,08				
24/8/2004	237	6,12		10,08	0,09	1,62	6h 13' 19"
25/8/2004	238	3,96	10,08				
26/8/2004	239	6,48		10,08	0,09	1,62	6h 13' 19"
27/8/2004	240	4,32	10,8				
28/8/2004	241	5,76		10,8	0,09	1,62	6h 40' 00"
29/8/2004	242	4,32	10,08				
30/8/2004	243	3,6		10,08	0,09	1,62	6h 13' 19"
31/8/2004	244	5,04	8,64				
1/9/2004	245	5,04		8,64	0,09	1,62	5h 20' 00"
2/9/2004	246	4,68	9,72				

Παροχή σταλακτήρα: q=1,2 l/h

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: n=S/(2*Se)=0,09

Ισοπαχή φυτών επί της σειράς: St=0,07m

Ισοπαχή των γραμμών σορών: Sr=0,95m

Ισοπαχή των σταλακτήρων: Se=0,4m

Πίνακας 3.5 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης E100%ET με $Se=0,4m$

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές αντίκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%ET, $Se=0,4m$ Δόση άρδευσης $m^3/στρ$	n $St/(2*Se)$	$I_d h$ $(q*n)/(St*Sr)$ mm/h	E100%ET $Se=0,4m$ Διάρκεια άρδευσης $(S)/(I)$ h
3/9/2004	247	3,24		9,72	0,09	1,62	6h 00' 00"
4/9/2004	248	2,16					
5/9/2004	249	1,8	7,2				
6/9/2004	250			7,2	0,09	1,62	4h 26' 40"
7/9/2004	251						
8/9/2004	252						
9/9/2004	253						
10/9/2004	254						
11/9/2004	255						
12/9/2004	256						
ΣΥΝΟΛΑ		335,748	335,748	335,748			207h 14' 31"

Παροχή σταλακτήρα: $q=1,2 l/h$
 Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών: $n=St/(2*Se)=0,09$
 Ισοποχή φυτών επί της σειράς: $St=0,07m$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr=0,95m$
 Ισοποχή των σταλακτήρων: $Se=0,4m$

Η δόση και το εύρος άρδευσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε, η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία να βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα (FC) και πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP). Απαιτείται δηλαδή ο προσδιορισμός της πρακτικής δόσης άρδευση την οποία η αθροιστική ένδειξη του εξατμισιμέτρου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης προϋποθέτει τον προσδιορισμό της υδατοϊκανότητας (FC), του σημείου μόνιμης μάρανσης (PWP) και του φαινόμενου ειδικού βάρους (ΦΕΒ) του εδάφους του αγρού. Ο προσδιορισμός τους έγινε εργαστηριακά και οι τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.6α.

Στον ίδιο Πίνακα 3.6α δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής (P) του εδάφους για τις δύο διαφορετικές διατάξεις σταλακτηφόρων αγωγών που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό (P₁ και P₂ για ισαποχή σταλακτήρων Se=0,8 m και Se=0,4 m αντίστοιχα (Τερζίδης κ.ά., 1997), καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών (h) (Πεσεξίδης, 1982), του ορίου εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας (C) (Σακελλαρίου, 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια (f₁) (FAO, 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους (f₂) (Σακελλαρίου, 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

Πίνακας 3.6α Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

	FC% κ.β	PWP %κ.β	ΦΕΒ g/m ³	h m	C	P ₁	P ₂	f ₁	f ₂	E ₀ mm,ημ
ΙΟΥΝΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,50	0,55	0,40	0,35	0,55	0,50	6,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,70	0,55	0,40	0,35	0,85	0,70	6,13
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21,2	11,64	1,23	0,90	0,55	0,40	0,35	0,90	0,75	5,26
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,2	11,64	1,23	1,00	0,55	0,40	0,35	0,90	0,75	3,48

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.6β. Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρδευσης με θεωρητικό τρόπο, βασιζόμενο στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, (παρά μόνο για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης), διότι αφ' ενός η ημερήσια εξάτμιση κατά την διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή και αφετέρου, διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας του αρδευτικού συστήματος.

Πίνακας 3.6β Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης (Σακελλαρίου, 1993).

	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
Διαθέσιμη υγρασία $\Delta.Y.=[(FC-PWP)/100]*\Phi EB,$ % Κ.Ο.	11,7588	11,7588	11,7588	11,7588
Θεωρητική δόση άρδευσης $I_d = \Delta.Y. * h * c * P,$ mm ή m ³ /στρ.	12,934 (P ₁) 11,318 (P ₂)	18,108 (P ₁) 15,845 (P ₂)	23,282 (P ₁) 20,372 (P ₂)	23,282 (P ₁) 20,372 (P ₂)
Πρακτική δόση άρδευσης $I_{da} = I_d / 0,95$ mm ή m ³ /στρ. (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	12,287 (P ₁) 10,752 (P ₂)	17,203 (P ₁) 15,053 (P ₂)	22,118 (P ₁) 19,353 (P ₂)	22,118 (P ₁) 19,353 (P ₂)
Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh} = (q*n)/(St*Sr),$ mm / h	1,52 1,62	1,52 1,62	1,52 1,62	1,52 1,62
Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή $ET_d = E_o * f_1 * f_2,$ mm/ημέρα	1,75	3,65	3,55	2,35
Εύρος άρδευσης $I = I_{da} / ET_d,$ ημέρες	7,02 6,14	4,71 4,12	6,23 5,45	9,41 9,23
Διάρκεια άρδευσης $I_t = I_{da} / I_{dh},$ h	8h 04' 59'' 6h 38' 13''	11h 19' 05'' 9h 17' 31''	14h 33' 04'' 11h 56' 46''	14h 33' 04'' 11h 56' 46''

Παροχή σταλακτήρα: $q_1 = 2/3$ l/h και $q_2 = 1/2$ l/h

Ισαοχή των γραμμών σποράς : $SR = 0,95$ m

Ισαοχή των φυτών επί της γραμμής σποράς : $S_t = 0,07$ m

Ισαοχή σταλακτρήρων : $S_{e1} = 0,8$ m και $S_{e2} = 0,4$ m

Αριθμός σταλακτρήρων ανά 2 σειρές φυτών : $n_1 = 0,044$ και $n_2 = 0,09$

Από τον πίνακα 3.6β φαίνεται ότι το άθροισμα των καθαρών αναγκών που λαμβάνεται υπόψη από το εξατμισόμετρο σε κάθε άρδευση, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τον Ιούνιο τα 12,287mm, τον Ιούλιο τα 18,108mm, τον Αύγουστο τα 23,282mm και τον Σεπτέμβριο τα 23,282mm επίσης για τις πέντε αρδεύσεις όπου η διάταξη των σταλακτηφόρων αγωγών που χρησιμοποιήθηκαν είναι με ισαποχή σταλακτήρων $Se=0.8m$. Αντίστοιχα το άθροισμα των καθαρών αναγκών που λαμβάνεται υπόψη από το εξατμισόμετρο σε κάθε άρδευση, για $Se=0.4m$ δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τον Ιούνιο τα 11,318mm, τον Ιούλιο τα 15,845mm, τον Αύγουστο τα 20,372mm και τον Σεπτέμβριο τα 20,372 επίσης.

Ο προγραμματισμός της δόσης άρδευσης έγινε τηρουμένων των προδιαγραφών (παροχή σταλακτήρων, ωριαίο ύψος βροχής, διαστάσεις γραμμών άρδευσης και ισαποχή σταλακτήρων επί των γραμμών) για την κάθε μεταχείριση χωριστά, με βάση τους μετρούμενους ρυθμούς ημερήσιας εξάτμισης.

Για την διευκόλυνση του προγραμματισμού της άρδευσης στον αγρό χρησιμοποιήθηκαν οι τυποποιημένοι εκ των προτέρων Πίνακες 3.7α, β, γ, και 3.8α, β, γ όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισόμετρου (Epan) παραπέμπουν απευθείας στην δόση και στην διάρκεια της άρδευσης.

Πραγματοποιήθηκαν 34 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις E100%ET, E80%ET, Y100%ET, Y80%ET και E100%ET, $Se=0.4$ και 10 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις EKT100%ET (μάρτυρας).

Οι συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (Δόση άρδευσης, Ωφέλιμη βροχή) σε σχέση με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, για κάθε μεταχείριση, παρουσιάζονται στα Σχήματα. 3.13, 3.14 και 3.15

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Στάλακες ανά φυτό $n=5v/(2*S_e)$	Ωρίσιο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(S_t*S_r)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $I_t = I_{da}(100) / I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET, $I_t = I_{da}(80) / I_{dh}$ (h)
0	0	0	0,044	1,52		
1	0,44	0,352	0,044	1,52	17' 22"	13' 54"
2	0,88	0,704	0,044	1,52	34' 44"	27' 48"
3	1,32	1,056	0,044	1,52	52' 06"	41' 41"
4	1,76	1,408	0,044	1,52	1h 09' 28"	55' 35"
5	2,2	1,76	0,044	1,52	1h 26' 50"	1h 09' 28"
6	2,64	2,112	0,044	1,52	1h 44' 12"	1h 23' 22"
7	3,08	2,464	0,044	1,52	2h 01' 35"	1h 37' 16"
8	3,52	2,816	0,044	1,52	2h 18' 57"	1h 51' 09"
9	3,96	3,168	0,044	1,52	2h 36' 19"	2h 05' 03"
10	4,4	3,52	0,044	1,52	2h 53' 41"	2h 18' 57"
11	4,84	3,872	0,044	1,52	3h 11' 03"	2h 32' 50"
12	5,28	4,224	0,044	1,52	3h 28' 25"	2h 46' 44"
13	5,72	4,576	0,044	1,52	3h 45' 48"	3h 01' 00"
14	6,16	4,928	0,044	1,52	4h 03' 09"	3h 14' 32"
15	6,6	5,28	0,044	1,52	4h 20' 32"	3h 28' 25"
16	7,04	5,632	0,044	1,52	4h 37' 54"	3h 41' 58"
17	7,48	5,984	0,044	1,52	4h 55' 16"	3h 56' 12"
18	7,92	6,336	0,044	1,52	5h 12' 40"	4h 10' 06"
19	8,36	6,688	0,044	1,52	5h 30' 00"	4h 24' 00"
20	8,8	7,04	0,044	1,52	5h 47' 22"	4h 37' 54"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,55$

Παροχή στάλακτηρα: $q = 2,3 \text{ l/h}$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή στάλακτηρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξομισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Έρση (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $I=Su/(2*Se)$	Ωραιο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*St)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $I_t = Ida(100) / Idh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET, $I_t = Ida(80) / Idh$ (h)
21	9,24	7,392	0,044	1,52	6h 04' 44"	4h 51' 48"
22	9,68	7,744	0,044	1,52	6h 22' 06"	5h 05' 41"
23	10,12	8,096	0,044	1,52	6h 39' 28"	5h 19' 35"
24	10,56	8,448	0,044	1,52	6h 56' 51"	5h 33' 28"
25	11	8,8	0,044	1,52	7h 14' 12"	5h 47' 22"
26	11,44	9,152	0,044	1,52	7h 31' 35"	6h 01' 16"
27	11,88	9,504	0,044	1,52	7h 48' 57"	6h 15' 09"
28	12,32	9,856	0,044	1,52	8h 06' 19"	6h 29' 03"
29	12,76	10,208	0,044	1,52	8h 23' 41"	6h 42' 57"
30	13,2	10,56	0,044	1,52	8h 41' 03"	6h 56' 51"
31	13,64	10,912	0,044	1,52	8h 58' 25"	7h 10' 44"
32	14,08	11,264	0,044	1,52	9h 15' 48"	7h 24' 38"
33	14,52	11,616	0,044	1,52	9h 33' 09"	7h 38' 32"
34	14,96	11,968	0,044	1,52	9h 50' 32"	7h 52' 26"
35	15,4	12,32	0,044	1,52	10h 07' 54"	8h 06' 19"
36	15,84	12,672	0,044	1,52	10h 25' 16"	8h 20' 13"
37	16,28	13,024	0,044	1,52	10h 42' 38"	8h 34' 07"
38	16,72	13,376	0,044	1,52	11h 00' 00"	8h 48' 01"
39	17,16	13,728	0,044	1,52	11h 17' 22"	9h 01' 54"
40	17,6	14,08	0,044	1,52	11h 34' 44"	9h 15' 48"

Συντελεστής εξομισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,55$

Παροχή σταλάκτηρα: $q = 2,3 l/h$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή σταλάκτηρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου για $Se=0,8m$

Εξάτμιση Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=E*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=Sc/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET. $It = Ida(80) / I_{dh}$ (h)
41	18,04	14,432	0,044	1,52	11h 52' 06"	9h 29' 41"
42	18,48	14,784	0,044	1,52	12h 09' 28"	9h 43' 35"
43	18,92	15,136	0,044	1,52	12h 26' 51"	9h 57' 28"
44	19,36	15,488	0,044	1,52	12h 44' 12"	10h 11' 22"
45	19,8	15,84	0,044	1,52	13h 01' 35"	10h 25' 16"
46	20,24	16,192	0,044	1,52	13h 18' 57"	10h 39' 10"
47	20,68	16,544	0,044	1,52	13h 36' 18"	10h 53' 04"
48	21,12	16,896	0,044	1,52	13h 53' 41"	11h 06' 57"
49	21,56	17,248	0,044	1,52	14h 11' 03"	11h 20' 51"
50	22	17,6	0,044	1,52	14h 28' 25"	11h 34' 44"
51	22,44	17,952	0,044	1,52	14h 45' 47"	11h 48' 38"
52	22,88	18,304	0,044	1,52	15h 03' 09"	12h 02' 31"
53	23,32	18,656	0,044	1,52	15h 20' 31"	12h 16' 25"
54	23,76	19,008	0,044	1,52	15h 37' 53"	12h 30' 19"
55	24,2	19,36	0,044	1,52	15h 55' 16"	12h 44' 13"
56	24,64	19,712	0,044	1,52	16h 12' 38"	12h 58' 06"
57	25,08	20,064	0,044	1,52	16h 30' 00"	13h 12' 00"
58	25,52	20,416	0,044	1,52	16h 47' 22"	13h 25' 54"
59	25,96	20,768	0,044	1,52	17h 04' 44"	13h 39' 48"
60	26,4	21,12	0,044	1,52	17h 22' 06"	13h 53' 42"

Συντελεστής εξατμισομέτρου: $k_p = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $k_c = 0,55$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 \text{ l/h}$

Ισοποχή των γραμμικών σπορών: $Sr = 0,95m$
 Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$
 Ισοποχή σταλακτήρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου για $Se=0,8m$

Εξάτμιση Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q^n)/(St*St)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $t = Ida(100) / I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET, $t = Ida(80) / I_{dh}$ (h)
0	0	0	0,044	1,52		
1	0,68	0,544	0,044	1,52	26' 51"	21' 28"
2	1,36	1,088	0,044	1,52	53' 41"	42' 57"
3	2,04	1,632	0,044	1,52	1h 20' 32"	1h 04' 25"
4	2,72	2,176	0,044	1,52	1h 47' 22"	1h 25' 54"
5	3,4	2,72	0,044	1,52	2h 14' 12"	1h 47' 22"
6	4,08	3,264	0,044	1,52	2h 41' 03"	2h 08' 51"
7	4,76	3,808	0,044	1,52	3h 07' 54"	2h 30' 19"
8	5,44	4,352	0,044	1,52	3h 34' 44"	2h 51' 48"
9	6,12	4,896	0,044	1,52	4h 01' 35"	3h 13' 16"
10	6,8	5,44	0,044	1,52	4h 28' 25"	3h 34' 44"
11	7,48	5,984	0,044	1,52	4h 55' 16"	3h 56' 12"
12	8,16	6,528	0,044	1,52	5h 22' 06"	4h 17' 41"
13	8,84	7,072	0,044	1,52	5h 48' 57"	4h 39' 09"
14	9,52	7,616	0,044	1,52	6h 15' 48"	5h 00' 40"
15	10,2	8,16	0,044	1,52	6h 42' 38"	5h 22' 06"
16	10,88	8,704	0,044	1,52	7h 09' 28"	5h 43' 35"
17	11,56	9,248	0,044	1,52	7h 36' 19"	6h 05' 03"
18	12,24	9,792	0,044	1,52	8h 03' 09"	6h 26' 32"
19	12,92	10,336	0,044	1,52	8h 30' 00"	6h 48' 00"
20	13,6	10,88	0,044	1,52	8h 56' 51"	7h 09' 28"

Συντελεστής εξατμισόμετρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 l/h$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή σταλακτήρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης του βεμβιακού κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Espan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=St/(Z*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / Idh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET. $It = Ida(80) / Idh$ (h)
21	14,28	11,424	0,044	1,52	9h 23' 41"	7h 30' 57"
22	14,96	11,968	0,044	1,52	9h 50' 32"	7h 52' 25"
23	15,64	12,512	0,044	1,52	10h 17' 22"	8h 13' 54"
24	16,32	13,056	0,044	1,52	10h 44' 12"	8h 35' 22"
25	17	13,6	0,044	1,52	11h 11' 03"	8h 56' 51"
26	17,68	14,144	0,044	1,52	11h 37' 54"	9h 18' 19"
27	18,36	14,688	0,044	1,52	12h 04' 44"	9h 39' 48"
28	19,04	15,232	0,044	1,52	12h 31' 35"	10h 01' 16"
29	19,72	15,776	0,044	1,52	12h 58' 25"	10h 22' 44"
30	20,4	16,32	0,044	1,52	13h 25' 16"	10h 44' 12"
31	21,08	16,864	0,044	1,52	13h 52' 06"	11h 05' 41"
32	21,76	17,408	0,044	1,52	14h 18' 57"	11h 27' 09"
33	22,44	17,952	0,044	1,52	14h 45' 48"	11h 48' 40"
34	23,12	18,496	0,044	1,52	15h 12' 38"	12h 10' 06"
35	23,8	19,04	0,044	1,52	15h 39' 28"	12h 31' 35"
36	24,48	19,584	0,044	1,52	16h 06' 19"	12h 53' 03"
37	25,16	20,128	0,044	1,52	16h 33' 09"	13h 14' 31"
38	25,84	20,672	0,044	1,52	17h 00' 48"	13h 36' 00"
39	26,52	21,216	0,044	1,52	17h 26' 51"	13h 57' 28"
40	27,2	21,76	0,044	1,52	17h 53' 41"	14h 18' 57"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 \text{ l/h}$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλάτες ανά φυτό $n=Su/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / Idh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET. $It = Ida(80) / Idh$ (h)
41	27,88	22,304	0,044	1,52	18h 20' 32"	14h 40' 25"
42	28,56	22,848	0,044	1,52	18h 47' 22"	15h 01' 54"
43	29,24	23,392	0,044	1,52	19h 14' 12"	15h 23' 22"
44	29,92	23,936	0,044	1,52	19h 41' 03"	15h 44' 51"
45	30,6	24,48	0,044	1,52	20h 07' 54"	16h 06' 19"
46	31,28	25,024	0,044	1,52	20h 34' 44"	16h 27' 48"
47	31,96	25,568	0,044	1,52	21h 01' 35"	16h 49' 16"
48	32,64	26,112	0,044	1,52	21h 28' 25"	17h 10' 44"
49	33,32	26,656	0,044	1,52	21h 55' 16"	17h 32' 13"
50	34	27,2	0,044	1,52	22h 22' 06"	17h 53' 41"
51	34,68	27,744	0,044	1,52	22h 48' 57"	18h 15' 09"
52	35,36	28,288	0,044	1,52	23h 15' 48"	18h 36' 38"
53	36,04	28,832	0,044	1,52	23h 42' 38"	18h 58' 06"
54	36,72	29,376	0,044	1,52	24h 09' 28"	19h 19' 35"
55	37,4	29,92	0,044	1,52	24h 36' 19"	19h 41' 03"
56	38,08	30,464	0,044	1,52	25h 03' 09"	20h 02' 32"
57	38,76	31,008	0,044	1,52	25h 30' 00"	20h 24' 00"
58	39,44	31,552	0,044	1,52	25h 56' 51"	20h 45' 28"
59	40,12	32,096	0,044	1,52	26h 23' 41"	21h 06' 57"
60	40,8	32,64	0,044	1,52	26h 50' 32"	21h 28' 25"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: $kr = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτιέρα: $q = 2,3 l/h$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή σταλακτιέρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=5l/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / Idh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET $It = Ida(80) / Idh$ (h)
0	0	0	0,044	1,52		
1	0,72	0,576	0,044	1,52	28' 25"	22' 44"
2	1,44	1,152	0,044	1,52	56' 51"	45' 28"
3	2,16	1,728	0,044	1,52	1h 25' 16"	1h 08' 12"
4	2,88	2,304	0,044	1,52	1h 53' 42"	1h 30' 57"
5	3,6	2,88	0,044	1,52	2h 22' 06"	1h 53' 41"
6	4,32	3,456	0,044	1,52	2h 50' 32"	2h 16' 25"
7	5,04	4,032	0,044	1,52	3h 18' 57"	2h 39' 09"
8	5,76	4,608	0,044	1,52	3h 47' 22"	3h 01' 54"
9	6,48	5,184	0,044	1,52	4h 15' 48"	3h 24' 38"
10	7,2	5,76	0,044	1,52	4h 44' 12"	3h 47' 22"
11	7,92	6,336	0,044	1,52	5h 12' 38"	4h 10' 06"
12	8,64	6,912	0,044	1,52	5h 41' 03"	4h 32' 51"
13	9,36	7,488	0,044	1,52	6h 09' 28"	4h 55' 35"
14	10,08	8,064	0,044	1,52	6h 37' 53"	5h 18' 19"
15	10,8	8,64	0,044	1,52	7h 06' 19"	5h 41' 03"
16	11,52	9,216	0,044	1,52	7h 34' 44"	6h 03' 48"
17	12,24	9,792	0,044	1,52	8h 03' 09"	6h 26' 32"
18	12,96	10,368	0,044	1,52	8h 31' 35"	6h 49' 16"
19	13,68	10,944	0,044	1,52	9h 00' 00"	7h 12' 00"
20	14,4	11,52	0,044	1,52	9h 28' 25"	7h 34' 44"

Συντελεστής εξατμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 l/h$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή σταλακτάρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Έρση (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*St) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / Idh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET. $It = Ida(80) / Idh$ (h)
21	15,12	12,096	0,044	1,52	9h 56' 51"	7h 57' 28"
22	15,84	12,672	0,044	1,52	10h 25' 16"	8h 20' 12"
23	16,56	13,248	0,044	1,52	10h 53' 41"	8h 42' 57"
24	17,28	13,824	0,044	1,52	11h 22' 06"	9h 05' 41"
25	18	14,4	0,044	1,52	11h 50' 32"	9h 28' 25"
26	18,72	14,976	0,044	1,52	12h 18' 57"	9h 51' 09"
27	19,44	15,552	0,044	1,52	12h 47' 22"	10h 13' 54"
28	20,16	16,128	0,044	1,52	13h 15' 48"	10h 36' 38"
29	20,88	16,704	0,044	1,52	13h 44' 12"	10h 59' 22"
30	21,6	17,28	0,044	1,52	14h 12' 38"	11h 22' 06"
31	22,32	17,856	0,044	1,52	14h 41' 03"	11h 44' 51"
32	23,04	18,432	0,044	1,52	15h 09' 28"	12h 07' 35"
33	23,76	19,008	0,044	1,52	15h 37' 54"	12h 30' 19"
34	24,48	19,584	0,044	1,52	16h 06' 19"	12h 53' 03"
35	25,2	20,16	0,044	1,52	16h 34' 44"	13h 15' 48"
36	25,92	20,736	0,044	1,52	17h 03' 09"	13h 38' 32"
37	26,64	21,312	0,044	1,52	17h 31' 35"	14h 01' 16"
38	27,36	21,888	0,044	1,52	18h 00' 00"	14h 24' 00"
39	28,08	22,464	0,044	1,52	18h 28' 25"	14h 46' 44"
40	28,8	23,04	0,044	1,52	18h 56' 51"	15h 09' 28"

Συντελεστής εξαισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή στάλακτjρα: $q = 2,3 \text{ l/h}$

Ισοποχή των γραμμών πορjάς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής πορjάς: $St = 0,07m$

Ισοποχή στάλακτjρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για $Se=0,8m$

Εξάμιση Έπαν (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80)=Ida(100)*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q^*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / I_{dh}$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET. $It = Ida(80) / I_{dh}$ (h)
41	29,52	23,616	0,044	1,52	19h 25' 16"	15h 32' 12"
42	30,24	24,192	0,044	1,52	19h 53' 41"	15h 54' 57"
43	30,96	24,768	0,044	1,52	20h 21' 19"	16h 17' 41"
44	31,68	25,344	0,044	1,52	20h 50' 32"	16h 40' 25"
45	32,4	25,92	0,044	1,52	21h 18' 57"	17h 03' 09"
46	33,12	26,496	0,044	1,52	21h 47' 22"	17h 25' 54"
47	33,84	27,072	0,044	1,52	22h 15' 48"	17h 48' 38"
48	34,56	27,648	0,044	1,52	22h 44' 12"	18h 11' 22"
49	35,28	28,224	0,044	1,52	23h 12' 38"	18h 34' 06"
50	36	28,8	0,044	1,52	23h 41' 03"	18h 56' 51"
51	36,72	29,376	0,044	1,52	24h 09' 28"	19h 19' 35"
52	37,44	29,952	0,044	1,52	24h 37' 54"	19h 42' 19"
53	38,16	30,528	0,044	1,52	25h 06' 19"	20h 05' 03"
54	38,88	31,104	0,044	1,52	25h 34' 44"	20h 27' 48"
55	39,6	31,68	0,044	1,52	26h 03' 09"	20h 50' 32"
56	40,32	32,256	0,044	1,52	26h 31' 35"	21h 13' 16"
57	41,04	32,832	0,044	1,52	27h 00' 00"	21h 36' 00"
58	41,76	33,408	0,044	1,52	27h 28' 25"	21h 58' 44"
59	42,48	33,984	0,044	1,52	27h 56' 51"	22h 21' 28"
60	43,2	34,56	0,044	1,52	28h 25' 16"	22h 44' 12"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: $kr = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 2,3 \text{ l/h}$

Ισοποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισοποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισοποχή σταλακτήρων : $Se = 0,8m$

Πίνακας 3.8α Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκτου κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για Se=0,4m

Εξάμιση Έπαν (mm)	E100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc. Se=0,4m (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $\pi=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*\pi)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET, It = Ida(100) / Idh (h)
0	0	0,09	1,62	
1	0,44	0,09	1,62	16'18"
2	0,88	0,09	1,62	32'36"
3	1,32	0,09	1,62	48'53"
4	1,76	0,09	1,62	1h 05'11"
5	2,2	0,09	1,62	1h 21'29"
6	2,64	0,09	1,62	1h 37'47"
7	3,08	0,09	1,62	1h 54'04"
8	3,52	0,09	1,62	2h 10'23"
9	3,96	0,09	1,62	2h 26'40"
10	4,4	0,09	1,62	2h 42'58"
11	4,84	0,09	1,62	2h 59'15"
12	5,28	0,09	1,62	3h 15'33"
13	5,72	0,09	1,62	3h 31'51"
14	6,16	0,09	1,62	3h 48'09"
15	6,6	0,09	1,62	4h 04'26"
16	7,04	0,09	1,62	4h 20'45"
17	7,48	0,09	1,62	4h 37'02"
18	7,92	0,09	1,62	4h 53'20"
19	8,36	0,09	1,62	5h 09'38"
20	8,8	0,09	1,62	5h 25'56"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: kc = 0,55

Παροχή σταλακτήρα: q = 1,2 l/h

Ισαποχή των γραμμών σποράς: Sr = 0,95m

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: St = 0,07m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,4m

Πίνακας 3.8α Πρόγραμμα άρδευσης του βεμβιακίου κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάτμιση Epan (mm)	Ida(100)=ET*0,8*kc, Se=0,4m (mm)	E100%ET (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωράσιο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*St)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET. It = Ida(100) / Idh (h)
21	9,24	9,24	0,09	1,62	5h 42' 13"
22	9,68	9,68	0,09	1,62	5h 58' 31"
23	10,12	10,12	0,09	1,62	6h 14' 49"
24	10,56	10,56	0,09	1,62	6h 31' 07"
25	11	11	0,09	1,62	6h 47' 24"
26	11,44	11,44	0,09	1,62	7h 03' 42"
27	11,88	11,88	0,09	1,62	7h 20' 00"
28	12,32	12,32	0,09	1,62	7h 36' 18"
29	12,76	12,76	0,09	1,62	7h 52' 35"
30	13,2	13,2	0,09	1,62	8h 08' 56"
31	13,64	13,64	0,09	1,62	8h 25' 12"
32	14,08	14,08	0,09	1,62	8h 41' 29"
33	14,52	14,52	0,09	1,62	8h 57' 47"
34	14,96	14,96	0,09	1,62	9h 14' 05"
35	15,4	15,4	0,09	1,62	9h 30' 22"
36	15,84	15,84	0,09	1,62	9h 46' 40"
37	16,28	16,28	0,09	1,62	10h 01' 30"
38	16,72	16,72	0,09	1,62	10h 19' 16"
39	17,16	17,16	0,09	1,62	10h 35' 33"
40	17,6	17,6	0,09	1,62	10h 51' 51"

Συντελεστής εξατμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,55$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 l/h$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8α Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιου κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάτμιση Έπαν (mm)	$E100\%ET$ $I_{da}(100)=ET*0,8*kc$, $Se=0,4m$ (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*St)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$, $I_t = I_{da}(100) / I_{dh}$ (h)
41	18,04	0,09	1,62	11h 08' 09"
42	18,48	0,09	1,62	11h 24' 27"
43	18,92	0,09	1,62	11h 40' 44"
44	19,36	0,09	1,62	11h 57' 02"
45	19,8	0,09	1,62	12h 13' 20"
46	20,24	0,09	1,62	12h 29' 38"
47	20,68	0,09	1,62	12h 45' 55"
48	21,12	0,09	1,62	13h 02' 13"
49	21,56	0,09	1,62	13h 18' 31"
50	22	0,09	1,62	13h 34' 49"
51	22,44	0,09	1,62	13h 51' 07"
52	22,88	0,09	1,62	14h 07' 25"
53	23,32	0,09	1,62	14h 23' 42"
54	23,76	0,09	1,62	14h 40' 00"
55	24,2	0,09	1,62	14h 56' 17"
56	24,64	0,09	1,62	15h 12' 35"
57	25,08	0,09	1,62	15h 28' 53"
58	25,52	0,09	1,62	15h 45' 11"
59	25,96	0,09	1,62	16h 01' 29"
60	26,4	0,09	1,62	16h 17' 47"

Συντελεστής εξατμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,55$

Παροχή σταλακτών: $q = 1,2 l/h$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτών : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8β Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιου κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξοστμισμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάμηση Epan (mm)	E100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc, Se=0,4m (mm)	Σταλάτες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET, It = Ida(100) / Idh$ (h)
0	0	0,09	1,62	
1	0,68	0,09	1,62	25' 11"
2	1,36	0,09	1,62	50' 22"
3	2,04	0,09	1,62	1h 15' 34"
4	2,72	0,09	1,62	1h 40' 44"
5	3,4	0,09	1,62	2h 05' 56"
6	4,08	0,09	1,62	2h 31' 07"
7	4,76	0,09	1,62	2h 56' 18"
8	5,44	0,09	1,62	3h 21' 29"
9	6,12	0,09	1,62	3h 46' 40"
10	6,8	0,09	1,62	4h 11' 51"
11	7,48	0,09	1,62	4h 37' 02"
12	8,16	0,09	1,62	5h 02' 13"
13	8,84	0,09	1,62	5h 27' 24"
14	9,52	0,09	1,62	5h 52' 35"
15	10,2	0,09	1,62	6h 17' 47"
16	10,88	0,09	1,62	6h 42' 58"
17	11,56	0,09	1,62	7h 08' 08"
18	12,24	0,09	1,62	7h 33' 19"
19	12,92	0,09	1,62	7h 58' 30"
20	13,6	0,09	1,62	8h 23' 04"

Συντελεστής εξοστμισμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 l/h$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8β Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιου κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαμισιμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάμιση Έπαν (mm)	$E_{100\%ET}$ $I_{da}(100)=ET*0,8*kc$, $Se=0,4m$ (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης $E_{100\%ET}$, $t_e = I_{da}(100) / I_{dh}$ (h)
21	14,28	0,09	1,62	8h 48' 53"
22	14,96	0,09	1,62	9h 14' 05"
23	15,64	0,09	1,62	9h 39' 16"
24	16,32	0,09	1,62	10h 04' 26"
25	17	0,09	1,62	10h 29' 37"
26	17,68	0,09	1,62	10h 54' 48"
27	18,36	0,09	1,62	11h 20' 00"
28	19,04	0,09	1,62	11h 45' 10"
29	19,72	0,09	1,62	12h 10' 23"
30	20,4	0,09	1,62	12h 35' 34"
31	21,08	0,09	1,62	13h 00' 44"
32	21,76	0,09	1,62	13h 25' 55"
33	22,44	0,09	1,62	13h 51' 06"
34	23,12	0,09	1,62	14h 16' 17"
35	23,8	0,09	1,62	14h 41' 28"
36	24,48	0,09	1,62	15h 06' 40"
37	25,16	0,09	1,62	15h 31' 51"
38	25,84	0,09	1,62	15h 57' 02"
39	26,52	0,09	1,62	16h 22' 13"
40	27,2	0,09	1,62	16h 47' 24"

Συντελεστής εξαμισιμέτρου: $kr = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 l/h$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8β Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιου κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάριση Epan (mm)	Ida(100)=ET*0,8*kc. (mm)	E100%ET (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/(Z*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET, It = Ida(100) / Idh (h)
41	27,88	27,88	0,09	1,62	17h 12' 36"
42	28,56	28,56	0,09	1,62	17h 37' 47"
43	29,24	29,24	0,09	1,62	18h 03' 00"
44	29,92	29,92	0,09	1,62	18h 28' 11"
45	30,6	30,6	0,09	1,62	18h 53' 20"
46	31,28	31,28	0,09	1,62	19h 18' 31"
47	31,96	31,96	0,09	1,62	19h 43' 42"
48	32,64	32,64	0,09	1,62	20h 08' 53"
49	33,32	33,32	0,09	1,62	20h 34' 05"
50	34	34	0,09	1,62	20h 59' 16"
51	34,68	34,68	0,09	1,62	21h 24' 27"
52	35,36	35,36	0,09	1,62	21h 49' 38"
53	36,04	36,04	0,09	1,62	22h 14' 49"
54	36,72	36,72	0,09	1,62	22h 40' 00"
55	37,4	37,4	0,09	1,62	23h 05' 11"
56	38,08	38,08	0,09	1,62	23h 30' 22"
57	38,76	38,76	0,09	1,62	23h 55' 33"
58	39,44	39,44	0,09	1,62	24h 20' 45"
59	40,12	40,12	0,09	1,62	24h 45' 56"
60	40,8	40,8	0,09	1,62	25h 11' 07"

Συντελεστής εξατμισιμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,85$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 \text{ l/h}$

Ισαποχή των γραμμικών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιου κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξαιμισμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάμιση Έρpan (mm)	$E100\%ET$ $Ida(100)=ET*0,8*kc$, $Se=0,4m$ (mm)	Σταλακτές ανά φυτό $\eta=Sr/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh=(q*\eta)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης $E100\%ET$, $It = Ida(100) / Idh$ (h)
0	0	0,09	1,62	
1	0,72	0,09	1,62	26' 40"
2	1,44	0,09	1,62	53' 20"
3	2,16	0,09	1,62	1h 20' 00"
4	2,88	0,09	1,62	1h 46' 40"
5	3,6	0,09	1,62	2h 12' 20"
6	4,32	0,09	1,62	2h 39' 00"
7	5,04	0,09	1,62	3h 06' 40"
8	5,76	0,09	1,62	3h 33' 20"
9	6,48	0,09	1,62	3h 60' 00"
10	7,2	0,09	1,62	4h 27' 40"
11	7,92	0,09	1,62	4h 53' 20"
12	8,64	0,09	1,62	5h 20' 00"
13	9,36	0,09	1,62	5h 46' 40"
14	10,08	0,09	1,62	6h 12' 20"
15	10,8	0,09	1,62	6h 39' 00"
16	11,52	0,09	1,62	7h 06' 40"
17	12,24	0,09	1,62	7h 33' 20"
18	12,96	0,09	1,62	8h 00' 00"
19	13,68	0,09	1,62	8h 26' 40"
20	14,4	0,09	1,62	8h 53' 20"

Συντελεστής εξαιμισμέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2$ l/h

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου για $Se=0,4m$

Εξάτμιση Epan (mm)	E100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc, Se=0,4m (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET, It = Ida(100) / Idh (h)
21	15,12	0,09	1,62	9h 20' 00"
22	15,84	0,09	1,62	9h 46' 40"
23	16,56	0,09	1,62	10h 13' 20"
24	17,28	0,09	1,62	10h 40' 00"
25	18	0,09	1,62	11h 06' 40"
26	18,72	0,09	1,62	11h 33' 20"
27	19,44	0,09	1,62	12h 00' 00"
28	20,16	0,09	1,62	12h 26' 40"
29	20,88	0,09	1,62	12h 53' 20"
30	21,6	0,09	1,62	13h 20' 00"
31	22,32	0,09	1,62	13h 46' 40"
32	23,04	0,09	1,62	14h 13' 20"
33	23,76	0,09	1,62	14h 40' 00"
34	24,48	0,09	1,62	15h 07' 40"
35	25,2	0,09	1,62	15h 33' 20"
36	25,92	0,09	1,62	16h 00' 00"
37	26,64	0,09	1,62	16h 26' 40"
38	27,36	0,09	1,62	16h 53' 20"
39	28,08	0,09	1,62	17h 20' 00"
40	28,8	0,09	1,62	17h 46' 40"

Συντελεστής εξατμισομέτρου: $kp = 0,8$

Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 \text{ l/h}$

Ισαποχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

Ισαποχή σταλακτήρων : $Se = 0,4m$

Πίνακας 3.8γ Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου για $Se=0,4m$

Εξάτμιση Epan (mm)	E100%ET Ida(100)=ET*0,8*kc, Se=0,4m (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/(2*Se)$	Ωροσίο ύψος βροχής $I_{db}=(q*n)/(St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET, It = Ida(E100) / Idh (h)
41	29,52	0,09	1,62	18h 13' 20"
42	30,24	0,09	1,62	18h 40' 00"
43	30,96	0,09	1,62	19h 06' 40"
44	31,68	0,09	1,62	19h 33' 20"
45	32,4	0,09	1,62	20h 00' 00"
46	33,12	0,09	1,62	20h 26' 40"
47	33,84	0,09	1,62	21h 53' 20"
48	34,56	0,09	1,62	21h 20' 00"
49	35,28	0,09	1,62	21h 46' 40"
50	36	0,09	1,62	22h 13' 20"
51	36,72	0,09	1,62	22h 40' 00"
52	37,44	0,09	1,62	23h 06' 40"
53	38,16	0,09	1,62	23h 33' 20"
54	38,88	0,09	1,62	24h 00' 00"
55	39,6	0,09	1,62	24h 26' 40"
56	40,32	0,09	1,62	24h 53' 20"
57	41,04	0,09	1,62	25h 20' 00"
58	41,76	0,09	1,62	25h 46' 40"
59	42,48	0,09	1,62	26h 13' 20"
60	43,2	0,09	1,62	26h 40' 00"

Συντελεστής εξατμισμέτρου: $kp = 0,8$

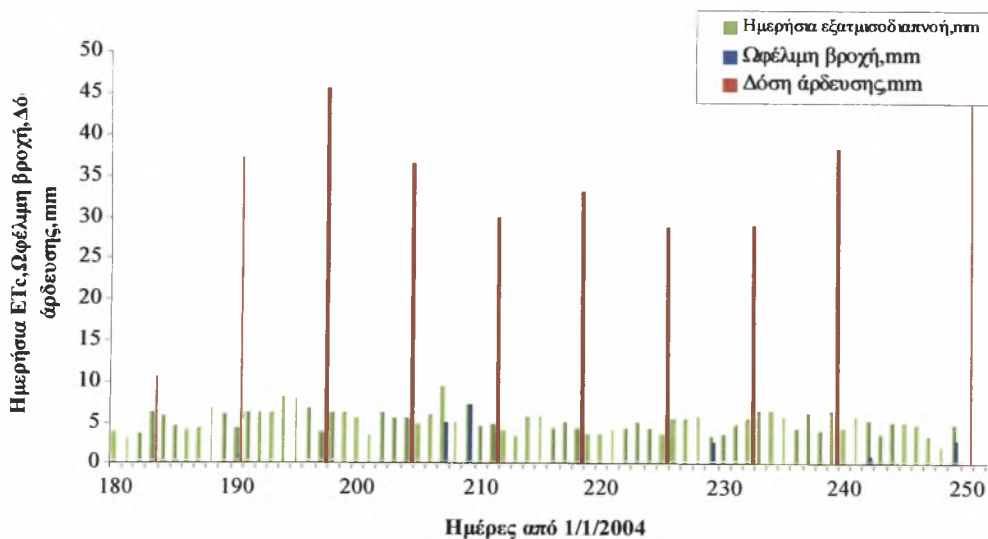
Φυτικός συντελεστής: $kc = 0,90$

Παροχή σταλακτήρα: $q = 1,2 \text{ l/h}$

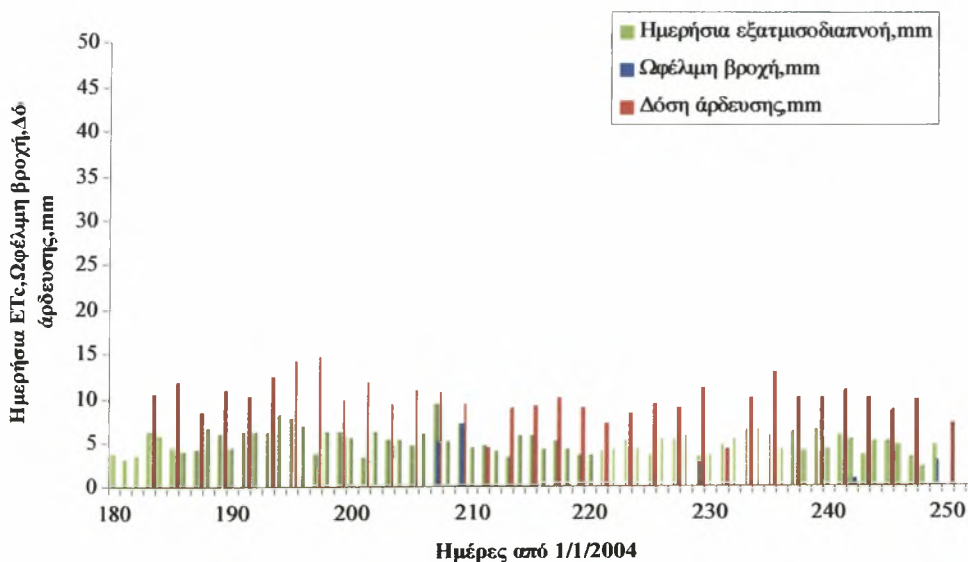
Ισατοχή των γραμμών σποράς: $Sr = 0,95m$

Ισατοχή των φυτών επί της γραμμής σποράς: $St = 0,07m$

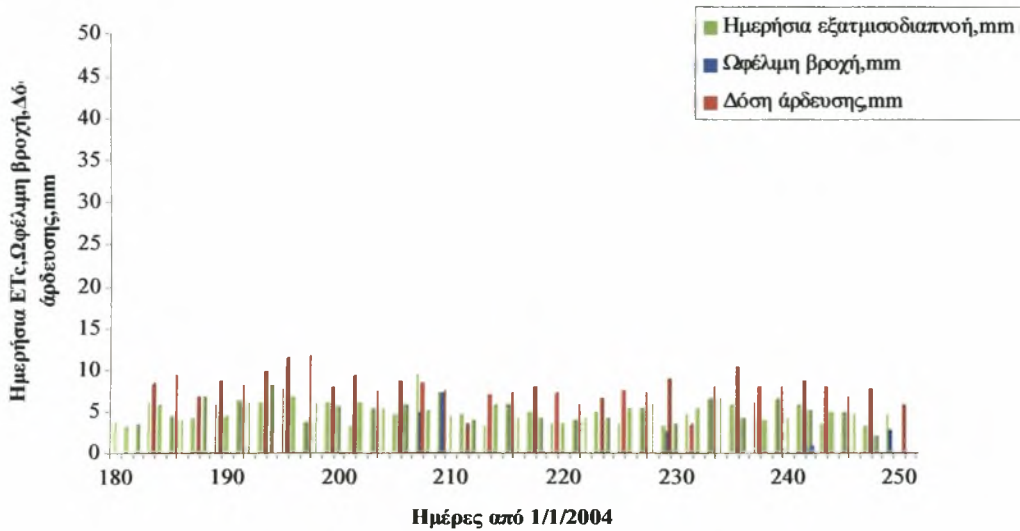
Ισατοχή σταλακτιών : $Se = 0,4m$



Σχήμα 3.13 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση ΕΚΤ100%ΕΤ. (Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίνακα 3.2 και στη στήλη (5) του Πίνακα 3.4.



Σχήμα 3.14 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στις μεταχειρίσεις Ε100%ΕΤ, Υ100%ΕΤ και Ε100%ΕΤ_{Se=0.4m}. (Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίνακα 3.2 και στη στήλη (5) του Πίνακα 3.3.



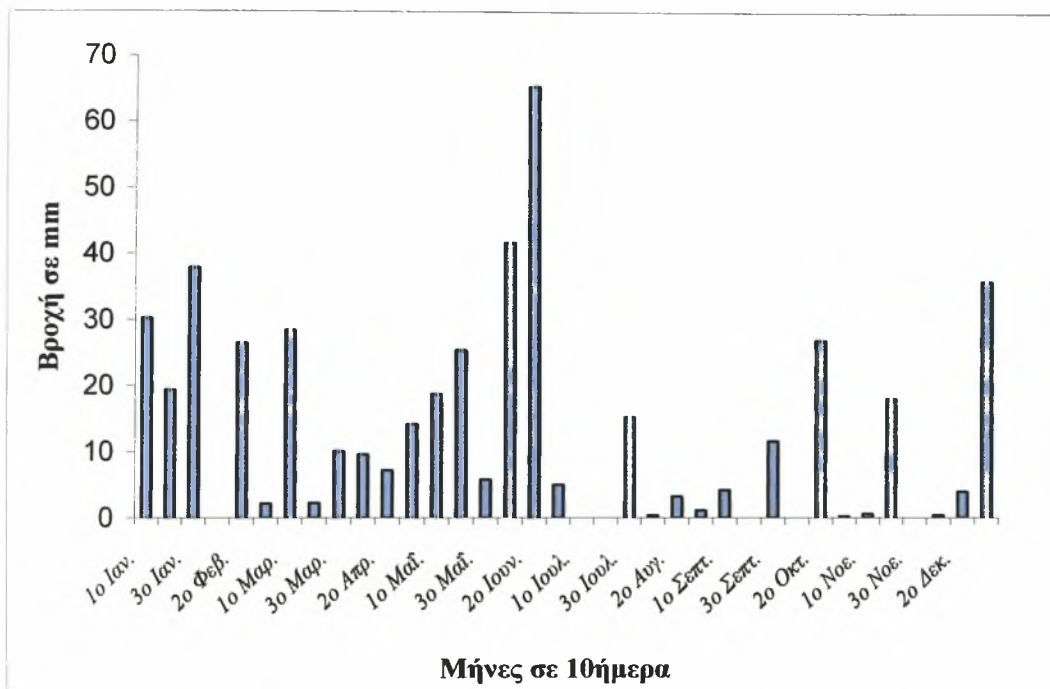
Σχήμα 3.15 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στις μεταχειρίσεις Ε80%ΕΤ και Υ80%ΕΤ. (Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίνακα 3.2 και στη στήλη (6) του Πίνακα 3.3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Κλιματικά δεδομένα

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται ανά 10ήμερο, οι τιμές βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του έτους 2004 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας.



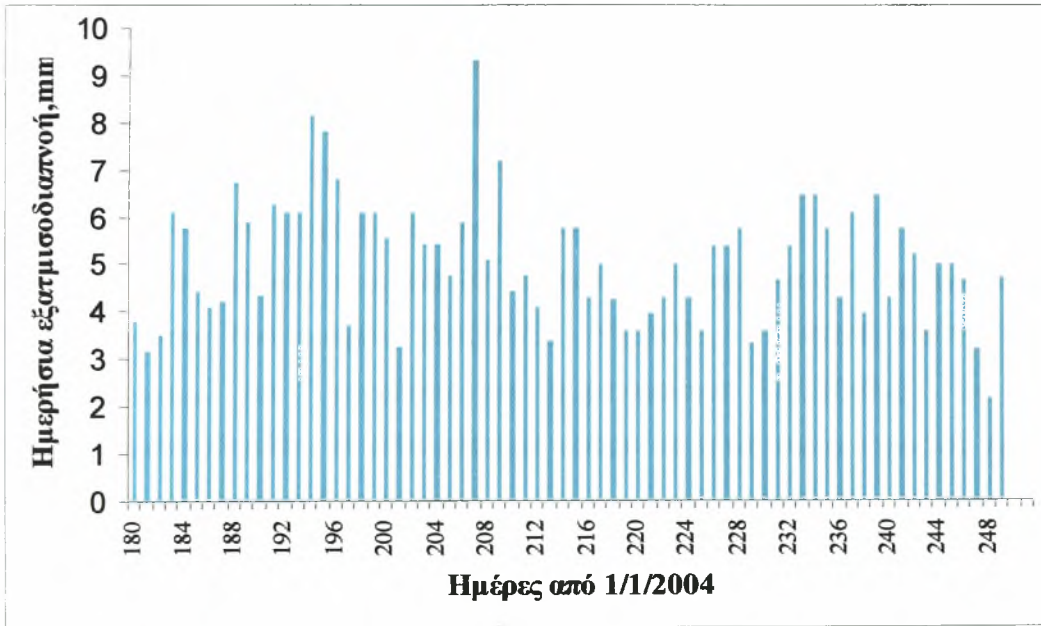
Σχήμα 4.1 Τιμές βροχόπτωσης ανά 10ήμερο του έτους 2004.

Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου σημειώθηκαν 7 βροχοπτώσεις με μεγαλύτερης έντασης εκείνη που στις 24/07/2004 (6,29mm). Από την ημερομηνία έναρξης της στάγδην άρδευσης (01/07/2004) έως και την ημερομηνία της τελευταίας άρδευσης (06/09/2004) η συνολική βροχόπτωση ήταν 24,27mm. Από την ημερομηνία σποράς (15/05/2004) έως και την έναρξη της στάγδην άρδευσης η συνολική βροχόπτωση ήταν 183,4 mm, με μεγαλύτερης έντασης επεισόδιο εκείνο που σημειώθηκε στις 19/06/2004 (60,94mm).

Οι μειωμένες βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της κύριας

αρδευτικής περιόδου έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη αξιολόγηση των μεθόδων άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού, αφού οι αναγκαίες ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κατά κύριο λόγο μέσω της άρδευσης.

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας.

(Οι τιμές αντιστοιχούν στη στήλη 11 του Πίνακα 3.2)

Η μεγαλύτερη τιμή της εξατμισοδιαπνοής ήταν 9,316 mm και σημειώθηκε στις 25/07/2004.

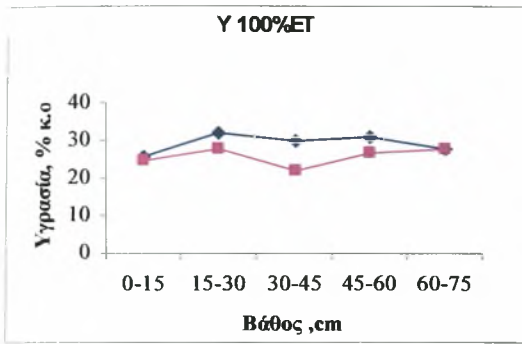
4.2 Υγρασία εδάφους

Ο κατάλληλος συγχρονισμός της άρδευσης και η εφαρμογή της απαραίτητης ποσότητας νερού μπορεί να μεγιστοποιήσει την παραγωγή των καλλιεργειών, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους από ασθένειες και την αλόγιστη χρήση νερού.

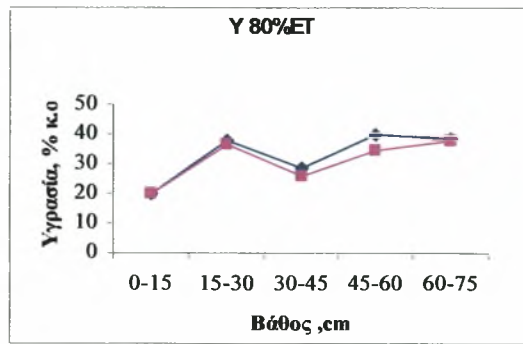
Το βαμβάκι έχει ένα σχετικά βαθύ ριζικό σύστημα που μπορεί να απορροφήσει αποτελεσματικά το νερό από βάθος μέχρι και 100 cm, εφόσον δεν υπάρχουν αδιαπέραστοι οριζόντες στο εδαφικό προφίλ. Αυτό γίνεται κυρίως με τις δευτερεύουσες ρίζες και ριζίδια τα οποία εκφύονται και αναπτύσσονται οριζόντια από την κεντρική ρίζα. Συνεπώς, η άρδευση μπορεί να είναι ελάχιστη, εάν υπάρχει διαθέσιμο νερό κοντά στη ζώνη του ριζοστρώματος.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 μετρήσεις υγρασίας για κάθε μεταχείριση με εύρος άρδευσης δύο ημερών (Y100%ET, Y80%ET, E100%ET, E80%ET και E100%ET_{Se=0,4m}) και 7 μετρήσεις για τη μεταχείριση EKT100%ET, με εύρος άρδευσης ανά εβδομάδα. Η κάθε μέτρηση αφορά σε λήψη τιμών υγρασίας πριν το πότισμα και μια μέρα μετά το πότισμα.

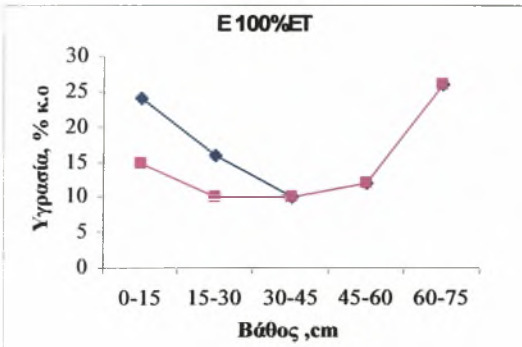
Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στις έξι μεταχειρίσεις φαίνεται στα παρακάτω Σχήματα 4.3 – 4.12 (α), (β), (γ), (δ), (ε), (στ).



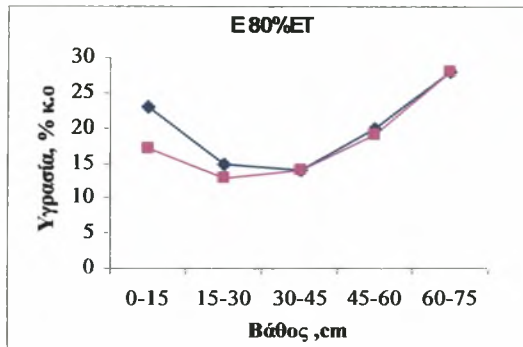
(α)



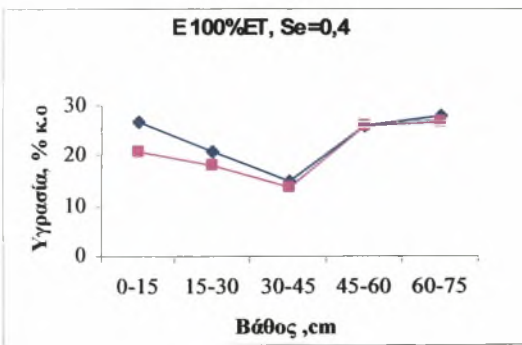
(β)



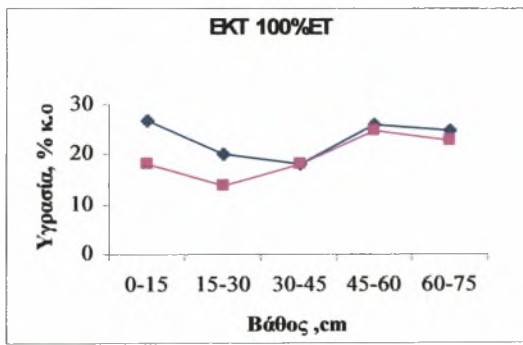
(γ)



(δ)



(ε)

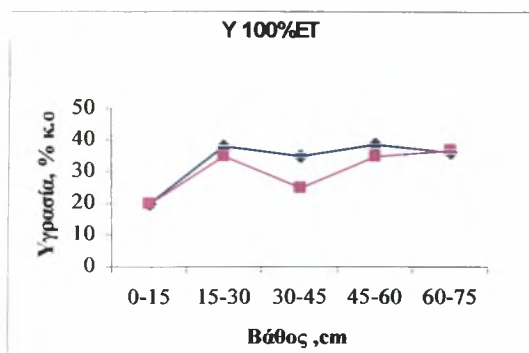


(στ)

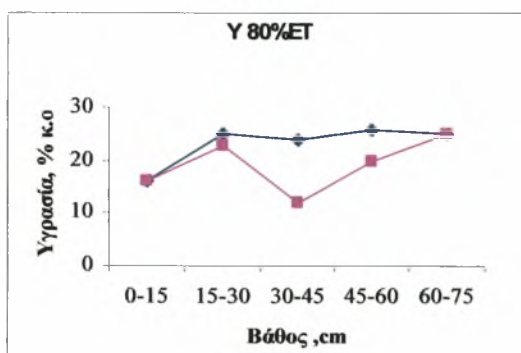
■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

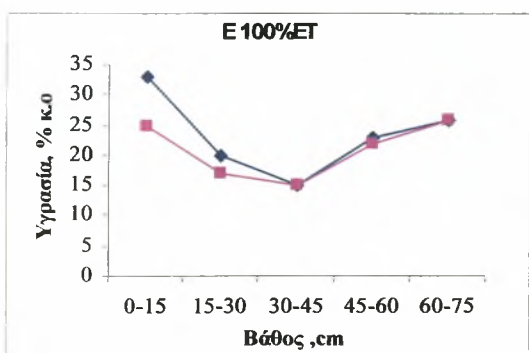
Σχήμα 4.3 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 1^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (1/ 07/ 2004)



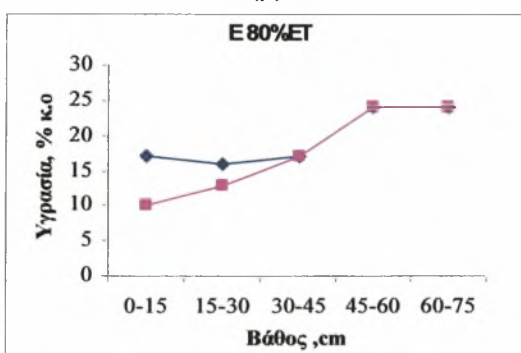
(α)



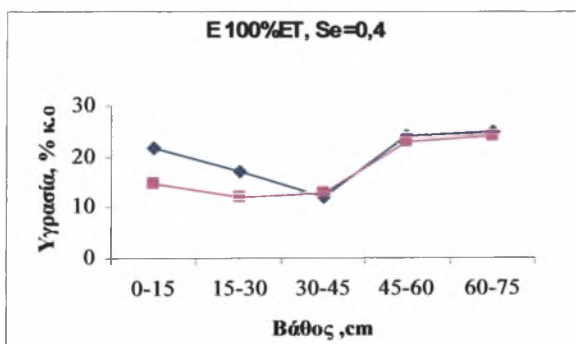
(β)



(γ)



(δ)



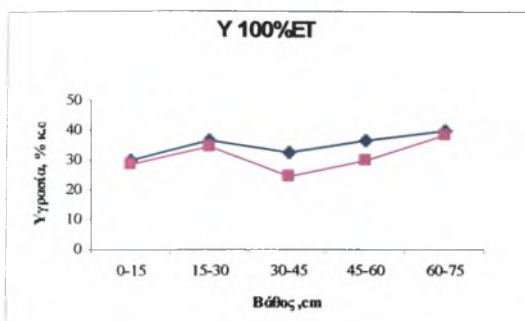
(ε)

■ Πριν την άρδευση

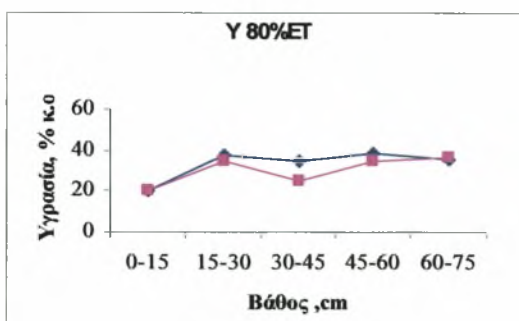
◆ Μετά την άρδευση

Σχήμα 4.4 α, β, γ, δ, ε,

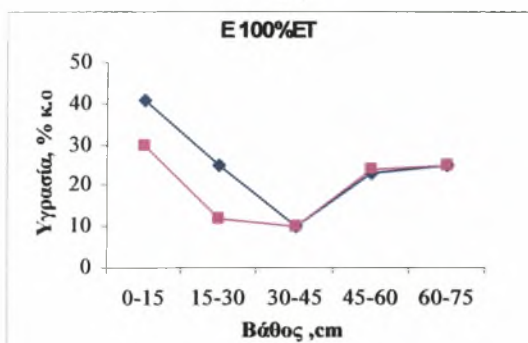
Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 2^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (9/ 07/ 2004)



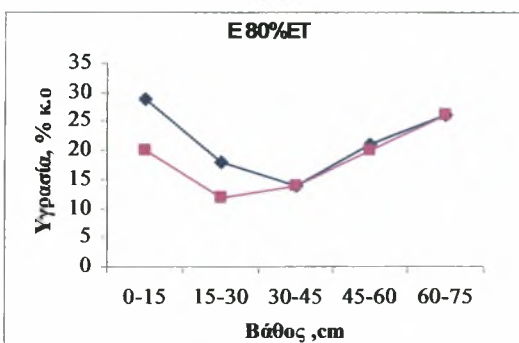
(α)



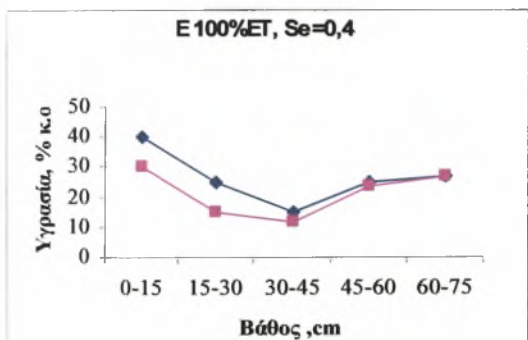
(β)



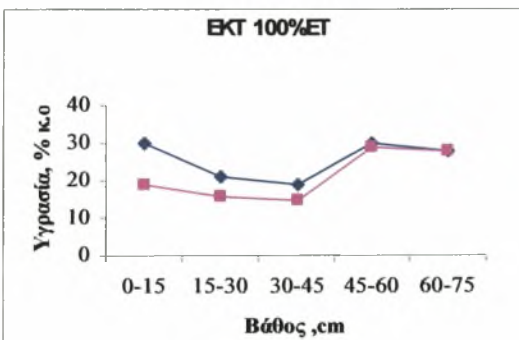
(γ)



(δ)



(ε)

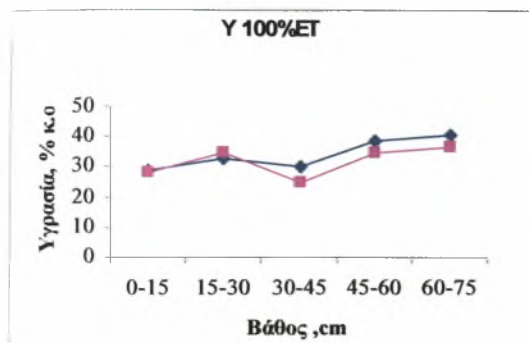


(στ)

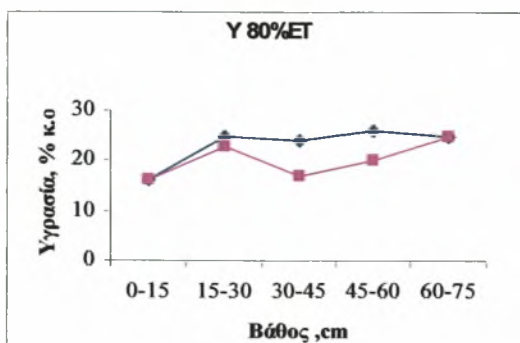
■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

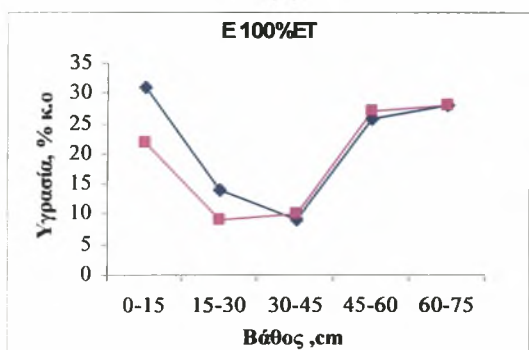
Σχήμα 4.5 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 3^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας(1/ 07/ 2004)



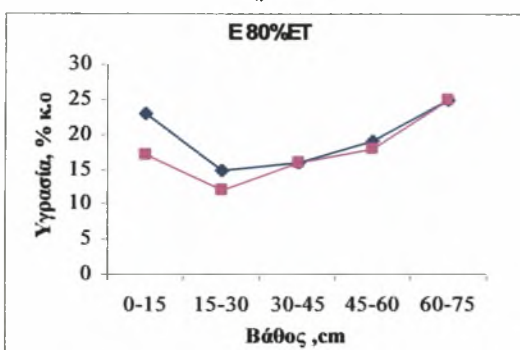
(α)



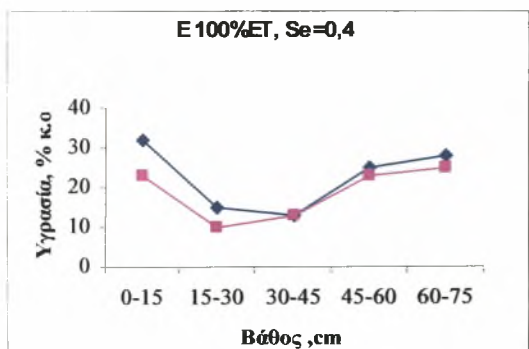
(β)



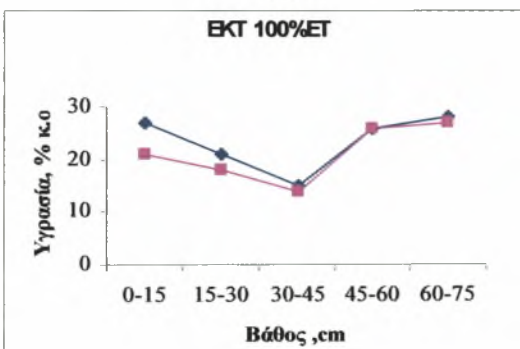
(γ)



(δ)



(ε)

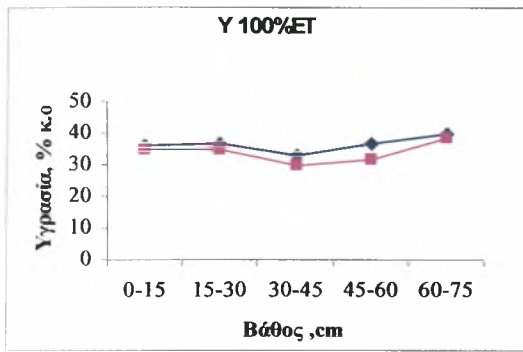


(στ)

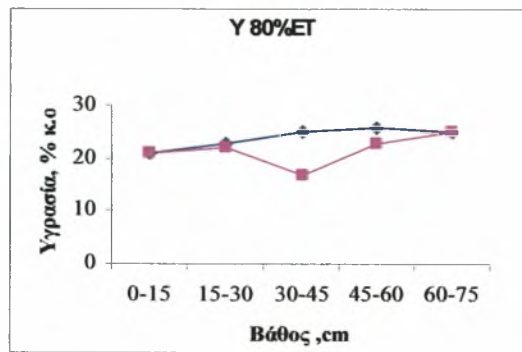
—■— Πριν την άρδευση

—◆— Μετά την άρδευση

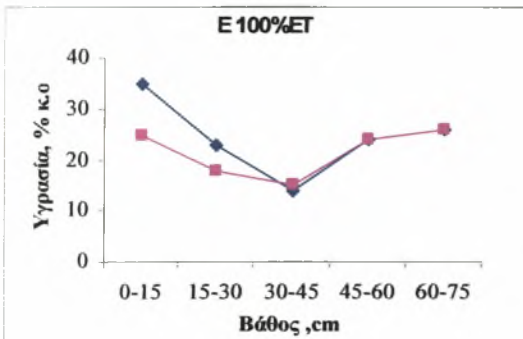
Σχήμα 4.6 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 4^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (21/ 07/ 2004 και 22/ 07/ 2004 για την EKT100%ET)



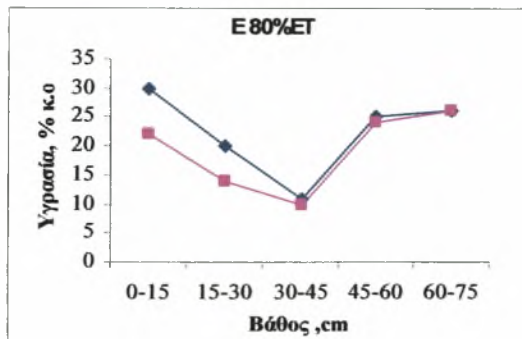
(α)



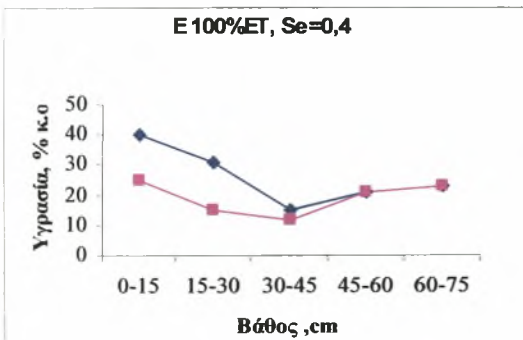
(β)



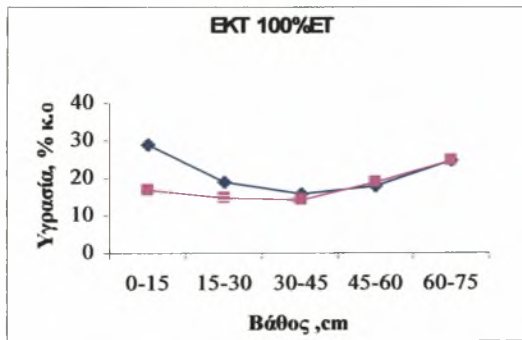
(γ)



(δ)



(ε)

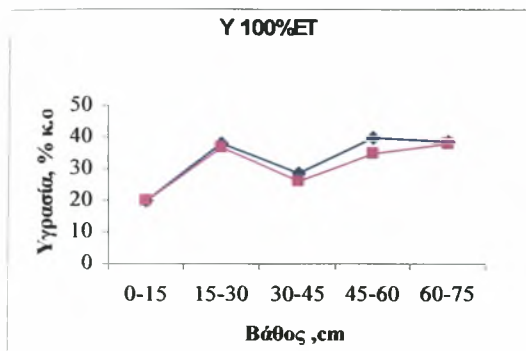


(στ)

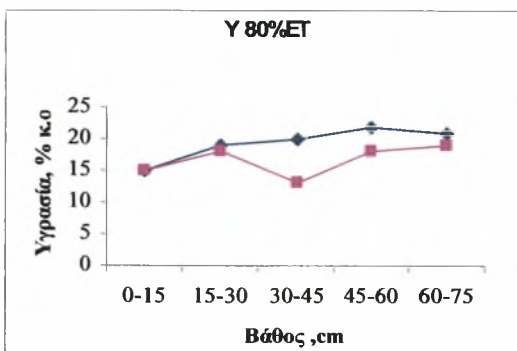
■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

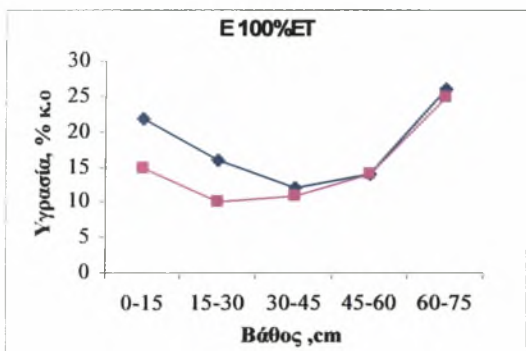
Σχήμα 4.7 α, β, γ, δ, ε, στ Διακόμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 5^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (29/ 07/ 2004)



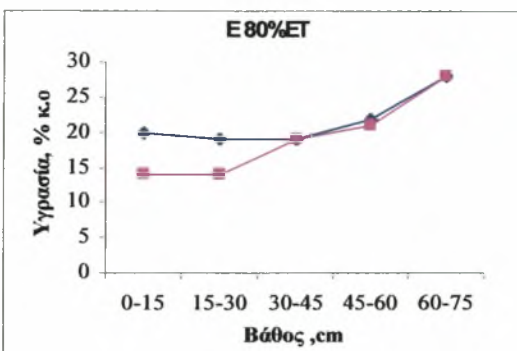
(α)



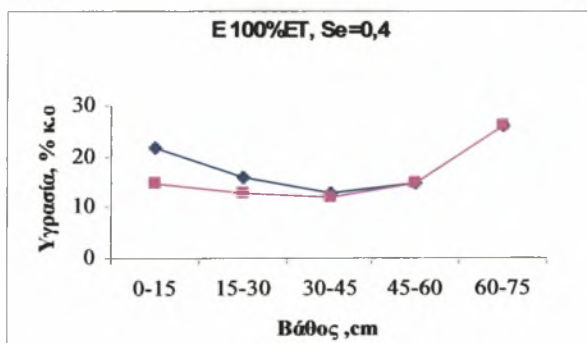
(β)



(γ)



(δ)



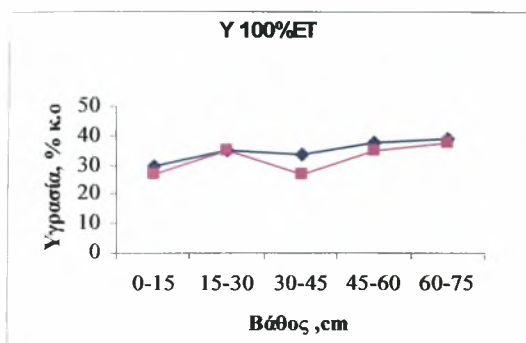
(ε)

■ Πριν την άρδευση

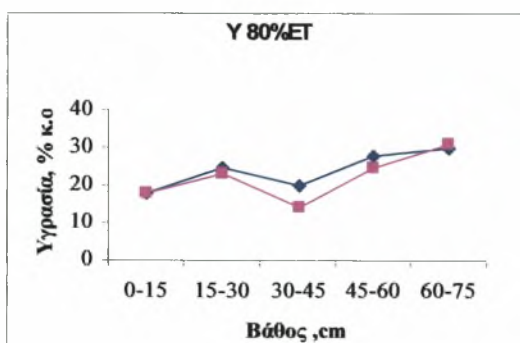
◆ Μετά την άρδευση

Σχήμα 4.8 α, β, γ, δ, ε,

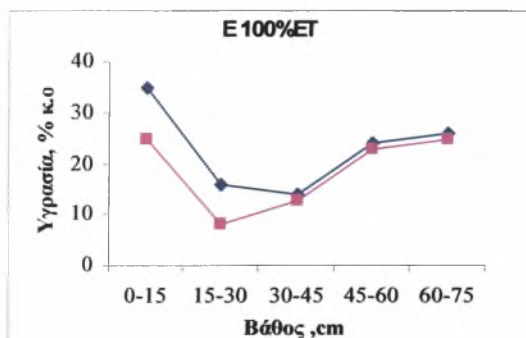
Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 6^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (6/ 08/ 2004)



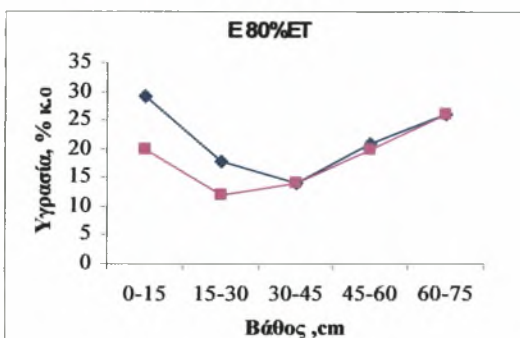
(α)



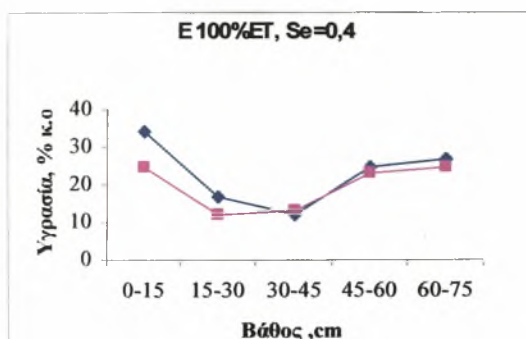
(β)



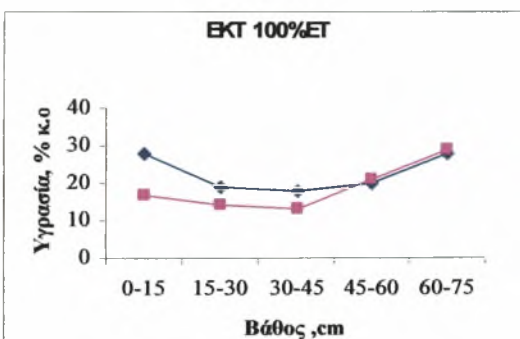
(γ)



(δ)



(ε)

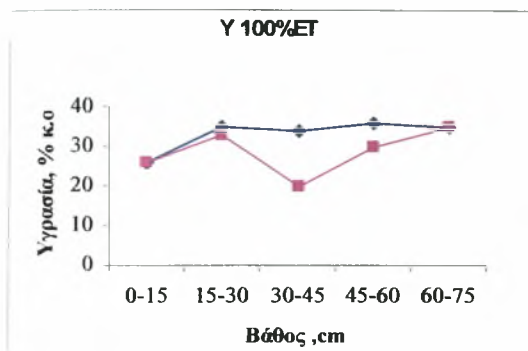


(στ)

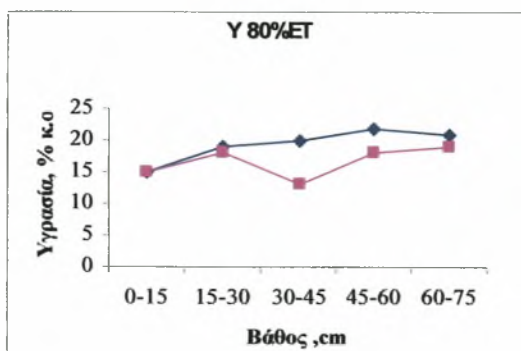
■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

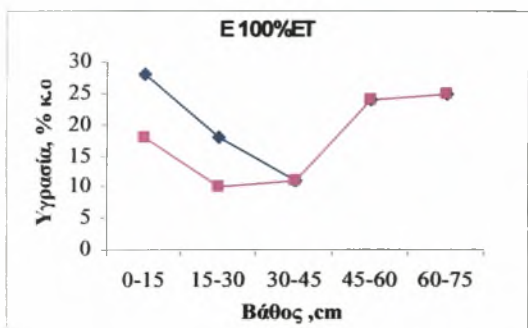
Σχήμα 4.9 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 7^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (12/ 08/ 2004)



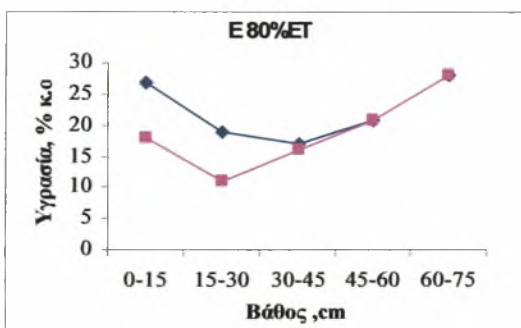
(α)



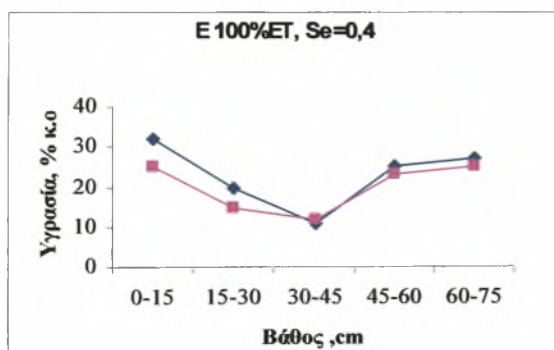
(β)



(γ)



(δ)



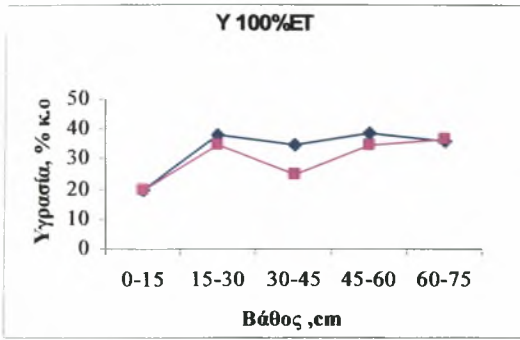
(ε)

■ Πριν την άρδευση

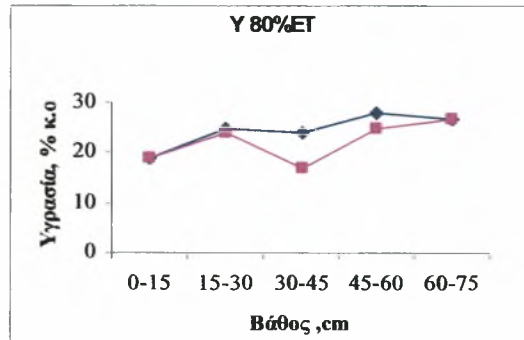
◆ Μετά την άρδευση

Σχήμα 4.10 α, β, γ, δ, ε,

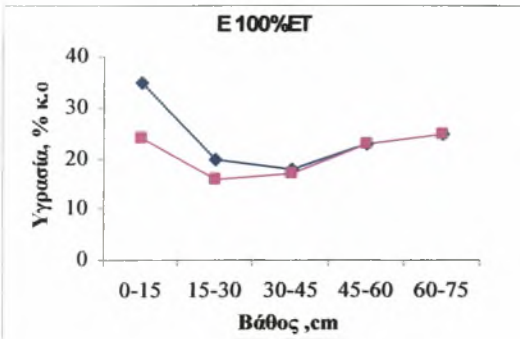
Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 8^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (6/ 08/ 2004)



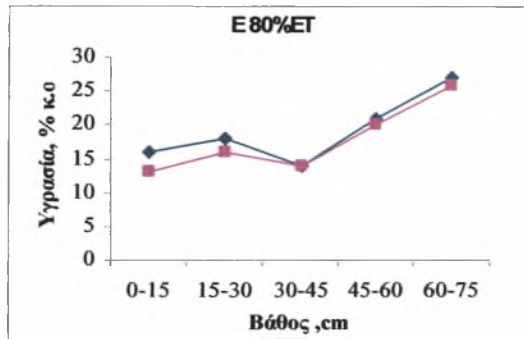
(α)



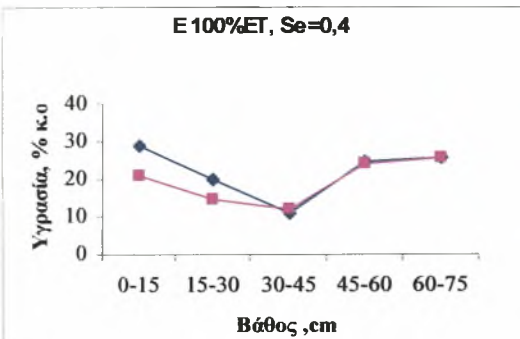
(β)



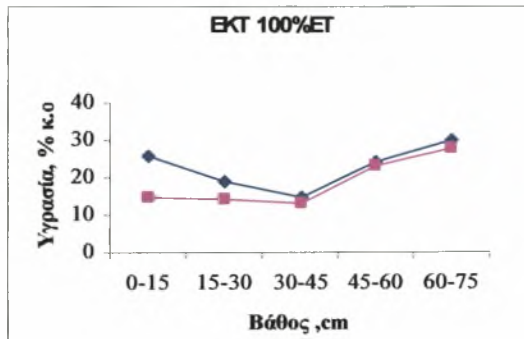
(γ)



(δ)



(ε)

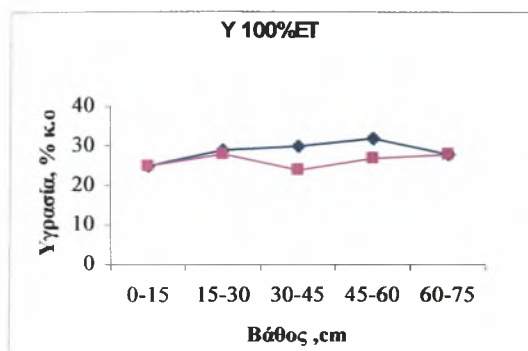


(στ)

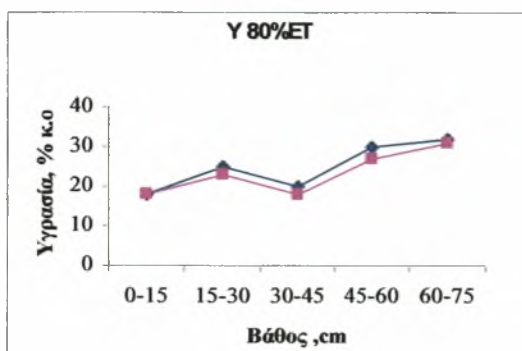
■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

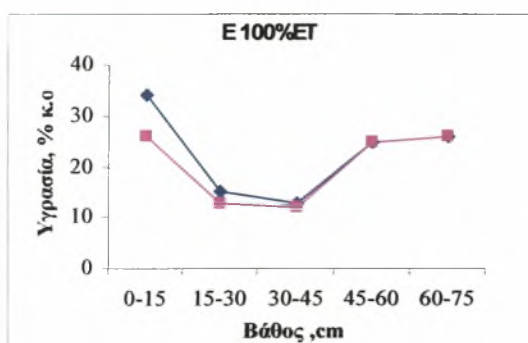
Σχήμα 4.11 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 9^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (26/ 08/ 2004)



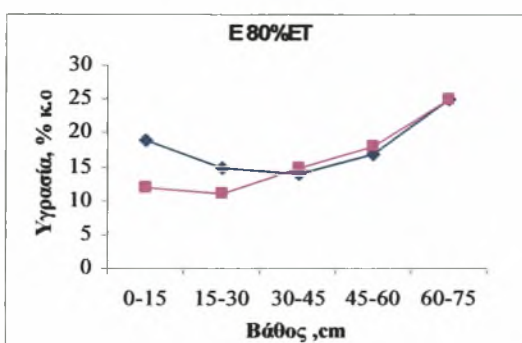
(α)



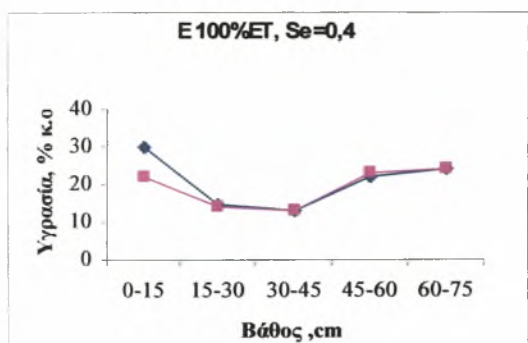
(β)



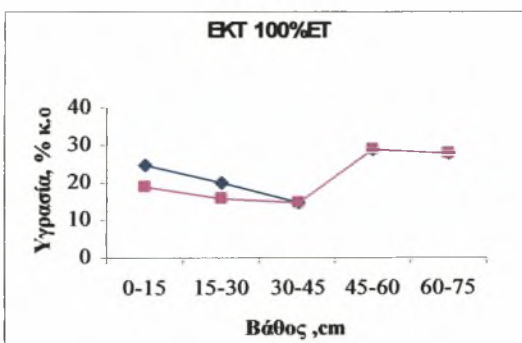
(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

■ Πριν την άρδευση

◆ Μετά την άρδευση

Σχήμα 4.12 α, β, γ, δ, ε, στ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στη 10^η μέτρηση εδαφικής υγρασίας (6/ 09/ 2004)

Χρησιμοποιώντας για ανάλυση την άρδευση της 15^{ης} Ιουλίου (3^η μέτρηση), κατά την οποία ποτίστηκαν και οι έξι μεταχειρίσεις και για μέτρηση της εδαφικής υγρασίας πριν και μετά την άρδευση παρατηρήθηκε διαφορετική εξέλιξη μεταξύ των υπογείων και των επιφανειακών μεθόδων άρδευσης.

Στα Σχήματα 4.5 (α), (β), στα οποία απεικονίζεται η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στις υπόγειες αρδεύσεις, παρατηρείται ότι η υγρασία μετά την άρδευση, είναι αυξημένη σε βάθος μεταξύ των 30 και 60 cm, πλησίον του βάθους των σταλακτών. Αυτό έχει σα συνέπεια το χορηγούμενο νερό να είναι πιο εύκολα διαθέσιμο για πρόσληψη από τις ρίζες των φυτών. Αντιθέτως, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους δεν παρατηρείται ιδιαίτερη αλλαγή και οι υγρασίες πριν και μετά την άρδευση κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα.

Στα Σχήματα 4.3 (γ), (δ), (ε) και (στ), στα οποία απεικονίζεται η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στις επιφανειακές αρδεύσεις, η υγρασία μετά την άρδευση αυξάνει στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, μεταξύ των 0 και 45 cm ακολουθώντας όμως φθίνουσα πορεία, ενώ δε παρατηρείται καμία αξιόλογη μεταβολή σε μεγαλύτερα βάθη.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί πως οι τιμές της μεταβολής της εδαφικής υγρασίας πρέπει να βρίσκονται πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης ($PWP = 14,32\% \text{ κ.ο}$) και κοντά στην υδατοικανότητα ($FC = 26,08\% \text{ κ.ο}$). Αυτό ακολουθείται στις μετρήσεις των υπογείων μεταχειρίσεων και στα πέντε βάθη, ενώ υπάρχουν αποκλίσεις, σημαντικές σε ορισμένες μετρήσεις, στις επιφανειακές μεταχειρίσεις, κυρίως στα μεγαλύτερα των 45 εκατοστών βάθη. Συνεπώς το τμήμα της καλλιέργειας (πειραματικά τεμάχια), όπου εφαρμόστηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση, δε βρέθηκε ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης.

Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τη διαπίστωση των Neibling et al. (1997), για την ικανότητα του συστήματος άρδευσης με υπόγειους σταλακτηφόρους αγωγούς να διατηρεί την εδαφική υγρασία στο βάθος των 30 – 45 cm, σε επίπεδα τέτοια ώστε η τιμή της να μην υπερβαίνει ποτέ τα 50 cbars (ένδειξη τενσιομέτρου), τιμή πάνω από την οποία το έδαφος χαρακτηρίζεται ξηρό, στους περισσότερους τύπους εδαφών.

Ανάλογη διαπίστωση αναφέρουν και οι Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη κ.ά., (2002), μετά από μετρήσεις σε πειραματικές καλλιέργειες στην ίδια περιοχή.

Ενδιαφέρον επίσης, παρουσιάζουν και οι παρατηρήσεις που έγιναν στον αγρό, σχετικά με τη μη ύπαρξη ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκε η

υπόγεια άρδευση.

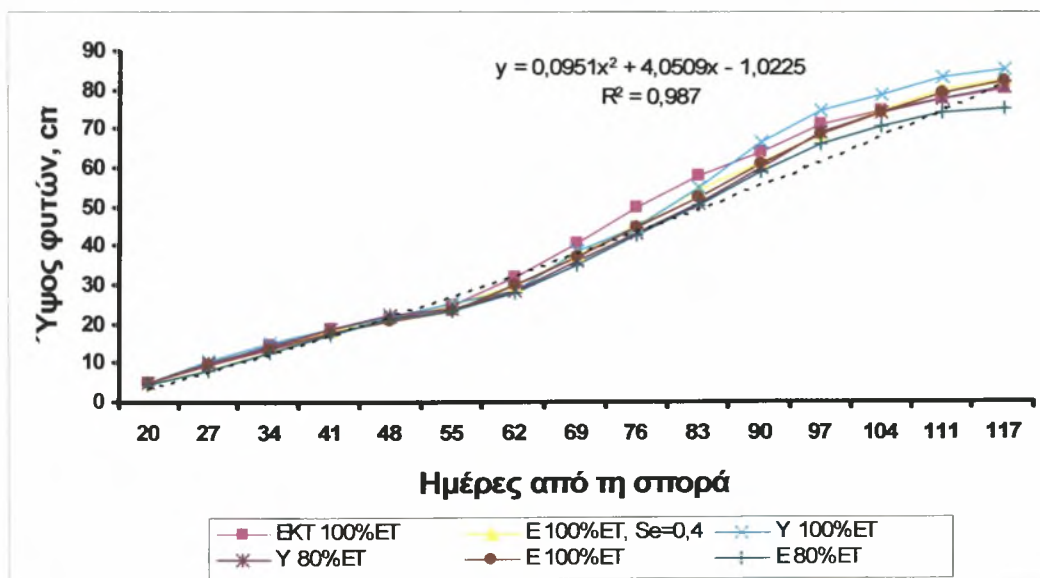
Ανάλογη διακύμανση διαμορφώνεται σε όλες τις μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας.

4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων

4.3.1 Ύψος κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακόφυτου.

Στο Σχήμα 4.13 απεικονίζεται η εξέλιξη του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού σε σχέση με το χρόνο, για κάθε μια από τις έξι μεταχειρίσεις.

Στη τελική διαμόρφωση των υψών παρατηρείται μία υπεροχή της μεταχείρισης Y100%ET σε επίπεδο μέσων όρων. Αρκετά κοντά στο τελικό μέσο όρο του ύψους της Y100%ET κινείται και ο τελικός μέσος όρος του ύψους της μεταχείρισης E100%ET_{Se=0,4m}, η οποία είναι η μόνη μεταχείριση στην οποία χρησιμοποιήθηκαν σταλακτηφόροι αγωγοί με διαφορετική απόσταση οπών. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.13, στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας η αύξηση του ύψους των φυτών έχει την ίδια μορφή και τις ίδιες τιμές ενώ αρχίζει να αλλάζει κατά το έκτο δεκαήμερο από τη σπορά. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το πρόγραμμα άρδευσης όλων των μεταχειρίσεων μπήκε σε εφαρμογή την 45^η ημέρα από τη σπορά. Η παρόμοια ανάπτυξη έως τότε οφείλεται στην σπορά ακριβείας, την ομοιομορφία φυτρώματος και την ομοιομορφία ποτίσματος (όλα τα πειραματικά τεμάχια δεχτήκαν ως την έναρξη του προγράμματος άρδευσης ίδιες ποσότητες νερού χορηγούμενες με καρούλι).



Σχήμα 4.13 Εξέλιξη του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Για τη μέτρηση του ύψους πραγματοποιήθηκαν συνολικά 15 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 05/06/04, 20 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν στις 10/09/04, 117 ημέρες από τη σπορά. Στον Πίνακα 4.1 περιέχεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του ύψους στις έξι μεταχειρίσεις.

Εξαιρώντας την μεταχείριση E80%ET, η οποία από τις πρώτες μετρήσεις είναι σημαντικά μικρότερη, στις υπόλοιπες δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις τέσσερις πρώτες μετρήσεις όπου χορηγείται ίδια ποσότητα νερού και με τον ίδιο τρόπο άρδευσης. Στις επόμενες μετρήσεις, από την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος άρδευσης εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Σε μια υποθετική κατάταξη υψών από το μεγαλύτερο στο μικρότερο παρατηρούνται σημαντικά μικρότερα ύψη και των πέντε μεταχειρίσεων έναντι της μεταχείρισης Y100%ET. Επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώνονται και ανάμεσα στις ακραίες τιμές της κατάταξης, ενώ οι μεσαίες δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

Συνοψίζοντας αξίζει να αναφέρουμε πως το μεγαλύτερο ύψος σημειώθηκε από τη μεταχείριση Y100%ET και ακολούθησε η E100%ET_{se=0,4m}, ενώ το μικρότερο ύψος σε όλες τις μετρήσεις σημειώθηκε από την E80%ET. Η μεταχείριση η οποία ακολουθεί την καλλιεργητική τεχνική όσον αφορά το εύρος άρδευσης, παρουσιάζει τελική μέτρηση ύψους λίγο μικρότερη από το μέσο όρο και των έξι μεταχειρίσεων.

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων ύψους βλαστού, cm	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
1^η μέτρηση	Y80%ET	5,00 ^A	0,4694	6,18
	E100%ET	5,25 ^A		
	05/06 (α)	Y100%ET		
(20) (β)	EKT100%ET	5,00 ^A		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	5,25 ^A		
	E80%ET	4,50 ^B		
2^η μέτρηση	Y80%ET	10,00 ^A	0,8214	5,66
	E100%ET	9,75 ^A		
	12/06	Y100%ET		
(27)	EKT100%ET	9,75 ^A		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	9,75 ^A		
	E80%ET	8,00 ^B		
3^η μέτρηση	Y80%ET	14,25 ^{BC}	0,7788	3,65
	E100%ET	13,75 ^C		
	19/06	Y100%ET		
(34)	EKT100%ET	14,75 ^{AB}		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	14,25 ^{BC}		
	E80%ET	12,50 ^D		
4^η μέτρηση	Y80%ET	19,00 ^A	0,9532	3,43
	E100%ET	17,75 ^{BC}		
	26/06	Y100%ET		
(41)	EKT100%ET	19,00 ^A		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	18,50 ^{AB}		
	E80%ET	17,50 ^C		
5^η μέτρηση	Y80%ET	22,25 ^A	0,8547	4,50
	E100%ET	21,00 ^{CD}		
	03/07	Y100%ET		
(48)	EKT100%ET	21,25 ^C		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	22,00 ^{AB}		
	E80%ET	21,25 ^C		
6^η μέτρηση	Y80%ET	23,75 ^{AB}	1,612	4,41
	E100%ET	23,25 ^C		
	10/07	Y100%ET		
(55)	EKT100%ET	25,00 ^{AB}		
	E100%ET, <i>Se</i> =0,4m	24,75 ^{ABC}		
	E80%ET	23,50 ^{BC}		

^α Ημερομηνία μέτρησης

^β Μέρες από τη σπορά

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων ύψους βλαστού,cm	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)	
7^η μέτρηση	Y80%ET	28,50 ^B	2,633	5,93	
	E100%ET	30,25 ^{AB}			
	17/07 (α)	Y100%ET			28,50 ^{AB}
	(62) (β)	EKT100%ET			32,00 ^A
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			29,75 ^{AB}
	E80%ET	28,00 ^B			
8^η μέτρηση	Y80%ET	36,25 ^{CD}	2,136	3,77	
	E100%ET	37,00 ^{BC}			
	24/07	Y100%ET			38,50 ^B
	(69)	EKT100%ET			40,75 ^A
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			37,50 ^{BC}
	E80%ET	35,25 ^D			
9^η μέτρηση	Y80%ET	43,00 ^{CD}	1,919	2,83	
	E100%ET	44,75 ^{BC}			
	31/07	Y100%ET			45,00 ^B
	(76)	EKT100%ET			50,00 ^A
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			45,25 ^B
	E80%ET	42,50 ^D			
10^η μέτρηση	Y80%ET	50,75 ^D	2,45	3,04	
	E100%ET	52,50 ^{CD}			
	07/08	Y100%ET			55,00 ^B
	(83)	EKT100%ET			58,00 ^A
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			54,50 ^{BC}
	E80%ET	50,50 ^D			
11^η μέτρηση	Y80%ET	60,25 ^{CD}	1,900	2,03	
	E100%ET	61,00 ^C			
	14/08	Y100%ET			66,50 ^A
	(90)	EKT100%ET			64,25 ^B
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			61,75 ^C
	E80%ET	58,75 ^D			
12^η μέτρηση	Y80%ET	69,00 ^B	2,663	2,53	
	E100%ET	68,75 ^{BC}			
	21/08	Y100%ET			74,50 ^A
	(97)	EKT100%ET			71,25 ^B
		E100%ET, <i>Se</i> =0,4m			68,75 ^{BC}
	E80%ET	66,25 ^C			

^α Ημερομηνία μέτρησης

^β Μέρες από τη σορά

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων ύψους βλαστού,cm	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)	
13^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	74,00 ^B	2,527	2,25	
	Ε100%ΕΤ	74,00 ^B			
	28/08 (α)	Υ100%ΕΤ			79,00 ^A
	(104) (β)	ΕΚΤ100%ΕΤ			74,50 ^B
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			74,50 ^B
	Ε80%ΕΤ	70,50 ^C			
14^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	77,75 ^C	1,944	1,64	
	Ε100%ΕΤ	79,25 ^{BC}			
	04/09	Υ100%ΕΤ			83,50 ^A
	(111)	ΕΚΤ100%ΕΤ			77,75 ^C
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			80,25 ^B
	Ε80%ΕΤ	74,25 ^D			
15^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	80,75 ^{CD}	1,641	1,34	
	Ε100%ΕΤ	82,25 ^{BC}			
	10/09	Υ100%ΕΤ			85,50 ^A
	(117)	ΕΚΤ100%ΕΤ			80,50 ^D
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			82,75 ^B
	Ε80%ΕΤ	75,50 ^E			

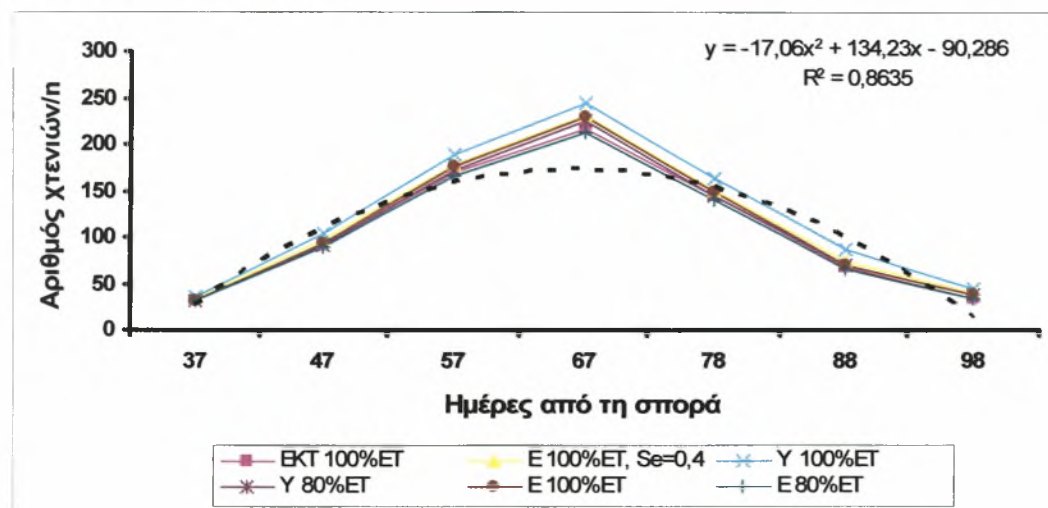
^α Ημερομηνία μέτρησης

^β Μέρες από τη σορά

4.3.2 Αριθμός χτενιών

Στο Σχήμα 4.14 απεικονίζεται η εξέλιξη του αριθμού παραγωγής χτενιών σε σχέση με το χρόνο για κάθε μια από τις μεταχειρίσεις.

Η μέγιστη τιμή παραγωγής χτενιών σημειώθηκε κατά το έβδομο 10ήμερο από τη σπορά. Όπως και στις μετρήσεις του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού, έτσι και στη μέτρηση του αριθμού των χτενιών είναι ξεκάθαρη η υπεροχή της μεταχείρισης Y100%ET. Η μεγαλύτερη τιμή που μετρήθηκε είναι 245 χτένια/m, υπολογιζόμενη ως μέσος όρος των τεσσάρων επαναλήψεων και σημειώθηκε 67 ημέρες μετά τη σπορά. Την ίδια ημέρα μέτρησης εμφανίζονται οι μέγιστες τιμές χτενιών στο σύνολο των μεταχειρίσεων. Αμέσως μετά αρχίσε η μείωση του αριθμού των χτενιών εφόσον πλέον μπαίνουν στον παραγωγικό ρυθμό ανάπτυξης του καρυδιού ενώ άλλα πέφτουν. Ήδη από τη δεύτερη μέτρηση η οποία γίνεται αμέσως μετά την εφαρμογή του προγράμματος άρδευσης τη μεγαλύτερη παραγωγή χτενιών εμφανίζει η μεταχείριση Y100%ET την οποία και διατηρεί σε όλες τις επόμενες μετρήσεις.



Σχήμα 4.14 Εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής χτενιών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Η μεταχείριση E100%ET_{Se=0,4m} έρχεται δεύτερη σε δυναμικότητα, ενώ τη μικρότερη παραγωγική δυνατότητα εμφανίζει η E80%ET. Στη μέση παραγωγική ικανότητα κατατάσσονται οι μεταχειρίσεις Y80%ET και E100%ET πράγμα εντελώς

φυσιολογικό αν υποθέσουμε ότι το 20% λιγότερο νερό άρδευσης που χρησιμοποιείται στην πρώτη αντισταθμίζεται από το γεγονός πως το νερό της άρδευσης της χορηγείται πολύ κοντά στο ριζικό της σύστημα. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως η μεταχείριση η οποία ακολουθεί τη καλλιεργητική τεχνική (EKT100%ET), βρίσκεται σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις κάτω του μέσου όρου και των έξι μεταχειρίσεων.

Για τη μέτρηση του αριθμού χτενιών πραγματοποιήθηκαν συνολικά 7 μετρήσεις ανά 10ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 22/06/04, 36 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν στις 22/08/04, 97 ημέρες από τη σπορά. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού χτενιών/m και στις έξι μεταχειρίσεις.

Εξαιρώντας την πρώτη μέτρηση, η μεταχείριση E80%ET υπολείπεται σημαντικά των άλλων πέντε μεταχειρίσεων. Ωστόσο στη πρώτη μέτρηση δεν διαφέρουν σημαντικά οι E80%ET, EKT100%ET, Y80%ET και E100%ET μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις Y100%ET και E100%ET_{se=0,4m}. Από τη δεύτερη μέτρηση και για όλες τις μεταγενέστερες, γίνεται ξεκάθαρη η υπεροχή της Y100%ET η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες. Στη τρίτη και τη τέταρτη μέτρηση (μέγιστος αριθμός χτενιών για όλες) παρατηρείται πως και οι έξι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Στη πέμπτη μέτρηση δε διαφέρουν σημαντικά οι Y80%ET και η EKT100%ET, βρίσκονται όμως στη προτελευταία θέση της παραγωγικής ικανότητας. Τέλος στην έκτη και έβδομη μέτρηση συγκλίνουν πλέον οι E100%ET και Y80%ET, ενώ η μεταχείριση της καλλιεργητικής τεχνικής (EKT100%ET) δεν διαφέρει σημαντικά με την E80%ET οι οποίες και κατατάσσονται τελευταίες σε αριθμό χτενιών.

Πίνακας 4.2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης των χτενιών του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων χτένια/m	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)
1^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	32 ^b	1,726	3,49
	Ε100%ΕΤ	31 ^b		
	22/6 (α) Υ100%ΕΤ	36 ^a		
	(36) (β) ΕΚΤ100%ΕΤ	32 ^b		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	35 ^a		
	Ε80%ΕΤ	31 ^b		
2^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	92 ^d	1,726	1,21
	Ε100%ΕΤ	94 ^c		
	2/7 Υ100%ΕΤ	105 ^a		
	(46) ΕΚΤ100%ΕΤ	92 ^d		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	97 ^b		
	Ε80%ΕΤ	90 ^e		
3^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	172 ^d	1,251	0,47
	Ε100%ΕΤ	176 ^c		
	12/7 Υ100%ΕΤ	190 ^a		
	(56) ΕΚΤ100%ΕΤ	170 ^e		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	179 ^b		
	Ε80%ΕΤ	165 ^f		
4^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	225 ^d	1,866	0,55
	Ε100%ΕΤ	230 ^c		
	22/7 Υ100%ΕΤ	245 ^a		
	(66) ΕΚΤ100%ΕΤ	218 ^e		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	232 ^b		
	Ε80%ΕΤ	212 ^f		
5^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	145 ^d	1,636	0,73
	Ε100%ΕΤ	149 ^c		
	2/8 Υ100%ΕΤ	164 ^a		
	(77) ΕΚΤ100%ΕΤ	144 ^d		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	152 ^b		
	Ε80%ΕΤ	140 ^c		
6^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	70 ^c	1,853	1,69
	Ε100%ΕΤ	71 ^c		
	12/8 Υ100%ΕΤ	88 ^a		
	(87) ΕΚΤ100%ΕΤ	71 ^c		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	75 ^b		
	Ε80%ΕΤ	68 ^d		
7^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	38 ^c	1,251	2,17
	Ε100%ΕΤ	38 ^c		
	22/8 Υ100%ΕΤ	44 ^a		
	(97) ΕΚΤ100%ΕΤ	35 ^d		
	Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m	40 ^b		
	Ε80%ΕΤ	34 ^d		

^a Ημερομηνία μέτρησης

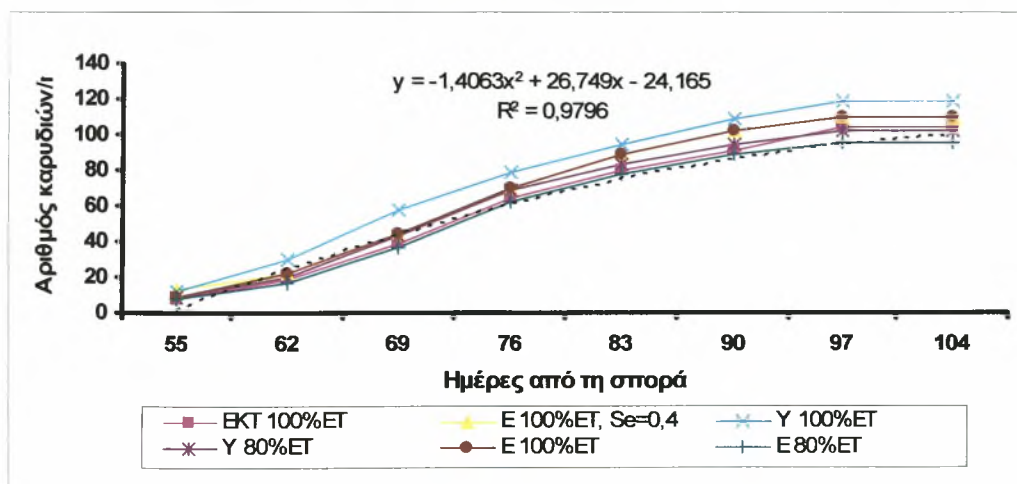
^b Μέρες από τη σπορά

4.3.3 Αριθμός καρυδιών

Στο Σχήμα 4.15 απεικονίζεται η εξέλιξη του ρυθμού ωρίμανσης καρυδιών σε σχέση με το χρόνο για κάθε μια από τις μεταχειρίσεις.

Η περίοδος ωρίμανσης των καρυδιών αρχίζει το έκτο δεκαήμερο από τη σοδιά. Ο κύκλος ωρίμανσης των καρυδιών ολοκληρώνεται σε διάστημα περίπου δύο μηνών όπου πλέον έχει σταθεροποιηθεί ο αριθμός των καρυδιών ενώ έχουν ήδη αρχίσει να ανοίγουν. Στο Σχήμα 4.15 φαίνεται ότι οι μετρήσεις του αριθμού των καρυδιών έγιναν μετά την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος άρδευσης.

Στη τελική διαμόρφωση του αριθμού των καρυδιών τη μεγαλύτερη επίδοση εμφανίζει η μεταχείριση Y100%ET, γεγονός αναμενόμενο βάσει της εξέλιξης που προαναφέρθηκε σχετικά με τον αριθμό των χτενιών. Κατά τον ίδιο τρόπο στη δεύτερη θέση έρχονται οι επιφανειακές μεταχειρίσεις που δέχτηκαν άρδευση σύμφωνα με το 100% των αναγκών, δηλαδή οι E100%ET_{Se=0,4m} και E100%ET εξαιρώντας την EKT100%ET η οποία έχει διαφορετικό εύρος άρδευσης (ακολουθεί το εύρος της καλλιεργητικής τεχνικής). Τέλος από την έκτη μέτρηση και μετά αρχίζει να σταθεροποιείται ο ρυθμός αύξησης των καρυδιών, ο οποίος παρουσιάζεται σταθερός στην έβδομη (21/08/04) και όγδοη μέτρηση (28/08/04).



Σχήμα 4.15 Εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής καρυδιών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο 4 επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία

Για τη μέτρηση του αριθμού των καρυδιών πραγματοποιήθηκαν συνολικά 8 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 10/07/04, 55 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν στις 28/08/04, 104 ημέρες από τη σπορά. Στον Πίνακα 4.3 περιέχεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού καρυδιών/m για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

Στη πρώτη μέτρηση δεν διαφέρουν σημαντικά οι μεταχειρίσεις Y100%ET και E100%ET_{Se=0,4m}, ενώ είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις υπόλοιπες τέσσερις που επίσης δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Στη πρώτη μέτρηση επίσης, συγκρίνοντας τις δύο μεταχειρίσεις που δέχτηκαν το 80% των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό με βάση την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (επιφανειακή και υπόγεια), δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά. Στις επόμενες επτά μετρήσεις η Y80%ET εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι της E80%ET. Μία τέτοια εξέλιξη οδηγεί στο συμπέρασμα πως παρά το γεγονός ότι ενώ δεχόταν την ίδια ποσότητα νερού, με το ίδιο εύρος άρδευσης, υπερίσχυσε η μεταχείριση που δέχεται το νερό ποτίσματος απευθείας στο ριζικό του σύστημα.

Μεταξύ των υπογείων μεταχειρίσεων που δέχτηκαν το 100% και 80% των αναγκών σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή στη πρώτη μόνο μέτρηση δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά, ενώ στις υπόλοιπες μετρήσεις υπερτερεί η Y100%ET έναντι της Y80%ET.

Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις που δέχτηκαν το 100% των αναγκών από τη δεύτερη μέτρηση έως τη τελευταία, διακρίνεται η υπεροχή της Y100%ET η οποία είναι σε αριθμό καρυδιών/m σημαντικά μεγαλύτερη από τις άλλες τρεις. Από τις τρεις αυτές, οι οποίες δέχτηκαν επιφανειακή άρδευση δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφορά οι E100%ET και E100%ET_{Se=0,4m}, είναι όμως σημαντικά μεγαλύτερες από την EKT100%ET.

Τέλος μεταξύ της σύγκρισης των επιφανειακών μεθόδων άρδευσης ανεξαρτήτως εύρους και δόσης άρδευσης, οι μεταχειρίσεις E100%ET_{Se=0,4m} και E100%ET δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Το ίδιο συμβαίνει και με τις μεταχειρίσεις EKT100%ET και E80%ET οι οποίες είναι σαφώς σημαντικά μικρότερες από τις προαναφερθείσες μιας και καταλαμβάνουν τις τελευταίες θέσεις σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Πίνακας 4.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης των καρυδίων του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων καρύδια/m	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)	
1^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	9,0 ^b	2,324	15,68	
	Ε100%ΕΤ	9,0 ^b			
	10/07 (α)	Υ100%ΕΤ			12,0 ^a
	(55) (β)	ΕΚΤ100%ΕΤ			8,0 ^b
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			13,0 ^a
		Ε80%ΕΤ			8,0 ^b
2^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	20,0 ^c	1,209	3,71	
	Ε100%ΕΤ	22,0 ^b			
	17/07	Υ100%ΕΤ			30,0 ^a
	(62)	ΕΚΤ100%ΕΤ			19,0 ^c
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			22,0 ^b
		Ε80%ΕΤ			17,0 ^d
3^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	43,5 ^b	2,850	4,24	
	Ε100%ΕΤ	45,0 ^b			
	24/07	Υ100%ΕΤ			58,0 ^a
	(69)	ΕΚΤ100%ΕΤ			39,0 ^c
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			45,0 ^b
		Ε80%ΕΤ			36,75 ^c
4^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	69,0 ^b	2,797	2,68	
	Ε100%ΕΤ	70,0 ^b			
	31/07	Υ100%ΕΤ			79,0 ^a
	(76)	ΕΚΤ100%ΕΤ			65,0 ^c
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			70,0 ^b
		Ε80%ΕΤ			62,0 ^c
5^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	83,0 ^c	2,630	2,04	
	Ε100%ΕΤ	89,0 ^b			
	07/08	Υ100%ΕΤ			94,0 ^a
	(83)	ΕΚΤ100%ΕΤ			80,0 ^d
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			89,0 ^b
		Ε80%ΕΤ			78,0 ^d
6^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	95,0 ^c	2,851	1,93	
	Ε100%ΕΤ	102,0 ^b			
	14/08	Υ100%ΕΤ			109,0 ^a
	(90)	ΕΚΤ100%ΕΤ			91,0 ^d
		Ε100%ΕΤ, <i>Se</i> =0,4m			102,0 ^b
		Ε80%ΕΤ			89,0 ^d

^a Ημερομηνία μέτρησης

^b Μέρες από τη σορά

Πίνακας 4.3 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης των καρυδιών του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων καρύδια/m	ΕΣΔ _{0,05}	CV(%)	
7^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	102,0 ^c	3,816	2,37	
	Ε100%ΕΤ	110,0 ^b			
21/08 (α) (97) (β)	Υ100%ΕΤ	119,0 ^a			
	ΕΚΤ100%ΕΤ	105,5 ^c			
	Ε100%ΕΤ, $S_e = 0,4m$	110,0 ^b			
	Ε80%ΕΤ	96,0 ^d			
8^η μέτρηση	Υ80%ΕΤ	102,0 ^c	3,816	2,37	
	Ε100%ΕΤ	110,0 ^b			
	28/08 (104)	Υ100%ΕΤ			119,0 ^a
	ΕΚΤ100%ΕΤ	105,5 ^c			
	Ε100%ΕΤ, $S_e = 0,4m$	110,0 ^b			
	Ε80%ΕΤ	96,0 ^d			

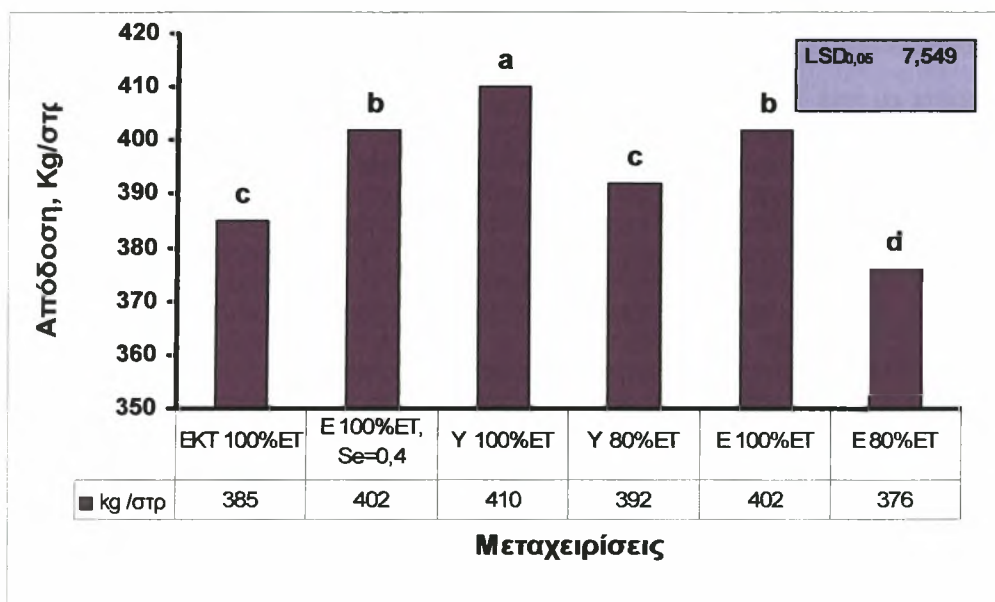
^a Ημερομηνία μέτρησης

^b Μέρες από τη σορά

4.4 Αξιολόγηση της απόδοσης

Η συγκομιδή έγινε στις 20/10/2004 με το χέρι σε δύο τυχαία μέτρα κατά μήκος της καλλιέργειας για την κάθε μεταχείριση και σε κάθε επανάληψη αυτής. Το σύσπορο βαμβάκι του κάθε πειραματικού τεμαχίου ζυγίστηκε με ζυγό ακριβείας, ενώ στη συνέχεια από το μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων προέκυψε η απόδοση ανά στρέμμα της κάθε μεταχείρισης.

Στο Σχήμα 4.16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απόδοσης/στρ των έξι μεταχειρίσεων.



Σχημα 4.16 Απόδοση σύσπορου βαμβακιού σε kg/ στρέμμα στις έξι μεταχειρίσεις άρδευσης με δειγματοληψία στις 20/10/2004

Στη δειγματοληψία που έγινε στις 20/10/04 η μεταχείριση Y100%ET έδωσε την υψηλότερη απόδοση παρουσιάζοντας στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες πέντε. Η μεταχείριση E80%ET εμφανίζει τη μικρότερη απόδοση και μάλιστα με στατιστικώς σημαντική διαφορά, έναντι των υπολοίπων μεταχειρίσεων.

Ανάμεσα στις υπόγειες μεταχειρίσεις Y100%ET και Y80%ET είναι χαρακτηριστική η υπεροχή της πρώτης και σημαντική η διαφορά της από τη δεύτερη. Εξάλλου στη τελική κατάταξη η υπόγεια μεταχείριση που χρησιμοποίησε το 80% των αναγκών σε νερό σύμφωνα με την ET έρχεται τέταρτη σε απόδοση.

Συγκρίνοντας τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης, καλύτερη απόδοση εμφανίζουν κατά σειρά οι E100%ET_{Se=0,4m} και E100%ET οι οποίες δε διαφέρουν

σημαντικά μεταξύ τους. Στη τελευταία θέση της συνολικής κατάταξης βρίσκονται κατά σειρά οι EKT100%ET και E80%ET οι οποίες διαφέρουν σημαντικά τόσο μεταξύ τους όσο και με τις υπόλοιπες επιφανειακές στάγδην άρδευσης μεταχειρίσεις που τους χορηγήθηκε το 100% των αναγκών τους σε νερό και με εύρος άρδευσης δύο ημέρες.

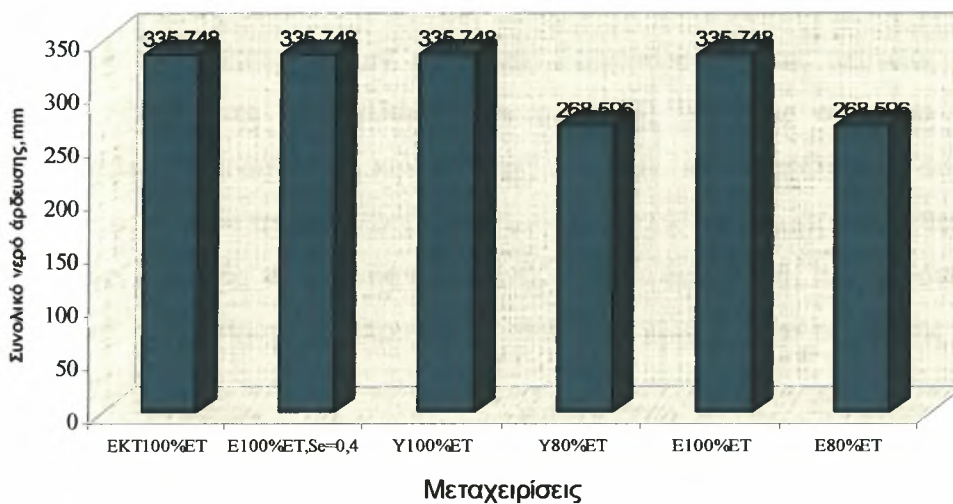
Στη στατιστική ανάλυση μεταξύ των μεταχειρίσεων στις οποίες χορηγήθηκε το 100% των αναγκών σε νερό άρδευσης υπερέχει ξεκάθαρα η υπόγεια μεταχείριση και διαφέρει σημαντικά των υπολοίπων. Στη σύγκριση μεταξύ των E100%ET_{Se=0,4m} και E100%ET όπως ήδη αναφέρθηκε δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώνοντας αρκετά ικανοποιητική απόδοση. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι δέχτηκαν τη βέλτιστη ποσότητα αρδευτικού νερού βάση της εξατμισοδιαπνοής και με μικρότερο εύρος άρδευσης. Η διαφορά τους με την Y100%ET έχει να κάνει με το ότι στην υπόγεια στάγδην άρδευση το αρδευτικό νερό αποδίδεται πλησίον της ζώνης του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών. Εξάλλου η EKT100%ET διαφέρει σημαντικά από την Y100%ET εξαιτίας του μεγαλύτερου εύρους άρδευσης καθώς επίσης και της χορήγησης του νερού επιφανειακά. Λόγω του μεγάλου εύρους άρδευσης η EKT100%ET διαφέρει σημαντικά και από τις E100%ET_{Se=0,4m} και E100%ET και κατατάσσεται τελευταία σε απόδοση.

Τέλος στη σύγκριση μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων στις οποίες χορηγήθηκε το 80% των αναγκών σε νερό υπερίσχυσε η υπόγεια έναντι της επιφανειακής πράγμα αναμενόμενο εξαιτίας της χορήγησης του νερού της πρώτης πλησίον του ενεργού ριζικού συστήματος των φυτών.

Το εύρος άρδευσης φαίνεται να έπαιξε σημαντικό ρόλο σε συνδυασμό με τη χορήγηση του νερού απευθείας στο ενεργό ριζικό σύστημα των φυτών ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου οι ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας καλύφθηκαν σε ποσοστό 100%. Σε αντίθετη περίπτωση, όπως φαίνεται, δηλαδή με μεγαλύτερο εύρος άρδευσης ή με τη χρήση μόνο της επιφανειακής στάγδην άρδευσης, οι τελικές αποδόσεις θα ήταν σαφώς μικρότερες.

4.5 Εξοικονόμηση νερού

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω άρδευσης είναι 335,748mm στις μεταχειρίσεις που δεχτηκαν το 100% των υπολογιζομενων καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής και 268,596 στις μεταχειρίσεις που δέχτηκαν το 80% των καθαρών αναγκών, για την χρονική περίοδο από 1/ 07/ 2004 έως 6/ 09 /2004 (Σχήμα 4.17). Ένα πολύ μικρό επιπλέον ποσό ύδατος 23,72mm δέχτηκε η καλλιέργεια από βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου (τέλος Ιουνίου – 1^ο δεκαήμερο Σεπτεμβρίου), το ωφέλιμο ύψος της οποίας ήταν 18,976mm.



Σχήμα 4.17 Συνολικό νερό που εφαρμόστηκε με στάγδην άρδευση για κάθε μεταχείριση

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών (Ι.Β.Β.Φ.) οι συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας του βαμβακιού σε νερό στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση τα επίπεδα της χορηγούμενης άρδευσης κυμαίνονται μεταξύ 400 – 450 m³/ στρ στη πεδιάδα της Θεσσαλίας. Τα αποτελέσματα του παραπάνω σχήματος συμφωνούν με αυτές τις εκτιμήσεις αν στα ποσά νερού συνυπολογιστούν οι δύο αρδεύσεις που χορηγήθηκαν στα στάδια του φυτρώματος και της πρώτης ανάπτυξης. Η πρώτη άρδευση έγινε στις 17/05/2004 με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα παροχής 35m³/h, πίεση λειτουργίας 8 atm και ένταση βροχής 18mm/h, κατά την οποία χορηγήθηκε νερό συνολικής ποσότητας 40mm. Η δεύτερη άρδευση έγινε στις 15/06/2004 κατά τον ίδιο τρόπο και χορηγήθηκε νερό συνολικής ποσότητας 30mm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της επίδρασης της υπόγειας και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης, στη διαμόρφωση των παραγωγικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας του βαμβακιού στον πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Οι τιμές της υγρασίας του εδάφους στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών του βαμβακιού, έδειξαν μια σαφή διαφοροποίηση της υπόγειας στάγδην άρδευσης έναντι της επιφανειακής. Οι τιμές της υγρασίας στις δύο υπόγειες μεταχειρίσεις διατηρήθηκαν κοντά στη τιμή της ιδατοϊκανότητας στα μικρά διαστήματα ανάμεσα στις αρδεύσεις με συνέπεια η καλλιέργεια να μη βρεθεί ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης. Παράλληλα, η διατήρηση της ξηρότητας της επιφάνειας του εδάφους, απέτρεψε τις απώλειες νερού λόγω εξάτμισης και την ανάπτυξη ζιζανίων.

2. Μεταξύ των μεταχειρίσεων που δέχτηκαν το 100% των καθαρών αναγκών της καλλιέργειας σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή, υπερίσχυσε ξεκάθαρα η Y100%ET σε όλα τα παραγωγικά χαρακτηριστικά (ύψος κεντρικού στελέχους, αριθμός χτενιών, αριθμός καρυδιών, τελική απόδοση), εξαιτίας της χορήγησης του νερού απευθείας στη ζώνη του ριζοστρώματος και την άμεση εκμετάλλευση του από τα φυτά.

3. Η μεταχείριση EKT100%ET παρουσίασε σημαντικά μικρότερες τιμές στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και στην τελική απόδοση έναντι των υπολοίπων μεταχειρίσεων στις οποίες χορηγήθηκε το 100% των αναγκών του νερού, εξαιτίας του μεγάλου εύρους άρδευσης. Εξάλλου σε όλες τις μετρήσεις κατατάσσεται στο ίδιο σχεδόν επίπεδο σημαντικότητας με τις μεταχειρίσεις που τους χορηγήθηκε το 80% των αναγκών τους σε νερό.

4. Μεταξύ των μεταχειρίσεων που δέχτηκαν το 80% των αναγκών τους σε νερό, βάση της εξατμισοδιαπνοής, υπερίσχυσε εκείνη στην οποία χρησιμοποιήθηκε υπόγεια στάγδην άρδευση έναντι της επιφανειακής, εξαιτίας του τρόπου χορήγησης του νερού στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών.

5. Συγκρίνοντας τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης καλύτερες επιδόσεις σε όλα τα παραγωγικά χαρακτηριστικά και στη τελική απόδοση παρουσίασαν οι δύο μεταχειρίσεις που δέχτηκαν το 100% των αναγκών τους σε νερό και με το ίδιο εύρος άρδευσης (2-3 ημέρες). Η μεταχείριση με ισαποχή οπών στα 0,4 υπερίσχυσε όλων, χωρίς όμως να παρουσιάζει καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στατιστικώς σημαντική διαφορά έναντι της επιφανειακής με ισαποχή οπών στα 0,8 m.

6. Στη σύγκριση μεταξύ των δύο υπογείων μεθόδων άρδευσης υπερτερεί πάντα σε όλες τις μετρήσεις παραγωγικών χαρακτηριστικών και στη τελική απόδοση η μεταχείριση που δέχτηκε το 100% των αναγκών σε νερό.

7. Κατά τη μέτρηση της αύξησης του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού δε παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις πρώτες μετρήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων, εξαιτίας του κοινού τρόπου άρδευσης. Οι σημαντικές διαφορές άρχισαν να εμφανίζονται από την εφαρμογή του προγράμματος άρδευσης. Αντιθέτως, στατιστικά σημαντικές διαφορές στη παραγωγή χτενιών και στην ανάπτυξη των καρυδιών σημειώθηκαν από τις αρχικές κιόλας μετρήσεις.

8. Η διαμόρφωση του αριθμού των χτενιών των μετρήσεων και η τελική διαμόρφωση του αριθμού των καρυδιών ανά μέτρο φάνηκε ότι επηρέασε την απόδοση. Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός χτενιών και καρυδιών, τόσο αυξημένη ήταν και η απόδοση σε παραγωγή σύσπορου βαμβακιού.

9. Με την εφαρμογή της υπόγεια στάγδην άρδευσης μπορεί να βελτιωθεί η αποδοτικότητα του νερού άρδευσης σε σύγκριση με την αντίστοιχη επιφανειακή στάγδην άρδευση για το ίδιο εύρος και για την ίδια ποσότητα χορηγούμενου νερού.

10. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αφορούν σε μια χρονιά παρατηρήσεων. Το πείραμα έχει επαναληφθεί και τις δύο προηγούμενες χρονιές και μόνο συγκριτικά μπορεί να αξιολογηθεί ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στην διεξαγωγή συμπερασμάτων για την αυξητική και παραγωγική συμπεριφορά όλων των μεταχειρίσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements.
- Al-Omran, M. A., Sheta. S. A., Falatah, M. A. and Al-Harbi, R. A. (2004). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*. Άρθρο υπό εκτύπωση.
- ASAE (1996). ASAE Standards. 43rd Ed. Soil and Water Terminology. Ayars, J. E., Phene, J. C, Hutmacher, B. R., Davis, R. K., Schoneman, A. R., Vail, S. S. and Mead, M. R. (1999). Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*. 42 (1), pp 1-27.
- Ayars, E. J., Schonemsn, A. R., Dale, F., Meso, B. and Shouse. P. (2001). Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water. *Agricultural Water management*. 47 (3), pp. 243-264.
- Bell, A. A., Liu, L., Reidy, B., Davis, M. R. and Subbarao, V. K. (1998). Mechanismus of Subsurface Drip Irrigation-Mediated Suppression of Lettuce Drop Caused by *Sclerotinia minor*. *Phytopathology*, 1998.
- Βύρλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (2003). Επίδραση τον εδαφικού τύπον στην έμφραξη η λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. Πρακτικά 9^ο Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (EYE), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 225-232.
- Γαλανοπούλου-Σενδούλα, Σ. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2002.
- Camp, R. C. (1998). Subsurface drip irrigation. A review. *American Society of Agricultural Engineers*. 41(5), pp. 1353-1367.
- Camp, R. C. (1999). Subsurface drip irrigation Part II. *Irrigation Journal*. April, (01).
- Camp, R. C, Lamm R. F., Evans, G. R. and Phene, J. C. (2000). Subsurface drip irrigation – Past, Present and Future. *Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation Symposium*, Nov. 14-16, Phoenix AZ. pp 363-372.
- Camp, R. C. and Lamm, R. F. (2003). Irrigation Systems, Subsurface Drip. *Encyclopedia of Water Science*, pp 560-564.

- Carter, A. and Howell, J. (2000). An Overview of drip irrigation. Department of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts.
- Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης. 1960. Γεωπονικό Ημερολόγιο. Θεσσαλονίκη.
- Doorenbos, J. and Kassam, A. H. (1979). Yield response to water, FAO Irr and Drain. Paper No 33, FAO, Rome, pp 193
- FAO, (1998). Irrigation and Drainage. Paper No 24.
- Jorgensen, G. (1995). Subsurface drip irrigation eyed as aid in weed control. CATI Publication #950701.
- Hanson, R. B., Schwankl, J. L., Schulbach, F. K. and Pettygrove, S. G. (1997). A comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agricultural Water Management*. 33, pp 139-157.
- Hanson, B. and May, D. (2004). Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management*. 68 (1), pp 1-17.
- Καλόγηρος, Κ. Η. (1994) Σημασία της καλλιέργειας βαμβακιού στην ελληνική και παγκόσμια οικονομία. Πρακτικά συνεδρίου ΓΕΩΤΕΕ. Το ελληνικό βαμβάκι στην Ευρώπη. Λάρισα.
- Κλαβανίδης, Ι. 1979. Το ερευνητικό πρόγραμμα στο βαμβάκι. Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Σίνδος.
- Κωνσταντινίδης, Α. Κ. (1985). Άρδευση και συστήματα αρδεύσεων. Εκδόσεις Σάκκουλα. Θεσσαλονίκη.
- Lamm, R. F., Clark, A. G., Yitayew, M., Schoneman, A. R., Mead, M. R. and Schneider, D. A. (1997). Installation Issues for SDI Systems. Presented at the Irrigation Association's 16th Annual International Irrigation Exposition and Technical Conference. Phoenix, Arizona. November 12-14, 1995. Slight revisions were made in August 1997.
- Lamm, F., Trooien, T., Clark, G., Rogers, D. and Alam, M. (1997). SDI and Electrotechnologies. Presented at the EPRI-Agricultural Technology Alliance semi-annual meeting. May 28-30, Boise, Idaho.
- Lamm, R. F., Schlegel, J. A. and Clark, A. G. (1997). Optimum nitrogen fertigation for corn using SDI. A condensation of ASAE Paper No. 972174, Nitrogen Fertigation for Corn Using SDI: A BMP, first presented at the ASAE

- International Meeting. August 10-14. Minneapolis. Minnesota.
- Lamm, R. F., Rogers, H. D. and Spurgeon, E. W. (2003). Design and management Considerations for Subsurface Drip Irrigation Systems. First presented at the Central Place Irrigation Shortcourse and Equipment Exposition. Kearney, Nebraska, February 7-8, 1994. Sligth revisions were made in January 1997. Significant revisions were made in January 2000 and also in January 2003.
- Lamm, R. F., O'Brien, M. D., Rogers, H. D. and Dumler, J. T. (2003). Center Pivot Sprinkler and SDI Economic Comparisons. A January 2003 revision of a paper first presented at the 2002 Mid-Central ASAE Meeting, April 12 - 13, 2002, St. Joseph, MO, USA. Paper Number: MC02-201.
- Machado, M. A. Rui, Maria do Rosario, Oliveira, G. and Portas, C. A. M. (2003) Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. *Plant and Soil*. 255(1), pp 333-341.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ. (2000) Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης των αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή των Βελεστίου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
- Μιχελάκης, Ν. (1998). Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε., σελ. 319.
- Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ. (2000). Διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια, ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 149-156.
- Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τερζίδης, Γ., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ. (2003). Διαφορετικές διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 159-166.
- Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1999) Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Phene, C.J., Hutmacher, R.B. and Ayars, J.E. (1993), Subsurface Drip Irrigation: Realizing the Full Potential. In: *Proc. of workshop "Subsurface Drip Irrigation, Theory, Practices and Application"*, February 2, Visalia, California, 97417.
- Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.S., Meek, D.W. and Re, J.V. (1983),

Management of Subsurface Trickle Irrigation Systems. ASAE paper No. 83-2598

- Phene, C. J. and Ruskin, R. (1995). Potential of subsurface drip irrigation for management of /nitrate in wastewater. Proceedings of the 5th International Microirrigation Congress, April 2-6, Orlando, Florida, pp. 155-167. Phene, J. C. (1999). Subsurface drip irrigation. Part I: Why and How. Irrigation Journal. April (01).
- Ruskin, R. (2000), Subsurface Drip Irrigation and Yields, www.geoflow.com.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D. and Vyrlas, P. (2002) Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. Global Nest: The international Journal. 4 (2-3), pp 85-91
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P. and Kapetanios, B. (2002). Water saving using modern irrigation methods. Hydorama 2002, pp 96-102.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (1993). Άρδευση με σταγόνα. Άρδευση με αυλάκια. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Βόλος.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τζιμόπουλος, Χ. και Καλφούντζος, Δ. (1997). Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο TDR και στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Υ.Ε., Πάτρα, σελ. 184 -192.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν., Καλφούντζος, Α. και Γούλας, Χ. (1998). Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 1ου Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), Αθήνα, σελ. 271-280.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν., Νούσιος, Γ., Ντιούδης, Π. και Καλφούντζος, Δ. (1999). Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 4ου Εθνικού Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων (ΕΕΔΥΠ), Βόλος, σελ. 162-169.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος. σελ. 157-164.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην

- κεντρική Ελλάδα. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183 – 190.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τέντας, Ι., Κολιού, Α., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2003). Άρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 29-31 Μαΐου, Θεσσαλονίκη, σελ. 265-272.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Βαρδούλη, Β., Βύρλας, Π., Κολιού, Α. και Παπανίκος, Ν. (2004). Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση πρασίνου. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7-9 Μαΐου, Ορεστιάδα.
- Schwankl, L.J., Grattan, S.R. and Miyao, E.M. (1990), Drip irrigation burial depth and seed planting depth effects on tomato germination. In: *Proc. 3rd Nat. In. Symp.*, 682-687, ASAE. Phoenix, AZ.
- Shani, U., Xue, S., Gordin-Katz, R. and Warrick, W. A. (1996). Soil-limiting flow from subsurface emitters. I. Pressure Measurements. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 122 (5), pp 291 - 295.
- Smith, R.B., Oster, J.D. and Phene, C.J. (1991), Subsurface Drip Produced Highest Net Return in Westlands Area Study, *Calif. Agric*, 45, 8-10.
- Shock, C. C, Feibert, B. G. E. and Saunders, D. L. (1996). Automation of subsurface drip irrigation for Onion Production. Also available in [http: www.cropinfo.net /AnnualReports/ 1996/ ondrip96.htm](http://www.cropinfo.net/AnnualReports/1996/ondrip96.htm)
- Solomon, H. K. and Jorgensen, G. (1993). Subsurface drip Irrigation. Research Report. Center for Irrigation Technology, CATI Publication #930405.
- Σφήκας, Α. Γ. 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.
- Τερζίδης, Γ. Α. και Παπαζαφειρίου, Ζ. Γ. (1997) Γεωργική Υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Delfino, S. and Alvino, A. (2003). The response of sugar beet to drip and low - pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*. 60 (2), pp 135 - 155.
- Trooien, P. T., Alam, M. and Lamm, R. F. (1998). Filtration and Maintenance considerations for SDI systems. Kansas University. Also available in: [http: www.oznet.ksu.edu/sdi/ Reports document.htm](http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/document.htm)
- Trooien P. T., Lamm, R. F., Stone, R. L., Alam, M., Rogers, H. D., Clark, A. G. and Shelegel, J. A. (1999). Testing subsurface drip irrigation laterals with lagoon

wastewater. Presented to the Irrigation Association International Irrigation Show, Orlando, Florida, USA, 7-9 November.

Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.

Tsialtas, T. J., Kassioumi, T. M. and Veresoglou, S. D. (2001) N-niche spatiotemporal differentiation, ¹⁵N uptake rates and community structure in a Mediterranean grassland. *J. Mediter. Ecol.* 2, pp 93-105.

Φασούλας, Α. Π., και Ν. Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

Wolf, I., (1995). Sorte und Sortenwahl bei Zuckerruben und deren Wechselwirkung zu Umwelt und Qualitätsbezahlung. Dissertation, Universität Gottingen, Cuvillier, Gottingen.

Zhu, H., Sorensen, B. R., Butts. L. C, Lamb, C. M. and Blankenship. D. P. (2002). A Pressure Regulating System for Variable Irrigation Flow Controls. *Applied Engineering in Agriculture.* 18 (5), pp 533-540.

Zoldoske, F. D., Genito, S. and Jorgensen. S. G. (1995). Subsurface Drip Irrigation (SDI) on Turfgrass: A University Experience. CAT! Publication #950104.
Zoldoske, D., Striegler, K. R., Berg. T. G., Jorgensoa, G., Lake. B. C, Graves G.S. and Burnett, M. D. (1998). Evulation of Trellis System and Subsurface Drip Irrigation for Wine Grape Production: A Progress Report. CATI Publication #980401.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού στις έξι μεταχειρίσεις (τεσσάρων επαναλήψεων) σε 15 μετρήσεις με χρήση του πακέτου M-STAT (σελ 154)
2. Αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του αριθμού των χτενιών/ στρ στις έξι μεταχειρίσεις (τεσσάρων επαναλήψεων), σε 7 μετρήσεις με χρήση του πακέτου M-STAT (σελ 171)
3. Αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του αριθμού των καρυδιών /στρ στις έξι μεταχειρίσεις (τεσσάρων επαναλήψεων), σε 8 μετρήσεις με χρήση του πακέτου M-STAT (σελ 179)
4. Αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης της απόδοσης σε βάρος σύσπορου βαμβακιού /στρ στις έξι μεταχειρίσεις (τεσσάρων επαναλήψεων), στη τελική μέτρηση με χρήση του πακέτου M-STAT (σελ 189)
5. Φωτογραφικό υλικό κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (σελ 191)

Υψος κεντρικού βλαστικού στελέχους των φυτών

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:

One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 24.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: replic) with values from 1 to 4

Factor A (Var 1: metax) with values from 1 to 6

1η Μέτρηση

Grand Mean = 5.042 Grand Sum = 121.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	3	Total
1	*	5.000	30.000
2	*	4.833	29.000
3	*	4.833	29.000
4	*	5.500	33.000
*	1	5.000	20.000
*	2	5.250	21.000
*	3	5.000	20.000
*	4	5.250	21.000
*	5	5.250	21.000
*	6	4.500	18.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0062	Replication	3	1.792	0.597	6.1429
2 0.0266	Factor A	5	1.708	0.342	3.5143
-3	Error	15	1.458	0.097	
	Total	23	4.958		

Coefficient of Variation: 6.18%

6
y
s_ for means group 1: 0.1273 Number of Observations:

4
y
s_ for means group 2: 0.1559 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 0.09700
 Error Degrees of Freedom = 15
 No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 0.4694 at alpha = 0.050

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	5.000 A	Mean	4 =	5.250 A
Mean	2 =	5.250 A	Mean	2 =	5.250 A
Mean	3 =	5.000 A	Mean	5 =	5.250 A
Mean	4 =	5.250 A	Mean	3 =	5.000 A
Mean	5 =	5.250 A	Mean	1 =	5.000 A
Mean	6 =	4.500 B	Mean	6 =	4.500 B

2η Μέτρηση

Grand Mean = 9.625 Grand Sum = 231.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	4	Total
1	*	9.333	56.000
2	*	9.667	58.000
3	*	9.333	56.000
4	*	10.167	61.000
*	1	9.750	39.000
*	2	9.750	39.000
*	3	10.500	42.000
*	4	10.000	40.000
*	5	9.750	39.000
*	6	8.000	32.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0570	Replication	3	2.792	0.931	3.1308
2 0.0003	Factor A	5	14.375	2.875	9.6729
-3	Error	15	4.458	0.297	
	Total	23	21.625		

Coefficient of Variation: 5.66%

6 s_ for means group 1: 0.2226 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.2726 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 0.2970
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 0.8214 at alpha = 0.050

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	9.750 A	Mean	3 =	10.50 A
Mean	2 =	9.750 A	Mean	4 =	10.00 A
Mean	3 =	10.50 A	Mean	2 =	9.750 A
Mean	4 =	10.00 A	Mean	1 =	9.750 A
Mean	5 =	9.750 A	Mean	5 =	9.750 A
Mean	6 =	8.000 B	Mean	6 =	8.000 B

3η Μέτρηση

Grand Mean = 14.167 Grand Sum = 340.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	5	Total
1	*	14.167	85.000
2	*	14.000	84.000
3	*	14.000	84.000
4	*	14.500	87.000
*	1	14.750	59.000
*	2	14.250	57.000
*	3	15.500	62.000
*	4	14.250	57.000
*	5	13.750	55.000
*	6	12.500	50.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
--------------	--------	--------------------	----------------	-------------	---------

1	Replication	3	1.000	0.333	1.2500
0.3268					
2	Factor A	5	20.333	4.067	15.2500
0.0000					
-3	Error	15	4.000	0.267	

	Total	23	25.333		

Coefficient of Variation: 3.65%

s_y for means group 1: 0.2108 Number of Observations: 6
Y

s_y for means group 2: 0.2582 Number of Observations: 4
Y

RANGE□

Error Mean Square = 0.2670
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 0.7788 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	14.75	AB	Mean	3 =	15.50	A
Mean	2 =	14.25	BC	Mean	1 =	14.75	AB
Mean	3 =	15.50	A	Mean	2 =	14.25	BC
Mean	4 =	14.25	BC	Mean	4 =	14.25	BC
Mean	5 =	13.75	C	Mean	5 =	13.75	C
Mean	6 =	12.50	D	Mean	6 =	12.50	D

4η Μέτρηση

Grand Mean = 18.417 Grand Sum = 442.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S
2 1 6 Total

1	*	18.500	111.000
2	*	18.000	108.000
3	*	18.167	109.000
4	*	19.000	114.000

*	1	19.000	76.000
*	2	18.500	74.000
*	3	18.750	75.000
*	4	19.000	76.000
*	5	17.750	71.000
*	6	17.500	70.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0685	Replication	3	3.500	1.167	2.9167
2 0.0142	Factor A	5	8.333	1.667	4.1667
-3	Error	15	6.000	0.400	
Total		23	17.833		

Coefficient of Variation: 3.43%

6 s_ for means group 1: 0.2582 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.3162 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 0.4000
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 0.9532 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	19.00	A	Mean	1 =	19.00 A
Mean	2 =	18.50	AB	Mean	4 =	19.00 A
Mean	3 =	18.75	A	Mean	3 =	18.75 A
Mean	4 =	19.00	A	Mean	2 =	18.50 AB
Mean	5 =	17.75	BC	Mean	5 =	17.75 BC
Mean	6 =	17.50	C	Mean	6 =	17.50 C

5η Μέτρηση

Grand Mean = 21.583 Grand Sum = 518.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	7	Total
1	*	21.167	127.000
2	*	21.000	126.000
3	*	21.333	128.000
4	*	22.833	137.000
*	1	21.250	85.000

*	2	22.000	88.000
*	3	21.750	87.000
*	4	22.250	89.000
*	5	21.000	84.000
*	6	21.250	85.000

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0188	Replication	3	12.833	4.278	4.5294
2 0.4386	Factor A	5	4.833	0.967	1.0235
-3	Error	15	14.167	0.944	
	Total	23	31.833		

Coefficient of Variation: 4.50%

6	s_ for means group 1:	0.3967	Number of Observations:
	y		
4	s_ for means group 2:	0.4859	Number of Observations:
	y		

6η Μέτρηση

Grand Mean = 24.250 Grand Sum = 582.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	8	Total
1	*	24.333	146.000
2	*	23.500	141.000
3	*	24.000	144.000
4	*	25.167	151.000
*	1	25.000	100.000
*	2	24.750	99.000
*	3	25.250	101.000
*	4	23.750	95.000
*	5	23.250	93.000
*	6	23.500	94.000

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F
---	--------------------	----------------	-------------	---

Value Prob	Source	Freedom	Squares	Square	Value
1 0.0928	Replication	3	8.833	2.944	2.5728
2 0.0746	Factor A	5	14.500	2.900	2.5340
-3	Error	15	17.167	1.144	
Total		23	40.500		

Coefficient of Variation: 4.41%

6
y
s_ for means group 1: 0.4367 Number of Observations:
4
y
s_ for means group 2: 0.5349 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 1.144
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.612 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	25.00	AB	Mean	3 =	25.25 A
Mean	2 =	24.75	ABC	Mean	1 =	25.00 AB
Mean	3 =	25.25	A	Mean	2 =	24.75 ABC
Mean	4 =	23.75	ABC	Mean	4 =	23.75 ABC
Mean	5 =	23.25	C	Mean	6 =	23.50 BC
Mean	6 =	23.50	BC	Mean	5 =	23.25 C

7η Μέτρηση

Grand Mean = 29.458 Grand Sum = 707.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	9	Total
1	*	28.833	173.000
2	*	29.333	176.000
3	*	29.167	175.000
4	*	30.500	183.000
*	1	32.000	128.000
*	2	29.750	119.000
*	3	28.500	114.000
*	4	28.250	113.000
*	5	30.250	121.000
*	6	28.000	112.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.4063	Replication	3	9.458	3.153	1.0328
2 0.0423	Factor A	5	46.708	9.342	3.0601
-3	Error	15	45.792	3.053	
Total		23	101.958		

Coefficient of Variation: 5.93%

6	s_ for means group 1:	0.7133	Number of Observations:
	Y		
4	s_ for means group 2:	0.8736	Number of Observations:
	Y		

RANGE□

Error Mean Square = 3.053
 Error Degrees of Freedom = 15
 No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 2.633 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	32.00	A	Mean	1 =	32.00	A
Mean	2 =	29.75	AB	Mean	5 =	30.25	AB
Mean	3 =	28.50	B	Mean	2 =	29.75	AB
Mean	4 =	28.25	B	Mean	3 =	28.50	B
Mean	5 =	30.25	AB	Mean	4 =	28.25	B
Mean	6 =	28.00	B	Mean	6 =	28.00	B

8η Μέτρηση

Grand Mean = 37.542 Grand Sum = 901.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	10	Total
1	*	37.167	223.000
2	*	36.667	220.000
3	*	37.167	223.000
4	*	39.167	235.000

		* 1	40.750
163.000			
*	2	37.500	150.000
*	3	38.500	154.000
*	4	36.250	145.000
*	5	37.000	148.000
*	6	35.250	141.000

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0365	Replication	3	22.125	7.375	3.6722
2 0.0012	Factor A	5	73.708	14.742	7.3402
-3	Error	15	30.125	2.008	
	Total	23	125.958		

Coefficient of Variation: 3.77%

6	s_ for means group 1:	0.5786	Number of Observations:
	Y		
4	s_ for means group 2:	0.7086	Number of Observations:
	Y		

RANGE□

Error Mean Square = 2.008
 Error Degrees of Freedom = 15
 No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 2.136 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	40.75	A	Mean	1 =	40.75	A
Mean	2 =	37.50	BC	Mean	3 =	38.50	B
Mean	3 =	38.50	B	Mean	2 =	37.50	BC
Mean	4 =	36.25	CD	Mean	5 =	37.00	BCD
Mean	5 =	37.00	BCD	Mean	4 =	36.25	CD
Mean	6 =	35.25	D	Mean	6 =	35.25	D

9η Μέτρηση

Grand Mean = 45.083 Grand Sum = 1082.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	11	Total
1	*	45.000	270.000
2	*	44.167	265.000
3	*	45.167	271.000
4	*	46.000	276.000
*	1	50.000	200.000
*	2	45.250	181.000
*	3	45.000	180.000
*	4	43.000	172.000
*	5	44.750	179.000
*	6	42.500	170.000

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.1447	Replication	3	10.167	3.389	2.0890
2 0.0000	Factor A	5	141.333	28.267	17.4247
-3	Error	15	24.333	1.622	
	Total	23	175.833		

Coefficient of Variation: 2.83%

6 s_ for means group 1: 0.5200 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.6368 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.622
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.919 at alpha = 0.050

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 50.00 A	Mean 1 = 50.00 A
Mean 2 = 45.25 B	Mean 2 = 45.25 B
Mean 3 = 45.00 B	Mean 3 = 45.00 B
Mean 4 = 43.00 CD	Mean 5 = 44.75 BC
Mean 5 = 44.75 BC	Mean 4 = 43.00 CD
Mean 6 = 42.50 D	Mean 6 = 42.50 D

10η Μέτρηση

Grand Mean = 53.542 Grand Sum = 1285.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	12	Total
1	*	53.000	318.000
2	*	52.500	315.000
3	*	53.167	319.000
4	*	55.500	333.000
*	1	58.000	232.000
*	2	54.500	218.000
*	3	55.000	220.000
*	4	50.750	203.000
*	5	52.500	210.000
*	6	50.500	202.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0270	Replication	3	32.125	10.708	4.0536
2 0.0001	Factor A	5	164.208	32.842	12.4322
-3	Error	15	39.625	2.642	
	Total	23	235.958		

Coefficient of Variation: 3.04%

s_ for means group 1: 0.6635 Number of Observations:
6
y

s_ for means group 2: 0.8127 Number of Observations:
4
y

RANGE[]

Error Mean Square = 2.642
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.450 at alpha = 0.050

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 58.00 A	Mean 1 = 58.00 A

Mean	2 =	54.50	BC	Mean	3 =	55.00	B
Mean	3 =	55.00	B	Mean	2 =	54.50	BC
Mean	4 =	50.75	D	Mean	5 =	52.50	CD
Mean	5 =	52.50	CD	Mean	4 =	50.75	D
Mean	6 =	50.50	D	Mean	6 =	50.50	D

11η Μέτρηση

Grand Mean = 62.083 Grand Sum = 1490.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	13	Total
1	*	62.000	372.000
2	*	61.167	367.000
3	*	61.667	370.000
4	*	63.500	381.000
*	1	64.250	257.000
*	2	61.750	247.000
*	3	66.500	266.000
*	4	60.250	241.000
*	5	61.000	244.000
*	6	58.750	235.000

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

K	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	18.167	6.056	3.8112
0.0326	2	Factor A	159.833	31.967	20.1189
0.0000	-3	Error	23.833	1.589	
	Total	23	201.833		

Coefficient of Variation: 2.03%

6 s_ for means group 1: 0.5146 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.6303 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.589
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 1.900 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	64.25	B	Mean	3 =	66.50	A
Mean	2 =	61.75	C	Mean	1 =	64.25	B
Mean	3 =	66.50	A	Mean	2 =	61.75	C
Mean	4 =	60.25	CD	Mean	5 =	61.00	C
Mean	5 =	61.00	C	Mean	4 =	60.25	CD
Mean	6 =	58.75	D	Mean	6 =	58.75	D

12η Μέτρηση

Grand Mean = 69.750 Grand Sum = 1674.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	14	Total
1	*	69.333	416.000
2	*	68.667	412.000
3	*	69.333	416.000
4	*	71.667	430.000
*	1	71.250	285.000
*	2	68.750	275.000
*	3	74.500	298.000
*	4	69.000	276.000
*	5	68.750	275.000
*	6	66.250	265.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0484	Replication	3	31.167	10.389	3.3274
2 0.0002	Factor A	5	158.500	31.700	10.1530
-3	Error	15	46.833	3.122	
	Total	23	236.500		

Coefficient of Variation: 2.53%

s_y for means group 1: 0.7214 Number of Observations: 6
 y
 s_y for means group 2: 0.8835 Number of Observations: 4
 y

RANGE□

Error Mean Square = 3.122
 Error Degrees of Freedom = 15
 No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 2.663 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	71.25	B	Mean	3 =	74.50	A
Mean	2 =	68.75	BC	Mean	1 =	71.25	B
Mean	3 =	74.50	A	Mean	4 =	69.00	B
Mean	4 =	69.00	B	Mean	2 =	68.75	BC
Mean	5 =	68.75	BC	Mean	5 =	68.75	BC
Mean	6 =	66.25	C	Mean	6 =	66.25	C

13η Μέτρηση

Grand Mean = 74.417 Grand Sum = 1786.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	15	Total
1	*	74.167	445.000
2	*	73.667	442.000
3	*	74.333	446.000
4	*	75.500	453.000
*	1	74.500	298.000
*	2	74.500	298.000
*	3	79.000	316.000
*	4	74.000	296.000
*	5	74.000	296.000
*	6	70.500	282.000

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

K	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	10.833	3.611	1.2846
0.3157					
2	Factor A	5	146.833	29.367	10.4466
0.0002					
-3	Error	15	42.167	2.811	
	Total	23	199.833		

Coefficient of Variation: 2.25%

s_ for means group 1: 0.6845 Number of Observations:
 6

s_ for means group 2: 0.8383 Number of Observations:
4
y

RANGE□

Error Mean Square = 2.811
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.527 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	74.50	B	Mean	3 =	79.00	A
Mean	2 =	74.50	B	Mean	1 =	74.50	B
Mean	3 =	79.00	A	Mean	2 =	74.50	B
Mean	4 =	74.00	B	Mean	4 =	74.00	B
Mean	5 =	74.00	B	Mean	5 =	74.00	B
Mean	6 =	70.50	C	Mean	6 =	70.50	C

14η Μέτρηση

Grand Mean = 78.792 Grand Sum = 1891.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	16	Total
1	*	79.000	474.000
2	*	78.333	470.000
3	*	78.000	468.000
4	*	79.833	479.000
*	1	77.750	311.000
*	2	80.250	321.000
*	3	83.500	334.000
*	4	77.750	311.000
*	5	79.250	317.000
*	6	74.250	297.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.1123	Replication	3	11.792	3.931	2.3623
2 0.0000	Factor A	5	189.208	37.842	22.7429
-3	Error	15	24.958	1.664	
	Total	23	225.958		

Coefficient of Variation: 1.64%

6 s_ for means group 1: 0.5266 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.6450 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.664
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.944 at alpha = 0.050

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	77.75 C	Mean	3 =	83.50 A
Mean	2 =	80.25 B	Mean	2 =	80.25 B
Mean	3 =	83.50 A	Mean	5 =	79.25 BC
Mean	4 =	77.75 C	Mean	1 =	77.75 C
Mean	5 =	79.25 BC	Mean	4 =	77.75 C
Mean	6 =	74.25 D	Mean	6 =	74.25 D

15η Μέτρηση

Grand Mean = 81.208 Grand Sum = 1949.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	17	Total
1	*	81.667	490.000
2	*	80.833	485.000
3	*	80.833	485.000
4	*	81.500	489.000
*	1	80.500	322.000
*	2	82.750	331.000
*	3	85.500	342.000
*	4	80.750	323.000
*	5	82.250	329.000
*	6	75.500	302.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	3.458	1.153	0.9719
2	Factor A	5	220.708	44.142	37.2155

-3	Error	15	17.792	1.186

	Total	23	241.958	

Coefficient of Variation: 1.34%

6
s_ for means group 1: 0.4446 Number of Observations:
y

4
s_ for means group 2: 0.5445 Number of Observations:
y

RANGE

Error Mean Square = 1.186
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.641 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	80.50	D	Mean	3 =	85.50	A
Mean	2 =	82.75	B	Mean	2 =	82.75	B
Mean	3 =	85.50	A	Mean	5 =	82.25	BC
Mean	4 =	80.75	CD	Mean	4 =	80.75	CD
Mean	5 =	82.25	BC	Mean	1 =	80.50	D
Mean	6 =	75.50	E	Mean	6 =	75.50	E

ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΤΕΝΙΩΝ

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:
One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 24.

Factorial ANOVA for the factors:
Replication (Var 2: replic) with values from 1 to 4
Factor A (Var 1: metax) with values from 1 to 6

1η Μέτρηση

Grand Mean = 32.833 Grand Sum = 788.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	3	Total
1	*	32.667	196.000
2	*	33.333	200.000
3	*	32.500	195.000
4	*	32.833	197.000
*	1	32.000	128.000
*	2	35.000	140.000
*	3	36.000	144.000
*	4	32.000	128.000
*	5	31.000	124.000
*	6	31.000	124.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	2.333	0.778	0.5932
2	Factor A	5	91.333	18.267	13.9322
0.0000	Error	15	19.667	1.311	
-3	Total	23	113.333		

Coefficient of Variation: 3.49%

s_ for means group 1: 0.4675 Number of Observations:

6
y

s_ for means group 2: 0.5725 Number of Observations:

4

Y

RANGE

Error Mean Square = 1.311
 Error Degrees of Freedom = 15
 No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
 LSD value = 1.726 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	32.00	B	Mean	3 =	36.00	A
Mean	2 =	35.00	A	Mean	2 =	35.00	A
Mean	3 =	36.00	A	Mean	1 =	32.00	B
Mean	4 =	32.00	B	Mean	4 =	32.00	B
Mean	5 =	31.00	B	Mean	5 =	31.00	B
Mean	6 =	31.00	B	Mean	6 =	31.00	B

2η Μέτρηση

Grand Mean = 95.000 Grand Sum = 2280.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	4	Total
1	*	95.500	573.000
2	*	95.333	572.000
3	*	94.667	568.000
4	*	94.500	567.000
*	1	92.000	368.000
*	2	97.000	388.000
*	3	105.000	420.000
*	4	92.000	368.000
*	5	94.000	376.000
*	6	90.000	360.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.3791	Replication	3	4.333	1.444	1.1017
2 0.0000	Factor A	5	592.000	118.400	90.3051
-3	Error	15	19.667	1.311	
	Total	23	616.000		

Coefficient of Variation: 1.21%

6 s_ for means group 1: 0.4675 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.5725 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.311

Error Degrees of Freedom = 15

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.726 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	92.00	D	Mean	3 =	105.0	A
Mean	2 =	97.00	B	Mean	2 =	97.00	B
Mean	3 =	105.0	A	Mean	5 =	94.00	C
Mean	4 =	92.00	D	Mean	1 =	92.00	D
Mean	5 =	94.00	C	Mean	4 =	92.00	D
Mean	6 =	90.00	E	Mean	6 =	90.00	E

=====

3η Μέτρηση

Grand Mean = 175.333 Grand Sum = 4208.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	5	Total
1	*	174.167	1045.000
2	*	176.500	1059.000
3	*	175.667	1054.000
4	*	175.000	1050.000
* 1		170.000	680.000
* 2		179.000	716.000
* 3		190.000	760.000
* 4		172.000	688.000
* 5		176.000	704.000
* 6		165.000	660.000

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

K	Degrees of	Sum of	Mean	F
Value	Source	Squares	Square	Value
Prob				

1	Replication	3	17.667	5.889	8.5484
0.0015					
2	Factor A	5	1501.333	300.267	435.8710
0.0000					
-3	Error	15	10.333	0.689	

	Total	23	1529.333		

Coefficient of Variation: 0.47%

6 s_ for means group 1: 0.3388 Number of Observations:
Y

4 s_ for means group 2: 0.4150 Number of Observations:
Y

RANGE□

Error Mean Square = 0.6890
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.251 at alpha = 0.050

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	170.0 E	Mean	3 =	190.0 A
Mean	2 =	179.0 B	Mean	2 =	179.0 B
Mean	3 =	190.0 A	Mean	5 =	176.0 C
Mean	4 =	172.0 D	Mean	4 =	172.0 D
Mean	5 =	176.0 C	Mean	1 =	170.0 E
Mean	6 =	165.0 F	Mean	6 =	165.0 F

4η Μέτρηση

Grand Mean = 227.000 Grand Sum = 5448.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	6	Total
1	*	226.833	1361.000
2	*	227.000	1362.000
3	*	227.333	1364.000
4	*	226.833	1361.000

*	1	218.000	872.000
*	2	232.000	928.000
*	3	245.000	980.000
*	4	225.000	900.000
*	5	230.000	920.000
*	6	212.000	848.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	1.000	0.333	0.2174
2	Factor A	5	2672.000	534.400	348.5217
0.0000					
-3	Error	15	23.000	1.533	
	Total	23	2696.000		

Coefficient of Variation: 0.55%

s_ for means group 1: 0.5055 Number of Observations: 6
y

s_ for means group 2: 0.6191 Number of Observations: 4
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.533
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.866 at alpha = 0.050

Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	218.0 E	Mean	3 =	245.0 A
Mean	2 =	232.0 B	Mean	2 =	232.0 B
Mean	3 =	245.0 A	Mean	5 =	230.0 C
Mean	4 =	225.0 D	Mean	4 =	225.0 D
Mean	5 =	230.0 C	Mean	1 =	218.0 E
Mean	6 =	212.0 F	Mean	6 =	212.0 F

5η Μέτρηση

Grand Mean = 149.000 Grand Sum = 3576.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	7	Total
1	*	149.333	896.000
2	*	148.500	891.000
3	*	149.167	895.000
4	*	149.000	894.000
*	1	144.000	576.000
*	2	152.000	608.000
*	3	164.000	656.000
*	4	145.000	580.000
*	5	149.000	596.000

* 6 140.000 560.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	2.333	0.778	0.6604
2	Factor A	5	1424.000	284.800	241.8113
0.0000					
-3	Error	15	17.667	1.178	
	Total	23	1444.000		

Coefficient of Variation: 0.73%

6 s_ for means group 1: 0.4431 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.5426 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.178

Error Degrees of Freedom = 15

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.636 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	144.0	D	Mean	3 =	164.0	A
Mean	2 =	152.0	B	Mean	2 =	152.0	B
Mean	3 =	164.0	A	Mean	5 =	149.0	C
Mean	4 =	145.0	D	Mean	4 =	145.0	D
Mean	5 =	149.0	C	Mean	1 =	144.0	D
Mean	6 =	140.0	E	Mean	6 =	140.0	E

6η Μέτρηση

Grand Mean = 72.833 Grand Sum = 1748.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	8	Total
1	*	73.167	439.000
2	*	72.500	435.000
3	*	72.833	437.000
4	*	72.833	437.000

*	1	68.000	272.000
*	2	75.000	300.000
*	3	88.000	352.000
*	4	70.000	280.000
*	5	71.000	284.000
*	6	65.000	260.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	1.333	0.444	0.2941
2	Factor A	5	1323.333	264.667	175.1471
0.0000					
-3	Error	15	22.667	1.511	
	Total	23	1347.333		

Coefficient of Variation: 1.69%

6 s_ for means group 1: 0.5018 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.6146 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 1.511
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.853 at alpha = 0.050

	Original Order			Ranked Order		
Mean	1 =	68.00	D	Mean	3 =	88.00 A
Mean	2 =	75.00	B	Mean	2 =	75.00 B
Mean	3 =	88.00	A	Mean	5 =	71.00 C
Mean	4 =	70.00	C	Mean	6 =	71.00 C
Mean	5 =	71.00	C	Mean	4 =	70.00 C
Mean	6 =	71.00	C	Mean	1 =	68.00 D

=====

7η Μέτρηση

Grand Mean = 38.333 Grand Sum = 920.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	9	Total
1	*	38.667	232.000
2	*	38.000	228.000
3	*	38.167	229.000
4	*	38.500	231.000
*	1	35.000	140.000
*	2	40.000	160.000
*	3	44.000	176.000
*	4	38.000	152.000
*	5	38.000	152.000
*	6	35.000	140.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	1.667	0.556	0.8065
2	Factor A	5	229.333	45.867	66.5806
0.0000 -3	Error	15	10.333	0.689	
	Total	23	241.333		

Coefficient of Variation: 2.17%

6
y
s_ for means group 1: 0.3388 Number of Observations:
4
y
s_ for means group 2: 0.4150 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 0.6890
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 1.251 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	35.00	D	Mean	3 =	44.00	A
Mean	2 =	40.00	B	Mean	2 =	40.00	B
Mean	3 =	44.00	A	Mean	4 =	38.00	C
Mean	4 =	38.00	C	Mean	5 =	38.00	C
Mean	5 =	38.00	C	Mean	1 =	35.00	D
Mean	6 =	35.00	D	Mean	6 =	35.00	D

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΥΔΙΩΝ

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:

One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 24.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: replic) with values from 1 to 4

Factor A (Var 1: metax) with values from 1 to 6

1η Μέτρηση

Grand Mean = 9.833 Grand Sum = 236.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	3	Total
1	*	11.333	68.000
2	*	8.833	53.000
3	*	8.667	52.000
4	*	10.500	63.000
*	1	8.000	32.000
*	2	13.000	52.000
*	3	12.000	48.000
*	4	9.000	36.000
*	5	9.000	36.000
*	6	8.000	32.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0232	Replication	3	30.333	10.111	4.2523
2 0.0009	Factor A	5	91.333	18.267	7.6822
-3	Error	15	35.667	2.378	
	Total	23	157.333		

Coefficient of Variation: 15.68%

s_ for means group 1: 0.6295 Number of Observations:

6

y

s_ for means group 2: 0.7710 Number of Observations:

4

y

RANGE□

Error Mean Square = 2.378
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.324 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	8.000	B	Mean	2 =	13.00	A
Mean	2 =	13.00	A	Mean	3 =	12.00	A
Mean	3 =	12.00	A	Mean	4 =	9.000	B
Mean	4 =	9.000	B	Mean	5 =	9.000	B
Mean	5 =	9.000	B	Mean	1 =	8.000	B
Mean	6 =	8.000	B	Mean	6 =	8.000	B

2η Μέτρηση

Grand Mean = 21.667 Grand Sum = 520.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	4	Total
1	*	22.333	134.000
2	*	19.667	118.000
3	*	20.500	123.000
4	*	24.167	145.000
*	1	19.000	76.000
*	2	22.000	88.000
*	3	30.000	120.000
*	4	20.000	80.000
*	5	22.000	88.000
*	6	17.000	68.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0000	Replication	3	72.333	24.111	37.4138

2	Factor A	5	405.333	81.067	125.7931
0.0000					
-3	Error	15	9.667	0.644	

	Total	23	487.333		

Coefficient of Variation: 3.71%

6
y
s_ for means group 1: 0.3277 Number of Observations:

4
y
s_ for means group 2: 0.4014 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 0.6440

Error Degrees of Freedom = 15

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.209 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	19.00	C	Mean	3 =	30.00	A
Mean	2 =	22.00	B	Mean	2 =	22.00	B
Mean	3 =	30.00	A	Mean	5 =	22.00	B
Mean	4 =	20.00	C	Mean	4 =	20.00	C
Mean	5 =	22.00	B	Mean	1 =	19.00	C
Mean	6 =	17.00	D	Mean	6 =	17.00	D

3η Μέτρηση

Grand Mean = 44.542 Grand Sum = 1069.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	5	Total
1	*	47.167	283.000
2	*	41.500	249.000
3	*	42.500	255.000
4	*	47.000	282.000

*	1	39.000	156.000
*	2	45.000	180.000
*	3	58.000	232.000
*	4	43.500	174.000
*	5	45.000	180.000
*	6	36.750	147.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0001	Replication	3	158.125	52.708	14.7436
2 0.0000	Factor A	5	1096.208	219.242	61.3263
-3	Error	15	53.625	3.575	
Total		23	1307.958		

Coefficient of Variation: 4.24%

6 s_ for means group 1: 0.7719 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.9454 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 3.575
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.850 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	39.00	C	Mean	3 =	58.00	A
Mean	2 =	45.00	B	Mean	2 =	45.00	B
Mean	3 =	58.00	A	Mean	5 =	45.00	B
Mean	4 =	43.50	B	Mean	4 =	43.50	B
Mean	5 =	45.00	B	Mean	1 =	39.00	C
Mean	6 =	36.75	C	Mean	6 =	36.75	C

4η Μέτρηση

Grand Mean = 69.167 Grand Sum = 1660.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	6	Total
1	*	70.500	423.000
2	*	66.333	398.000
3	*	67.667	406.000
4	*	72.167	433.000
*	1	65.000	260.000
*	2	70.000	280.000
*	3	79.000	316.000
*	4	69.000	276.000
*	5	70.000	280.000

* 6 62.000 248.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0003	Replication	3	126.333	42.111	12.2258
2 0.0000	Factor A	5	667.333	133.467	38.7484
-3	Error	15	51.667	3.444	
Total		23	845.333		

Coefficient of Variation: 2.68%

6
y
s_ for means group 1: 0.7577 Number of Observations:
4
y
s_ for means group 2: 0.9280 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 3.444
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.797 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	65.00	C	Mean	3 =	79.00	A
Mean	2 =	70.00	B	Mean	2 =	70.00	B
Mean	3 =	79.00	A	Mean	5 =	70.00	B
Mean	4 =	69.00	B	Mean	4 =	69.00	B
Mean	5 =	70.00	B	Mean	1 =	65.00	C
Mean	6 =	62.00	D	Mean	6 =	62.00	D

5η Μέτρηση

Grand Mean = 85.500 Grand Sum = 2052.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	7	Total
1	*	88.000	528.000
2	*	82.500	495.000
3	*	83.333	500.000

4	*	88.167	529.000
*	1	80.000	320.000
*	2	89.000	356.000
*	3	94.000	376.000
*	4	83.000	332.000
*	5	89.000	356.000
*	6	78.000	312.000

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

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0000	Replication	3	162.333	54.111	17.7737
2 0.0000	Factor A	5	758.000	151.600	49.7956
-3	Error	15	45.667	3.044	
Total		23	966.000		

Coefficient of Variation: 2.04%

6 s_ for means group 1: 0.7123 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 0.8724 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 3.044
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.630 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	80.00	D	Mean	3 =	94.00	A
Mean	2 =	89.00	B	Mean	2 =	89.00	B
Mean	3 =	94.00	A	Mean	5 =	89.00	B
Mean	4 =	83.00	C	Mean	4 =	83.00	C
Mean	5 =	89.00	B	Mean	1 =	80.00	D
Mean	6 =	78.00	D	Mean	6 =	78.00	D

6η Μέτρηση

Grand Mean = 98.000 Grand Sum = 2352.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	8	Total
1	*	99.667	598.000
2	*	94.833	569.000
3	*	97.000	582.000
4	*	100.500	603.000
*	1	91.000	364.000
*	2	102.000	408.000
*	3	109.000	436.000
*	4	95.000	380.000
*	5	102.000	408.000
*	6	89.000	356.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0004	Replication	3	120.333	40.111	11.2112
2 0.0000	Factor A	5	1168.000	233.600	65.2919
-3	Error	15	53.667	3.578	
	Total	23	1342.000		

Coefficient of Variation: 1.93%

6
y
s_ for means group 1: 0.7722 Number of Observations:
4
y
s_ for means group 2: 0.9458 Number of Observations:

RANGE□

Error Mean Square = 3.578
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 2.851 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	91.00	D	Mean	3 =	109.0	A
Mean	2 =	102.0	B	Mean	2 =	102.0	B
Mean	3 =	109.0	A	Mean	5 =	102.0	B
Mean	4 =	95.00	C	Mean	4 =	95.00	C
Mean	5 =	102.0	B	Mean	1 =	91.00	D
Mean	6 =	89.00	D	Mean	6 =	89.00	D

7η Μέτρηση

Grand Mean = 106.917 Grand Sum = 2566.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	9	Total
1	*	110.000	660.000
2	*	103.167	619.000
3	*	105.333	632.000
4	*	109.167	655.000
*	1	104.500	418.000
*	2	110.000	440.000
*	3	119.000	476.000
*	4	102.000	408.000
*	5	110.000	440.000
*	6	96.000	384.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0008	Replication	3	186.833	62.278	9.7140
2 0.0000	Factor A	5	1256.833	251.367	39.2080
-3	Error	15	96.167	6.411	
	Total	23	1539.833		

Coefficient of Variation: 2.37%

6 s_ for means group 1: 1.0337 Number of Observations:
y

4 s_ for means group 2: 1.2660 Number of Observations:
y

RANGE□

Error Mean Square = 6.411
Error Degrees of Freedom = 15
No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test
LSD value = 3.816 at alpha = 0.050

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 105.5 C	Mean 3 = 119.0 A

Mean	2 =	110.0	B	Mean	2 =	110.0	B
Mean	3 =	119.0	A	Mean	5 =	110.0	B
Mean	4 =	102.0	C	Mean	1 =	105.5	C
Mean	5 =	110.0	B	Mean	4 =	102.0	C
Mean	6 =	96.00	D	Mean	6 =	96.00	D

8η Μέτρηση

Grand Mean = 106.917 Grand Sum = 2566.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	10	Total
1	*	110.000	660.000
2	*	103.167	619.000
3	*	105.333	632.000
4	*	109.167	655.000
*	1	104.500	418.000
*	2	110.000	440.000
*	3	119.000	476.000
*	4	102.000	408.000
*	5	110.000	440.000
*	6	96.000	384.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0008	Replication	3	186.833	62.278	9.7140
2 0.0000	Factor A	5	1256.833	251.367	39.2080
-3	Error	15	96.167	6.411	
	Total	23	1539.833		

Coefficient of Variation: 2.37%

s_y for means group 1: 1.0337 Number of Observations:
6

s_y for means group 2: 1.2660 Number of Observations:
4

RANGE□

Error Mean Square = 6.411

Error Degrees of Freedom = 15

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 3.816 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	104.5	C	Mean	3 =	119.0	A
Mean	2 =	110.0	B	Mean	2 =	110.0	B
Mean	3 =	119.0	A	Mean	5 =	110.0	B
Mean	4 =	102.0	C	Mean	1 =	104.5	C
Mean	5 =	110.0	B	Mean	4 =	102.0	C
Mean	6 =	96.00	D	Mean	6 =	96.00	D

ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΠΟΡΟΥ/ΣΤΡ

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:
 One Factor Randomized Complete Block Design
 Data case no. 1 to 24.

Factorial ANOVA for the factors:
 Replication (Var 2: REPLIC) with values from 1 to 4
 Factor A (Var 1: METAX) with values from 1 to 6

Variable 3: APOD

Grand Mean = 394.500 Grand Sum = 9468.000 Total Count = 24

T A B L E O F M E A N S

2	1	3	Total
1	*	401.333	2408.000
2	*	388.333	2330.000
3	*	390.167	2341.000
4	*	398.167	2389.000
*	1	385.000	1540.000
*	2	402.000	1608.000
*	3	410.000	1640.000
*	4	392.000	1568.000
*	5	402.000	1608.000
*	6	376.000	1504.000

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

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.0010	Replication	3	701.667	233.889	9.3224
2 0.0000	Factor A	5	3166.000	633.200	25.2383
-3	Error	15	376.333	25.089	
	Total	23	4244.000		

Coefficient of Variation: 1.27%

s_ for means group 1: 2.0449 Number of Observations:
 6
 y

s_ for means group 2: 2.5044 Number of Observations:
 4
 y

RANGE□

Error Mean Square = 25.09

Error Degrees of Freedom = 15

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 7.549 at alpha = 0.050

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	385.0	C	Mean	3 =	410.0	A
Mean	2 =	402.0	B	Mean	2 =	402.0	B
Mean	3 =	410.0	A	Mean	5 =	402.0	B
Mean	4 =	392.0	C	Mean	4 =	392.0	C
Mean	5 =	402.0	B	Mean	1 =	385.0	C
Mean	6 =	376.0	D	Mean	6 =	376.0	D



Εικόνα 1. Πειραματικό τεμάχιο επιφανειακής στάγδην άρδευσης



Εικόνα 2. Φυτεία βαμβακιού μετά το άνοιγμα των καρυδιών



Εικόνα 3. Πειραματικό τεμάχιο μιας από τις τέσσερις επαναλήψεις της μεταχείρισης E100%ET



Εικόνα 4. Πειραματικό τεμάχιο της μιας από τις τέσσερις επαναλήψεις της μεταχείρισης Y80%ET



Εικόνα 5. Πειραματικό τεμάχιο μιας από τις τέσσερις επαναλήψεις της μεταχείρισης $E100\%ET_{s=0,4}$



Εικόνα 6. Πειραματικό τεμάχιο μιας από τις τέσσερις επαναλήψεις της μεταχείρισης $EKT100\%ET$

