

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. <u>939</u>
Ημερομηνία <u>14-10-2008</u>

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

**Πτυχιακή Διατριβή**

**με Θέμα:**

**Επίδραση δόσης άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού**



**Επιμέλεια: Φυτιλής Βασίλειος**

**Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Κα Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη**

**Βόλος 2008**



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

Αριθ. Εισ.: 6796/1  
Ημερ. Εισ.: 07-01-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2008  
ΦΥΤ

## Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγονται στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής παραγωγής και Αγροτικού περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το θέμα της πτυχιακής δόθηκε από την Καθηγήτρια του τμήματος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη την οποία ευχαριστώ ιδιαίτερα για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη τη πορεία της, καθώς και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών και πειραματικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς και για την κριτική που άσκησε πριν την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ.Κ.Κίττα και τον καθηγητή κ.Α.Μαυρομάτη για την επικοδομητική κριτική και το χρόνο που αφιέρωσαν για την ανάγνωση και διόρθωση της πτυχιακής δαιτριβής.

## Περιεχόμενα

### Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή .....	5
----------------	---

### Κεφάλαιο 2

2.1 Γενικά.....	6
2.2 Εξέλιξη της καλλιέργειας βαμβακιού στη Ελλάδα .....	7
2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού .....	9
2.4 Στάδια ανάπτυξης βαμβακόφυτου .....	12
2.5 Οικολογικές απαιτήσεις του βαμβακιού .....	15
2.6 Καλλιεργητικές φροντίδες στο βαμβάκι .....	16
2.7 Σπορά βαμβακιού .....	21
2.8 Αποφύλλωση .....	23
2.9 Συγκομιδή .....	25
2.10 Εχθροί και ασθένειες .....	29

### Κεφάλαιο 3

3.1 Άρδευση βαμβακιού .....	41
3.2 Ποτίσματα φυτρώματος .....	42
3.3 Ποτίσματα βλαστικής περιόδου .....	42
3.4 Ποτίσματα ανάπτυξης .....	42
3.5 Ποτίσματα ανθοκαρποφορίας .....	43
3.6 Ποτίσματα παραγωγής .....	43
3.7 Τρόποι ποτίσματος .....	43

### Κεφάλαιο 4

4.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού .....	49
4.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού .....	53
4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας .....	57
4.4 Ποικιλία .....	58
4.5 Υλικά άρδευσης .....	59
4.6 Εξατμισόμετρο τύπου A .....	62

4.7 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους .....	62
4.8 Μετεωρολογικά δεδομένα .....	64
4.9 Μετρήσεις ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών .....	65
4.10 Στατιστική επεξεργασία .....	66
4.11 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης .....	66

## **Κεφάλαιο 5**

### Αποτελέσματα μετρήσεων

5.1 Ύψος κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακόφυτου. ....	88
5.2 Αριθμός χτενιών .....	93
5.3 Αριθμός λουλουδιών .....	96
5.4 Αριθμός καρυδιών .....	100
5.5 Μέτρηση δείκτη φυλλικής επιφάνειας, LAI .....	103
5.6 Αξιολόγηση της απόδοσης .....	109
5.7 Εξοικονόμηση νερού και ενέργειας .....	111

## **Κεφάλαιο 6**

Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα .....	113
------------------------------------	-----

Βιβλιογραφία .....	114
--------------------	-----

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Το νερό, βασικό στοιχείο κάθε βιολογικής διαδικασίας, διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στην ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας.

Τα τελευταία χρόνια η φυσική και οικονομική σημασία του νερού αυξάνει ραγδαία και θα συνεχίσει να αυξάνει καθώς η τεχνολογική και πολιτιστική ανάπτυξη θα εξελίσσεται προς υψηλότερα επίπεδα και οι ανάγκες σε νερό θα πολλαπλασιάζονται. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας έχει δημιουργήσει ένα ισχυρό ανταγωνιστή στη χρήση του νερού για την αρευόμενη γεωργία και αύξησε την οικονομική του σημασία. Οι φυσικές διαθέσιμες πηγές όλο και η απόκτηση των απαιτούμενων ποσοτήτων είναι συνήθως πολύ δαπανηρή.

Γενικά στις μέρες μας, παρατηρούμε από στοιχεία ότι η διαθεσιμότητα του νερού έχει φτάσει στα όρια της και η μόνη εναλλακτική ίσως λύση που απομένει είναι η ανάπτυξη τεχνικών εξοικονόμησης, ώστε η ζήτηση να σταθεροποιηθεί στα σημερινά επίπεδα και στις πιο προβληματικές περιπτώσεις, να περιοριστεί κάτω από τα επίπεδα αυτά.

Έχει διαπιστωθεί σήμερα ότι το υφιστάμενο καθεστώς στο 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 και η μη γνώση του σωστού συστήματος άρδευσης που θα έδινε την καλύτερη δόση άρδευσης στο σωστό σημείο, για να μπορέσει το φυτό να το εκμεταλλευτεί, χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα στο έδαφος από απορροή και διάβρωση.

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Γενικά

Το βαμβάκι είναι φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών και είναι γνωστό απο πολύ παλιά, από τους προϊστορικούς χρόνους υπάρχει αναφορά ότι καλλιεργούνταν. Η ιστορία του χάνεται στα βάθη των αιώνων. Στη μακρόχρονη πορεία του άντεξε το σκληρό ανταγωνισμό άλλων προϊόντων χάρη στις εξαιρετικές και μοναδικές του ιδιότητες.

Η ανάπτυξη και διάδοση του σε όλο το κόσμο ήταν ο κυριότερος συντελεστής της βιομηχανικής ανάπτυξης. Η σημασία του στο παγκόσμιο εμπόριο, τη διεθνή οικονομία και την τεχνολογική πρόοδο ήταν πάντοτε αξιοσημείωτη. Ο άνθρωπος το έθεσε από την αρχαιότητα στα θεία προϊόντα και τις ιερές καλλιέργειες, το ύμνησε και το λάτρεψε.

Σε ανασκαφές που έγιναν στην Ινδία βρέθηκαν υπολείμματα υφασμάτων από βαμβάκι που υπολογίζονται γύρω στο 3000 π.Χ. Στην Ελλάδα πρωτοήρθε από την Ασία κατά την εποχή του Μεγάλου Αλεξάνδρου γύρω στο 325 π.Χ. Η καλλιέργειά του στη συνέχεια εξαπλώθηκε στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου. Τα χρόνια εκείνα το βαμβάκι αναφερόταν σαν δέντρο, γεγονός που αποδεικνύει ότι καλλιεργούσαν δενδροειδείς ποικιλίες βαμβακιού.

Το *Gossypium hirsutum* είναι το κυρίως καλλιεργούμενο σήμερα είδος, αφού η παραγωγή του αντιπροσωπεύει περίπου το 90% 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 παραλλακτικότητας και την απομόνωση των επιθυμητών τύπων μετατράπηκε σε ετήσιο φυτό και εγκλιματίστηκε σε εύκρατες περιοχές από όπου προέρχεται σήμερα το 82% της συνολικής παραγωγής. Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται μέχρι και 43°-45° βόρειο γεωγραφικό πλάτος (Δημοκρατίες πρώην Σοβιετικής Ένωσης και Κίνα) Και στο Νότιο Ημισφαίριο μέχρι 32° νότιο γεωγραφικό πλάτος (Ν. Αμερική, Αυστραλία). Καλλιεργείται σε περισσότερες από 70 χώρες στο κόσμο (Αφρική, Ασία, Ωκεανία, Β.Αμερική, Ν.Αμερική), στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα, Ισπανία και σε μικρότερες εκτάσεις στη Γιουγκοσλαβία, Βουλγαρία, Αλβανία και Ιταλία.

Στην ιστορική του ανάπτυξη και μέχρι σήμερα η καλλιέργεια του βαμβακιού και η παραγωγή του παρουσίασαν εντυπωσιακές μεταβολές και εξέλιξη. Σε αυτό συντέλεσαν ο εκσυγχρονισμός της καλλιέργειας του βαμβακιού με την παράλληλη αλματώδη εξέλιξη της βαμβακοβιομηχανίας κυρίως της εκκόκισης και της κλωστικής. Το βαμβάκι διαδραμάτιζε και διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην παγκόσμια οικονομία και την πολιτική του κόσμου. Τα τελευταία χρόνια

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

Καλλιεργείται παγκοσμίως σε έκταση 330 εκκατομμυρίων περίπου στρεμμάτων με ετήσια παραγωγή περίπου 19 εκκατομύρια τόνους εκκοκισμένο. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται 4,3 εκατ. στρ. με ετήσια παραγωγή εκκοκισμένου βαμβακιού 435 χιλιάδες τόνοι και μέση απόδοση 101,3Kg/στρ.

Παρόλο τον ανταγωνισμό που δέχεται το βαμβάκι από τις τεχνητές ίνες, η παγκόσμια κατανάλωση βαμβακιού παρουσιάζει συνεχή και σταθερή αύξηση, κυρίως χάρη στη στροφή που παρατηρείται στην προτίμηση της κατανάλωσης από τις ανθυγιεινές τεχνητές ίνες στις φυσικές, οι οποίες διαθέτουν καλύτερες ιδιότητες. Το βαμβάκι σήμερα έχει ποσοστό συμμετοχής 48% της παγκόσμιας χρήσης ινών, έναντι 60% και πλέον στα μέσα της δεκαετίας του '60.

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκε έντονη ανακατανομή της κατανάλωσης ακατέργαστου βαμβακιού στις διάφορες χώρες με τάση μείωσης στις κυρίως βιομηχανίες, ενώ στις αναπτυσσόμενες, κυρίως η Ελλάδα παρουσίασαν θεαματική αύξηση της κατανάλωσης και επομένως ανάπτυξη της κλωστοβιομηχανίας.

## **2.2 Εξέλιξη της καλλιέργειας βαμβακιού στη Ελλάδα**

Το βαμβάκι είναι σήμερα η πιο δυναμική καλλιέργεια ανάμεσα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας αγροτικό προϊόν. Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα αναφέρεται από τον Πausανία το 2<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα με την ονομασία "βύσσος". Το σημερινό βαμβάκι αναφέρεται για πρώτη φορά τον 6<sup>ο</sup> μ.χ αιώνα και τον 10<sup>ο</sup> μ.χ αιώνα το φυτό είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα. Επί Τουρκοκρατίας και αργότερα η καλλιέργεια του περιοριζόταν κυρίως στη Θεσσαλία, τις Σέρρες και τη Δακωνία.

Η Ελλάδα συγκαταλέγεται μεταξύ των δέκα μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών του κόσμου, ενώ κατέχει την τέταρτη θέση όσον αφορά τις στρεμματικές αποδόσεις. Παρόλο που η Ελλάδα γεωγραφικά είναι οριακή περιοχή για την βαμβακοκαλλιέργεια, συμπεριλαμβάνεται μεταξύ των πρώτων χωρών παγκοσμίως, τόσο από άποψη αποδόσεων, όσο και από άποψη ποιότητας βαμβακιού τύπου upland. Επιπλέον, είναι η πρώτη



βαμβακοπαραγωγός χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για τους παραπάνω λόγους θεωρείται ότι το βαμβάκι στηρίζει την ελληνική κλωστοϋφαντουργία και αποτελεί σημαντική πηγή ξένου συναλλάγματος.

Οι κύριοι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η πρόοδος της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα είναι: α) η ίδρυση του Οργανισμού και του Ινστιτούτου Βάμβακος, β) η ανάπτυξη εγχώριας κλωστοβιομηχανίας, γ) η ένταξη της χώρας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και δ) η πλήρης εκμηχάνιση της καλλιέργειας.

## **Καλλιεργούμενα είδη**

**Τα είδη που καλλιεργούνται σήμερα είναι τέσσερα.**

**1-Χνουδωτό βαμβάκι** Το πιο κοινά καλλιεργούμενο δίνει πάνω από το 90% της παγκόσμιας παραγωγής. Είναι και το μοναδικό είδος που καλλιεργείται στην Ελλάδα. Το είδος αυτό είναι πολυετές αλλά στην Ελλάδα καλλιεργείται σαν μονοετές γιατί δεν επιβιώνει σε κρύο χειμώνα. Οι ίνες που παράγει φτάνουν τα 45 χιλιοστόμετρα μήκος και χαρακτηριστικό του είναι το χνουδί που περικλείει τα σπόρια του. Τα άνθη του είναι λευκά όταν ανοίξουν αλλά στη πορεία αλλάζουν χρώμα και γίνονται κόκκινα ή μοβ. Είναι βαμβάκι υψηλής ποιότητας με μεγάλη αντοχή, ελαστικότητα, πολύ καλή στιλπνότητα και ομοιομορφία.

**2-Πωώδες βαμβάκι** Βρίσκεται αυτοφυές στο Πακιστάν στην Ινδία και σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής. Παλαιότερα η καλλιέργεια του ήταν πολύ διαδεδομένη αλλά σήμερα οι καλλιέργειες του αντικαταστάθηκαν από το χνουδωτό βαμβάκι που είναι πολύ καλλίτερης ποιότητας. Στην Ελλάδα το καλλιεργούσαν μέχρι το 1950 στη Λιβαδειά όπου ήταν γνωστό με την ονομασία Δαδιώτικο και στις Σέρρες.

**3-Βαρβαδινό βαμβάκι** Πολυετή και ετήσια φυτά που τα περισσότερα είναι δενδροειδή και φτάνουν σε ύψος και τα 6 μέτρα. Η καταγωγή του είδους αυτού είναι η λατινική Αμερική και σήμερα καλλιεργείται στην Αίγυπτο, το Σουδάν, σε πρώην Σοβιετικές χώρες, στις Η.Π.Α., στη Βραζιλία και το Περού. Τα κλαδιά του βαμβακιού αυτού είναι πλάγια και τα φύλλα του έχουν μεγάλες σχισμές Τα σπόρια του είναι κυανού χρώματος και τα άνθη είναι κιτρινωπά με μία κηλίδα στη βάση του κάθε πέταλου. Οι ίνες του είναι οι μακρύτερες από όλα τα είδη και φτάνουν και τα 50 χιλιοστόμετρα είναι καλής ποιότητας , λεπτές και μαλακές.

**4-Δενδροειδές βαμβάκι.** Βρίσκεται αυτοφυές στο Πακιστάν , τη Σρι Λάνκα και την Ινδία όπου θεωρείται ιερό φυτό γι αυτό βρίσκεται έξω από πολλούς

ναούς. Οι ίνες του είναι πολύ κοντές και όχι τόσο καλής ποιότητας γι αυτό η καλλιέργεια του είναι πολύ περιορισμένη.

### 2.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού

Αγγειόσπερμο, δικότυλο φυτό το βαμβάκι ανήκει στην τάξη στυλοφόρα και στην οικογένεια Μαλβίδες. Ιθαγενές των τροπικών περιοχών της Αφρικής και της Ασίας είναι γνωστό από τα πανάρχαια χρόνια και καλλιεργείται για τις ίνες του.

Η επιστημονική του ονομασία είναι *γοσύπιο* και οι βλαστοί του διακλαδώνονται φτάνοντας σε ύψος το 1,5 μέτρο αλλά και τα 6 μέτρα στις δενδροειδείς ποικιλίες. Έχει φύλλα με μακρύ μίσχο, μεγάλα και με έλασμα. Στη βάση του μίσχου βρίσκονται δύο μικρά παράφυλλα συνήθως οδοντωτά. Τα άνθη βγαίνουν από τις μασχάλες των φύλλων και είναι μεγάλα, μοναχικά και παράγονται από ανθοφόρους οφθαλμούς. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί στην αρχή τους μοιάζουν με μικρές πυραμίδες και στο στάδιο αυτό τα άνθη του λέγονται χτένια. Ο καρπός του είναι κάψα και έχει 8-10 σπόρια που περιβάλλονται από λευκές ίνες. Οι ώριμες ίνες αποτελούνται κατά μεγάλο ποσοστό από κυτταρίνη.

Τα καλλιεργούμενα βαμβάκια είναι φυτά ετήσια και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium*. Το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει 49 είδη. Από τα είδη αυτά που δημιούργησε η φύση ο άνθρωπος εξημέρωσε και καλλιέργησε μόνο τέσσερα, τα οποία είναι τα μόνα με νηματοποιήσιμη ίνα, δυο διπλοειδή τα: *G. herbaceum* και *G. arboreum* και τα δυο τετραπλοειδή τα: *G. hirsutum* και *G. Barbadense*.

Οι σπουδαιότεροι γενετικοί μηχανισμοί που συνέβαλαν στη διεύρυνση της οικολογικής προσαρμοστικότητας του βαμβακιού, ώστε από φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών να έχει μετατραπεί σήμερα σε φυτό κυρίως εύκρατων περιοχών είναι: α) διαστάυρωση-υβριδισμός, β) πολυπλοειδία και γ) μεταλλάξεις

Η τροποποίηση της γενετικής σύνθεσης του φυτού είχε ως αποτέλεσμα την τροποποίηση μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών του φυτού. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς που βοήθησαν την προσαρμογή της καλλιέργειας σε οριακές περιοχές είναι οι παρακάτω: α) ο ετήσιος βιολογικός κύκλος του φυτού, β) η αντίδραση του φυτού στον φωτοπεριορισμό και γ) η αντοχή στο ψύχος.

Υπάρχει πολύ μεγάλη μορφολογική παραλλακτικότητα στο γένος *Gossypium* ετήσια ή πολυετή, ποώδη, θαμνώδη ή μικρά δέντρα. Οι κλάδοι

είναι κυλινδρικοί ή γωνιώδεις με πολλές, λίγες ή καθόλου τρίχες. Ποικιλομορφία υπάρχει επίσης στα άνθη, στους κάλυκες, τα φύλλα τους πλευρικούς κλάδους, τους καρπούς και τους σπόρους. Κύριο χαρακτηριστικό όλων των φυτών βαμβακιού είναι η ύπαρξη αδένων που περιέχουν το αλκαλοειδές γκοσσυπόλη. .

**Ριζικό σύστημα:** αποτελείται από μια πασσαλώδη ρίζα, η οποία σε μερικές μέρες από τη βλάστηση και σε βάθος περίπου 15cm αρχίζει να αναπτύσσει πολλές δευτερεύουσες ρίζες, οι οποίες στη συνέχεια διακλαδίζονται. Το βάθος του ριζικού συστήματος μπορεί φτάσει ή ακόμη και να υπερβεί τα 2m. Η ανάπτυξη της ρίζας σταματά αν συναντήσει αδιαπέραστο στρώμα, πολύ αλκαλικό ορίζοντα ή έδαφος κορεσμένο από υγρασία. Αν το άκρο της κύριας ρίζας καταστραφεί, αντικαθίσταται από μια πλευρική ρίζα. Το κυρίως ριζόστρωμα βρίσκεται συνήθως σε βάθος 40-60cm και μπορεί να φτάσει πλευρικά σε απόσταση ως 120cm από την κύρια ρίζα.

**Βλαστός:** αποτελείται από το κύριο στέλεχος και τους πλευρικούς κλάδους. Το ύψος φυτού στα μονοετή βαμβάκια κυμαίνεται από 0,6-1,8m ανάλογα με την ποικιλία, τις συνθήκες περιβάλλοντος και τη καλλιεργητική τεχνική. Την εποχή που γενικεύεται η καρποφορία περιορίζεται η ανάπτυξη του στελέχους επειδή τα προϊόντα αφομοίωσης προωθούνται κυρίως προς τα καρύδια. Το κύριο στέλεχος είναι κυλινδρικό και κοίλο εσωτερικά. Στην ενδιάμεση ζώνη σχηματίζονται λυσιγενείς αδένες που περιέχουν γκοσσυπόλη. Κατά μήκος του κεντρικού στελέχους από τους κόμβους εκφύονται φύλλα στη μασχάλη των οποίων υπάρχουν οι καταβολές δυο οφθαλμών, του κύριου μασχαλιαίου και του πλευρικού. Το κύριο στέλεχος και οι πλευρικοί φυλλοφόροι βλαστοί παρουσιάζουν μονοποδιακή αύξηση, σε αντίθεση με τους ανθοφόρους κλάδους που έχουν συμποδιακή αύξηση.

**Φύλλα:** παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθος, το σχήμα, την υφή και τα άλλα χαρακτηριστικά ανάλογα με το είδος, την ποικιλία ακόμη και το ίδιο το φυτό. Τα φύλλα αποτελούνται από το έλασμα και το μίσχο και συνήθως έχουν και δυο μικρά παράφυλλα. Η υφή μπορεί να είναι λεπτή ως δερματώδης. Στους περισσότερους τύπους το έλασμα έχει πλάτος 10-15cm και είναι τρίλοβο ως πεντάλοβο με έντονες όμως διαφορές ως προς το σχήμα των λοβών, ώστε τα φύλλα να φαίνονται από σχεδόν ακέραια ως πολύ σχιστά. Στο έλασμα υπάρχουν 3-5 νευρώσεις με άφθονες διακλαδώσεις. Το έλασμα μπορεί να είναι λείο ή τριχωτό. Το χρώμα των φύλλων ποικίλλει από ανοικτό ως πολύ σκούρο πράσινο. Υπάρχει και κόκκινο χρώμα φύλλων. Ο μίσχος έχει μήκος όσο περίπου και το έλασμα και έχει παρόμοια ανατομική κατασκευή.

**Άνθη:** οι ανθοφόροι οφθαλμοί που εξελίσσονται σε άνθη ονομάζονται χτένια. Στα πρώτα τους στάδια τα χτένια καλύπτονται από τρία βράκτια

φύλλα. Συνήθως απαιτούνται 21 μέρες περίπου από την εμφάνιση των χτενιών μέχρι τη άνθηση. Τα μέρη του άνθους από έξω προς τα μέσα είναι: α) τρία βράκτια φύλλα που περικλείουν το κέντρο της ανθοφόρου καταβολής, β) κάλυκας που αποτελείται από πέντε πέταλα ενωμένα στη βάση τους και το χρώμα τους είναι λευκό, κίτρινο ή ερυθρό, γ) στήμονες που είναι πολυάριθμοι, συνήθως 90-100, τοποθετημένοι σε δέκα κατακόρυφες σειρές, φέρουν δίχωρους ανθήρες οι οποίοι υπολογίζεται ότι παράγουν περίπου 10.000 γυρεόκοκκους και δ) ύπερος που αποτελείται από πολύχρωμη ωοθήκη, στύλο και στίγμα.

**Καρποί:** το γονιμοποιημένο άνθος εξελίσσεται σε καρπό που είναι κάψα και ονομάζεται καρύδι. Αν δε γονιμοποιηθούν αρκετά ωάρια ώστε να δώσουν ισάριθμους σπόρους το καρύδι πέφτει τις πρώτες 10 ημέρες. Το σχήμα του καρυδιού διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό και μέσα στο είδος από επίμηκες ως στρογγυλό. Κατά την ωρίμανση σχίζονται τα καρπόφυλλα στα σημεία συρραφής τους και προβάλλει προς τα έξω το προϊόν, που αποτελείται από σπόρους και ίνες. Το βάρος του καρυδιού παραλλάσσει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με την ποικιλία και τις εξωτερικές συνθήκες.

**Σπόροι:** ο ώριμος σπόρος έχει σχήμα απιοειδές, μήκος 6-12mm και βάρος 0,10-0,13g. Ο σπόρος αποτελείται από το περισπέρμιο, το έμβρυο και δυο καλοαναπτυγμένες και διπλωμένες κοτυληδόνες. Στο σπόρο υπάρχουν ακόμη αδένες που περιέχουν γκοσσυπόλη. Οι σπόροι περιβάλλονται από ίνες και συνήθως και από χνούδι.

### **Χακτηριστικά σπόρου**

Ο σπόρος θεωρείται χρήσιμος, κυρίως για το λάδι του, αλλά και για την βαμβακόπιτα που χρησιμοποιείται για ζωοτροφή. Η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι κυμαίνεται για τις γυμνές αιγυπτιακές ποικιλίες με 25%, ακολουθούν οι γυμνές αμερικάνικες Upland με 23%, ενώ το λάδι σε χνουδωτές upland κυμαίνεται από 18-21%. Στο βαμβακόσπορο βρίσκεται και η γκοσσυπόλη (gossypol), η οποία είναι η πιο σπουδαία χρωστική του βαμβακιού. Βρίσκεται προπάντων στο σπόρο, όπου η αναλογία της μπορεί να φτάσει 1% και 2%. Σε ελεύθερες καταστάσεις η γκοσσυπόλη είναι τοξική, κυρίως για τα γουρούνια και τα πουλερικά, καθώς και για τα κουνέλια και σκύλους. Τα μηρυκαστικά δεν υποφέρουν γιατί με το παρατεταμένο μάσημα και μηρυκασμό της τροφής, η γκοσσυπόλη έρχεται σε επαφή με άλλες ουσίες (πρωτεΐνες κλπ.), ενώνεται και γίνεται ανενεργός. Η γκοσσυπόλη επηρεάζει και την ποιότητα του λαδιού, γιατί του δίνει ανεπιθύμητο ειδικό χρωματισμό. Η ποικιλία παίζει μεγάλο ρόλο στο ποσοστό της γκοσσυπόλης. Εκτός από την ποικιλία, σημασία για την περιεκτικότητα σε γκοσσυπόλη έχει και το

περιβάλλον. Αυξάνεται με την υγρασία, τα θρεπτικά στοιχεία (N,P,K ), ίσως με την πρώιμη σπορά, δηλαδή με όλους τους παράγοντες που ευνοούν και την παραγωγικότητα των βαμβακοφύτων. Άλλο χαρακτηριστικό του σπόρου, που έχει πρακτική σημασία, είναι το χνούδι. Γυμνός σπόρος, εκτός που έχει περισσότερο λάδι, σπέρνεται πιο εύκολα και φυτρώνει πιο γρήγορα από το χνουδωτό.

**Ίνες:** η κάθε ίνα σχηματίζεται από ένα κύτταρο της επιδερμίδας του σπόρου. Την ημέρα της άνθησης ορισμένα από τα κύτταρα της επιδερμίδας σχηματίζουν εξογκώσεις που εξελίσσονται σε επιδερμικές τρίχες. Σύντομα οι εξογκώσεις επιμηκύνονται και επεκτείνονται σε όλη την επιφάνεια του σπόρου. Στη συνέχεια γίνεται η επιμήκυνση και η πάχυνση της ίνας. Η πάχυνση γίνεται με εναπόθεση κυτταρίνης κατά ομοκεντρικά στρώματα. Το τελικό μήκος της ίνας αποτελεί βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό και κυμαίνεται από 15-50mm ανάλογα με το είδος και την ποικιλία.

## **2.4 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ**

Στη χώρα μας το βαμβακόφυτο χρειάζεται για να συμπληρώσει τον βιολογικό του κύκλο, από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, 170 μέχρι 210 ημέρες, ανάλογα βέβαια με την ποικιλία και τις συνθήκες που θα επικρατήσουν. Από την άποψη αυτή διαιρούμε το βιολογικό κύκλο του βαμβακιού σε πέντε στάδια:

- 1. Στάδιο φυτρώματος**
- 2. Στάδιο πρώτης ανάπτυξης**
- 3. Στάδιο προάνθησης**
- 4. Στάδιο ανθοφορίας**
- 5. Στάδιο ωρίμανσης.**

**1. Στάδιο φυτρώματος,** είναι η περίοδος από τη σπορά μέχρι την εμφάνιση των κοτυληδόνων πάνω από το έδαφος και διαρκεί συνήθως 8-10 ημέρες, σε δυσμενείς όμως συνθήκες από 2-4 εβδομάδες. Στον πίνακα 2.1 φαίνεται η επίδραση της θερμοκρασίας στο φύτεμα του σπόρου.

**Πίνακας 2.1**

**Το φύτερωμα και η ανάπτυξη του φυταρίου με τη θερμοκρασία(χλίχλιας και Κατσαμπή-Ζημάκα, 1986)**

Θερμοκρασία °C	Ώρες για φύτερωμα 80	Τελικό φύτερωμα 98	Σε 14 ημέρες ύψος φυτού	Μάκρος κύριας ρίζας (mm)
18	360	68	32	85
21	192	84	47	115
24	120	86	80	163
27	96	88	94	157
30	88	88	100	140
33	72	90	98	150

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το φύτερωμα είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και ο αερισμός του εδάφους. Όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1 η θερμοκρασία ασκεί ιδιαίτερη επίδραση αφού το βαμβάκι κατάγεται από τροπικές και υποτροπικές χώρες και εμείς το καλλιεργούμε σε εύκρατες χώρες. Χαμηλές θερμοκρασίες έχουν δυσμενή επίδραση στην ικανότητα του φυτού να παίρνει από το έδαφος νερό και θρεπτικές ουσίες. Επίσης επιβραδύνουν την αύξηση και διευκολύνουν την ανάπτυξη ασθενειών που είναι ικανές να προκαλέσουν το θάνατο του φυτού και οι υψηλές όμως θερμοκρασίες είναι επίσης ανεπιθύμητες. Στο έδαφος που θα σπαρεί ο σπόρος πρέπει να υπάρχει αρκετή υγρασία. Αν και δεν είναι τόσο περιοριστικός παράγοντας όσο η θερμοκρασία, εν τούτοις είναι αρκετά απαραίτητη για ένα καλό φύτερωμα και καλή ανάπτυξη του βαμβακιού. Το οξυγόνο που εξασφαλίζεται με τον καλό αερισμό του εδάφους, είναι ιδιαίτερα απαραίτητο για το φύτερωμα του βαμβακόσπορου, γιατί περιέχει περισσότερο έλαιο και πρωτεΐνες από τους άλλους σπόρους, όπως του καλαμποκιού και του ρυζιού. Για την μετατροπή των ουσιών αυτών σε ενώσεις κατάλληλες για την ανάπτυξη του φυτού απαιτείται οπωσδήποτε περισσότερο οξυγόνο.

**2. Στάδιο πρώτης ανάπτυξης,** είναι η περίοδος από το φύτερωμα μέχρι την εμφάνιση των χτενιών. Διαρκεί 35-50 περίπου ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Με κανονικές συνθήκες το πρώτο μόνιμο φύλλο εμφανίζεται 8-10 ημέρες μετά το φύτερωμα και το δεύτερο μόνιμο φύλλο μετά από 10-12 ημέρες. Ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός εμφανίζεται 35-50 ημέρες από το φύτερωμα. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του βαμβακιού είναι 33°C αλλά οπωσδήποτε δεν πρέπει να είναι κάτω των 20° C. Μια ημερήσια θερμοκρασία μεταξύ 25° C και 30° C είναι πολύ ικανοποιητική.

**3. Στάδιο προάνθησης**, είναι η περίοδος που μεσολαβεί από το σχηματισμό των πρώτων χτενιών μέχρι την εμφάνιση των πρώτων λουλουδιών. Η διάρκεια του είναι 20-25 περίπου ημέρες. Για βαμβάκια αμερικανικού τύπου βρέθηκε ότι όσο η θερμοκρασία της ημέρας είναι μεγαλύτερη τόσο η ζωή της ανθοφόρου καταβολής είναι μικρότερη, οπότε έχουμε ταχύτερη εμφάνιση των ανθέων. Το χτένι εξελίσσεται σε λουλούδι κατά μέσο όρο σε 22 ημέρες.

**4. Στάδιο ανθοφορίας - καρποφορίας**, τα πρώτα λουλούδια παρουσιάζονται 20-25 ημέρες μετά την εμφάνιση των πρώτων χτενιών. Από τη σπορά μέχρι που να αρχίσει η άνθηση περνούν συνήθως 60-70 ημέρες, ανάλογα με την εποχή σποράς και τις καιρικές συνθήκες. Το στάδιο διαρκεί 45-50 ημέρες περίπου και συμπίπτει με τις αρχές Ιουλίου μέχρι 15-20 Αυγούστου. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία πρέπει να είναι ιδιαίτερη κατάλληλη. Η υπερβολική υγρασία σε συνδυασμό με συννεφιά, περίσσεια αζώτου και χαμηλή θερμοκρασία, ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη και οψιμίζει την καρποφορία. Το βαμβάκι είναι περισσότερο ευαίσθητο στην έλλειψη υγρασίας όταν έχει σχηματίσει αρκετά μεγάλα καρύδια. Την περίοδο αυτή καλούμε κριτική. Όταν η ίδια υγρασία συνδυαστεί με πολύ υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημιά στην καρποφορία.

**5. Στάδιο ωρίμανσης** είναι η περίοδος από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση και το άνοιγμα του καρυδιού. Διαρκεί 45-70 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Τα πρώιμα π.χ. καρύδια ωριμάζουν σε 45-55 ημέρες ενώ τα όψιμα σε 60-70.

### **Ανθόρροια και καρπόρροια**

Το βαμβάκι παράγει πολύ περισσότερα άνθη και καρύδια από όσα τελικά ωριμάζουν. Ένα ποσοστό ανθέων και καρυδιών πέφτει, οπότε μιλάμε για ανθόρροια ή καρπόρροια αντίστοιχα. Το ποσοστό της καρπόδεσης επηρεάζεται από συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως η υπερβολική ή ανεπαρκής υγρασία, η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, η υπερβολική άνοδος της θερμοκρασίας, η προσβολή εντόμων και ασθενειών, οι ισχυροί άνεμοι ή μηχανικός τραυματισμός κλπ. Η διάρκεια του φωτός, της ημέρας δηλαδή η φωτοπερίοδος φαίνεται επίσης να έχει αρκετή σπουδαιότητα. Το ποσοστό του πεσίματος είναι πιο σημαντικό με μικρή παρά με μεγάλη φωτοπερίοδο, ίσως γιατί με μειωμένη φωτοπερίοδο παράγονται λιγότερα φωτοσυνθετικά προϊόντα. Η πτώση που παρατηρείται μετά από βροχερό καιρό οφείλεται ίσως περισσότερο στη νέφωση και λιγότερο στην άμεση επίδραση της βροχής. Επίσης, επηρεάζεται από τον γενότυπο του φυτού. Η πτώση καρποφόρου οργάνου από προσβολή εχθρού γίνεται μετά 36 ώρες μέχρι 10 ημέρες από την προσβολή. Τα καρύδια που πέφτουν είναι συνήθως 3-10 ημερών. Καρύδια μεγαλύτερα από 10 ημέρες σπάνια πέφτουν εκτός εάν το φυτό

υποστεί την επίδραση ισχυρών παραγόντων όπως χημικών ουσιών, παγωνιάς, κλπ.

## 2.5 Οικολογικές απαιτήσεις του βαμβακιού

**Κλίμα:** επηρεάζει άμεσα τη διαμόρφωση της παραγωγής του βαμβακιού και αποτελεί αιτία της διακύμανσης που παρουσιάζουν οι αποδόσεις σε μια περιοχή από χρόνο σε χρόνο. Σε χώρες, όπως η Ελλάδα οι οποίες έχουν περιορισμένη βλαστική περίοδο, οι συνθήκες ανάπτυξης κυρίως στην αρχή και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου είναι συχνά λιγότερο ευνοϊκές για μια καλή καρποφορία και ωρίμανση της καλλιέργειας. Βασικός περιοριστικός παράγοντας θεωρούνται οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν τις περιόδους αυτές καθώς και οι απρόβλεπτες καιρικές μεταβολές (πρώιμες βροχές, πτώση θερμοκρασίας)

**Έδαφος:** το βαμβάκι δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις. Καλύτερα θεωρούνται τα εδάφη μέσης σύστασης με επαρκή αερισμό και στράγγιση. Σε πλούσιο έδαφος το βαμβάκι παρουσιάζει υπερβολική βλάστική ανάπτυξη σε βάρος της αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Τα καλύτερα εδάφη για την καλλιέργεια του είναι αυτά που έχουν ίσες αναλογίες αργίλου, πηλού και άμμου, ικανή περιεκτικότητα σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Ιδανικό θεωρείται το pH μεταξύ 7-8, μπορεί να καλλιεργηθεί και σε πιο όξινα εδάφη μέχρι pH 5,2. Τέλος, ανέχεται μέτρια περιεκτικότητα αλάτων και πρέπει το έδαφος να μην είναι πολύ συνεκτικό ή να έχει αδιαπέραστο στρώμα, γιατί είναι βαθύριζο φυτό.

**Θρεπτικά στοιχεία:** το βαμβάκι είναι φυτό που δεν εξαντλεί πολύ το έδαφος. Χρειάζεται άζωτο, φώσφορο, κάλιο, καθώς και άλλα στοιχεία όπως μαγνήσιο, ασβέστιο και θείο. Επίσης διάφορα ιχνοστοιχεία όπως σίδηρο, μαγγάνιο, βόριο, χαλκό, ψευδάργυρο, κοβάλτιο και ίσως μολυβδαίνιο. Κατά την καρποφορία οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία αυξάνονται, ενώ όταν αρχίζει η ωρίμανση της παραγωγής μειώνονται πολύ.

**Θερμοκρασία:** είναι ο σπουδαιότερος κλιματικός παράγοντας που καθορίζει το μέγεθος και την ποιότητα παραγωγής. Η εξέλιξη του βαμβακόφυτου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία που επικρατεί κατά τη βλάστηση και το φύτεμα του σπόρου. Θερμοκρασία κάτω των 10°C κατά το φύτεμα θεωρείται επιζήμια καθώς ελατώνεται η βλαστικότητα και δημιουργούνται ανωμαλίες στο ριζικό σύστημα. Η ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους για το φύτεμα και τη βλάστηση είναι 15°C, ενώ με θερμοκρασία αέρος 10-12°C σταματά η ανάπτυξη των καρυδίων και με -2°C επέρχεται ο θάνατος του φυτού. Η άριστη θερμοκρασία για το φύτεμα και τη μετέπειτα ανάπτυξη του είναι 33°C. Η θερμοκρασία αέρος επιδρά στην ποιότητα της ίνας και του σπόρου. Με εφαρμογή ορθής καλλιεργητικής τεχνικής η απόδοση είναι ανάλογη του μέσου όρου της μέσης θερμοκρασίας αέρος κατά τη



διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, εφόσον η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει το ευνοϊκό εύρος για την ανάπτυξη του φυτού.

**Υγρασία:** το φυτό του βαμβακιού έχει συντελεστή διαπνοής αρκετά υψηλό, περίπου 560. Για καλλιέργεια βαμβακιού χωρίς άρδευση απαιτείται ετήσια βροχόπτωση τουλάχιστον 500mm από τα οποία τα 175-200mm απαιτείται να πέσουν κατά την περίοδο της καρποφορίας. Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια βαμβακιού είναι κατά κανόνα αρδευόμενη. Με το βαθύ ριζικό σύστημα το βαμβάκι είναι από τις λίγες εαρινές καλλιέργειες που μπορούν να αποδώσουν και χωρίς άρδευση. Η έλλειψη εδαφικής υγρασίας είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού. Αν η υγρασία εδάφους βρίσκεται στο σημείο μάρανσης ή κάτω από αυτό, ο σπόρος δε φυτρώνει και τα νεαρά φυτά δεν αναπτύσσονται. Καθώς το φυτό προχωρεί στην εποχική ανάπτυξη οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό λόγω της γρήγορης αύξησης των φυτικών ιστών. Η περίσσεια υγρασίας μπορεί να είναι επίσης επιβλαβής, ιδιαίτερα στην αρχή και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Υπερβολική εδαφική υγρασία αποκλείει τον καλό αερισμό και εμποδίζει την ορθή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Υπερβολική υγρασία την περίοδο ωρίμανσης των καρυδιών μειώνει την απόδοση της καλλιέργειας, διότι συντελεί στη σήψη αυτών.

**Φώς:** το φυτό του βαμβακιού είναι ηλιόφιλο και παράγει αποτελεσματικά όταν υπάρχει επαρκής ηλιοφάνεια κατά το μεγαλύτερο τμήμα της ενεργού περιόδου ανάπτυξης. Βαμβάκια που σκιάζονται μένουν καχεκτικά και κοντά με μικρή καρποφορία. 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 πρόκλησης προβλημάτων στην καλλιέργεια.

## 2.6 Καλλιεργητικές φροντίδες στο βαμβάκι

**Προετοιμασία αγρού:** το βαμβάκι απαιτεί επιμελημένη προετοιμασία του αγρού. Κρίσιμο σημείο για τις ελληνικές συνθήκες είναι η διατήρηση της εδαφικής υγρασίας σε ικανοποιητικό επίπεδο, επειδή ο βαμβακόσπορος είναι ελαιούχος σπόρος και έχει ανάγκη από αρκετή υγρασία για να φυτρώσει. Τα τελευταία χρόνια με την οψίμιση των φυτειών παρεμποδίζεται η χειμερινή κατεργασία με δυσμενείς επιπτώσεις για τη νέα καλλιέργεια. Στα πλαίσια της νέας γεωργίας με τις μειωμένες εισροές επιδιώκεται και στο βαμβάκι η μείωση της κατεργασίας του εδάφους μέχρι και η ακαλλιέργεια.

Η προετοιμασία του αγρού απαιτεί στελεχοκοπή. Όταν η προηγούμενη καλλιέργεια είναι βαμβάκι, καλαμπόκι ή καπνός πρέπει αμέσως μετά τη συγκομιδή να γίνεται στελεχοκοπή και παράχωμα των στελεχών με τη χρήση

περιστροφικού στελεχοκόπτη ή δισκοσβάρνας. Το φθινόπωρο όργανο αποτελεί σημαντική καλλιεργητική φροντίδα. Πρέπει να γίνεται κατά το δυνατόν νωρίτερα το φθινόπωρο ή το χειμώνα με αναστρεφόμενο άροτρο σε βάθος εναλλασσόμενο 20-30cm. Έπειτα γίνεται καταστροφή ζιζανίων το χειμώνα και η προετοιμασία του αγρού για σπορά. Την άνοιξη γίνονται οι τελείως απαραίτητες εργασίες και με μεγάλη προσοχή για να εξασφαλισθεί καλή δομή εδάφους και υγρασία για τη σπορά. 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 και λιπασμάτων. Άλλες περιστασιακές κατεργασίες που μερικές φορές είναι απαραίτητες για την βαμβακοκαλλιέργεια είναι η ισοπέδωση, η αποστράγγιση και η υπεδαφοκαλλιέργεια.

### **Απεντόμωση του εδάφους**

Η απεντόμωση του εδάφους είναι μια απαραίτητη εργασία και γίνεται σήμερα από όλους σχεδόν τους βαμβακοπαραγωγούς προκειμένου να αποφευχθούν προσβολές από σιδηροσκώληκες που υπάρχουν σε αφθονία, κυρίως σε χωράφια που προέρχονται από καλαμιές, θρίπες, αφίδες και άλλους εχθρούς, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των βαμβάκοφυτων, όταν τα φυτά είναι μικρά και ευαίσθητα και η αντοχή τους στις προσβολές είναι περιορισμένη.

Η απεντόμωση του εδάφους γίνεται με διάφορα φάρμακα που υπάρχουν σε κοκκώδη μορφή ταυτόχρονα με τη σπορά.

### **Λίπανση**

Η λίπανση είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες, που συντελούν στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων και την ποιοτική βελτίωση του βαμβακιού.

Το βαμβάκι είναι φυτό που δεν εξαντλεί πολύ το έδαφος. Για μια καλή ανάπτυξη των φυτών απαιτούνται μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, όμως μετά την απομάκρυνση του σύσπορου βαμβακιού, το μεγαλύτερο μέρος αυτών παραμένουν στο έδαφος με τις ρίζες, τα στελέχη, τα φύλλα και τις κάψες. Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο χρειάζονται σε μεγαλύτερες ποσότητες για την ανάπτυξη του βαμβακιού. Επίσης το ασβέστιο και το θείο είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες, ενώ τα ιχνοστοιχεία, σίδηρος, ψευδάργυρος, χαλκός, βόριο, είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες.

## Σημασία των θρεπτικών στοιχείων

**Αζωτο (N).** Το στοιχείο αυτό ασκεί την μεγαλύτερη επίδραση σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού διότι:

- ☐ συντελεί στην ανάπτυξη του φυτού.
- ☐ αυξάνει τον αριθμό πλάγιων διακλαδώσεων, χτενιών, λουλουδιών και καρυδιών.
- ☐ αυξάνει το βάρος του σπόρου και του καρυδιού
- ☐ μειώνει την αναλογία λαδιού στο σπόρο και αυξάνεται την αναλογία πρωτεϊνών
- ☐ μπορεί να αυξήσει η στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού.

Μεγάλες ποσότητες αζώτου, συντελούν στη μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, ευαισθησία στις εντομολογικές και μυκητολογικές προσβολές, μειωμένη καρποφορία, ανθοφορία και καρπόρροια, καθώς και στην οψίμιση της παραγωγής.

**Φώσφορος (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).** Η σημασία του φωσφόρου στο βαμβάκι είναι μεγάλη διότι συμβάλλει:

- ☐ στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος
- ☐ συντελεί στην πρωίμιση της παραγωγής

**Κάλιο (K<sub>2</sub>O).** Η επάρκεια καλίου είναι σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη του βαμβακιού, διότι προάγει τη φωτοσύνθεση και μειώνει τη διαπνοή με αποτέλεσμα:

- ☐ να αυξάνεται η φυλλική επιφάνεια
- ☐ να αξιοποιούνται καλύτερα τα λιπάσματα και η διαθέσιμη υγρασία
- ☐ να περιορίζεται η πρωιμότητα που προέρχεται από μεγάλες δόσεις φωσφόρου.
- ☐ να περιορίζονται ορισμένες ασθένειες, όπως η αδρομύκωση που προκαλείται από το μύκητα *Fusarium.sp.*

**Ασβέστιο (Ca) και θείο (S).** Το βαμβάκι έχει ανάγκη από αυτά τα στοιχεία. Με την ωρίμανση του βαμβακιού, το μεγαλύτερο μέρος τους παραμένει στα φύλλα και έτσι επιστρέφουν σχεδόν όλες οι ποσότητες στο έδαφος.

**Ιχνοστοιχεία:** Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα εξής στοιχεία: Σίδηρος (Fe), Μαγγάνιο (Mn), Βόριο (Bo), Ψευδάργυρος (Zn), Χαλκός (Cu), Μαγνήσιο (Mg). Το βαμβάκι έχει ανάγκη από τα στοιχεία αυτά, αλλά σε μικρές ποσότητες.

## Ποσότητες λιπασμάτων

Σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες, οι απαιτήσεις του βαμβακιού σε λιπάσματα είναι μικρές, διότι δεν αφαιρεί πολλά στοιχεία από το έδαφος, αφού μετά την απομάκρυνση του σύσπορου βαμβακιού, το σημαντικότερο μέρος αυτών επιστρέφει στο έδαφος (ρίζες, στελέχη, φύλλα).

Γενικά το βαμβάκι χρειάζεται να λιπανθεί με :

10-18 λιπαντικές μονάδες αζώτου. Όλη ή σχεδόν όλη την ποσότητα του αζώτου τη δίνουμε βασικά. Επιφανειακή λίπανση γίνεται σε φυτά που στην πρώτη ανάπτυξή τους παρουσιάζουν για διάφορους λόγους κάποια καθυστέρηση ή καχεκτικότητα.

7-10 λιπαντικές μονάδες φωσφόρου όλες με τη βασική λίπανση.

Καλιούχα λιπάσματα πολύ σπάνια χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια του βαμβακιού, γιατί γενικά πιστεύεται ότι τα εδάφη μας είναι συνήθως πλούσια σε κάλιο. Τα τελευταία χρόνια η λίπανση γίνεται με 6-8 μονάδες καλίου ανά δύο έτη. Όλες τις μονάδες καλίου τις δίνουμε βασικά. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούμε συνήθως είναι:

16-20-0, 20-10-0, 33,5-0-0, 26-0-0, 21-0-0, 45-0-0, 20-10-10, 0-20-0, 0-21-0.

## Αντιμετώπιση ζιζανίων

Τα ζιζάνια αν τα αφήσουμε να αναπτυχθούν στα βαμβακοχώραφα, έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγή. Από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης ανταγωνίζονται τα φυτά μας για φως, νερό, θρεπτικά στοιχεία και αέρα με αποτέλεσμα την μειωμένη αύξηση των βαμβακόφυτων, που οδηγεί στη μείωση της απόδοσης και στην υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Τα ζιζάνια επίσης είναι ξενιστές ασθενειών και εντόμων όπως για παράδειγμα των τετράνυχων, των αφίδων, των θριπών, του πράσινου και ρόδινου σκουληκιού. Τέλος, δυσκολεύουν τις καλλιεργητικές φροντίδες και τη συγκομιδή. Η καταπολέμησή τους θεωρείται υποχρεωτική και μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

1. Προληπτικά μέτρα. Χρησιμοποίηση καθαρού σπόρου κατά τη σπορά και να χρησιμοποιούνται καθαρά εργαλεία στις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες.
2. Κατάλληλη αμειψισπορά
3. Μηχανική καταπολέμηση.

Στη μηχανική καταπολέμηση συμπεριλαμβάνονται όλες οι καλλιεργητικές εργασίες, με τις οποίες καταστρέφονται τα ήδη φυτρωμένα ζιζάνια, κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού (τσάπισμα, σκάλισμα φρεζάρισμα).

#### 1. Χημική καταπολέμηση.

**Ανάλογα με την εφαρμογή τα ζιζανιοκτόνα κατατάσσονται σε προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά.**

**α). Προσπαρτικά:** αυτά που ψεκάζονται σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού, πριν από τη σπορά του βαμβακιού και στη συνέχεια ενσωματώνονται

**β) προφυτρωτικά:** μετά τη σπορά ακολουθεί ψεκασμός με ζιζανιοκτόνο προφυτρωτικό για να καλύψει τα κενά της προσπαρτικής ζιζανιοκτονίας. Χρειάζεται αρκετή υγρασία και αν δεν υπάρχει κάνουμε ένα ελαφρύ πότισμα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: Γκεζακάρντ, Προμετρίν, Κοτοράν, Λάσσο, Στομπ κ.α.

**γ) μεταφυτρωτικά:** αυτά εφαρμόζονται μετά το φύτεμα του βαμβακιού και των ζιζανίων. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά είναι τα πιο αποτελεσματικά, όταν τα ζιζάνια ψεκάστούν στο στάδιο των 3-4 φύλλων. Μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα είναι: Gresagard, Karmex κ.α.

Για να πετύχουμε καλύτερα αποτελέσματα στην καταπολέμηση των ζιζανίων, μπορούμε να κάνουμε συνδυασμένη ζιζανιοκτονία ώστε να έχουμε αύξηση του φάσματος αλλά και του χρόνου δράσεώς τους. Η επιτυχία της ζιζανιοκτονίας εξαρτάται:

1. Από τη γνώση των ζιζανίων του αγρού και την εκλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου.
2. Από την καλή κατανομή του ζιζανιοκτόνου σε όλη την έκταση του χωραφιού.
3. Από την ανάμειξη του ζιζανιοκτόνου στο δοχείο. Το διάλυμα του ζιζανιοκτόνου να χρησιμοποιείται την ίδια ημέρα που παρασκευάζεται.
4. Στο στρέμμα πρέπει να ρίχνουμε τις δόσεις που συνιστούν οι εταιρείες παραγωγής.

Για να πετύχουμε καλύτερα αποτελέσματα στην καταπολέμηση των ζιζανίων, μπορούμε να κάνουμε συνδυασμένη ζιζανιοκτονία ώστε να έχουμε αύξηση του φάσματος αλλά και του χρόνου δράσεώς τους. Η επιτυχία της ζιζανιοκτονίας εξαρτάται:

1. Από τη γνώση των ζιζανίων του αγρού και την εκλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου.
2. Από την καλή κατανομή του ζιζανιοκτόνου σε όλη την έκταση του χωραφιού.
3. Από την ανάμειξη του ζιζανιοκτόνου στο δοχείο. Το διάλυμα του ζιζανιοκτόνου να χρησιμοποιείται την ίδια ημέρα που παρασκευάζεται.
4. Στο στρέμμα πρέπει να ρίχνουμε τις δόσεις που συνιστούν οι εταιρείες παραγωγής.

Τα σπουδαιότερα ζιζανια του βαμβακιού είναι: *Solanum nigrum* (αγριοντοματιά), *Xanthium strumarium* (αγριομελιτζάνα), *Chenopodium album* (λουβουδιά), *Datura stramonium* (τάτουλας), *Abitilon theophrasti* (αγριοβαμβακιά) και μερικά πολυετή όπως αγριάδα, κύπερη, βέλιουρας.

## 2.7 Σπορά βαμβακιού

### Εποχή σποράς.

Οι καιρικές συνθήκες της άνοιξης και η κατάσταση του χωραφιού είναι ρυθμιστικοί παράγοντες για τον καθορισμό της εποχής σποράς. Ο βαμβακόσπορος παρουσιάζει μεγάλη ευπάθεια στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και γι' αυτό δεν είναι σπάνιες οι αποτυχίες στη σπορά. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους, όταν συνδυάζεται με χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερεί ακόμη περισσότερο τη σπορά. Η σπορά μπορεί να αρχίσει όταν η θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα φθάνει τους 14-15°C και γίνεται νωρίτερα στα ελαφρά εδάφη που θερμαίνονται ευκολότερα. Η πρόωμη σπορά έχει πολλά πλεονεκτήματα διότι αφ' ενός υπάρχει αρκετός χρόνος για επανασπορά και αφ' ετέρου μεγαλώνει η βλαστική περίοδος, με αποτέλεσμα:

## Αποστάσεις γραμμών

Για βαμβακοφυτείες μηχανοσυλλογών οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών πρέπει να είναι περίπου 96 εκατοστά. Και για βαμβακοφυτείες χειροσυλλογής οι αποστάσεις πρέπει να είναι περίπου 75-80 εκατοστά. Ο αριθμός φυτών, στο στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία που καλλιεργούμε πρέπει να κυμαίνεται από 10.000 μέχρι 18.000 φυτά.

Η σπορά του βαμβακιού γίνεται σήμερα αποκλειστικά με τις πνευματικές μηχανές οι οποίες σπέρνουν ένα-ένα τους σπόρους στη γραμμή, στις αποστάσεις που θέλουμε.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια κάλυψης της γραμμής σπορά με λεπτό φύλλο πλαστικού για να πετύχουμε πρώιμη σπορά σίγουρο φύτευμα, πρώιμη συγκομιδή και μεγαλύτερες αποδόσεις.

## Βάθος σποράς

Το βάθος σποράς εξαρτάται από την σύσταση του εδάφους και την εποχή σποράς. Όταν γίνεται πρώιμη σπορά, θα πρέπει ο σπόρος να τοποθετείται σε μικρό βάθος 2-3 εκ, όπου η θερμοκρασία του εδάφους είναι υψηλότερη απ'ότι σε μεγαλύτερο βάθος. Αντίθετα στην όψιμη σπορά, ο σπόρος μπορεί να τοποθετηθεί και βαθύτερα( 5-6εκ), για να πιάσει την υγρασία. Σε βαριά χωράφια που συγκρατούν υγρασία και όταν η σπορά είναι πρώιμη το βάθος σποράς είναι μικρό (3 εκατοστά). Σε αμμουδερά χωράφια που χάνουν εύκολα την επιφανειακή υγρασία και θερμαίνονται καλύτερα, όταν σπείρουμε όψιμα το, βάθος είναι μεγαλύτερο (5-6 εκατοστά).

## Ποσότητα σπόρου

Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για να έχουμε μια καλή φυτεία στο στρέμμα εξαρτάται:

- ☐ από τη σύσταση του εδάφους.
- ☐ από την εποχή σποράς. Σε πρώιμες ποικιλίες απαιτούνται περισσότερα φυτά ενώ σε όψιμες χρησιμοποιούνται λιγότερα φυτά.
- ☐ από την ποιότητα του σπόρου (καθαρότητα, βλαστική ικανότητα, μέγεθος σπόρου κλπ).

Συνήθως η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για ένα στρέμμα κυμαίνεται από 2-3 κιλά.

## Επανασπορά

Πολλές φορές διάφοροι παράγοντες (δυσμενείς καιρικές συνθήκες, εχθροί και ασθένειες) είναι δυνατόν να καταστρέψουν την καλλιέργεια βαμβακιού και ανάλογα με το μέγεθος της ζημιάς να χρειαστεί συμπληρωματική σπορά ή επανασπορά. Σ'αυτή την περίπτωση η επανασπορά δεν πρέπει να καθυστερεί και ενδείκνυται να γίνεται πάνω ή πλάγια στις αρχικές γραμμές σποράς. Σε πολλές περιπτώσεις γίνεται πάλι προετοιμασία του χωραφιού και σπορά.

### 2.8 Αποφύλλωση

Αποφύλλωση είναι η εργασία με την οποία τεχνητά (με χημικά μέσα) επιτυγχάνεται το πέσιμο των φύλλων των βαμβακοφύτων, νωρίτερα του φυσιολογικού.

Η πτώση του φύλλου οφείλεται σε διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα στο ίδιο το φυτό, όπως απώλεια της χλωροφύλλης, διάσπαση των πολυσύνθετων ενώσεων σε απλούστερες κλπ, απώλεια της ικανότητας του φυτού να δημιουργεί ορμόνη ανάπτυξης (αυξίνη).

Με φυσιολογικές συνθήκες ωρίμανσης τα φύλλα πέφτουν από το φυτό χάρις στη δημιουργία μιας διαχωριστικής ζώνης κυττάρων που παρεμβάλλεται στο σημείο που ενώνεται ο μίσχος του φύλλου με το βλαστό. Η παρεμβολή της ζώνης αυτής απομονώνει το φύλλο από το υπόλοιπο φυτό και διακόπτεται η λειτουργία της θρέψης, με αποτέλεσμα να προκαλείται η πτώση.

Τα αποφυλλωτικά επιτυγχάνουν τη διαδικασία σχηματισμού διαχωριστικής ζώνης με αποτέλεσμα το πέσιμο των φύλλων.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αποφύλλωση είναι:

1. Επιτυγχάνεται το άνοιγμα των ώριμων καρυδιών και έτσι διευκολύνεται ιδιαίτερα η μηχανική συγκομιδή.
2. Επιτυγχάνεται ομοιόμορφο άνοιγμα των καρυδιών και μειώνεται ο αριθμός των συγκομιδών.
3. Μειώνεται το ποσοστό ξένων υλών και ο χρωματισμός του σύσπορου από τα πράσινα φύλλα.



4. Αυξάνεται η απόδοση των συλλεκτικών μηχανών κατά τη διάρκεια της ημέρας γιατί μειώνεται η σχετική υγρασία.
5. μειώνονται οι κίνδυνοι ζημιών από το σάπισμα των καρυδιών καθώς και από άλλες ασθένειες.

Τα αναποφύλλωτα βαμβάκια περιέχουν μεγάλο ποσοστό από πράσινα φύλλα που χειροτερεύουν την ποιότητα του σύσπορου βαμβακιού και αυξάνουν την υγρασία τους.

Για μια επιτυχημένη αποφύλλωση πρέπει τα φύλλα να βρίσκονται στο στάδιο της ωρίμανσής τους, πριν όμως διακοπεί η λειτουργική τους δραστηριότητα, που είναι αναγκαία για να δράσει το αποφυλλωτικό. Η καλύτερη εποχή για αποφύλλωση είναι όταν έχουν ανοίξει 40-50% των πρώτων καρυδιών, ενώ τα υπόλοιπα έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 30 ημερών. Σ'αυτή την ηλικία τα καρύδια δεν σπάζουν όταν συμπιέζονται σφιχτά με τον αντίχειρα και δεν τεμαχίζονται εύκολα αν προσπαθήσουμε να τα κόψουμε με το μαχαίρι.

Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην επιτυχία της αποφύλλωσης είναι:

1. Ο αγρός πρέπει να είναι ισοπεδωμένος, χωρίς ζιζάνια κλπ.
2. Τα φυτά πρέπει να είναι ομοιόμορφης ανάπτυξης και σε κατάσταση ωριμότητας, απαλλαγμένα από μυκητολογικές και εντομολογικές προσβολές.
3. Η θερμοκρασία συνδυασμένη με την υγρασία παίζουν σπουδαίο ρόλο στην αποφύλλωση.

Οι υψηλές θερμοκρασίες διευκολύνουν τη δράση του αποφυλλωτικού. Με θερμοκρασία μεταξύ 15-30°C, η αποφύλλωση γίνεται σε μια εβδομάδα περίπου. Ενώ με θερμοκρασία κάτω του 15°C, ο χρόνος μπορεί να είναι διπλάσιος. Για κανονικές και υψηλές θερμοκρασίες οι δόσεις του αποφυλλωτικού περιορίζονται ενώ για χαμηλές θερμοκρασίες οι δόσεις αυξάνονται στο ανώτατο όριο.

Μεγάλη σημασία για μια καλή αποφύλλωση έχει η καλή διαβροχή όλων των φύλλων κατά τον ψεκάσμό. Δόση μικρότερη του κανονικού δε δίνει καλά αποτελέσματα ενώ δόση μεγαλύτερη προκαλεί αποξήρανση του φυλλώματος χωρίς πέσιμο.

## **Τρόποι αποφύλλωσης**

Ανάλογα με την ανάπτυξη της φυτείας, την καρποφορία, την πρωιμότητα, τις καιρικές συνθήκες κλπ, η αποφύλλωση μπορεί να γίνει με 3 τρόπους.

### **1. Αποφύλλωση της βάσης των φυτών.**

Εφαρμόζεται σε φυτείες με πλούσια βλάστηση, όπου με μικρότερη δόση και κατάλληλη ρύθμιση του ψεκαστικού, ραντίζουμε τα φυτά από τη μέση και κάτω. Έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος να σαπίσουν τα καρύδια αφού μπορούν να περνούν οι ακτίνες του ήλιου και να κυκλοφορεί ο αέρας. Μετά από λίγες ημέρες ψεκάζουμε και στο υπόλοιπο μέρος του φυτού.

### **2. Προκαταρκτική αποφύλλωση**

Με τη μισή περίπου δόση της μεγαλύτερης επιτυγχάνουμε μερική αραιώση της φυλλικής επιφάνειας και καλύτερες συνθήκες φωτισμού και αερισμού χωρίς νέκρωση του φυτού. Μέσα σε 8-10 ημέρες επανερχόμαστε για δεύτερη επέμβαση με καλά αποτελέσματα.

### **3. Καθολική αποφύλλωση**

Με κανονικές συνθήκες φυτείας εφαρμόζεται επέμβαση μια φορά σε ολόκληρη την ένταση.

## **2.9 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή του βαμβακιού αποτελεί την τελευταία φάση εργασίας του βαμβακοκαλλιεργητή. Είναι εργασία κρίσιμη, από την οποία εξαρτάται η απόδοση και η ποιότητα του προϊόντος. Η κατάσταση της φυτείας (πρωιμότητα, ποικιλία, ομοιομορφία ωρίμανσης, ασθένειες κλπ), και οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη διάρκεια και το τέλος της συγκομιδής.

Η συγκομιδή του βαμβακιού γίνεται με δύο τρόπους:

1. Χειροσυλλογή και 2. Μηχανική συλλογή.

### **1. Χειροσυλλογή**

Είναι ο καλύτερος τρόπος συγκομιδής, γιατί εξασφαλίζει ανώτερη ποιότητα και περιορίζει τις απώλειες στο ελάχιστο.



**Εικόνα 2.1 Χειροσυλλογή βαμβακιού.**

Το βαμβάκι που μαζεύεται με το χέρι είναι απαλλαγμένο από ξένες ύλες και δεν περιέχει περίσσεια υγρασίας, πράγμα που αποτελεί προϋπόθεση της καλής ποιότητας και της καλής εκκόκκισης. Η χειροσυλλογή γίνεται σε 3-4 χέρια και το κόστος της είναι αρκετά υψηλό. Λόγω έλλειψης εργατικών χεριών η χειροσυλλογή έχει περιοριστεί στο 5% περίπου της συνολικής έκτασης. Μέχρι το 1964 η συγκομιδή του βαμβακιού στη χώρα μας γινόταν αποκλειστικά με το χέρι.

## **2. Μηχανική συλλογή**

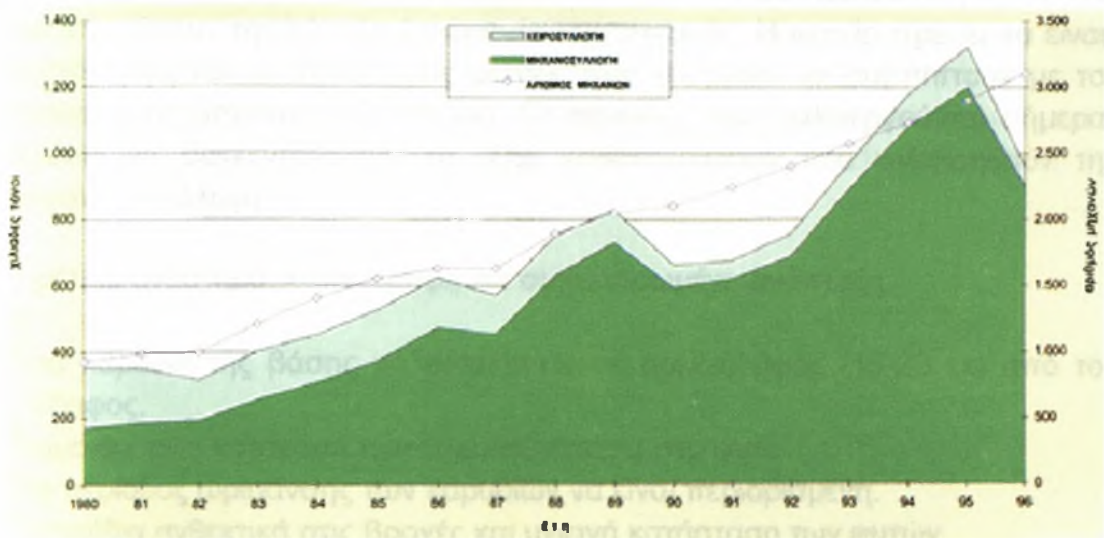
Η μηχανοποίηση της συγκομιδής του βαμβακιού στη χώρα μας άρχισε το 1965 με την εμφάνιση των πρώτων (17) βαμβακοσυλλεκτικών μηχανών. Σήμερα η μηχανική συλλογή του βαμβακιού σε σύνολο της χώρας βρίσκεται στο επίπεδο του 95% (πίνακας 2.2 και διάγραμμα 2.1).

**Πίνακας 2.2**

**Βαθμός εκμηχάνισης της συγκομιδής βαμβακιού κατά διαμέρισμα την περίοδο 1985-1996.**

### **Ποσοστά μηχανοσυλλογής**

Έτη	Θράκη	Μακεδονία	Θεσσαλία	Κ. Ελλάδα	Δ. Ελλάδα	Σύνολο χώρας
1985	-----	55,60	75,70	88,20	90,90	70,80
1990	40,00	84,60	92,80	96,30	92,30	88,90
1994	63,40	92,40	96,40	92,70	92,40	91,60
1995	70,00	92,70	98,70	94,50	97,60	92,60
1996	84,20	96,60	98,70	94,40	98,50	95,60



**Διάγραμμα 2.1 Εξέλιξη της μηχανοσυλλογής στην Ελλάδα την περίοδο 1980-1995.**

Με τη μηχανοσυλλογή συμπιέζεται ο χρόνος και το κόστος. Το μειονέκτημα έναντι της χειροσυλλογής είναι ότι δεν συγκομίζεται όλο το βαμβάκι από το χωράφι και δίνει προϊόν κατώτερης ποιότητας. Η συλλογή με μηχανές γίνεται συνήθως σε δύο χέρια.



**Εικόνα 2.2 Βαμβακοσυλλεκτική μηχανή δύο σειρών.**

Για να εφαρμοστεί όμως η μηχανική συλλογή άνετα, πρέπει να εξασφαλιστούν οι συνθήκες εκείνες οι οποίες καθιστούν κατάλληλη τη φυτεία και επιτρέπουν την εύκολη λειτουργία της μηχανής. Η φυτεία πρέπει να είναι ομοιόμορφη και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών να συμπίπτουν με το άνοιγμα της μηχανής (96-100 εκ). Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα πρέπει να συγκεντρώνουν τα εξής χαρακτηριστικά που υποβοηθούν τη μηχανική συλλογή.

μέτριο ανάστημα, κατακόρυφη και συγκεντρωμένη ανάπτυξη.

τα καρύδια της βάσης να βρίσκονται σε αρκετό ύψος (15-20 εκ) από το έδαφος.

ομοιόμορφη κατανομή των καρυδιών πάνω στο φυτό

η περίοδος ωρίμανσης των καρυδιών να είναι περιορισμένη.

καρύδια ανθεκτικά στις βροχές και υγιεινή κατάσταση των φυτών.

Η μηχανοσυλλογή στη χώρα μας αρχίζει το δεύτερο 10ήμερο του Σεπτεμβρίου (για μια πρώιμη χρονιά), με πρώτη την Κεντρική Ελλάδα και τελευταία τη Μακεδονία. Μέχρι το τέλος Οκτωβρίου συγκομίζεται συνήθως το 80-85% της συνολικής παραγωγής σε σύνολο χώρας.

## Αποθήκευση

Κατάλληλο για αποθήκευση είναι μόνο το σύσπορο βαμβάκι που έχει υγρασία μέχρι 12%. Τους μήνες γενίκευσης της συγκομιδής τα εκκοκκιστήρια δεν μπορούν να εκκοκκίσουν κάθε μέρα το συγκομιζόμενο βαμβάκι, επομένως ένα μεγάλο μέρος του βαμβακιού αποθηκεύεται είτε στις αποθήκες των εκκοκκιστηρίων είτε στις αποθήκες των παραγωγών. Αποθηκεύουμε το βαμβάκι σε στεγνές αποθήκες όπου προφυλάσσεται από την βροχή και την υγρασία και σε χαμηλούς σωρούς, για να αερίζεται εύκολα. Το ύψος των σωρών δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1,5 μέτρο για το υγρό βαμβάκι, ενώ για το ξηρό από 2,5 μέτρα. Όταν το βαμβάκι έχει μεγάλη υγρασία, ανακατεύονται συχνά οι σωροί για να μην ανάψουν και χάσει το χρωματισμό του, οπότε χειροτερεύει η ποιότητα. Για να μην έχουμε πολύ υγρά βαμβάκια πρέπει να αποφεύγουμε τη συλλογή τις πρωινές ώρες που έχει δροσιά, καθώς και τις βραδινές ώρες

## 2.10 Εχθροί και ασθένειες

Η καλλιέργεια του βαμβακιού στη χώρα μας προσβάλλεται από πολλούς εχθρούς, οι περισσότεροι από τους οποίους σήμερα αντιμετωπίζονται συστηματικά και έτσι η παραγωγή προστατεύεται. Βασική αρχή στην αντιμετώπιση των εχθρών της βαμβακοκαλλιέργειας είναι η εφαρμογή μεθόδων για τον περιορισμό σε επίπεδα που να μην προκαλούν ζημιές, ενώ παράλληλα να διατηρείται η ισορροπία της φύσης και να προστατεύεται το περιβάλλον.

### Εχθροί

#### 1. Έντομα εδάφους.

##### A. Σιδηροσκώληκες (*agriotes spp*).

Είναι κολεόπτερα της οικογένειας Elateridae. Το χρώμα τους είναι κίτρινο έως καφέ σκούρο και το μήκος τους 6-12 εκατοστά. Ζουν στο έδαφος. Τρυπούν το σπόρο, τρώνε το περιεχόμενο και το βλαστίδιο και ο σπόρος δεν φυτρώνει. Προσβάλλουν τα νεαρά φυτά στο επίπεδο της επιφάνειας του εδάφους, μειώνοντας έτσι τον αριθμό τους κατά στρέμμα. Ευνοούνται από υπερβολική υγρασία και χαμηλή θερμοκρασία.



Εικόνα 2.3 Σιδηροσκώληκες.

Οι σιδηροσκώληκες αντιμετωπίζονται με καλλιεργητικά μέτρα και χημική καταπολέμηση.

Οργώματα νωρίς το φθινόπωρο ή σκάλισμα την άνοιξη σε βάθος 7-8 εκατοστών, μειώνουν αρκετά την προσβολή. Η χημική καταπολέμηση γίνεται με τους εξής τρόπους:

- α) Πριν την σπορά, ανάμειξη του βαμβακόσπορου με εντομοκτόνο
- β) Ψεκάσμος του χωραφιού με εντομοκτόνο και ενσωμάτωσή του
- γ) Χρήση κοκκωδών εντομοκτόνων κατά τη σειρά
- δ) Ριζοπότισμα με εντομοκτόνο σε φυτρωμένες φυτείες.

### **β. Αγρότιδες η καραφατμέ (*agrotis spp*).**

Είναι λεπιδόπτερο της οικογένειας Noctuidae. Οι αγρότιδες είναι διαδεδομένες σε όλες τις βαμβακοπαραγωγικές περιοχές της χώρας. Ζουν στο έδαφος. Το χρώμα τους ανοικτό φαιό, μαυριδερό με ελαφρά σκοτεινές επιμήκεις γραμμές.

#### **Εικόνα2. 4 Αγρότιδα**

**1. Πεταλούδα 2. Κάμπια που τρώει**

**3. Κάμπια κουλουριασμένη 4. Χρυσάλιδα**

**5. Κομμένα βαμβακόφυτα.**



Τη νύχτα βγαίνουν και τρώνε τα μικρά βαμβακόφυτα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ την ημέρα μένουν κουλουριασμένα μέσα στο έδαφος. Ευνοούνται από ψυχρές και υγρές ανοιξιότικες συνθήκες, καθώς και εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Αντιμετωπίζεται με νυχτερινούς ψεκασμούς.

#### **γ. Κρεμμοδοφάγος (*Gryllotalpa vulgaris*).**

Είναι ορθόπτερο της οικογένειας gryllotalpidae. Ανοίγει στοές στο έδαφος και κόβει τις ρίζες και τα στελέχη των μικρών φυτών. Προτιμάει τα ελαφρά, αμμώδη εδάφη καθώς και τα πλούσια σε οργανική ουσία.

#### **δ. Γρύλλος (*Gryllus campestris*).**

Είναι ορθόπτερο της οικογένειας gryllidae. Την ημέρα κρύβεται στο έδαφος, ενώ τη νύχτα δραστηριοποιείται τρώγοντας το ενδοσπέρμιο, και κόβει τα νεαρά στελέχη πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

#### **ε. Υλέμια (*Hylemiaspp*).**

Είναι δίπτερο της οικογένειας Anthomyiidae. Γεννάει τα αυγά της στην επιφάνεια του εδάφους, κοντά στο λαιμό των φυτών. Το μικρό άσπρο σκουλήκι τρώει το τρυφερό φυτό και το ριζίδιο του μικρού βαμβακόφυτου αλλά και τις κοτυληδόνες. Αντιμετωπίζεται με χημική καταπολέμηση.

## **2. Μυζητικά έντομα - ακάρεα.**

### **α) Θρίπας (*Thrips tabaci*).**

Είναι θυσανόπτερο της οικογένειας Thripidae. Είναι έντομο μήκους 2 χιλιοστών περίπου. Έχει χρώμα ανοιχτό έως σκούρο καφέ. Προσβάλλει κοτυληδόνες, φύλλα και μάρτια των μικρών βαμβακόφυτων. Τα φύλλα καρουλιάζουν, παραμορφώνονται, σχίζονται και πέφτουν. Γενικά, επιφέρουν καθυστέρηση στην ανάπτυξη των νεαρών φυτών. Ο θρίπας ευνοείται από ξηρικές συνθήκες. Καταπολεμάται προληπτικά με κοκκώδη εντομοκτόνα κατά τη σπορά ή με ψεκασμό με ένα εντομοκτόνο, όταν βρεθεί ένας τουλάχιστον θρίπας σε κάθε βαμβακόφυτο.



## β) Αφίδες (*Aphis gossypii*).

Είναι ημίπτερα της οικογένειας Aphididae. Είναι γνωστές σαν ψείρες ή μελίγκρες του βαμβακιού. Είναι έντομα μήκους 2 χιλιοστών περίπου. Έχουν χρώμα κίτρινο, πράσινο, καφέ, ή μαύρο.



Εικόνα 2.5 Αφίδες.

1,2,3,4. Θηλυκά (διάφορες μορφές), 5. Μικρή προνύμφη,

6,6α. Προσβολή σε βλαστό και φύλλα, 7. Μελίτωμα σε καρύδι.

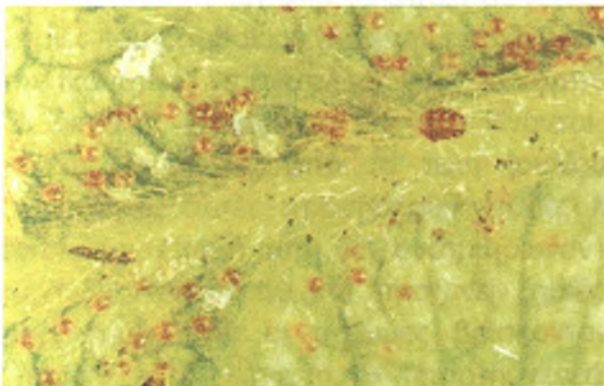
Οι αφίδες βρίσκονται κυρίως κάτω από την επιφάνεια των τρυφερών φύλλων. Εκεί μυζούν τους χυμούς και προκαλούν το κατσάρωμα των φύλλων. Βαριές προσβολές ζημιώνουν την παραγωγή και επηρεάζουν την ποιότητα του βαμβακιού. Ευνοούνται από χαμηλές θερμοκρασίες (16-20°C) και υψηλή σχετική υγρασία. Οι αφίδες παρουσιάζουν συνήθως δύο περιόδους προσβολών, το Μάιο και τον Αύγουστο.

#### γ. Αλευρώδης (*Bemisia tabaci*).

Είναι της οικογένειας Aleyrodidae. Είναι μικρό έντομο μήκους 2 χιλιοστών περίπου, χρώματος λευκού. Τα τέλεια έντομα και οι προνύμφες μυζούν τους χυμούς στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και εκκρίνουν μελίτωμα. Σε βαριές προσβολές παρατηρείται πτώση των φύλλων, λουλουδιών και καρυδιών. Ευνοείται από σχετικά δροσερό καιρό. Η χημική καταπολέμηση πρέπει να γίνεται μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί.

#### δ. Τετράνυχος (*Tetranychus telarius*).

Είναι ένα μικροσκοπικό άκαρι, δηλαδή μια μικρή αράχνη και δημιουργεί ιστό στην κάτω επιφάνεια των φύλλων.



Εικόνα 2.6 Τετράνυχος σε μεγέθυνση.

Η προσβολή εμφανίζεται πρώτα στις άκρες του χωραφιού και από εκεί εξαπλώνεται στην υπόλοιπη φυτεία. Διαδίδεται με το πότισμα, γεωργικά μηχανήματα και με άνθρωπο. Σε έντονες προσβολές, το κάτω μέρος των φύλλων γίνεται ασημί, πάνω στα φύλλα σχηματίζονται κηλίδες κίτρινες, κόκκινες ή κοκκινοκαστανές. Τα φύλλα συστρέφονται, ξηραίνονται και πέφτουν. Η καταπολέμηση γίνεται με την καταστροφή των αγριοχόρτων περιφερειακά της φυτείας και με χημικούς ψεκασμούς.

### **ε. Ιασσίδες (*Empoasca* spp).**

Είναι ημίπτερα της οικογένειας Cicadellidae. Είναι μικρά έντομα μήκους 2,5 χιλιοστών με χρώμα ελαφρά πρασινωπό και μοιάζουν σαν τζιτζίκια. Είναι ευκίνητα και προχωρούν πλευρικά. Μυζούν του χυμούς και εξασθενίζουν τα βαμβακόφυτα. Τα προσβεβλημένα φύλλα αποκτούν περιφερειακά βαθύ κόκκινο χρώμα και η άκρη τους στρέφεται προς τα κάτω.

### **3. Μασητικά έντομα.**

#### **α) Πράσινο σκουλήκι (*Heliothis armigera*).**

Το πράσινο σκουλήκι είναι από τους σοβαρότερους εχθρούς του βαμβακιού σε πολλές χώρες. Στην Ελλάδα κάνει σοβαρές ζημιές μερικές χρονιές, ενώ σε άλλες χρονιές η προσβολή είναι ήπια. Διαχειμάζει σαν χρυσαλλίδα στο έδαφος. Στην Ελλάδα έχει συνήθως 4 γενεές. Τα ακμαία της πρώτης χρονιάς εμφανίζονται προς το τέλος του Μαΐου. Κάθε ακμαίο γεννάει μεγάλο αριθμό αυγών (700-1000) από τα οποία σε λίγες ημέρες βγαίνουν οι προνύμφες. Οι ζημιές του βαμβακιού αυτή την εποχή δεν είναι σημαντικές διότι τα φυτά έχουν την ικανότητα να αναπληρώνουν τα καρποφόρα όργανα που καταστρέφονται. Οι μεγάλες ζημιές στο βαμβάκι γίνονται από τις προνύμφες της δεύτερης γενεάς, συνήθως από τα τέλη Ιουλίου μέχρι τα μέσα Αυγούστου. Οι προνύμφες αυτές προσβάλουν χτένια, λουλούδια, και κυρίως καρύδια τα οποία την εποχή αυτή δεν αναπληρώνονται. Η τρίτη γενεά εμφανίζεται προς τα τέλη Αυγούστου και προξενεί ζημιές στις όψιμες κυρίως καλλιέργειες βαμβακιού, ενώ οι πρώιμες βρίσκονται στο στάδιο της ωρίμανσης και επηρεάζονται ελάχιστα. Η τέταρτη γενεά εμφανίζεται αργότερα, όταν όλες σχεδόν οι καλλιέργειες βαμβακιού βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης και δεν κάνει ζημιά.



**Εικόνα 2.7 Πράσινο σκουλήκι. Δεξιά προσβεβλημένο καρύδι.**

Αντιμετωπίζεται με καλλιεργητικά και χημικά μέσα. Το πράσινο σκουλήκι έχει πολλούς φυσικούς εχθρούς οι οποίοι μειώνουν τους πληθυσμούς του. Για το λόγο αυτό άσκοποι ψεκασμοί με χημικά που σκοτώνουν τα ωφέλιμα έντομα, το ευνοούν. Χημική καταπολέμηση αρχίζει όταν, μετά από παρατηρήσεις στις φυτείες διαπιστωθεί μεγάλος βαθμός προσβολής.

### **β) Ρόδινο σκουλήκι (*Pectinophora gossypiella*).**

Στην Ελλάδα είναι διαδεδομένο σε όλες τις περιοχές αλλά δεν ευνοείται από το κλίμα και ζημιές προκαλεί κυρίως στη Νότια και Δυτική Ελλάδα και σε μικρές περιοχές της Θεσσαλίας και τη Χαλκιδική. Το ρόδινο είναι μια μικρή, καφέ πεταλούδα μήκους 8-9 χιλιοστών. Γεννάει 200-400 αυγά μεμονωμένα ή σε μικρές ομάδες, σε όλα τα μέρη του φυτού. Προσβάλλει τα καρποφόρα όργανα του βαμβακιού. Έχει 3-4 γενεές. Η πιο επικίνδυνη για το βαμβάκι είναι η γενεά του Αυγούστου. Στα προσβεβλημένα χτένια εμποδίζεται αργότερα το άνοιγμα των λουλουδιών και έτσι μένουν κλειστά. Η τρύπα εισόδου του ροδίνου στο καρύδι δεν διακρίνεται με γυμνό μάτι. Τα σκουλήκια τρώνε τους σπόρους ενός καρυδιού και ποτέ δεν βγαίνουν για να μπουν σε άλλο καρύδι. Όταν συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους ανοίγουν μικρές τρύπες στα καρύδια, βγαίνουν από αυτά και πέφτουν στο χώμα για να μεταμορφωθούν σε πεταλούδες. Η τελευταία γενιά διαχειμάζει στο σπόρο του βαμβακιού.



**Εικόνα 2.8 Προσβολή καρυδιού από ρόδινο σκουλήκι.**

Αντιμετωπίζεται με καλλιεργητικά μέσα και με χημικές επεμβάσεις. Η καταστροφή των υπολειμμάτων μετά την συγκομιδή και το παράχωμά τους με όργωμα σε βάθος, καθώς και η απολύμανση του σπόρου σποράς περιορίζουν πολύ τις προνύμφες που διαχειμάζουν στα στελέχη και στο έδαφος.

Η χρήση πρώιμων ποικιλιών βοηθάει διότι επιτυγχάνεται πρόωμη συγκομιδή και αποφεύγονται οι όψιμες προσβολές, που είναι οι πιο επιζήμιες. Καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του ρόδινου σκουληκιού έχουν δώσει τα φερομονικά σκευάσματα.

## **Ασθένειες**

### **α) Σηψηρριζίες.**

Η ασθένεια αυτή προκαλείται από τους μικροοργανισμούς: *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp*, *Fusarium spp* κ.λ.π.. Ονομάζεται επίσης και σήψη του λαιμού ή τήξη του βαμβακιού. Στην πρώτη περίοδο της ανάπτυξης των φυτών μπορεί να εκδηλωθούν σηψηρριζίες. Είναι δηλαδή το σάπισμα του σπόρου ή της ρίζας του νεαρού βαμβακόφυτου. Η ανάπτυξη των μυκήτων αυτών

ευνοείται από συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών και υπερβολικής υγρασίας που δημιουργούνται στο έδαφος κυρίως μετά από βροχή, οπότε δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες. Όταν η προσβολή είναι σοβαρή τότε ολόκληρες γραμμές φυταρίων χάνονται και το φαινόμενο είναι αιτία επανασποράς.



**Εικόνα 2.9 Σηψηρριζίες νεαρών βαμβακόφυτων.**

Για την αντιμετώπιση των μυκήτων που προκαλούν τις σηψηρριζίες χρησιμοποιούνται χημικά και καλλιεργητικά μέτρα. Απολύμανση του βαμβακόσπορου και σκαλίσματα, για μπορέσουμε να πετύχουμε καλύτερο αερισμό του εδάφους.

## **β) Αδρομυκώσεις.**

Είναι ασθένειες που προκαλούνται από τους μύκητες: *Fusarium oxysporum* και του *Verticilium dahliae*. Στη χώρα μας απαντάται μόνο ο δεύτερος μύκητας, ο οποίος ευνοείται από συνθήκες υγρασίας και χαμηλών θερμοκρασιών. Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία του μύκητα είναι 22 βαθμοί κελσίου. Οι μύκητες βρίσκονται στο έδαφος και ζουν σαν σαπρόφυτα στα φυτικά υπολείμματα. Ο μύκητας μπαίνει στο φυτό κυρίως από τις ρίζες όπου αποφράσσει τα αγγεία του φυτού, με αποτέλεσμα την κακή κυκλοφορία των χυμών και την έλλειψη νερού στα φύλλα.



**Εικόνα 2.10 Αδρομυκώσεις.**

**1. Συμπτώματα προσβολής στα φύλλα.**

**2. Μεταχρωματισμός του ξύλου του βαμβακιού από την προσβολή.**

Τα φυτά εξασθενούν και έχουν ωχρές κίτρινες κηλίδες. Αν η προσβολή συμβεί πρώιμα, προκαλεί σύντομα τον θάνατο των νεαρών φυτών. Οι αδρομυκώσεις αντιμετωπίζονται με:

α) Τριετή τουλάχιστον αμειψισπορά με δημητριακά που δεν προσβάλλονται στο μύκητα.

β) Ανθεκτικές ποικιλίες στους συγκεκριμένους μύκητες (είναι οι ποικιλίες της σειράς Acala, Zeta 2, 5).

γ) Πυκνή σπορά.

#### **γ. Αλτενάρια**

Είναι ασθένεια που οφείλεται στο μύκητα του γένους *Altenaria* και προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη, τα καρύδια και κυρίως τα εξασθενημένα φυτά βαμβακιού. Πάνω στα φύλλα δημιουργούνται χαρακτηριστικές ομόκεντρες κηλίδες, σταχτιές στο κέντρο και σκούρες καφέ στην περιφέρεια. Ευνοείται από τις χαμηλές θερμοκρασίες και τα ακανόνιστα ποτίσματα. Η μετάδοση γίνεται με τον αέρα, το νερό ή τα έντομα από τα προσβεβλημένα προς τα νέα φυτά.

Η αλτενάρια αντιμετωπίζεται με καλλιεργητικά μέσα :

- 1) Πριν από τη συγκομιδή να ακολουθήσει στελεχοκοπή και παράχωμα των φυτικών υπολειμμάτων σε μεγάλο βάθος.
- 2) Η εδαφική υγρασία να διατηρείται σε ικανοποιητικό επίπεδο, σε όλο το βιολογικό κύκλο του φυτού και
- 3) Να γίνεται έγκαιρη καταπολέμηση των μυζητικών εντόμων που εξασθενίζουν τα φυτά.

#### δ. Βακτηρίωση

Είναι ασθένεια που προκαλείται από το βακτήριο *Xanthomonas malvacearum*. Προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη και τα καρύδια.



**Εικόνα 2.11 Βακτηρίωση**

Στις κοτυληδόνες και στα φύλλα εμφανίζονται καστανόμαυρες γωνιώδεις νεκρωτικές κηλίδες. Στα στελέχη δημιουργούνται οι δευτερογενείς εστίες μόλυνσης, από όπου μολύνονται τα φύλλα και οι βλαστοί.

Η βακτηρίωση μεταδίδεται με μολυσμένο σπόρο και μολυσμένα καρύδια ή άλλα φυτικά υπολείμματα. Η ζωτικότητα της μπορεί να διατηρηθεί μέχρι επτά χρόνια. Η βακτηρίωση αντιμετωπίζεται με:



Καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας και με βαθύ όργωμα.

☐ Σπόρο απαλλαγμένο από προσβολές χωρίς χνούδι και απολυμασμένο.

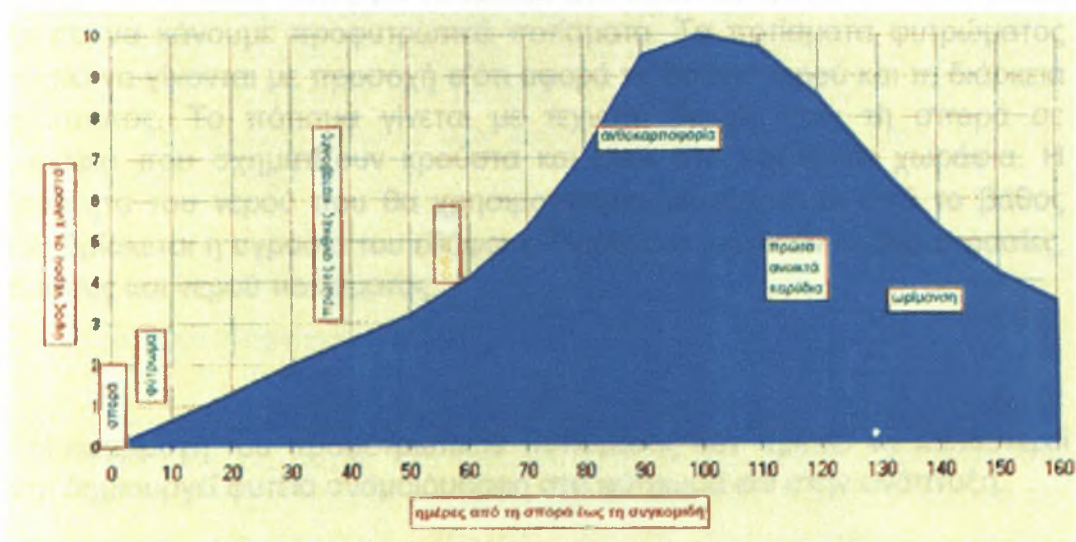
☐ Αποφυγή ποτίσματος με τεχνητή βροχή, σε περιοχές όπου συνήθως η προσβολή είναι μεγάλη.

Αμειψισπορά με φυτά που δεν προσβάλλονται από το βακτήριο

## Κεφάλαιο 3

### 3.1 Άρδευση βαμβακιού

Το βαμβάκι είναι ιδιαίτερα αποδοτικό όταν εξασφαλίζεται επαρκής εδαφική υγρασία. Για το λόγο αυτό η άρδευση είναι καλλιεργητική παρέμβαση μεγάλης σημασίας για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Το νερό είναι το κύριο συστατικό του φυτού που συμμετέχει σ'όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες και διεργασίες κατά τη θρέψη του φυτού. Η ύπαρξη νερού καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της καλλιέργειας.



**Διάγραμμα 3.1** Ανάγκες βαμβακιού κατά τη διάρκεια βιολογικού κύκλου.

#### Στοιχεία : Οργανισμός βάμβακος.

Οι ανάγκες του φυτού σε νερό διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Οι ανάγκες είναι ελάχιστες στο φύτευμα, αυξάνονται κατά την έναρξη της ανθοφορίας, φτάνουν στο μεγαλύτερο μέγεθος κατά την ανθοκαρποφορία (Ιούλιο-15 Αυγούστου) για να μειωθούν σιγά-σιγά αργότερα κατά τη φυσιολογική ωρίμανση.

Ο αριθμός των αρδεύσεων και η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου νερού εξαρτάται κυρίως:

από τις καιρικές συνθήκες της χρονιάς



από τη σύσταση του εδάφους

■ από τον τρόπο άρδευσης

Τα ποτίσματα χωρίζονται σε ποτίσματα φυτρώματος και ποτίσματα βλαστικής περιόδου.

### **3.2 Ποτίσματα φυτρώματος**

Η βεβιασμένη προετοιμασία των χωραφιών την άνοιξη και πολλές άσκοπες επεμβάσεις προκαλούν σοβαρές απώλειες εδαφικής υγρασίας στη σποροκλίνη και κάνουν δύσκολο το φύτευμα.

Στις περιπτώσεις αυτές για να έχουμε ένα καλό και ομοιόμορφο φύτευμα πρέπει να κάνουμε προφυτρωτικά ποτίσματα. Τα ποτίσματα φυτρώματος πρέπει να γίνονται με προσοχή σ'ότι αφορά τις δόσεις νερού και τη διάρκεια ποτίσματος. Το πότισμα γίνεται με τεχνητή βροχή πριν τη σπορά σε χωράφια που σχηματίζουν κρούστα και μετά στα υπόλοιπα χωράφια. Η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται η υγρασία του εδάφους. Πρέπει να ενωθούν οι δύο υγρασίες, εδάφους και νερού ποτίσματος.

Η εφαρμογή του προφυτρωτικού ποτίσματος δεν πρέπει να καθυστερεί γιατί δημιουργεί φυτεία ανομοιόμορφη στο φύτευμα και στην ανάπτυξη.

### **3.3 Ποτίσματα βλαστικής περιόδου**

Η περίοδος που γίνονται τα ποτίσματα, η ποσότητα νερού για κάθε πότισμα και ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο ποτισμάτων εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το κλίμα, το έδαφος, την ποικιλία, και τη λίπανση. Τα ποτίσματα βλαστικής περιόδου χωρίζονται σε ποτίσματα ανάπτυξης, ανθοκαρποφορίας και παραγωγής.

### **3.4 Ποτίσματα ανάπτυξης**

Η εφαρμογή των ποτισμάτων κατά το στάδιο ανάπτυξης είναι αναγκαία για να πετύχουμε τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών, με υψηλή εμφάνιση των πλαγίων διακλάδωσεων. Φυτά με υψηλή διακλάδωση διευκολύνουν την μηχανική συλλογή και περιορίζονται οι απώλειες βαμβακιού στο έδαφος. Τα

ποτίσματα ανάπτυξης είναι ελαφρά και είναι προτιμότερο στο στάδιο αυτό να ποτίζουμε με τεχνητή βροχή.

### **3.5 Ποτίσματα ανθοκαρποφορίας**

Είναι τα ποτίσματα που γίνονται από την άνθηση των φυτών μέχρι τα μέσα Αυγούστου. Την περίοδο αυτή τα φυτά είναι φορτωμένα με αναπαραγωγικά όργανα και συνεχίζουν ταυτόχρονα την ανάπτυξη τους, παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό και θρεπτικά στοιχεία και εκδηλώνουν πιο έντονα την ευαισθησία τους στην έλλειψη νερού. Είναι τα βασικότερα ποτίσματα και ο αριθμός τους (2-5) εξαρτάται από το έδαφος, την ποικιλία, τον αριθμό των φυτών στο στρέμμα, τις καιρικές συνθήκες, την ανάπτυξη και καρποφορία της φυτείας. Αυτή την εποχή η φυτεία πρέπει να ελέγχεται διαρκώς, τόσο η ανάπτυξη, όσο και η αναπαραγωγική δραστηριότητα του φυτού, γιατί και τα δύο είναι συνάρτηση της εδαφικής υγρασίας που διατηρείται στο έδαφος. Έλλειψη νερού αυτή, την εποχή προκαλεί υπερβολική πτώση των καρποφόρων οργάνων. Όσα καρύδια μένουν γίνονται μικρά.

### **3.6 Ποτίσματα παραγωγής**

Συνήθως γίνονται 1 έως 2 ποτίσματα από το δεύτερο 15νθήμερο του Αυγούστου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου. Την εποχή αυτή οι ανάγκες του φυτού σε νερό περιορίζονται επειδή ο καιρός συνήθως αρχίζει σταδιακά και μεταβάλλεται (περιορισμός ημέρας, πτώση θερμοκρασιών, φύσημα δροσερών ανέμων, αύξηση σχετικής υγρασίας κλπ). Η πρόωρη διακοπή των ποτισμάτων έχει δυσμενείς επιδράσεις στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας (μικρότερο μήκος, ατελής πάχυνση κλπ). Τα τελευταία ποτίσματα χρειάζονται μεγάλη προσοχή, γιατί τυχόν απότομη μεταβολή καιρού σε βροχερό και κρύο, μπορεί να προκαλέσει σάπισμα των καρυδιών και οψίμιση της παραγωγής.

### **3.7 Τρόποι ποτίσματος**

Η αρδευόμενη έκταση βαμβακιού στην Ελλάδα το 1996 έφτασε τα 4.224.000 στρέμματα (95%), ενώ το 1985 ήταν 1.090.000 στρέμματα. Η άρδευση με τεχνητή βροχή γίνεται σε ποσοστό 82,8%, με στάγδην άρδευση

14,8% και με αυλάκια 2,4%. Η άρδευση με τεχνητή βροχή γίνεται με χειρομετακινούμενα συγκροτήματα τεχνητής βροχής (28,4%) και με αυτοκινούμενα καρούλια ή καρούλια - μπάρες (54,4%).

Ο τρόπος ποτίσματος καθορίζεται από τα αρδευτικά έργα που υπάρχουν, τη σύσταση και τη διαμόρφωση του χωραφιού και τα μέσα του καλλιεργητή. Το πότισμα μπορεί να γίνεται με:

- α) **κατάκλυση.**
- β) **τεχνητή βροχή.**
- γ) **στάγδην άρδευση.**

#### **α) Κατάκλυση**

Στην καλλιέργεια του βαμβακιού μπορεί να γίνει πότισμα και με κατάκλυση. Προϋποθέτει ισοπεδωμένο χωράφι με καλή στράγγιση, όταν υπάρχει αρκετό νερό. Στο πότισμα αυτό ιδιαίτερη σημασία έχει το μήκος των αυλακιών, ή κλίση του εδάφους και η σύσταση του. Ο τρόπος αυτός ποτίσματος έχει μικρότερο κοστολόγιο από τα υπόλοιπα συστήματα. Είναι ευκολότερο και επιβαρύνει λιγότερο το κόστος παραγωγής.

#### **β) Τεχνητή βροχή**

Το πότισμα με τεχνητή βροχή έχει διαδοθεί πάρα πολύ στη χώρα μας. Μπορεί να εμφανιστεί σε χωράφια που δεν έχουν ισοπεδωθεί και όπου υπάρχουν μεγάλες κλίσεις. Είναι εύκολο να ρυθμιστεί η ποσότητα του νερού, να κατανεμηθεί και να απορροφηθεί ομοιόμορφα.



**Εικόνα 3.1** Αρδευτικό καρούλι με εκτοξευτήρα.

Τα χειρομετακινούμενα συγκροτήματα τεχνητής βροχής χρησιμοποιούν μικρές παροχές νερού (3-8μ<sup>3</sup>/ώρα) και πίεση εκτοξευτήρων 3-4ατμ. Τα τελευταία χρόνια αντικαθίστανται με τα αυτοκινούμενα συγκροτήματα τεχνητής βροχής “καρούλια” και “καρούλια ράμπες”.

Τα αυτοκινούμενα συγκροτήματα τεχνητής βροχής ή “καρούλια” διαθέτουν μεγάλα μπεκ (κανόνια), των οποίων η ακτίνα μπορεί να φθάσει στα 50 μέτρα. Η παροχή νερού είναι πάνω από 40 m<sup>3</sup>/h και η πίεση λειτουργίας κανονιού μπορεί να φθάσει ανάλογα με την παροχή εκτοξευτήρων και στις 8 ατμ.

Τα “καρούλια ράμπες”, με πολλά μπεκ και μικρή πίεση (2,5-3 ατμ), πάνε να αντικαταστήσουν τα καρούλια τεχνητής βροχής γιατί:

1. Δεν επηρεάζονται από τον αέρα
2. Ποτίζουν ομοιόμορφα
3. Είναι ελαφρά στην κίνηση
4. Έχουν οικονομία στα καύσιμα

Μειονεκτούν: στη μετακόμιση της όλης κατασκευής και στη δυσκολία αποφυγής εμποδίων.

### γ) Στάγδην άρδευση

Με τη μέθοδο αυτή το αρδευτικό νερό χορηγείται φιλτραρισμένο κατ'ευθείαν στις ρίζες των φυτών με έναν προκαθορισμένο ρυθμό, σε μικρές ποσότητες και σε μικρά χρονικά διαστήματα, με τη μορφή σταγόνων.

Η άρδευση με σταγόνες πλεονεκτεί έναντι των άλλων μεθόδων στα παρακάτω σημεία:

1. Είναι δυνατή η εκμετάλλευση πηγών μικρής παροχής, που με άλλες μεθόδους είναι δύσκολο να αξιοποιηθούν.
2. Επιτυγχάνεται οικονομία νερού γύρω στο 25% έναντι της τεχνητής βροχής και 50% έναντι των επιφανειακών μεθόδων άρδευσης.
3. Η μικρή πίεση λειτουργίας και οι μικρές παροχές απαιτούν λιγότερη ενέργεια για την άρδευση μιας έκτασης.
4. Επιτυγχάνεται υψηλός έλεγχος νερού, γιατί είναι δυνατό να χορηγηθούν στα φυτά με ακρίβεια οι αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού.
5. Τα απαιτούμενα για τη λειτουργία του συγκροτήματος εργατικά είναι ελάχιστα και σχεδόν μηδενίζονται με τη χρήση αυτοματισμών.
6. Τα λιπάσματα είναι δυνατό να χορηγηθούν με το αρδευτικό νερό, οπότε επιτυγχάνεται και οικονομία του λιπάσματος.
7. Είναι κατάλληλη για την άρδευση επικλινών και αβαθών εδαφών.
8. Δεν επηρεάζεται από τον άνεμο σε αντίθεση με άλλες μεθόδους.

Μέσα σε 10 χρόνια η αρδευόμενη έκταση βαμβακιού που ποτίζεται με στάγδην άρδευση σε σύνολο χώρας φτάνει τα 624.000 στρέμματα (14,8%), από τα οποία τα 551.000 στρ, (88%) στη Θεσσαλία, τα 70.000 (11%) στην Αν. Ελλάδα και μόνο το 1% καλύπτει τη Δ.Μακεδονία και Δ. ΣΤ. Ελλάδα.

Μερικά από τα μειονεκτήματα είναι

1. υψηλό κόστος προμήθειας και πρώτης εγκατάστασης του συστήματος
2. καλή τεχνογνωσία για την πλήρη αξιοποίηση του συστήματος
3. αυξημένη ευσθησία του συστήματος
4. προκλήση συχνών προβλημάτων από εμφράξεις σταλακτήρων από τα φερτά υλικά του νερού
5. φθορές στους σωλήνες πολυαιθυλενίου από τρωκτικά
6. πολυπλοκότητα στο άπλωμα και το μάζεμα με εξειδικευμένα γεωργικά μηχανήματα
7. πρόβλημα από αύξηση της αλατότητας στην περιφέρεια της υγρής ζώνης, λόγω της προσθήκης επιπλέον αλάτων χωρίς το απαραίτητο ξέπλυμα των εδαφών
8. μειωμένος χρόνος ζωής του συστήματος

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).

- **Πλεονεκτήματα Υπόγειας Στάγδην Άρδευσης**
- Εφαρμόζει αποδοτικότερα το νερό άρδευσης
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκμετάλλευση του υπόγειου νερού
- Εξαλείφεται η απορροή νερού
- Μπορεί να γίνει εφαρμογή λιπασμάτων ή χημικών φυτοφαρμάκων απευθείας στο ριζικό σύστημα
- Επιτρέπεται η κίνηση γεωργικών ελκυστήρων
- Αυξάνει την παραγωγή, βελτιώνει την ποιότητα
- Δυνατότητα χρήσης αποβλήτων
- Μελέτες έδειξαν ότι μειώνεται ο αριθμός και η ανάπτυξη των ζιζανίων



- **Μειονεκτήματα Υπόγειας Στάγδην Άρδευσης**
- Υψηλό κόστος πρώτης εγκατάστασης
- Εμφράξεις σταλακτών από άγλη, ρίζες, χώμα και μικρές πέτρες
- Ακατάλληλη μέθοδος άρδευσης για φύτευμα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.

Σε πειραματικό αγρό (Εικ. 4.1) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ( $39^{\circ} 23'$  γεωγραφικό πλάτος,  $22^{\circ} 45'$  γεωγραφικό μήκος, 50 m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) μετρήθηκε η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού, σε σύγκριση με την επιφανειακή μέθοδο στάγδην άρδευσης, κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2005.



**Εικόνα 4.1** Ο πειραματικός αγρός

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τέσσερις μεταχειρίσεις (δύο υπόγειες και δύο επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 15 m μήκος (παράλληλα στις γραμμές σποράς) και 4 m πλάτος, δηλαδή εμβαδόν  $60\text{m}^2$ .

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

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

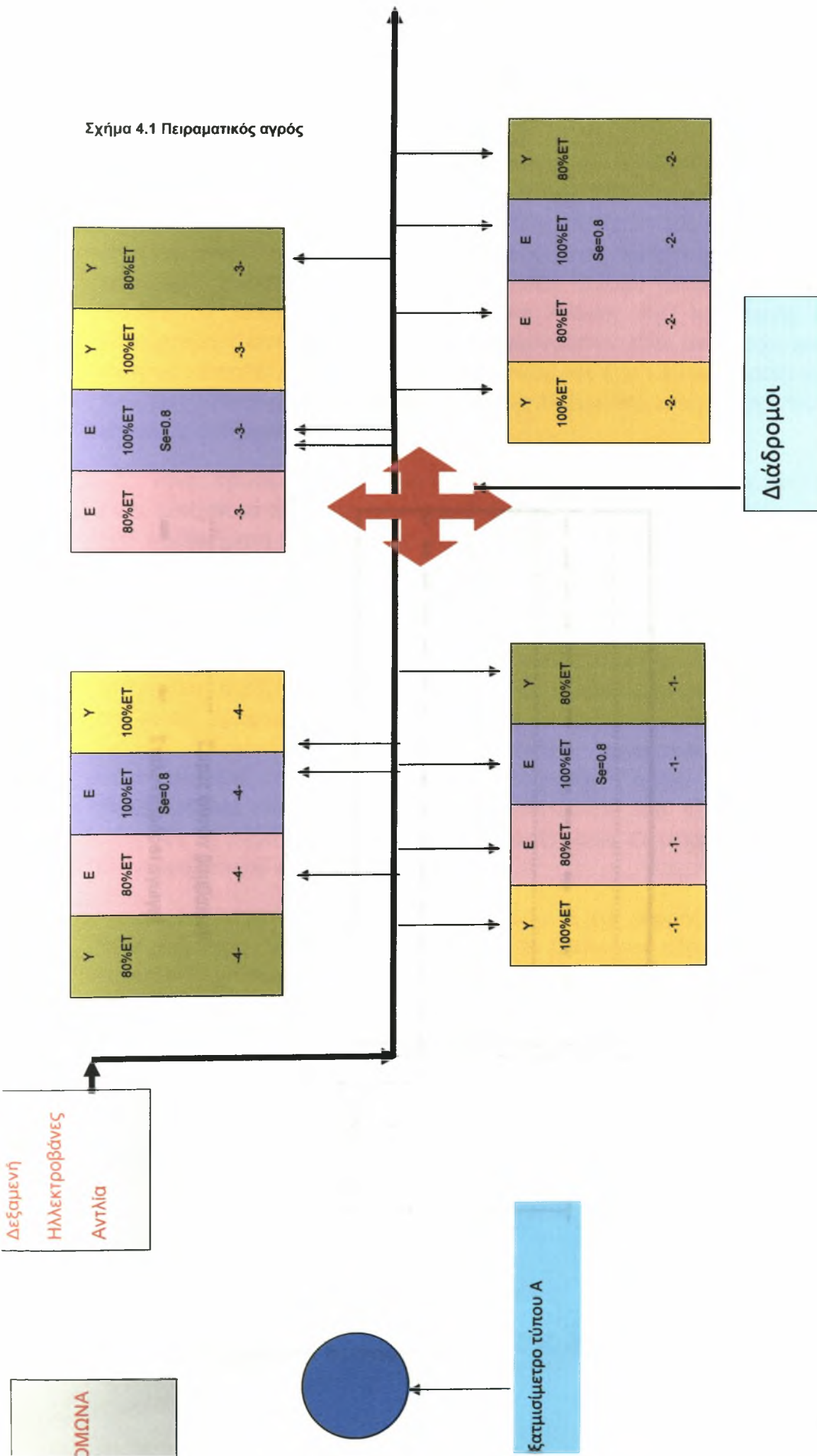
B. Υπόγεια στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης και παροχή σταλακτήρων ίδια με την Y100%ET. Στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **Y80%ET**.

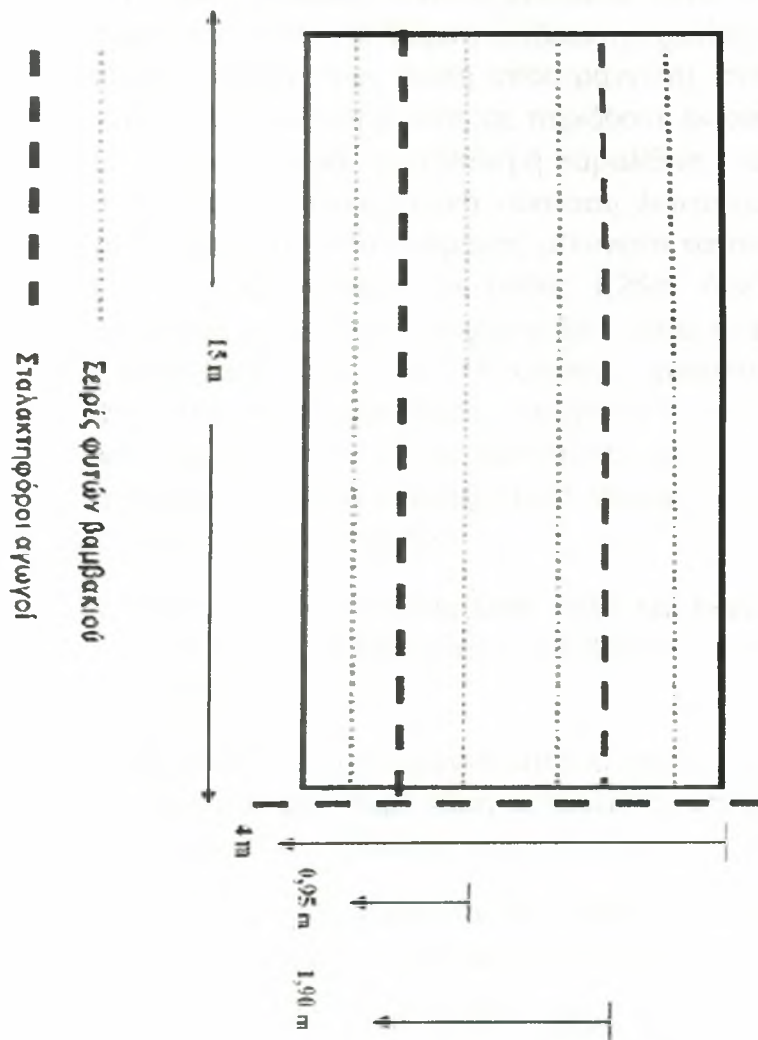
Γ. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής, εύρος άρδευσης και παροχή σταλακτήρων ίδια με την Y100%ET. Στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **E100%ET**.

Δ. Επιφανειακή 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 **E80%ET**.

Στα σχήματα 4.1 και 4.2 φαίνονται η διάταξη του πειραματικού αγρού και η διάταξη του κάθε πειραματικού αγροτεμαχίου.

Σχήμα 4.1 Πειραματικός αγρός





Σχήμα 4.2 Πειραματικό τεμάχιο

## 4.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Σύμφωνα με εδαφολογική μελέτη που έγινε, το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυο-άργιλοπηλώδες που ανήκει στην υπό-ομάδα των Typic Xerotent (USDA, 1975). Το έδαφος 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 δεν έχει κάποιο χαρακτηριστικό που να το διαφοροποιεί από τα τυπικά της παραπάνω κατηγορίας μπορεί να γίνουν οι ακόλουθες παραδοχές :

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 φτάνει στο 0,2% ή και λιγότερο σε βάθος 1,25m. Δεν έχει διαγνωστικούς ορίζοντες. Σύμφωνα με τη Soil Taxonomy θα πρέπει το έδαφος αυτό να έχει ένα ή 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 υποτάξη των Entisols. Οι μετρήσεις στο έδαφος του πειραματικού αγρού 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 4.1α και 4.1β παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του αγρού.

**Πίνακας 4.1α** Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>2</sub>

Βάθος (cm)	Ορίζοντας	Χρώμα ύφυγρο	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	



**Πίνακας 4.1β** Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>2</sub>

Βάθος (cm)	Οργανική ουσία g/100g εδάφους	CaCO <sub>3</sub> %	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
4-62	1,07	14,5	8,1	9	0,38	0,15	23,7	8,54	32,8	6,40	2,32	0,38	3,40
82-96	0,70	10,7	8,2	12	0,26	0,32	23,6	7,78	32,0				
100-114	0,50	5,0	8,2	9	0,29	0,36	19,5	6,7	26,8				
114- 154	0,13	4,6	8,0	12	0,29	0,25	17,7	5,49	23,2				

**Εδαφοτομή P<sub>2</sub>**

**Τάξη : Inceptisol**

**Υποομάδα : typic xerochrept**

**Χαρτογραφική μονάδα : B (43\*4) lox / A03**

### 4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 10 Μαΐου 2005 με τετράσειρη σπαστική μηχανή βαμβακιού (Εικ. 4.2) χρησιμοποιώντας την ποικιλία **OPAL** της εταιρείας 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 20 cm. Βασική λίπανση δεν έγινε. Πραγματοποιήθηκε γραμμική λίπανση σε δύο δόσεις, με την πρώτη δόση να εφαρμόζεται όταν τα φυτά είχαν ύψος 15cm περίπου και η δεύτερη δόση να εφαρμόζεται μετά από 10 ημέρες περίπου. Εφαρμόστηκε ποσότητα ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας 26-0-0 που αντιστοιχούσε σε 20 Kg/στρ., περίπου όσο χρησιμοποιείται και στην γεωργική πρακτική. Αζωτούχος λίπανση ακολούθησε σε όλη τη διάρκεια της ανθοφορίας στα πλαίσια της στάγδην άρδευσης και ολοκληρώθηκε περί τα τέλη Ιουλίου. Εφαρμόστηκαν περίπου 8Kg ανά στρέμμα ουρίας και νιτρικής αμμωνίας 46-0-0, 34,5-0-0 αντίστοιχα. Λίπανση με φώσφορο δεν πραγματοποιήθηκε γιατί είναι στοιχείο που δεν απομακρύνεται από το έδαφος δεδομένου ότι το 70% περίπου της μάζας των βαμβακοφύτων επιστρέφει στο έδαφος. Καλιούχος λίπανση δεν πραγματοποιήθηκε σε αυτό το στάδιο έτσι ώστε να είμαστε ακόμη πιο κοντά στην γεωργική πρακτική (για χρόνια εφαρμόζεται βασική καλιούχος λίπανση μια όχι), λαμβάνοντας υπόψη ότι το 2004 εφαρμόστηκε καλιούχος βασική λίπανση. Καλιούχος λίπανση πραγματοποιήθηκε αργότερα κατά τα τέλη Ιουλίου περίπου, στα πλαίσια της στάγδην άρδευσης, με περίπου 10Kg/στρ. νιτρικού καλίου (13-0-48). Συνολικά η λίπανση που έγινε ήταν : Αζωτο (N<sub>2</sub>)13 λ.μ., Φώσφορος ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0 λ.μ., Κάλιο (K<sub>2</sub>O) 5λ.μ.

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 επιτευχθεί το καλύτερο φύτευμα. Για τον ίδιο λόγο επιλέχθηκε αυξημένος αριθμός σπόρων ώστε να έχουμε καλύτερη φυτρωτική ικανότητα και μετά από ικανοποιητικό αραιώμα οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής να είναι περίπου 0,063m δηλαδή 16 φυτά στο μέτρο. Στο μέσο του αγρού έμειναν δύο άσπαρτοι διάδρομοι κάθετοι μεταξύ τους ώστε να διευκολύνεται η διέλευση απαραίτητων για την καλλιέργεια μηχανημάτων. Οι διάδρομοι τοποθετούν τα συνολικά 16 πειραματικά τεμάχια στις τέσσερις γωνίες ενός ορθογωνίου παραλληλογράμμου στη κάθε μία από τις οποίες υπάρχουν μία επανάληψη από τη κάθε μεταχείριση.



**Εικόνα 4.2** Εγκατάσταση Καλλιέργειας

#### **4.4 Ποικιλία**

Όπως προαναφέρθηκε η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν η OPAL της εταιρείας Delta – Pine. Η συγκεκριμένη ποικιλία βρέθηκε κατάλληλη για περιοχές όπου καλλιεργούνται ποικιλίες μέσου και μεγάλου βιολογικού κύκλου όπως η Θεσσαλία. Σχηματίζει βραχίονες μέσου μήκους υπό γωνία  $45^\circ$  ως προς τον κορμό, απαιτεί αραιή σπορά. Έχει φύλλωμα με λίγο χνούδι. Αναπτύσσει υψηλή ανθεκτικότητα στη ξηρασία, λόγω της πολύ γρήγορης πρώτης ανάπτυξης και καρποφορίας. Είναι ανθεκτική σε όλες σχεδόν τις μυκητολογικές και βακτηριολογικές ασθένειες, ιδιαίτερα στην αδρομύκωση. Δεν προσβάλλεται από ιασσίδες και αλευρώδεις. Τέλος η ποιότητα της ίνας της βρίσκεται στην κορυφή μεταξύ των ποικιλιών του τύπου Upland με άριστο μήκος, αντοχή και micropaire ίνας. Συνιστάται πυκνότητα φυτών 10 – 15 φυτά το μέτρο.

#### 4.5 Υλικά άρδευσης

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1,9 m. Η επιλογή της απόστασης αυτής έγινε έτσι ώστε να συμφωνεί με την γεωργική πρακτική. Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν το ύψος των φυτών ήταν 20cm περίπου. Ομοίως με το υπόγειο δίκτυο, η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών και στο επιφανειακό δίκτυο ήταν 1,9 m. 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 30 mm για τον κύριο αγωγό μεταφοράς και από πολυαιθυλένιο διατομής 30 mm και 20 mm για τους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, με ισαποχή 0,8 m επί των σταλακτηφόρων αγωγών για όλες τις μεταχειρίσεις με παροχή σταλακτήρα 2,3 l/h σε πίεση λειτουργίας 6 atm.

χρησιμοποιήθηκαν 2 ηλεκτροβάνες. Μέσω της πρώτης ηλεκτροβάνας τροφοδοτούνταν με νερό οι μεταχειρίσεις E100%ET και Y100%ET, μέσω της δεύτερης ηλεκτροβάνας τροφοδοτούνταν με νερό οι μεταχειρίσεις E80%ET και Y80%ET. Οι ηλεκτροβάνες χρησιμοποιήθηκαν για να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και η διακοπή της άρδευσης. Συνολικά υπήρχαν 2 ηλεκτροβάνες (Εικ. 4.3) και 2 υδρόμετρα. Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης. Η τοποθέτησή τους έγινε έτσι ώστε ένα υδρόμετρο να ελέγχει την δόση άρδευσης των μεταχειρίσεων E100%ET και Y100%ET και ένα την δόση άρδευσης των μεταχειρίσεων E80%ET και Y80%ET.



Εικόνα 4.3 Ηλεκτροβάνες

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 συνδέονταν με ειδικό προγραμματιστή (Miracle DG) της εταιρείας Netafim (Εικ. 4.4) 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 ηλεκτροβάνα και την κάθε επανάληψη. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα εβδομαδιαίου προγραμματισμού των αρδεύσεων, την δυνατότητα αύξησης του χρόνου ποτίσματος, σε βήματα



**Εικόνα 4.4** Προγραμματιστής Miracle DG της εταιρείας Netafim

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. Ο προγραμματιστής είχε τη δυνατότητα επίσης να διακόπτει αυτόματα την άρδευση σε περίπτωση βροχόπτωσης (υπό την

προϋπόθεση ότι είναι συνδεδεμένος με μετρητή του ύψους βροχής). Τέλος η ενεργοποίηση της κάθε ηλεκτροβάνας χωριστά ή και όλων μαζί μπορεί να γίνει και χειροκίνητα όποτε αυτό είναι επιθυμητό.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 50m<sup>3</sup> (Εικ. 4.5). Η πλήρωση



**Εικόνα 4.5** Η δεξαμενή χωρητικότητας 50m<sup>3</sup>



**Εικόνα 4.6** Η πομώνα

της δεξαμενής γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60 – 80 m<sup>3</sup>/h με άξονα και σωλήνα 4'') όπως φαίνεται στην Εικ.4.6. Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός της άρδευσης (αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ηλεκτροβάνες, φίλτρα, βαλβίδα κενού, αγωγός επιστροφόμενων, πιεζόμετρο κ.ά.), τοποθετήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένα κουτιά επί της δεξαμενής (Εικ. 34.5).

#### 4.6 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 121cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 4.7). 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 7,5cm 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 εξατμισόμετρου ( $K_{ex} = K_p = 0,80$ ) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή  $K_c$ , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.



Εικόνα 4.7 Εξατμισόμετρο τύπου A

#### 4.7 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους

Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έγινε με τη μη ραδιενεργό μέθοδο T.D.R. (Time Domain Reflectometry) Εικ. 4.8, 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 σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού

(Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη κ.ά.,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.ό.).

Το σύστημα περιλαμβάνει :

- τη συσκευή T.D.R. με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής των ενδείξεων,
- τον αισθητήρα του οργάνου (probe),
- τον φορτιστή 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.



**Εικόνα 4.8** Η συσκευή TDR

Στον πειραματικό αγρό τοποθετήθηκαν δύο αισθητήρες μήκους 75 cm, έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένας αισθητήρας για τη μεταχείριση Y100%ET και ένας για τη μεταχείριση E100%ET. Η θέση των αισθητήρων ήταν στη γραμμή σποράς της μιας από τις δύο μεσαίες γραμμές του κάθε πειραματικού



τεμαχίου έτσι ώστε να μετράται η διακύμανση της υγρασίας όσο το δυνατόν πιο κοντά στο ριζικό σύστημα του φυτού. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις υγρασίας (πριν και μετά την άρδευση) στις μεταχειρίσεις Y100%ET και E100%ET.

#### 4.8 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. 4.9).



**Εικόνα 4.9** Ο μετεωρολογικός σταθμός του Πανεπιστημίου

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.

#### 4.9 Μετρήσεις ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών

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

**α. Μετρήσεις ύψους φυτών.** Πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις ανά 7ήμερο από τις 26/5 (16 ημέρες από τη σπορά) έως τις 25/08 (107 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 έγιναν σε μήκος δύο μέτρων γραμμής σποράς στις δύο μεσαίες σειρές του πειραματικού τεμαχίου (συνεπώς μέτρηση σε περίπου 60 φυτά) από τις οποίες προήλθε και ο μέσος όρος ύψους ανά μέτρο του κάθε πειραματικού για κάθε ημερομηνία μέτρησης.

**β. Μετρήσεις του αριθμού χτενιών.** Πραγματοποιήθηκαν 8 μετρήσεις ανά 10ήμερο από τις 7/07 (58 ημέρες από τη σπορά) έως τις 25/08 (107 ημέρες από τη σπορά). Ο τρόπος διεξαγωγής των μετρήσεων ήταν ο ίδιος με του ύψους των φυτών, το ίδιο και ο υπολογισμός του μέσου όρου χτενιών ανά μέτρο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για κάθε ημερομηνία της μέτρησης.

**γ. Μετρήσεις του αριθμού λουλουδιών.** Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 7ήμερο από τις 7/07 (58 ημέρες από τη σπορά) έως τις 18/08 (100 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 έγιναν σε μήκος δύο μέτρων γραμμής σποράς στις δύο μεσαίες σειρές του πειραματικού τεμαχίου (συνεπώς μέτρηση σε περίπου 60 φυτά) από τις οποίες προήλθε και ο μέσος όρος αριθμού λουλουδιών ανά μέτρο του κάθε πειραματικού για κάθε ημερομηνία μέτρησης.

**δ. Μετρήσεις του αριθμού καρυδιών.** Πραγματοποιήθηκαν 9 μετρήσεις ανά 7ήμερο από τις 7/07 (58 ημέρες από τη σπορά) έως τις 1/09 (114 ημέρες από τη σπορά). Ο τρόπος διεξαγωγής αναφέρεται παραπάνω. Έτσι προσδιορίστηκε ο μέσος όρος παραγωγής καρυδιών ανά μέτρο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για κάθε ημερομηνία μέτρησης.

**ε. Μετρήσεις του δείκτη φυλλικής επιφάνειας.** Πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις ανά 7ήμερο από τις 2/06 (23 ημέρες από τη σπορά) έως 1/9/2005 (114 ημέρες από τη σπορά). Ο τρόπος διεξαγωγής αναφέρεται παραπάνω. Έτσι προσδιορίστηκε ο μέσος όρος αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας ανά μέτρο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και για κάθε ημερομηνία μέτρησης.

**στ. Συγκομιδή.** Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες στις 22/10/05 και 13/11/2005. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο συγκομίζονταν με το χέρι το βαμβάκι χωρίς το στέλεχος από τις δύο μεσαίες γραμμές μήκους 2 μέτρων

όπως και όλες οι υπόλοιπες μετρήσεις. Στη συνέχεια τα δείγματα 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.

#### 4.10 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<sub>0,05</sub>).

#### 4.11 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:

$$ET_0 = K_p \times E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (4.1)$$

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 επιφάνειας 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 πραγματική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $ET_c$ ):

$$ET_c = ET_0 \times K_c, \text{ σε mm} \quad (4.2)$$

Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της  $ET_c$  αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό ( $I_n$ ), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω της άρδευσης.

Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης ( $I_{da}$ ), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_{da} = I_n = E_{Tc} - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.3)$$

όπου: B είναι το ύψος βροχής και

$\Omega B$  είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με  $0,8 B$

(Μιχελάκης, 1998, Παπαζαφειρίου, 1999).

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 (4.1) και (4.2). Συνεπώς, για να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισιμέτρου, να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με την σχέση 4.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$E_{Tc} = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.4)$$

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών ( $I_n$ ) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $E_{Tc}$ ) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξατμίσσης ( $E_{pan}$ ) του εξατμισιμέτρου 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 ( $I_{da} = I_n$ ) πολλαπλασιάζεται με 80%.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης ( $t$ ) έγινε βάση της σχέσης:

$$t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h} \quad (4.5)$$

όπου:  $I_{da}$  είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και

$I_{dh}$  είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι:  $I_{dh} = (q \times n) / (St \times Sr)$ , σε mm/h

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

$n = St / (2 \times Se)$  είναι ο αριθμός σταλακτήρων 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 σταλακτήρων σε m.

Στους Πίνακες 4.2 και 4.3 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.

**Πίνακας 4.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σορά 10/5/05	Πλήρωση Εξατμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εραπ mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$ 0,8*(7) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς $Eo=kp*Eραπ$ 0,8*(6) mm	kc	Καθαρές ανάγκες $In=Eo*kc$ (9)*(10) mm	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας $ETc=In+\Omega B$ (11)+(8) mm
19/6/2005	170	40	0	0	2,3			1,84	0,55	1,01	1,01
20/6/2005	171	41		2,3	1,8			1,44	0,55	0,79	0,79
21/6/2005	172	42		4,1	2,4			1,92	0,55	1,06	1,06
22/6/2005	173	43		6,5	1,5			1,2	0,55	0,66	0,66
23/6/2005	174	44		8	2,5			2	0,55	1,10	1,10
24/6/2005	175	45		10,5	2,5			2	0,55	1,10	1,10
25/6/2005	176	46		13	2			1,6	0,55	0,88	0,88
26/6/2005	177	47		15	3			2,4	0,55	1,32	1,32
27/6/2005	178	48		18	1,5			1,2	0,55	0,66	0,66
28/6/2005	179	49		19,5	2,5			2	0,55	1,10	1,10
29/6/2005	180	50		22	3			2,4	0,55	1,32	1,32
30/6/2005	181	51		25	4			3,2	0,55	1,76	1,76
1/7/2005	182	52		29	0	23	18,4	0	0,85	0	18,4
2/7/2005	183	53		29	2			1,6	0,85	1,36	1,36
3/7/2005	184	54		31	3			2,4	0,85	2,04	2,04
4/7/2005	185	55		34	3			2,4	0,85	2,04	2,04
5/7/2005	186	56		37	3			2,4	0,85	2,04	2,04
6/7/2005	187	57		40	4			3,2	0,85	2,72	2,72
7/7/2005	188	58		44	4			3,2	0,85	2,72	2,72
8/7/2005	189	59		48	5			4	0,85	3,40	3,40
9/7/2005	190	60		53	5			4	0,85	3,40	3,40
10/7/2005	191	61		58	5			4	0,85	3,40	3,40
11/7/2005	192	62	0	63	4,5			3,6	0,85	3,06	3,06
12/7/2005	193	63		4,5	8,5			6,8	0,85	5,78	5,78
13/7/2005	194	64		13	9,5			7,6	0,85	6,46	6,46

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σορά 10/5/05	Πλήρωση η Εξατμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Ερα mm	Βροχή Β mm	Ωφέλιμη βροχή ΩΒ=0,8* Β 0,8*(7) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=κρ*Ερα n 0,8*(6) mm	κc	Καθαρές ανάγκες Ιn=Εο*κc (9)*(10) mm	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας ΕΤc=Ιn+ΩΒ (11)+(8) mm
14/7/2005	195	65		22,5	3,5			2,8	0,85	2,38	2,38
15/7/2005	196	66		26	9			7,2	0,85	6,12	6,12
16/7/2005	197	67		35	7			5,6	0,85	4,76	4,76
17/7/2005	198	68		42	5,5			4,4	0,85	3,74	3,74
18/7/2005	199	69		47,5	8			6,4	0,85	5,44	5,44
19/7/2005	200	70		55,5	9			7,2	0,85	6,12	6,12
20/7/2005	201	71		64,5	10,5			8,4	0,85	7,14	7,14
21/7/2005	202	72		75	7			5,6	0,85	4,76	4,76
22/7/2005	203	73	0	82	7			5,6	0,85	4,76	4,76
23/7/2005	204	74		7	8			6,4	0,85	5,44	5,44
24/7/2005	205	75		15	7			5,6	0,85	4,76	4,76
25/7/2005	206	76		22	7			5,6	0,85	4,76	4,76
26/7/2005	207	77		29	8			6,4	0,85	5,44	5,44
27/7/2005	208	78		37	7			5,6	0,85	4,76	4,76
28/7/2005	209	79		44	10			8	0,85	6,80	6,80
29/7/2005	210	80		54	7			5,6	0,85	4,76	4,76
30/7/2005	211	81		61	8			6,4	0,85	5,44	5,44
31/7/2005	212	82		69	9			7,2	0,85	6,12	6,12
1/8/2005	213	83	0	78	9			7,2	0,90	6,48	6,48
2/8/2005	214	84		9	7			5,6	0,90	5,04	5,04
3/8/2005	215	85		16	9			7,2	0,90	6,48	6,48
4/8/2005	216	86		25	6			4,8	0,90	4,32	4,32
5/8/2005	217	87		31	4			3,2	0,90	2,88	2,88
6/8/2005	218	88		35	4			3,2	0,90	2,88	2,88
7/8/2005	219	89		39	5			4	0,90	3,60	3,60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σοπορά 10/5/05	Πλήρωση Εξατμ/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εραπ mm	Βροχή Β mm	Ωφέλιμη βροχή ΩΒ=0,8* Β 0,8*(7) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=κρ*Ερα η 0,8*(6) mm	κc	Καθαρές ανάγκες Ιη=Εο*κc (9)*(10) mm	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας ΕΤc=Ιη+ΩΒ (11)+(8) mm
8/8/2005	220	90		46	9			7,2	0,90	6,48	6,48
9/8/2005	221	91		55	6			4,8	0,90	4,32	4,32
10/8/2005	222	92		61	6			4,8	0,90	4,32	4,32
11/8/2005	223	93		67	7			5,6	0,90	5,04	5,04
12/8/2005	224	94		74	8			6,4	0,90	5,76	5,76
13/8/2005	225	95		82	7			5,6	0,90	5,04	5,04
14/8/2005	226	96	0	89	7			5,6	0,90	5,04	5,04
15/8/2005	227	97		7	6			4,8	0,90	4,32	4,32
16/8/2005	228	98		13	7			5,6	0,90	5,04	5,04
17/8/2005	229	99		20	9			7,2	0,90	6,48	6,48
18/8/2005	230	100		29	7			5,6	0,90	5,04	5,04
19/8/2005	231	101		36	6			4,8	0,90	4,32	4,32
20/8/2005	232	102		42	7			5,6	0,90	5,04	5,04
21/8/2005	233	103		49	10			8	0,90	7,20	7,20
22/8/2005	234	104		59	6			4,8	0,90	4,32	4,32
23/8/2005	235	105		65	9			7,2	0,90	6,48	6,48
24/8/2005	236	106		74	6			4,8	0,90	4,32	4,32
25/8/2005	237	107		80	6			4,8	0,90	4,32	4,32
26/8/2005	238	108	0	86	6			4,8	0,90	4,32	4,32
27/8/2005	239	109		6	6			4,8	0,90	4,32	4,32
28/8/2005	240	110		13	7			5,6	0,90	5,04	5,04
29/8/2005	241	111		20	7			5,6	0,90	5,04	5,04
30/8/2005	242	112		27	7			5,6	0,90	5,04	5,04
31/8/2005	243	113		35	8			6,4	0,90	5,76	5,76
1/9/2005	244	114		42	7			5,6	0,90	5,04	5,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σπορά 10/5/05	Πλήρωση Εξατμ/τρού mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εραπ mm	Βροχή Β mm	Ωφέλιμη βροχή ΩΒ=0,8*Β 0,8*(7) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=κρ*Ερα n 0,8*(6) mm	kc	Καθαρές ανάγκες Ιn=Εο*kc (9)*(10) mm	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας ΕΤc=Ιn+ΩΒ (11)+(8) mm
2/9/2005	245	115		47	5			4	0,90	3,60	3,60
3/9/2005	246	116		51	4			3,2	0,90	2,88	2,88
4/9/2005	247	117		55	4	5	4	0	0,90	0,00	4,00
5/9/2005	248	118		60	5			4	0,90	3,60	3,60
6/9/2005	249	119		64	4			3,2	0,90	2,88	2,88
7/9/2005	250	120		67	3			2,4	0,90	2,16	2,16
8/9/2005	251	121		73	6			4,8	0,90	4,32	4,32
9/9/2005	252	122	0	76	3			2,4	0,90	2,16	2,16
10/9/2005	253	123		10	7			5,6	0,90	5,04	5,04
11/9/2005	254	124		19	9			7,2	0,90	6,48	6,48
12/9/2005	255	125		28	9	10	8	0	0,90	0,00	8,00
13/9/2005	256	126		36	8			6,4	0,90	5,76	5,76
14/9/2005	257	127		40	4			3,2	0,90	2,88	2,88
15/9/2005	258	128		45	5	7	5,6	0	0,90	0,00	5,60
<b>ΝΟΛΑ</b>						<b>45</b>	<b>36</b>			<b>345.56</b>	<b>381.56</b>



**Πίνακας 4.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκειες των αρδύσεων στις μεταχειρίσεις E100%ET, E80%ET, Y100%ET και Y80%ET με Se=0.8**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σπορά 10/5/05	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών (Εύρος 2d) mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης $\zeta \text{ m}^3/\sigma\tau\rho$	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης $\zeta \text{ m}^3/\sigma\tau\rho$	n St / (2*S e)	ldh (q*n) / (St*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5) / (8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6) / (8) h
1/7/2005	181	52	0							
2/7/2005	183	53	1,36							
3/7/2005	184	54	2,04							
4/7/2005	185	55	2,04							
5/7/2005	186	56	2,04							
6/7/2005	187	57	2,72	10,2						
7/7/2005	188	58	2,72		10,2	8,16	0,04	1,53	6h 40'	5h 20'
8/7/2005	189	59	3,40	6,12						
9/7/2005	190	60	3,40		6,12	4,90	0,04	1,53	4h 00'	3h 12'
10/7/2005	191	61	3,40	6,80						
11/7/2005	192	62	3,06		6,80	5,44	0,04	1,53	4h 26'	3h 33'
12/7/2005	193	63	5,78	8,84						
13/7/2005	194	64	6,46		8,84	7,07	0,04	1,53	5h 54'	4h 37'
14/7/2005	195	65	2,38	8,84						
15/7/2005	196	66	6,12		8,84	7,07	0,04	1,53	5h 54'	4h 37'
16/7/2005	197	67	4,76	10,88						
17/7/2005	198	68	3,74		10,88	8,70	0,04	1,53	7h 07'	5h 41'
18/7/2005	199	69	5,44	9,18						
19/7/2005	200	70	6,12		9,18	7,34	0,04	1,53	6h 00'	4h 48'
20/7/2005	201	71	7,14	13,26						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σπορά 10/5/05	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών (Εύρος 2d) mm	E100%ET & Y100%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m <sup>3</sup> /στρ	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης m <sup>3</sup> /στρ	n St / (2*Se)	Idh (q*n) / (St*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5) / (8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6) / (8) h
21/7/2005	202	72	4,76		13,26	10,61	0,04	1,53	8h 40'	6h 56'
22/7/2005	203	73	4,76	9,52						
23/7/2005	204	74	5,44		9,52	7,62	0,04	1,53	6h 13'	4h 59'
24/7/2005	205	75	4,76	10,20						
25/7/2005	206	76	4,76		10,20	8,16	0,04	1,53	6h 40'	5h 20'
26/7/2005	207	77	5,44	10,20						
27/7/2005	208	78	4,76		10,20	8,16	0,04	1,53	6h 40'	5h 20'
28/7/2005	209	79	6,80	11,56						
29/7/2005	210	80	4,76		11,56	9,25	0,04	1,53	7h 34'	6h 02'
30/7/2005	211	81	5,44	10,20						
31/7/2005	212	82	6,12		10,20	8,16	0,04	1,53	6h 40'	5h 20'
1/8/2005	213	83	6,48	12,60						
2/8/2005	214	84	5,04		12,60	10,08	0,04	1,53	8h 15'	6h 35'
3/8/2005	215	85	6,48	11,52						
4/8/2005	216	86	4,32		11,52	9,22	0,04	1,53	7h 32'	6h 01'
5/8/2005	217	87	2,88	7,20						
6/8/2005	218	88	2,88		7,20	5,76	0,04	1,53	4h 43'	3h 46'
7/8/2005	219	89	3,60	6,18						
8/8/2005	220	90	6,48		6,18	4,94	0,04	1,53	4h 02'	3h 14'
9/8/2005	221	91	4,32	10,80						

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2005	Ημέρες από τη σπορά 10/5/05	Καθαρές ανάγκες In mm	Άθροισμα καθαρών αναγκών (Εύρος 2d) mm	E100%ET & Y100%ET , Se=0,8m Δόση άρδευσης $\text{m}^3/\text{στρ}$	E80%ET & Y80%ET, Se=0,8m Δόση άρδευσης $\text{m}^3/\text{στρ}$	n St / (2*Se)	Idh (q*n) / (St*Sr) mm/h	E100%ET & Y100%ET Διάρκεια άρδευσης (5) / (8) h	E80%ET & Y80%ET Διάρκεια άρδευσης (6) / (8) h
10/8/2005	222	92	4,32		10,80	8,64	0,04	1,53	7h 04'	5h 39'
11/8/2005	223	93	5,04	9,36						
12/8/2005	224	94	5,76		9,36	7,49	0,04	1,53	6h 07'	4h 54'
13/8/2005	225	95	5,04	10,80						
14/8/2005	226	96	5,04		10,80	8,64	0,04	1,53	7h 04'	5h 39'
15/8/2005	227	97	4,32	9,36						
16/8/2005	228	98	5,04		9,36	7,49	0,04	1,53	6h 07'	4h 54'
17/8/2005	229	99	6,48	11,52						
18/8/2005	230	100	5,04		11,52	9,22	0,04	1,53	7h 32'	6h 01'
19/8/2005	231	101	4,32	9,36						
20/8/2005	232	102	5,04		9,36	7,49	0,04	1,53	6h 07'	4h 54'
21/8/2005	233	103	7,20	12,24						
22/8/2005	234	104	4,32		12,24	9,79	0,04	1,53	8h 00'	6h 24'
23/8/2005	235	105	6,48	10,80						
24/8/2005	236	106	4,32		10,80	8,64	0,04	1,53	7h 04'	5h 39'
25/8/2005	237	107	4,32	8,64						
26/8/2005	238	108	4,32		8,64	6,91	0,04	1,53	5h 39'	4h 31'
27/8/2005	239	109	4,32	8,64						
28/8/2005	240	110	5,04		8,64	6,91	0,04	1,53	5h 39'	4h 31'
29/8/2005	241	111	5,04	10,08						
30/8/2005	242	112	5,04		10,08	8,06	0,04	1,53	6h 36'	5h 16'
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>			<b>274,90</b>	<b>274,90</b>	<b>274,90</b>	<b>219,92</b>			<b>179h 14'</b>	<b>140h 47'</b>

Παροχή σταλακτήρα :  $q=2.3 \text{ l/h}$

Ισαποχή των γραμμών σποράς :  $Sr=0.95m$

Αριθμός σταλακτῆρων ανά 2 σειρές φυτών :  $n=St/(2*Se)=0.04$

Ισαποχή των σταλακτῆρων :  $Se=0.8m$

Ισαποχή φυτών επί της γραμμής :  $St=0.063$

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 άρδευσης 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 4.4

**Πίνακας 4.4 :** Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης

	FC % κ.β.	PWP %κ.β.	ΦΕΒ g/m <sup>3</sup>	h m	C	p	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	E <sub>o</sub> mm/ημ
ΙΟΥΝΙΟΣ	26,08	14,32	1,23	0,50	0,50	1	0.55	0.50	6,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	26,08	14,32	1,23	0,65	0,50	1	0.85	0.70	6.13
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	26,08	14,32	1,23	0,80	0,50	1	0.90	0.75	5,26
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	26,08	14,32	1,23	0,90	0,50	1	0.90	0.75	3,48

Στον ίδιο Πίνακα 4.4 δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής (P) του εδάφους για τη διάταξη σταλακτηφόρων αγωγών που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματικό αγρό για ισαποχή σταλακτήρων  $Se = 0,8$  m (Τερζίδης κ.ά., 1997), καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών (h) (Παπαζαφειρίου, 1999), του ορίου εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας (C) (Σακελλαρίου, 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια (f<sub>1</sub>) (FAO, 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους (f<sub>2</sub>) (Σακελλαρίου, 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 4.5. Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της απάντησης 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.

Από τον πίνακα 4.5 φαίνεται ότι το άθροισμα των καθαρών αναγκών που λαμβάνεται υπόψη από το εξατμισόμετρο σε κάθε άρδευση, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 45,67 η οποία αντιστοιχεί στην τιμή της πρακτικής δόσης άρδευσης ( $I_{da}$ ). Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η υγρασία του εδάφους να πλησιάσει την τιμή του σημείου μόνιμης μάρανσης, κάτι που μπορεί να αποβεί καταστροφικό για την καλλιέργεια.

**Πίνακας 4.5 :** Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης (Σακελλαρίου, 1993).

	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
<b>Διαθέσιμη υγρασία</b> $\Delta.Y.=[(FC-PWP)]*\Phi EB$ % κ.ο.	11,7588	11,7588		11,7588
<b>Θεωρητική δόση άρδευσης</b> $I_d = \Delta.Y. * h * c * P / 100$ mm ή m <sup>3</sup> /στρ	29,38	38,22	43,39	52,91
<b>Πρακτική δόση άρδευσης</b> $I_{da} = I_d / 0.95$ mm ή m <sup>3</sup> /στρ (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	30,93	40,23	47,04	55,69
<b>Ωριαίο ύψος βροχής</b> $I_{dh} = (q * n) / (St * Sr)$ , mm/h	1.52	1.52	1.52	1.52
<b>Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή</b> $ET_d = E_o * f_1 * f_2$ , mm/d	1,75	3,43	3,55	2,35
<b>Εύρος άρδευσης</b> $I_r = I_{da} / ET_d$ , ημέρες	≈18	≈12	≈13	≈24
<b>Διάρκεια άρδευσης</b> $I_t = I_{da} / I_{dh}$ , h	20h 35' 00"	26h 28' 12"	30h 57' 00"	36h 38' 24"

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 2.3 \text{ l/h}$

Ισαποχή των γραμμών σποράς :  $Sr = 0.95 \text{ m}$

Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς :  $St = 0.07 \text{ m}$

Ισαποχή σταλακτήρων :  $Se = 0.8 \text{ m}$

Αριθμός σταλακτήρων ανά 2 σειρές φυτών :  $n = 0.044$

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 χρησιμοποιήθηκε ο τυποποιημένος εκ των προτέρων Πίνακας 4.6, 4.7, 4.8 όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισιμέτρου ( $E_{pan}$ ) παραπέμπει απευθείας στην δόση και στην διάρκεια της άρδευσης.

Με το σύστημα της στάγδην άρδευσης πραγματοποιήθηκαν 28 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις E100%ET, E80%ET, Y100%ET, Y80%ET). Με το σύστημα της τεχνητής βροχής πραγματοποιήθηκαν 4 αρδεύσεις (2 αρδεύσεις φυτρώματος, 2 αρδεύσεις ανάπτυξης).

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 4.3 και 4.4.

**Πίνακας 4.6:** Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκι κατά το μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου για  $Se=0.8m$

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET $I_{da}(100) =$ $ET*0,8*kc$ (mm)	E80%ET &Y80%ET $I_{da}(80) =$ $ET*0,8*kc$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n = St /$ $(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh} =$ $(q*n) / (St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $I_t = I_{da}(100) / dh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET $I_t =$ $I_{da}(80) / I_{dh}$ (h)
0	0,00	0,00	0,04	1,53		
1	0,44	0,35	0,04	1,53	0h 18'	0h 14'
2	0,88	0,70	0,04	1,53	0h 35'	0h 28'
3	1,32	1,06	0,04	1,53	0h 52'	0h 42'
4	1,76	1,41	0,04	1,53	1h 09'	0h 55'
5	2,20	1,76	0,04	1,53	1h 27'	1h 09'
6	2,64	2,11	0,04	1,53	1h 44'	1h 23'
7	3,08	2,46	0,04	1,53	2h 01'	1h 37'
8	3,52	2,82	0,04	1,53	2h 18'	1h 51'
9	3,96	3,17	0,04	1,53	2h 36'	2h 04'
10	4,40	3,52	0,04	1,53	2h 53'	2h 18'
11	4,84	3,87	0,04	1,53	3h 10'	2h 32'
12	5,28	4,22	0,04	1,53	3h 27'	2h 46'
13	5,72	4,58	0,04	1,53	3h 44'	2h 59'
14	6,16	4,93	0,04	1,53	4h 02'	3h 13'
15	6,60	5,28	0,04	1,53	4h 19'	3h 27'
16	7,04	5,63	0,04	1,53	4h 36'	3h 41'
17	7,48	5,98	0,04	1,53	4h 54'	3h 55'
18	7,92	6,34	0,04	1,53	5h 11'	4h 09'
19	8,36	6,69	0,04	1,53	5h 28'	4h 22'
20	8,80	7,04	0,04	1,53	5h 45'	4h 36'

Εξάτμιση ET = Εραπ (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n = St / (2*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = (q*n) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
21	9,24	7,39	0,04	1,53	6h 02'	4h 52'
22	9,68	7,74	0,04	1,53	6h 20'	5h 04'
23	10,12	8,10	0,04	1,53	6h 37'	5h 18'
24	10,56	8,45	0,04	1,53	6h 54'	5h 31'
25	11,00	8,80	0,04	1,53	7h 12'	5h 45'
26	11,44	9,15	0,04	1,53	7h 29'	5h 59'
27	11,88	9,50	0,04	1,53	7h 46'	6h 13'
28	12,32	9,86	0,04	1,53	8h 03'	6h 27'
29	12,76	10,21	0,04	1,53	8h 20'	6h 40'
30	13,20	10,56	0,04	1,53	8h 38'	6h 54'
31	13,64	10,91	0,04	1,53	8h 55'	7h 08'
32	14,08	11,26	0,04	1,53	9h 12'	7h22'
33	14,52	11,62	0,04	1,53	9h 30'	7h 36'
34	14,96	11,97	0,04	1,53	9h 47'	7h 49'
35	15,40	12,32	0,04	1,53	10h 04'	8h 03'
36	15,84	12,67	0,04	1,53	10h 21'	8h 17'
37	16,28	13,02	0,04	1,53	10h 39'	8h 31'
38	16,72	13,38	0,04	1,53	10h 56'	8h 44'
39	17,16	13,73	0,04	1,53	11h 13'	8h 58'
40	17,60	14,08	0,04	1,53	11h 30'	9h 12'



Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n = St / (2*Se)	Εξάτμιση ET = Epan (mm)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
41	18,04	14,43	0,04	1,53	11h 48'	9h 26'
42	18,48	14,78	0,04	1,53	12h 05'	9h 40'
43	18,92	15,14	0,04	1,53	12h 22'	9h 54'
44	19,36	15,49	0,04	1,53	12h 39'	10h 07'
45	19,80	15,84	0,04	1,53	12h 57'	10h 21'
46	20,24	16,19	0,04	1,53	12h 14'	10h 35'
47	20,68	16,54	0,04	1,53	13h 31'	10h 49'
48	21,12	16,90	0,04	1,53	13h48'	11h 02'
49	21,56	17,25	0,04	1,53	14h 06'	11h 16'
50	22,00	17,60	0,04	1,53	14h 23'	11h 30'
51	22,44	17,95	0,04	1,53	14h 40'	11h 44'
52	22,88	18,30	0,04	1,53	14h 57'	11h 58'
53	23,32	18,66	0,04	1,53	15h 15'	12h 12'
54	23,76	19,01	0,04	1,53	15h 32'	12h 25'
55	24,20	19,36	0,04	1,53	15h 49'	12h 39'
56	24,64	19,71	0,04	1,53	16h 06'	12h 53'
57	25,08	20,06	0,04	1,53	16h 23'	13h 07'
58	25,52	20,42	0,04	1,53	16h 41'	13h 20'
59	25,96	20,77	0,04	1,53	16h 58'	13h 34'
60	26,40	21,12	0,04	1,53	17h 15'	13h 48'

Συντελεστής εξάτμισιμετρου :  $k_p = 0.8$

Ισαποχή των γραμμών σποράς :  $S_r = 0.95m$

**Φυτικός συντελεστής :  $k_c = 0.55$**

**Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής  
σποράς :  $S_t = 0.063m$**

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 2.3 \text{ l/h}$

Ισαποχή σταλακτιών :  $S_e = 0.8m$

**Πίνακας 4.7:** Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβάκιού κατά το μήνα Ιούλιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου για  $Se=0.8m$

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET $Ida(100) =$ $ET*0,8*kc$ (mm)	E80%ET & Y80%ET $Ida(80) =$ $ET*0,8*kc$ (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n $= St / (2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής $Idh =$ $(q*n) / (St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET &Y100%ET $It = Ida(100) / dh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET &Y80%ET $It = Ida(80) / Idh$ (h)
0	0,00	0,00	0,04	1,53		
1	0,68	0,54	0,04	1,53	0h 27'	0h 22'
2	1,36	1,09	0,04	1,53	0h 54'	0h 43'
3	2,04	1,63	0,04	1,53	1h 20'	1h 04'
4	2,72	2,18	0,04	1,53	1h 47'	1h 25'
5	3,40	2,72	0,04	1,53	2h 13'	1h 47'
6	4,08	3,26	0,04	1,53	2h 40'	2h 08'
7	4,76	3,81	0,04	1,53	3h 07'	2h30'
8	5,44	4,35	0,04	1,53	3h 34'	2h 51'
9	6,12	4,90	0,04	1,53	4h 00'	3h 12'
10	6,80	5,44	0,04	1,53	4h 27'	3h 34'
11	7,48	5,98	0,04	1,53	4h 54'	3h 55'
12	8,16	6,53	0,04	1,53	5h 20'	4h 16'
13	8,84	7,07	0,04	1,53	5h 47'	4h 37'
14	9,52	7,62	0,04	1,53	6h 13'	4h 59'
15	10,20	8,16	0,04	1,53	6h 40'	5h 20'
16	10,88	8,70	0,04	1,53	7h 07'	5h 42'
17	11,56	9,25	0,04	1,53	7h 34'	6h 02'
18	12,24	9,79	0,04	1,53	8h 00'	6h 24'
19	12,92	10,34	0,04	1,53	8h 27'	6h 46'
20	13,60	10,88	0,04	1,53	8h 54'	7h 07'

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n = St / (2*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = (q*n) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET &Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET &Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
21	14,28	11,42	0,04	1,53	9h 20'	7h 28'
22	14,96	11,97	0,04	1,53	9h 47'	7h 49'
23	15,64	12,51	0,04	1,53	10h 13'	8h 11'
24	16,32	13,06	0,04	1,53	10h 40'	8h 32'
25	17,00	13,60	0,04	1,53	11h 07'	8h 54'
26	17,68	14,14	0,04	1,53	11h 34'	9h 15'
27	18,36	14,69	0,04	1,53	12h 00'	9h 36'
28	19,04	15,23	0,04	1,53	12h 27'	9h 58'
29	19,72	15,78	0,04	1,53	12h 54'	10h 19'
30	20,40	16,32	0,04	1,53	13h 20'	10h 40'
31	21,08	16,86	0,04	1,53	13h47'	11h 01'
32	21,76	17,41	0,04	1,53	14h 13'	11h 23'
33	22,44	17,95	0,04	1,53	14h 40'	11h 44'
34	23,12	18,50	0,04	1,53	15h 07'	12h 06'
35	23,80	19,04	0,04	1,53	15h 34'	12h 27'
36	24,48	19,58	0,04	1,53	16h 00'	12h 48''
37	25,16	20,13	0,04	1,53	16h 27'	13h 10'
38	25,84	20,67	0,04	1,53	16h 54'	13h 31'
39	26,52	21,22	0,04	1,53	17h 20'	13h 52'
40	27,20	21,76	0,04	1,53	17h 47'	14h 13'

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET &Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) =ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n = St / (2*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = (q*n) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET &Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
41	27,88	22,30	0,04	1,53	18h 13'	14h 35'
42	28,56	22,85	0,04	1,53	18h40'	14h56'
43	29,24	23,39	0,04	1,53	19h 07'	15h 18'
44	29,92	23,94	0,04	1,53	19h 34'	15h 39'
45	30,60	24,48	0,04	1,53	20h 00'	16h 00'
46	31,28	25,02	0,04	1,53	20h 27'	16h 22'
47	31,96	25,57	0,04	1,53	20h 54'	16h 43'
48	32,64	26,11	0,04	1,53	21h 20'	17h 04'
49	33,32	26,66	0,04	1,53	21h 47'	17h 25'
50	34,00	27,20	0,04	1,53	22h 13'	17h 47'
51	34,68	27,74	0,04	1,53	22h 40'	18h 08'
52	35,36	28,29	0,04	1,53	23h07'	18h 30'
53	36,04	28,83	0,04	1,53	23h 34'	18h 51'
54	36,72	29,38	0,04	1,53	24h 00'	19h 12'
55	37,40	29,92	0,04	1,53	24h 27'	19h 34'
56	38,08	30,46	0,04	1,53	24h 54'	19h 55'
57	38,76	31,01	0,04	1,53	25h 20'	20h 16'
58	39,44	31,55	0,04	1,53	25h 47'	20h 37'
59	40,12	32,10	0,04	1,53	26h 13'	20h 59'
60	40,80	32,64	0,04	1,53	26h 40'	21h 20'

Συντελεστής εξατμισιμέτρου :  $k_p = 0.8$   
0.95mΦυτικός συντελεστής :  $k_c = 0.55$

Ισαποχή των γραμμών σποράς :  $S_r =$   
Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής  
σποράς :  $S_t = 0.063m$

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 2.3 l/h$

Ισαποχή σταλακτήρων :  $S_e = 0.8$

**Πίνακας 4.8 :** Πρόγραμμα άρδευσης του βαμβακιού κατά το μήνα Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου για  $Se=0.8m$

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n = St /$ $(2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = $(q*n) / (St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
0	0,00	0,00	0,04	1,53		
1	0,72	0,58	0,04	1,53	0h 28'	0h 23'
2	1,44	1,15	0,04	1,53	0h 57'	0h 45'
3	2,16	1,73	0,04	1,53	1h 25'	1h 08'
4	2,88	2,30	0,04	1,53	1h 53'	1h31'
5	3,60	2,88	0,04	1,53	2h 21'	1h 53'
6	4,32	3,46	0,04	1,53	2h 49'	2h 16'
7	5,04	4,03	0,04	1,53	3h 18'	2h 39'
8	5,76	4,61	0,04	1,53	3h 46'	3h 01'
9	6,48	5,18	0,04	1,53	4h 15'	3h 23'
10	7,20	5,76	0,04	1,53	4h 43'	3h 46'
11	7,92	6,34	0,04	1,53	5h 11'	4h 09'
12	8,64	6,91	0,04	1,53	5h 39'	4h 31'
13	9,36	7,49	0,04	1,53	6h 07'	4h 54'
14	10,08	8,06	0,04	1,53	6h 36'	5h 16'
15	10,80	8,64	0,04	1,53	7h 04'	5h 39'
16	11,52	9,22	0,04	1,53	7h 32'	6h 01'
17	12,24	9,79	0,04	1,53	8h 00'	6h 24'
18	12,96	10,37	0,04	1,53	8h 28'	6h 47'
19	13,68	10,94	0,04	1,53	8h 57'	7h 09'
20	14,40	11,52	0,04	1,53	9h 25'	7h 32'

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n = St / (2*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = (q*n) / (St*Sr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET It = Ida(100) / dh (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET It = Ida(80) / Idh (h)
21	15,12	12,10	0,04	1,53	9h 53'	7h 55'
22	15,84	12,67	0,04	1,53	10h 21'	8h 17'
23	16,56	13,25	0,04	1,53	10h 49'	8h 40'
24	17,28	13,82	0,04	1,53	11h 18'	9h 02'
25	18,00	14,40	0,04	1,53	11h 46'	9h 25'
26	18,72	14,98	0,04	1,53	12h 15'	9h 48'
27	19,44	15,55	0,04	1,53	12h 43'	10h 10'
28	20,16	16,13	0,04	1,53	13h 11'	10h 33'
29	20,88	16,70	0,04	1,53	13h 39'	10h 55'
30	21,60	17,28	0,04	1,53	14h 07'	11h 18'
31	22,32	17,86	0,04	1,53	14h 36'	11h 40'
32	23,04	18,43	0,04	1,53	15h 04'	12h 03'
33	23,76	19,01	0,04	1,53	15h 32'	12h 25'
34	24,48	19,58	0,04	1,53	16h 00'	12h 48'
35	25,20	20,16	0,04	1,53	16h 28'	13h 11'
36	25,92	20,74	0,04	1,53	16h 57'	13h 33'
37	26,64	21,31	0,04	1,53	17h 25'	13h 56'
38	27,36	21,89	0,04	1,53	17h 53'	14h 19'
39	28,08	22,46	0,04	1,53	18h 21'	14h 41'
40	28,80	23,04	0,04	1,53	18h 49'	15h 04'

Εξάτμιση ET = Epan (mm)	E100%ET & Y100%ET Ida(100) = ET*0,8*kc (mm)	E80%ET & Y80%ET Ida(80) = ET*0,8*kc (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό $n = St / (2*Se)$	Ωριαίο ύψος βροχής Idh = $(q*n) / (St*Sr)$ (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης E100%ET & Y100%ET $It = Ida(100) / dh$ (h)	Διάρκεια άρδευσης E80%ET & Y80%ET $It =$ $Ida(80) / Idh$ (h)
41	29,52	23,62	0,04	1,53	19h 18'	15h 27'
42	30,24	24,19	0,04	1,53	19h 46'	15h 49'
43	30,96	24,77	0,04	1,53	20h 15'	16h 12'
44	31,68	25,34	0,04	1,53	20h 43'	16h 34'
45	32,40	25,92	0,04	1,53	21h 11'	16h 57'
46	33,12	26,50	0,04	1,53	21h 39'	17h 19'
47	33,84	27,07	0,04	1,53	22h 07'	17h 42'
48	34,56	27,65	0,04	1,53	22h 36'	18h 04'
49	35,28	28,22	0,04	1,53	23h 04'	18h 27'
50	36,00	28,80	0,04	1,53	23h 32'	18h 49'
51	36,72	29,38	0,04	1,53	24h 00'	19h 12'
52	37,44	29,95	0,04	1,53	24h 28'	19h 35'
53	38,16	30,53	0,04	1,53	24h 57'	19h 57'
54	38,88	31,10	0,04	1,53	25h 25'	20h 20'
55	39,60	31,68	0,04	1,53	25h 53'	20h 43'
56	40,32	32,26	0,04	1,53	26h 21'	21h 05'
57	41,04	32,83	0,04	1,53	26h 49'	21h 28'
58	41,76	33,41	0,04	1,53	27h 18'	21h 51'
59	42,48	33,98	0,04	1,53	27h 46'	22h 13'
60	43,20	34,56	0,04	1,53	28h 15'	22h 36'

Συντελεστής εξατμισμέτρου :  $k_p = 0.8$

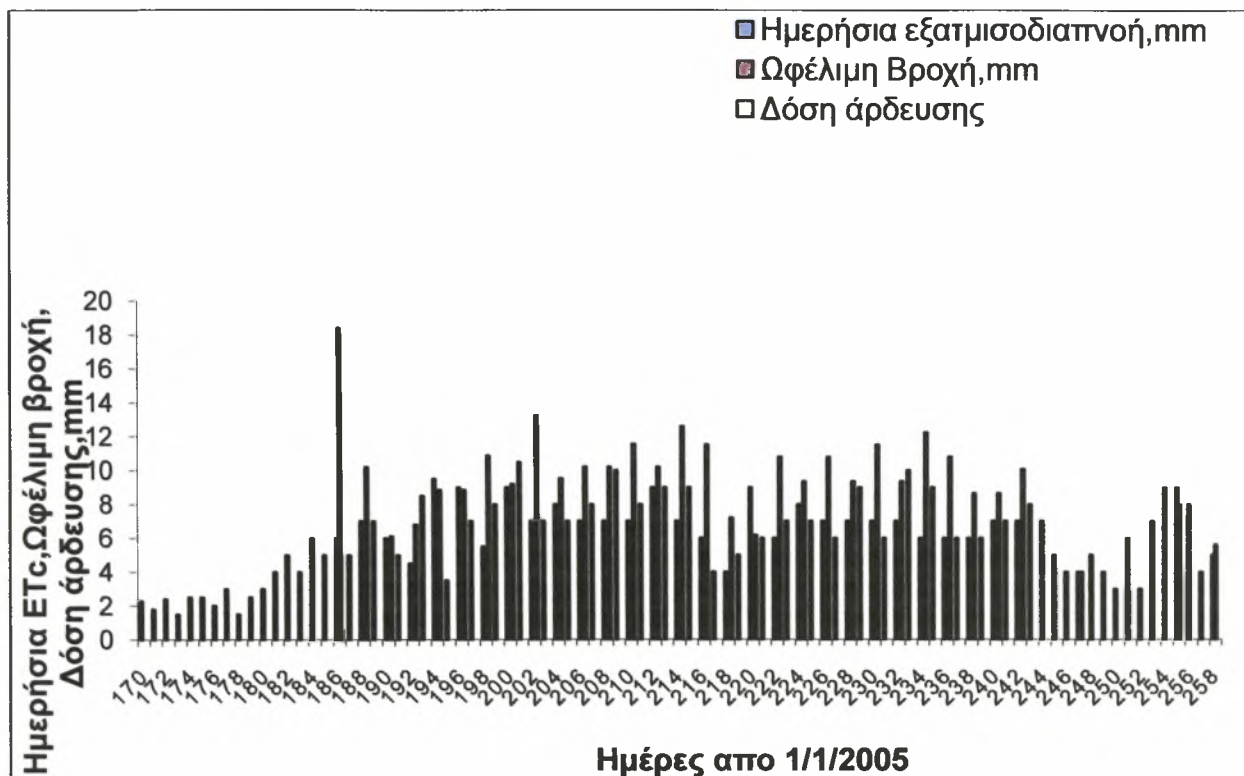
Ισαποχή των γραμμών σποράς :  $S_r = 0.95m$

Φυτικός συντελεστής :  $k_c = 0.55$

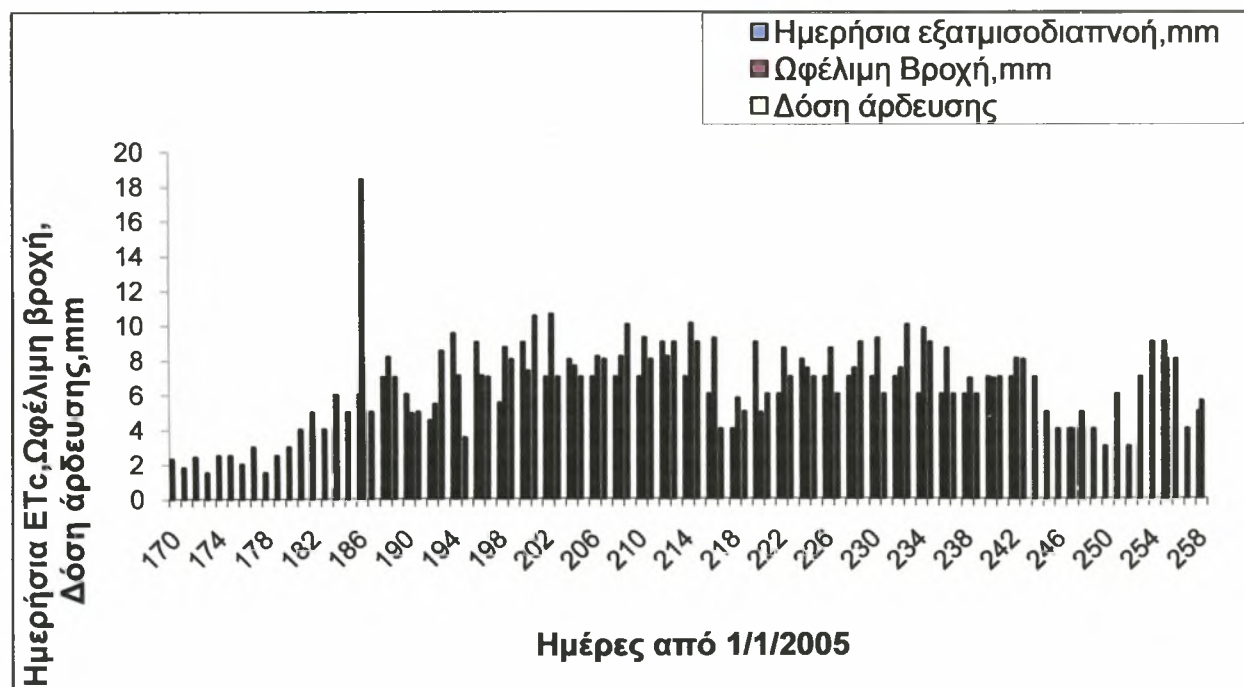
Ισαποχή των φυτών επί της γραμμής  
σποράς :  $S_t = 0.063m$

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 2.3 l/h$

Ισαποχή σταλακτήρων :  $S_e = 0.8m$



Σχήμα 4.3 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή, Ωφέλιμη βροχόπτωση, Δόση άρδευσης  
 (E100%ET, Y100%ET)



Σχήμα 4.4 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή, Ωφέλιμη βροχόπτωση, Δόση άρδευσης  
 (E80%ET, Y80%ET)



## Κεφάλαιο 5

### Αποτελέσματα μετρήσεων

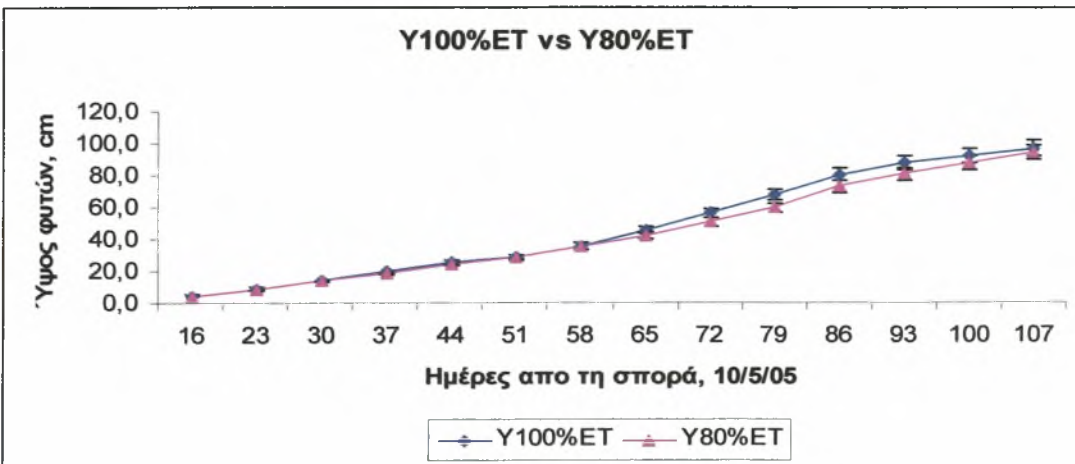
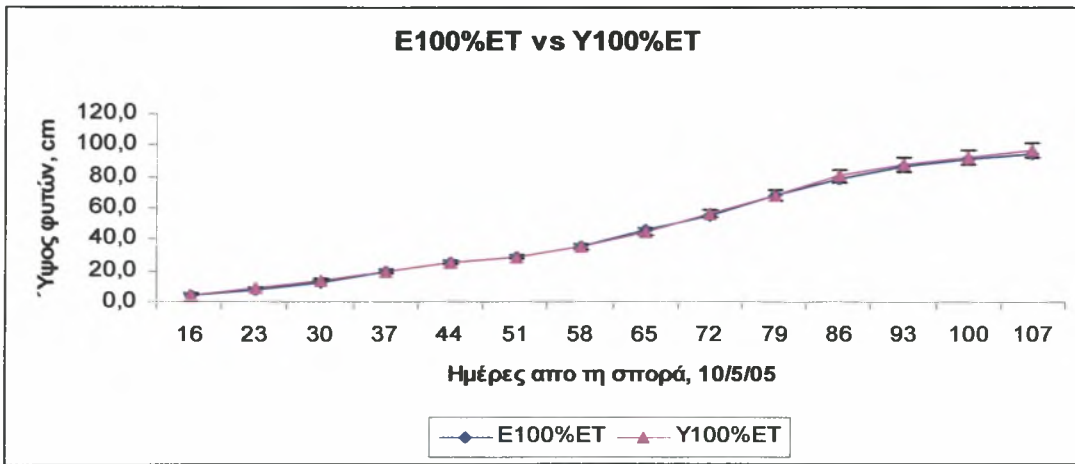
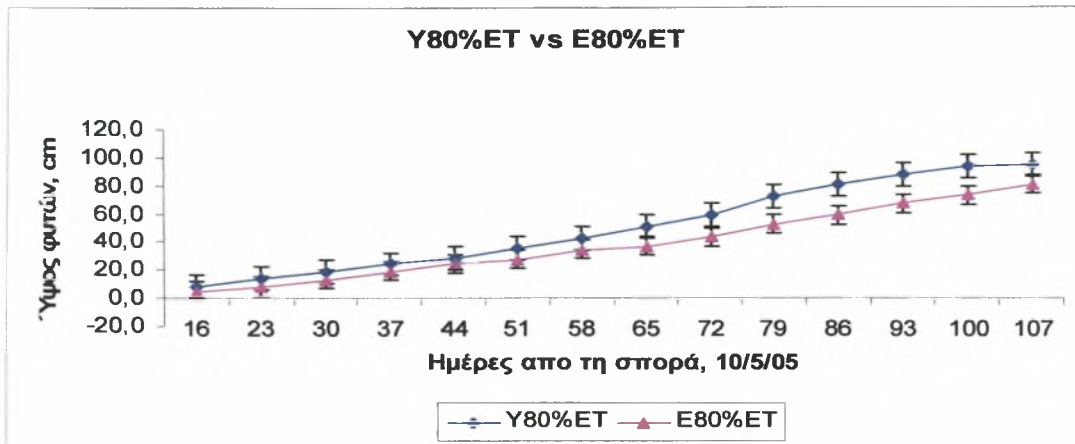
#### 5.1 Ύψος κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακόφυτου.

Στο σχήμα 5.1 φαίνεται η εξέλιξη του ύψους του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού σε σχέση με το χρόνο, για κάθε μία από τις τέσσερις μεταχειρίσεις.

Στη τελική διαμόρφωση του ύψους των φυτών για όλες τις μεταχειρίσεις παρατηρείται μια τάση υπεροχής της Y100%ET σε επίπεδο μέσων όρων. Κοντά στο τελικό μέσο όρο της Y100%ET βρίσκεται ο τελικός μέσος όρος του ύψους της μεταχείρισης E100%ET. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1 στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας το ύψος έχει την ίδια μορφή και τις ίδιες τιμές ενώ οι πρώτες διαφορές παρατηρούνται από το 6<sup>ο</sup> δεκάημερο από τη σπορά και έπειτα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το πρόγραμμα άρδευσης όλων των μεταχειρίσεων τέθηκε σε εφαρμογή την 58<sup>η</sup> μέρα από τη σπορά και αυτό γιατί στις αρχές Ιουλίου όπως αναφέρθηκε υπήρξε ωφέλιμη βροχόπτωση της τάξης των 18.4mm. Το ριζικό σύστημα του βαμβακιού 50 ημέρες από τη σπορά έχει αναπτυχθεί σε αρκετό βάθος και επομένως έχει αναπτύξει αντιστοίχως και το επιφανειακό ριζικό σύστημα ώστε να μπορεί να προσλάβει το νερό που δίνεται με τη στάγδην άρδευση. Η παρόμοια ανάπτυξη έως τότε οφείλεται στην ομοιομορφία σποράς, φυτρώματος και άρδευσης (όλα τα πειραματικά τεμάχια δέχθηκαν ως την έναρξη του προγράμματος άρδευσης ίδιες ποσότητες νερού χορηγούμενες με καρούλι, διάταξη κανόνι και χειρομεταφερόμενο περιστροφικό κανόνι).

Για την μέτρηση του ύψους πραγματοποιήθηκαν συνολικά 14 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 25/5/2005, 15 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν 25/8/2005 107 ημέρες από τη σπορά. Στον πίνακα 5.1 φαίνεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του ύψους στις τέσσερις μεταχειρίσεις.

Από τον Πίνακα 5.1 γίνεται φανερό ότι το ύψος των φυτών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές για τις τέσσερις μεταχειρίσεις στις οκτώ πρώτες μετρήσεις όπου χορηγείται η ίδια ποσότητα νερού είτε άρδευσης είτε ωφέλιμης βροχόπτωσης.



**Σχήμα 5.1**

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.

Στις επόμενες μετρήσεις αρχίζουν να παρατηρούνται οι πρώτες στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Σε μια υποθετική κατάταξη των υψών από το μεγαλύτερο στο μικρότερο παρατηρούνται σημαντικά μικρότερα ύψη και των τριών μεταχειρίσεων σε σύγκριση με την Y100%ET. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των μεταχειρίσεων Y100%ET – Y80%ET και Y80%ET – E80%ET ενώ δεν παρουσιάζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων Y100%ET – E100%ET.

Αξίζει να αναφέρουμε πως το μεγαλύτερο ύψος σημειώθηκε στην μεταχείριση Y100%ET και ακολούθησε η E100%ET. Οι μεταχειρίσεις αυτές αναπτύχθηκαν περισσότερο γιατί δέχθηκαν περισσότερο νερό πράγμα που ευνοεί την ανάπτυξη του βαμβακιού (όταν οι άλλοι παράγοντες δεν είναι περιοριστικοί). Τρίτη στη σειρά ήταν η μεταχείριση Y80%ET. Παρά τη μειωμένη ποσότητα νερού που της χορηγήθηκε αναπτύχθηκε ικανοποιητικά κυρίως λόγω της απουσίας απωλειών νερού από την επιφανειακή εξάτμιση (καλύτερη εκμετάλλευση του νερού). Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι για τις μεταχειρίσεις Y100%ET, Y80%ET τα προβλήματα από τα ζιζάνια ήταν περιορισμένα και επομένως τα βαμβακόφυτα εκμεταλλεύονταν καλύτερα τα θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος και την υδρολίπανση. Το μικρότερο ύψος παρατηρήθηκε στη μεταχείριση E80%ET. Η μεταχείριση E80%ET αναπτύχθηκε λιγότερο γιατί δέχθηκε τη μικρότερη ποσότητα νερού.

**Πίνακας 5.1** 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 <sub>0,05</sub>	CV(%)	
<b>Μέτρηση 1</b>	E100%ET	4,25 <sup>a</sup>	2,57	5,11	
	Y100%ET	5,00 <sup>a</sup>			
26/5/05	Y80%ET	4,75 <sup>a</sup>			
16*	E80%ET	5,00 <sup>a</sup>			
<b>Μέτρηση 2</b>	E100%ET	8,25 <sup>a</sup>	2,08	2,36	
	Y100%ET	9,25 <sup>a</sup>			
	2/6/05	Y80%ET			8,75 <sup>a</sup>
	23	E80%ET			8,50 <sup>a</sup>

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων ύψους βλαστού, cm	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)	
<b>Μέτρηση 3</b>	E100%ET	13,25 <sup>a</sup>	2,35	1,62	
	Y100%ET	14,00 <sup>a</sup>			
	9/6/05	Y80%ET			14,00 <sup>a</sup>
	30	E80%ET			13,50 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 4</b>	E100%ET	19,75 <sup>a</sup>	2,58	1,25	
	Y100%ET	19,50 <sup>a</sup>			
	16/6/05	Y80%ET			19,25 <sup>a</sup>
	37	E80%ET			19,25 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 5</b>	E100%ET	25,00 <sup>a</sup>	1,59	0,59	
	Y100%ET	25,25 <sup>a</sup>			
	23/6/05	Y80%ET			24,50 <sup>a</sup>
	44	E80%ET			24,50 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 6</b>	E100%ET	29,00 <sup>a</sup>	2,26	0,75	
	Y100%ET	28,75 <sup>a</sup>			
	30/6/05	Y80%ET			28,50 <sup>a</sup>
	51	E80%ET			28,00 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 7</b>	E100%ET	36,00 <sup>a</sup>	1,87	0,50	
	Y100%ET	35,50 <sup>a</sup>			
	7/7/05	Y80%ET			35,50 <sup>a</sup>
	58	E80%ET			35,00 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 8</b>	E100%ET	45,75 <sup>a</sup>	5,59	1,24	
	Y100%ET	45,50 <sup>a</sup>			
	14/7/06	Y80%ET			42,50 <sup>a</sup>
	65	E80%ET			37,00 <sup>a</sup>

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων ύψους βλαστού, cm	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 9</b>	E100%ET	55,25 <sup>a</sup>	5,46	1,00
	Y100%ET	56,50 <sup>a</sup>		
21/7/05	Y80%ET	50,75 <sup>b</sup>		
72	E80%ET	44,00 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 10</b>	E100%ET	67,75 <sup>a</sup>	4,51	0,69
	Y100%ET	68,25 <sup>a</sup>		
28/7/05	Y80%ET	59,75 <sup>b</sup>		
79	E80%ET	52,50 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 11</b>	E100%ET	79,00a	4,15	0,54
	Y100%ET	80,25a		
4/8/05	Y80%ET	73,00b		
86	E80%ET	59,00c		
<b>Μέτρηση 12</b>	E100%ET	87,00a	4,63	0,54
	Y100%ET	88,00a		
11/8/05	Y80%ET	80,75b		
93	E80%ET	67,25c		
<b>Μέτρηση 13</b>	E100%ET	91,00 <sup>a</sup>	3,48	0,38
	Y100%ET	92,50 <sup>a</sup>		
18/8/05	Y80%ET	87,50 <sup>b</sup>		
100	E80%ET	73,25 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 14</b>	E100%ET	95,00 <sup>a</sup>	2,38	0,24
	Y100%ET	97,00 <sup>a</sup>		
25/8/05	Y80%ET	94,25 <sup>b</sup>		
107	E80%ET	81,25 <sup>c</sup>		

\* Ημέρες από τη σπορά

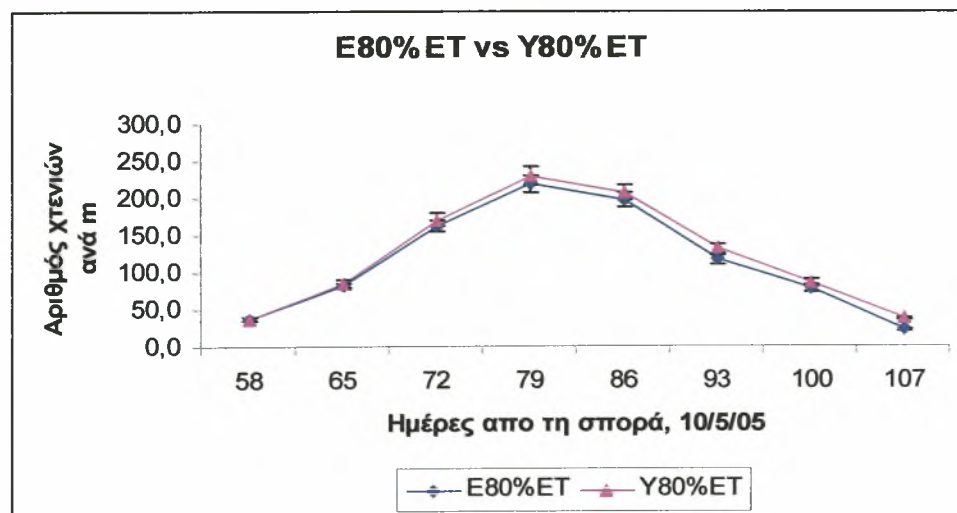
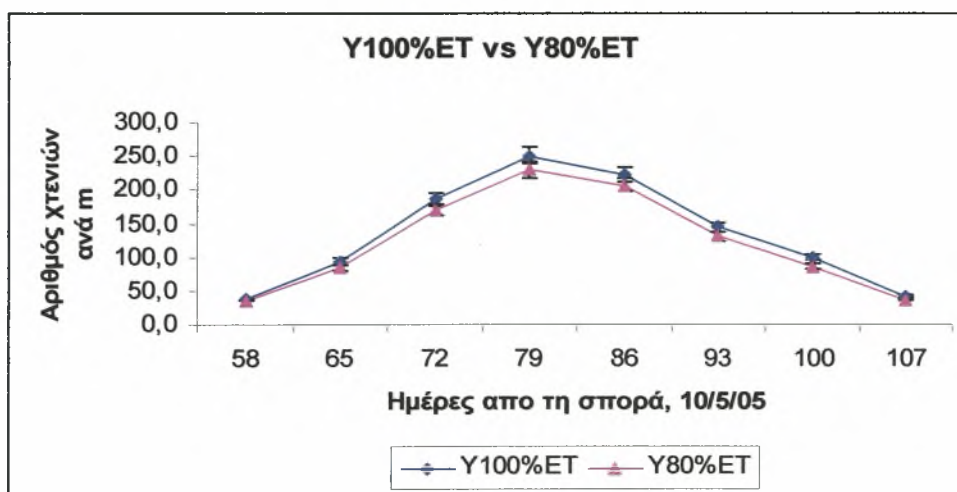
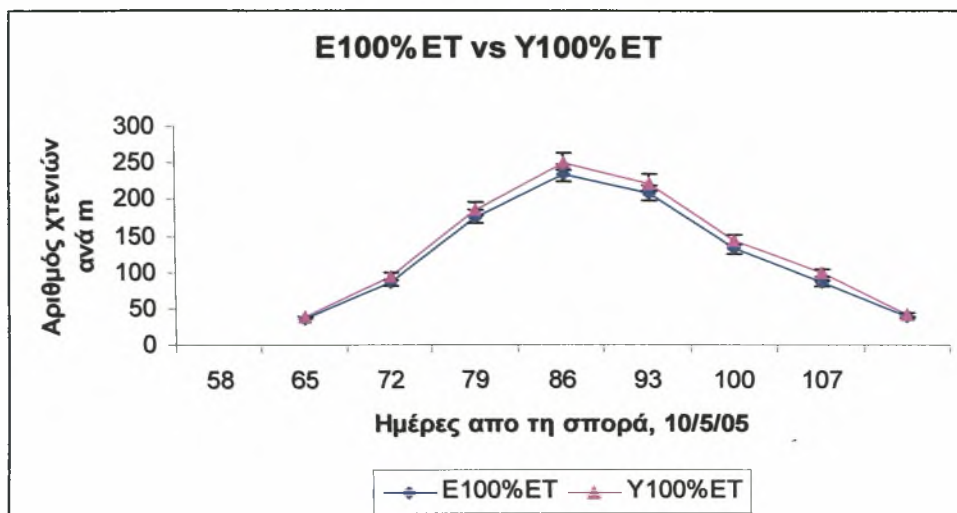
## 5.2 Αριθμός χτενιών

Στο σχήμα 5.2 απεικονίζεται η εξέλιξη του αριθμού χτενιών σε σχέση με το χρόνο για κάθε μία από τις μεταχειρίσεις.

Η μέγιστη τιμή παραγωγής χτενιών σημειώθηκε κατά το όγδοο 10ήμερο από τη σπορά. Όπως συνέβη και με το ύψος του κεντρικού βλαστικού στελέχους του βαμβακιού έτσι και εδώ παρατηρήθηκε μια ξεκάθαρη υπεροχή της μεταχείρισης Y100%ET. Η μεγαλύτερη τιμή που μετρήθηκε ήταν 252 χτένια/m 79 ημέρες από τη σπορά. Την ίδια ημέρα μέτρησης εμφανίζεται η μέγιστη τιμή αριθμού χτενιών για όλες τις μεταχειρίσεις. Από το χρονικό αυτό σημείο και έπειτα παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής χτενιών αφού το φυτό πλέον διοχετεύει τα θρεπτικά στοιχεία που παράγει για τη θρέψη των καρυδιών. Ήδη από την δεύτερη μέτρηση, η οποία γίνεται επτά ημέρες από την έναρξη του προγράμματος άρδευσης, φαίνεται μια υπεροχή της μεταχείρισης Y100%ET η οποία εντείνεται στις επόμενες μετρήσεις. Η αυξημένη αυτή παραγωγή οφείλεται κυρίως στην υπερεπάρκεια άρδευσης. Η μικρότερη παραγωγή χτενιών παρατηρήθηκε στη μεταχείριση E80%ET κυρίως λόγω της ελλειμματικής άρδευσης. Κάπου στο μέσον κυμάνθηκε η παραγωγή χτενιών των υπόλοιπων δύο μεταχειρίσεων με καλύτερη την E100%ET και την Y80%ET να ακολουθεί κυρίως λόγω χορήγησης μικρότερων δόσεων άρδευσης.

Για την μέτρηση του αριθμού των χτενιών πραγματοποιήθηκαν 8 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 7/7/2005, 58 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν στις 25/8/2005, 107 ημέρες από τη σπορά. Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση για τα κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού χτενιών/m των τεσσάρων μεταχειρίσεων.

Εξαιρώντας την πρώτη μέτρηση στην οποία δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων (ομοιομορφία σποράς, φυτρώματος και άρδευσης) σε όλες τις άλλες μετρήσεις παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Από τη δεύτερη μέτρηση και για τις επόμενες έξι η μεταχείριση Y100%ET υπερέχει στατιστικώς σημαντικά από τις υπόλοιπες. Στην 8<sup>η</sup> μέτρηση η μεταχείριση Y100%ET δε διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από τη μεταχείριση E100%ET.



**Σχήμα 5.2** Εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής χτενιών του βαμβακιού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο 4 επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία

**Πίνακας 5.2** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού χτενιών του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις

	<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού χτενιών</b>	<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>	<b>CV(%)</b>
<b>Μέτρηση 1</b>	E100%ET	37,75 <sup>a</sup>	2,57	0,65
	Y100%ET	38,00 <sup>a</sup>		
7/7/05	Y80%ET	37,00 <sup>a</sup>		
58	E80%ET	37,25 <sup>a</sup>		
<b>Μέτρηση 2</b>	E100%ET	85,00 <sup>b</sup>	2,58	0,28
	Y100%ET	93,75 <sup>a</sup>		
14/7/05	Y80%ET	84,75 <sup>c</sup>		
65	E80%ET	81,75 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 3</b>	E100%ET	175,50 <sup>b</sup>	3,45	0,19
	Y100%ET	186,50 <sup>a</sup>		
21/7/05	Y80%ET	171,25 <sup>c</sup>		
72	E80%ET	162,25 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 4</b>	E100%ET	235,25 <sup>b</sup>	3,39	0,14
	Y100%ET	251,50 <sup>a</sup>		
28/7/05	Y80%ET	230,25 <sup>c</sup>		
79	E80%ET	219,50 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 5</b>	E100%ET	209,75 <sup>b</sup>	3,09	0,14
	Y100%ET	223,00 <sup>a</sup>		
4/8/05	Y80%ET	207,00 <sup>c</sup>		
86	E80%ET	198,20 <sup>d</sup>		



	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού χτενιών	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 6</b>	E100%ET	132,50 <sup>b</sup>	2,35	0,17
	Y100%ET	144,75 <sup>a</sup>		
11/8/05	Y80%ET	131,50 <sup>d</sup>		
93	E80%ET	116,75 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 7</b>	E100%ET	85,50 <sup>b</sup>	3,13	0,34
	Y100%ET	100,00 <sup>a</sup>		
18/8/05	Y80%ET	86,00 <sup>c</sup>		
100	E80%ET	76,75 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 8</b>	E100%ET	38,00 <sup>a</sup>	4,59	1,25
	Y100%ET	42,25 <sup>a</sup>		
25/8/05	Y80%ET	36,75 <sup>b</sup>		
107	E80%ET	22,25 <sup>c</sup>		

\* Ημέρες από τη σπορά

### 5.3 Αριθμός λουλουδιών

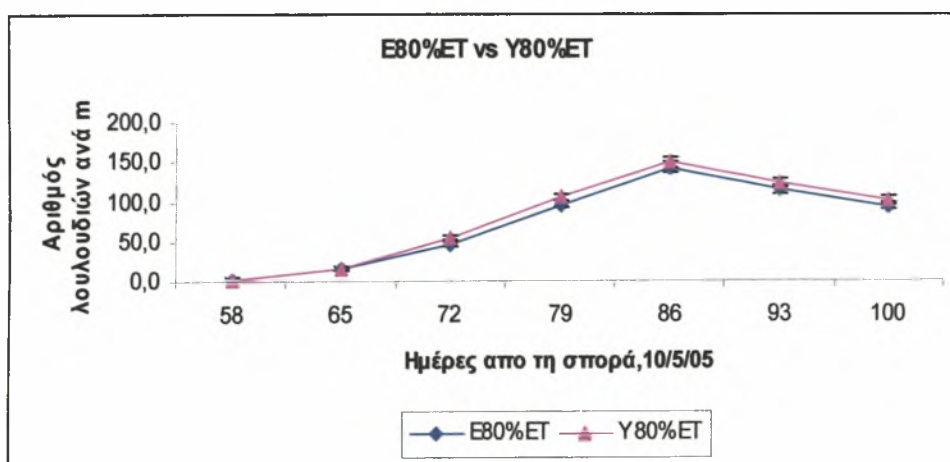
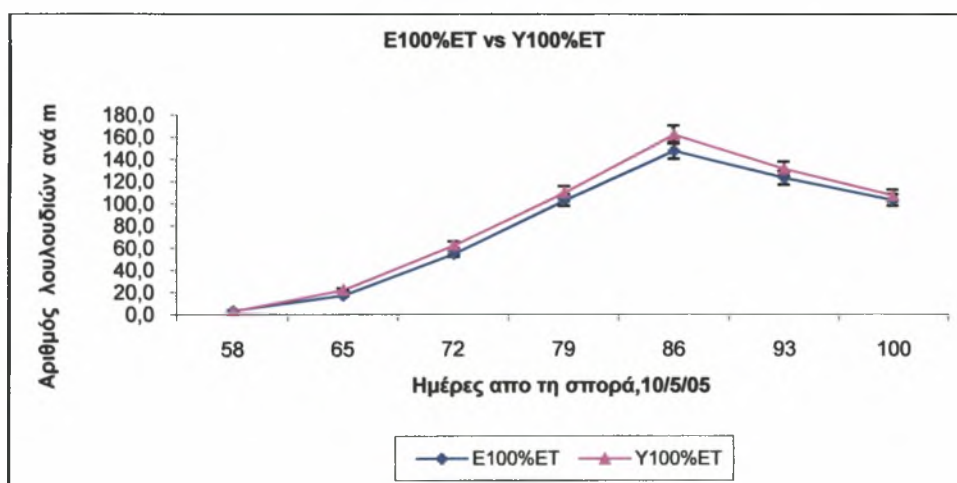
Στο σχήμα 5.3 απεικονίζεται η εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής λουλουδιών σε σχέση με το χρόνο για κάθε μια από τις μεταχειρίσεις.

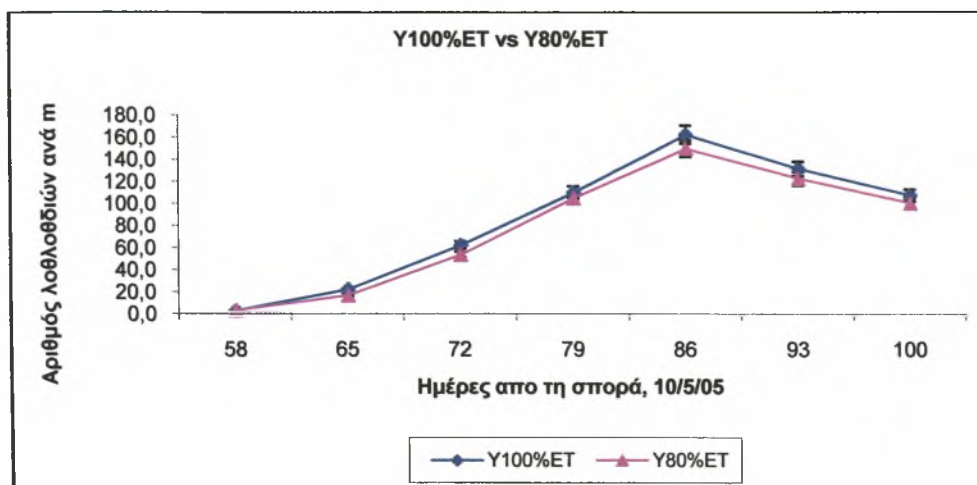
Όπως αναφέρθηκε και στις περιπτώσεις της μέτρησης του ύψους του βαμβακιού και του αριθμού των χτενιών, η μεταχείριση Y100%ET υπερέχει έναντι των άλλων μεταχειρίσεων. Η μέγιστη τιμή που μετρήθηκε ήταν 165 λουλούδια/m και σημειώθηκε 11/8/2005, 93 ημέρες από τη σπορά, δύο εβδομάδες από την εμφάνιση του μέγιστου αριθμού χτενιών. Την ίδια μέρα μέτρησης παρατηρήθηκε ο μέγιστος αριθμός λουλουδιών για όλες τις μεταχειρίσεις. Όπως και στην περίπτωση των χτενιών και για τους ίδιους λόγους, από το χρονικό αυτό σημείο και μετά μειώθηκε η παραγωγή λουλουδιών.

Εκτός από την πρώτη μέτρηση όπου δεν παρατηρούνται διαφορές, σε όλες τις επόμενες υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων σχεδόν των μεταχειρίσεων. Στη δεύτερη μέτρηση (14/7/06) οι μεταχειρίσεις Y80%ET και E80%ET δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά γεγονός που μάλλον οφείλεται στο ότι το νερό της άρδευσης ήταν αρκετό για την κανονική

ανάπτυξή της. Από τη δεύτερη μέτρηση και έπειτα τη μεγαλύτερη παραγωγή λουλουδιών παρουσιάζει η μεταχείριση Y100%ET την οποία και διατηρεί σε όλες τις επόμενες μετρήσεις. Η μεταχείριση E100%ET έρχεται δεύτερη όπως αναφέρθηκε και στη μέτρηση του αριθμού χτενιών. Πολύ κοντά σε αυτή ήταν η μεταχείριση και ακολούθησε η Y80%. Η μικρότερη παραγωγή λουλουδιών παρατηρήθηκε στη μεταχείριση E80% .

Για τη μέτρηση του αριθμού λουλουδιών πραγματοποιήθηκαν συνολικά 7 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 7/7/2005, 58 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν 18/8/2005, 100 ημέρες από τη σπορά γιατί από τις 15/8 και έπειτα το λουλούδι που δένει το φυτό δεν προλαβαίνει να μετατραπεί σε καρύδι που θα ωριμάσει για να συγκομιστεί, αλλά και γιατί το





**Σχήμα 5.3**

Εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής λουλουδιών του βαμβακιού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.  
Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο 4 επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία

φυτό φροντίζει να θρέψει πλέον τα καρύδια. Σημειώνεται ότι μια παράταση της άνθησης (αναβλάστηση) σημαίνει κακή διαχείριση στα προηγούμενα στάδια της καλλιέργειας ή δυσμενείς καιρικές συνθήκες κάτι που απεφεύχθη. Στον πίνακα 5.3 φαίνεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού λουλουδιών/m και στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Φαίνεται ότι οι μεσαίες μεταχειρίσεις E100%ET και Y80%ET βρίσκονται κοντά μεταξύ τους στην παραγωγή λουλουδιών σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις.

**Πίνακας 5.3** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού λουλουδιών του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού λουλουδιών	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 1</b>	E100%ET	4,00 <sup>a</sup>	3,31	8,20
	Y100%ET	3,50 <sup>a</sup>		
7/7/05	Y80%ET	3,75 <sup>a</sup>		
58	E80%ET	4,00 <sup>a</sup>		

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού λουλουδιών	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 2</b>	E100%ET	17,50 <sup>b</sup>	2,21	1,15
	Y100%ET	22,50 <sup>a</sup>		
14/7/05	Y80%ET	17,25 <sup>c</sup>		
65	E80%ET	15,25 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 3</b>	E100%ET	55,00 <sup>b</sup>	3,53	0,61
	Y100%ET	62,75 <sup>a</sup>		
21/7/05	Y80%ET	54,00 <sup>c</sup>		
72	E80%ET	47,25 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 4</b>	E100%ET	103,25 <sup>c</sup>	3,85	0,35
	Y100%ET	110,50 <sup>a</sup>		
28/7/05	Y80%ET	105,50 <sup>b</sup>		
79	E80%ET	96,75 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 5</b>	E100%ET	148,25 <sup>c</sup>	2,76	0,17
	Y100%ET	162,75 <sup>a</sup>		
4/8/05	Y80%ET	150,00 <sup>b</sup>		
86	E80%ET	143,00 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 6</b>	E100%ET	123,75 <sup>b</sup>	5,41	0,41
	Y100%ET	131,75 <sup>a</sup>		
11/8/05	Y80%ET	123,00 <sup>c</sup>		
93	E80%ET	115,75 <sup>d</sup>		
<b>Μέτρηση 7</b>	E100%ET	103,75 <sup>b</sup>	2,35	0,22
	Y100%ET	107,75 <sup>a</sup>		
18/8/05	Y80%ET	100,50 <sup>c</sup>		
100	E80%ET	93,75 <sup>d</sup>		

## 5.4 Αριθμός καρυδιών

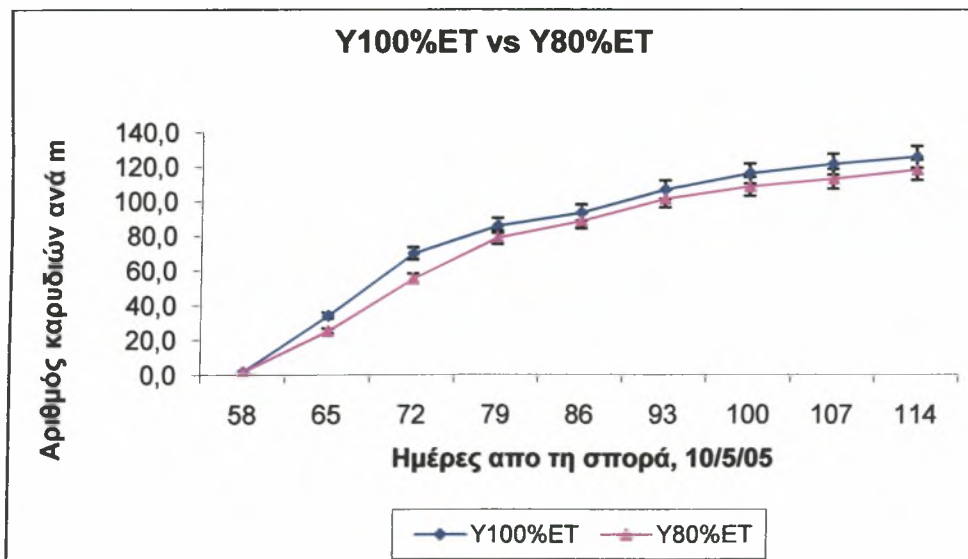
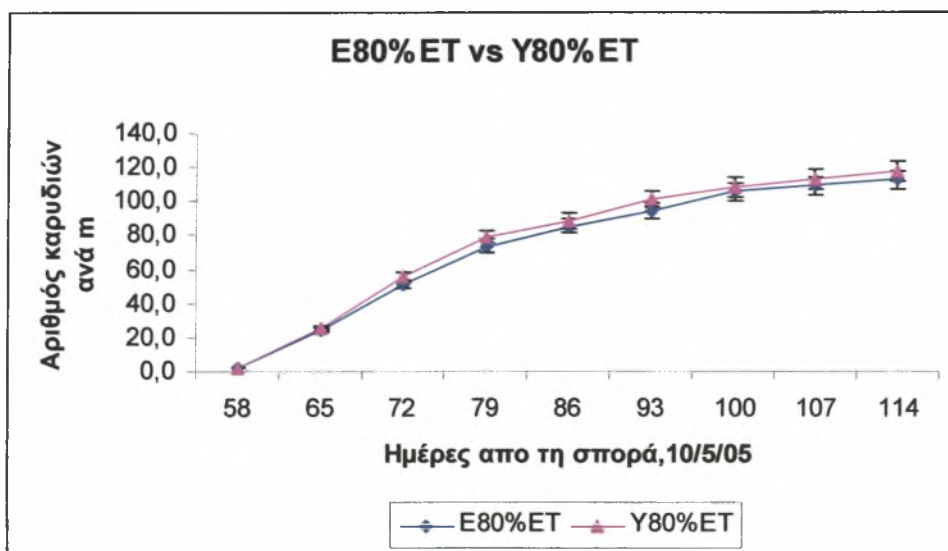
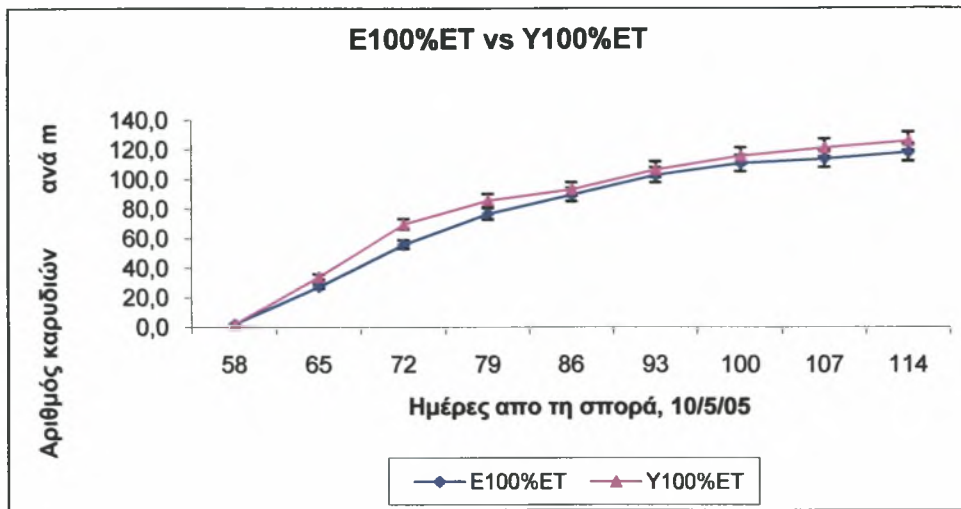
Στο σχήμα 5.4 απεικονίζεται η εξέλιξη του ρυθμού ωρίμανσης καρυδιών σε σχέση με το χρόνο για κάθε μια μεταχείριση.

Η περίοδος ωρίμανσης των καρυδιών αρχίζει το 7<sup>ο</sup> 10ήμερο από τη σπορά. Ο κύκλος ωρίμανσης ολοκληρώνεται σε διάστημα περίπου δύο μηνών από την άνθηση όταν πλέον έχει σταθεροποιηθεί ο αριθμός των καρυδιών. Τα πρώτα ανοιγμένα καρύδια παρατηρούνται συνήθως τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου ενώ το 50-60% των καρυδιών ανοίγουν κατά το 2<sup>ο</sup> ως τα μέσα του 3<sup>ο</sup> 10ήμερου του Σεπτεμβρίου οπότε γίνεται και η αποφύλλωση.

Στη τελική διαμόρφωση του αριθμού των καρυδιών τη μεγαλύτερη επίδοση εμφανίζει η μεταχείριση Y100%ET γεγονός αναμενόμενο με βάση την εξέλιξη του αριθμού χτενιών. Η μικρότερη παραγωγή καρυδιών παρατηρήθηκε στη μεταχείριση E80%ET. Από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις E100%ET και Y80%ET μεγαλύτερη παραγωγή παρουσίασε η E100%ET και ακολούθησε η Y80%ET. Από την έβδομη μέτρηση (18/8/2005) και μετά η αύξηση του αριθμού καρυδιών είναι μικρή, τέτοια ώστε να μπορεί να πει κανείς ότι σταθεροποιείται.

Για τη μέτρηση του αριθμού καρυδιών πραγματοποιήθηκαν συνολικά 9 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 7/7/2005, 58 ημέρες από τη σπορά και σταμάτησαν στις 1/9/2005, 114 ημέρες από τη σπορά. Στον πίνακα 5.4 φαίνεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης του αριθμού καρυδιών/τμ για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

Στην πρώτη μέτρηση οι μεταχειρίσεις δε διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Στη δεύτερη μέτρηση οι μεταχειρίσεις που δέχτηκαν το 80% της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής δε διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Στις επόμενες μετρήσεις όλες οι μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Η μεταχείριση Y80%ET παρουσίασε ικανοποιητική παραγωγή σύσπορου βαμβακιού σε σχέση με την αντίστοιχη επιφανειακή γιατί το νερό ποτίσματος διοχετεύεται απευθείας στο ριζικό σύστημα του φυτού και δεν παρατηρείται απώλεια νερού λόγω εξάτμισης.



Εξέλιξη του ρυθμού παραγωγής καρυδίων του βαμβακιού

**Σχήμα 5.4** κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.  
Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο 4 επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

**Πίνακας 5.4** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης των καρυδιών του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού καρυδιών	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)	
<b>Μέτρηση 1</b>	E100%ET	2,50 <sup>a</sup>	1,97	8,28	
	Y100%ET	2,25 <sup>a</sup>			
	7/7/05	Y80%ET			2,25 <sup>a</sup>
	58	E80%ET			2,25 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 2</b>	E100%ET	27,75 <sup>d</sup>	2,21	0,74	
	Y100%ET	34,25 <sup>a</sup>			
	14/7/05	Y80%ET			25,50 <sup>c</sup>
	65	E80%ET			25,00 <sup>d</sup>
<b>Μέτρηση 3</b>	E100%ET	56,25 <sup>d</sup>	1,78	0,29	
	Y100%ET	70,00 <sup>a</sup>			
	21/7/05	Y80%ET			55,50 <sup>c</sup>
	72	E80%ET			51,00 <sup>d</sup>
<b>Μέτρηση 4</b>	E100%ET	77,00 <sup>c</sup>	1,55	0,18	
	Y100%ET	86,00 <sup>a</sup>			
	28/7/05	Y80%ET			79,25 <sup>b</sup>
	79	E80%ET			74,00 <sup>d</sup>
<b>Μέτρηση 5</b>	E100%ET	89,75 <sup>d</sup>	1,99	0,21	
	Y100%ET	93,50 <sup>a</sup>			
	4/8/05	Y80%ET			88,75 <sup>c</sup>
	86	E80%ET			85,75 <sup>d</sup>

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του αριθμού καρυδιών	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)	
<b>Μέτρηση 6</b>	E100%ET	103,00 <sup>b</sup>	0,99	0,09	
	Y100%ET	106,75 <sup>a</sup>			
	11/8/05	Y80%ET			101,50 <sup>c</sup>
	93	E80%ET			94,25 <sup>d</sup>
<b>Μέτρηση 7</b>	E100%ET	111,00 <sup>b</sup>	1,32	0,11	
	Y100%ET	116,00 <sup>a</sup>			
	18/8/05	Y80%ET			108,50 <sup>c</sup>
	100	E80%ET			106,00 <sup>d</sup>
<b>Μέτρηση 8</b>	E100%ET	114,00 <sup>b</sup>	2,08	0,17	
	Y100%ET	121,50 <sup>a</sup>			
	25/8/05	Y80%ET			113,00 <sup>c</sup>
	107	E80%ET			109,25 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 9</b>	E100%ET	118,25 <sup>b</sup>	2,07	0,16	
	Y100%ET	125,75 <sup>a</sup>			
	1/9/05	Y80%ET			118,25 <sup>b</sup>
	114	E80%ET			112,75 <sup>c</sup>

\* Ημέρες από τη σπορά

### 5.5 Μέτρηση δείκτη φυλλικής επιφάνειας, LAI

Στο σχήμα 5.5 απεικονίζεται η εξέλιξη του ρυθμού αύξησης της φυλλικής επιφάνειας με το χρόνο για κάθε μια από τις μεταχειρίσεις.

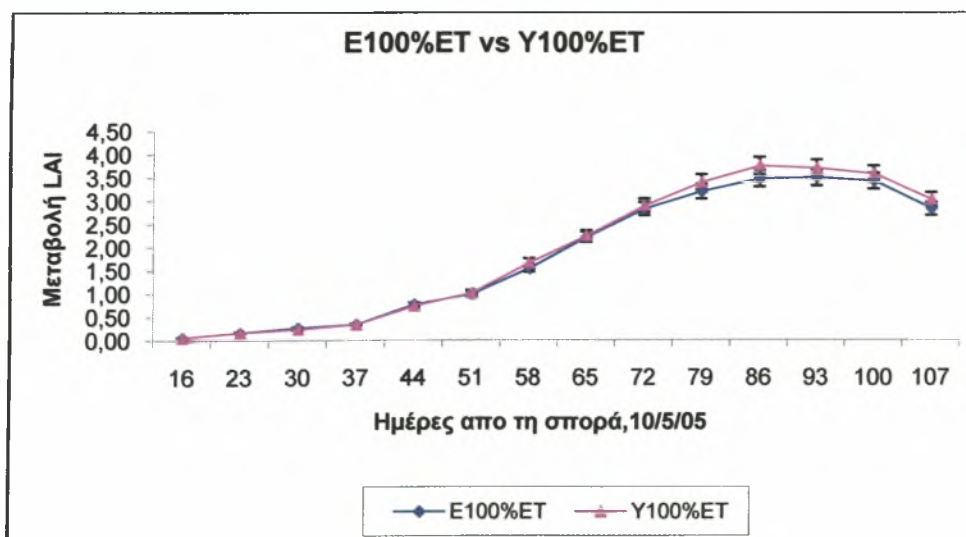
Το βαμβάκι είναι φυτό συνεχούς αναπτύξεως. Αυτό φαίνεται από την πορεία αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Στα πρώτα στάδια (φύτρωμα) της καλλιέργειας, η φυλλική της επιφάνεια είναι μικρή και επομένως το LAI είναι μικρό και αυξάνεται με αργούς ρυθμούς. Όταν το βαμβάκι μπαίνει στην περίοδο άνθησης παρατηρείται αύξηση της φυλλικής επιφάνειας και επομένως και στο ρυθμό αύξησης του LAI. Το μέγιστο της τιμής του LAI παρατηρείται κατά το 1<sup>ο</sup> 10ήμερο του Αυγούστου. Στις επόμενες

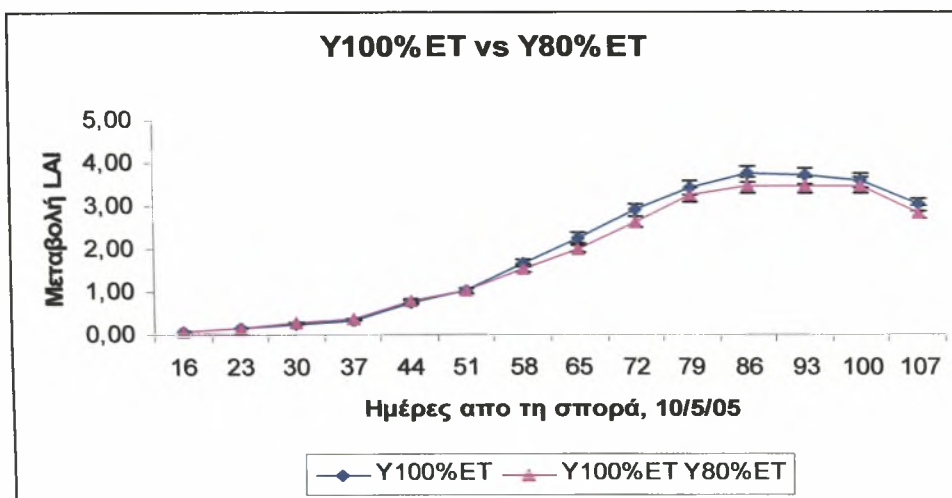
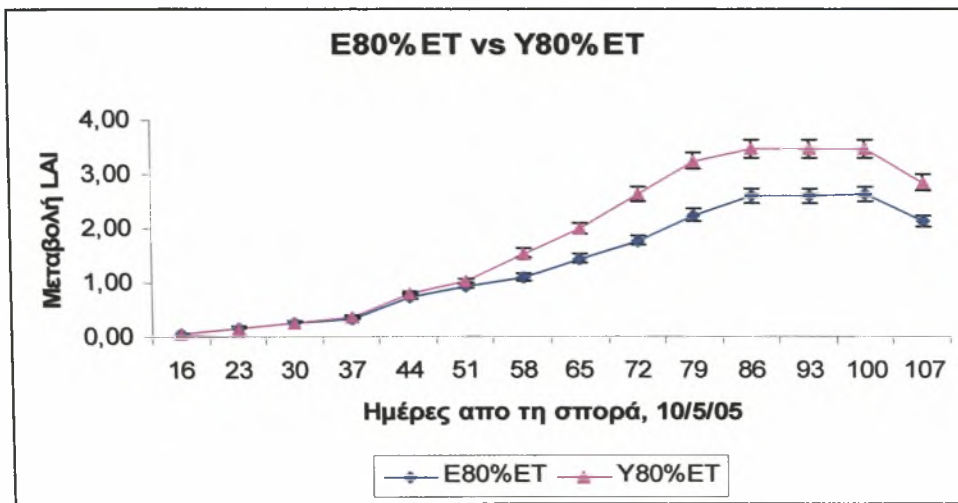


μετρήσεις παραμένει σχεδόν σταθερή ενώ από την 13<sup>η</sup> μέτρηση 25/8/2005 αρχίζει να παρατηρείται μια ανεπαίσθητη μείωση της τιμής LAI, η οποία φυσιολογικά μειώνεται ακόμη περισσότερο στην επόμενη μέτρηση (1/9/2005). Η μείωση αυτή μάλλον διατηρείται και τις επόμενες μέρες, καθώς το φυτό ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο και αρχίζει η φυσιολογική πτώση των φύλλων του.

Για την μέτρηση του ρυθμού αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις ανά 7ήμερο. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στις 2/6/2005, 23 ημέρες από την σπορά και σταμάτησαν στις 1/9/2005, 107 ημέρες από τη σπορά. Στον πίνακα 5.5 φαίνεται η στατιστική ανάλυση για κάθε ημερομηνία μέτρησης και για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

Στις 6 πρώτες μετρήσεις δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές κυρίως λόγω της ομοιόμορφης ανάπτυξης του βαμβακιού (ομοιόμορφη σπορά, φύτευμα και άρδευση). Από την 7<sup>η</sup> μέτρηση ( και έπειτα) παρατηρούνται οι πρώτες στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η μεταχείριση Y100%ET και εδώ παρουσιάζεται καλύτερη. Η μεταχείριση με την μικρότερη τιμή LAI ήταν η E80%ET. Στην 7<sup>η</sup> μέτρηση οι μεταχειρίσεις Y100%ET – E100%ET και Y100%ET – Y80%ET δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι μεταχειρίσεις Y80%ET και E80%ET παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στις μετρήσεις 8 – 10 οι μεταχειρίσεις Y100%ET – Y80%ET δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Στις μετρήσεις 11, 12 και 14 παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Τέλος στην μέτρηση 13, στατιστικώς σημαντικά διαφέρουν οι μεταχειρίσεις Y80%ET και E80%ET.





**Σχήμα 5.5**

Εξέλιξη του ρυθμού αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας του βαμβακιού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο 4 επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

**Πίνακας 5.5** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) του βαμβακιού στις μεταχειρίσεις

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του δείκτη φυλλικής επιφάνειας	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)	
<b>Μέτρηση 1</b>	E100%ET	0,08 <sup>a</sup>	0,11	13,61	
	Y100%ET	0,08 <sup>a</sup>			
	2/6/05	Y80%ET			0,08 <sup>a</sup>
	16*	E80%ET			0,08 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 2</b>	E100%ET	0,18 <sup>a</sup>	0,11	5,83	
	Y100%ET	0,18 <sup>a</sup>			
	9/6/05	Y80%ET			0,18 <sup>a</sup>
	23	E80%ET			0,18 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 3</b>	E100%ET	0,28 <sup>a</sup>	0,07	2,33	
	Y100%ET	0,25 <sup>a</sup>			
	16/6/05	Y80%ET			0,28 <sup>a</sup>
	30	E80%ET			0,28 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 4</b>	E100%ET	0,35 <sup>a</sup>	0,13	3,36	
	Y100%ET	0,35 <sup>a</sup>			
	23/6/05	Y80%ET			0,38 <sup>a</sup>
	37	E80%ET			0,35 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 5</b>	E100%ET	0,78 <sup>a</sup>	0,17	2,05	
	Y100%ET	0,75 <sup>a</sup>			
	30/6/05	Y80%ET			0,80 <sup>a</sup>
	44	E80%ET			0,75 <sup>a</sup>
<b>Μέτρηση 6</b>	E100%ET	1,00 <sup>a</sup>	0,23	2,12	
	Y100%ET	1,03 <sup>a</sup>			
	7/7/05	Y80%ET			1,03 <sup>a</sup>
	51	E80%ET			0,95 <sup>a</sup>

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων του δείκτη φυλλικής επιφάνειας	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 7</b>	E100%ET	1,55 <sup>b</sup>	0,20	1,28
	Y100%ET	1,68 <sup>a</sup>		
14/7/05	Y80%ET	1,55 <sup>b</sup>		
58	E80%ET	1,10 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 8</b>	E100%ET	2,23 <sup>a</sup>	0,23	1,08
	Y100%ET	2,25 <sup>a</sup>		
21/7/05	Y80%ET	2,00 <sup>b</sup>		
65	E80%ET	1,45 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 9</b>	E100%ET	2,83 <sup>a</sup>	0,17	0,62
	Y100%ET	2,90 <sup>a</sup>		
28/7/05	Y80%ET	2,63 <sup>b</sup>		
72	E80%ET	1,78 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 10</b>	E100%ET	3,20 <sup>b</sup>	0,19	0,58
	Y100%ET	3,40 <sup>a</sup>		
4/8/05	Y80%ET	3,25 <sup>ab</sup>		
79	E80%ET	2,25 <sup>c</sup>		

\* Ημέρες από τη σπορά

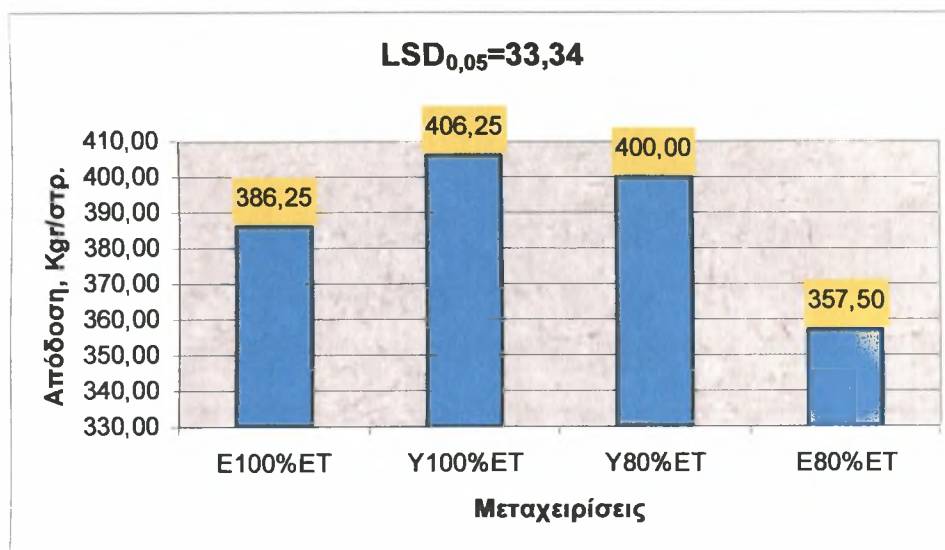
	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρήσεων Του δείκτη φυλλικής επιφάνειας	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
<b>Μέτρηση 11</b>	E100%ET	3,48 <sup>b</sup>	0,24	0,69
	Y100%ET	3,75 <sup>a</sup>		
11/8/05	Y80%ET	3,48 <sup>b</sup>		
86	E80%ET	2,60 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 12</b>	E100%ET	3,50 <sup>b</sup>	0,19	0,54
	Y100%ET	3,70 <sup>a</sup>		
18/8/05	Y80%ET	3,48 <sup>b</sup>		
93	E80%ET	2,60 <sup>c</sup>		
<b>Μέτρηση 13</b>	E100%ET	3,43 <sup>a</sup>	0,17	0,48
	Y100%ET	3,58 <sup>a</sup>		
25/8/05	Y80%ET	3,48 <sup>a</sup>		
100	E80%ET	2,63 <sup>b</sup>		
<b>Μέτρηση 14</b>	E100%ET	2,83 <sup>b</sup>	0,14	0,49
	Y100%ET	3,03 <sup>a</sup>		
1/9/2005	Y80%ET	2,85 <sup>b</sup>		
107	E80%ET	2,13 <sup>c</sup>		

\* Ημέρες από τη σπορά

## 5.6 Αξιολόγηση της απόδοσης

Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες στις 22/10/2005 και 13/11/2005 προσομοιάζοντας έτσι όσο το δυνατόν περισσότερο τη γεωργική πρακτική. Η δειγματοληψία έγινε από τις ίδιες γραμμές και τα ίδια φυτά από τα οποία πάρθηκαν και οι υπόλοιπες μετρήσεις, για να μπορέσουμε με αυτό τον τρόπο να δούμε τις επιπτώσεις των μεταχειρίσεων στην τελική παραγωγή έχοντας παράλληλα κατά νου τις επιπτώσεις αυτών σε όλα τα προηγούμενα στάδια της βλαστικής ανάπτυξης του βαμβακιού. Το σύσπορο βαμβάκι του κάθε πειραματικού τεμαχίου ζυγίστηκε με ζυγό ακριβείας αφού υπέστη φυσική ξήρανση. Από το μέσο όρο των τεσσάρων επαναλήψεων προέκυψε η απόδοση ανά στρέμμα της κάθε μεταχείρισης για κάθε μια δειγματοληψία και στη συνέχεια αθροίστηκαν τα αποτελέσματα των δύο δειγματοληψιών και βγήκε η τελική απόδοση για κάθε μεταχείριση.

Στο σχήμα 5.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απόδοσης/στρ. των τεσσάρων μεταχειρίσεων και στον Πίνακα 5.6 φαίνεται η στατιστική ανάλυση της τελικής απόδοσης.



Σχήμα 5.6 Απόδοση σύσπορου βαμβακιού σε Kg/ στρ. στις έξι μεταχειρίσεις άρδευσης με δειγματοληψίες στις 22/10/05 και 13/11/05

Οι δειγματοληψίες έδειξαν:

- συνολική υπεροχή της μεταχείρισης Y100%ET με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την μεταχείριση E80%ET.

- οι μεταχειρίσεις Y100%ET και Y80%ET είχαν τη μεγαλύτερη παραγωγή από όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.

- οι μεταχειρίσεις E80%ET και Y80%ET παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την παραγωγή με καλύτερη την Y80%ET κυρίως λόγω της χορήγησης του νερού κοντά στο ενεργό τμήμα του ριζικού συστήματος αλλά και λόγω της απουσίας ζιζανίων και επιφανειακής εξάτμισης.

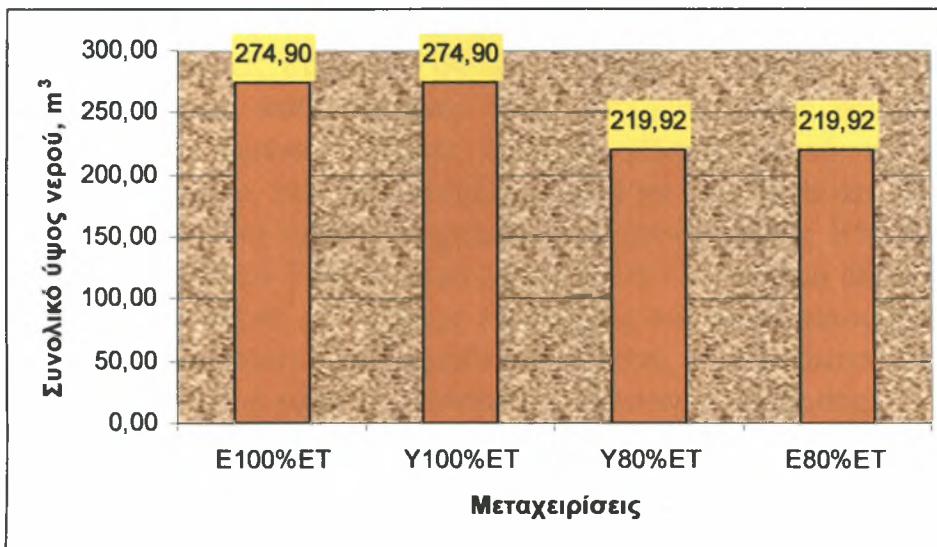
- από τις υπόγειες μεταχειρίσεις τάση μεγαλύτερης παραγωγής παρουσίασε η Y100%ET χωρίς να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την Y80%.

**Πίνακας 5.6** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης της τελικής παραγωγής του βαμβακιού

Ημερομηνίες	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι τελικής παραγωγής	ΕΣΔ <sub>0,05</sub>	CV(%)
	E100%ET	386,25 <sup>a</sup>	33,34	0,81
22/10/06	Y100%ET	406,25 <sup>a</sup>		
13/11/06	Y80%ET	400,00 <sup>a</sup>		
	E80%ET	357,50 <sup>d</sup>		

## 5.7 Εξοικονόμηση νερού και ενέργειας

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω του προγράμματος άρδευσης είναι περίπου 275mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 100% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής και 220mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 80% των καθαρών αναγκών για τη χρονική περίοδο από 7/7/2005 έως 30/8/2005 (Σχήμα 5.7). Η ωφέλιμη βροχόπτωση για το χρονικό διάστημα από 10/5/2005 έως 10/9/2005 ήταν 85mm.



Σχήμα 5.7 Συνολικό νερό που εφαρμόστηκε με στάγδην άρδευση για κάθε μεταχείριση

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 400-450m<sup>3</sup> /στρ. στην πεδιάδα της Θεσσαλίας (I.B.B.Φ., Sakellariou – Makrantonaki, M. et al.,2005). Από το παραπάνω σχήμα γίνεται φανερό ότι κατά την καλλιεργητική περίοδο 2005 η καλλιέργεια του βαμβακιού δεν δίψασε αν συνυπολογιστούν οι τέσσερις αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του φυτρώματος και της πρώτης ανάπτυξης. Η πρώτη άρδευση έγινε 12/5/2005 (άρδευση φυτρώματος) με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα (κανόνι ) παροχής 35m<sup>3</sup> /h, πίεση λειτουργίας 8 atm και ένταση βροχής 18mm/h, κατά την οποία χορηγήθηκε νερό ποσότητας 25mm. Η δεύτερη άρδευση έγινε στις 23/5/2005 με τον ίδιο τρόπο και χορηγήθηκε νερό συνολικής ποσότητας



25mm για να μαλακώσει η κρούστα που άρχισε να δημιουργείται (βαρύ έδαφος) μετά την βροχόπτωση της 17<sup>ης</sup> Μαΐου. Η τρίτη άρδευση έγινε στις 14/6/2005 κατά τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιώντας χειρομεταφερόμενο κανόνι παροχής 35m<sup>3</sup> /h, πίεση λειτουργίας 8 atm και ένταση βροχής 18mm/h, κατά την οποία χορηγήθηκε νερό άρδευσης 25mm. Η τέταρτη άρδευση έγινε στις 24/6/2005 με τον ίδιο τρόπο όπως και οι δύο πρώτες αρδεύσεις και χορηγήθηκε νερό συνολικής ποσότητας 25mm. Συνολικά σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2005 έπεσαν **460mm** νερού στις μεταχειρίσεις που δέχτηκαν ποσότητα νερού ίση με το 100% της εξατμισοδιαπνοής (άρδευση με κανόνι **100mm** + ωφέλιμη βροχόπτωση **85mm** + πρόγραμμα άρδευσης **275mm**) και **405mm** νερού στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν ποσότητα νερού ίση με το 80% της εξατμισοδιαπνοής (άρδευση με κανόνι **100mm** + ωφέλιμη βροχόπτωση **85mm** + πρόγραμμα άρδευσης **220mm**).

Από τις μετρήσεις προέκυψε ότι στη μεταχείριση Y80%ET σημειώθηκε εξοικονόμηση νερού και ενέργειας χωρίς να επηρεαστεί σημαντικά η παραγωγή. Συγκεκριμένα δόθηκαν περίπου 220mm νερού και έδωσε παραγωγή 400 kg/στρ. ενώ το σύστημα λειτούργησε για 140h και 47'. Αυτό σημαίνει ότι για την ίδια σχεδόν παραγωγή με τις μεταχειρίσεις E100%ET και Y100%ET χορηγήθηκαν 55mm νερού λιγότερα και το σύστημα δούλεψε 31h και 3' λιγότερο σε σχέση με τις ώρες λειτουργίας του συστήματος άρδευσης αυτών των μεταχειρίσεων εξοικονομώντας ενέργεια, προκαλώντας λιγότερες φθορές στον εξοπλισμό και άρα μειώνοντας το κόστος συντήρησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα

Η μελέτη της επίδρασης της δόσης άρδευσης επιφανειακής και υπόγειας στάγδην της καλλιέργειας του βαμβακιού στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κατά το έτος 2005, είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. 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 βλαστικού στελέχους, αριθμό χτενιών, αριθμό λουλουδιών, αριθμό καρυδιών, δείκτη φυλλικής επιφάνειας, τελική απόδοση).

2. Η μεταχείριση Y80%ET έδωσε την δεύτερη καλύτερη απόδοση από όλες τις μεταχειρίσεις ενώ ως προς τα υπόλοιπα μετρούμενα χαρακτηριστικά υπολείπονταν των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας.

3. Η μεταχείριση E100%ET παρουσίασε μικρότερες τιμές στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και στην τελική απόδοση σε σχέση με τη μεταχείριση Y100%ET, κυρίως λόγω του γεγονότος ότι χάνονταν ποσότητα νερού λόγω επιφανειακής εξάτμισης.

4. Μεταξύ των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν το 80% των αναγκών τους σε νερό, βάση της εξατμισοδιαπνοής, τάσεις υπεροχής παρουσίασε εκείνη στην οποία χρησιμοποιήθηκε υπόγεια στάγδην άρδευση.

5. Μεταξύ των υπόγειων μεταχειρίσεων, εκείνη που παρουσιάζει τάσεις υπεροχής είναι η Y100% σε όλες τις μετρήσεις παραγωγικών χαρακτηριστικών και στη τελική απόδοση.

6. Μεταξύ των επιφανειακών μεθόδων άρδευσης, η αποδοτικότητα εφαρμογής του νερού άρδευσης δεν παρουσιάζει διαφορά.

7. Μεταξύ των υπόγειων μεθόδων άρδευσης, η αποδοτικότητα εφαρμογής του νερού άρδευσης είναι μεγαλύτερη στην μεταχείριση που δέχθηκε το 80% της εξατμισοδιαπνοής και μάλιστα πλησιάζει το απόλυτο (δηλαδή τη μονάδα)

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

- Alen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M (1998). Crop Evapotranspiration :  
Guidelines for computing crop water requirements
- Al – Orman, 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*.
- ASAE (1996). ASAE Standarts. 43<sup>rd</sup> Ed. Soil and Water Terminology. Ayars, J. E.,  
Phene, J. C, Hutmacher, B. R., Davis, R. K., Schoneman, A. R., Vails, 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), pp1 – 27.
- Ayars, E. J., Shoneman, A.R., Dale, F., Meso, B. and Shouse. P. (2001). Managimg  
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. Subbarao, V. K. (1998). Mechanismus of  
Subsurface Drip Irrigation – Mediated Suppression of Lettuce Drop Caused by  
*Sclerotinia minor*. *Phytopathology*, 1998.
- Camp, R. C. (1998). Subsurface drip irrigation. A review. *American Society of  
Agricultural Engineers*. 41 (5), pp. 1353-1367.
- Camp, R. C. (19990. 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 4<sup>th</sup> 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. (200). An Overview of drip irrigation. Department of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts.

Chen, J. M. and Black, T.A. (1992): Defining leaf area index for non-flat leaves.

Agricultural and forest Meteorology 57:1-12

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..

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 16<sup>th</sup> Annual International Irrigation Exposition and Technical Conference. Phenix, Arizona. November 12 - 14, 1995. Slight Revisions were made in August 1997.

Lamm, R. 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. Sligh 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 paper first presented at the 2002 Mid – Central ASAE Meeting, April 12 -13, 2002, St. Joseph, MO, USA. PaperNumber : 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.

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, Visali 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 5<sup>th</sup> International Microirrigation Congress, April 2-6, Orlando, Florida, pp. 155-167. Phene, C. J. (1999). Subsurface drip irrigation . Part I : Why and How. Irrigation Journal. April (01).

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. Proceedings of Hydorama 2002, 3<sup>rd</sup> International Forum : Integrated Water Management : The key to Sustainable Water Resources, EYDAP. 21-22 March, Athens, Greece, pp. 96-102.

Sakellariou – Makrantonaki, M., I. Vagenas, 2005. Mapping crop evapotranspiration and total water requirements estimation in central Greece. European Water Journal.

Sakellariou – Makrantonaki, M., Tzavela E., Vyrlas P and Tzimopoulos C., 2005. Wastewaters reuse through subsurface drip irrigation. IASME Transactions, 6(2):1071 - 1078

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. 3<sup>rd</sup> Nat. In. Symp.*, 682-687, ASAE. Phoenix, AZ.

- Shani, U., Xue, S., Gordin- Katz, R. And Warrick, W. A. (1996). Soil – limiting flow from susurface emmiters. I. Presure Measurements. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 122 (50, 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.
- Trooien, P. T., Alam, 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%20document.htm)
- Trooien, P. T., Lamm, R. F., Stone, R. L., Alam, M., Rogers, H. D., Clark, A. G. and Shclegel, J. A. (1999). Testing subsurface drip irrigation laterals with lagoon wastewater. Presented to the Irrigation Association International Irrigation Show, Orlando, Fl;orida, USA, 7-9 November..
- 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 Esperience. CATI Publication #950104.
- Zoldoske, F. D., Striegler, K. R., Berg, T. G., Jorgensen, G., Lake, B. C., Graves, G.

S. and Burnett, M. D. (1998). Evaluation of Trellis System and Subsurface Drip Irrigation for Wine Grape Production : A Progress Report. CATI Publication #950401.

## Ελληνική

Βύρλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ. (2003).

Επίδραση του εδαφικού τύπου στην έμφραξη ή λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2 – 5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 225-232.

Γαλανοπούλου – Σενδουκά, Σ. Βιομηχανικά Φυτά . Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2002.

Καλόγηρος, Κ. Η. (1994). Σημασία της καλλιέργειας βαμβακιού στην Ελληνική και Παγκόσμια οικονομία. Πρακτικά συνεδρίου ΓΕΩΤΕΕ. Το Ελληνικό βαμβάκι Στην Ευρώπη. Λάρισα.

Ι.Β.Β.Φ. Το ερευνητικό πρόγραμμα στο βαμβάκι. Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Σίνδος.

Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ. (2000) Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίου. Εκδόσεις Ζημελ. 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, ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> 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 ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2 – 5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 159-166.
- Οργανισμός Βάμβακος 1976 – 1995. Βιβλιογραφική επιλογή σε θέματα βάμβακος. Ετήσια έκδοση.
- Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1999). Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- 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 7<sup>ου</sup> 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 ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> 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 4<sup>ου</sup> 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 ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> 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<sup>ο</sup> 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 πράσινου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελλήνιου 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 1<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7- 9 Μαΐου, Ορεστιάδα.

Σφήκας, Α. Γ. 1988. Ειδική γεωργία II Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.

Τερζίδης, Γ. Α. και Παπαζαφειρίου, Ζ. Γ. (1997). Γεωργική Υδραυλική. Εκδόσεις



ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.

Χριστίδης, Β. Γ.1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη

Καλφούντζος Δ.,2002 Υδατοκατανάλωση καλλιεργειών, Βόλος

Κεχαγιά Ουρ.,2000, τι είναι και πώς επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού, βαμβάκι 2000, Εκδόσεις Γεωργική τεχνολογία

Λόλας Π.Χ., 2003, Ζιζανιολογία, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη

Περιοδικό Γεωργία και Κτηνοτροφία, Μάρτιος 1996, Αφιέρωμα βαμβάκι

Περιοδικό Γεωργία και Κτηνοτροφία Απρίλιος 1996, Διάφοροι μέθοδοι άρδευσης και αρδευτικά συστήματα, Μηχανήματα για τη γεωργία.

Περιοδικό Γεωργία και Κτηνοτροφία Ιανουάριος 1996 Πανώρας Α., Άρδευση του βαμβακιού

Πουλοβασίλης Α., 1993 Μέθοδοι εφαρμογής του νερού στον αγρό, ΓΠΑ, Αθήνα



ΠΤΗΘΕΣ

Κατάλογος Β 1995. Το βιβλίο. Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Α 2002 Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος

Κατάλογος Γ 2000. Υε είναι και πώς επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Βαβυλώνα 2000.

Κατάλογος Γ 2002. Υε είναι και πώς επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Βαβυλώνα 2002.

Κατάλογος Π.Κ. 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

Κατάλογος Γ 2002. Υδατοκαταναλωτή καλλιέργειών Βόλος, Θεσσαλονίκη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097436