

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ:

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΣΤΑΓΔΗΝ
ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ»**

ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΕΠΙΒΛ. ΚΑΘ/ΤΡΙΑ: Κα Μ.ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ 2005



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

Αριθ. Εισ.: 6627/1
Ημερ. Εισ.: 07-10-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2005
ΚΑΛ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ χρέος μου από αυτή τη θέση να ευχαριστήσω καταρχήν την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Κα Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη της σε όλη τη διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης, ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή Κο Α.Σφουγγάρη καθώς και τον Λέκτορα Κο Α.Μαυρομάτη, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και για τη συμβολή τους στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής. Επίσης το μέλος Ε.Ε.Δ.Υ.Π. Κο Ν.Παπανίκο για τη σημαντική βοήθεια του.

Τη Γεωπόνο και μεταπτυχιακή φοιτήτρια του εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Πατελοδήμου Σοφία για τις πολύτιμες συμβουλές της και την καθοδήγηση της, χωρίς τα οποία δε θα ήταν δυνατή η διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για την ηθική και υλική συμπαράσταση κατά την διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Στοιχεία της καλλιέργειας του βαμβακιού.....	7
1.1.2 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα.....	9
1.1.3 Δεδομένα Ελληνικού χώρου	13
1.1.4 Εξέλιξη και ταξινόμηση ειδών.....	13
1.1.5 Αύξηση και ανάπτυξη φυτού.....	14
1.2 Οικολογικές απαιτήσεις.....	17
1.2.1 Κλίμα.....	17
1.2.2 Έδαφος.....	19
1.3. Καλλιεργητική τεχνική.....	20
1.3.1 Βασικές εργασίες ενός ετήσιου προγράμματος.....	20
1.3.2 Λίπανση.....	24
1.3.3 Ζιζανιοκτονία.....	28
1.4 Άρδευση.....	29
1.4.1 Προγραμματισμός αρδεύσεων.....	29
1.4.2. Μέθοδοι άρδευσης.....	31
1.4.3. Επιφανειακή και υπόγεια Στάγδην άρδευση.....	33
1.4.3.1 Πλεονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.....	33
1.4.3.2 Μειονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.....	34
1.4.4 Υπόγεια στάγδην άρδευση.....	34
1.4.4.1 Πλεονεκτήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης.....	35
1.4.4.2 Μειονεκτήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης.....	36
1.4.5 Ποιότητα νερού.....	36
1.4.6 Αντιμετώπιση έλλειψης αρδευτικού νερού.....	37
1.5 Εχθροί.....	38
1.6 Ασθένειες.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	

2.1. Έναρξη πειραμάτων.....	42
2.1.1. Υδατοϊκανότητα του εδάφους.....	42
2.1.2. Σημείο μόνιμης μάρανσης.....	43
2.1.3. Φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους.....	43
2.1.4. Εξατμισοδιαπνοή.....	44
2.1.5. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Εγκατάσταση του πειράματος.....	47
3.1.1. Περιγραφή του πειραματικού αγρού.....	47
3.1.2. Κατεργασία του αγρού.....	49
3.1.3. Σπορά.....	50
3.1.4. Επιλογή ποικιλίας.....	51
3.1.5. Πειραματικά τεμάχια.....	51
3.1.6. Υλικά άρδευσης.....	52
3.1.7. Αυτοματισμοί της άρδευσης.....	54
3.1.8. Μέθοδος του εξατμισιμέτρου.....	56
3.1.9. Καθαρές και ολικές ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό.....	57
3.1.10. Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών.....	58
3.1.11. Εφαρμογή άρδευσης με καρούλι.....	60
3.1.12. Κλιματικά δεδομένα.....	60
3.1.13. Υπολογισμοί της εξατμισοδιαπνοής.....	61
3.1.14. Δόση και εύρος άρδευσης με βάση το εξατμισόμετρο.....	65
3.1.15. Δόσεις άρδευσης καρποφορίας.....	76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	78
4.1.1. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	78
4.1.2. Ανάπτυξη της καλλιέργειας.....	78
4.1.3. Μετρήσεις καρποφόρων οργάνων.....	82
4.1.4. Μετρήσεις παραγωγής.....	85
4.1.5. Αποδοτικότητα νερού άρδευσης.....	89
4.1.6. Συμπεράσματα.....	89

Βιβλιογραφία.....	92
--------------------------	-----------

Παράρτημα Α'.....	94
--------------------------	-----------

Παράρτημα Β'.....	98
--------------------------	-----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εποχή μας χαρακτηρίζεται από την επίδραση του ανθρώπου στο περιβάλλον. Ο άνθρωπος έχει αλλοιώσει και έχει μεταβάλλει το φυσικό περιβάλλον ανάλογα με τις απαιτήσεις του χωρίς να υπολογίζει τι επιδράσεις θα υπάρξουν στο μέλλον. Η έλλειψη του πολυτιμότερου αγαθού του πλανήτη, δηλαδή του νερού είναι ολοφάνερη στις μέρες μας με ανησυχητικά αυξανόμενη τάση.

Ο αγροτικός τομέας είναι αυτός, που χρησιμοποιεί περισσότερο το νερό για τις ανάγκες των καλλιεργειών, σε πολύ μεγάλο ποσοστό. Περίπου το 80% του νερού καταναλώνεται στον αγροτικό τομέα.

Η χώρα μας χαρακτηρίζεται από καθαρά μεσογειακό κλίμα με ικανοποιητικό επίπεδο υδατικού δυναμικού. Οι υδατικοί πόροι είναι άνισα κατανεμημένοι στην ελληνική επικράτεια, με μεγάλη διαφοροποίηση κατά τη διάρκεια του έτους. Υπάρχουν δηλαδή περιοχές με πολλά νερά, τα οποία μένουν ανεκμετάλλευτα και άλλες περιοχές με επάρκεια νερού το χειμώνα αλλά το καλοκαίρι κατά το οποίο υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις σε νερό λόγω των μεγάλων καλλιεργούμενων εκτάσεων το αγαθό αυτό δεν επαρκεί για τις αυξημένες ανάγκες.

Η χώρα μας δεν έχει κάνει τις απαραίτητες επενδύσεις σε εγγειοβελτιωτικά έργα για την αξιοποίηση των λιγοστών υδάτων στις περιοχές αυτές και τα έργα τα οποία έχουν προγραμματιστεί καθυστερούν σε μεγάλο βαθμό.

Η διαχείριση του νερού στον αγροτικό τομέα είναι αυτή που μπορεί να δώσει κάποιες λύσεις στο μεγάλο πρόβλημα της ανεπάρκειας των υδάτων.

Η διαχείριση έχει σχέση με τις απαιτήσεις και με τον έλεγχο των καλλιεργειών αλλά και με τον τρόπο εφαρμογής του νερού στο έδαφος για την καλύτερη αξιοποίηση τους από τα φυτά.

Νερό, ένα αγαθό σε ανεπάρκεια, την ίδια στιγμή που οι επιστήμονες διαβεβαιώνουν πως αν ένας παρατηρητής από το διάστημα ατένιζε τη Γη από μακριά θα τη χαρακτήριζε ως «γαλάζιο πλανήτη» λόγω του άφθονου νερού

που την καλύπτει. Υπολογισμοί του τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής περιβάλλοντος του τμήματος 'Πολιτικών μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης αναφέρουν ότι αν μπορούσαμε να κατανείμουμε ομοιόμορφα τα αποθέματα νερού σε όλη την επιφάνεια του πλανήτη θα δημιουργούσαμε έναν υδάτινο μανδύα βάθους 2,7 χιλιομέτρων.

Αν όμως ο ίδιος παρατηρητής πλησίαζε τη Γη θα βρισκόταν μπροστά σε μια μεγάλη έκπληξη, αφού σε άλλες περιοχές θα αντίκριζε πλημμύρες, με ύψος βροχοπτώσεων πάνω από 5000 χιλιοστά, και σε άλλες λειψυδρία, με βροχές κάτι παραπάνω από 50 χιλιοστά. Από τα 129 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα των υδατικών πόρων του πλανήτη, τα 43 αντιστοιχούν στην νότια και κεντρική Αμερική, τα 36 στην Ασία, τα 22 στην Βόρειο Αμερική, τα 21 στην Αφρική, τα 6 στην Ευρώπη και μόνο το 1 στην Αυστραλία. Ανάλογες ανισότητες παρατηρούνται και μεταξύ διαφόρων περιοχών της κάθε ηπείρου. Οι διεθνείς οικολογικές οργανώσεις προειδοποιούν ότι ως το 2025 ένας στους τρεις κατοίκους της Γης, περίπου 3,75 δις άτομα θα αντιμετωπίσουν σοβαρό πρόβλημα λειψυδρίας.

Σε παγκόσμια κλίμακα αρδεύεται το 16% της καλλιεργούμενης έκτασης γης, παρ' όλα αυτά στον αγροτικό τομέα διατίθενται τα δύο τρίτα των αποθεμάτων, ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό είναι ακόμη μεγαλύτερο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ

1.1.1 Εξάπλωση και οικονομική σημασία

Το βαμβάκι είναι κλωστικό φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως. Αποτελεί αγροτικό προϊόν, το οποίο όμως απασχολεί και μεγάλο μέρος της μεταποιητικής βιομηχανίας.

Η καλλιέργειά του απαντάται σήμερα σε μία ζώνη η οποία επεκτείνεται από 450 ΒΠ μέχρι 320 ΝΠ, κυρίως όμως εντοπίζεται στις τροπικές περιοχές. Καλλιεργείται σε 70 χώρες σε όλες τις Ηπείρους. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής είναι η Κίνα, οι ΗΠΑ, η Ινδία, το Πακιστάν, το Ουζμπεκιστάν, η Τουρκία και η Αυστραλία. Στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα και στην Ισπανία και σε μικρές εκτάσεις στη Γιουγκοσλαβία και στη Βουλγαρία.

Το βαμβάκι έχασε σημαντικό έδαφος από τον ανταγωνισμό και τη χρήση συνθετικών ινών και το ποσοστό συμμετοχής του στην παγκόσμια κατανάλωση ινών έπεσε το 1998 στο 43% από το 60% και περισσότερο που ήταν στα μέσα της δεκαετίας του 60. Η έκταση του βαμβακιού τα τελευταία χρόνια έχει σταθεροποιηθεί παγκοσμίως στα 320-330 εκατομμύρια στρέμματα με συνολική παραγωγή 19 εκατομμύρια τόνους εκκοκκισμένου βαμβακιού. Προβλέπεται μελλοντικά μικρή αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης ινών βαμβακιού.



Εικ.1 Χώρες που καλλιεργούν βαμβάκι

Το κύριο προϊόν για το οποίο καλλιεργείται το βαμβάκι είναι οι ίνες του, οι οποίες αποτελούν την πρώτη ύλη για το σημαντικότερο τμήμα της διεθνούς κλωστοβιομηχανίας. Με το νήμα που παράγεται από τις ίνες του υφαίνονται διαφόρων ειδών υφάσματα για την παραγωγή ενδυμάτων και άλλων αντικειμένων καθημερινής χρήσης, για την επένδυση αυτοκινήτων κλπ. Τα υποπροϊόντα των εκκοκκιστηρίων (κοντές ίνες, που διεθνώς αναφέρονται ως linters, σπασμένες ίνες) και των κλωστηρίων χρησιμοποιούνται για το γέμισμα στρωμάτων και παράγονται επίσης φαρμακευτικό βαμβάκι, ρεγιόν, φιλμ, χαρτομάζα κ.ά. προϊόντα.

Οι σπόροι του βαμβακιού, παρ' όλο ότι θεωρούνται σαν υποπροϊόν, είναι σημαντική πηγή λαδιού για ανθρώπινη κατανάλωση (αυτούσιο λάδι παρασκευή μαργαρίνης, μαγιονέζας κ.ά.) και για τη βιομηχανία (λιπαντικά, χρώματα, βερνίκια σαπούνια κ.ά.). Για να χρησιμοποιηθεί το λάδι για, ανθρώπινη κατανάλωση θα πρέπει με χημικό τρόπο να αφαιρεθεί προηγουμένως η γκοσσυπόλη, η οποία είναι αλκαλοειδές που βρίσκεται στις κοτυληδόνες του σπόρου και είναι τοξική για τον άνθρωπο και για τα μη-μηρυκαστικά ζώα. Η βαμβακόπιτα ή βαμβακοπλακούς που μένει μετά την παραλαβή του λαδιού αποτελεί άριστη τροφή για τα βοοειδή. Τα περιβλήματα των σπόρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χονδροειδής ζωοτροφή. Ολόκληροι σπόροι

επίσης χρησιμοποιούνται μερικές φορές για τη διατροφή των βοοειδών. Πρέπει να αποφεύγεται όμως η χορήγηση σε νεαρά ζώα, στα οποία δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί πλήρως το σύστημα μηρυκασμού, γιατί μπορούν να δημιουργηθούν προβλήματα τοξικότητας από τη γκοσσυπόλη.

Τέλος το αλεύρι των σπόρων θα μπορούσε να αποτελέσει σπουδαία πηγή πρωτεΐνης για τη διατροφή του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού του πλανήτη μας. Το αλεύρι του βαμβακιού περιέχει το ίδιο επίπεδο θερμίδων με το αλεύρι της σόγιας, μετά την αφαίρεση του λαδιού και με την αποβουτυρωμένη σκόνη γάλακτος, ενώ περιέχει 1,4 και 1,8 φορές περισσότερη πρωτεΐνη, αντίστοιχα.

1.1.2 Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα

Το βαμβάκι στη χώρα μας αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Πausανία το 174 μ.Χ. με το όνομα Βύσσοσ και πιο συγκεκριμένα αναφέρει ότι καλλιεργούσαν τη Βύσσο στην Ηλεία. Το φυτό και το προϊόν του με το σημερινό όνομα "Βάμβαξ", αναφέρεται για πρώτη φορά στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού τον 60 μ.Χ. αιώνα. Τον 100 αιώνα το βαμβάκι είχε διαδοθεί σε όλη την Ελλάδα (Χρηστίδης 1965).

Το 1931 ιδρύθηκε ο Οργανισμός Βάμβακος και το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών με σκοπό τη μεθοδική και επιστημονική 'μελέτη και αντιμετώπιση των προβλημάτων επέκτασης και εκσυγχρονισμού της βαμβακοκαλλιέργειας στην Ελλάδα. Ο Οργανισμός Βάμβακος με τις περιφερειακές υπηρεσίες και τα εργαστήρια που διέθετε εξυπηρετούσε και συμπαραστεκόταν στους καλλιεργητές, εκκοκκιστές, εμπόρους, κλώστες, υφαντές, βαφείς, κατασκευαστές ενδυμάτων, σπορελαιοουργούς και σε κάθε υπηρεσία ή ίδρυμα που ασχολείται με το βαμβάκι. Ο Οργανισμός Βάμβακος έπαυσε να υφίσταται από το 2001. Ορισμένες αρμοδιότητές του μεταφέρθηκαν στις Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις και μελετάται η ίδρυση νέου φορέα. Το Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών ασχολείται κυρίως με τη δημιουργία Ελληνικών ποικιλιών βαμβακιού αλλά και με την τεχνική καλλιέργειας και την τεχνολογία των ινών.

Η εξέλιξη της καλλιέργειας του βαμβακιού στην Ελλάδα είναι εντυπωσιακή. Η καλλιεργούμενη έκταση από 200000 στρ. το 1930 έφθασε τα 2000.000 στρ. το 1963 και ξεπέρασε τα 4000000 στρ. το 1998, εκ των οποίων το 95% είναι αρδευόμενη έκταση. Σήμερα βρίσκεται μεταξύ των δέκα μεγαλύτερων βαμβακοπαραγωγικών χωρών του κόσμου. Η συνεχής άνοδος των καλλιεργούμενων εκτάσεων τα τελευταία χρόνια είναι αποτέλεσμα των ικανοποιητικών στρεμματικών αποδόσεων και της τιμής του προϊόντος, λόγω ενίσχυσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση, που έκαναν την καλλιέργεια του βαμβακιού ανταγωνιστική έναντι των άλλων αρδευόμενων καλλιεργειών. Με βάση όμως τη διαμορφούμενη διεθνώς αγροτική πολιτική δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω η παραγωγή βαμβακιού.

Το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στη Θεσσαλία (νομοί Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Μαγνησίας), στη Μακεδονία (νομοί Θεσ/νίκης, Σερρών, Δράμας, Πέλλης, Κιλκίς, Ημαθίας), στη Θράκη (νομοί Έβρου, Ροδόπης, Ξάνθης) και λιγότερο στα υπόλοιπα διαμερίσματα κυρίως στους νομούς Φθιώτιδος, Βοιωτίας και Αιτωλοακαρνανίας. Η μέση στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού στο σύνολο της χώρας ήταν 55 kg το 1931, 110 kg το 1960, 251 kg το 1980 και 300 kg το 1995. Η αύξηση των αποδόσεων δεν οφείλεται μόνο στη βελτίωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως είναι η κατασκευή αρδευτικών δικτύων και η βελτίωση στην τεχνική καλλιέργειας.

Μεταξύ των γεωγραφικών διαμερισμάτων της χώρας παρατηρούνται διαφορές ως προς την απόδοση. Οι διαφορές αυτές κυρίως αποδίδονται στο διαφορετικό μήκος της βλαστικής περιόδου και λιγότερο σε άλλους παράγοντες. Οι υψηλότερες στρεμματικές αποδόσεις επιτυγχάνονται στη Θεσσαλία (μέχρι 400 kg σύσπορου), που έχει μεγάλο μήκος βλαστικής περιόδου και οι μικρότερες στη Θράκη (20-250 kg), όπου η βλαστική περίοδος είναι περιορισμένη.

Με την παραγόμενη ποσότητα εκκοκισμένου βαμβακιού καλύπτεται το μεγαλύτερο μέρος των εγχώριων αναγκών και υπάρχει σημαντικό περιθώριο για εξαγωγές. Σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Βάμβακος το 1998 παρήχθησαν 387000 t εκκοκισμένου

βαμβακιού από τους οποίους 117000 t διατέθηκαν στην εγχώρια κατανάλωση και 270000 t εξήχθησαν. Το Ελληνικό βαμβάκι είχε μεγάλη ζήτηση στις διεθνείς αγορές στο παρελθόν λόγω της εξαιρετικής ποιότητάς του. Τα τελευταία όμως χρόνια υποβαθμίστηκε η ποιότητά του για λόγους που θα αναφερθούν αναλυτικά στο σχετικό κεφάλαιο και η εμπορία του περιορίστηκε στις υπό ανάπτυξη χώρες. Οι εισαγωγές βαμβακιού στη χώρα μας (10000 t το 1998) κυρίως αφορούν καλύτερης ποιότητας ίνες και επίσης μακρόνιο βαμβάκι, το οποίο δεν μπορεί να παραχθεί στις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας. Με τη νηματοποίηση του βαμβακιού η αξία του τριπλασιάζεται, με την ύφανση υφασμάτων τετραπλασιάζεται, ενώ με την κατασκευή ενδυμάτων γίνεται 12-15 φορές μεγαλύτερη. Από τους αριθμούς αυτούς προκύπτει ότι για μεγαλύτερο όφελος της Εθνικής Οικονομίας το βαμβάκι θα πρέπει να εξάγεται ως μεταποιημένο προϊόν.

Η βαμβακοκαλλιέργεια αποτελεί-σήμερα μία από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες της Ελληνικής γεωργίας με μεγάλη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία. Εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80000-10000 αγροτικές οικογένειες. Επίσης παρέχει εργασία και συνθήκες επιβίωσης σε 150000 περίπου αστικές οικογένειες που απασχολούνται στα διάφορα στάδια της παραγωγικής και μεταποιητικής διαδικασίας του βαμβακιού (π.χ. διακίνηση, εμπόριο, βαμβακοβιομηχανία κλπ.), συμβάλλοντας έτσι θετικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας. Δίνει πολύτιμο συνάλλαγμα στη χώρα μας με τις εξαγωγές βαμβακιού και των προϊόντων του συμμετέχοντας σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 10% στις εξαγωγές της χώρας. Συμμετέχει κατά 10% στο ακαθάριστο γεωργικό προϊόν και κατά 14% στο προϊόν φυτικής παραγωγής, ποσοστά μεγαλύτερα από κάθε άλλο γεωργικό προϊόν.

Το βαμβάκι παρά το υψηλό κόστος παραγωγής του, αποτελεί το δυναμικότερο γεωργικό προϊόν μεγάλης καλλιέργειας. Υπερτερεί από το σκληρό σιτάρι, το καλαμπόκι, τα ελαιούχα φυτά και σε πολλές περιοχές από τα ζαχαρότευτλα, όχι μόνον γιατί εξασφαλίζει υψηλότερο γεωργικό εισόδημα, αλλά και επειδή παρέχει ακόμη και τη δυνατότητα επιχειρηματικού κέρδους. Άλλες καλλιέργειες όπως η βιομηχανική

ντομάτα και ο καπνός μπορεί να παρουσιάζουν υψηλότερα οικονομικά μεγέθη, αντιμετωπίζουν όμως διάφορα προβλήματα συλλογής, διάθεσης, περιορισμών στην έκταση κλπ. Για αποδόσεις σύσπορου βαμβακιού πάνω από 250-260kg/στρ. υπάρχουν σοβαρά περιθώρια επιχειρηματικού κέρδους.

Η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ικανοποιητικές τιμές που απολαμβάνουν οι παραγωγοί, συγκριτικά με άλλα προϊόντα. Θα πρέπει να τονισθεί όμως ότι πάνω από το 70% της τιμής προέρχεται από την ενίσχυση που παρέχει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι διεθνείς τιμές του βαμβακιού αποτελούν το 1/3 ή και λιγότερο της συνολικής τιμής που απολαμβάνουν οι παραγωγοί και μπαίνει το ερώτημα, κατά πόσο είναι δυνατόν να σταθεί η βαμβάκοκαλλιέργεια στην Ελλάδα χωρίς την κοινοτική ενίσχυση ή τι θα γίνει εάν μειωθούν οι επιδοτήσεις. Με βάση τον μέγιστο στηριζόμενο όγκο παραγωγής, η καλύτερη τιμή για την Ελλάδα ισορροπεί σε καλλιεργούμενη έκταση περίπου 4000000 στρ. Το κόστος παραγωγής είναι αρκετά υψηλό (υπερβολικό ενοίκιο, υψηλή δαπάνη για άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία) και θα πρέπει να γίνει επανεκτίμηση των εισροών στην καλλιέργεια.

Οικονομική σημασία για τη χώρα μας, εκτός από τις ίνες, έχει και ο βαμβακόσπορος ο οποίος παρ' όλο ότι θεωρείται σαν υποπροϊόν, αποτελεί το 15-20% της αξίας του σύσπορου βαμβακιού και είναι η σημαντικότερη πηγή λαδιού μετά από την ελιά. Ένα μικρό μέρος του σπόρου χρησιμοποιείται για τη σπορά αγρών και το μεγαλύτερο διοχετεύεται στα σπορελαιουργία. Η παραγωγή βαμβακόσπορου ανέρχεται περίπου στο 53% της παραγωγής του σύσπορου βαμβακιού και η περιεκτικότητα σε λάδι στο βαμβακόσπορο κατά μέσο όρο είναι 17%.

1.1.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στην Ελλάδα η σχέση ανάμεσα στη συνολική άντληση ως προς τους συνολικούς διαθέσιμους πόρους, υπολογίζεται στο 12% και είναι ελαφρώς

υψηλότερη από τον μέσο όρο των χωρών του διεθνούς οργανισμού. Η βασική αιτία σπατάλης νερού στην Ελλάδα είναι η γεωργία. Η μέση κατανάλωση νερού των Ελλήνων, όχι για γεωργική χρήση, παρά τη συνεχή αύξηση, είναι 830 κυβικά μέτρα και είναι χαμηλότερη από τον μέσο όρο στην Ευρώπη, των 15 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ελλάδα σε γενικές γραμμές διαθέτει μεγάλα αποθέματα γλυκού νερού, αφού το ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων διαμορφώνεται κατά μέσο όρο στα 700 χιλιοστά βροχής με άνιση όμως κατανομή στον Ελλαδικό χώρο που αντιστοιχεί σε 115 δις κυβικά μέτρα. Από αυτές τις ποσότητες, οι μισές χάνονται λόγω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής, ενώ άλλα 35 δις κυβικά μέτρα αντιπροσωπεύουν την επιφανειακή απορροή των ποταμών ηπειρωτικής Ελλάδας και καταλήγουν στην θάλασσα.

Μεγάλο μειονέκτημα είναι η άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων. Στην Κέρκυρα έχουμε 900 χιλιοστά αλλά στη Νάξο μόνο 400 χιλιοστά το έτος. Ορισμένες περιοχές στη νότια και κεντρική Ελλάδα βρίσκονται στο όριο της ερημοποίησης.

Περίπου το 87% των αποθεμάτων νερού της χώρας, προορίζεται για γεωργική χρήση. Τα τελευταία χρόνια οι αρδευόμενες εκτάσεις έχουν αυξηθεί κατά 40%.

Πολλές γεωτρήσεις φτάνουν τα 400 μέτρα βάθος με αποτέλεσμα να έχουμε εδώ και χρόνια εκτεταμένη υπεράντληση των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων και σε πολλές περιπτώσεις υφαλμύρωση των υπόγειων νερών.

1.1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΙΔΩΝ

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος **Gossypium** της Οικογένειας **Malvaceae**. Το γένος **Gossypium** περιλαμβάνει 49 είδη, κατανεμημένα σε πολλές τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου (Brubaker et al. 1999). Υπάρχουν περισσότερα από 30 διπλοειδή είδη ($2n = 2x = 26$ χρωμοσώματα) με γενώματα A,B,C,D,E,F και 6 αλλοτετραπλοειδή ($2n = 4x = 52$) με γενώματα A + D. Τα γενώματα A,B,E και F κατάγονται από την Ασία και Αφρική, το C από την Αυστραλία και το D από την Αμερική. Από τα είδη που δημιούργησε η

φύση ο άνθρωπος εξημέρωσε και καλλιέργησε μόνο τέσσερα, που είναι και τα μόνα με νηματοποιήσιμη ίνα, δύο διπλοειδή με γένωμα A, τα: *G. herbaceum* L. και *G. arboreum* L. και δύο τετραπλοειδή τα: *G. hirsutum* L. το *G. barbadense* L και το *G. tomentosum* L. Τα δύο καλλιεργούμενα είδη του παλαιού κόσμου εξελίχθηκαν προφανώς στην κοιλάδα του Ινδού ποταμού και πιθανότερος πρόγονος και των δύο είναι το *G. herbaceum*, var. *africanum* που πρέπει να κατάγεται από την Νότια Αφρική. Το είδος αυτό, όπως εξελίχθηκε και έδωσε το *G. arboreum*, θεωρείται πρόγονος και του A γενώματος (13 μεγάλα χρωμοσώματα) των αλλοτετραπλοειδών ειδών. Τα άλλα 13 (πιο μικρά) χρωμοσώματα των αλλοτετραπλοειδών είναι ομόλογα με τα 13 χρωμοσώματα που βρίσκονται σε άγρια διπλοειδή, με γένωμα D, αμερικανικά είδη και ειδικότερα, με βάση τις περισσότερες ενδείξεις στο *G. rainmondii*. Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που προσπαθούν να εξηγήσουν πώς τουλάχιστον 8 χιλ. χρόνια πριν (ευρήματα στο Μεξικό δείχνουν ότι τετραπλοειδή βαμβάκια καλλιεργήθηκαν εκεί πριν από 8.000 χρόνια περίπου) τα δύο είδη, ένα από την Ασία και το άλλο από την Αμερική, συναντήθηκαν και διασταυρώθηκαν. Καμία όμως από τις θεωρίες αυτές δεν είναι απολύτως πειστική. Κέντρο καταγωγής του *hirsutum* θεωρείται η Κεντρική Αμερική, ενώ του *barbadense* η Νότιος Αμερική (Χριστίδης 1965, Brubaker et al. 1999).

1.1.5 Αύξηση και ανάπτυξη του φυτού

Το βαμβάκφυτο αναπτύσσεται σύμφωνα με ένα σχετικώς κανονικό χρονοδιάγραμμα. Η διάρκεια των σταδίων αυξήσεως και αναπτύξεως του φυτού εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία και την καλλιεργητική τεχνική, ώστε υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ περιοχών μέσα στη ζώνη του βαμβακιού.

Το φυτό του βαμβακιού είναι συνεχούς αυξήσεως, ώστε συνεχίζει τη βλαστική του ανάπτυξη και όταν εισέρχεται στο στάδιο της ανθοφορίας, με αποτέλεσμα αυτή να ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική ανάπτυξη.

Υπερβολική βλαστική αύξηση μπορεί να οψιμίσει την παραγωγή και να οξύνει τα εντομολογικά προβλήματα και τη σήψη καρυδιών. Από την άλλη πλευρά, υπερβολικά πρόωμη είσοδος στο αναπαραγωγικό στάδιο μπορεί να αναγκάσει το φυτό να περατώσει πρόωρα το βιολογικό του κύκλο, να αυξήσει την πτώση καρποφόρων οργάνων και να μειώσει την παραγωγή. Με τη σύγχρονη αντίληψη επιδιώκεται να εισέλθει το φυτό στο αναπαραγωγικό στάδιο, όταν ήδη έχει συμπληρώσει επαρκώς τη βλαστική του ανάπτυξη, ώστε να έχει δυναμικότητα για υψηλή παραγωγικότητα.

Η αύξηση και η ανάπτυξη του βαμβακιού περιλαμβάνει διάφορα στάδια πολλά από τα οποία αλληλεπικαλύπτονται χρονικά. Για πρακτικούς λόγους τα στάδια αυτά διαχωρίζονται σε: 1) φύτευμα, 2) βλαστική αύξηση και ανάπτυξη, 3) αναπαραγωγική αύξηση και ανάπτυξη, 4) περίοδος ωρίμανσης καρυδιών.

Φύτευμα

Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει με την είσοδο του νερού στον σπόρο και την απορρόφηση του από το έμβρυο. Ταυτόχρονα απορροφάται οξυγόνο και επιταχύνεται η αναπνοή, καθώς και οι αποθησαυριστικές ουσίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας και τη δημιουργία νέων κυττάρων και ιστών.

Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες το φύτευμα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε 4-6 ημέρες από τη σπορά, ενώ με δυσμενείς συνθήκες μπορεί να απαιτήσει 3-4 εβδομάδες (ή και περισσότερο).

Πιθανά προβλήματα που παρεμποδίζουν τη βλάστηση και το φύτευμα του σπόρου είναι η υποβαθμισμένη ποιότητα του σπόρου, ασθένειες, πλημμύρες, κρούστα εδάφους, υπολειμματικότητα ζιζανίων και χαμηλές θερμοκρασίες. Η βλάστηση του σπόρου επηρεάζεται γενικώς θετικά από επαρκή αερισμό και υγρασία του εδάφους καθώς και από θερμοκρασία εδάφους μεγαλύτερη από 18° C.

Βλαστική αύξηση και ανάπτυξη

Η αύξηση των φυταρίων είναι βραδεία αμέσως μετά το φύτευμα και μέχρι την εμφάνιση των 4-5 μόνιμων φύλλων, ενώ στην περίοδο αυτή το φυτό

αναπτύσσει ταχύτατα το ριζικό του σύστημα. Οι κοτυληδόνες με την έκθεση τους στο φως γίνονται πράσινες και αρχίζουν να φωτοσυνθέτουν. Περίπου ένα μήνα μετά τη σπορά το φυτό παραμένει χωρίς διακλαδώσεις και έχει 4-5 μεσογονάτια διαστήματα με αντίστοιχα φύλλα. Τις επόμενες τέσσερις εβδομάδες η αύξηση επιταχύνεται, ώστε περίπου 65 ημέρες μετά τη σπορά το φυτό έχει 9-10 κόμβους και 5-6 συμποδιακούς κλάδους.

Αναπαραγωγική αύξηση και ανάπτυξη

Εμφάνιση του πρώτου χτενιού.

Κάτω από τις ελληνικές συνθήκες απαιτούνται συνήθως 40-45 ημέρες από το φύτευμα για την εμφάνιση του πρώτου χτενιού, μεγέθους όσο η κεφαλή της καρφίτσας.

Περίοδος από χτένι μέχρι την άνθηση.

Απαιτούνται συνήθως 21-23 ημέρες. Στην Ελλάδα τα πρώτα άνθη παρατηρούνται γενικώς ύστερα από τις 20 Ιουνίου και συνήθως αρχές Ιουλίου.

Ρυθμός ανθοφορίας.

Με την έναρξη της ανθοφορίας ο ρυθμός της επιταχύνεται καθημερινώς, σύμφωνα με μία σχεδόν τυπική κανονική καμπύλη με μέγιστο για τις συνθήκες της χώρας μας περί τα τέλη Ιουλίου. Η ανθοφορία ενδιαφέρει για όσο χρονικό διάστημα υπάρχει δυνατότητα, ώστε τα άνθη να προλάβουν να μετατραπούν σε ώριμα καρύδια. Η περίοδος αυτή ονομάζεται «ωφέλιμη περίοδος» και για την Ελλάδα τελειώνει περί τις 15 Αυγούστου.

Αποκοπή καρποφόρων οργάνων.

Η ανθόρροια και καρπόρροια είναι συνήθη φαινόμενα. Μπορεί να παρατηρηθούν σε οποιοδήποτε στάδιο της καρποφορίας, είναι όμως πιο έντονες όσο προχωρεί η ανθοφορία και ειδικότερα προς το τέλος της ωφέλιμης περιόδου ανθοφορίας και μετά, κυρίως λόγω φυσιολογικής κάμψευς του φυτού, αλλά και της επιδείνωσης των καιρικών συνθηκών.

Περίοδος ωριμάνσεως καρυδιού.

Η περίοδος ωριμάνσεως καρυδιού κυμαίνεται από 45-65 ημέρες αναλόγως των συνθηκών ωριμάνσεως, όπως διαμορφώνονται κυρίως από την ημερομηνία ανθήσεως.

1.2 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

1.2.1 Κλίμα

Η ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως εκτείνεται προς βορρά μέχρι 450 ΒΠ και προς νότο μέχρι 320 ΝΠ. Το βαμβάκι για ικανοποιητική παραγωγή έχει ανάγκη από βλαστική περίοδο 170-200, ημερών τουλάχιστον, με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τα μακρόινα βαμβάκια (*G. barbadence*) χρειάζονται μεγαλύτερη βλαστική περίοδο από τα upland (*G. hirsutum*). Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ του μήκους της βλαστικής περιόδου και της απόδοσης (Waddle 1984). Σε περιοχές με περιορισμένη βλαστική περίοδο όπως είναι η Ελλάδα, κάθε τι που ευνοεί αυτήν έχει ιδιαίτερη σημασία. Από πλευράς ποικιλιών οι δυνατότητες είναι περιορισμένες, καθόσον γενετική πρωιμότητα συνδέεται με κοντή ίνα. Η χρησιμοποίηση κατάλληλης καλλιεργητικής τεχνικής ευνοεί την πρωιμότητα και συνεπώς αυξημένες αποδόσεις και ανώτερη ποιότητα.

Το κλίμα της Ελλάδας λόγω της γεωγραφικής θέσης και του εδαφικού ανάγλυφου είναι πολύ ασταθές με μεγάλες διαφορές από χρόνο σε χρόνο. Έτσι τα κρίσιμότερα στάδια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού (σπορά-φύτρωμα-ωρίμανση) συμπίπτουν με τις άστατες καιρικές συνθήκες που παρουσιάζονται την άνοιξη και το φθινόπωρο. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν όταν ανοίγουν τα καρύδια έχουν πολύ μεγάλη σημασία ίσως περισσότερο από κάθε άλλον παράγοντα, ώστε να καθορίζουν εάν μία περιοχή είναι κατάλληλη για βαμβακοκαλλιέργεια ή όχι.

Λόγω της καταγωγής το βαμβάκι χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Η κατώτερη θερμοκρασία για το φύτρωμα και την πρώτη ανάπτυξη είναι 14-15°C η άριστη θερμοκρασία για τα μετέπειτα στάδια ανάπτυξης 30-33°C και η ανώτερη 38-39°C. Στις ΗΠΑ με θερμοκρασία Ιουλίου 28°C επιτυγχάνονται οι μεγαλύτερες αποδόσεις. Περισσότερες

λεπτομέρειες για την επίδραση της θερμοκρασίας στα διάφορα στάδια ανάπτυξης δόθηκαν προηγουμένως.

Ένας παράγοντας ο οποίος μειώνει την απόδοση του βαμβακιού είναι η βροχόπτωση. Για να καλλιεργηθεί το βαμβάκι χωρίς άρδευση χρειάζεται ετήσια βροχόπτωση τουλάχιστον 450-500mm από τα οποία 150-200 mm να πέσουν κατά την περίοδο της ανάπτυξής του. Με μικρότερη βροχόπτωση απαιτείται αντίστοιχη συμπλήρωση νερού με άρδευση. Η καλύτερη κατανομή της βροχόπτωσης χαρακτηρίζεται από ικανοποιητικό ύψος βροχής κατά διάρκεια της ανάπτυξης και ξηρασία κατά την εποχή της συγκομιδής. Τη μεγαλύτερη ανάγκη σε νερό έχει το βαμβάκι όταν ήδη έχουν σχηματισθεί αρκετά καρύδια. Την περίοδο αυτή γίνεται ο σχηματισμός του σπόρου και της ίνας.

Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια το 95% της καλλιεργούμενης έκτασης με βαμβάκι αρδεύεται. Η ξηρική καλλιέργεια δίνει πολύ μικρές αποδόσεις και σταδιακά εγκαταλείπεται από τους παραγωγούς. Οι βροχοπτώσεις κυρίως επηρεάζουν τη σπορά και το στάδιο του φυτρώματος καθώς και τη συγκομιδή. Το ύψος της βροχόπτωσης τις εποχές αυτές, που διαφέρει πολύ από έτος σε έτος και μεταξύ των διαφόρων περιοχών καλλιέργειας, του βαμβακιού, καθορίζει αποφασιστικά την αρχική ανάπτυξη-εξέλιξη της καλλιέργειας και την τελική ωρίμανση και συγκομιδή. Βροχές κατά την περίοδο της άνοιξης καθυστερούν τη σπορά, δημιουργούν δυσκολία στο φύτευμα, παρατηρείται σάπισμα του σπόρου και απώλεια νεαρών φυταρίων λόγω ασθενειών των ριζών και οψιμίζουν τελικά την ωρίμανση. Κατά την περίοδο της συγκομιδής ο βροχερός καιρός δυσκολεύει την ωρίμανση, το άνοιγμα των καρυδιών και τη συλλογή του βαμβακιού και υποβαθμίζει την ποιότητα του προϊόντος.

Το βαμβάκι απαιτεί άφθονο φωτισμό για την ανάπτυξή του. Η έλλειψη

φωτισμού κάνει τα φυτά μονοστέλεχα, καθυστερεί την ανάπτυξη των καρποφόρων κλάδων και ευνοεί την καρπόπτωση σε περιπτώσεις πυκνής σποράς. Η ηλιοφάνεια στη χώρα μας είναι ικανοποιητική για την ανάπτυξη του βαμβακιού σε όλα τα στάδια.

Συμπερασματικά αναφέρεται ότι άριστες συνθήκες κλίματος για την καλλιέργεια του βαμβακιού θεωρούνται η δροσερή άνοιξη, με ελαφρές βροχοπτώσεις, το θερμό και μετρίως υγρό καλοκαίρι και το ξηρό, δροσερό και παρατεταμένο φθινόπωρο.

1.2.2 Έδαφος

Το βαμβάκι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα μέσης μηχανικής σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία και μέση γονιμότητας. Τα εδάφη πρέπει να έχουν επαρκές βάθος για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, καθόσον το βαμβάκι είναι βαθύριζο φυτό. Να αποφεύγονται τα πολύ υγρά και συνεκτικά με περιορισμένη στράγγιση εδάφη, τα πολύ άγονα και αμμώδη, τα οποία δεν έχουν καλή υδατοϊκανότητα, τα πολύ όξινα ή αλατούχα. Επίσης πολύ γόνιμα εδάφη δεν είναι επιθυμητά, γιατί το φυτό παρουσιάζει μεγάλη βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της καρποφορίας,. Το καλύτερο pH για το βαμβάκι είναι 6,5-7,5. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε πιο όξινα εδάφη (έως και 4,5). Σε pH μικρότερο από 6 τα στοιχεία N, K, P, Ca, Mg- και S γίνονται λιγότερο διαθέσιμα, ενώ αντίθετα τα Mn, Zn, Fe και Cu γίνονται περισσότερο διαθέσιμα και μάλιστα το Mn μπορεί να αποβεί τοξικό για το φυτό.

Θεωρείται ότι το βαμβάκι είναι καλλιέργεια σχετικά ανθεκτική στα άλατα. Δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECe)

εδάφους μέχρι 7,7 dSm-1. Παρατηρήθηκε 10% απώλεια στην απόδοση όταν η ECe υπερéβει το 9,6 και 25% όταν η ECe υπερéβει το 13, ενώ οι απώλειες έφθασαν το 50% σε ECe μεγαλύτερη από 17 dS/m (Si1vertooth κ.ά. 1999). Τα φυτά του βαμβακιού είναι περισσότερο ευαίσθητα στην αλατότητα κατά το φύτευμα, την εγκατάσταση των νεαρών φυτών και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Η αντοχή όμως αυτή που παρουσιάζει η καλλιέργεια δεν πρέπει να ενθαρρύνει τη χρησιμοποίηση νερού άρδευσης με υψηλή αγωγιμότητα γιατί υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας αλατούχων εδαφών.

1.3 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΝΟΣ ΕΤΗΣΙΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Ο κύκλος της καλλιέργειας του βαμβακιού ολοκληρώνεται με τη συγκομιδή, η οποία συμπίπτει χρονικά με τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο. Η έναρξη των εργασιών της νέας καλλιεργητικής περιόδου, για ορισμένους τουλάχιστον τύπους εδαφών, αρχίζει την ίδια περίοδο αμέσως μετά τη συγκομιδή. Τότε, στα αργιλώδη κυρίως εδάφη, πραγματοποιείται όργωμα, το λεγόμενο φθινοπωρινό. Έτσι, η καλλιέργεια κλείνει με τον κύκλο της σε λιγότερο από έξι μήνες, η μέριμνα όμως του καλλιεργητή, για την πραγματοποίηση των διαφόρων καλλιεργητικών εργασιών, διαρκεί όλο το χρόνο.

Βέβαια, στόχος πάντοτε πρέπει να είναι η εκτέλεση μόνον των απολύτως απαραίτητων καλλιεργητικών εργασιών στον κατάλληλο χρόνο και με την επιλογή των ενδεικνυομένων κάθε φορά καλλιεργητικών εργαλείων. Με τις επίκαιρες και ορθές επεμβάσεις αποφεύγεται η 'κακοποίηση' του εδάφους και διαμορφώνονται ευνοϊκές συνθήκες στο εδαφικό περιβάλλον για την απρόσκοπτη ανάπτυξη των βαμβakoφύτων. Εφόσον αυτά τηρηθούν, αναμένεται επίτευξη των τριών κύριων στόχων που είναι πρωίμηση της καλλιέργειας, ικανοποιητική ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και μεγιστοποίηση των αποδόσεων.

Οι βασικές καλλιεργητικές εργασίες, που πρέπει να πραγματοποιούνται, αλλά και ορισμένες που πρέπει να αποφεύγονται, τα συνιστώμενα καλλιεργητικά μέσα και ο πλέον κατάλληλος χρόνος για την εκτέλεση της κάθε εργασίας, σκιαγραφούνται στη συνέχεια.

Το φθινόπωρο, αμέσως μετά τη συγκομιδή, στα βαριά αργιλώδη εδάφη κάνουμε στετελεχοκοπή και όργωμα. Η στελεχοκοπή, πέρα από τη συμβολή της σαν καλλιεργητικό μέτρο στην αντιμετώπιση του ρόδινου σκουληκιού, συμβάλλει και στη διευκόλυνση του οργώματος. Στις περιπτώσεις που τα εδάφη είναι πολύ συμπιεσμένα (πατημένα), αντί του οργώματος να προτιμάται η κατεργασία του εδάφους με υπεδαφοκαλιεργητή (ρίπερ). Περιμετρικά του αγροτεμαχίου και στα κατάλληλα από πλευράς κλίσης σημεία ανοίγουμε αυλάκια για την αποφυγή του πλεονάζοντος νερού, ώστε το χειμώνα να μην έχουμε νεροκρατήματα.

Την περίοδο αυτή αποφεύγουμε να οργώσουμε τα πηλοαμμώδη εδάφη. Αυτά τα εδάφη, με τις βροχές του χειμώνα συμπιέζονται αρκετά, ώστε να χρειάζεται να οργωθούν ξανά την άνοιξη. Επί πλέον, όταν οργώνονται το φθινόπωρο αργούν, την άνοιξη να στεγνώσουν και έτσι καθυστερεί η κατεργασία τους και η σπορά.

Το χειμώνα, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν (αλκυονίδες ημέρες), στα βαριά αργιλώδη εδάφη επεμβαίνουμε με ένα καλλιεργητή σε βάθος 20 -25 εκατοστά. Η εργασία αυτή θα δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες στράγγισης και αερισμού του εδάφους και θα επισπεύσει έτσι την έναρξη των εργασιών προετοιμασίας την άνοιξη.

Την άνοιξη, οργώνουμε τα πηλοαμμώδη εδάφη και όσα άλλα δεν οργώσαμε το φθινόπωρο, επιλέγοντας με προσοχή τον πλέον κατάλληλο χρόνο ώστε αυτά να είναι στο **ρώγο** τους. Το όργωμα του εδάφους στον πλέον κατάλληλο χρόνο, από πλευράς περιεκτικότητας σε υγρασία (ρώγος), είναι αποφασιστικής σημασίας για την παραπέρα εξέλιξη της πορείας της καλλιέργειας. Η καλλιέργεια ενός εδάφους, όταν είναι υγρό ή περισσότερο στεγνό από το κανονικό, δημιουργεί πολλές δυσκολίες στην παραπέρα προετοιμασία του για τη σπορά, αναγκάζει τον παραγωγό σε επιπλέον επεμβάσεις με μηχανήματα οι οποίες και το κόστος ανεβάζουν και το έδαφος καταπονούν (πάτημα, κονιορτοποίηση), οδηγώντας σε μία μη αντιστρέψιμη κατάσταση σε βάρος της ευδοκίμησης της καλλιέργειας.

Στη φάση αυτή και για κάθε τύπο εδάφους όλα είναι έτοιμα για την ολοκλήρωση των εργασιών για τη σπορά.

Η διασπορά του λιπάσματος είναι το πρώτο επόμενο βήμα. Συνήθως γίνεται χρήση λιπασματοδιανομέα περιστρεφόμενου τύπου. Ορισμένοι παραγωγοί επιλέγουν την εφαρμογή γραμμικής λίπανσης συγχρόνως με τη σπορά, μέθοδος που δεν φαίνεται να δίνει στατιστικές διαφορές στην απόδοση σε σχέση με την προηγούμενη. Το λίπασμα ενσωματώνεται στη συνέχεια με τη χρήση δισκοσβάρνας ή καλλιεργητή προετοιμασίας.

Ο ψεκασμός με ζιζανιοκτόνο, είναι το επόμενο στάδιο, εφόσον επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε **προσπαρτικά** ένα ενσωματούμενο σκεύασμα. Φροντίζουμε ο ψεκασμός να γίνει με επιμέλεια και με όλους τους κανόνες που διέπουν την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Κυρίως μεριμνούμε ώστε το ψεκαστικό που θα χρησιμοποιηθεί να διαθέτει καλά, όχι φθαρμένα, μπέκ τύπου σκούπας, να το ρυθμίσουμε να ψεκάζει με χαμηλή πίεση, 2 -2,5 ατμόσφαιρες και να έχουμε κατά νουν ότι η εργασία αυτή πρέπει να εκτελεσθεί σε χρονική στιγμή που δεν φυσάει απαγορευτικός για ψεκασμό αέρας. Η ενσωμάτωση του ζιζανιοκτόνου γίνεται με δύο δισκοσβαρνίσματα σε σταυρωτό πέρασμα ή με τη χρήση του καλλιεργητή προετοιμασίας. Βεβαίως, στη δισκοσβάρνα πρέπει να είναι προσδεδεμένη και η ξύλινη σβάρνα με το ανάλογο πρόσθετο βάρος για την καλλίτερη ισοπέδωση και την ελαφρά συμπίεση του επιφανειακού εδάφους.

Η σπορά πρέπει να γίνεται κατά προτίμηση με πνευματικούς σπορείς, οι οποίοι ρυθμίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς το βάθος σποράς και την ποσότητα του σπόρου κατά στρέμμα Έτσι, διασφαλίζεται καλλίτερο φύτευμα και εξοικονομείται παράλληλα σπόρος. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη ρύθμιση του βάθους σποράς. Η εποχή σποράς, η διαθέσιμη επιφανειακή υγρασία του εδάφους και ο τύπος του εδάφους είναι ορισμένοι από τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του κατάλληλου βάθους τοποθέτησης του σπόρου. Στα εδάφη, που δεν σχηματίζουν επιφανειακά κρούστα μετά από βροχή ή τεχνητή βροχή, σπέρνουμε βαθύτερα για να εξασφαλίσουμε ικανοποιητική διαθέσιμη υγρασία για το φύτευμα του σπόρου. Αντίθετα σε εδάφη που σχηματίζουν κρούστα (πετσιαζούν) σπέρνουμε πολύ ρυχότερα. Ακόμη η ρύθμιση του σπορέα πρέπει, μεταξύ των

άλλων, να αποσκοπεί και στην αποφυγή διάνοιξης αυλάκων επί της γραμμής σποράς. Σε τέτοιες περιπτώσεις αυξάνουν οι πιθανότητες να ξεφύγουν από τον έλεγχο του ζιζανιοκτόνου που ενσωματώθηκε και να φυτρώσουν επί της γραμμής σποράς ζιζάνια, που μόνον με δαπανηρή χειρονακτική εργασία αντιμετωπίζονται.

Η εφαρμογή **ζιζανιοκτόνου επιφανειακά** γίνεται αμέσως μετά τη σπορά ή τις πρώτες ημέρες που ακολουθούν, αλλά οπωσδήποτε πριν την έναρξη του φυτρώματος η επέμβαση αυτή γίνεται στην περίπτωση που δεν εφαρμόσαμε προσπαρτικά ενσωματούμενο ζιζανιοκτόνο ή ακόμη και όταν επιλέξουμε τη μέθοδο της διπλής ζιζανιοκτονίας, δηλαδή ενσωμάτωση πριν τη σπορά και επιφανειακή εφαρμογή μετά. Με την ευκαιρία υπογραμμίζεται ότι η διπλή εφαρμογή έχει ορισμένα πλεονεκτήματα ως προς τα αποτελέσματα, καθώς η μία εφαρμογή καλύπτει τυχόν μειονεκτήματα ή πλείεις της άλλης και αντιθέτως. Τα επιφανειακά ζιζανιοκτόνα για να έχουν αποτέλεσμα χρειάζεται να ακολουθήσει βροχή ή τεχνητή βροχή. Κατά συνέπεια εάν δεν αναμένεται βροχή ή δεν βρέξει τις επόμενες, 8 ημέρες πρέπει να εφαρμόσουμε ένα ελαφρό πότισμα.

Το πότισμα για τη διευκόλυνση του **φυτρώματος** είναι απολύτως απαραίτητο σε ορισμένους τύπους εδαφών, ενώ αποφεύγεται σε άλλα εδάφη στα οποία εύκολα σχηματίζεται επιφανειακή κρούστα που παρεμποδίζει την έξοδο των φυταρίων και πολύ συχνά οδηγεί στην αποτυχία του φυτρώματος. Αυτό το πότισμα διευκολύνει συγχρόνως και τη δράση του ζιζανιοκτόνου, όπου εφαρμόσθηκε επιφανειακή ζιζανιοκτονία. Πολύ συχνά, το πρώτο αυτό πότισμα δεν χρειάζεται γιατί την περίοδο της άνοιξης έχουμε βροχοπτώσεις, οι οποίες, εντούτοις, πολλές φορές είναι οδυνηρές για την εξέλιξη του φυτρώματος γιατί δημιουργούν κρούστα σε ορισμένους τύπους εδαφών και γιατί συνήθως συνοδεύονται με πτώση των θερμοκρασιών με αποτέλεσμα να καθυστερεί το φύτεμα και να αναπτύσσονται σηψιριζίες που ευνοούνται και από την αυξημένη εδαφική υγρασία.

Το σπάσιμο της κρούστας (ξεπέτσιασμα), που δημιουργείται πολύ συχνά εξαιτίας βροχοπτώσεων, γίνεται για τη διευκόλυνση του φυτρώματος και την αποφυγή επανασπορών. Γίνεται με διάφορα εργαλεία αυτοσχέδια ή όχι, μηχανοκίνητα ή χειροκίνητο. Είναι τα γνωστά με τα ονόματα 'κατσικοπόδαρα' ή 'ξετσιπωτήρια'.

Τα **σκαλίσματα** που γίνονται το χρονικό διάστημα που ακολουθεί το φύτευμα έχουν διάφορους στόχους. Όταν γίνονται για την καταστροφή αποκλειστικά και μόνον των ετήσιων ζιζανίων πρέπει να είναι ελαφρά, επιπόλαια, για να μη φέρνουν στην επιφάνεια χώμα από βαθύτερα στρώματα που οδηγεί στο φύτευμα νέων ζιζανίων. Όταν γίνονται για την καταστροφή άλλων πολυετών ζιζανίων (βέλιουρας, κύπερη, αγριάδα κ.λ.π) πρέπει να είναι βαθύτερα. Βαθιά ακόμα πρέπει να είναι τα σκαλίσματα όταν επιδιώκουμε να μειώσουμε ζημιές από σιδηροσκούληκα ή και τέλος όταν οι νεαρές φυτείες μας απειλούνται από σηψηριζίες λόγω αυξημένης εδαφικής υγρασίας.

Όταν δεν υπάρχει συγκεκριμένος λόγος πρέπει να αποφεύγουμε να σκαλίζουμε, ενώ πάντοτε πρέπει να εκτελούμε την εργασία αυτή με μικρούς, ελαφρού τύπου ελκυστήρες για να μη συμπιέζουμε το έδαφος.

Το πρώτο **κύριο πότισμα** γίνεται λίγο πριν την εμφάνιση των πρώτων καρποφόρων οργάνων. Με αυτό επιδιώκουμε να δώσουμε τη δυνατότητα στα βαμβακόφυτα να αποκτήσουν ικανοποιητική ανάπτυξη και να σχηματίσουν τα πρώτα χτένια στο επιθυμητό ύψος, ώστε αργότερα να διευκολύνεται η μηχανοσυλλογή. Επισημαίνεται ότι οι βαμβακοσυλλεκτικές μηχανές αδυνατούν να συλλέξουν το βαμβάκι καρυδιών που σχηματίζονται πολύ κοντά στο έδαφος. Σε ορισμένους τύπους εδαφών (πηλοαμμώδη) αυτό το πρώτο πότισμα δεν χρειάζεται γιατί η ανάπτυξη των βαμβακοφύτων είναι δεδομένη και χωρίς αυτό.

Οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται είναι κατά σειρά αξιολόγησης η στάγδην άρδευση, η τεχνητή βροχή με κοινά μπέκ, η άρδευση με τα αυτοπρωθούμενα αρδευτικά συγκροτήματα με φερόμενη ράμπτα (καρούλια), η άρδευση με εκτοξευτήρες μεγάλης απόστασης (κανόνια) και τέλος η κατάκλιση με αυλάκια που ανοίγονται με αυλακωτήρες μεταξύ των γραμμών. Η κατάκλιση εφαρμόζεται κυρίως στις περιοχές όπου υπάρχουν αρδευτικά δίκτυα με επιφανειακή ροή νερού.

Ο τύπος του εδάφους, οι επικρατούσες κάθε φορά συνθήκες θερμοκρασίας, βροχοπτώσεων και έντασης ανέμων, η χρονική περίοδος (διάρκεια ημέρας) και το στάδιο της ανάπτυξης των φυτών είναι ορισμένοι από

τους παράγοντες που καθορίζουν την συχνότητα τον αριθμό και την ποσότητα του νερού για τα επόμενα ποτίσματα. Χρειάζεται εν προκειμένω

ιδιαίτερη προσοχή γιατί έστω και ένα λανθασμένο πότισμα (π.Χ. υπερβολική ποσότητα νερού) μπορεί να ζημιώσει ανεπανόρθωτα τη φυτεία (γενικό κιτρίνισμα βλαστομανία, πτώση ανθοφόρων οργάνων κ.λ.π).

Οι ψεκασμοί πρέπει να γίνονται μόνον όταν υπάρχει πραγματικός στόχος. Υπήρξαν κατά καιρούς καλλιεργητικές περίοδοι, που η βαμβακοκαλλιέργεια δεν χρειάστηκε ούτε ένα ψεκασμό. Οι λεγόμενοι 'προληπτικοί' ψεκασμοί που υποδεικνύονται και πολλές φορές γίνονται δεν πρέπει να έχουν θέση στην καλλιέργεια του βαμβακιού γιατί διαταράσσουν την ισορροπία του αγροσυστήματος, εξοντώνουν την ωφέλιμη πανίδα και υποβοηθούν συχνά την ανάπτυξη πληθυσμών εχθρών της καλλιέργειας που υπό διαφορετικές συνθήκες δέντρα υπήρχαν.

Η αποφύλλωση, τελευταία επέμβαση πριν τη συγκομιδή, είναι καθοριστικής σημασίας για την καταληκτική έκβαση της καλλιέργειας. Πρέπει να γίνεται όταν έχει ανοίξει τουλάχιστον το 50 -60% των καρυδιών. Με την αποφύλλωση η φυτεία "αερίζεται", αποβάλλεται γρηγορότερα η υγρασία και επιταχύνεται το άνοιγμα των καρυδιών. Έτσι, επισπεύδεται η συγκομιδή, συγκομίζεται πολύ περισσότερο προϊόν με το πρώτο χέρι, αυξάνεται η απόδοση εργασίας της βαμβακοσυλλεκτικής μηχανής, ελαχιστοποιούνται οι απώλειες κατά τη συγκομιδή και, τέλος, το συγκομιζόμενο προϊόν έχει πολύ λιγότερες ξένες ύλες, είναι απαλλαγμένο από πράσινα φύλλα που κηλιδώνουν τις ίνες, έχει χαμηλότερη υγρασία και επομένως αποθηκεύεται με ασφάλεια.

Η συγκομιδή εδώ και χρόνια γίνεται πλέον αποκλειστικά με τη χρήση βαμβακοσυλλεκτικών μηχανών. Μόνο σε ελάχιστες εξαιρετικές περιπτώσεις ξηρικών φυτειών η συγκομιδή γίνεται με το χέρι. Για την ασφαλή αποθήκευση του προϊόντος η συλλογή πρέπει να γίνεται τις ώρες του εικοσιτετράωρου που η υγρασία είναι σε χαμηλά επίπεδα. Ορισμένες φορές, όταν επικρατούν ευνοϊκοί άνεμοι, η συγκομιδή μπορεί και συνεχίζεται όλο το εικοσιτετράωρο. Ωστόσο, αν για οποιοδήποτε λόγο συγκομισθεί προϊόν με αυξημένη υγρασία, που δεν επιτρέπει την ασφαλή αποθήκευση, αυτό πρέπει να οδηγηθεί κατ' ευθείαν στα εκκοκκιστήρια.

1.3.2. Λίπανση

Η συνήθης προτεινόμενη λίπανση του βαμβακιού είναι με 10-14

μονάδες αζώτου και 6-8 μονάδες φωσφόρου ανά στρέμμα. Σε εδάφη που είναι φτωχά σε κάλιο (αποδεικνύεται με εδαφοανάλυση) συνιστάται και χορήγηση 6-8 μονάδων καλίου ανά στρέμμα. Για το λόγο αυτό, στο βαμβάκι χρησιμοποιείται συνήθως λίπασμα του τύπου 20-10-0 του τύπου 20-10-10 (αν πρόκειται για εδάφη φτωχά σε κάλιο και σε ποσότητες 60- 70 χγρ/στρ).

Το λίπασμα σκορπίζεται ομοιόμορφα σ' όλη την επιφάνεια του καλά προετοιμασμένου εδάφους, λίγο πριν τη σπορά, και ενσωματώνεται μεαλλιεργητή ή δισκοσβάρνα σε βάθος 3-8 εκ. Μεο ίδιο πέρασμα του καλλιεργητή ή της δισκοσβάρνας γίνεται και η ενσωμάτωση του προσπαρτικού ζιζανιοκτόνου (αν υπάρχει λόγος χρήσης τέτοιου ζιζανιοκτόνου), το οποίο έχει προηγουμένως ψεκάσθει ομοιόμορφα σ' όλη την επιφάνεια του εδάφους.

Σε καλές χρονιές με πρώιμες σπορές και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει κίνδυνος από οψίμιση του βαμβακιού μπορεί να γίνει και επιφανειακή λίπανση με 3-5 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται 15-20 χγρ/στρ νιτρικής αμμωνίας ή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας (στα όξινα εδάφη). Η λίπανση αυτή γίνεται πριν από το πότισμα ανάπτυξης, εφόσον τα φυτά δείχνουν να τη χρειάζονται (κακή ανάπτυξη) και το αργότερο μέχρι την έναρξη της ανθοφορίας.

Σε καλλιέργειες που αρδεύονται με "σταγόνες" γίνεται η ίδια βασική λίπανση και συμπληρώνεται με τρεις υδρολιπάνσεις στα αντίστοιχα ποτίσματα από την εμφάνιση των πρώτων λουλουδιών και μετά. Σε κάθε υδρολίπανση χρησιμοποιούνται 1,5-2 χγρ/στρ ουρία ή 2-3 χγρ/στρ νιτρική αμμωνία. Εναλλακτικά, μπορεί να μειωθούν Οι μονάδες του αζώτου στη βασική λίπανση(π.χ. 40 χγρ/στρ 11-15-15) και να αναπληρωθούν με μεγαλύτερες δόσεις αζώτου κατά τις υδρολιπάνσεις.

Η σημασία της λίπανσης

Το άζωτο επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη και απόδοση του βαμβακιού. Με προσθήκη αζώτου μεγαλώνει το ύψος των φυτών και παράγονται περισσότεροι ανθοφόροι κλάδοι, άνθη και καρύδια. Ευνοϊκή είναι επίσης η επίδραση του αζώτου στο βάρος του καρυδιού, των σπόρων και των ινών ανά σπόρο. Οι ιδιότητες των ινών και η καταλληλότητά τους για νηματοποίηση δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την προσθήκη αζώτου. Προσθήκη αζώτου σε μεγαλύτερες από τις αναγκαίες ποσότητες, όμως,

μπορεί να έχει ανεπιθύμητες επιδράσεις, όπως πλούσια χυμώδη βλάστηση χωρίς καρποφορία και οψιμση της παραγωγής.

Επομένως, η ποσότητα του αζώτου που πρέπει να δίνεται με τη λίπανση (αναφέρθηκε ενδεικτικά παραπάνω), χρειάζεται προσοχή και για καλύτερα αποτελέσματα χωρίς ανεπιθύμητες επιδράσεις θα πρέπει αυτή να καθορίζεται κατά περίπτωση ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους, την παραγωγικότητα της ποικιλίας, το χρόνο σποράς, τις δυνατότητες άρδευσης κ.λπ.

Ο φώσφορος επηρεάζει πολύ την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και μόνο έμμεσα την ανάπτυξη του υπεργείου μέρους και την απόδοση. Μια άλλη σημαντική επίδραση του φωσφόρου είναι ότι προωμίζει την παραγωγή. Έλλειψη φωσφόρου στο έδαφος προκαλεί περιορισμό στην ανάπτυξη της ρίζας και μεγάλη καθυστέρηση στην καρποφορία και ωρίμανση.

Το κάλιο είναι επίσης σημαντικό για το βαμβάκι και η προσθήκη του με τη λίπανση, σε χωράφια που έχουν έλλειψη, μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης.

Το βαμβάκι, βέβαια, όπως και τα άλλα καλλιεργούμενα φυτά, χρειάζεται πολλά ακόμα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, τα οποία συνήθως υπάρχουν σε επαρκείς ποσότητες στο έδαφος και δεν είναι απαραίτητη η προσθήκη τους με τη λίπανση. Μερικές φορές παρατηρείται έλλειψη μαγνησίου, οπότε συνιστάται και η χορήγηση καλιομαγνησιούχου λιπάσματος (για ταυτόχρονη διόρθωση και της έλλειψης καλίου) ή ενός άλλου λιπάσματος που περιέχει μαγνήσιο σε υδατοδιαλυτή μορφή (1-5 μονάδες ανά στρέμμα).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, συνήθως για τη γρήγορη διόρθωση κάποιας ήπιας έλλειψης στοιχείου ή ιχνοστοιχείου, μπορεί να γίνει και εφαρμογή υδατοδιαλυτών λιπασμάτων από το φύλλωμα (διαφυλλική λίπανση).

1.3.3 Ζιζανιοκτονία

Τα φυτά του βαμβακιού είναι εξαιρετικά βραδείας ανάπτυξης στα πρώτα στάδια μετά το φύλλωμα. Παράλληλα, δεν υπάρχουν για την καλλιέργεια αυτή πολλές δυνατότητες εκλεκτικής μεταφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τον αραβόσιστο ή τα ζαχαρότευτλα. Έτσι,

στην περίπτωση του βαμβακιού χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των ζιζανίων από τη σπορά και κατά τις πρώτες εβδομάδες μετά το φύτευμα. Αν δεν παρθούν τα κατάλληλα μέτρα έγκαιρα, τα ζιζάνια αποκτούν προβάδισμα έναντι των φυτών του βαμβακιού κατά την κρίσιμη αυτή περίοδο και η καλλιέργεια θα καταλήξει πιθανότατα σε αποτυχία.

Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητη στο βαμβάκι η εφαρμογή ενός ή περισσοτέρων προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων, κατά τη σπορά (ή λίγο πριν ή μετά από αυτή, αλλά οπωσδήποτε πριν το όργωμα). Με τα ζιζανιοκτόνα αυτά επιδιώκουμε μείωση ή και την καθυστέρηση της βλάστησης των ζιζανίων ώστε να προλάβουν τα φυτά του βαμβακιού να εγκατασταθούν και να ανταγωνισθούν τα ζιζάνια. Συμπληρωματική καταπολέμηση των ζιζανίων στη συνέχεια επιτυγχάνεται με τα σκαλίσματα ή αν είναι απαραίτητο και με περιορισμένη εφαρμογή μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων σε ορισμένες περιπτώσεις.

Η σωστή επιλογή και η σωστή εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχημένη αντιμετώπιση των ζιζανίων στο βαμβάκι.

Τα σπουδαιότερα ζιζάνια που απαντώνται στα βαμβακοχώραφα της Ελλάδας είναι: αγριοντοματιά (*Solanum nigrum*), αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*), λουβουδιά (*Chenopodium album*), τάτουλας (*Datura stramonium*), αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*), αγριάδα (*Cynodon dactylon*), βέλιουρας (*Sorghum halepense*), κύπερη (*Cyperus spp.*).

1.4 Άρδευση

Από εκτιμήσεις που έχουν γίνει, Οι μέσες συνολικές ανάγκες του βαμβακιού για νερό υπολογίζονται σε περίπου 700 χιλιοστά. Οι ανάγκες είναι σχετικά μικρές και δεν ξεπερνούν το 10% των συνολικών κατά τη βλαστική περίοδο, ενώ είναι υψηλές (γύρω στο 50-60% των συνολικών) κατά την περίοδο της άνθησης και μειώνονται πάλι στη συνέχεια. Οι ημερήσιες ανάγκες του βαμβακιού για νερό με την πρόοδο των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της

καλλιέργειας.

Η κατανάλωση από το βαμβακόφυτο είναι ελάχιστη κατά το φύτερωμα και αυξάνει συνεχώς παρουσιάζοντας ένα μέγιστο την εποχή της πλήρους καρποφορίας. Τα μικρά φυτά καταναλώνουν 2-2,5 m³ /στρ. νερό την ημέρα. Στην περίοδο που σχηματίζονται τα χτένια, η ημερήσια κατανάλωση φτάνει τα 3-5 m³ /στρ., την περίοδο της ανθοφορίας και του σχηματισμού των καρυδιών η κατανάλωση φτάνει τα 7-10 m³ /στρ. Τέλος, στην περίοδο της ωρίμανσης των καρυδιών η κατανάλωση μειώνεται στα 3-5 m³ /στρ. Ένα στρώμα εδάφους βάθους ενός μέτρου, συγκρατεί περίπου 190-230 m³ /στρ. νερού όταν είναι ελαφρύ (αμμοαργιλώδες) και 320-360 m³ /στρ. όταν είναι συνεκτικό (αργιλώδες). Η κανονική ανάπτυξη της φυτείας γίνεται όταν το ωφέλιμο νερό διατηρείται στα 50-70% της υδατοχωρητικότητας.

Είναι φανερό, επομένως, ότι έλλειψη επαρκούς εδαφικής υγρασίας κατά τη βλαστική περίοδο και την περίοδο της ωρίμανσης θα προκαλέσει μικρότερη μείωση της παραγωγής από εκείνη που θα προκληθεί όταν η έλλειψη υγρασίας συμπέσει με την περίοδο της ανθοφορίας και της δημιουργίας των καρυδιών.

Η εποχή αρδεύσεως, η συχνότητα και η ποσότητα νερού στην κάθε άρδευση είναι παράγοντες που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την πρωιμότητα, το ύψος και την ποιότητα της παραγωγής και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως τη μηχανική σύσταση του εδάφους, την ποικιλία, την πρωιμότητα της φυτείας, τη λίπανση κ.α.

1.4.1 Προγραμματισμός αρδεύσεων

Γενικά, το βαμβάκι χρειάζεται αρκετή εδαφική υγρασία για να έχει σωστή ανάπτυξη και καλή παραγωγή. Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη εδαφική υγρασία ανάλογα με το στάδιο της καλλιέργειας. Λάθος προγραμματισμός των αρδεύσεων μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα.

Κατά τη σπορά, πρέπει να υπάρχει ικανοποιητική εδαφική υγρασία για το φύτερωμα και την εγκατάσταση των φυτών.

Κατά τη βλαστική περίοδο, η διαθέσιμη εδαφική υγρασία σε βάθος 75 εκ. δεν πρέπει να εξαντλείται περισσότερο από 50%. Μεγαλύτερη εξά-

ντληση της διαθέσιμης υγρασίας θα μειώσει την ανάπτυξη των φυτών. Αν αργότερα χορηγηθούν άφθονες ποσότητες νερού θα προκύψει έντονη βλαστική ανάπτυξη που θα οψιμίσει την παραγωγή.

Επάρκεια νερού είναι εντελώς απαραίτητη πριν και κατά τη διάρκεια του **σχηματισμού των χτενιών**.

Άφθονες αρδεύσεις που συνεχίζονται στη διάρκεια του **ανοίγματος των ανθέων** και του **σχηματισμού των καρυδιών** οδηγούν σε υπερβολική ανάπτυξη και παραγωγή, με ταυτόχρονη καθυστέρηση στο χρόνο ωρίμασης.

Αντίθετα, έντονη έλλειψη υγρασίας κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών. Μεταγενέστερες όμως αρδεύσεις μπορούν να αναπληρώσουν τη δυσμενή αυτή επίδραση.

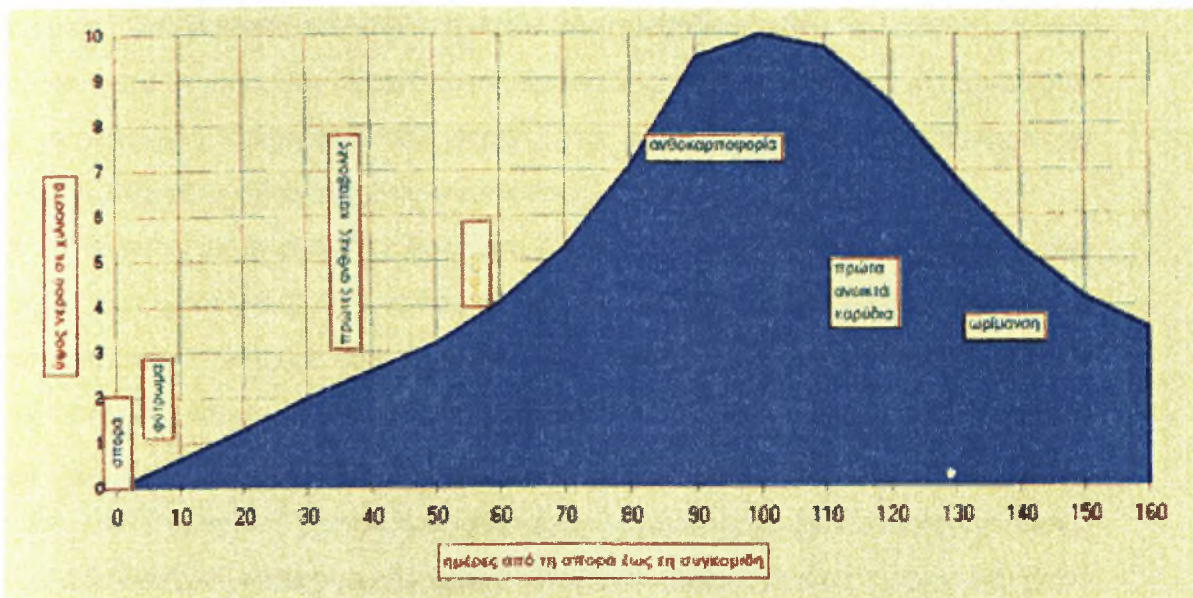
Κατά την ανθοφορία, οι αρδεύσεις πρέπει να χεδιάζονται έτσι ώστε η βλαστική ανάπτυξη του υτού να μην είναι σε βάρος της παραγωγής. Ελλειμμα υγρασίας από την αρχή έως την πλήρη ανθοφορία έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις στη μείωση της παραγωγής απ' ό,τι έχει μετά την πλήρη ανθοφορία.

Αν το έλλειμμα υγρασίας μεταξύ της ανθοφορίας και της αρχής του σχηματισμού των καρυδιών είναι μεγάλο, τότε θα έχουμε υπερβολική πτώση καρυδιών.

Μέτριο έλλειμμα υγρασίας κατά την ανθοφορία σε σημείο που δεν εμποδίζει την βλαστική ανάπτυξη του φυτού, οδηγεί σε υψηλές παραγωγές παρά τη μείωση του αριθμού των ανθέων.

Κατά την περίοδο του **σταδίου των καρυδιών**, α έδαφος πρέπει να είναι επαρκώς εφοδιασμένο με νερό. Υπερβολική όμως υγρασία κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού καθυστερεί το άνοιγμα των καρυδιών και ευνοεί τις σήψεις αυτών.

Πριν από την ωρίμανση πρέπει να γίνεται διακοπή των αρδεύσεων. Ο χρόνος διακοπής εξαρτάται από την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος της καλλιέργειας και τις απαιτήσεις εξαίτησης.



1.4.2 Μέθοδοι άρδευσης

Αντικειμενικός σκοπός της άρδευσης του βαμβακιού είναι η αναπλήρωση της υγρασίας του εδάφους που εξαντλήθηκε με την εξατμισοδιαπνοή.

Η άρδευση μπορεί να είναι με **σταγόνες (στάδην άρδευση)**, **τεχνητή βροχή με κοινά μπέκ** με τα αυτοπροωθούμενα αρδευτικά συκροτήματα φερόμενης ράμπας (**καρούλια**) με εκτοξευτήρες μεγάλης απόστασης (**κανόνια**) και τέλος η **κατάκλυση με αυλάκια** που α'οίγονται με αυλακωτήρες μεταξύ των γραμμών.

Η επιλογή της μεθόδου άρδευσης πρέπει να, στηριχθεί στη μελέτη διαφόρων παραγόντων όπως η τοπογραφία, η μηχανική σύσταση του εδάφους, οι δαπάνες εγκατάστασης, οι δαπάνες λειτουργίας του συστήματος, η εξοικονόμηση νερού και η ομοιόμορφη εφαρμογή αυτού. Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη και ειδικά θέματα που αφορούν την πιθανή ανάγκη ισοπέδωσης του χωραφιού, την επίδραση από τον άνεμο, τη δυνατότητα χρήσης και συντήρησης του συστήματος από τον παραγωγό κ.ά.

Η υιοθέτηση μεθόδων άρδευσης, χωρίς τη μελέτη των παραπάνω παραγόντων και τη συμβουλή των ειδικών, θα οδηγήσει σε αστοχίες που θα επιβαρύνουν οικονομικά τον παραγωγό, θα σπαταλήσουν χρήσιμους υδατικούς πόρους και θα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια, η **άρδευση** του βαμβακιού με **σταγόνες** έχει επεκταθεί σημαντικά και καλύπτει μεγάλο ποσοστό της καλλιεργούμενης έ-

κτασης. Τα βασικά **πλεονεκτήματα** της μεθόδου είναι η οικονομία του αρδευτικού νερού και η ομοιομορφία άρδευσης. Προκειμένου να εξασφαλισθεί η ομοιόμορφη εφαρμογή του νερού στο χωράφι πρέπει το σύστημα να σχεδιάζεται από ειδικευμένους γεωπόνους.

Επειδή με τη στάγδην άρδευση δεν διαβρέχεται παντού το επιφανειακό στρώμα του εδάφους, σε χρονιές με ξηρό καλοκαίρι μπορεί να επιμηκυνθεί η υπολειμματική διάρκεια των ζιζανιοκτόνων στο έδαφος και να παρατηρηθούν τοξικότητες στην επόμενη καλλιέργεια αν αυτή είναι ευαίσθητη στα υπολείμματα (βιομηχανική τομάτα, πεπόνι, καρπούζι κ.ά.). Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι χαμηλότερες συνιστώμενες δόσεις των ζιζανιοκτόνων και πριν σπαρεί η επόμενη καλλιέργεια να προηγείται βαθύ όργωμα του χωραφιού.

Οι σταλακτηφόροι σωλήνες τοποθετούνται σε κάθε δεύτερη γραμμή βαμβακιού, αρδεύοντας ταυτόχρονα δύο σειρές. Τοποθετούνται στον αγρό μετά το τελευταίο σκάλισμα όταν αρχίζουν τα ποτίσματα καρποφορίας ενώ για τα προηγούμενα ποτίσματα η μέθοδος δεν θεωρείται αποτελεσματική. Αυτό συμβαίνει επειδή το ριζικό σύστημα των φυτών δεν είναι ανεπτυγμένο και η απορρόφηση του νερού από τα φυτά γίνεται πιο δύσκολα. Επιπλέον, επειδή έχει προηγηθεί μία περίοδος αρκετά ξηρή και από το έδαφος έχει φύγει μία μεγάλη ποσότητα νερού, επιβάλλεται να γίνει άρδευση με καταιονισμό ώστε να έρθει το έδαφος σε κατάσταση κορεσμού με νερό, να φτάσει σε επίπεδα υδατοϊκανότητας και στη συνέχεια να ακολουθήσει η στάγδην άρδευση.

Σε ότι αφορά την άρδευση με **κατάκλυση**, μεγάλη σημασία έχει η καλή ισοπέδωση του χωραφιού. Η τεχνολογία των laser έδωσε τη δυνατότητα στους παραγωγούς να δημιουργούν επίπεδα ομοιόμορφης κλίσης και να επιτυγχάνουν οικονομία νερού, αύξηση παραγωγής και προστασία του περιβάλλοντος.

1.4.3 Επιφανειακή στάγδην άρδευση

1.4.3.1 Πλεονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης

- **Πρωίμιση της παραγωγής:** ένα από τα ευνοικότερα αποτελέσματα της έλλειψης stress στα φυτά με την άρδευση με σταγόνες είναι ότι αναπτύσσονται ομοιόμορφα και φτάνουν έτσι στην ωρίμανση νωρίτερα

από εκείνα που ποτίζονται με άλλες μεθόδους. Έτσι επιτυγχάνεται και πρωίμιση και αύξηση των αποδόσεων.

- **Οικονομία νερού:** το σύστημα παρουσιάζει το μικρότερο βαθμό απωλειών τόσο κατά την μεταφορά του νερού όσο και κατά την εφαρμογή του. Η εξοικονόμηση νερού είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την άρδευση με καταιονισμό και 50% από τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης.
- **Οικονομικά και ενεργειακά οφέλη:** το κόστος εγκατάστασης ενός σταθερού συστήματος άρδευσης με σταγόνες συνήθως είναι υψηλότερο από τις άλλες μεθόδους. Αυτό είναι οπωσδήποτε ένα μειονέκτημα της μεθόδου το οποίο όμως αντισταθμίζεται από το κόστος άντλησης και το κόστος εργασίας που είναι χαμηλότερο.
- **Μερική διαβροχή του εδάφους:** Με την στάγδην άρδευση το νερό εφαρμόζεται τοπικά στην καλλιέργεια με αποτέλεσμα μόνο ένα τμήμα του εδάφους να διαβρέχεται. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι περιορίζεται σημαντικά η εξάτμιση από το έδαφος
- **Διατήρηση ξηρού φυλλώματος:** το ξηρό φύλλωμα καθυστερεί την ανάπτυξη πολλών παθογόνων μικροοργανισμών στα φυτά.
- **Εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων:** κατά την άρδευση με σταγόνες είναι δυνατόν να προστεθούν στο νερό άρδευσης λιπάσματα, διαδικασία η οποία έχει διάφορα προτερήματα έναντι των άλλων μεθόδων ως προς την οικονομία χρήματος και εργατικών χεριών.
- **Εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη:** ένα από τα πλεονεκτήματα της άρδευσης με σταγόνες είναι ότι μπορούν να αρδευτούν περιοχές στις οποίες οι άλλες μέθοδοι δεν μπορούν να εφαρμοστούν.
- **Άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων:** με την πολύ μικρή παροχή που απαιτείται με την άρδευση ποτίζονται συγχρόνως με μια δεδομένη παροχή αναλογικά μεγαλύτερες εκτάσεις από ότι στα άλλα συστήματα.

1.4.3.2 Μειονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης

- **Κόστος εγκατάστασης:** οπωσδήποτε το κόστος της πρώτης εγκατάστασης θα είναι υψηλό, οι παρατηρούμενες όμως υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών σε συνδυασμό με το κόστος λόγω της

βιομηχανικής παραγωγής των σωληνώσεων και άλλων εξαρτημάτων, τείνουν να εμφανίσουν αμελητέο το εν λόγω μειονέκτημα

- **Συσσωρευση αλάτων:** τα άλατα συσσωρεύονται στην περιφέρεια της υγρής ζώνης

1.4.4 Υπόγεια στάγδην άρδευση

Γενικά για την υπόγεια: η υπόγεια άρδευση είναι μια παραλλαγή της παραδοσιακής άρδευσης με σταγόνες όπου οι σταλακτηφόροι αγωγοί θάβονται σε κάποιο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ανάλογα με την καλλιέργεια. Η υπόγεια στάγδην άρδευση σήμερα εφαρμόζεται με διάφορες μεθόδους. Υπάρχουν μόνιμα και μη μόνιμα συστήματα. Τα μόνιμα συστήματα είναι αυτά που τοποθετούνται μία φορά στο έδαφος. Εφαρμόζονται σε δενδρώδεις καλλιέργειες και σε αμπέλια. Μπορούν να εφαρμοστούν και σε αροτραίες καλλιέργειες, αλλά σε συνδυασμό με μειωμένη κατεργασία του εδάφους. Αυτό το μοντέλο καλλιέργειας φαίνεται ότι ταιριάζει πολύ με το υπόγειο σύστημα άρδευσης γιατί από τη μια πλευρά μειώνει τα έξοδα εγκατάστασης για κάθε χρόνο καλλιέργειας ενώ από την άλλη έχει μειωμένες εισροές στο σύστημα. Μειονεκτεί ως προς τις βλάβες από τη συμπίεση του εδάφους στους σταλακτηφόρους σωλήνες και η δύσκολη επιδιόρθωσή τους. Τα μη μόνιμα συστήματα είναι αυτά που τοποθετούνται κάθε φορά πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Μεγάλη σημασία έχει και το βάθος τοποθέτησης του συστήματος, το οποίο εξαρτάται από την καλλιέργεια και τις ιδιότητες του εδάφους. Έτσι στα αμμώδη εδάφη το βάθος εγκατάστασης είναι πιο μικρό σε σχέση με τα λεπτόκοκκα εδάφη, επειδή το τριχοειδές φαινόμενο στο οποίο βρίσκεται εφαρμογή η υπεδάφια άρδευση, έχει πιο μικρά μεγέθη στα αμμώδη απ'ότι στα αργιλώδη εδάφη.

Ο σχεδιασμός είναι ο ίδιος με αυτόν της επιφανειακής στάγδην άρδευσης με την προϋπόθεση ότι θα γίνει πιο σχολαστική εγκατάσταση για τον καλύτερο καθαρισμό του νερού με φίλτρα έτσι ώστε να αποφευχθούν οι εμφράξεις στους σταλάκτες. Τα φίλτρα ανάλογα με την ποιότητα του νερού είναι υδροκυκλωνικά αν το νερό περιέχει άμμο, φίλτρα σίτας αν έχουμε φερτά

υλικά και φίλτρα χαλικιών αν το νερό περιέχει πολλές οργανικές ενώσεις και προέρχεται κυρίως από επιφανειακά συστήματα.

Η χρήση νερού με μειωμένη περιεκτικότητα σε άλατα θεωρείται ευνοϊκή για όλα τα συστήματα στάγδην άρδευσης. Ειδικά για το υπόγειο σύστημα η συσσώρευση αλάτων στο ριζικό σύστημα των φυτών κάθε άλλο παρά ευνοϊκή είναι.

Η ευαισθησία του συστήματος επιβάλλει τις προσεκτικές κινήσεις των μηχανημάτων στον αγρό. Τα μηχανήματα δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα βαριά ώστε να μη δημιουργούν μεγάλη συμπίεση στο έδαφος με αποτέλεσμα την φθορά του συστήματος.

Η εγκατάσταση του συστήματος αποτελεί και το μεγάλο πρόβλημα για την περαιτέρω εξάπλωση του. Το μεγάλο κόστος προέρχεται από το γεγονός ότι οι σταλακτηφόροι σωλήνες πρέπει να τοποθετηθούν σε μεγάλο βάθος μέχρι 45-50 εκ., μέσα στο έδαφος.

1.4.4.1 Πλεονεκτήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης

- **Μείωση της εξάτμισης** λόγω δυνατών ανέμων από την επιφάνεια του εδάφους
- Πλήρης αυτοματισμός της άρδευσης.
- **Χρήση αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα** και μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων στο βάθος του ενεργού ριζοστρώματος της καλλιέργειας.
- Μείωση των απωλειών εξάτμισης μέχρι και 25% σε σχέση με την επιφανειακή στάγδην άρδευση.
- **Μείωση του αριθμού ζιζανίων** λόγω της μειωμένης επιφανειακής υγρασίας.
- **Μείωση των φθορών** των αναλώσιμων υλικών λόγω μειωμένης έκθεσής τους στις καιρικές συνθήκες και στα τρωκτικά.

- **Μείωση των αναγκών σε πίεση** λειτουργίας και κατά συνέπεια και σε ενέργεια.
- Μεγάλο τέλος πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι είναι **ένα μόνιμο σύστημα άρδευσης** το οποίο δεν χρειάζεται κάθε χρόνο εγκατάσταση στον αγρό.

1.4.4.2 Μειονεκτήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης

- Μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης.
- Πιθανότητα ζημιάς από τα τρωκτικά.
- Δύσκολη συντήρηση και επιδιόρθωση του συστήματος.
- Κίνδυνος συσσώρευσης αλάτων μεταξύ των σταλακτηφόρων.
- Οριακή η κίνηση του νερού σε χονδροκόκκα εδάφη

1.4.5 Ποιότητα νερού

Η μεγάλη αντοχή της καλλιέργειας στα αλάτια δεν πρέπει να ενθαρρύνει στη χρήση νερών υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, γιατί υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας αλατούχων εδαφών. Για το λόγο αυτό θεωρείται απαραίτητη η έκπλυση των εδαφών όταν Οι βροχοπτώσεις του χειμώνα δεν επαρκούν. Ηλεκτρική αγωγιμότητα 5,3 mmhos/cm δεν προκαλεί μείωση της παραγωγής. Τιμές της αγωγιμότητας από 6,7-19 mmhos/cm προκαλούν μείωση της παραγωγής που κυμαίνεται από 90-100%. Σε ότι αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους, το βαμβάκι δεν επηρεάζεται από τιμές που φθάνουν τα 7,7 mmhos/cm.

1.4.6 Αντιμετώπιση έλλειψης αρδευτικού νερού

Όταν η διαθέσιμη για άρδευση ποσότητα νερού σε μία περιοχή είναι περιορισμένη, τότε απαιτείται αφενός προγραμματισμός των αρδεύσεων για

όλες τις αρδευόμενες καλλιέργειες της περιοχής και αφ' ετέρου συντηρητικός προγραμματισμός άρδευσης για κάθε μία καλλιέργεια. Με τον όρο συντηρητική άρδευση εννούμε την οικονομία στη χρήση του νερού, ώστε να μην επιζητείται η μέγιστη απόδοση, ανεξάρτητα από την ποσότητα του νερού που ξοδεύεται, αλλά μία καλή απόδοση όπου ο περιοριστικός παράγοντας θα είναι το νερό.

Ειδικότερα για τη βαμβακοκαλλιέργεια σε περιπτώσεις έλλειψης νερού προτείνονται τα ακόλουθα:

1. Προάρδευση, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, εκεί που υπάρχουν ρέοντα επιφανειακά νερά που δεν είναι εκμεταλλεύσιμα (π.χ. χάνονται στη θάλασσα).
2. Κατά την προετοιμασία του εδάφους για σπορά να γίνονται μόνον οι απαραίτητες καλλιεργητικές εργασίες ώστε να μην χαθεί η υγρασία του εδάφους και χρειαστεί άρδευση για τη διευκόλυνση του φυτρώματος.
3. Καλλιέργεια πρώιμων ποικιλιών, με περιορισμένη ανάπτυξη και με σχετική ανθεκτικότητα στην ξηρασία.
4. Πρώιμη σπορά για αποφυγή άρδευσης φυτρώματος. Πρώιμη ανάπτυξη φυτών για εκμετάλλευση των αποθεμάτων νερού στο έδαφος και κανονικός πληθυσμός φυτών για μείωση των απωλειών διαπνοής.
5. Περιορισμένη αζωτούχος λίπανση. Να αποφεύγεται η επιφανειακή. Η αζωτούχος λίπανση ευνοεί τη μεγάλη βλαστική ανάπτυξη κατά την άνοιξη και στη συνέχεια, εάν κατά το καλοκαίρι δεν υπάρχει επάρκεια νερού, τα πολύ αναπτυγμένα φυτά λόγω έντονης διαπνοής υποφέρουν και ζημιώνονται περισσότερο από τα μικρόσωμα φυτά.
6. Η ζιζανιοκτονία να είναι επιμελημένη, αλλά να αποφεύγονται τα άσκοπα σκαλίσματα.
7. Να χρησιμοποιούνται μέθοδοι άρδευσης με τις λιγότερες απώλειες π.χ. άρδευση σε σταγόνες). Άρδευση τις νυχτερινές ώρες για τη μείωση των απωλειών λόγω εξάτμισης και ασθενέστερης πνοής του ανέμου. Συχνότερες αρδεύσεις εάν είναι δυνατόν, με μικρότερη ποσότητα νερού, ώστε να συντηρείται η εδαφική υγρασία και να εξασφαλίζεται

οικονομία νερού με την καλύτερη σχέση νερού που διαπνέεται προς την παραγόμενη ξηρά ουσία.

8. Εάν είναι εξακριβωμένο (π.χ. γεωτρήσεις) ότι το διαθέσιμο νερό για άρδευση είναι περιορισμένο, θα πρέπει να κρατηθεί και να εφαρμοσθεί την κρίσιμη για το φυτό περίοδο της ανθοφορίας και καρποφορίας. Οι αρδεύσεις ανάπτυξης να είναι πολύ περιορισμένες, για να συγκρατηθεί η βλαστική ανάπτυξη των φυτών.
9. Να μην εγκαταλείπονται ανεπτυγμένες καλλιέργειες όταν μειωθεί σημαντικά ή διακοπεί τελείως η παροχή νερού στο δίκτυο μίας περιοχής και τα φυτά δείχνουν έντονα τα συμπτώματα της ξηρασίας. Εάν αργότερα (μέχρι και τέλος Αυγούστου) αποκατασταθεί η παροχή και γίνει ορθολογική άρδευση ή βρέξει, τότε τα καρύδια που έχουν σχηματισθεί θα βοηθηθούν για να αναπτυχθούν καλύτερα.

1.5 ΕΧΘΡΟΙ

Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότεροι εχθροί του βαμβακιού.

α) Έντομα εδάφους και νηματώδεις

Κρεμμυδοφάγος (*Grylotalpa spp.*). Ανασηκώνει και ξεριζώνει τα νεαρά φυτά ή κόβει τις ρίζες τους.

Σιδηροσκώληκες (Οικ. Elateridae). Προσβάλλει και τρώει τον σπόρο. Επίσης προσβάλλει τα νεαρά φυτά, σχηματίζοντας ένα κυκλικό δάγκωμα στο υπόγειο τμήμα.

Αγρότιδες (*Agrotis spp.*). Κόβει τα νεαρά φυτά.

Υλέμια (*Hylemia spp.*). Το μικρό άσπρο σκουλήκι τρώει το ριζίδιο και το βλαστίδιο του νεαρού φυτού αλλά και τις κοτυληδόνες.

Νηματώδεις. Μικρά σκουλήκια που μετακινούνται στο έδαφος σε μικρές αποστάσεις και όταν συναντήσουν φυτά τα προσβάλλουν.

β) Μυζητικά έντομα και ακάρεα

Θρίπες (*Thrips spp.*, Οικ. Θυσανόπτερα). Μικρό και ευκίνητο έντομο που προσβάλλει κυρίως τα νεαρά βαμβακόφυτα.

Αφίδες (*Aphis spp.*, Οικ. Ημίπτερα). Προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα αλλά και τα στελέχη.

Αλευρώδης (*Bemisia spp.*, Οικ. Ημίπτερα). Μικρό άσπρο έντομο με φτερά σκεπασμένα με άσπρη σκόνη σαν αλεύρι.

Ιασσίδες (*Empoasca spp.*, Οικ. Ημίπτερα). Τα τέλεια έντομα μοιάζουν με μικρά πράσινα τζιτζίκια.

Τετράνυχος (*Tetranychus spp.*). Μικροσκοπικό άκαρι με πολλές γενιές το χρόνο.

γ) Μασητικά έντομα

Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*). Τρυπάει τα χτένια, τα άνθη και τα καρύδια και τα καταβροχθίζει.

Ρόδινο σκουλήκι (*Pectinophora gossypiella*). Η μικρή άσπρη προνύμφη και κατατρώγει τα καρύδια και κάνει τα χτένια να πέφτουν.

Ακανθώδης (*Earias spp.*). Η προνύμφη προσβάλλει τους τρυφερούς βλαστούς και αργότερα τα χτένια, τα άνθη και τα νεαρά καρύδια.

Σποντόπτερα (*Spodoptera spp.*). Η προνύμφη τρώει τα φύλλα και όταν το φυτό είναι νεαρό αφήνει μόνο το στέλεχος.



Εικ.1.ΑΓΡΟΤΙΔΕΣ



Εικ.2.ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ



Εικ.3. ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΚΟΥΛΗΚΙ



Εικ.4. ΘΡΙΠΑΣ

1.6 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Αδρομυκώσεις

Verticillium dahliae, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum f-sp. Vasinfectum*

Αποτελεί μία από τις πιο επιζήμιες ασθένειες του βαμβακιού η οποία προκαλεί σημαντική απώλεια της παραγωγής, περιορίζοντας την ανάπτυξη και απόδοση των φυτών (λιγότερα «καρύδια», πρόωρο άνοιγμα). Οι συνέπειες είναι σοβαρότερες όσο πιο νεαρά κι ευαίσθητα είναι τα φυτά, φτάνοντας μέχρι και τη νέκρωσή τους. Οι αδρομυκώσεις του βαμβακιού οφείλονται στους μύκητες του γένους *Verticillium* και *Fusarium*.

Αλτερναρίωση

Alternaria alternata

Ο μύκητας προσβάλλει τις κοτυληδόνες, τα φύλλα, τα στελέχη, τα «καρύδια», ακόμη και τις ίνες του βαμβακιού. Προκαλεί κοκκινοκάστανες κηλιδώσεις με την μορφή ομόκεντρων κύκλων και στην συνέχεια ξηραίνονται. Στα φύλλα παρουσιάζονται επίσης τρύπες. Συνέπεια σοβαρής προσβολής είναι πρόωρη αποφύλλωση, πρόωρο άνοιγμα και πτώση των «καρυδιών».

Βακτηρίωση (Γωνιώδης κηλίδωση)

Xanthomonas anoxopodis pv. *Malvacearum*

Το βακτήριο προσβάλλει όλα τα υπέργεια τμήματα του φυτού (κοτυληδόνες, φύλλα, βράκτια, καρύδια, βλαστούς) προκαλώντας συμπτώματα υπό μορφή γωνιωδών κηλίδων. Οι κηλίδες είναι υδατώδεις στην αρχή κι αργότερα επεκτείνονται, γίνονται μαύρες και νεκρωτικές. Οι μίσχοι των φύλλων και οι βλαστοί μαυρίζουν και σπάζουν. Στα στελέχη οι κηλίδες είναι επιμήκεις σκουροπράσινες και στα καρύδια μαύρες. Από τα «καρύδια» προσβάλλονται και οι ίνες, που σαπίζουν

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΕΝΑΡΞΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Στις αρδεύσεις ένα βασικό στοιχείο που θα πρέπει πάντα να λαμβάνουμε υπόψη μας είναι η ποσότητα του νερού που μπορεί να αποθηκευτεί σε ένα χωράφι και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ευχέρεια από τις καλλιέργειες για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση τους. Για τον υπολογισμό αυτής της ποσότητας παρακάτω δίνουμε κάποιες βασικές εδαφικές παραμέτρους που πρέπει να γνωρίζουμε.

2.1.1 ΥΔΑΤΟΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ως υδατοϊκανότητα μπορεί να οριστεί η υγρασία που συγκρατεί ένα βαθύ, ομοιόμορφο και καλά στραγγιζόμενο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου νερού. Όταν αρχίζει η στράγγιση, η υγρασία του εδάφους ελαττώνεται και μαζί και η τιμή της ακόρεστης υδραυλικής αγωγιμότητας. Σε κάποια στιγμή η τιμή αυτή γίνεται πολύ μικρή με συνέπεια η κίνηση του νερού στο έδαφος να περιοριστεί τόσο που πρακτικά να θεωρηθεί ανύπαρκτη, έστω και αν η υδραυλική κλίση είναι πολύ μεγάλη. Αυτό είναι το καθοριστικό όριο που ονομάζεται υδατοϊκανότητα. Έτσι σαν υδατοϊκανότητα ορίζεται το όριο εκείνο της εδαφικής υγρασίας στο οποίο η τιμή της ακόρεστης υδραυλικής αγωγιμότητας είναι τόσο μικρή ώστε πρακτικά να έχει πάψει κάθε ουσιαστική κίνηση του νερού στο έδαφος ανεξάρτητα από τις υφιστάμενες υδραυλικές κλίσεις. Συνήθως η υγρασία του εδάφους θεωρείται ότι φτάνει στην υδατοϊκανότητα 3-5 ημέρες μετά από βροχή ή άρδευση, ανάλογα με την υφή και τη δομή του. Η υδατοϊκανότητα αποτελεί το υψηλότερο όριο της χρήσιμης στα φυτά εδαφικής υγρασίας.

2.1.2 ΣΗΜΕΙΟ ΜΟΝΙΜΗΣ ΜΑΡΑΝΣΗΣ

Το αντίστοιχο χαμηλότερο όριο της χρήσιμης για τα φυτά υγρασίας είναι το σημείο μάρανσης, όταν η υδατοϊκανότητα αποτελεί το υψηλότερο όριο.

Όταν η εδαφική υγρασία φθάσει στο σημείο αυτό τα φυτά δεν μπορούν να πάρουν από το έδαφος όλο το νερό που χρειάζονται για την κάλυψη των αναγκών τους και για το λόγο αυτό αρχίζουν να μαραίνονται. Το σημείο μόνιμης μάρανσης δεν είναι σταθερό αλλά εξαρτάται από την υφή και τη δομή του εδάφους, το είδος και την κατάσταση που βρίσκονται τα φυτά, τη συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Για τους λόγους αυτούς η τάση της εδαφικής υγρασίας που αντιστοιχεί στο σημείο αυτό κυμαίνεται από 7-32 bar. Σήμερα σαν αντιπροσωπευτική τάση του σημείου μόνιμης μάρανσης θεωρείται αυτή των 15 bar.

2.1.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ένα έδαφος που έχει ξηραθεί σε κλίβανο, αποτελείται από στερεά σωματίδια και πόρους γεμάτους με αέρα. Το ειδικό βάρος των στερεών σωματιδίων που αναφέρεται σαν 'πραγματικό ειδικό βάρος' του εδάφους, είναι σχετικά σταθερό για όλα τα ορυκτά εδάφη με διακύμανση από 2,6-2,7 gr/cm³. Το ειδικό βάρος του εδάφους μαζί με τους γεμάτους με αέρα πόρους, αναφέρεται σαν 'φαινόμενο ειδικό βάρος' και εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την υφή και τη δομή του.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος (ASW) και το πραγματικό ειδικό βάρος (SWS) ενός εδάφους συνδέονται με τη σχέση:

$$ASW = (1-n) SWS$$

Όπου n είναι το πορώδες του εδάφους.

Επειδή το πραγματικό ειδικό βάρος είναι σχετικά σταθερό, το φαινόμενο ειδικό βάρος μικραίνει όσο το πορώδες του εδάφους μεγαλώνει. Το πορώδες

των ελαφρών εδαφών είναι μικρότερο από αυτά των βαρειών, συνεπώς τα πρώτα έχουν μεγαλύτερο φαινόμενο ειδικό βάρος από τα δεύτερα.

2.1.4. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Ένα φυτό σε ανάπτυξη παίρνει νερό μέσω του ριζικού συστήματος από το έδαφος μαζί με τα διαλυμένα σε αυτό ανόργανα θρεπτικά συστατικά και μετά από μια διαδρομή μέσα στους ιστούς καταλήγει στα φύλλα. Από εκεί και όταν τα στομάτια είναι ανοικτά με την μορφή υδρατμών το νερό κινείται προς το περιβάλλον. Νερό επίσης χάνεται από το χωράφι με τη διαδικασία της εξάτμισης. Το νερό που απομακρύνεται με τις διαδικασίες αυτές αποτελεί την εξατμισοδιαπνοή (ET).

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας εξαρτάται από το κλίμα και τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Η επίδραση του κλίματος εκφράζεται από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ή βασική (ET_r) η οποία ορίζεται σαν εξατμισοδιαπνοή από μία καλλιέργεια 'αναφοράς ή βάσης' που αναπτύσσεται δυναμικά κάτω από συνθήκες πλήρους επάρκειας νερού.

Η διαφοροποίηση της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας (ET_c) από τη βασική εξατμισοδιαπνοή (ET_r) εκφράζεται από το φυτικό συντελεστή (K_c) έτσι που να διαμορφώνεται η γενική σχέση:

$$ET_c = K_c \cdot ET_r \quad \text{ή} \quad K_c = ET_c / ET_r$$

Ο υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής γίνεται με διαδικασίες που βασίζονται σε μετρήσιμες κλιματικές παραμέτρους. Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό και το είδος των κλιματικών παραμέτρων που χρησιμοποιούν και τον τρόπο διασύνδεσης τους. Μια από τις μεθόδους αυτές που σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα, γιατί θεωρείται ότι δίνει καλή προσέγγιση της ET_r είναι η τροποποιημένη μέθοδος του Penman. Μια άλλη λιγότερο ακριβής είναι η τροποποιημένη μέθοδος των Blaney – Criddle. Πιο πρόσφατα παρουσιάστηκε η συνδυασμένη μέθοδος Penman – Monteith. Τέλος, άλλη μία μέθοδος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής είναι αυτή του εξατμισιμέτρου.

2.1.5 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Το πείραμα έγινε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυοαργιλοπηλώδες, που ανήκει στα Inceptisols και στην υποομάδα Typic Xerochrept (USDA, 1975).

Το έδαφος αυτό έχει κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη.

Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας xeric και εδαφικής θερμοκρασίας thermic.

Τα εδάφη αυτά έχουν υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη.

Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με καλό βαθμό αποστράγγισης, ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους, εξαιτίας της πετρώδους σύστασης του.

Το PH βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα (7.5-8) χωρίς όμως να αποτελεί πρόβλημα για την καλλιέργεια.

Ο βαθμός οξύτητας είναι σε αλκαλικά επίπεδα (PH 7,9-8,2) αρκετά υψηλός αλλά όχι προβληματικός για την καλλιέργεια του βαμβακιού.

Έχει πολύ καλά ανεπτυγμένο πορώδες, αποτελούμενο κυρίως από μικρού και μέσου μεγέθους πόρους.

Η οργανική ουσία είναι σε χαμηλά επίπεδα, αλλά επαρκής μέχρι βάθος 60 cm.

Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg, K και η C.E.C. είναι σε κανονικά επίπεδα

Πίνακας 1. Μεταβολές των τιμών συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ανάλογα με το βάθος ριζοστρώματος

Βάθος (cm)	CaCo ₃ (%)	Φαιν.Ειδ. Βάρος (gr/cm ³)	Υδατοϊκανότητα (%)	PH	Σημείο Μόν..Μάρανσης (%w)
0-20	5,5	1,25	20,9	7,6	11,48
20-40	6,38	1,23	21,3	7,9	11,64
40-60	5,72	1,21	21,5	7,9	11,81

Το έδαφος με τα παραπάνω χαρακτηριστικά θεωρείται αρκετά γόνιμο για την καλλιέργεια του βαμβακιού.

Μειονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου εδάφους αποτελεί το γεγονός της δύσκολης κατεργασίας κατά την εποχή σποράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.1.1 Περιγραφή πειραματικού αγρού

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο χώρο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, την καλλιεργητική περίοδο 2004. Η καλλιέργεια που επιλέχθηκε ήταν το βαμβάκι, ένα φυτό το οποίο καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση στη Θεσσαλία.

Ο όγκος νερού που καταναλώνεται στο Θεσσαλικό κάμπο για το βαμβάκι, είναι περίπου 1.000.000.000 m³ (Στοιχεία ΥΕΒ Λάρισας). Συνεπώς, η εξοικονόμηση νερού θα είχε τεράστια οφέλη για τη Θεσσαλία και το περιβάλλον γενικότερα.

Μελετήθηκε η απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού αλλά και τα ενδιάμεσα στάδια ανάπτυξης του, χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

- ✓ Ένα επιφανειακό σύστημα στάγδην άρδευσης (E2), με απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm, παροχή σταλάκτη 2,3 l/h και άρδευση στο 100% της δόσης άρδευσης.
- ✓ Ένα επιφανειακό σύστημα στάγδην άρδευσης (E1), με απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm, παροχή σταλάκτη 2,3 l/h και άρδευση στο 100% της δόσης άρδευσης με άρδευση ανά 10 ημέρες.
- ✓ Ένα υπόγειο σύστημα στάγδην άρδευσης (Y5), με απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm, παροχή σταλάκτη 2,3 l/h και άρδευση στο 100% της δόσης άρδευσης.

Έγινε σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων:

- ✓ E1 με E2
- ✓ E2 με Y5

Ο πειραματικός αγρός είχε διαστάσεις $66 \times 30 \text{m} = 1980 \text{ m}^2$. Χωρίστηκε σε δύο μέρη με ένα διάδρομο πλάτους 2 m. Κάθε μέρος αποτελούνταν από 12 πειραματικά τεμάχια. Κάθε πειραματικό τεμάχιο απέιχε από το διπλανό του 1,5-2 m.

Οι σειρές του βαμβακιού σε κάθε πειραματικό τεμάχιο απέιχαν μεταξύ τους 0,95 m σύμφωνα με τη συνήθη γεωργική πρακτική.

Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής είναι $39^\circ 23'$ και το γεωγραφικό μήκος $22^\circ 45'$.

Η καλλιέργεια αναπτύχθηκε το καλοκαίρι του 2004 και έγινε σύμφωνα με τις συνήθειες καλλιεργητικές τεχνικές.

Η δόση άρδευσης καθορίστηκε σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή και υπολογίστηκε με τη μέθοδο του εξατμισιμέτρου τύπου A.

Χρησιμοποιήθηκε πειραματικό σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων (RCB) με 4 μεταχειρίσεις και 4 επαναλήψεις.

Τα πειραματικά τεμάχια είχαν σχήμα ορθογώνιο, με διαστάσεις 15 m μήκος και 4 m πλάτος. Επιπλέον, υπήρχαν διάδρομοι ανάμεσα στα τεμάχια πλάτους 2 m.

Το εύρος άρδευσης καθορίστηκε να είναι μικρό, ανάλογα με την εξάτμιση και τη βροχόπτωση, ώστε το ριζικό σύστημα των φυτών να βρίσκεται κάθε ημέρα σε επιθυμητά επίπεδα υγρασίας.

Ο σταλακτηφόρος σωλήνας ήταν της εταιρείας Netafim, κατασκευασμένος από πολυαιθυλένιο, αυτορυθμιζόμενος, αυτοκαθαριζόμενος και στροβιλώδους ροής.

Οι σταλακτηφόροι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε κάθε δεύτερη γραμμή, έτσι ώστε ο καθένας να αρδεύει δύο γραμμές φυτών.

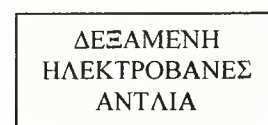
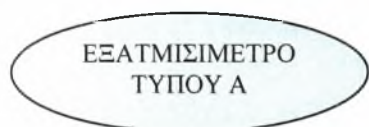
Ο υπόγειος σταλακτηφόρος σωλήνας τοποθετήθηκε με την βοήθεια γεωργικού ελκυστήρα του αγροκτήματος, ο οποίος έφερε τροποποιημένο υπεδαφοκαλλιεργητή, ώστε με το υνί να σχίζεται το έδαφος και να τοποθετείται ο σωλήνας σε βάθος 45 cm.

Η τοποθέτηση του υπόγειου αρδευτικού έγινε πριν τη σπορά, αφού είχαν εντοπιστεί οι ακριβείς θέσεις των πειραματικών αγροτεμαχίων στις οποίες θα εφαρμοζόταν η υπέρδευση.

Κατά τη σπορά έγινε προσεκτική τοποθέτηση των γραμμών, ώστε ο υπόγειος αγωγός να βρίσκεται στο μέσο των δύο σειρών βαμβακιού.

ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

ΕΠΙΦ			ΕΠΙΦ.		ΥΠΟΓ		ΕΠΙΦ.		ΥΠΟΓ		ΕΠΙΦ
.ΜΑΡΤ.			100%		100%		100%		100%		.ΜΑΡΤ.
100%			Ε2		Υ5		Ε2		Υ5		100%
Ε1											Ε1
	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΓ	ΕΠΙΦ.			ΥΠΟΓ		ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ		
	.ΜΑΡΤ.	100%	100%			100%		100%	.ΜΑΡΤ.		
	100%	Υ5	Ε2			Υ5		Ε2	100%		
	Ε1								Ε1		



3.1.2 Κατεργασία αγρού

Η κατεργασία του πειραματικού αγρού ξεκίνησε στα τέλη της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου.

Ακολουθήθηκαν οι συνήθεις γεωργικές πρακτικές. Αυτές αφορούσαν τις εξής εργασίες:

- ✓ Όργωμα σε βάθος 20 cm (αφού είχε γίνει η στελεχοκοπή της προηγούμενης περιόδου).

- ✓ Κατεργασία με καλλιεργητή σε βάθος 10 cm, στις αρχές Φεβρουαρίου.
- ✓ Την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου έγινε κατεργασία με δισκοσβάρνα και ακολούθησε και άλλη επέμβαση μετά από 10 ημέρες.
- ✓ Στο δεύτερο δεκαήμερο του Απρίλη έγινε μία 'ελαφρού τύπου' ισοπέδωση του εδάφους, για να αποφευχθούν οι επιφανειακές ανωμαλίες.
- ✓ Στις αρχές Μαΐου έγινε πάλι κατεργασία με δισκοσβάρνα και αφού το έδαφος προετοιμάστηκε έτσι ώστε να δεχθεί τον σπόρο, ακολούθησε η σπορά.



Εικόνα 5. Γενική άποψη του αγρού κατά την κατεργασία του.

3.1.3 Σπορά

Η σπορά έγινε στις 15 Μαΐου 2004, με σπαρτική πνευματική μηχανή ακριβείας. Έγινε προσπάθεια οι γραμμές σποράς να τοποθετηθούν έχοντας ακριβώς στο μέσον τους τον υπόγειο σταλακτηφόρο αγωγό, για να αρδεύονται εξίσου οι γραμμές των βαμβακόφυτων.

Το βάθος σποράς ήταν 4 cm, ώστε να εκμεταλλευτεί ο σπόρος την ωφέλιμη υγρασία του εδάφους, να φυτρώσει φυσιολογικά και αν ακολουθήσει πότισμα να μην δημιουργηθούν προβλήματα

Τοποθετήθηκαν 22 σπόροι ανά μέτρο με στόχο, τα φυτά τα οποία θα μείνουν να είναι 14-16. Αυτό συμβαίνει επειδή πάντα υπάρχουν φυσιολογικές απώλειες φυτών κατά το φύτευμα των βαμβακόφυτων.

3.1.4 Επιλογή ποικιλίας

Η ποικιλία που επιλέχθηκε ήταν η ΟΠΑΛ του οίκου DELTA PINE. Πρόκειται για μία σχετικά νέα ποικιλία με πολύ καλά τεχνολογικά χαρακτηριστικά βαμβακιού.

Χαρακτηριστικό της ποικιλίας ΟΠΑΛ είναι οι πολύ καλές αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι. Άλλο χαρακτηριστικό είναι το βαθύ ριζικό σύστημα του φυτού, το έντονο πράσινο χρώμα και η μεγάλη ανάπτυξη. Είναι ποικιλία σχετικά μεγάλου κύκλου και θεωρείται σχετικά όψιμη. Η έντονη φυλλική της επιφάνεια επιδέχεται τη χρήση αποφυλλωτικού για ταχύτερο άνοιγμα των καψών. Επιπλέον, είναι χαρακτηριστική η αντοχή στην έλλειψη νερού καθώς το βαθύ ριζικό σύστημα βοηθάει στην απορρόφηση νερού από βαθύτερα σημεία του εδάφους.

3.1.5 Πειραματικά τεμάχια

Στο πείραμα εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικές μεταχειρίσεις.

- ✓ Η πρώτη μεταχείριση (E2), αρδεύονταν με εύρος άρδευσης κάθε δύο ημέρες και με δόση άρδευσης στο 100% ανάλογα με την εξατμισοδιαπνοή με ένα επιφανειακό σύστημα άρδευσης, με απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm και παροχή σταλάκτη 2,3 l/h.
- ✓ Η δεύτερη μεταχείριση (E1), είναι ο μάρτυρας με σταλακτηφόρο σωλήνα σε απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm και παροχή σταλάκτη 2,3 l/h και άρδευση ανά 10 ημέρες.

- ✓ Η τρίτη μεταχείριση (Υ5), αρδευόταν με υπόγειο σύστημα άρδευσης, με 100% της δόσης άρδευσης, απόσταση μεταξύ των σταλακτών 80 cm και παροχή 2,3 l/h.

Οι ανάγκες των φυτών προσδιοριζόταν με εξατμισόμετρο τύπου A, που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του πειράματος.

Για κάθε μεταχείριση έγιναν 4 επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη είχε 4 σειρές βαμβακιού και οι μετρήσεις γινόταν από τις 2 μεσαίες σειρές.

Οι υπολογισμοί της ποσότητας του νερού που έπρεπε να προστεθούν στα φυτά γινόταν σε καθημερινό επίπεδο με βάση το εξατμισόμετρο.

Ακόμη σε εβδομαδιαία βάση γινόταν μετρήσεις, που αφορούσαν το ύψος των φυτών και τον αριθμό των καρποφόρων οργάνων.

Οι μετρήσεις του ύψους γινόταν από τις δύο μεσαίες σειρές, από τυχαία φυτά. Πιο συγκεκριμένα καταγραφόταν το ύψος 4 φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο.

Η απόδοση υπολογίστηκε από τις 2 μεσαίες σειρές του κάθε πειραματικού τεμαχίου.

Η συλλογή έγινε μαζεύοντας το βαμβάκι με τα χέρια από τις 2 μεσαίες σειρές κάθε πειραματικού τεμαχίου.

Το σύσπορο βαμβάκι ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας στο εργαστήριο του αγροκτήματος, αφού πρώτα μειώθηκε η υγρασία του μετά από φυσιολογική ξήρανση.

Για την στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS και η ανάλυση έγινε με τη χρήση του κριτηρίου T-test για την αξιολόγηση των στατιστικών διαφορών.

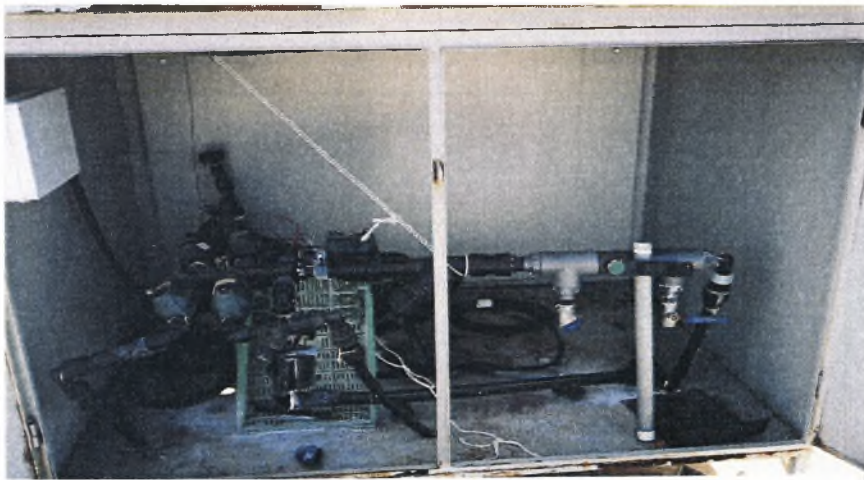
3.1.6 Υλικά άρδευσης

Το νερό άρδευσης ήταν συγκεντρωμένο σε μία δεξαμενή όγκου 65 m³. Η δεξαμενή γέμιζε από την κεντρική γεώτρηση του Αγροκτήματος, σε καθημερινή βάση έτσι ώστε να υπάρχει πάντα επάρκεια νερού.



Εικ.6. Δεξαμενή του πειραματικού αγρού

Από τη δεξαμενή με τη βοήθεια φυγόκεντρης αντλίας, που είναι προσαρμοσμένη σε ηλεκτροκινητήρα ισχύος 3 Hp, το νερό μέσω ενός πιεστικού δοχείου και ενός αγωγού μεταφοράς από πολυαιθυλένιο (διατομής 32 mm), έφτανε στην κεφαλή του συστήματος.



Εικ.7. Ηλεκτροβάνες

Το πιεστικό με την αντλία ήταν εφοδιασμένα με αυτοματισμό λειτουργίας έτσι ώστε όταν η πίεση στο πιεστικό έπεφτε κάτω από 1 Atm τότε ο ηλεκτροκινητήρας ξεκίναγε αυτόματα τη λειτουργία του.

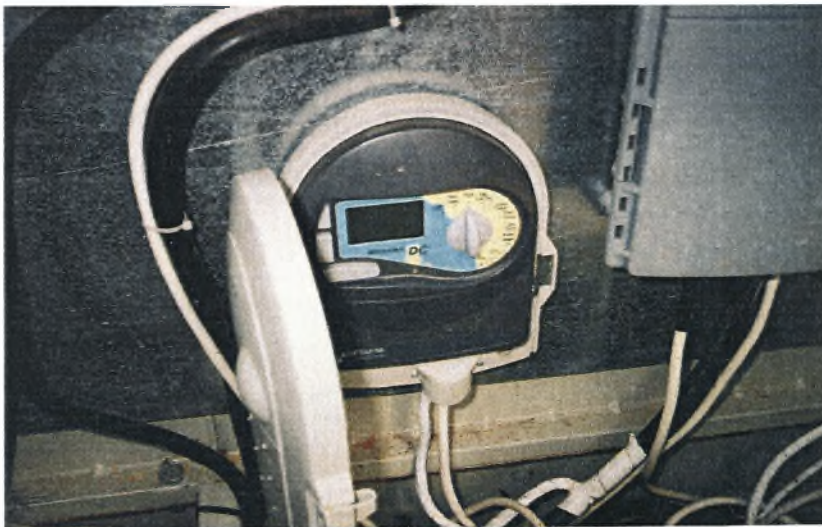
Η χρήση πιεστικού κρίθηκε απαραίτητη για να υπάρχει σταθερή πίεση, η οποία εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία των ηλεκτροβανών και σταθερή

παροχή στους σταλάκτες, ώστε να παρέχεται η προβλεπόμενη δόση άρδευσης. Οι ηλεκτροβάνες για να λειτουργήσουν σωστά χρειάζονται πίεση τουλάχιστον 1 Atm. Το πιεστικό παρείχε σταθερή πίεση ροής 5 Atm. Το πιεστικό δοχείο επιπλέον εξυπηρετεί και τον αυτοματισμό λειτουργίας του συστήματος καθώς όταν οι ηλεκτροβάνες είναι κλειστές ο ηλεκτροκινητήρας έπρεπε αυτόματα να τίθεται σε λειτουργία. Η σύνθετη αυτή διαδικασία αυτοματοποιείται πλήρως με την τοποθέτηση του πιεστικού.

Σε κάθε τεμάχιο το οποίο είχε 4 σειρές βαμβακιού τοποθετήθηκαν από 2 σωλήνες άρδευσης έτσι ώστε κάθε σωλήνας να αρδεύει 2 σειρές βαμβακιού. Οι σταλάκτες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι με πίεση λειτουργίας τουλάχιστον 1 Atm.

3.1.7 Αυτοματισμοί της άρδευσης

Η κεφαλή του συστήματος περιλαμβάνει ένα προγραμματιστή άρδευσης Miracle AC6.



Εικ.8. Προγραμματιστής Miracle AC6.

Ο προγραμματιστής συνδεδεμένος με 6 ηλεκτροβάνες προγραμματίζει το εύρος και το χρόνο άρδευσης της κάθε μεταχείρισης.

Ο προγραμματιστής παρέχει τη δυνατότητα λειτουργίας 4 ηλεκτροβανών ταυτόχρονα, με 3 διαφορετικά προγράμματα και αποτελούνταν από την οθόνη προγραμματισμού, τα πλήκτρα εντολών (όπου καθορίζουμε την ημέρα, ώρα,

δόση άρδευσης και διάρκεια άρδευσης), την μπαταρία λιθίου, τον πίνακα ελέγχου και στη συνέχεια συνδεόταν με τις ηλεκτροβάνες. Ειδικότερα, είχε τη δυνατότητα άρδευσης για 9h 59min. Μπορούσε να προγραμματιστεί με βάση ένα εβδομαδιαίο πρόγραμμα άρδευσης, είχε την ικανότητα καθυστέρησης της άρδευσης έως και 99 ημέρες, μπορούσε να μειώσει ή να αυξήσει τις δόσεις άρδευσης μέχρι ποσοστού 100% σε βήματα του 10%, έδινε τη δυνατότητα της ανεξάρτητης ακύρωσης ενός ή περισσότερων προγραμμάτων με την αυτόματη επιστροφή στο αρχικό πρόγραμμα. Επίσης, σε περίπτωση βλάβης προσπερνά την προβληματική στάση και συνεχίζει την άρδευση στην επόμενη χωρίς να διακόψει τη λειτουργία της κεντρικής βάνας και τέλος διέθετε πρόγραμμα ασφαλείας 10min για την κάθε ημέρα.

Κάθε ηλεκτροβάνα χρησίμευε για την άρδευση μιας μεταχείρισης, με μια συγκεκριμένη δόση άρδευσης, με εφαρμογή σε 4 πειραματικά τεμάχια. Από την ηλεκτροβάνα και με σωλήνα διαμέτρου 20 mm το νερό έφτανε στα πειραματικά τεμάχια. Εκεί διακλαδιζότανε και άρδευε τις σειρές του βαμβακιού.

Στη συνέχεια υπήρχε ένας υδρομετρητής μετά από κάθε ηλεκτροβάνα έτσι ώστε να προσμετράται η ποσότητα του νερού σε κάθε τεμάχιο και να γίνεται γνωστό αν αρδεύτηκε το κάθε ένα με τη σωστή ποσότητα νερού.



Εικ.9. Υδρόμετρα

Ειδικότερα, για το υπόγειο σύστημα άρδευσης τοποθετήθηκε ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού, για την αποφυγή εμφράξεων στο δίκτυο.

Το νερό φιλτραριζόταν από ένα υδροκυκλωνικό φίλτρο σίτας διαμέτρου 1 ίντσας. Στη συνέχεια ένα ειδικό φίλτρο τριφλουραλίνης, ικανό να διοχετεύει πολύ μικρές ποσότητες ζιζανιοκτόνου, ώστε να λειτουργεί σαν ριζοαπωθητικό, αποτρέποντας τις ρίζες των βαμβακόφυτων και των ζιζανίων να δημιουργήσουν εμφράξεις στους σωλήνες.

Συνολικά εφαρμόσθηκαν 22 αρδεύσεις με στάγδην άρδευση.

3.1.8 Μέθοδος του εξατμισιμέτρου

Οι Doorenbos and Pruitt (1977) παρουσίασαν μια μέθοδο υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής (ET_r) σε χορτοτάπητα, κάνοντας χρήση παρατηρήσεων εξατμίσου από εξατμισόμετρο λεκάνης τύπου A, E_p και συντελεστών εξατμισιμέτρου k_p . Η μέθοδος αυτή αναφέρεται σαν Μέθοδος του εξατμισιμέτρου κατά FAO-24.

Με μοντέλα που βασίζονται σε μετρήσεις εξατμισιμέτρων, μετριέται η εξατμίσου από σταθερές επιφάνειες γνωστών διαστάσεων και συσχετίζεται με τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή με έναν συντελεστή. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στην υπόθεση ότι η ET ελέγχεται αποκλειστικά από την ατμόσφαιρα. Μια τέτοια μέθοδος είναι αυτή του εξατμισιμέτρου λεκάνης.

Λόγω της απλότητάς τους, τα εξατμισόμετρα λεκάνης χρησιμοποιούνται ευρύτατα. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία σχεδίων που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως και περιλαμβάνουν «βυθισμένα» ή «πάνω στο έδαφος» εξατμισόμετρα λεκάνης. Ο πιο συνηθισμένος τύπος είναι το εξατμισόμετρο λεκάνης τύπου A. Αυτό είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121cm και βάθος 25,4cm. Αυτή τοποθετήθηκε επί ξύλινης βάσης ύψους 15cm από την επιφάνεια του εδάφους οριζοντίως. Η στάθμη του ύδατος εντός της λεκάνης πρέπει να ανέρχεται σε απόσταση 5-7,5cm από το άνω χείλος του. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού της λεκάνης γίνονταν με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές, που αντιπροσώπευαν την εξατμίσου από την λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου ($K_{ex}=0,80$) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή K_c , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

Η εξάτμιση E_p , αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα της ατμόσφαιρας να εξάγει νερό από ένα εξατμισίμετρο συγκεκριμένης μορφής, μεγέθους, χρώματος στο δεδομένο περιβάλλον. Για αυτόν το λόγο οι ρυθμοί εξάτμισης σε μια δεδομένη περιοχή αναμένονται διαφορετικοί.

Τα βυθισμένα στο έδαφος εξατμισίμετρα δίνουν μικρότερη εξάτμιση από αυτά που βρίσκονται επί του εδάφους. Η τοποθέτησή τους σε κάποιο σημείο είναι κρίσιμο στοιχείο καθώς η περιβάλλουσα περιοχή διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο.

Η έκθεση ενός εξατμισίμετρου λεκάνης είναι, επίσης, σημαντική. Ο λόγος E_p προς την υπολογιζόμενη E_T , κυμαίνεται από 0,6-2 ανάλογα με την έκθεση του εξατμισίμετρου.



Εικ.10. Εξατμισίμετρο λεκάνης τύπου Α



3.1.9 Καθαρές και ολικές ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας E_{Tc} προσδιορίζει το νερό που χρειάζονται οι διάφορες καλλιέργειες για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση τους. Στη φύση το νερό αυτό έχει προέλευση από τη βροχή, την υγρασία που

είναι αποθηκευμένη στο έδαφος στη ζώνη του ριζοστρώματος και το υπόγειο νερό.

Από τη βροχή που πέφτει σ' ένα χωράφι, ένα μέρος της μπορεί να χαθεί με επιφανειακή απορροή και βαθιά διήθηση. Εκείνο που μένει αποτελεί την ωφέλιμη βροχή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις καλλιέργειες για την κάλυψη των αναγκών τους.

Το υπόγειο νερό συμβάλλει στην κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών. Αυτό εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται η υπόγεια στάθμη και από τα χαρακτηριστικά του υπερκείμενου εδάφους. Στα συνεκτικά εδάφη το νερό μπορεί να φτάσει πολύ ψηλά πάνω από την υπόγεια στάθμη με βραδύ όμως ρυθμό ενώ στα ελαφρά εδάφη το ύψος ανόδου του νερού είναι μεν μικρό αλλά ο ρυθμός είναι ταχύς.

Σε περίπτωση που οι παραπάνω πηγές δεν είναι επαρκείς για να καλύψουν την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, είναι απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών να δοθεί πρόσθετο νερό με άρδευση. Έτσι, οι καθαρές σε αρδευτικό νερό ανάγκες I_n μπορούν να υπολογιστούν με τη σχέση:

$$I_n = ET_c - (P_e + GW + SM)$$

Όπου ET_c η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, P_e η ωφέλιμη βροχή, GW η συμβολή του υπόγειου νερού και SM το νερό που είναι αποθηκευμένο στη ζώνη του ριζοστρώματος.

3.1.10 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών

Για τον υπολογισμό της άρδευσης με σταγόνα χρησιμοποιούνται συνήθως δύο τρόποι, ο θεωρητικός και ο πρακτικός (εξατμισόμετρο).

Εκείνο που προέχει είναι το άθροισμα των ημερήσιων ενδείξεων στο εξατμισόμετρο να μην ξεπερνά μία συγκεκριμένη τιμή για ένα σύνολο ημερών. Αλλιώς υπάρχει περίπτωση η υγρασία του εδάφους να προσεγγίσει την τιμή του $\Sigma.M.M$ με καταστροφικές συνέπειες για την όποια καλλιέργεια. Η τιμή που καθορίζει το όριο για την νέα άρδευση προκύπτει από τους υπολογισμούς της πρώτης φάσης (θεωρητικός τρόπος υπολογισμών) και είναι ίση στη δεδομένη

περίπτωση με την τιμή της I_d . Ο θεωρητικός τρόπος περιλαμβάνει τους παρακάτω υπολογισμούς:

Υπολογισμός της θεωρητικής δόσης άρδευσης (I_d)

$$I_d \text{ (mm)} = (FC - PWP) \cdot h \cdot c \cdot P \cdot ASW / 100 \quad (\text{σχέση 1})$$

Όπου:

FC = Υδατοϊκανότητα

PWP = Σημείο Μόνιμης Μάρανσης

h = Βάθος ριζοστρώματος

c = Όριο εξάντλησης υγρασίας

P = Ποσοστό διαβροχής

ASW = Φαινόμενο ειδικό βάρος

Έτσι σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα του δευτέρου κεφαλαίου σχετικά με κάποια χαρακτηριστικά του πειραματικού μας αγρού θα κάνουμε μία εφαρμογή του τύπου θεωρητικής δόσης άρδευσης ανα 20cm μέχρι βάθους 60cm. Παρακάτω φαίνεται ο υπολογισμός του I_{d1} σε βάθος 0-20cm, του I_{d2} σε βάθος 20-40cm και του I_{d3} σε βάθος 40-60cm.

$$I_{d1} = (20,9 - 11,48) \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,25 / 100 = 11,7 \text{ mm}$$

$$I_{d2} = (21,3 - 11,64) \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,23 / 100 = 11,9 \text{ mm}$$

$$I_{d3} = (21,5 - 11,81) \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,21 / 100 = 11,7 \text{ mm}$$

$$I_d = I_{d1} + I_{d2} + I_{d3} = 35,3 \text{ mm}$$

Υπολογισμός της πρακτικής δόσης άρδευσης (I_{da})

$$I_{da} \text{ (mm)} = I_d / 0,95 \quad (\text{σχέση 2})$$

Όπου 0,95 το ποσοστό ωφελιμότητας του νερού άρδευσης.

$$\text{Άρα } I_{da} = 35,3 / 0,95 = 37,16$$

Υπολογισμός ωριαίου ύψους βροχής (I_{dh})

$$I_{dh} = q \cdot n / S_r \cdot S_t \quad (\text{σχέση 3})$$

Όπου:

q = παροχή σταλάκτη ($q_1 = 2,3 \text{ l/h}$, $q_2 = 1,2 \text{ l/h}$)

S_r = ισαποχή των γραμμών σποράς = 0,95 m

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

n = ο αριθμός σταλακτήρων ανά φυτό,

όπου, $n = St/2 * Se$ (σχέση 4)

Se = ισαποχή σταλακτήρων ($Se_1=0.8m$, $Se_2=0.4m$)

Ο αριθμός 2 αναφέρεται στην τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής (σειρά παρά σειρά). Επομένως, $n_1=0.044$ και $n_2=0.088$

Υπολογισμός διάρκειας άρδευσης (I_t)

$I_t (h) = I_{da} / I_{dh}$ (σχέση 5)

3.1.11 Εφαρμογή άρδευσης με καρούλι

Η άρδευση με το 'καρούλι' έγινε στα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας μέχρι την εμφάνιση των πρώτων λουλουδιών στις 15 Ιουλίου.

Η επιφανειακή άρδευση με καταιονισμό στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού είναι προτιμότερη αυτής με τη στάγδην άρδευση. Με τον καταιονισμό το έδαφος φτάνει σε κατάσταση υδατοϊκανότητας και αμέσως μετά εφαρμόζεται η στάγδην άρδευση.

Η άρδευση με το καρούλι εφαρμόστηκε και στο φύτευμα. Το καρούλι ήταν αυτοκινούμενο με σύστημα ενός εκτοξευτήρα. Η παροχή του εκτοξευτήρα μετρήθηκε στα 35 m³/h σε πίεση λειτουργίας 4,5 Atm και ωριαίου ύψους βροχής τα 18 mm/h.

Κατά τα στάδια ανάπτυξης έγιναν 2 εφαρμογές με καταιονισμό τις ακόλουθες ημέρες και με τις συγκεκριμένες δόσεις, σύμφωνα με τις συνήθεις καλλιεργητικές πρακτικές.

15 Μαΐου, 30 mm νερού για το φύτευμα

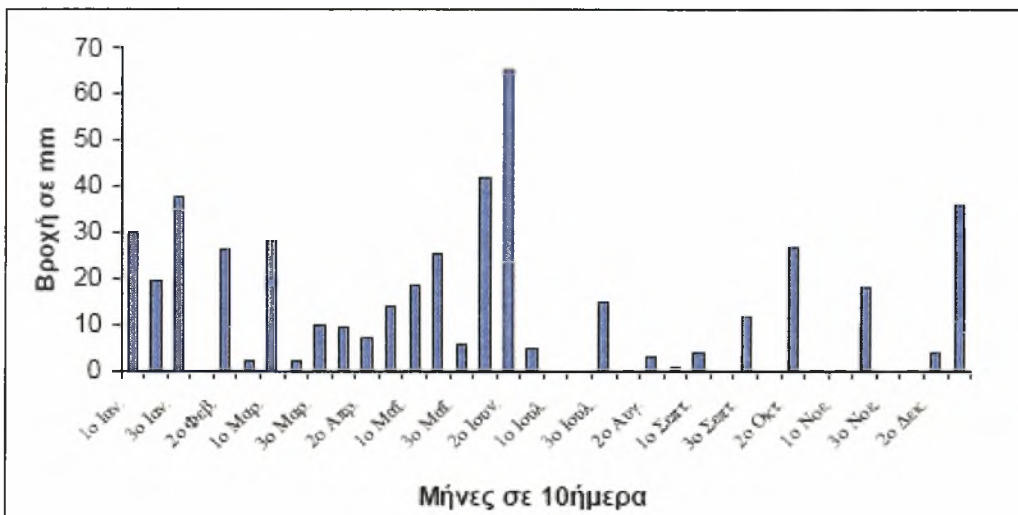
14 Ιουνίου, 20 mm νερού.

Σύνολο = 50 mm νερού με καταιονισμό.

3.1.12 Κλιματικά δεδομένα

Σχετικά με τη βροχόπτωση (Σχήμα 2.) παρατηρήθηκαν τα εξής:

1. Κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, πραγματοποιήθηκαν επτά βροχοπτώσεις. Τη μεγαλύτερη ένταση την είχε αυτή της 24/7/2004 με 16,29mm.
2. Η συνολική βροχόπτωση ήταν **200mm**. Με ωφέλιμη βροχόπτωση $200 \cdot 0,8 = 160\text{mm}$
3. Κατά την κύρια αρδευτική περίοδο οι βροχοπτώσεις ήταν μειωμένες με συνέπεια οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό να καλυφθούν κύρια μέσω των αρδεύσεων. Επιπροσθέτως, με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιήθηκε καλύτερη αξιολόγηση της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση.



Εικ.11. Τιμές βροχόπτωσης ανά δεκαήμερο του έτους 2004

3.1.13 Υπολογισμοί εξατμισοδιαπνοής

Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής γινόταν σε καθημερινή βάση λαμβάνοντας μετρήσεις από το εξατμισόμετρο τύπου A που ήταν τοποθετημένο δίπλα στον πειραματικό αγρό.

Από τις τιμές του εξατμισιμέτρου διαμορφωνόταν οι τιμές της εξατμισοδιαπνοής. Στον πίνακα που ακολουθεί υπάρχουν οι τιμές της εξατμισοδιαπνοής από τις 28 Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου.

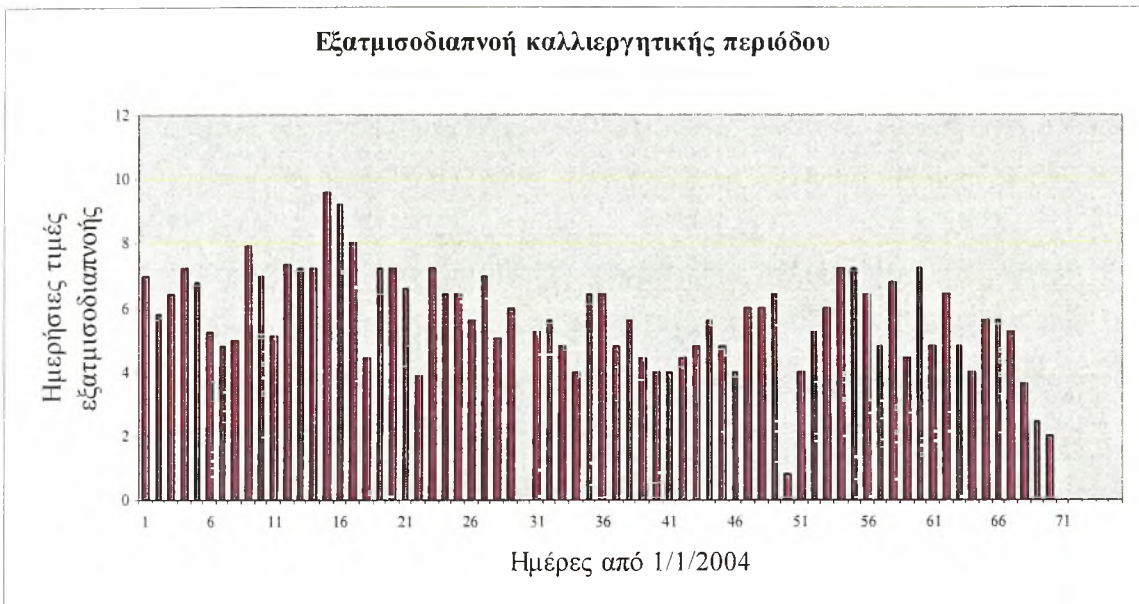
Πίνακας 2. Ημερήσιες εκτιμήσεις εξατμισοδιαπνοής κατά την καλλιεργητική περίοδο 28/6/2004 έως 5/9/2004

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o = k_p \cdot E_{pan}$ 0,8*(5) mm	Φυτικός συντελεστής K_c	Καθαρές ανάγκες $I_n = E_o \cdot K_c$
28/6/2004	180	6,96	0,55	3,828
29/6/2004	181	5,76	0,55	3,168
30/6/2004	182	6,4	0,55	3,52
1/7/2004	183	7,2	0,85	6,12
2/7/2004	184	6,8	0,85	5,78
3/7/2004	185	5,2	0,85	4,42
4/7/2004	186	4,8	0,85	4,08
5/7/2004	187	4,96	0,85	4,216
6/7/2004	188	7,92	0,85	6,732
7/7/2004	189	6,96	0,85	5,916
8/7/2004	190	5,12	0,85	4,352
9/7/2004	191	7,36	0,85	6,256
10/7/2004	192	7,2	0,85	6,12
11/7/2004	193	7,2	0,85	6,12
12/7/2004	194	9,6	0,85	8,16
13/7/2004	195	9,2	0,85	7,82
14/7/2004	196	8	0,85	6,8
15/7/2004	197	4,4	0,85	3,74
16/7/2004	198	7,2	0,85	6,12
17/7/2004	199	7,2	0,85	6,12
18/7/2004	200	6,56	0,85	5,576
19/7/2004	201	3,84	0,85	3,264
20/7/2004	202	7,2	0,85	6,12
21/7/2004	203	6,4	0,85	5,44
22/7/2004	204	6,4	0,85	5,44

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p \cdot E_{pan}$	Φυτικό συντελεστή K_c	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o \cdot K_c$
23/7/2004	205	5,6	0,85	4,76
24/7/2004	206	6,96	0,85	5,916
25/7/2004	207	5,04	0,85	4,284
26/7/2004	208	6	0,85	5,1
27/7/2004	209	0	0,85	0
28/7/2004	210	5,2	0,85	4,42
29/7/2004	211	5,6	0,85	4,76
30/7/2004	212	4,8	0,85	4,08
31/7/2004	213	4	0,85	3,4
1/8/2004	214	6,4	0,9	5,76
2/8/2004	215	6,4	0,9	5,76
3/8/2004	216	4,8	0,9	4,32
4/8/2004	217	5,6	0,9	5,04
5/8/2004	218	4,4	0,9	3,96
6/8/2004	219	4	0,9	3,6
7/8/2004	220	4	0,9	3,6
8/8/2004	221	4,4	0,9	3,96
9/8/2004	222	4,8	0,9	4,32
10/8/2004	223	5,6	0,9	5,04
11/8/2004	224	4,8	0,9	4,32
12/8/2004	225	4	0,9	3,6
13/8/2004	226	6	0,9	5,4
14/8/2004	227	6	0,9	5,4
15/8/2004	228	6,4	0,9	5,76
16/8/2004	229	0,8	0,9	0,72
17/8/2004	230	4	0,9	3,6
18/8/2004	231	5,2	0,9	4,68
19/8/2004	232	6	0,9	5,4
20/8/2004	233	7,2	0,9	6,48
21/8/2004	234	7,2	0,9	6,48

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2004	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p \cdot E_{pan}$	Φυτικό συντελεστή K_c	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o \cdot K_c$
22/8/2004	235	6,4	0,9	5,76
23/8/2004	236	4,8	0,9	4,32
24/8/2004	237	6,8	0,9	6,12
25/8/2004	238	4,4	0,9	3,96
26/8/2004	239	7,2	0,9	6,48
27/8/2004	240	4,8	0,9	4,32
28/8/2004	241	6,4	0,9	5,76
29/8/2004	242	4,8	0,9	4,32
30/8/2004	243	4	0,9	3,6
31/8/2004	244	5,6	0,9	5,04
1/9/2004	245	5,6	0,9	5,04
2/9/2004	246	5,2	0,9	4,68
3/9/2004	247	3,6	0,9	3,24
4/9/2004	248	2,4	0,9	2,16
5/9/2004	249	2	0,9	1,8
ΣΥΝΟΛΟ		391,04		356,628

Στο παρακάτω σχήμ (εικ. 12) απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής του βαμβακιού όπως υπολογίστηκαν με τη μέθοδο του εξατμισιμέτρου.



Εικ.12. Ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

3.1.14 Δόση και εύρος άρδευσης με βάση το εξατμισόμετρο

Η σχέση που συνδέει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς με την εξάτμιση έχει τη μορφή:

$$ET_r = K_p \cdot E_p \quad (\text{σχέση 6})$$

Όπου,

ET_r , είναι η εξατμισοδιαπνοής αναφοράς,

E_p , είναι η εξάτμιση σε mm/day,

K_p , είναι ο συντελεστής του εξατμισιμέτρου που υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας, του είδους και της έκτασης της επιφάνειας που περιβάλλει το εξατμισόμετρο.

Στη συγκεκριμένη θέση η τιμή του K_p είναι ίση με 0,80.

Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή E_{Tc} , υπολογίζεται από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και τον φυτικό συντελεστή K_c με τη σχέση:

$$E_{Tc} = K_c * E_{Tr} \quad (\text{σχέση 7})$$

Όπου,

E_{Tc} , είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας σε mm

K_c , είναι ο φυτικός συντελεστής ο οποίος για το βαμβάκι είναι για τους μήνες:

Μάιο 0,32

Ιούνιο 0,55

Ιούλιο 0,85

Αύγουστο 0,90

Στις δύο μεταχειρίσεις εφαρμόστηκαν ποσότητες νερού για την πλήρη κάλυψη της εξατμισοδιαπνοής, η οποία καθορίστηκε με τη μέθοδο του εξατμισιμέτρου τύπου A. Η μέθοδος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής και η άρδευση γινόταν σύμφωνα με τις ανάγκες των φυτών. Οι μετρήσεις της εξάτμισης του νερού γινόταν καθημερινά.

Το ωριαίο ύψος βροχής I_{dh} δίδεται από τη σχέση:

$$I_{dh} = q * n / S_r * S_t \quad (\text{σχέση 3})$$

Όπου,

q , είναι η παροχή του σταλάκτη η οποία είναι ίση με 2,3 l/h και για τις τρεις από τις τέσσερις μεταχειρίσεις,

n , είναι ο αριθμός των σταλακτήρων ανά φυτό,

S_r , είναι η απόσταση μεταξύ δύο σειρών καλλιέργειας και είναι ίση με 0,95 m,

S_t , είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φυτών πάνω στη σειρά και είναι ίση με 0,07m.

Ο αριθμός των σταλακτήρων ανά φυτό προκύπτει από τη σχέση:

$$n = S_t / 2 * S_e \quad (\text{σχέση 4})$$

όπου,

S_e , είναι η ισαποχή των σταλακτήρων ίση με 0,8m και για τις τρεις μεταχειρίσεις .

Το ωριαίο ύψος βροχής είναι:

$I_{dh} = 1,51$ mm/h για $n_2 = 0,088$ και $q_2 = 1,2$ l/h.

Για τον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας της άρδευσης χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$I_t = I_{da} / I_{dh} \quad (\text{σχέση 9})$$

Όπου,

I_t , είναι η διάρκεια άρδευσης σε h,

I_{da} , είναι η πρακτική δόση άρδευσης αντίστοιχη της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής (mm),

I_{dh} , είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες οι οποίοι περιέχουν τις δόσεις άρδευσης και τον αντίστοιχο χρόνο άρδευσης για τις διαφορετικές τιμές εξατμισμού E_p (mm/day) για την κάθε μεταχείριση ξεχωριστά.

Πίνακας 3. Δόσεις άρδευσης και χρόνος άρδευσης για την μεταχείριση Ε1.

Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια άρδευσης της μεταχείρισης Ε100%(μάρτυρας)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	E100%(μάρτυρας) Se= 0,8m, Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	Idh (q*n)(St* Sr) mm/h	E100%(μάρτυρας) Διάρκεια άρδευσης (5)/(7) h
15/6/2004	167						
16/6/2004	168						
17/6/2004	169						
18/6/2004	170						
19/6/2004	171						
20/6/2004	172						
21/6/2004	173						
22/6/2004	174						
23/6/2004	175						
24/6/2004	176						
25/6/2004	177						
26/6/2004	178						
27/6/2004	179						
28/6/2004	180	3,828					
29/6/2004	181	3,168					
30/6/2004	182	3,52	10,516				

1/7/2004	183	6,12			10,516	0,044	1,52	6h 55' 05"
2/7/2004	184	5,78						
3/7/2004	185	4,42						
4/7/2004	186	4,08						
5/7/2004	187	4,216						
6/7/2004	188	6,732						
7/7/2004	189	5,916	37,264					
8/7/2004	190	4,352		37,264		0,044	1,52	24h 30' 58"
9/7/2004	191	6,256						
10/7/2004	192	6,12						
11/7/2004	193	6,12						
12/7/2004	194	8,16						
13/7/2004	195	7,82						
14/7/2004	196	6,8	45,628					
15/7/2004	197	3,74		45,628		0,044	1,52	30h 01' 08"
16/7/2004	198	6,12						
17/7/2004	199	6,12						
18/7/2004	200	5,576						
19/7/2004	201	3,264						
20/7/2004	202	6,12						
21/7/2004	203	5,44	36,38					
22/7/2004	204	5,44		36,38		0,044	1,52	23h 56' 02"
23/7/2004	205	4,76						
24/7/2004	206	5,916						
25/7/2004	207	4,284						
26/7/2004	208	5,1						
27/7/2004	209	0						
28/7/2004	210	4,42	29,92					

29/7/2004	211	4,76			29,92	0,044	1,52	19h 41' 02"
30-Iovλ	212	4,08						
31/7/2004	213	3,4						
1/8/2004	214	5,76						
2/8/2004	215	5,76						
3/8/2004	216	4,32						
4/8/2004	217	5,04	33,12					
5/8/2004	218	3,96		33,12		0,044	1,52	21h 47' 24"
6/8/2004	219	3,6						
7/8/2004	220	3,6						
8/8/2004	221	3,96						
9/8/2004	222	4,32						
10-Avy	223	5,04						
11/8/2004	224	4,32	28,8					
12/8/2004	225	3,6		28,8		0,044	1,52	18h 56' 49"
13/8/2004	226	5,4						
14/8/2004	227	5,4						
15/8/2004	228	5,76						
16/8/2004	229	0,72						
17/8/2004	230	3,6						
18/8/2004	231	4,68	29,16					
19/8/2004	232	5,4		29,16		0,044	1,52	19h 11' 02"
20/8/2004	233	6,48						
21/8/2004	234	6,48						
22/8/2004	235	5,76						
23/8/2004	236	4,32						
24/8/2004	237	6,12						

25/8/2004	238	3,96	38,52						
26/8/2004	239	6,48		38,52	0,044	1,52		25h 20' 31"	
27/8/2004	240	4,32							
28/8/2004	241	5,76							
29/8/2004	242	4,32							
30/8/2004	243	3,6							
31/8/2004	244	5,04							
1/9/2004	245	5,04							
2/9/2004	246	4,68							
3/9/2004	247	3,24							
4/9/2004	248	2,16							
5/9/2004	249	1,8	46,44						
6/9/2004	250			46,44	0,044	1,52		30h 33' 07"	
7/9/2004	251								
8/9/2004	252								
9/9/2004	253								
10/9/2004	254								
11/9/2004	255								
12/9/2004	256								
ΣΥΝΟΛΑ:		335,748	335,748	335,748				221h 00' 47"	

Πίνακας 4. Δόσεις άρδευσης και χρόνος άρδευσης για τις μεταχειρίσεις E2 και Y5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ημερ/νία	Ημέρες από 1/1/2004	Καθαρές ανάγκες In mm	Αθρ. καθαρών αναγκών mm	E100%, Y100%, Se=0,8m Δόση άρδευσης m ³ /στρ	n St/(2*Se)	Idh (q*n)(St*Sr) mm/h	E100%, Y 100% Διάρκεια άρδευσης (5)/(9) h	E80%&Y80% Διάρκεια άρδευσης (6)/(9) h
			mm	m3/στρ		mm/h	h	h
15/6/2004	167							
16/6/2004	168							
17/6/2004	169							
18/6/2004	170							
19/6/2004	171							
20/6/2004	172							
21/6/2004	173							
22/6/2004	174							
23/6/2004	175							
24/6/2004	176							
25/6/2004	177							
26/6/2004	178							
27/6/2004	179							
28/6/2004	180	3,828						
29/6/2004	181	3,168						
30/6/2004	182	3,52	10,516					
1/7/2004	183	6,12		10,516	0,044	1,52	6h 55' 05"	5h 32' 06"
2/7/2004	184	5,78	11,9					
3/7/2004	185	4,42		11,9	0,044	1,52	7h 49' 41"	6h 15' 47"
4/7/2004	186	4,08	8,5					

5/7/2004	187	4,216			8,5	0,044	1,52	5h 35' 31"	4h 28' 24"
6/7/2004	188	6,732	10,948						
7/7/2004	189	5,916			10,948	0,044	1,52	7h 12' 11"	5h 45' 43"
8/7/2004	190	4,352	10,27						
9/7/2004	191	6,256			10,27	0,044	1,52	6h 45' 22"	5h 24' 04"
10/7/2004	192	6,12	12,376						
11/7/2004	193	6,12			12,376	0,044	1,52	8h 08' 31"	6h 30' 47"
12/7/2004	194	8,16	14,28						
13/7/2004	195	7,82			14,28	0,044	1,52	9h 31' 48"	7h 30' 58"
14/7/2004	196	6,8	14,62						
15/7/2004	197	3,74			14,62	0,044	1,52	9h 37' 05"	7h 40' 48"
16/7/2004	198	6,12	9,86						
17/7/2004	199	6,12			9,86	0,044	1,52	6h 29' 13"	5h 11' 24"
18/7/2004	200	5,576	11,696						
19/7/2004	201	3,264			11,696	0,044	1,52	7h 41' 42"	6h 09' 22"
20/7/2004	202	6,12	9,384						
21/7/2004	203	5,44			9,386	0,044	1,52	6h 10' 26"	4h 56' 20"
22/7/2004	204	5,44	10,88						
23/7/2004	205	4,76			10,88	0,044	1,52	7h 09' 29"	5h 43' 32"
24/7/2004	206	5,916	10,676						
25/7/2004	207	4,284			10,676	0,044	1,52	7h 01' 12"	5h 37' 05"
26/7/2004	208	5,1	9,384						
27/7/2004	209	0			9,384	0,044	1,52	6h 10' 26"	4h 56' 20"
28/7/2004	210	4,42	4,42						
29/7/2004	211	4,76			4,42	0,044	1,52	2h 54' 36"	2h 19' 34"
30-1ovλ	212	4,08	8,84						
31/7/2004	213	3,4			8,84	0,044	1,52	5h 48' 58"	4h 39' 11"
1/8/2004	214	5,76	9,16						
2/8/2004	215	5,76			9,16	0,044	1,52	6h 01' 34"	4h 49' 16"
3/8/2004	216	4,32	10,08						

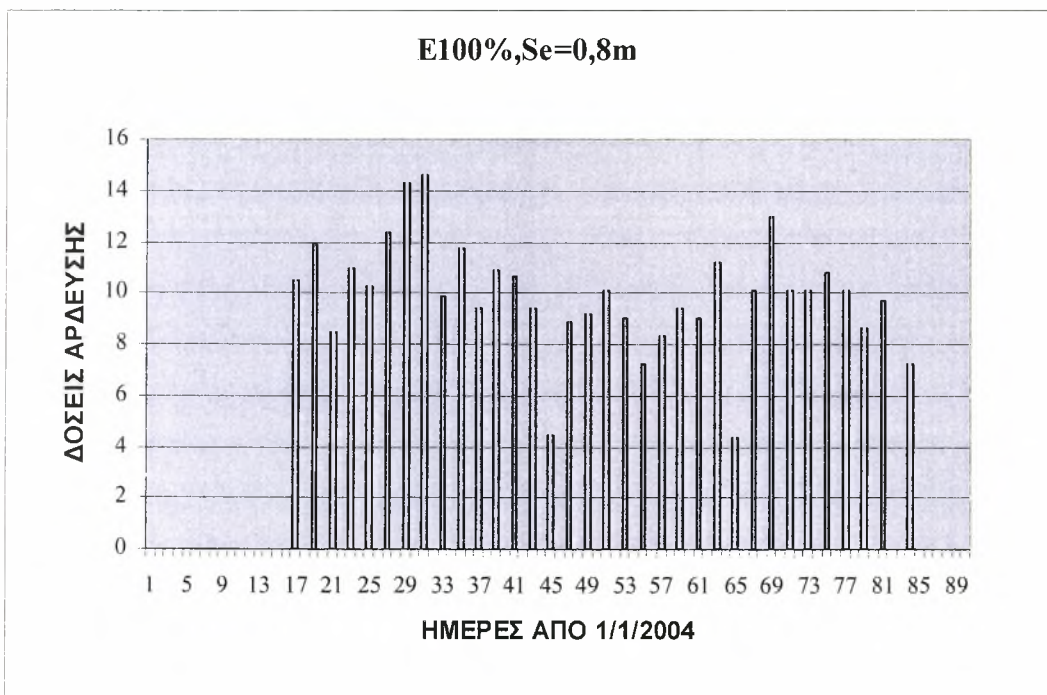
4/8/2004	217	5,04		10,08	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
5/8/2004	218	3,96	9					
6/8/2004	219	3,6		9	0,044	1,52	5h 55' 16"	4h 44' 13"
7/8/2004	220	3,6	7,2					
8/8/2004	221	3,96		7,2	0,044	1,52	4h 44' 13"	3h 47' 24"
9/8/2004	222	4,32	8,28					
10-Avy	223	5,04		8,28	0,044	1,52	5h 26' 49"	4h 21' 29"
11/8/2004	224	4,32	9,36					
12/8/2004	225	3,6		9,36	0,044	1,52	6h 09' 29"	4h 55' 34"
13/8/2004	226	5,4	9					
14/8/2004	227	5,4		9	0,044	1,52	5h 55' 16"	4h 44' 13"
15/8/2004	228	5,76	11,16					
16/8/2004	229	0,72		11,16	0,044	1,52	7h 20' 31"	5h 52' 26"
17/8/2004	230	3,6	4,32					
18/8/2004	231	4,68		4,32	0,044	1,52	2h 50' 31"	2h 16' 26"
19/8/2004	232	5,4	10,08					
20/8/2004	233	6,48		10,08	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
21/8/2004	234	6,48	12,96					
22/8/2004	235	5,76		12,96	0,044	1,52	8h 31' 34"	6h 49' 16"
23/8/2004	236	4,32	10,08					
24/8/2004	237	6,12		10,08	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
25/8/2004	238	3,96	10,08					
26/8/2004	239	6,48		10,08	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
27/8/2004	240	4,32	10,8					
28/8/2004	241	5,76		10,8	0,044	1,52	7h 06' 02"	5h 41' 02"
29/8/2004	242	4,32	10,08					
30/8/2004	243	3,6		10,08	0,044	1,52	6h 37' 52"	5h 18' 18"
31/8/2004	244	5,04	8,64					
1/9/2004	245	5,04		8,64	0,044	1,52	5h 41' 02"	4h 32' 49"
2/9/2004	246	4,68	9,72					

3/9/2004	247	3,24		9,72	0,044	1,52	6h 23' 42"	5h 06' 58"
4/9/2004	248	2,16						
5/9/2004	249	1,8	7,2					
6/9/2004	250			7,2	0,044	1,52	4h 44' 13"	3h 47' 24"
7/9/2004	251							
8/9/2004	252							
9/9/2004	253							
10/9/2004	254							
11/9/2004	255							
12/9/2004	256							
ΣΥΝΟΛΑ:		335,75	335,75	335,75			221h 00' 47"	176h 48' 40"

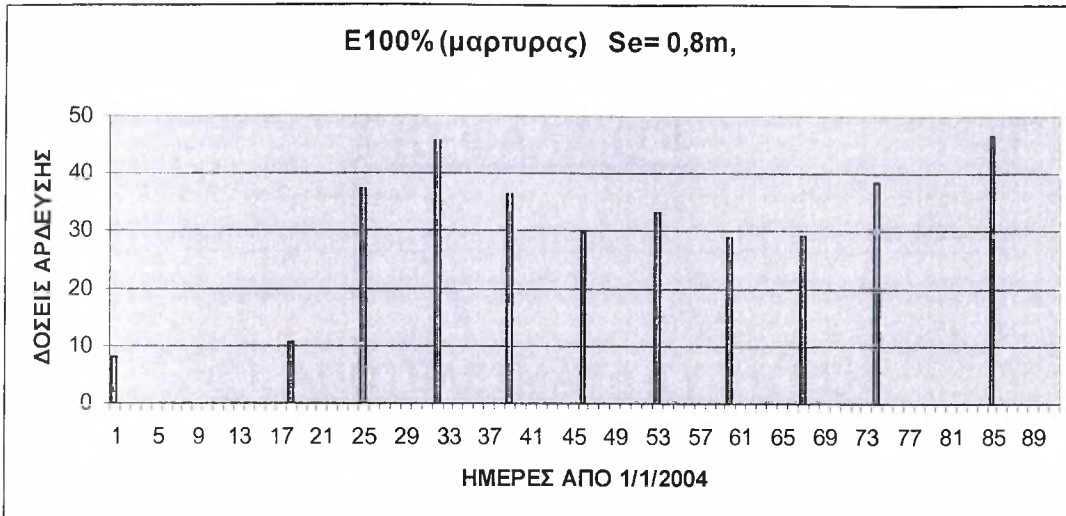
3.1.15 Δόσεις άρδευσης καρποφορίας

Μετά τις 15 Ιουλίου και αφού στην καλλιέργεια εμφανίστηκαν τα πρώτα λουλούδια η άρδευση εφαρμόστηκε με την μέθοδο της σταγόνας (επιφανειακής και υπόγειας).

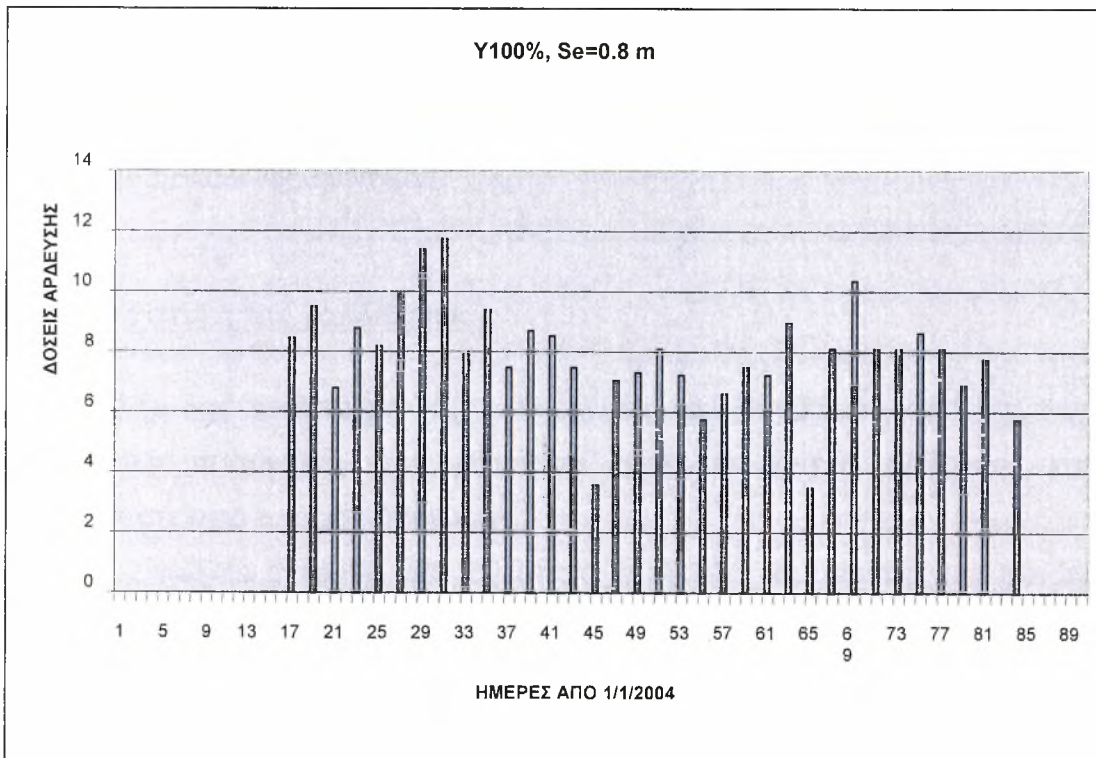
Οι συνολικές ποσότητες νερού ήταν 335,752 mm νερού για την μεταχείριση E2, για την Y5 268,596 mm νερού και για την E1 335,748 mm. Το εύρος άρδευσης και στις E2 και Y5 μεταχειρίσεις είναι σταθερό και ίσο με 2 ημέρες ενώ για την E1 το εύρος άρδευσης είναι ίσο με 10 ημέρες.



Εικ.13. Δόσεις της στάγδην άρδευσης E2.



Εικ.14. Δόσεις άρδευσης της μεταχείρισης E1.



Εικ.15. Δόσεις άρδευσης της μεταχείρισης Y5.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1.1 Μετεωρολογικά δεδομένα περιόδου 2004

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων, δηλαδή της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα και του αθροίσματος της ημερήσιας βροχόπτωσης, της περιοχής, χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του αγροκτήματος που εντοπίζεται σε απόσταση 25m από το κέντρο του πειραματικού αγρού.

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση και για όλο το 24ωρο με τη βοήθεια data logger. Η επεξεργασία έγινε με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.

4.1.2 Ανάπτυξη της καλλιέργειας

Η εξέλιξη της ανάπτυξης της καλλιέργειας του βαμβακιού αποτελεί ένα καθοριστικό παράγοντα που εξαρτάται από τον τρόπο άρδευσης και οπωσδήποτε από τη δόση άρδευσης.

Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η εξέλιξη του ύψους των φυτών αποτελούσε καθοριστικό σημείο ελέγχου για την σύγκριση των συστημάτων άρδευσης και τις δόσεις άρδευσης. Η ανάπτυξη των φυτών στη βαμβακοκαλλιέργεια είναι μία διαδικασία που καθορίζει την τελική παραγωγή. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η ανάπτυξη της καλλιέργειας θα πρέπει να συμβαδίζει με την καρποφορία.

Βασικός παράγοντας του επιθυμητού ύψους της καλλιέργειας είναι η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας. Το γενετικό υλικό είναι αυτό που καθορίζει

σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη του φυτού.

Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ΟΠΑΛ, (της εταιρείας Delta Pine). Είναι μία ποικιλία που αναπτύσσει μεγάλη φυλλική επιφάνεια και κατατάσσεται μεταξύ των μεσοόψιμων ποικιλιών, ενώ η ανάπτυξή της είναι συνεχής καθ' όλη την διάρκεια του βιολογικού της κύκλου.

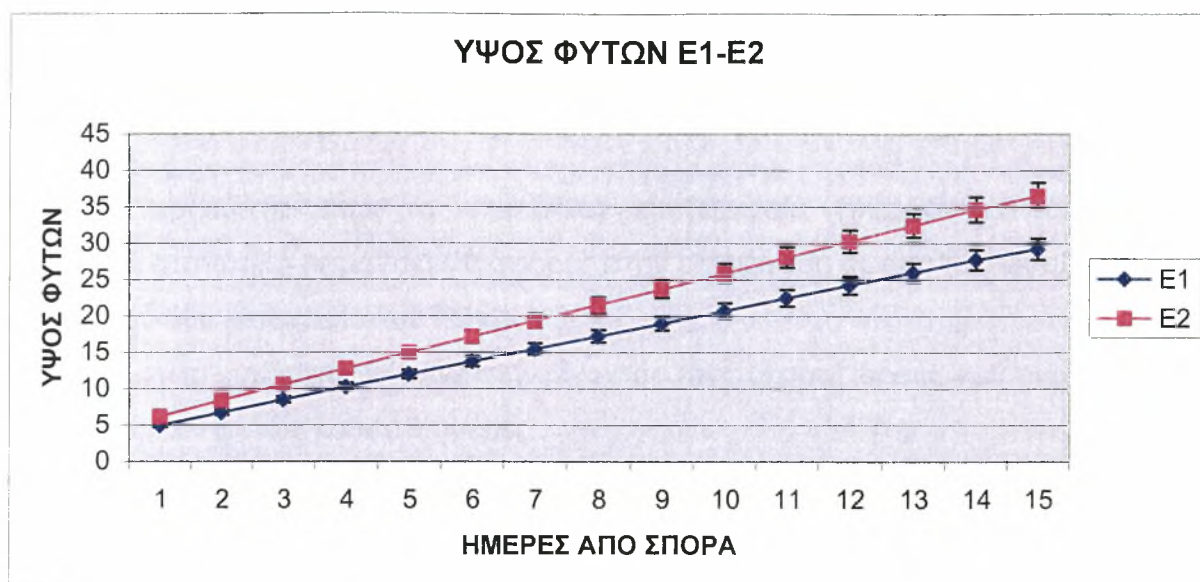
Μεταχειρίσεις Ε1 – Ε2

Κάθε εβδομάδα γινόταν μετρήσεις του ύψους των φυτών από τις δύο μεσαίες σειρές κάθε μεταχείρισης. Γινόταν καταγραφή του ύψους 40 φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο.

Μέχρι της 15 Ιουλίου τα φυτά αρδεύονταν με τις ίδιες ποσότητες νερού, που σημαίνει ότι δεν υπήρχε διαφοροποίηση όσον αφορά την ανάπτυξη. Με την εφαρμογή της στάγδην άρδευσης με διαφορετικές ποσότητες υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση στο ύψος των δύο μεταχειρίσεων.

Στο παράρτημα δίνεται η στατιστική επεξεργασία για την σύγκριση των μέσων όρων του ύψους των φυτών με βάση το t-κριτήριο και για επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στην εικόνα 14 που ακολουθεί φαίνεται η εξέλιξη του ύψους των φυτών από την εποχή της πρώτης ανάπτυξης των φυταρίων έως την εποχή που σταθεροποιείται η ανάπτυξη τους, δηλαδή περίπου στα μέσα Αυγούστου.



Εικ. 14. Ανάπτυξη της καλλιέργειας όπως φαίνεται από το ύψος των φυτών.

Πίνακας 5. Ύψη φυτών από τη σπορά Ε1-Ε2.

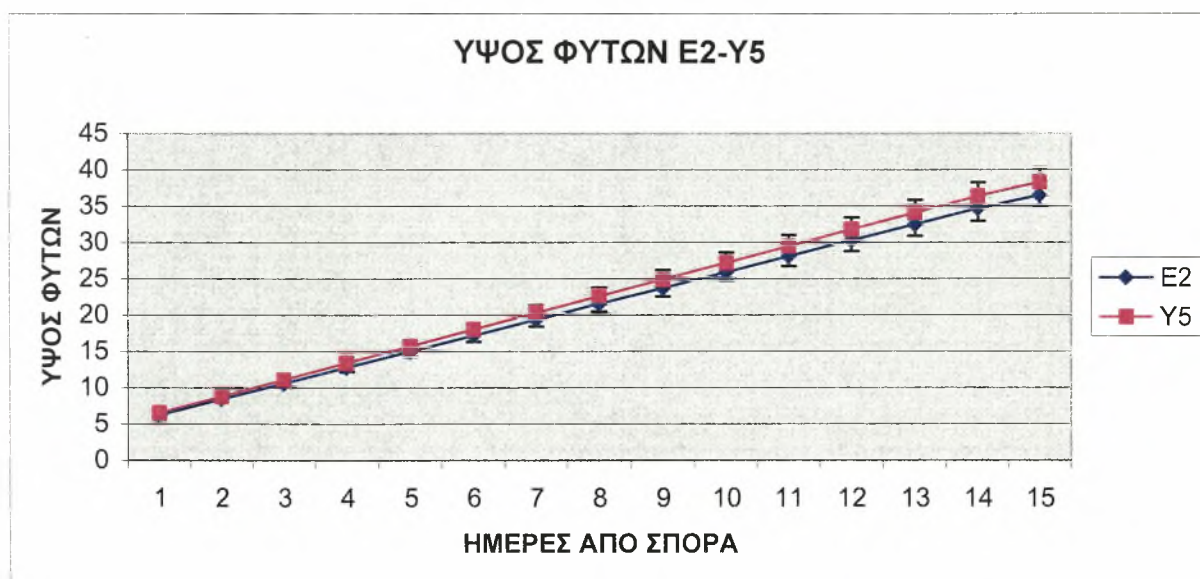
Μέρες από σπορά	Ε1	Ε2
20	5	6,25
27	6,75	8,43
34	8,5	10,62
41	10,25	12,81
48	12	15
55	13,75	17,18
62	15,5	19,37
69	17,25	21,56
76	19	23,75
83	20,75	25,93
90	22,5	28,12
97	24,25	30,31
104	26	32,5
111	27,75	34,68
117	29,25	36,56

Μεταχειρίσεις E2 – Y5

Όπως προκύπτει από τη στατιστική επεξεργασία (παράρτημα) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην εξέλιξη του ύψους των φυτών μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων E2 και Y5.

Η στατιστική επεξεργασία έγινε συγκρίνοντας τους μέσους όρους των τιμών του ύψους των φυτών κάθε 15 ημέρες.

Στην εικόνα 15 που ακολουθεί διακρίνεται η εξέλιξη του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων.



Εικ.15. Εξέλιξη του ύψους των φυτών των μεταχειρίσεων E2 και Y5.

Πίνακας 6. Ύψη φυτών από τη σπορά E2-Y5.

Μέρες από σπορά	E2	Y5
20	6,25	6,64
27	8,43	8,96
34	10,62	11,28
41	12,81	13,61
48	15	15,93
55	17,18	18,26
62	19,37	20,58
69	21,56	22,91
76	23,75	25,23
83	25,93	27,55
90	28,12	29,88
97	30,31	32,20
104	32,5	34,53
111	34,68	36,85
117	36,56	38,84

4.1.3 Μετρήσεις καρποφόρων οργάνων

Καθώς αναπτυσσόταν η καλλιέργεια γινόταν και η καταγραφή των καρποφόρων οργάνων σε εβδομαδιαία βάση.

Η καταγραφή αφορούσε μετρήσεις χτενιών και καρυδιών του βαμβακιού. Οι μετρήσεις γινόταν τυχαία σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και καταγραφόταν ο αριθμός των καρποφόρων οργάνων σε ένα μέτρο της καλλιέργειας.

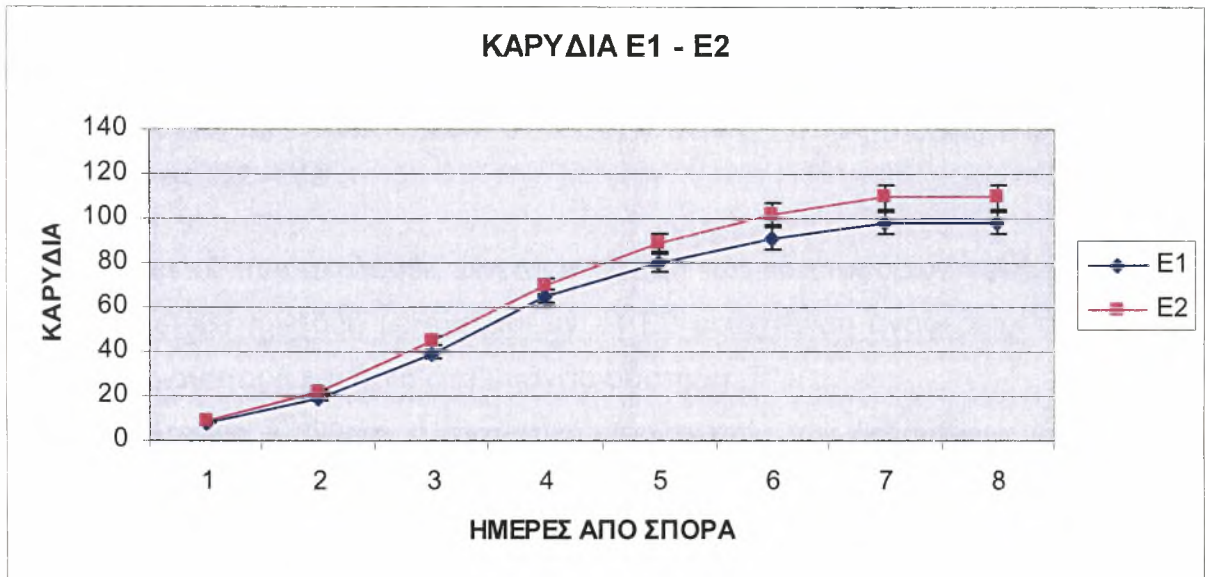
Η εμφάνιση των πρώτων χτενιών έγινε στις 20 Ιουνίου. Τα πρώτα καρύδια εμφανίστηκαν στη 1 Αυγούστου.

Μεταχειρίσεις E1 – E2

Η καρποφορία κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική και στις δύο μεταχειρίσεις. Παρατηρούμε από την εικόνα 16 ότι μέχρι και τον αριθμό 4

δηλαδή περίπου 76 μέρες μετά την σπορά έχουμε παρόμοιο αριθμό καρυδιών με μικρές αποκλίσεις που οφείλεται στο ότι το πότισμα γινόταν με τρόπο που προσέδιδε ομοιομορφία και στις δυο μεταχειρίσεις. Από το σημείο εκείνο και μετά παρατηρούμε μερική διαφοροποίηση με αποκλίσεις που δεν προσδίδουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Στο παράρτημα υπάρχουν τα στοιχεία της στατιστικής επεξεργασίας (T-test). Για επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Στην εικόνα 16 παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής καρυδιών στις δύο μεταχειρίσεις. Οι στατιστικές διαφορές στον αριθμό των καρυδιών είναι μικρές.



Εικ.16. Εξέλιξη της παραγωγής καρυδιών στις μεταχειρίσεις E1 και E2.

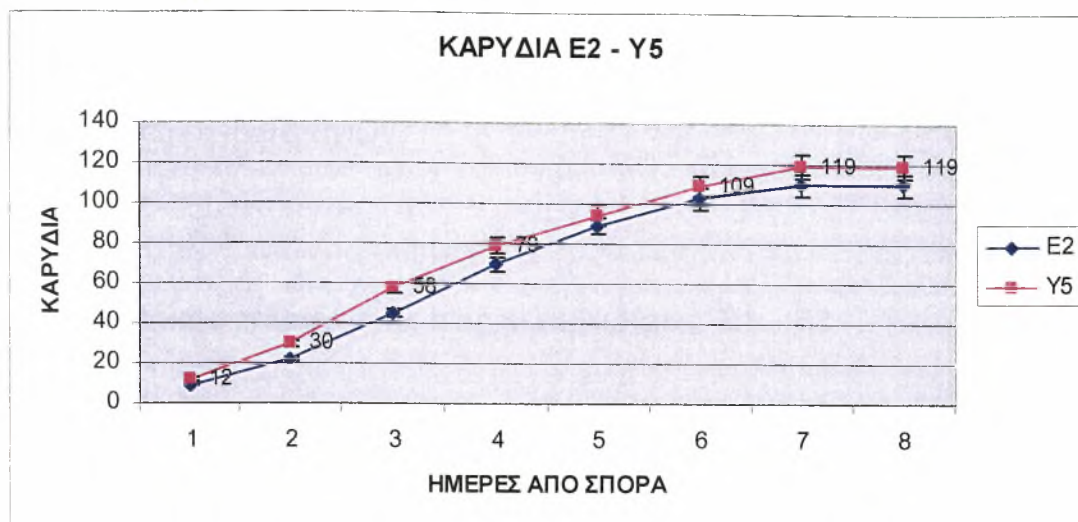
Πίνακας 7. Αριθμός καρυδιών από τη σπορά E1-E2.

	Μέρες από τη σπορά	E1	E2
1	55	8	9
2	62	19	22
3	69	39	45
4	76	65	70
5	83	80	89
6	90	91	102
7	97	98	110
8	104	98	110

Μεταχειρίσεις E2 – Y5

Στο σχήμα 10 που ακολουθεί δίνεται η εξέλιξη των καρποφόρων οργάνων (καρύδια) μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Η E2 μεταχείριση αναφέρεται στο επιφανειακό σύστημα και η Y5 στο υπόγειο σύστημα.

Στο παράρτημα Α' δίνεται η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Από τη στατιστική επεξεργασία η οποία αναφέρεται στις μετρήσεις που έγιναν στο τέλος της περιόδου δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τον αριθμό των καρυδιών τις κάθε μεταχείρισης.



Εικ.17. Εξέλιξη των καρποφόρων οργάνων (κάρυδια) των μεταχειρίσεων E2 & Y5.

Πίνακας 8. Αριθμός καρυδιών από τη σπορά E2-Y5.

	Μέρες από σπορά	E2	Y5
1	55	9	12
2	62	22	30
3	69	45,2	58
4	76	70	79
5	83	89	94
6	90	102,6	109
7	97	110	119
8	104	110	119

4.1.4 Μετρήσεις παραγωγής

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 20 Οκτωβρίου 2004 και έγινε από τις δύο μεσαίες σειρές του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή και η υγρασία ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα, μετά την απομάκρυνση της επιπλέον υγρασίας ακολούθησε η ζύγιση της παραγωγής κάθε πειραματικού τεμαχίου σε ζυγό ακριβείας. Στη συνέχεια έγινε αναγωγή για τις

αποδόσεις κάθε τεμαχίου ανά στρέμμα, γιατί οι συγκομισθείσες ποσότητες δεν ήταν από τις ίδιες εκτάσεις, λόγω των μικρών διαφορών στο μήκος των πειραματικών αγροτεμαχίων.

Αποτελέσματα παραγωγής στις μεταχειρίσεις E1 – E2

Στο παράρτημα δίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$ όσον αφορά την απόδοση μεταξύ των μεταχειρίσεων E2 και E1

Η μέση απόδοση για τις δύο μεταχειρίσεις είναι:

- ✓ E2=402 Kg/στρ.
- ✓ E1=385 Kg/στρ.

Στους πίνακες 9 και 10 που ακολουθούν, φαίνονται οι αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι για τα τέσσερα πειραματικά τεμάχια κάθε μεταχείρισης.

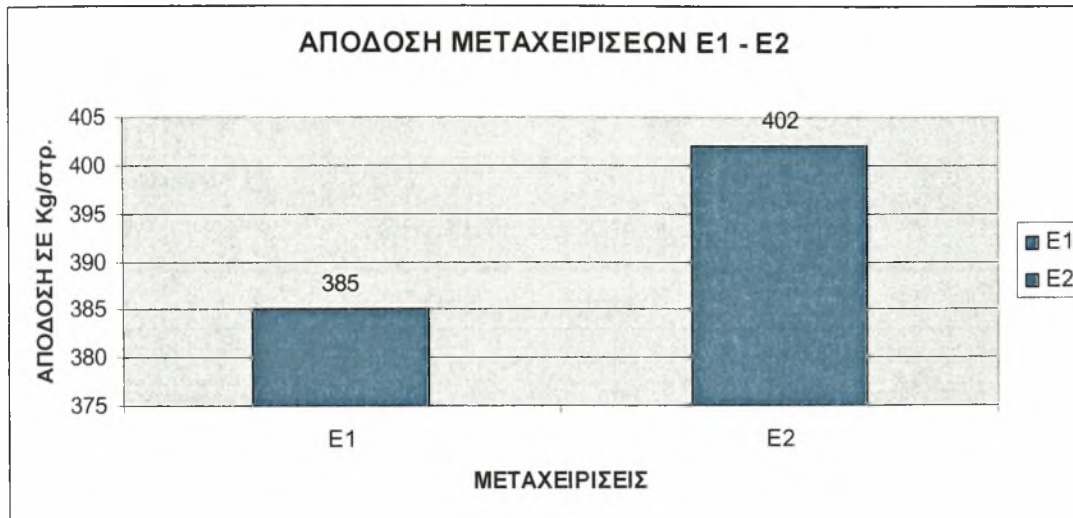
Πίνακας 9. Απόδοση E1

Απόδοση σε Kg/στρ				
Επιφανειακό 100% Μάρτυρας				
1	14	12	22	M.O.
401	372	381	386	385

Πίνακας 10. Απόδοση E2

Απόδοση σε Kg/στρ				
Επιφανειακό 100%				
5	9	16	21	M.O.
405	393,5	402,5	407	402

Στην εικόνα 18 που ακολουθεί παρουσιάζεται η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι των μεταχειρίσεων E1 και E2.



Εικ.18. Απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι των μεταχειρίσεων E1 και E2.

Αποτελέσματα παραγωγής στις μεταχειρίσεις E2 – Y5

Οι δύο μεταχειρίσεις διαφέρουν στο ότι η E2 είναι η μεταχείριση που αρδεύεται με επιφανειακή άρδευση ενώ η Y5 έχει τα ίδια χαρακτηριστικά αλλά με υπόγειο σταλακτηφόρο σωλήνα, τοποθετημένο σε βάθος 45cm.

Οι αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι για τις δύο μεταχειρίσεις είναι:

- ✓ E2=402 Kg/στρ.
- ✓ Y5=410 Kg/στρ.

Από τη στατιστική επεξεργασία όπως δίνεται στο παράρτημα Α' δε διαπιστώθηκε διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$.

Στους πίνακες 11,12 που ακολουθούν φαίνονται οι αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι, από τα τέσσερα πειραματικά τεμάχια κάθε μεταχείρισης.

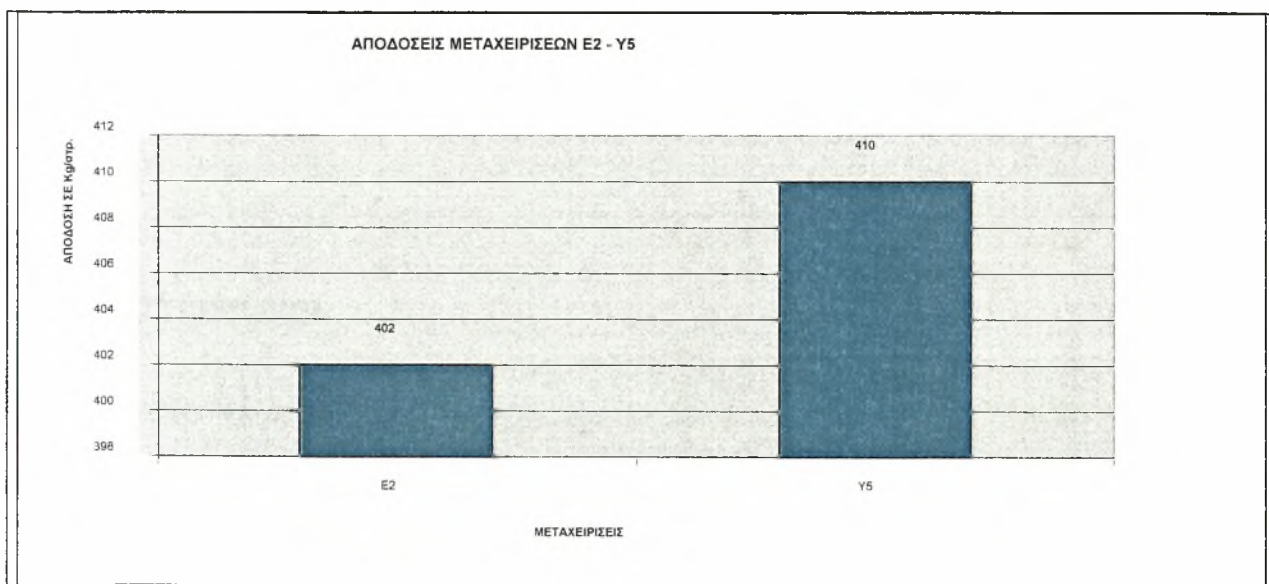
Πίνακας 11 Απόδοση Ε2

Απόδοση σε Kg/στρ				
Επιφανειακό 100%				
5	9	16	21	Μ.Ο.
405	393,5	402,5	407	402

Πίνακας 12 Απόδοση Υ5

Απόδοση σε Kg/στρ				
Υπόγειο 100%				
3	7	15	19	Μ.Ο.
419	411	397	413	410

Στην εικόνα 19 που ακολουθεί παρουσιάζεται η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι των μεταχειρίσεων Ε2 και Υ5.



Εικ. 19. Απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι των μεταχειρίσεων Ε2 και Υ5.

4.1.5 Αποδοτικότητα νερού άρδευσης

Από την υδατοκατανάλωση και την παραγωγή που επιτεύχθηκε σε κάθε περίπτωση προσδιορίσθηκε η αποδοτικότητα της χρήσης νερού. Η αποδοτικότητα του καταναλισκόμενου νερού για την μεταχείριση E1 είναι ίση με $385/546=0,7$ kg/στρ για την μεταχείριση E2 είναι ίση με $402/546=0,73$ ενώ για την μεταχείριση Y5 είναι ίση με 0,75 (όπου 546 είναι η συνολική υδατοκατανάλωση νερού)

Στην υδατοκατανάλωση νερού περιλαμβάνεται η συνολική ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε συμπεριλαμβανομένης και της βροχής. Αναλυτικά εφαρμόστηκαν περίπου 336mm νερού από στάγδην άρδευση 50mm νερού από πότισμα με καρούλι στην αρχή του πειράματος και 160mm νερού ωφέλιμης βροχόπτωσης.

Παρατηρείται λοιπόν ότι στην υπόγεια άρδευση, η αποδοτικότητα του νερού είναι μεγαλύτερη, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στην απευθείας εφαρμογή του νερού στο ριζικό σύστημα των φυτών.

Επίσης παρατηρείται ότι η παραγωγή παρουσιάζεται αυξημένη έναντι προηγούμενων ετών. Το 2001 (μ.ο 350kg/στρ) το 2000 (μ.ο 360kg/στρ) εξαιτίας του ότι οι βροχοπτώσεις έπεσαν κατά την κρίσιμη περίοδο καρποφορίας του βαμβακιού δηλαδή στα μέσα Ιουνίου.

4.1.6 Συμπεράσματα

Μεταχειρίσεις E1 – E2

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων στάγδην άρδευσης, προκύπτουν τα εξής:

- ✓ Τα φυτά της E2 μεταχείρισης αναπτύσσονται με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με αυτά της E1. Ο αριθμός των καρποφόρων οργάνων δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές και έχουμε ομοιομορφία στο συνολικό αριθμό καρυδιών.
- ✓ Η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι και στις δύο μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η συγκεκριμένη διάταξη των σταλακτήρων για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που διεξάχθηκε το πείραμα και στο συγκεκριμένο τύπο εδάφους, δε διαχωρίζει ούτε την ανάπτυξη αλλά και ούτε την απόδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού.

Μεταχειρίσεις E2– Y5

Από τις συγκρίσεις των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων στάγδην άρδευσης στο βαμβάκι προκύπτουν τα εξής:

- ✓ Η ανάπτυξη των φυτών και στις δύο μεθόδους είναι παρόμοια.
- ✓ Ο αριθμός των καρποφόρων οργάνων στο τέλος της περιόδου δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές
- ✓ Η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι στην υπόγεια μεταχείριση Y5 είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της E2.

Γενικά η εφαρμογή της υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα του νερού άρδευσης σε ένα πολύ καλό ποσοστό σε σύγκριση με την αντίστοιχη επιφανειακή. Όσο υπάρχει ομοιομορφία κατανομής του νερού (κατά την περίοδο ποτίσματος με καρούλι) δεν εντοπίζεται έντονη διαφοροποίηση στα διάφορα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Με την έναρξη όμως της στάγδην άρδευσης αρχίζει να παρατηρείται διακύμανση στις τιμές των χαρακτηριστικών που όμως σε τελική ανάλυση και για επίπεδο σημαντικότητας 0,05 δεν είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές. Πρακτικά τα πλεονεκτήματα στην υπόγεια άρδευση είναι ότι έχουμε α) χορήγηση νερού απευθείας στο ριζικό σύστημα της καλλιέργειας,

β) οικονομία νερού λόγω εξάλειψης επιφανειακής απορροής, και

γ) δυνατότητα υδρολίπανσης με φωσφόρο και κάλιο στην ρίζα του φυτού χωρίς να δεσμεύονται από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Παρόλα αυτά στο συγκεκριμένο πείραμα δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλεξίου Ι., Καλφούντζος Δ. 2003 Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Υδροτεχνικής Ένωσης.
2. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Στέλλα, 2002. Βιομηχανικά φυτά. Βόλος.
3. Γεωργική τεχνολογία 1999α.
4. Διάφοροι μέθοδοι άρδευσης και αρδευτικά συστήματα. Μηχανήματα για τη γεωργία, Γεωργία και κτηνοτροφία, (48-56) 1996.
5. Καλφούντζος Δ, Υδατοκατανάλωση καλλιεργειών, 2002 Βόλος.
6. Κεχαγιά Ουρανία. 2000 Τι είναι και πως επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Βαμβάκι Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία.
7. Μήτσιος Ι. Εδαφολογία. 1999 Εκδόσεις Ζημελ. Αθήνα
8. Μήτσιος Ι. 2000 Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, Βόλος
9. Οργανισμός Βάμβακος.1996 Άρδευση του βαμβακιού, έκθεση καλλιέργειας βαμβακιού.
10. Delta Pine. Σπύρος Ανδριώτης. Οδηγός διαχείρισης νερού στο βαμβάκι.
11. Πανώρας Α. Άρδευση του βαμβακιού, περιοδικό Γεωργία και Κτηνοτροφία 1/1996 σελ 46-49.
12. Πανώρας Α.Γ., Χατζηαθανασίου, Α.Μ., Τόπης Χ.Γ., 1994β. Είδος φθορών και κόστος συντήρησης δικτύων άρδευσης με σταγόνες. Γεωπονικά, 350:35-40, ISSN 0367-5009.
13. Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., 1984. Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 498 σελ.
14. Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., 1977. Σχεδίαση και Υπολογισμός Αρδευτικών Συστημάτων με Σταλακτήρες, Έκδοση Ι.Ε.Β. Σίνδου, 58 σελ.
15. Περιοδικό Γεωργική Τεχνολογία. Αφιέρωμα βαμβάκι. Μάρτιος 1996.
16. Πουλοβασίλης Α.1993 Μέθοδοι εφαρμογής του νερού στον αγρό.ΓΠΑ Αθήνα.
17. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ. Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου, Υδροτεχνικά, Τόμος 6, 62-67 σελ.

18. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Πανώρας Α., Μαυρούδης Ι., Πογιαρίδης Θ., 1996, 'Χάρτες κατανομής μέσης μηνιαίας εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και βροχόπτωσης στο νομό Λάρισας.' Β' Πανελλήνιο Συνέδριο ' Εγγειοβελτιωτικά έργα - Διαχείριση Υδατικών Πόρων – Εκμηχάνιση της Γεωργίας', ΓΕΩΤΕΕ Κεντρικής Ελλάδας, Απρίλιος 2001, Λάρισα.
19. Τερζίδης Γ.Α., Παπαζαφειρίου Ζ.Γ. Γεωργική Υδραυλική. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1994.
20. Τόλης Ι. 1989 Βαμβάκι – Εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια. Αθήνα.
21. Τολίκας Δ., Κωτσοβίνος Ν., Τζαβανάρα Χ., 11/2000 περιοδικό 'Νερό Διαχείριση Αποθεμάτων'.
22. Τσακίρης Γ. 1995 Υδατικοί Πόροι: Τεχνική Υδρολογία. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
23. Τσουκίδου Μ. 12/1992 Ο σταλακτηφόρος σωλήνας ΤΙΠΑΖ, Γεωργία και Κτηνοτροφία, (12-13 σελ).
24. Υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης & τροφίμων, διεύθυνση αγροτικής πολιτικής & τεκμηρίωσης.
25. Φαρδής Α. 1992 Σημειώσεις για την καλλιέργεια του βαμβακιού. ΓΠΑ Αθήνα.
26. Χριστίδη Β., 1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη, 743 σελ.

Βιβλιογραφία από ηλεκτρονικές διευθύνσεις

27. www.netafim.com/Irrigation_Products/Irrigation_Control_Products/Miracle_AC_DC/
28. www.netafim.com/img/new_sys/media1/0/15_306.pdf
29. europa.eu.int/comm/environment/agriculture/pdf/irrigation.pdf
30. www.bayercropscience.gr/exthro.asp?asthgroup_id=6&kal_category_id=5&asthenia_id=155

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

T-Test

T-Test Ύψος

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
E1	15	17,2333	7,79850	2,01357
E2	15	21,5417	9,74813	2,51696

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
E1	8,559	14	,000	17,2333 3	12,9147	21,5520
E2	8,559	14	,000	21,5416 7	16,1433	26,9400

T-Test Ύψος

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
E.2	15	22,6188	10,23554	2,64280
Y5	15	22,8880	10,35739	2,67427

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
E.2	8,559	14	,000	22,61875	16,9505	28,2870
Y5	8,559	14	,000	22,88802	17,1523	28,6238

-Test Καρύδια

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KE1	8	62,2500	35,97519	12,71915
KE2	8	69,6250	40,06045	14,16351

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
KE1	4,894	7	,002	62,25000	32,1740	92,3260
KE2	4,916	7	,002	69,62500	36,1336	103,1164

T-Test Καρύδια

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KE2	8	69,6250	40,06045	14,16351
KY5	8	77,5000	40,77464	14,41601

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
KE2	4,916	7	,002	69,62500	36,1336	103,1164
KY5	5,376	7	,001	77,50000	43,4115	111,5885

T-Test Απόδοση

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
E	4	402,0000	5,95819	2,97909
Y	4	410,0000	9,30949	4,65475

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
E	134,940	3	,000	402,0000 0	392,519 2	411,480 8
Y	88,082	3	,000	410,0000 0	395,186 5	424,813 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

Σε αυτό το παράρτημα δίνονται φωτογραφίες της πορείας της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.



Σπορά 15/5/2004



Σπορά 15/5/2004



Σπορά 15/5/2004



Γενική άποψη του αγρού 5/6/2004



Γενική άποψη του αγρού 18/6/2004



Γενική άποψη του αγρού 19/8/2004



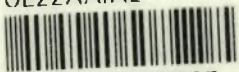
Γενική άποψη του αγρού 19/8/2004



Γενική άποψη του αγρού 10/9/2004



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097337