

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**Αξιολόγηση αγρονομικών χαρακτηριστικών σύγχρονων ποικιλιών
βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) υπό Θεσσαλικές συνθήκες**

Παντελής Ελ. Φυτιλής

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΒΟΛΟΣ 2007

**Αξιολόγηση αγρονομικών χαρακτηριστικών σύγχρονων ποικιλιών
βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) υπό Θεσσαλικές συνθήκες**

Παντελής Ελ. Φυτιλής

Μεταπτυχιακή διατριβή

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο «Γεωργία & Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας », Επιβλέπων.
2. Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο «Σποροπαραγωγή-Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού υλικού Κηπευτικών καλλιεργειών & Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας».
3. Αθανάσιος Μαυρομάτης, Λέκτορας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο «Γενετική & Βελτίωση Φυτών».

*Αφιερώνεται στον Καθηγητή
Νικόλαο Δαναλάτο*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.) αποτελεί σήμερα τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια στην Ελλάδα. Καλλιεργείται κατά κύριο λόγο σε απόσταση 1m μεταξύ των γραμμών σποράς διότι μέχρι σήμερα οι χρησιμοποιούμενες συλλεκτικές μηχανές είναι προσαρμοσμένες να συγκομίζουν μόνο σ' αυτή την απόσταση. Με κάποιες μηχανικές μετατροπές μπορούν να συγκομίσουν σε στενότερες αποστάσεις (μέχρι 0,75m μεταξύ των γραμμών σποράς). Πολυάριθμα όμως πειράματα με στόχο τη σύγχρονη τάση-ανάγκη για μείωση των εισροών και βελτιστοποίηση των αποδόσεων, έδειξαν υπεροχή των πολύ στενών αποστάσεων μεταξύ των γραμμών σποράς (UNR=Ultra Narrow Rows) έναντι των συμβατικών (1m). Στις περισσότερες βιβλιογραφικές πηγές και σε δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, λέγοντας «πολύ στενές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς» αναφερόμαστε σε αποστάσεις μικρότερες των 40cm που μπορούν να φτάσουν έως και τα 19cm. Η παραγωγή νέων βαμβακοσυλλεκτικών που μπορούν να συγκομίζουν σε τέτοιες αποστάσεις επιτρέπει την εφαρμογή των καλλιεργητικών συστημάτων UNR με βασική προϋπόθεση τη χρήση ποικιλιών βαμβακιού οι οποίες θα προσαρμοσθούν με κατάλληλες καλλιεργητικές τεχνικές-πρακτικές στα νέα αυτά καλλιεργητικά συστήματα.

Αξιολογήθηκαν στην περιοχή Βελεστίνο Μαγνησίας, το 2006, τα αγρονομικά χαρακτηριστικά 2 ποικιλιών βαμβακιού Celia και Diamond σε κανονικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς (1m) και σε πολύ στενές (0,36m) σε συνδυασμό με την εφαρμογή 2 τύπων λιπασμάτων (λίπασμα Β.Φ.Λ. χωρίς παρεμποδιστή νιτροποίησης & λίπασμα Compro με παρεμποδιστή νιτροποίησης) κάτω από 3 επίπεδα λίπανσης 0,6, & 12 kg αζώτου/στρ.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτά και στις δύο αποστάσεις γραμμών σποράς εισέρχονταν με ικανοποιητικό ύψος στο στάδιο καρποφορίας. Έπειτα ο ρυθμός αύξησης του ύψους στις στενές γραμμές, πιθανότατα λόγω ανταγωνισμού, υποχωρούσε έναντι των κανονικών. Η Diamond φάνηκε να υπερέχει ως προς το ύψος έναντι της Celia. Ο αριθμός μεσογονάτιων διαστημάτων των φυτών έδειξε ότι ήταν ανάλογος του ύψους. Ο κόμβος εμφάνισης του 1^{ου} χτενιού δεν φάνηκε να εξαρτάται απ' την απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (δείκτης LAI) είχε υψηλότερες τιμές στις στενές γραμμές έναντι των κανονικών καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και οδήγησε σε μεγαλύτερο ρυθμό παραγωγής ξηράς βιομάζας στις στενές γραμμές σε σχέση με τις κανονικές. Η Diamond ως πιο εύσωμη ποικιλία είχε μεγαλύτερο δείκτη LAI έναντι της Celia.

Τα φυτά των στενών γραμμών πέτυχαν νωρίτερα εδαφοκάλυψη (περί τις 20 μέρες) σε σχέση με αυτά των κανονικών. Αυτό επέφερε αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, μείωση της εξατμισοδιαπνοής, και περιορισμό των ζιζανίων (λόγω αδυναμίας να φωτοσυνθέσουν), παράμετροι που συνέβαλαν στο να παρατηρηθεί πρωίμηση της παραγωγής στις στενές γραμμές έναντι των κανονικών.

Η πρωιμότητα σε συνδυασμό με το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών των φυτών στις στενές γραμμές συνέβαλαν στο να υπερέχουν οι στενές γραμμές ως προς την απόδοση συσπόρου κατά 6,7% έναντι των κανονικών (436 kg/στρ. στις στενές και 407 kg/στρ. στις κανονικές). Καθώς αυξανόταν η ποσότητα λιπάσματος αυξανόταν η απόδοση. Ασφαλή συμπεράσματα για το άριστο επίπεδο λίπανσης δεν μπορούν να

εξαχθούν κατευθείαν απ' τον πρώτο χρόνο πειραματισμού λόγω της παρουσίας υπολειμματικού αζώτου από προηγούμενες χρονιές. Η Celia έδωσε μεγαλύτερη παραγωγή έναντι της Diamond.

Η αναλογία ίνας δεν φάνηκε να επηρεάζεται απ' τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς. Η Diamond υπερείχε ως προς την αναλογία ίνας έναντι της Celia αλλά δεν συνέβαλε στο να δώσει η Diamond μεγαλύτερη απόδοση συσπόρου έναντι της Celia. Επομένως η υπεροχή της Celia ως προς την απόδοση συσπόρου πιθανότατα να οφείλεται στο μεγαλύτερο βάρος σπόρων έναντι της Diamond.

Τα φυτά των κανονικών γραμμών παρήγαγαν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού σε σχέση με αυτά των στενών γραμμών. Η Celia παρουσίασε μεγαλύτερο βάρος καρυδιού (6,3 gr) έναντι της Diamond (5,3 gr).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Καταγωγή και εξάπλωση του βαμβακιού

Το βαμβάκι φέρεται ότι ήταν γνωστό και καλλιεργούνταν απ' τους προϊστορικούς χρόνους. Για αυτό και δεν υπάρχουν άμεσες και σίγουρες ενδείξεις για τις χώρες που το καλλιέργησαν για πρώτη φορά. Σχετικές όμως έρευνες που γίνονται εδώ και πολλά χρόνια δείχνουν πως το βαμβάκι αναπτύχθηκε σε δυο χωριστές περιοχές εντελώς ανεξάρτητες και πολύ μακριά η μια από την άλλη: την Ινδία και την Αμερική.

Πολλές ενδείξεις παλιές και νέες μαρτυρούν πως η Ινδία είναι η χώρα καταγωγής του βαμβακιού. Ο Ηρόδοτος γύρω στο 445 π.Χ. έγραψε: Στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου και από τα δέντρα αυτά οι Ινδοί εξασφαλίζουν τα ρούχα τους.

Εκείνος όμως που έδωσε την πρώτη και μάλιστα αρκετά πετυχημένη περιγραφή του φυτού στην Ινδία είναι ο Θεόφραστος. Ο ίδιος με το βιβλίο του «Περί Φυτών Ιστορίας», που γράφτηκε στα 306 π.Χ., αναφέρει τα εξής: «... Τα δένδρα που χρησιμεύουν για να κάνουν οι Ινδοί τα ρούχα τους έχουν φύλλα σαν της μουριάς, ολόκληρο όμως το δένδρο μοιάζει σαν αγριοτριανταφυλλιά». Φυτεύονται στις πεδιάδες σε γραμμές, γι' αυτό από μακριά φαίνονται σαν αμπέλια.

Εντελώς ανεξάρτητα από την Ινδία, από πολύ παλιά, αναπτύχθηκε η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Κεντρική και Νότια Αμερική. Σε ανασκαφές στο Περού, βρέθηκαν επίσης βαμβακερά υφάσματα που πρέπει να έγιναν 2500 περίπου χρόνια π.Χ., ενώ στο Μεξικό βρήκαν υπολείμματα βαμβακιού που ανήκουν στο είδος *Gossypium hirsutum* και ανάγονται, όπως αποδείχτηκε με ραδιενεργό άνθρακα στο 5800 π.Χ. Έτσι και η Αμερική είναι χώρα που καλλιέργησε το βαμβάκι και το χρησιμοποίησε από χιλιάδες χρόνια.

Η χρήση του βαμβακιού όπως αργότερα και η καλλιέργεια του φυτού φαίνεται ότι διαδόθηκαν στην Ελλάδα από τη Συρία και την Κύπρο και στις χώρες αυτές από την Περσία. Από την Ελλάδα το φυτό διαδόθηκε και στη Νότια Ιταλία. Στην Κίνα βαμβακερά υφάσματα αναφέρονταν για πρώτη φορά το 502 μ.Χ. Επέκταση του βαμβακιού στην Κίνα έγινε μετά την κατάκτησή της από τους Μογγόλους το 1280.

Στην Ελλάδα το βαμβάκι αναφέρεται για πρώτη φορά το 174 μ.Χ. απ' τον Πausανία με το όνομα βύσσο. Ο Pausanίας αναφέρει ότι στο νομό Ηλείας καλλιεργούσαν τη βύσσο. Η λέξη “βύσσινα” που αποδίδεται στα βαμβακερά αναφέρεται πολλές φορές στην Καινή Διαθήκη. Το φυτό και το προϊόν του με το σημερινό όνομα “Βάμβαξ” αναφέρεται για πρώτη φορά στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού τον 6^ο μ.Χ. αιώνα. Στα Ελληνικά η λέξη βαμβάκι καθιερώθηκε από το 10^ο μ.Χ. αιώνα αφού έτσι αναφέρεται στο λεξικό του Σουίδα που γράφτηκε την εποχή εκείνη.

Σήμερα η καλλιέργεια του βαμβακιού βρίσκεται σε μια ζώνη η οποία εκτείνεται από τον 45^ο ΒΠ μέχρι τον 32^ο ΝΠ. Η χώρα μας από άποψη κλιματολογικών συνθηκών βρίσκεται στα βορειότερα όρια της ζώνης καλλιέργειας του βαμβακιού, ώστε η απόδοση και η ποιότητα του προϊόντος να εξαρτώνται απ' την διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

1.2 Ταξινόμηση

Όλα τα είδη του βαμβακιού κατατάσσονται στο γένος *Gossypium* της οικογένειας Malvaceae. Όπως αναφέρεται απ' τον Percival και τους συνεργάτες του (1999) το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει περίπου 49 είδη τα οποία είναι είτε διπλοειδή ($2n=2x=26$) είτε τετραπλοειδή ($2n=4x=52$). Υπάρχουν περισσότερα από 30 διπλοειδή είδη με γενώματα A,B,C,D,E,F και 6 αλλοτετραπλοειδή με γενώματα AD. Τα διπλοειδή κατανέμονται κυρίως στην Αφρική, Ασία, Μεξικό και Αυστραλία. Δύο απ' τα διπλοειδή είδη τα *Gossypium arboreum* και *Gossypium herbaceum* εξημερώθηκαν απ' τον άνθρωπο και καλλιεργούνταν παλαιότερα σε μεγάλη έκταση. Θεωρείται από πολλούς ότι το πρώτο βαμβάκι που καλλιεργήθηκε ήταν το *Gossypium herbaceum* το οποίο αποτέλεσε τον πρόγονο του *Gossypium arboreum*. Τα δύο αυτά είδη έχουν το γένωμα A. Το *Gossypium herbaceum* είναι είδος αυτοφυές στην Ινδία, στο Πακιστάν και στην Αφρική. Αποτελούσε το κυρίως καλλιεργούμενο είδος στις χώρες καταγωγής του καθώς και στη Μέση Ανατολή και στις παραμεσόγειες περιοχές. Η καλλιέργεια του εγκαταλείφθηκε στη χώρα μας μετά το 1940. Το *Gossypium arboreum* βρίσκεται αυτοφυές στο Πακιστάν, την Ινδία και την Κεϋλάνη. Καλλιεργείται σήμερα σε πολύ μικρή έκταση στην Ινδία. Τα τετραπλοειδή είδη (αμφιπλοειδή που προέρχονται απ' τον συνδυασμό των γενωμάτων A και D) θεωρείται ότι προέρχονται απ' τον Νέο Κόσμο κυρίως απ' το Μεξικό, το Περού, τη Χαβάη και τα νησιά Γκαλαμπάγκος. Δύο απ' αυτά τα *Gossypium hirsutum* και *Gossypium barbadense* είναι σήμερα τα κυρίως καλλιεργούμενα είδη βαμβακιού. Το *Gossypium hirsutum* (στο είδος αυτό ανήκουν όλα τα βαμβάκια τα γνωστά με το όνομα upland) κατάγεται απ' την Κ. Αμερική και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με βαμβάκι. Το *Gossypium barbadense* κατάγεται απ' την Ν. Αμερική και περιλαμβάνει πολυετείς και ετήσιους τύπους. Οι ετήσιοι περιλαμβάνουν το αιγυπτιακό βαμβάκι και το Sea Island. Το αιγυπτιακό καλλιεργείται στην Αίγυπτο, στο Σουδάν, στο Τουρκεστάν και σε μερικές περιοχές των Η.Π.Α.

Με αφορμή τον εμφύλιο πόλεμο της Αμερικής (1861-1865) το *G. hirsutum* διαδόθηκε απ' τις νοτιοανατολικές πολιτείες των Η.Π.Α. όπου είχε αρχίσει να καλλιεργείται απ' τα μέσα του 18ου αιώνα σε όλο τον κόσμο και αντικατέστησε τα *G. herbaceum* και *G. arboreum* (Χριστίδης 1965, Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1979).

Όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες βαμβακιού στην Ελλάδα ανήκουν στο είδος *Gossypium hirsutum*. Στις αρχές του 20ου αιώνα, αλλά και αργότερα, έγιναν προσπάθειες να διαδοθεί στην Ελλάδα και το Αιγυπτιακό βαμβάκι, καθώς και ορισμένες μακρόινες ποικιλίες τύπου Sea Island, αλλά δεν είχαν πρακτικό ενδιαφέρον, γιατί τα βαμβάκια αυτά οημιρίζουν πολύ και δίνουν ασύμφορη παραγωγή για τις ελληνικές συνθήκες. Επίσης έγινε βελτιωτική προσπάθεια για την δημιουργία διειδικών υβριδίων μεταξύ *G. hirsutum* (για πρωιμότητα και απόδοση) και *G. barbadense* (για υψηλή ποιότητα ινών) αλλά δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα μέχρι πρόσφατα. Αυτό συνέβη διότι παρουσιάζονται προβλήματα στην παραγωγή υβριδισμένου σπόρου και στην ποιότητα της ίνας (Smith 1999). Καλλιέργεια υβριδίων έγινε και στη χώρα μας με σπόρο εισαγωγής χωρίς όμως να υπερέχουν έναντι των καλλιεργούμενων ποικιλιών. Κι αυτό γιατί είναι όψιμα (παρουσιάζεται ετέρωση ως προς τη βλαστική ανάπτυξη) και ορισμένα τινάζουν εύκολα ώστε να απαιτείται συγκομιδή σε περισσότερα "χέρια".

1.3 Βοτανική περιγραφή

Το βαμβακόφυτο έχει ίσως την πολυπλοκότερη κατασκευή ανάμεσα στα άλλα φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Η συνεχής αύξησή του και η συμποδιακή καρποφορία του περιπλέκουν την αύξηση και ανάπτυξή του, στον χώρο και χρόνο και το καθιστούν πολύ ευαίσθητο στις οικολογικές αντιξοότητες.

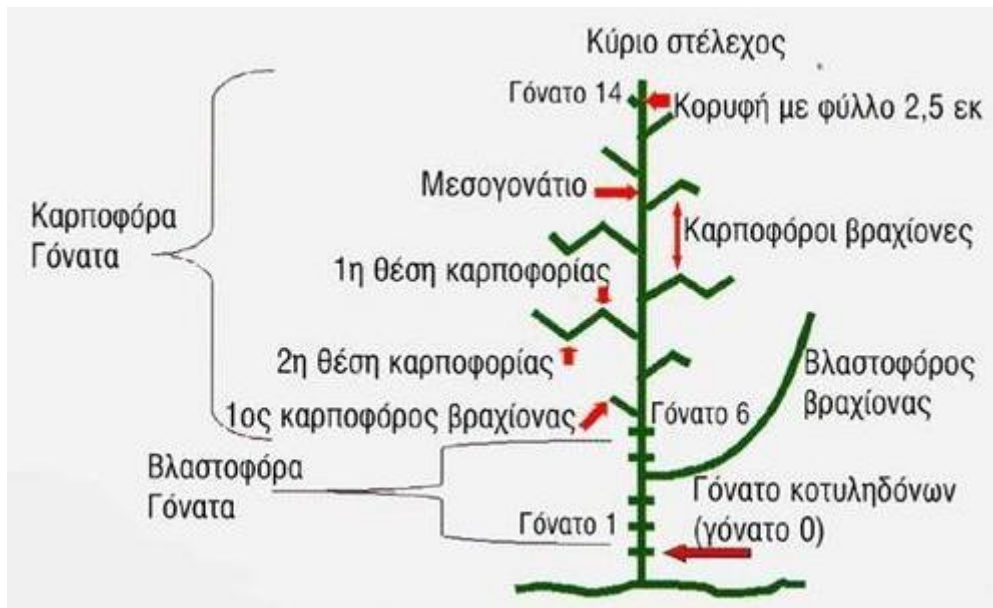
Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του βαμβακιού αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα, η οποία εισχωρεί κατακόρυφα στο έδαφος σε βάθος μέχρι και 2m. Σε απόσταση 10-15 cm απ' το σημείο έναρξης σχηματισμού της κύριας ρίζας αναπτύσσονται πλάγιες ρίζες (δευτερεύουσες διακλαδώσεις). Τρίτης τάξεως διακλαδώσεις σχηματίζονται σε απόσταση 5cm απ' το σημείο έναρξης σχηματισμού των 2ας τάξεως διακλαδώσεων. Ο μεγαλύτερος όγκος του ριζικού συστήματος κατανέμεται στα πρώτα 90cm του εδάφους. Η ξηρά ουσία των ριζών αποτελεί το 10-20 % της συνολικής ξηράς ουσίας που παράγει το φυτό καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (Oosterhuis 1990).

Η ανάπτυξη της ρίζας σταματά αν συναντήσει αδιαπέραστο στρώμα, ορίζοντα πολύ αλκαλικό ή κορεσμένο από υγρασία έδαφος. Αν το άκρο της ρίζας καταστραφεί, αντικαθίσταται από μια πλευρική ρίζα. Σε διαπερατά εδάφη το ριζικό σύστημα μπορεί να ακολουθεί, αναπτυσσόμενο σε βάθος, την υπόγεια στάθμη του νερού που υποχωρεί το καλοκαίρι, ώστε τα φυτά να μην υποφέρουν από ξηρασία. Αντιθέτως όταν το επιφανειακό στρώμα του εδάφους είναι εφοδιασμένο με επαρκή υγρασία δεν αναπτύσσεται σε βάθος το ριζικό σύστημα. Γι' αυτό μετά το φύτεμα του βαμβακιού αποφεύγεται η άρδευση σε σύντομο χρονικό διάστημα για να μπορέσουν τα φυτά να αναπτύξουν βαθύ ριζικό σύστημα.

Βλαστός

Ο κύριος βλαστός προέρχεται απ' την επιμήκυνση του ακραίου μεριστώματος και παρουσιάζει ακραία απεριόριστη μονοποδιακή αύξηση. Το ύψος του φυτού στα μονοετή βαμβάκια φτάνει τα 0,6-1,8 m. Στη μασχάλη κάθε φύλλου του κύριου βλαστού υπάρχουν οι καταβολές δύο οφθαλμών του πραγματικά μασχαλαίου και του πλευρικού. Οι κατώτεροι μασχαλαίοι οφθαλμοί δίνουν γένεση σε φυλλοφόρους κλάδους (βλαστούς). Οι μασχαλαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή και οι πλευρικοί παράγουν κατά κανόνα ανθοφόρους κλάδους. Οι φυλλοφόροι (βλαστοφόροι) κλάδοι έχουν μονοποδιακή ανάπτυξη και παράγουν άνθη και καρύδια μόνο στην περίπτωση που υποστούν νέα διακλάδωση. Οι ανθοφόροι κλάδοι παράγονται απ' τον κύριο βλαστό και απ' τους φυλλοφόρους κλάδους, έχουν συμποδιακή ανάπτυξη και σχηματίζουν οξεία γωνία με τον κύριο βλαστό. Κατά την έκπτυξη ενός ανθοφόρου κλάδου απ' τον κύριο βλαστό στο ίδιο γόνατο σχηματίζεται ένα παράφυλλο, ένα φύλλο και ένας ανθοφόρος οφθαλμός. Ο αριθμός των κόμβων που δίνει μονοποδιακούς πλευρικούς κλάδους εξαρτάται κυρίως από παράγοντες του περιβάλλοντος και τις αποστάσεις μεταξύ φυτών (Oosterhuis και Jernstedt 1999).



Φύλλα

Παρατηρούνται 3 τύπων φύλλα: κοτυληδόνες, παράφυλλα και πραγματικά φύλλα. Οι κοτυληδόνες έχουν συνήθως πλάτος 5cm. Τα παράφυλλα είναι τα πρώτα φύλλα που σχηματίζονται στο βλαστό, είναι μικρά (0,5 cm μήκος) και δεν έχουν έλασμα. Τα πραγματικά φύλλα μπορούν περαιτέρω να διακριθούν σε φύλλα του κύριου βλαστού που είναι και τα μεγαλύτερα και σε φύλλα που βγαίνουν απ' τους ανθοφόρους κλάδους. Για τα βαμβάκια του Νέου Κόσμου (*Gossypium hirsutum* και *Gossypium barbadense*) η φυλλοταξία είναι του τύπου 3/8, δηλαδή για να φτάσουμε από ένα φύλλο στο αμέσως παραπάνω πρέπει να κάνουμε 3 πλήρεις στροφές γύρω απ' το βλαστό, συναντώντας κατά τη διαδρομή συνολικά 8 φύλλα.

Άνθη

Οι οφθαλμοί οι οποίοι θα εξελιχθούν σε άνθη εμφανίζονται στην αρχή σαν μικρές πράσινες πυραμιδοειδείς κατασκευές οι οποίες ονομάζονται χτένια. Κάθε άνθος αποτελείται από τα εξής μέρη: 1) Τα τρία βράκτια φύλλα τα οποία περικλείουν τελείως τον οφθαλμό τον οποίο και προστατεύουν. 2) Τον κάλυκα με πέντε μικρά ακανόνιστα σέπαλα ενωμένα στη βάση τα οποία περικλείουν σφιχτά τη βάση των πετάλων. 3) Τη στεφάνη με πέντε πέταλα ενωμένα στη βάση τους. Τα πέταλα την ημέρα της άνθησης έχουν χρώμα μπεζ-κρεμ στο upland βαμβάκι και μετά τη γονιμοποίηση το χρώμα των πετάλων γίνεται κόκκινο. Έπειτα η στεφάνη μαραίνεται και πέφτει μετά από λίγες μέρες, μπορεί όμως να παραμείνει αποξηραμένη πάνω στο καρύδι. 4) τους στήμονες, 5) Τον ύπερο (δηλαδή μια πολύχωρη ωοθήκη), το στύλο και το στίγμα. Οι χώροι της ωοθήκης είναι 4-5 στο *G. hirsutum* (όσα και τα καρπόφυλλα του υπέρου). Μέσα στον κάθε χώρο της ωοθήκης σχηματίζονται 8-12 ωάρια απ' τα οποία προκύπτουν κατά μέσο όρο 9 σπόροι.

Καρύδια

Οι καρποί του βαμβακιού είναι κάψες και ονομάζονται καρύδια. Διαφέρουν σε σχήμα και μέγεθος αλλά κατά κύριο λόγο έχουν σφαιρικό ή ωσειδές σχήμα και χρώμα ανοιχτό πράσινο. Το μέγεθος και βάρος καρυδιού υπόκεινται σε μεγάλη διακύμανση γιατί εκτός απ' το γενότυπο επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες όπως έδαφος, ημερομηνία εμφάνισης του αντίστοιχου άνθους, εχθρούς, ασθένειες κ.λ.π. Το διάστημα που απαιτείται απ' την ανθοφορία μέχρι την ωρίμανση του καρυδιού στα upland βαμβάκια είναι συνήθως 45-65 ημέρες. Το βάρος του συσπόρου βαμβακιού ανά καρύδι στα upland βαμβάκια κυμαίνεται από 3-10 gr. Το μέσο βάρος του καρυδιού των Ελληνικών ποικιλιών κυμαίνεται από 5,2-6,4 gr (Κεχαγιά 2000). Όταν τα καρύδια ωριμάσουν σχίζονται τα καρπόφυλλα στο σημείο ένωσής τους ενώ το σύσπορο βαμβάκι συγκρατείται στη βάση τους.

Σπόρος

Οι σπόροι περιβάλλονται από ίνες και συνήθως χνούδι (κοντές ίνες). Οι γυμνοί (χωρίς χνούδι) σπόροι περιέχουν περισσότερο λάδι, διευκολύνουν τη σπορά και φυτρώνουν ευκολότερα. Μειονεκτούν όμως στο ότι δίνουν μικρότερη αναλογία ινών. Ο ώριμος σπόρος έχει σχήμα αψιδοειδές με μήκος 6-12 mm και βάρος 0,10-0,13 gr. Ο σπόρος περιβάλλεται απ' το περισπέρμιο και περιέχει ελάχιστα υπολείμματα ενδοσπερμίου.

Ίνες

Οι ίνες του βαμβακιού είναι μοναδικές στον τρόπο ανάπτυξης και μορφολογίας μεταξύ των φυτικών ινών. Οι ίνες των άλλων κλωστικών φυτών είναι μέρος της μορφολογικής κατασκευής του βλαστού ή των φύλλων και αποτελούνται από πολλαπλά κύτταρα, ενώ του βαμβακιού είναι επιμήκυνση ενός κυττάρου της επιδερμίδας του σπόρου. Η διόγκωση των κυττάρων απ' τα οποία θα προκύψουν οι ίνες είναι ανεξάρτητη απ' τη γονιμοποίηση καθώς αρχίζει την ημέρα της άνθησης, νωρίς το πρωί. Το 20% περίπου των επιδερμικών κυττάρων επιμηκύνονται επαρκώς ώστε οι παραγόμενες ίνες να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή νήματος (Smith 1995). Στη συνέχεια 5-10 ημέρες μετά την άνθηση μία δεύτερη ομάδα επιδερμικών κυττάρων απ' την επιφάνεια του ωαρίου αρχίζει να επιμηκύνεται. Οι ίνες που παράγονται απ' αυτά τα κύτταρα είναι πολύ κοντές, δεν μπορούν να απομακρυνθούν απ' το σπόρο με τον εκκοκκισμό και αποτελούν το λεγόμενο χνούδι.

Στις ίνες το τελικό μήκος κυμαίνεται από 15-50 mm ενώ το χνούδι έχει μήκος 5mm ή και λιγότερο. Οι τρίχες του χνουδιού έχουν μεγαλύτερη διάμετρο και παχύτερα τοιχώματα απ' τις ίνες. Οι ίνες αρχικά επιμηκύνονται και μόλις τελειώσει η ανάπτυξή τους σε μήκος, αρχίζει η πάχυνσή τους (σηματισμός δευτερογενούς τοιχώματος), η οποία γίνεται κατά ομόκεντρα ευδιάκριτα στρώματα με την εναπόθεση κυτταρίνης. Η πάχυνση παρουσιάζεται ελλειπής κατά θέσεις και στο κέντρο των ινών παραμένει κενός χώρος μικρότερος ή μεγαλύτερος ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης της ίνας. Όσο τα καρύδια είναι κλειστά οι ίνες είναι ζωντανά κύτταρα, τα οποία είναι σε σπαργή και οι ίνες βρίσκονται σε κυλινδρική μορφή. Με το άνοιγμα όμως των καρυδιών ξηραίνονται και πεθαίνουν, η δε ίνα παίρνει τότε πεπλατυσμένη μορφή (η κοιλότητα συρρικνώνεται) και παρουσιάζει πολλές αναδιπλώσεις στα σημεία όπου η πάχυνση είναι ελλειπής. Οι αναδιπλώσεις των ινών συντελούν στην αντοχή των νημάτων που κατασκευάζονται απ' αυτές.

1.4 Αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού

Το βαμβακόφυτο αναπτύσσεται σύμφωνα με ένα σχετικά κανονικό χρονοδιάγραμμα. Η διάρκεια των σταδίων αύξησης και ανάπτυξης του φυτού εξαρτάται απ' τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία και την καλλιεργητική τεχνική, ώστε υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ περιοχών μέσα στη ζώνη του βαμβακιού.

Παρόλη την πρόοδο που έγινε, ειδικότερα στο *G. hirsutum*, ώστε από φυτό των τροπικών και υποτροπικών περιοχών να καλλιεργείται σήμερα κυρίως στην εύκρατη ζώνη, η συχνά βραχεία καλλιεργητική περίοδος των ευκράτων περιοχών δεν επιτρέπει την κανονική συμπλήρωση του μεγάλου βιολογικού κύκλου του φυτού, με αποτέλεσμα την ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής. Για χώρες όπως η Ελλάδα, που βρίσκεται στα όρια της ζώνης του βαμβακιού, κάθε παράγοντας που συντελεί στο να ωριμάσουν τα καρύδια πριν τις βροχές του φθινοπώρου είναι πρωταρχικής σημασίας.

Το βαμβάκι είναι φυτό συνεχούς αύξησης, δηλαδή συνεχίζει τη βλαστική του ανάπτυξη και όταν εισέρχεται στο στάδιο της ανθοφορίας με αποτέλεσμα αυτή να ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική ανάπτυξη. Συνήθως επειδή η αναπαραγωγική ανάπτυξη είναι πιο ανταγωνιστική, το φυτό περιορίζει τη βλαστική ανάπτυξη μετά την είσοδο στο αναπαραγωγικό στάδιο και όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες καθηλώνεται.

Υπερβολική βλαστική αύξηση μπορεί να οψιμίσει την παραγωγή και να οξύνει τα εντομολογικά προβλήματα και τη σήψη καρυδιών. Απ' την άλλη πλευρά, υπερβολικά πρόωμη είσοδος στο αναπαραγωγικό στάδιο μπορεί να αναγκάσει το φυτό να περατώσει πρόωρα τον 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 έχει ήδη συμπληρώσει επαρκώς τη βλαστική του ανάπτυξη ώστε να έχει δυναμικότητα για υψηλή παραγωγικότητα.

Πειράματα στο Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών (Ι.Β.Β.Φ.) έδειξαν ότι υπάρχει ένα άριστο επίπεδο αύξησης που πρέπει να εξασφαλίσει το φυτό, πριν αρχίσει την ανθοφορία. Όταν οι συνθήκες εμποδίσουν το φυτό να φθάσει το επίπεδο αυτό, ισχύει θετική συσχέτιση των παραμέτρων αύξησης, όπως ύψος φυτού, δείκτης LAI κ.ά., με την απόδοση, ενώ όταν το υπερβεί, η συσχέτιση γίνεται αρνητική (Γαλανοπούλου-Σενδοκά 1977).

Η πορεία ανάπτυξης του βαμβακιού μπορεί να διακριθεί σε 5 βασικά στάδια ανάπτυξης: 1) φύτευμα-εμφάνιση κοτυληδόνων, 2) διαμόρφωση φυτοστοιβάδας, 3) σχηματισμός ανθοφόρων οφθαλμών-έναρξη άνθησης, 4) άνθηση-έναρξη καρποφορίας και 5) ανάπτυξη και ωρίμανση καρυδιών. Το βαμβάκι είναι φυτό συνεχούς ανάπτυξης που σημαίνει ότι η βλαστική αύξηση συνεχίζεται ενώ εμφανίζονται άνθη και καρποί οπότε μεταξύ των σταδίων 3, 4 και 5 υπάρχουν αλληλοεπικαλύψεις.

1.4.1 Φύτρωμα-Εμφάνιση κοτυληδόνων

Ο σπόρος για να φυτρώσει πρέπει να απορροφήσει υγρασία διπλάσια ακόμα και τριπλάσια του βάρους του. Ο ρυθμός ενυδάτωσης του σπόρου ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή παραγωγής του σπόρου, απ' την εφαρμογή ή μη αποχνώσης και φυσικά απ' την υγρασία και τη θερμοκρασία του εδάφους. Αν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες τότε σε 2-3 μέρες προβάλλει το ριζίδιο και εισχωρεί κατακόρυφα στο έδαφος. Με γρήγορο ρυθμό αυξάνει και το βλαστίδιο. Το τμήμα του βλαστιδίου που βρίσκεται κάτω απ' τις κοτυληδόνες (υποκοτύλιο), σχηματίζει ένα άγκιστρο με την κορυφή του οποίου σπρώχνει το έδαφος και εμφανίζεται στην επιφάνεια. Σε κανονικές συνθήκες σε 1-2 μέρες παίρνει κατακόρυφη θέση, παρασύροντας τις κοτυληδόνες και το αρχέφυτρο που βρίσκεται ανάμεσά τους, έξω απ' το έδαφος. Ανάλογα με την εποχή σποράς, τις καιρικές συνθήκες, την υφή και κατάσταση του εδάφους και το βάθος σποράς, το φύτρωμα στη χώρα μας γίνεται κατά κύριο λόγο σε 8-15 μέρες μετά τη σπορά.

Το βαμβάκι λόγω της καταγωγής του (φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών) έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θερμοκρασία. Ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτρωμα θεωρούνται οι 15 °C και σ' αυτή τη θερμοκρασία το φύτρωμα γίνεται με αργό ρυθμό. Στους 20-30 °C η ταχύτητα φυτώματος είναι διπλάσια απ' ότι στους 15 °C.

Με προσωρινή περίοδο ευνοϊκών θερμοκρασιών ο σπόρος μπορεί να φυτρώσει. Με απότομη όμως μεταβολή του καιρού είναι δυνατόν η θερμοκρασία να κατέβει τόσο χαμηλά, ώστε τα νεαρά φυτά να παγώσουν και να καταστραφούν. Χαμηλές θερμοκρασίες (5-10 °C) αποδείχτηκαν πιο επιζήμιες όταν διαδέχονται περίοδο ζέστης που συντελεί στο να αρχίζει η διαδικασία του φυτώματος, παρά όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται αμέσως μετά τη σπορά (Christiansen 1963).

Η έξοδος των κοτυληδόνων δυσχεραίνεται αν έχει σχηματιστεί κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους, επειδή το υποκοτύλιο πρέπει να ασκήσει μεγάλη πίεση για να τη σπάσει (Oosterhuis και Jernstedt 1999). Κρούστα μπορεί να σχηματιστεί από επανειλημμένες δυνατές βροχοπτώσεις ή από πότισμα με μεγάλη ποσότητα νερού για την υποβοήθηση του φυτώματος.

1.4.2 Διαμόρφωση φυτοστοιβάδας

Είναι η περίοδος απ' το φύτρωμα μέχρι την εμφάνιση των πρώτων χτενιών. Διαρκεί 35-40 μέρες και στη χώρα μας το στάδιο αυτό συμπίπτει με την περίοδο απ' το Μάιο μέχρι και μετά τα μέσα Ιουνίου.

Τα πραγματικά φύλλα αναπτύσσονται αρχικά απ' το αρχέφυτρο το οποίο βρίσκεται μεταξύ των δύο κοτυληδόνων και αργότερα από οφθαλμούς κατά μήκος του κυρίως βλαστού. Η ανάπτυξη των φύλλων, μέχρι να εκπτυχθούν 4-5 φύλλα, γίνεται με βραδύ ρυθμό, σε σύγκριση με την ανάπτυξη της ρίζας. Περίπου 1 μήνα μετά τη σπορά το φυτό παραμένει χωρίς διακλαδώσεις και έχει 4-5 μεσογονάτια διαστήματα με αντίστοιχα φύλλα. Τις επόμενες 4 εβδομάδες η αύξηση επιταχύνεται, ώστε περίπου 65 ημέρες μετά τη σπορά το φυτό έχει 9-10 κόμβους και 5-6 συμποδιακούς κλάδους (Γαλανοπούλου 1977, Oosterhuis και Jernstedt 1999).

Παράγοντες όπως χαμηλές θερμοκρασίες, εμφάνιση ασθενειών, ανεπάρκεια εδαφικής υγρασίας, ύπαρξη σκληρού εδαφικού στρώματος, ανταγωνισμός με ζιζάνια

και άλλοι επιμηκύνουν το χρόνο που χρειάζεται απ' το φύτευμα μέχρι την έκπτυξη των πρώτων πραγματικών φύλλων.

Η ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας τυπικά ακολουθεί μια σιγμοειδή καμπύλη. Η συνολική φυλλική επιφάνεια εκφράζεται ως δείκτης φυλλικής επιφάνειας (Δ.Φ.Ε.). Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (Leaf Area Index : LAI) είναι η συνολική επιφάνεια μιας πλευράς φύλλων που αντιστοιχεί στη μονάδα επιφάνειας του εδάφους. Ο LAI αυξάνεται με αργό ρυθμό τις πρώτες 5-6 εβδομάδες και με ταχύτερο ρυθμό την περίοδο εμφάνισης των χτενιών και στην άνθηση. Ο σχηματισμός φύλλων επί του κεντρικού βλαστού συνδέεται με την ανάπτυξη του κυρίως βλαστού και της ρίζας και με τα καρύδια τα οποία αναπτύσσονται στον πρώτο κόμβο κάθε μιας απ' τις πλάγιες διακλαδώσεις. Αντιθέτως η ανάπτυξη των συμποδιακών φύλλων (επί των πλαγίων κλάδων) εξαρτάται αποκλειστικά απ' την ανάπτυξη των καρυδιών. Η έκπτυξη καινούριων φύλλων σταματά το φθινόπωρο. Η άριστη θερμοκρασία για την έκπτυξη φύλλων είναι μεταξύ 30-33 °C (Hesketh 1972). Ένα φύλλο βαμβακιού κάτω από άριστες συνθήκες χρειάζεται περίπου 16 μέρες για να ολοκληρώσει το μέγεθός του (Reddy 1997). Ένα ώριμο βαμβάκι έχει συνήθως 18-24 πραγματικά φύλλα επί του κυρίως βλαστού. Τις πρώτες 5-6 εβδομάδες μετά τη σπορά τα βαμβακόφυτα έχουν μόνον επί του κεντρικού βλαστού φύλλα, στη συνέχεια όμως η φυλλική επιφάνεια των συμποδιακών φύλλων αυξάνει ταχύτατα και κατά την εμφάνιση του πρώτου άνθους, περίπου 70-80 μέρες μετά τη σπορά, υπερτερεί της επιφάνειας των φύλλων του κεντρικού βλαστού. Η φυλλική επιφάνεια των συμποδιακών φύλλων αποτελεί το 60% της συνολικής επιφάνειας των φύλλων του φυτού.

Κρίσιμη περίοδος για την ανάπτυξη του φυλλώματος είναι η εποχή των 40-65 ημερών μετά το φύτευμα. Στα περισσότερα περιβάλλοντα χρειάζεται LAI 3,5-4 ενώ για ειδικά περιβάλλοντα με μεγάλο δυναμικό παραγωγής είναι απαραίτητος ο μεγαλύτερος δείκτης για τις μέγιστες δυνατές αποδόσεις (Heitholt 1999). Ο μέσος όρος ζωής των φύλλων είναι περίπου 65 μέρες παρότι το μέγιστο της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας παρατηρείται 20 ημέρες μετά την εμφάνισή τους και στη συνέχεια μειώνεται (Oosterhuis και Jernstedt 1999).

Για να μεγιστοποιηθεί η βιολογική απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας, χρειάζεται πρώιμη ανάπτυξη του φυλλώματος, ώστε το φυτό να εκμεταλλευτεί τον υψηλό ρυθμό καθαρής φωτοσύνθεσης, που παρατηρείται με τις ευνοϊκές συνθήκες της άνοιξης. Όταν υπάρχει πλήρης φυλλοκάλυψη του εδάφους, το φως που πέφτει στη φυλλοστοιβάδα δεσμεύεται απ' τη στέγη της και επομένως τα φύλλα που βρίσκονται σε χαμηλά στρώματα μπορεί να βρεθούν κάτω απ' το σημείο αντιστάθμισης και να μετατραπούν σε παρασιτικά όργανα του φυτού. Η αύξηση επομένως της φυλλικής επιφάνειας πάνω από μια ορισμένη τιμή δεν φαίνεται να συμβάλλει στην αύξηση της απόδοσης γιατί τα κατώτερα φύλλα σκιάζονται.

Ο Basinskii και οι συνεργάτες του (1975) έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική καμπυλόγραμμη σχέση μεταξύ LAI και απόδοσης στο βαμβάκι. Βρήκαν ότι ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης μειώθηκε, όταν ο LAI είχε τιμή μεγαλύτερη του 3 και ότι η μεγιστοποίηση της απόδοσης συνέπεσε με τιμή LAI 5. Ωστόσο, ο άριστος LAI δεν έχει μια σταθερή τιμή αλλά εξαρτάται απ' τον γενότυπο, απ' την διάταξη των φυτών στο χώρο, απ' την αρχιτεκτονική του φυτού (γωνία έκπτυξης φύλλων, ύπαρξη λοβών στα φύλλα), απ' τις κλιματολογικές συνθήκες και την παροχή εισροών όπως άρδευση και λίπανση (Γαλανοπούλου 1977).

Οι παράγοντες που κυρίως επηρεάζουν τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός και η επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η καθαρά βλαστική αύξηση του βαμβακιού συμπίπτει στην Ελλάδα με τους μήνες Μάιο και Ιούνιο.

1.4.3 Σχηματισμός ανθοφόρων οφθαλμών - Έναρξη άνθησης

Η αναπαραγωγική φάση αρχίζει με την εμφάνιση των πρώτων ανθοφόρων οφθαλμών (χτένια) 4-5 εβδομάδες μετά τη σπορά, τέλος Μαΐου με μέσα Ιουνίου. Η εμφάνιση των πρώτων ανθέων γίνεται 20-25 ημέρες αργότερα (αρχές Ιουλίου). Η ημερομηνία εμφάνισης των πρώτων χτενιών και στη συνέχεια έναρξης της ανθοφορίας συνδέεται πολύ στενά με την πρωιμότητα της παραγωγής, η οποία έχει πολύ μεγάλη σημασία για την χώρα μας με την περιορισμένη βλαστική περίοδο.

Μετά την έναρξη ανθοφορίας ο ρυθμός ανθοφορίας επιταχύνεται καθημερινώς, σύμφωνα με μια σχεδόν τυπική 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 ανθοφορίας και για τις συνθήκες της Ελλάδας τελειώνει περί τις 15 Αυγούστου, γιατί από εκεί και πέρα η ανθόρροια και καρπόρροια πλησιάζει το 100%, αλλά και η περίοδος καρυδιού αυξάνει σημαντικά, ώστε δεν υπάρχουν χρονικά περιθώρια να ωριμάσουν τα καρύδια. Έτσι τα άνθη μετά την ωφέλιμη περίοδο και ακόμη περισσότερο τα χτένια, ανταγωνίζονται την ωφέλιμη παραγωγή και αποβαίνουν παράσιτα για το φυτό, ώστε με τις κατάλληλες ποικιλίες και την καλλιεργητική τεχνική επιδιώκεται να μη σχηματίσουν τα φυτά νέα καρποφόρα όργανα πέραν της ωφέλιμης περιόδου ανθοφορίας (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1977).

Το ύψος ανθοφορίας και το ποσοστό καρπόδεσης (αριθμός καρυδιών / αριθμός ανθέων) ποικίλλει σε ευρέα όρια, αναλόγως της ποικιλίας, των συνθηκών του περιβάλλοντος, κυρίως υγρασίας, θερμοκρασίας, ηλιοφάνειας και γονιμότητας του εδάφους και των συνθηκών διατροφής του φυτού (Cothren 1999). Το υψηλό ποσοστό απωλειών καρποφόρων οργάνων, προς το τέλος της ωφέλιμης περιόδου ανθοφορίας και μετά, είναι συνήθως χωρίς οικονομική σημασία, εφόσον έχει εξασφαλιστεί η πρώιμη καρπόδεση (retention).

1.4.4 Άνθηση - Έναρξη καρποφορίας

Η σειρά άνθησης πάνω στο φυτό ακολουθεί σπειροειδή διάταξη αρχίζοντας απ' τους χαμηλότερους κλάδους με τα άνθη που βρίσκονται κοντά στον κεντρικό άξονα και προχωρεί προς τα επάνω και μακριά απ' τον άξονα. Αποτέλεσμα αυτής της ακολουθούμενης διαδικασίας άνθησης είναι τα πρώτα καρύδια να σχηματίζονται κοντά στον κύριο βλαστό των φυτών. Από την εμφάνιση ενός άνθους μέχρι την εμφάνιση του αμέσως επόμενου στον ίδιο κλάδο μεσολαβούν κατά μέσο όρο 4,5-6,0 ημέρες, ενώ χρειάζονται μόνο 2,5-3,0 ημέρες για το επόμενο άνθος της σπείρας. Στην Ελλάδα το μέγιστο της άνθησης εμφανίζεται προς το τέλος Ιουλίου.

Η απόδοση σε ίνες συσχετίζεται στενά με τον τελικό αριθμό των καρυδιών που σχηματίζονται στο φυτό (Heitholt 1992). Στο βαμβάκι παρατηρείται σημαντικό ποσοστό ανθόρροιας και καρπόρροιας. Ένα φυτό βαμβακιού απορρίπτει κατά μέσο όρο περίπου το 60% των χτενιών και των νεαρών καρυδιών. Η πτώση στους κατώτερους κόμβους συμβαίνει συνήθως υπό μορφή χτενιών ενώ στους ανώτερους υπό μορφή νεαρών καρυδιών. Στους μεσαίους κόμβους, 6-13, παρατηρείται συνήθως μεγαλύτερη καρπόδεση και επομένως στους κόμβους αυτούς αντιστοιχεί μεγαλύτερο ποσοστό απόδοσης (Oosterhuis και Jernstedt 1999). Ορισμένοι ερευνητές

υποστηρίζουν ότι η απόδοση σχετίζεται περισσότερο με τον αριθμό των παραγόμενων ανθέων κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και λιγότερο με το ποσοστό συγκράτησης των καρυδιών. Άλλοι όμως υποστηρίζουν ότι οι διαφορές στην απόδοση λόγω διαφορετικών επεμβάσεων οφείλονται τόσο στον αριθμό των παραγόμενων ανθέων ανά μονάδα επιφάνειας όσο και στον αριθμό των καρυδιών που συγκρατούνται στο φυτό (Heitholt 1999).

Σε διετή πειράματα στο Ινστιτούτο Βάμβακος (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1977) με τρεις ποικιλίες, η συνολική ανθοφορία κυμάνθηκε από 129-164 άνθη/m² και η καρπόδεση από 36,8-48,8%. Ο δεύτερος παράγοντας αποδείχθηκε ισχυρότερος απ' τον πρώτο στη διαμόρφωση της παραγωγής, ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό καρπόδεσης, παρόλο που συνδυάστηκε με την μικρότερη ανθοφορία, οδήγησε και στη μεγαλύτερη απόδοση.

Το φυτό βαμβακιού κρατά τόσα καρύδια όσα μπορεί να εφοδιάσει με προϊόντα φωτοσύνθεσης, με άζωτο και άλλα θρεπτικά στοιχεία. Επίσης πολλοί υποστηρίζουν ότι η συγκράτηση των καρυδιών είναι φαινόμενο που ρυθμίζεται απ' την ισορροπία των ορμονών στο φυτό (Oosterhuis και Jernstedt 1999). Συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι η παραγωγή πολλών ανθέων στην αρχή και στο μέσο της περιόδου άνθησης είναι επιθυμητή.

1.4.5 Ανάπτυξη και ωρίμανση καρυδιών

Υπάρχει αλληλοκάλυψη του σταδίου αυτού με το προηγούμενο, γιατί ενώ τα καρύδια στο κάτω μέρος του φυτού αρχίζουν να ωριμάζουν, στην κορυφή του φυτού μπορεί να υπάρχουν ακόμα άνθη. Μετά τη γονιμοποίηση τα καρύδια αναπτύσσονται ταχύτατα ακολουθώντας μια σιγμοειδή καμπύλη. Η ταχεία ανάπτυξη συντελείται 7-18 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση και τα καρύδια παίρνουν τον μέγιστο όγκο τους μετά από 22-25 ημέρες. Η ωρίμανση των καρυδιών γίνεται 50-70 ημέρες μετά την άνθηση. Τα καρύδια ωριμάζουν συντομότερα όταν οι θερμοκρασίες ανάπτυξης είναι υψηλές, επικρατεί ξηρασία, υπάρχει έλλειψη αζώτου και ο πληθυσμός των φυτών είναι μεγάλος. Σημαντικό ρόλο παίζει και η ημερομηνία εμφάνισης του αντίστοιχου άνθους. Καρύδια που προέρχονται από άνθη του Ιουνίου έως αρχές Ιουλίου χρειάζονται 45-50 ημέρες για να ωριμάσουν, από άνθη τέλος Αυγούστου 90 ημέρες και από άνθη Σεπτεμβρίου δεν προλαβαίνουν να ωριμάσουν.

Οι σπόροι παίρνουν το μέγιστο μέγεθός τους 3-4 εβδομάδες μετά η γονιμοποίηση αλλά η ωρίμανσή τους συμπίπτει με το άνοιγμα των καρυδιών. Η ανάπτυξη των ινών γίνεται σε 2 στάδια. Αρχικά παίρνουν όλο το μήκος τους, περίπου 25 ημέρες απ' τη γονιμοποίηση, με ταχύτατη ανάπτυξη απ' την 10η έως την 18η ημέρα. Η πάχυνση των ινών αρχίζει λίγο πριν απ' την ολοκλήρωση του μήκους και συνεχίζεται μέχρι την ωρίμανση των καρυδιών.

Η κατανομή των καρυδιών στο φυτό ποικίλλει γιατί εξαρτάται απ' την ποικιλία, την πυκνότητα της φυτείας, τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς και απ' την πτώση χτενιών και καρυδιών. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής λαμβάνεται απ' το κεντρικό τμήμα του φυτού, περίπου μεταξύ των κόμβων 6 και 13 του κεντρικού βλαστού, τμήμα όπου κατανέμεται και το μεγαλύτερο ποσοστό του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Λιγότερα καρύδια παράγονται πάνω απ' τους προαναφερθέντες κόμβους και αυτά είναι μικρότερα σε μέγεθος και απαιτούν περισσότερες ημέρες για να ωριμάσουν. Η παραγωγή διαφοροποιείται και κατά μήκος των συμποδιακών κλάδων. Ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής προέρχεται απ' τα καρύδια του πρώτου

κόμβου των συμποδιακών κλάδων (Oosterhuis 1990). Επίσης και η ποιότητα των τινών τείνει να μειωθεί στα καρύδια που βρίσκονται μακρύτερα απ' τον κεντρικό βλαστό (Heitholt 1999).

1.5 Αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού σε σχέση με τις θερμομονάδες

Το βαμβάκι είναι γενετικά προσαρμοσμένο ώστε κάτω από ευνοϊκές συνθήκες τα στάδια της αύξησης και ανάπτυξής του να έχουν ημερομηνιακή συνέπεια. Ένας άλλος χρήσιμος τρόπος για την εκτίμηση των φαινολογικών σταδίων είναι η χρήση των ημερήσιων θερμοκρασιών.

Η έννοια των θερμομονάδων (heat units) ή αλλιώς βαθμοημερών ανάπτυξης (Growing Degree Days) βασίζεται στο ότι κάτω από μία οριακή θερμοκρασία δεν γίνεται, ή γίνεται ελάχιστη, αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού. Σήμερα λαμβάνεται ως οριακή θερμοκρασία αυτή των 15°C. Υπάρχουν πολλές ενδείξεις ότι και θερμοκρασίες υψηλότερες από ένα ανώτατο όριο (συνήθως 35°C) δεν πρέπει να συνυπολογίζονται στο άθροισμα των θερμομονάδων. Ο υπολογισμός των ημερήσιων θερμομονάδων γίνεται προσθέτοντας την ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία κάθε ημέρας, διαιρώντας με το 2 και αφαιρώντας την οριακή θερμοκρασία. Αν είναι γνωστές οι απαιτούμενες θερμομονάδες του κάθε σταδίου, τότε αθροίζοντας τις θερμομονάδες της συγκεκριμένης καλλιεργητικής περιόδου, μπορούν να εξηγηθούν ή να προβλεφθούν τα φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 2002). Γενικά για μια ικανοποιητική παραγωγή, στη ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού, απαιτούνται τουλάχιστον 2.200 θερμομονάδες (Χλίχλιας 1977).

Το βαμβάκι απαιτεί μεν έναν ελάχιστο αριθμό βαθμοημερών αλλά παράλληλα απαιτεί και έναν άνετο βιολογικό κύκλο για να εκφράσει την παραγωγικότητά του. Βρέθηκε ότι οι θερμομονάδες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση ή/και αιτιολόγηση των ετήσιων αποκλίσεων ως προς την απόδοση, που παρουσιάζουν οι διάφορες περιοχές της χώρας μας από έτος σε έτος, αλλά αυτό ισχύει για μια συγκεκριμένη περιοχή και καλλιεργητική τεχνική και δεν αποτελεί τον αποκλειστικό συντελεστή που επηρεάζει το ύψος παραγωγής. Απότομη πτώση της θερμοκρασίας (όχι απαραίτητα κάτω απ' την οριακή τιμή) μπορεί να επιδράσει σημαντικά στην παραγωγικότητα του φυτού (Δαναλάτος 1998).

1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

Η ζώνη καλλιέργειας του βαμβακιού εκτείνεται προς βορρά μέχρι 45° ΒΠ και προς νότο μέχρι 32° ΝΠ. Το βαμβάκι για ικανοποιητική παραγωγή έχει ανάγκη από βλαστική περίοδο 170-200 ημερών τουλάχιστον. 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 διότι γενετική πρωιμότητα συνδέεται με κοντή ίνα. Η χρησιμοποίηση κατάλληλης καλλιεργητικής τεχνικής ευνοεί την πρωιμότητα και συνεπώς επιτυγχάνονται 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 κρισιμότερα

στάδια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού (σπορά-φύτρωμα-ωρίμανση) συμπίπτουν με τις άστατες καιρικές συνθήκες που παρουσιάζονται την άνοιξη και το φθινόπωρο.

1.7 Λίπανση

Το βαμβάκι είναι καλλιέργεια που δεν εξαντλεί το έδαφος από θρεπτικά στοιχεία. Αυτό οφείλεται στο ότι κατά τη συγκομιδή απομακρύνεται μόνο το σύσπορο βαμβάκι, η περιεκτικότητα του οποίου σε θρεπτικά στοιχεία είναι μικρή. Αντιθέτως το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων βρίσκεται στα βλαστικά τμήματα και στα καρπόφυλλα τα οποία ενσωματώνονται στο έδαφος και έτσι τα στοιχεία ανακυκλώνονται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό.

Στο βαμβάκι ο λόγος του βάρους των καρυδιών προς το συνολικό βάρος των βλαστών και φύλλων αναφέρεται ως δείκτης καρποφορίας. Τα βασικά θρεπτικά στοιχεία ανάλογα με την επίδρασή τους στο δείκτη αυτό μπορούν να καταταγούν σε 2 ομάδες. Έλλειψη των στοιχείων της πρώτης ομάδας (P, K, Ca, Mg, B, Zn) περιορίζει την καρποφορία σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι τη βλαστική ανάπτυξη, ενώ έλλειψη των στοιχείων της δεύτερης ομάδας (N, S, Mo, Mn) επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό τη βλαστική ανάπτυξη και την καρποφορία (Benedict 1984). Τα περισσότερα στοιχεία της πρώτης ομάδας επηρεάζουν το δείκτη καρποφορίας με το ρόλο που διαδραματίζουν στον έλεγχο της ανακατανομής των υδατανθράκων απ' τα βλαστικά τμήματα προς τα καρύδια.

Άζωτο

Το άζωτο επηρεάζει περισσότερο την απόδοση του βαμβακιού και λιγότερο την ποιότητα των ινών, η οποία καθορίζεται κυρίως απ' το γενότυπο και τις συνθήκες του κλίματος. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ινών επηρεάζονται σημαντικά απ' το άζωτο. Μόνο σοβαρή έλλειψη αζώτου μπορεί να επηρεάσει το μήκος και την αντοχή της ίνας. Έλλειψη αζώτου μειώνει τόσο την βλαστική ανάπτυξη όσο και την καρποφορία. Φυτά που αναπτύσσονται σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο δένουν καρύδια νωρίτερα αλλά και το σταμάτημα της παραγωγής καρυδιών γίνεται νωρίτερα.

Επαρκής ποσότητα αζώτου αυξάνει τη βλαστική ανάπτυξη χωρίς να ζημιώνεται η καρποφορία, το δείκτη LAI, την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και την ένταση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών. Επιμηκύνει την περίοδο καρποφορίας με συνέπεια το σχηματισμό περισσότερων ανθοφόρων κλάδων, ανθέων και καρυδιών. Αυξάνει το βάρος των σπόρων και συνεπώς το βάρος καρυδιών. Σε συνθήκες χαμηλής περιεκτικότητας σε άζωτο ο δείκτης καρποφορίας ήταν 2,7 ενώ με επάρκεια αζώτου αυξήθηκε στο 4,1 (Benedict 1984).

Υπερβολική ποσότητα αζώτου ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της καρποφορίας, καθυστερεί την ωρίμανση, προκαλεί ανθόρροια, καρπόρροια και σάπισμα των καρυδιών κυρίως λόγω της σκίασης του κατώτερου φυλλώματος και αυξημένης σχετικής υγρασίας της φυτείας.

Πειράματα του Εργαστηρίου Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έδειξαν ότι η υδρολίπανση αυξάνει την αποτελεσματικότητα του αζώτου (Polychronides 1998), όπως επίσης και ότι μείωση της αζωτούχου λίπανσης από 24 μονάδες σε 12 για τη

Θεσσαλία και από 14 σε 7 για τη Μακεδονία, όχι μόνο δεν μείωσε την απόδοση του βαμβακιού, αλλά προώμισε και την παραγωγή (Gertsis 1997).

Φώσφορος

Ο φώσφορος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και κυρίως για την προώμιση της παραγωγής. Η επίδραση του φωσφόρου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας και του σπόρου αναφέρεται απ' τους περισσότερους ερευνητές ως μη σημαντική.

Κάλιο

Η επάρκεια καλίου αυξάνει τη φυλλική επιφάνεια, προάγει τη φωτοσύνθεση και μειώνει τη διαπνοή με αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων και την εξοικονόμηση νερού. Θετικά αποτελέσματα έχει η καλιούχος λίπανση και στα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ινών (όπως μήκος, ομοιομορφία, αντοχή, micropaire), στην εκατοστιαία αναλογία ινών και στην ποιότητα του σπόρου.

1.7.1 Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων

Ο ρυθμός πρόσληψης του αζώτου και φωσφόρου ακολουθεί την πορεία συσσώρευσης της ξηράς ουσίας στα διάφορα τμήματα του φυτού. Αντίθετα το κάλιο προσλαμβάνεται ταχύτερα και η μέγιστη συγκέντρωσή του στο φυτό επιτυγχάνεται πριν απ' το στάδιο της μέγιστης συγκέντρωσης της ξηράς ουσίας (Halevy 1976). Ο ρυθμός απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων είναι χαμηλός μέχρι την άνθηση, ενώ αυξάνεται στη συνέχεια κατά τη φάση του γεμίσματος των καρυδιών. Σημαντικές ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και μαγνησίου συγκεντρώνονται στα περιβλήματα των καρυδιών (καρπόφυλλα) κατά τις 3 πρώτες εβδομάδες ανάπτυξής τους. Έπειτα αυτά μεταφέρονται στις ίνες και τους σπόρους. Η συγκέντρωση του καλίου στα καρπόφυλλα γίνεται σταδιακά. Η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου συγκεντρώνεται στους σπόρους. Κατά το άνοιγμα των καρυδιών πάνω απ' το 90% του αζώτου των καρυδιών βρίσκεται στο σπόρο. Οι ίνες συγκεντρώνουν θρεπτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια των 5 πρώτων εβδομάδων ανάπτυξης αλλά χάνουν τα περισσότερα απ' αυτά τις 3 τελευταίες εβδομάδες. Το πλέον άφθονο στοιχείο στην ίνα είναι το κάλιο (Fageria 1991). Μετά την έναρξη της άνθησης το επίπεδο του καλίου στα φύλλα μειώνεται ραγδαία καθώς η μεγαλύτερη ποσότητα μεταφέρεται στις ίνες.

1.7.2 Συνιστώμενη λίπανση

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα της λίπανσης στο βαμβάκι είναι: 1) το έδαφος (σύσταση, βάθος, στράγγιση), 2) οι κλιματολογικές συνθήκες και το μικροκλίμα της κάθε περιοχής, 3) το μέγεθος της παραγωγής και η προηγούμενη συμπεριφορά του φυτού στην περιοχή, 4) η μέθοδος άρδευσης, 5) η πρωιμότητα της ποικιλίας και 6) η καλλιεργητική τεχνική.

Αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της λίπανσης γίνεται με επαρκή άρδευση, πρόωμη σπορά, μικρότερη απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς, μεγάλη βλαστική περίοδο και χρησιμοποίηση της κατάλληλης για κάθε περιοχή ποικιλίας.

Για απόδοση 100 kg ίνες/στρ. ο Fageria και οι συνεργάτες του (1991) αναφέρουν ότι το βαμβάκι προσλαμβάνει 19 kg άζωτο/στρ. και απομακρύνονται με το σύσπορο 8 kg άζωτο/στρ. Προσλαμβάνει επίσης 8 kg P₂O₅/στρ. και απομακρύνονται με το σύσπορο 4 kg P₂O₅/στρ. Τέλος προσλαμβάνει 15 kg K₂O/στρ. και απομακρύνονται με το σύσπορο 3 kg K₂O/στρ.

Οι περιοχές της Ελλάδας όπου καλλιεργείται το βαμβάκι (Θράκη μέχρι Στερεά Ελλάδα) έχουν διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες με διαφορετικό μήκος βλαστικής περιόδου. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την πρωιμότητα σποράς, το μήκος της περιόδου ανάπτυξης των φυτών, την εποχή και τις συνθήκες συγκομιδής και τέλος την απόδοση. Για αυτό το λόγο η αντίδραση στη λίπανση είναι διαφορετική στις διάφορες περιοχές. Ειδικότερα στη Θεσσαλία όπου η βλαστική περίοδος είναι μεγάλη οι συνιστώμενες ποσότητες λιπαντικών στοιχείων είναι 14-16 kg άζωτο/στρ., 5-6 kg P₂O₅/στρ. και 8 kg K₂O/στρ.

Τα φυτά προσλαμβάνουν το απαραίτητο για αυτά άζωτο στις μορφές του αμμωνιακού και νιτρικού. Είναι επίσης γνωστό ότι η κινητικότητα του αμμωνιακού αζώτου στο έδαφος είναι μικρή ενώ του νιτρικού μεγάλη. Έτσι οι ρίζες ενός φυτού αναπτύσσονται προς μία πηγή αμμωνιακού αζώτου ενώ οι ίδιες μπορούν να προσλάβουν το νιτρικό από το εδαφικό νερό. Από την άλλη όμως το νιτρικό μπορεί εύκολα να εκπλυθεί στα βαθύτερα εκτός ριζόσφαιρας στρώματα ενώ το αμμωνιακό παραμένει, έως ότου μετατραπεί και αυτό σε νιτρικό με τη διαδικασία της νιτροποίησης, στο επίπεδο της ριζόσφαιρας που είναι εν τέλει και το επίπεδο θρέψης του φυτού. Απ' τα ανωτέρω συμπεραίνουμε ότι το νιτρικό άζωτο είναι πολύ κινητικό και το αμμωνιακό διασπάται πολύ γρήγορα σε νιτρικό (η μετατροπή μπορεί να συμβεί σε 7-14 μέρες) και επομένως τα περισσότερα φυτά τείνουν να προσλαμβάνουν νιτρικό άζωτο για την αζωτούχο θρέψη τους. Παρόλα αυτά όμως το μειονέκτημα του νιτρικού αζώτου, λόγω της μεγάλης κινητικότητάς του, είναι το ότι μπορεί να εκπλυθεί και μάλιστα το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο όταν στο έδαφος το φυτό δεν έχει αναπτύξει ικανό αριθμό ριζών για την απορρόφησή του (όπως στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του).

Το βαμβάκι τη μεγαλύτερη ποσότητα του N την απορροφά ως NO₃⁻ και λιγότερο ως NH₄⁺. Η μορφή του λιπάσματος δεν επηρεάζει τις αποδόσεις γιατί κατά την διάρκεια των μεγάλων αναγκών των φυτών σε άζωτο οι θερμοκρασίες ευνοούν την ταχεία νιτροποίηση. Σύμφωνα με τον Ebelhar (1990) η μορφή χορήγησης του αζώτου μπορεί να επηρεάσει την απόδοση όταν ολόκληρη η ποσότητα εφαρμόζεται πριν την σπορά. Όταν όμως δίνεται σε δόσεις δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Η χρησιμοποίηση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης (λόγω μικρής διαλυτότητας στο έδαφος ή λόγω περιβλήματος του λιπάσματος που εμποδίζει τη διαλυτότητα) αυξάνει την αποτελεσματικότητά τους. Μια άλλη πρακτική όσον αφορά τη λίπανση είναι η χρήση λιπασμάτων με παρεμποδιστή νιτροποίησης ώστε να σταθεροποιηθεί το άζωτο και να περιοριστούν οι απώλειές του.

Τα πρακτικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των παρεμποδιστών νιτροποίησης (Π.N.) είναι τα κάτωθι: 1) Σημαντική μείωση της έκπλυσης νιτρικών (Scheffer και Bartels 1998), 2) Μείωση των απωλειών N και προσωρινή αμμωνιακή θρέψη συχνά οδηγούν σε αύξηση της παραγωγής (Prasad και Power 1995), 3) Αποτελεσματικότερη αζωτούχο θρέψη (Timmermann and Söchtig 1984, Zerulla and Lutz 1992).

Οι διαφορές των λιπασμάτων με παρεμποδιστή νιτροποίησης (Π.Ν.) με τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης είναι οι εξής: 1) Τα λιπάσματα με (Π.Ν.) σταθεροποιούν την αμμωνιακή μορφή του αζώτου και επιτρέπουν την αργή σύμφωνα με τη θερμοκρασία μετατροπή του σε νιτρικό άζωτο ενώ τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης απελευθερώνουν όλα τα συστατικά του κόκκου τους μέσα σε ένα εύρος χρόνου. 2) Ο κόκκος των λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης συνήθως περιβάλλεται από ένα πορώδες υλικό επικάλυψης με το οποίο και επιτυγχάνεται και η διάχυση των συστατικών του κόκκου. Στα λιπάσματα με (Π.Ν.) ο κόκκος είναι δίχως επικάλυψη. 3) Συνήθως η αποδέσμευση των συστατικών του λιπάσματος βραδείας αποδέσμευσης είναι ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία αλλά σίγουρα ανάλογη του μεγέθους των πόρων του υλικού επικάλυψης. Στα λιπάσματα με (Π.Ν.) η νιτροποίηση εξαρτάται από τη θερμοκρασία. 4) Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης αζώτου περιέχουν συνήθως μόρια με άζωτο και έχουν την ιδιότητα αυτό να το αποδεσμεύουν σταδιακά. Τα λιπάσματα με (Π.Ν.) αντίθετα σταθεροποιούν το αμμωνιακό άζωτο ενός λιπάσματος.

1.8 Προϊόντα βαμβακοκαλλιέργειας και ποιότητα αυτών

Τα 2 κύρια προϊόντα της βαμβακοκαλλιέργειας είναι κατά πρώτο λόγο οι ίνες και κατά δεύτερο ο σπόρος. Η απόδοση σε ίνες καθορίζεται απ' την απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι αλλά επίσης και απ' την επί τοις εκατό απόδοση του συσπόρου σε ίνες (αναλογία ινών).

Η απόδοση σε σύσπορο εξαρτάται απ' το γενότυπο, τον πληθυσμό των φυτών, τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς, τον αριθμό των καρυδιών ανά φυτό και το βάρος των καρυδιών. Για τη χώρα μας που η βλαστική περίοδος είναι περιορισμένη, η πρωιμότητα αποτελεί σπουδαίο χαρακτηριστικό της απόδοσης και ο συσχετισμός πρωιμότητας με την ποιότητα είναι θετικός. Η πρωιμότητα οδηγεί σε μείωση του κόστους παραγωγής γιατί περιορίζει τις εισροές (ψεκασμούς, αρδεύσεις) και αυξάνει την αποτελεσματικότητα της μηχανοσυλλογής. Με την πρωίμιση της καλλιέργειας εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα των ινών γιατί η ωρίμανση και η συγκομιδή γίνονται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες.

Η εκτίμηση της πρωιμότητας είναι πολύπλοκη γιατί τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη, όπως αριθμός ημερών για την εμφάνιση του 1^{ου} χτενιού, άνθους ή καρυδιού, αναλογία του αριθμού των ανοικτών καρυδιών κατά την πρώτη συγκομιδή ως προς τον συνολικό αριθμό των παραγόμενων καρυδιών κλπ. διαφέρουν ανάλογα με τις ποικιλίες αλλά επηρεάζονται και απ' τις οικολογικές συνθήκες.

Ο αριθμός των καρυδιών (ανά φυτό ή στη μονάδα της επιφάνειας) καθορίζει κυρίως την απόδοση.

Η αναλογία ινών εκφράζεται με το ποσοστό των ινών επί του βάρους του συσπόρου. Καθορίζεται απ' τον αριθμό των κυττάρων του σπόρου τα οποία εξελίσσονται σε ίνες και απ' το βάρος της ίνας. Μεγάλο ποσοστό ινών μπορεί να παρουσιαστεί λόγω ιδιαίτερων συνθηκών ανάπτυξης όπως π.χ. ατροφικοί σπόροι. Κυμαίνεται πολύ με την ημερομηνία άνθησης των λουλουδιών απ' τα οποία σχηματίστηκαν τα καρύδια. Μειώνεται με την περίσσεια αζώτου στο έδαφος, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη μεγάλων σπόρων. Η αναλογία ινών είναι μικρότερη στα καρύδια που σχηματίστηκαν όψιμα. Η αναλογία ινών κυμαίνεται από 32-42% στις ποικιλίες τύπου upland και 33-36% στις μακρόινες ποικιλίες. Στις καλλιεργούμενες Ελληνικές ποικιλίες κυμαίνεται από 37-42% (Κεχαγιά 2000).

1.9 Πολύ στενές αποστάσεις γραμμών σποράς (UNR : ultra-narrow rows)

1.9.1 Καλλιεργητικά συστήματα πολύ στενών αποστάσεων

Οι αποστάσεις των γραμμών σποράς στις οποίες καλλιεργείται το βαμβάκι ποικίλουν μεταξύ περιοχών, χωρών και εποχών. Σύμφωνα με την Διεθνή Συμβουλευτική Επιτροπή του Βαμβακιού (ICAC 2001) σε πολλές χώρες το βαμβάκι καλλιεργείται είτε στην απόσταση του 1m είτε στα 0,75m. Σε μερικές χώρες (Ισραήλ, Ισπανία, Αυστραλία, Η.Π.Α.) εφαρμόζονται και τα δύο καλλιεργητικά συστήματα. Στις Η.Π.Α. το 60% της συνολικής έκτασης του βαμβακιού καλλιεργείται στην απόσταση του 1m ενώ το 40% σε αποστάσεις των 0,75m και μικρότερες μεταξύ των γραμμών σποράς. Η καλλιεργητική πρακτική, η χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού και η απόδοση είναι κυρίως οι παράγοντες που καθορίζουν την απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς. Ο βέλτιστος συνδυασμός της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς, του πληθυσμού των φυτών και γενικότερα της καλύτερης κατανομής τους στο χώρο, με στόχο την αποτελεσματικότερη χρήση των εισροών για βελτιστοποίηση του δείκτη συγκομιδής (που είναι ο λόγος της οικονομικής απόδοσης προς τη συνολική) αποτελεί αντικείμενο διαρκούς έρευνας στην επιστημονική κοινότητα αλλά και σε επίπεδο παραγωγών (Littlejohns 1996, Cothren 1999, Silvertooth 1999). Διερευνήθηκαν μέχρι σήμερα διάφορα καλλιεργητικά συστήματα πολύ στενών αποστάσεων τα οποία έδειξαν υπεροχή ως προς την απόδοση σε σύγκριση με τις κανονικές γραμμές του 1m (Hawkins και Peacock 1973, Thacker 1987, Heitholt 1994).

Η ανάγκη για πρωίμηση της παραγωγής που έγινε πιο επιτακτική με τη μηχανοσυλλογή, αλλά και αυτή η ίδια η μηχανοσυλλογή, μετέβαλαν τις αντιλήψεις για τον επιθυμητό τύπο βαμβακόφυτου, που στόχευαν στο παρελθόν στη δημιουργία φυτών με πολλές ισχυρές διακλαδώσεις, ώστε να εξασφαλίζεται υψηλή παραγωγικότητα ανά φυτό. Σήμερα υπάρχει μια γενική τάση να περιοριστεί το βλαστικό τμήμα του φυτού ώστε να αυξηθεί η οικονομική απόδοση. Τα βραχύτερα και πιο συμπαγή βαμβακόφυτα έχουν κατά κανόνα πρωιμότερη και ταυτόχρονη καρποφορία, ενώ ο αυξημένος πληθυσμός φυτών, που ανέχονται, υπερκαλύπτει κάτω από κανονικές συνθήκες τη μειωμένη καρποφορία ανά φυτό.

Με πολυάριθμα πειράματα βρέθηκε οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς να παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της παραγωγής. Οι στενότερες (0,36m) σε σχέση με τις χρησιμοποιούμενες αποστάσεις (1m) φαίνεται ότι πλεονεκτούν γιατί εξασφαλίζουν καλύτερη κατανομή φυτών στο χώρο και γρηγορότερη φυτοκάλυψη του εδάφους (Galanoroulou-Sendouka 1980). Η υπεροχή των στενότερων γραμμών γίνεται εμφανέστερη, όταν οι επικρατούσες συνθήκες εμποδίζουν την πλήρη φυτοκάλυψη του εδάφους στα μέσα Ιουλίου στις γραμμές με απόσταση 1m. Τέτοιες περιπτώσεις αναμένεται να εμφανίζονται όλο και πιο συχνά με τη χρησιμοποίηση λιτοδίαιτων ποικιλιών βαμβακιού χαμηλής ανάπτυξης καθώς και με τη χρησιμοποίηση συστημάτων καλλιέργειας χαμηλών εισροών, τα οποία περιορίζουν την ανάπτυξη του φυτού.

Ο πληθυσμός των φυτών ανά στρέμμα και ο τρόπος διάταξής τους στο χωράφι εξαρτάται απ' την ποικιλία, τις εδαφικές συνθήκες (π.χ. γονιμότητα, μηχανική σύσταση), τον τρόπο καλλιέργειας και την εποχή σποράς. Έχει αποδειχθεί πειραματικά αλλά και στην πράξη ότι ο αριθμός των φυτών στο στρέμμα επηρεάζει σημαντικά την απόδοση. Παρόλα αυτά όμως ο αριθμός των φυτών παρουσιάζει

μεγάλη ελαστικότητα και τελικά στη χώρα μας οι κλιματικοί παράγοντες είναι εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο τη σχέση: πληθυσμός φυτών-απόδοση.

Στη χώρα μας έχει επικρατήσει το συμβατικό σύστημα καλλιέργειας του βαμβακιού με γραμμές που απέχουν 100 cm μεταξύ τους, λόγω της χρησιμοποίησης για τη συγκομιδή συλλεκτικών μηχανών (pickers), οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στις αποστάσεις αυτές. Πολλά ερευνητικά δεδομένα σε άλλες βαμβακοπαραγωγικές χώρες (Ισραήλ, Ισπανία, Η.Π.Α.) έχουν δείξει ότι οι στενότερες αποστάσεις (36 cm) πλεονεκτούν σε σχέση με τις συμβατικές γιατί εξασφαλίζουν καλύτερη κατανομή των φυτών στο χώρο με ταχύτερη φυτοκάλυψη του εδάφους (Γαλανοπούλου 1980). Αυτό έχει ως συνέπεια την αποτελεσματικότερη καταπολέμηση των ζιζανίων τα οποία λόγω σκίασης τους απ' τα βαμβακόφυτα αδυνατούν να φωτοσυνθέσουν. Η χρησιμοποίηση πολύ στενών γραμμών σποράς δεν συνεπάγεται πάντα και μεγαλύτερο πληθυσμό φυτών. Μπορεί να παραμείνει ο ίδιος αριθμός φυτών ανά στρέμμα με το να αυξηθούν οι αποστάσεις σποράς πάνω στη γραμμή. Εκείνο που έχει τελικά σημασία είναι να γίνεται όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση του εδάφους με μεγαλύτερη αναχαίτιση της ηλιακής ακτινοβολίας (Silvertooth 1999). Η υπεροχή των στενότερων γραμμών σποράς είναι εντονότερη με τη χρησιμοποίηση ποικιλιών μη συνεχούς ανάπτυξης και με τη χρησιμοποίηση συστημάτων καλλιέργειας χαμηλών εισροών, τα οποία περιορίζουν την ανάπτυξη των βαμβακόφυτων. Οι στενές γραμμές επιφέρουν πρωίμηση της καλλιέργειας (περιορισμένη ανάπτυξη του φυτού και εμφάνιση του πρώτου καρποφόρου κλάδου σε χαμηλότερο κόμβο) λόγω αποτελεσματικότερης χρησιμοποίησης των εισροών (Robinson 1991, Heitholt 1993). Όπως αναφέρεται απ' τον Weir (1996), στην Καλιφόρνια ερευνητές κατέγραψαν ως πλεονεκτήματα της καλλιέργειας σε στενές αποστάσεις την πρωιμότερη ωρίμανση, την οικονομία νερού, φυτοφαρμάκων και ενέργειας και την καλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα φυτά. Η επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ινών δεν παρουσιάζεται σημαντική (Heitholt 1993).

1.9.2 Αύξηση και ανάπτυξη του βαμβακιού σε πολύ στενές αποστάσεις (0,36m)

Ύψος φυτού: Συνήθως τα φυτά των κανονικών γραμμών είναι ψηλότερα απ' αυτά των στενών, αν και σε πολλές περιπτώσεις η διαφορά αυτή δεν είναι σημαντική για ισοδύναμους πληθυσμούς φυτών (El-Zik 1982, Vories 1992, Gwathmey 1996). Φαίνεται ότι το ύψος εξαρτάται περισσότερο απ' την πυκνότητα των φυτών και λιγότερο απ' την απόσταση των γραμμών σποράς. Η αύξηση της πυκνότητας συνήθως περιορίζει το ύψος (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1977). Αντιθέτως οι πολύ αραιοί πληθυσμοί προκαλούν συνήθως έντονη βλαστική ανάπτυξη σύμφωνα με τον Γεωργικό και Δασολογικό Σταθμό Πειραμάτων του Πανεπιστημίου του Mississippi (2003). Υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες οι πυκνοί πληθυσμοί προκαλούν υπερβολική ανάπτυξη των φυτών κάτω από ειδικές εδαφοκλιματικές συνθήκες, όπως υψηλή εδαφική υγρασία (Χλίχλιας 1977). Οι Cawley *et al.* 1999, Gwathmey *et al.* 1999, Jost και Cothren 2000, Vories *et al.* 2001 υποστηρίζουν ότι τα φυτά στις πολύ στενές γραμμές είναι κοντότερα σε σχέση με τις κανονικές και ότι ο έλεγχος του ύψους για τα φυτά των πολύ στενών γραμμών απαιτεί αυξημένη χρήση ρυθμιστών αύξησης.

Αριθμός κόμβων: Ο αριθμός κόμβων είναι ανάλογος του ύψους του φυτού, ενώ ο κόμβος εμφάνισης του πρώτου χτενιού φαίνεται να επηρεάζεται απ' τη μείωση της

απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς και να είναι χαμηλότερος στις στενές γραμμές.

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (ΔΦΕ): Ο ΔΦΕ εξαρτάται από πολλούς παράγοντες κυριότεροι απ' τους οποίους είναι οι ποικιλίες, οι συνθήκες του περιβάλλοντος, η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς, ο πληθυσμός των φυτών και η αρχιτεκτονική των φυτών η οποία καθορίζεται κυρίως από γενετικούς παράγοντες (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1977, Silvertooth 1999).

Δεν υπάρχει σταθερή τιμή του ΔΦΕ στην οποία μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα της φυλλικής επιφάνειας. Ο Heitholt (1994) σε τριετή έρευνα στο Stoneville παρατήρησε ότι οι στενές γραμμές συντελούν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας δέσμησης της ακτινοβολίας που οφείλεται στην αποτελεσματικότερη και ταχύτερη εδαφοκάλυψη.

Για μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας απ' τη φυλλοστοιβάδα χρειάζεται έλεγχος του ΔΦΕ. Σε εξαετή έρευνα που έγινε στο Τέξας απ' τον Staggenborg και τους συνεργάτες του (1992), βρέθηκε ότι για $\Delta\Phi E < 3$, οι κανονικές γραμμές απαιτούσαν μεγαλύτερη ποσότητα νερού εξαιτίας των μεγαλύτερων απωλειών λόγω εξάτμισης απ' το έδαφος που οφειλόταν στο μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που έφτανε στο έδαφος εν συγκρίσει με τις στενές γραμμές. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών βρέθηκε επίσης να ασκεί σημαντική επίδραση στην απορρόφηση της ακτινοβολίας. Οι στενές γραμμές ήταν πολύ πιο αποτελεσματικές στην απορρόφηση του φωτός ιδιαίτερα για τιμές του ΔΦΕ μέχρι 2, τότε δηλαδή που τα φυτά αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και δημιουργούνται τα πρώτα χτένια. Ο Krieg (1996) παρατήρησε ότι η εκμετάλλευση του φωτός απ' τα φυτά ήταν μεγαλύτερη όσο μειωνόταν η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς, από το 1m μέχρι και πολύ στενές γραμμές (0,36m), για ισοδύναμους ΔΦΕ.

Βιομάζα: Η παραγωγή βιομάζας είναι μεγαλύτερη στις στενές γραμμές (0,36m) έναντι των κανονικών (1m). Αυτό οφείλεται στην καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ημερήσιο ρυθμό παραγωγής συνολικής βιομάζας αλλά και φύλλων, ιδιαίτερα στην αρχή της αναπαραγωγικής περιόδου (Krieg 1996).

Πληθυσμός φυτών: Η αυξημένη πυκνότητα φυτών στα συστήματα των στενών γραμμών επιφέρει αυξημένο κόστος σποράς και δεν ενδείκνυται διότι έρχεται σε αντίθεση με την καλλιεργητική διαχείριση των στενών γραμμών οι οποίες στοχεύουν σε αύξηση κερδών λόγω μείωσης των εισροών. Οι Koli και Morrill (1976) βρήκαν πως όταν καλλιεργήθηκε βαμβάκι στα 25 cm με πυκνότητες 123550 έως 173000 φυτά/εκτάριο οι αποδόσεις ήταν παρόμοιες. Το ίδιο υποστηρίζουν και οι Allen *et al.* (1998) για πυκνότητες που κυμαίνονταν από 190000 έως 301000. Οι Jost και Cothren (2001) βρήκαν πως αν αυξηθεί ο πληθυσμός από 12,2 σε 45 φυτά/m² τότε η καλλιέργεια φτάνει στο στάδιο της ωριμότητας συντομότερα αλλά δεν επηρεάζεται η ποιότητα της ίνας ούτε η απόδοση. Έρευνα στο Mississippi έδειξε ότι πληθυσμοί που κυμαίνονταν από 175000 έως 265000 φυτά/εκτάριο τον πρώτο χρόνο και 132000 έως 238000 φυτά/εκτάριο τον δεύτερο χρόνο δεν επηρέασαν την απόδοση (Buehring και Dobbs 2000). Στην ίδια πολιτεία οι Jones *et al.* (2000) παρατήρησαν ότι η αναλογία ινών, για βαμβάκι που σπάρθηκε σε γραμμές που απείχαν 19 cm, δεν επηρεάστηκε από τον πληθυσμό των φυτών που κυμαινόταν από 185000 έως 432000 φυτά/εκτάριο.

Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν το αντίθετο. Οι Delaney *et al.* (1999) αναφέρουν ότι πυκνότητα φυτών (198000–494000 φυτά/εκτάριο) επηρεάζει την απόδοση των στενών γραμμών και η επίδραση αυτή εξαρτάται απ' την ημερομηνία σποράς. Οι αραιότεροι πληθυσμοί δίνουν χαμηλές αποδόσεις με σπορά τον Μάιο και οι υψηλότερες αποδόσεις επιτυγχάνονται με σπορά τον Ιούνιο. Αύξηση του πληθυσμού

από 100000 σε 200000 φυτά/εκτάριο αύξησε τις αποδόσεις και στα 19cm και στα 38cm, μόνο τον πρώτο χρόνο απ' τα δύο που διήρκησε μια μελέτη στο Τέξας (Gerik *et al.* 1998).

Ορισμένοι ερευνητές δέχονται ότι στο UNR βαμβάκι πυκνότητες μεγαλύτερες απ' αυτές των κανονικών γραμμών συντελούν στο να μεγιστοποιηθεί η απόδοση του UNR βαμβακιού διότι έτσι μειώνεται το μέγεθος του φυτού και ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό και επομένως αυξάνεται η αποτελεσματικότητα συγκομιδής. Αντιθέτως οι Gerik *et al.* 1998, Jones *et al.* 2000, Jost και Cothren 2000 υποστηρίζουν ότι για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση στο UNR βαμβάκι δεν απαιτείται να χρησιμοποιηθούν πυκνότητες μεγαλύτερες απ' τις τυπικές των κανονικών γραμμών. Από οικονομική άποψη, αυτό σημαίνει ότι οι παραγωγοί μπορούν να σταθεροποιήσουν το κόστος για την αγορά σπόρου χωρίς αυτό να έχει επίπτωση στην παραγωγή. Από καλλιεργητική άποψη, οι υψηλότερες πυκνότητες μπορεί να είναι ωφέλιμες για τους λόγους που αναφέρθηκαν αλλά υπάρχει ο κίνδυνος μείωσης της παραγωγής με πυκνότητες >256000 φυτά/εκτάριο. Οι ερευνητές καταλήγουν στο ότι η συνετή χρήση ρυθμιστών αύξησης μπορεί να είναι καλύτερη πρακτική απ' ότι η αύξηση του πληθυσμού.

Απαιτήσεις σε άζωτο: Οι Anderson και Douglas (1973) αναφέρουν ότι βαμβάκι που καλλιεργήθηκε σε απόσταση 25cm είχε μεγαλύτερες απαιτήσεις σε άζωτο απ' ότι βαμβάκι που καλλιεργήθηκε στα 102cm. Οι McConnell *et al.* (2001b) δέχονται ότι στις στενές γραμμές, οι αποδόσεις έφτασαν στο μέγιστο με λιγότερη αζωτούχο λίπανση (28 έως 56 kg/εκτάριο) συγκριτικά με τη ποσότητα που δόθηκε στις κανονικές γραμμές αλλά το ύψος των φυτών συνέχιζε να αυξάνεται με εφαρμογή μέχρι 112 kg N/εκτάριο. Οι Wiatrak *et al.* (1998) αναφέρουν ότι αυξάνοντας τη λίπανση μέχρι τα 134 kg N/εκτάριο, αυξήθηκε ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό αλλά η αύξηση αυτή ήταν μικρότερη στις στενές γραμμές σε σχέση με τις κανονικές. Για τις στενές γραμμές το άριστο της απόδοσης επετεύχθη με 134 kg N/εκτάριο. Οι McFarland *et al.* (1999) αναφέρουν πως κάτω από περιορισμένες συνθήκες υγρασίας, ποσότητες αζώτου μεταξύ 0 και 168 kg N/εκτάριο δεν επηρέασαν την απόδοση και ποιότητα του βαμβακιού στις στενές γραμμές. Οι Rinehardt *et al.* (2003) υποστηρίζουν ότι για την μέγιστη παραγωγή στις στενές γραμμές απαιτούνται 90 kg N/εκτάριο ενώ στις κανονικές μόνο 67 kg N/εκτάριο.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά ίνας: Οι διαφορές των ποιοτικών χαρακτηριστικών της ίνας μεταξύ στενών και κανονικών γραμμών σποράς αναμένονται γιατί η θέση των καρυδιών στο φυτό επηρεάζεται απ' την απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς (Bradow και Davidonis 2000). Παρόλα αυτά τα χαρακτηριστικά της ίνας UNR βαμβακιού όπως καθορίζονται με τις μετρήσεις HVI (high volume instrumentation) μπορεί να μην διαφέρουν απ' τα χαρακτηριστικά της ίνας βαμβακιού κανονικών γραμμών (Jost and Cothren 2001). Οι Vories *et al.* (2001) στο Αρκάνσας αναφέρουν ότι τα χαρακτηριστικά της ίνας UNR βαμβακιού, ήταν λιγότερο επιθυμητά σε σχέση με αυτά βαμβακιού που καλλιεργήθηκε στα 97 cm. Οι Colwick *et al.* (1979) αναφέρουν μικρότερο μήκος ίνας, χαμηλότερο βαθμό ομοιομορφίας και περισσότερες ξένες ύλες για UNR βαμβάκι (που συγκομίστηκε με μηχανή stripper) συγκριτικά με βαμβάκι κανονικών γραμμών (που συγκομίστηκε με μηχανή picker). Αντιθέτως οι Jost και Cothren 2001, McAlister 2001 δέχονται ότι το UNR βαμβάκι δεν προκαλεί απαραίτητα υποβάθμιση της ποιότητας της ίνας. Συγκεκριμένα ο McAlister (2001) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η όποια υποβάθμιση στο UNR βαμβάκι προκαλείται κυρίως απ' τις διαδικασίες συγκομιδής και εκκοκκισμού και όχι απ' τις αποστάσεις σποράς.

Απόδοση: Αρκετές έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι πολύ στενές γραμμές (UNR: ultra-narrow rows) φαίνεται να πλεονεκτούν όσον αφορά την απόδοση έναντι των κανονικών (CR: conventional-rows). Υψηλότερες αποδόσεις στις στενές γραμμές έναντι των κανονικών βρήκαν οι Hawkins και Peacock (1973) οι οποίοι σύγκριναν δύο πληθυσμούς φυτών σε αποστάσεις που κυμαίνονταν από 25,4cm έως 101,6cm μεταξύ των γραμμών σποράς. Οι Jost και Cothren (2000, 2001) βρήκαν μεγαλύτερη lint yield στις UNR απ' ό τι στις CR. Οι Rinehardt *et al.* (2004) αναφέρουν υψηλότερες lint yield και στις δύο ποσότητες αζώτου που εφαρμόστηκαν, συγκριτικά με τις CR. Οι Nichols *et al.* (2003) και Vories *et al.* (2001) βρήκαν μεγαλύτερη απόδοση στις στενές γραμμές σε σχέση με τις κανονικές, τον πρώτο απ' τα τρία χρόνια μελέτης. Τα άλλα δύο χρόνια δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Στην Κεντρική-Νότια Η.Π.Α. τα εδάφη δεν προσφέρονται για μεγάλες αποδόσεις όσον αφορά την βαμβακοκαλλιέργεια διότι περιέχουν λίγη οργανική ουσία, έχει σχηματιστεί σκληρός εδαφικός ορίζοντας, είναι ξηρά και έχουν υποστεί διάβρωση. Εκεί η βαμβακοκαλλιέργεια αποφέρει κέρδη μόνο με άρδευση. Πειράματα με στενές αποστάσεις (0,25m) έδειξαν ότι αυξάνονται τα κέρδη και τα φυτά έχουν λιγότερες απαιτήσεις για νερό (Bullen και Brown 2000, Jones *et al.* 2000). Επίσης οι στενές γραμμές αύξησαν την συνολική ηλιακή απορρόφηση η οποία μπορεί δυναμικά να αυξήσει τις αποδόσεις (Heitholt *et al.* 1992, Steglich *et al.* 2000).

Οι Witten και Cothren (2000) βρήκαν 8 ποικιλίες με υψηλότερη απόδοση όταν καλλιεργήθηκαν στα 38cm σε σχέση με τα 19cm επειδή ο αριθμός των καρυδιών ανά φυτό και το μέγεθος του καρυδιού ήταν μεγαλύτερα στις αποστάσεις των 38cm. Οι Cawley *et al.* (1999) και οι Koli και Morrill (1976) βρήκαν μεγαλύτερο αριθμό καρυδιών ανά φυτό στις στενές σε σχέση με τις κανονικές αποστάσεις αλλά απέδωσαν αυτή τη διαφορά στον διαφορετικό πληθυσμό φυτών.

Στην Alabama των Η.Π.Α. μελέτες έδειξαν υψηλότερες αποδόσεις για τις στενές γραμμές απ' ό τι στις κανονικές (Delaney *et al.* 2000, Reeves *et al.* 2000). Οι Gwathmey και Hayes (1996) αναφέρουν αυξημένες αποδόσεις στο Tennessee για την ποικιλία "Deltapine 20" όταν καλλιεργήθηκε στα 25cm σε σχέση με τα 100cm αλλά δεν βρήκαν διαφορές για την ποικιλία "Chembred 830" όταν καλλιεργήθηκε στα 19cm σε σχέση με τα 100cm. Οι Cawley *et al.* (1999) αναφέρουν, στην βόρεια Καρολίνα μεγαλύτερες αποδόσεις για τις στενές γραμμές απ' ό τι στις κανονικές. Στην Florida υψηλότερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν στις στενές γραμμές απ' ό τι στις συμβατικές που απείχαν 91cm (Wiatrak *et al.* 1998). Στο Τέξας έρευνες κατέληξαν ότι οι στενές γραμμές αποδίδουν περισσότερο σε σχέση με τις κανονικές (Jost και Cothren 2000, Jost και Cothren 2001, Gerik *et al.* 1998, Steglich *et al.* 2000, MacFarland *et al.* 1999). Οι Jost και Cothren 2001 κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η βελτιωμένη εμφάνιση των βαμβακόφυτων στις στενές γραμμές συγκριτικά με τις κανονικές συνέβαινε σε βαριά, συνεκτικά χωράφια τα οποία δεν επιτρέπουν την υπερβολική βλαστική αύξηση.

1.10 Σκοπός της έρευνας

Το βαμβάκι αποτελεί σήμερα για την Ελλάδα τη δυναμικότερη εκτατική καλλιέργεια και είναι προϊόν με μεγάλη σημασία για την αγροτική και εθνική οικονομία. Εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80.000-100.000 αγροτικές οικογένειες (το 40% αμιγείς βαμβακοπαραγωγοί). Παρέχει εργασία σε 150.000 περίπου αστικές οικογένειες που ασχολούνται σε διάφορα στάδια της παραγωγής και μεταποίησης του προϊόντος. Συμβάλλει δυναμικά στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη πολλών περιοχών της χώρας, προμηθεύει με πρώτη ύλη την ελληνική κλωστοβιομηχανία. Συμμετέχει κατά 10% στο Ακαθάριστο Γεωργικό Προϊόν και κατά 14% στο Προϊόν Φυτικής Παραγωγής, ποσοστά μεγαλύτερα από κάθε άλλο γεωργικό προϊόν. Η επέκταση σε τέτοιο βαθμό της βαμβακοκαλλιέργειας οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υψηλή επιδότηση της τιμής του απ' την Ευρωπαϊκή Ένωση (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 2002). Πρέπει να τονιστεί ότι το 70% της τιμής προέρχεται απ' την ενίσχυση που παρέχει η Ε.Ε. 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 μπορεί να σταθεί στην Ελλάδα η βαμβακοκαλλιέργεια χωρίς την κοινοτική ενίσχυση ή τι θα γίνει όταν μειωθούν οι επιδοτήσεις.

Η βαμβακοκαλλιέργεια, αν και αντιμετωπίζει ορισμένες δυσκολίες στη χώρα μας, λόγω κλιματικών, εγγειοδιαρθρωτικών και άλλων συνθηκών, θεωρείται ότι βρίσκεται σ' ένα ικανοποιητικό επίπεδο σε ότι αφορά την τεχνική της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται σύγχρονες καλλιεργητικές τεχνικές, μηχανολογικός εξοπλισμός και εφόδια νέας τεχνολογίας, ενώ η καλλιέργεια είναι στο σύνολό της αρδευόμενη και πλήρως εκμηχανισμένη. Παρόλα αυτά, καθώς το ενδιαφέρον των παραγωγών επικεντρώνεται στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης, υποτιμούνται άλλες παράμετροι που σχετίζονται με την οικονομικότητα της καλλιέργειας. Τέτοιες παράμετροι είναι η συμπίεση του κόστους παραγωγής με τον περιορισμό των εισροών, η ποιότητα, η προστασία του περιβάλλοντος κ.α. (Γεωργική Τεχνολογία 1999α).

Η Ελλάδα αποτελεί την κυριότερη χώρα παραγωγής βαμβακιού της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία αν και ελλειμματική σε βαμβάκι με τα νέα μέτρα θα μειωθεί η επιδότηση της τιμής του προϊόντος, με αποτέλεσμα να μειωθεί η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειάς του. Στην προσπάθεια να αμβλυνθούν τα αρνητικά αποτελέσματα ενός τέτοιου μέτρου και να τονωθεί η ανταγωνιστικότητα της βαμβακοκαλλιέργειας, επιδιώκεται η βελτίωση των οικονομικών συντελεστών που σχετίζονται τόσο με την αύξηση της παραγωγής όσο και με τη μείωση των εισροών. Σήμερα στην Ελλάδα η προσπάθεια μεγιστοποίησης των αποδόσεων με τη χρήση υψηλών εισροών, λόγω της σύνδεσης της επιδότησης του βαμβακιού με την παραγωγή, έχει καταστήσει τη βαμβακοκαλλιέργεια πολυδάπανη. Η εφαρμογή της νέας ΚΟΑ (Κοινή Οργάνωση Αγοράς) επιβάλλει τη μείωση των εισροών με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος.

Αυτοί οι λόγοι κρίνουν αναγκαίο να δοκιμασθεί η καλλιέργεια βαμβακιού σε πολύ στενές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς με στόχο να διατηρηθεί ή να αυξηθεί η ανταγωνιστικότητα του βαμβακιού.

Προς αυτήν την κατεύθυνση μελετάται για πρώτη φορά στην Θεσσαλία η καλλιέργεια του βαμβακιού σε πολύ στενές αποστάσεις (0,36m) μεταξύ των γραμμών σποράς. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση, στις συνθήκες της Θεσσαλίας, της αποτελεσματικότητας της καλλιέργειας του βαμβακιού στην απόσταση των 0,36m, συγκριτικά με την παραδοσιακή καλλιέργεια του 1m.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Στοιχεία πειράματος

Εγκαταστάθηκε πείραμα αγρού στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας και συγκεκριμένα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το έτος 2006 με σκοπό να αξιολογηθούν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά σύγχρονων ποικιλιών βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) υπό Θεσσαλικές συνθήκες.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων με τρεις επαναλήψεις. Αναλυτικότερα κύριες ομάδες ήταν οι 2 αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς, η παραδοσιακή του 1 m και η πολύ στενή (ultra narrow) των 0,36 m. Η κάθε ομάδα χωριζόταν σε 2 υποομάδες όπου σε κάθε μία εφαρμοζόταν αζωτούχος λίπανση Β.Φ.Λ. (46-0-0) ή αζωτούχος λίπανση Compro (46-0-0). Το αζωτούχο λίπασμα της Β.Φ.Λ. δεν περιείχε παρεμποδιστή νιτροποίησης και χαρακτηρίστηκε ως λίπασμα ΧΠΝ (Χωρίς Παρεμποδιστή Νιτροποίησης). Αντιθέτως το λίπασμα της Compro περιείχε και χαρακτηρίστηκε ως λίπασμα ΜΠΝ (Με Παρεμποδιστή Νιτροποίησης). Η κάθε υποομάδα χωριζόταν σε 3 υπο-υποομάδες όπου σε κάθε μία εφαρμοζόταν 0 μονάδες αζώτου ή 6 μονάδες αζώτου ή 12 μονάδες αζώτου. Τελικά η κάθε υπο-υποομάδα χωριζόταν σε 2 υπο-υπο-υποομάδες όπου σε κάθε μία σπάρθηκε είτε η ποικιλία Celia είτε η ποικιλία Diamond.

Επομένως το πειραματικό σχέδιο ήταν: 2 αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς x 2 τύποι λιπασμάτων x 3 επίπεδα λίπανσης x 2 ποικιλίες x 3 επαναλήψεις = 72 τεμάχια.

Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από 4 γραμμές σποράς όπου οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 1 m και από 8 γραμμές σποράς όπου οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 0,36 m. Το πειραματικό τεμάχιο με την παραδοσιακή σπορά είχε μήκος 5 m και πλάτος 4 m (έκταση 20 m²) ενώ το πειραματικό τεμάχιο με την στενή σπορά είχε μήκος 5 m και πλάτος 3 m (έκταση 15 m²). Η παραδοσιακή σπορά έγινε, στις 9 Μαΐου 2006, με “πνευματική” σπαστική μηχανή η οποία ρυθμίστηκε να τοποθετεί σπόρους πάνω στη γραμμή σποράς ανά 5 cm οπότε η πυκνότητα φυτών ήταν 20 φυτά/m². Η στενή σπορά έγινε, στις 11 και στις 12 Μαΐου 2006, χειρονακτικά τοποθετώντας σπόρους πάνω στη γραμμή σποράς ανά 10 cm και έτσι η πυκνότητα φυτών ήταν 20 φυτά/m² και όχι 30 φυτά/m² επειδή κατά την χειρονακτική σπορά υπήρχαν απώλειες κατά τη διάρκεια του φυτρώματος. Άρα και στα 72 πειραματικά τεμάχια επετεύχθη η ίδια πυκνότητα φυτών (20 φυτά/m²).

Στις 5 Μαΐου 2006 εφαρμόστηκε λίπανση Compro (0-20-20) οπότε το πειραματικό σχέδιο λιπάνθηκε με 4,5 kg φώσφορο/στρ. και 4,5 kg κάλιο/στρ.

Η αζωτούχος λίπανση εφαρμόστηκε σε 2 δόσεις χειρονακτικά. Η πρώτη δόση στις 12 Ιουλίου και η δεύτερη στις 31 Ιουλίου. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο με έκταση 20 m² (1m μεταξύ των γραμμών σποράς) εφαρμόστηκαν 520 gr λιπάσματος (260 gr η κάθε δόση) για να επιτευχθεί λίπανση με 12 μονάδες αζώτου και 260 gr λιπάσματος (130 gr η κάθε δόση) για να επιτευχθεί λίπανση με 6 μονάδες αζώτου. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο με έκταση 15 m² (0,36m μεταξύ των γραμμών σποράς) εφαρμόστηκαν 400 gr λιπάσματος (200 gr η κάθε δόση) για να επιτευχθεί λίπανση με

12 μονάδες αζώτου και 200 gr λιπάσματος (100 gr η κάθε δόση) για να επιτευχθεί λίπανση με 6 μονάδες αζώτου.

Το λίπασμα της Β.Φ.Λ. (46-0-0) περιέχει ουρικό άζωτο και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο απ' τους Θεσσαλούς βαμβακοπαραγωγούς. Η ουρία πρέπει να μετατραπεί σε αμμωνιακή και νιτρική μορφή για να είναι προσλήψιμη από τα φυτά. Αυτό θεωρητικά την καθιστά ως βραδείας αποδέσμευσης αζωτούχο λίπασμα. Η ουρία κατά την εφαρμογή της πρέπει να ενσωματώνεται στο έδαφος. Αν εφαρμοστεί επιφανειακά παρατηρούνται μεγάλες απώλειες εξάτμισης της αμμωνίας (η ουρία μετατρέπεται με τη βοήθεια της ουρεάσης σε αμμώνιο μέσα σε 2-4 ημέρες και από εκεί και έπειτα σε νιτρικό άζωτο μέσα σε 1-2 εβδομάδες). Το ίδιο συμβαίνει και όταν υπάρχουν συνθήκες κατάκλυσης στον αγρό. Επίσης μπορεί δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα στα νεαρά φυτά (μέσω αμμωνίας και νιτροδών) εάν η τοποθέτηση του σπόρου είναι πολύ επιφανειακή (Grant *et al* 1996). Επίσης η δράση της είναι άμεσα συνδεδεμένη με το pH του εδάφους (με pH>7 η ουρία μετατρέπεται πολύ γρήγορα σε NH₃ και χάνει έως και 44% από την εξάτμιση της NH₃), το περιεχόμενο στο έδαφος ανθρακικό ασβέστιο, τη θερμοκρασία και την υγρασία εδάφους (έως 20% απώλειες από την εξάτμιση της NH₃, αν δε το έδαφος είναι ξηρό οι απώλειές της μπορούν να αυξηθούν στο έπακρο), το ποσοστό διουρίας που περιέχει μπορεί να είναι εξαιρετικά τοξικό για τα φυτά και την ενσωμάτωσή της ή όχι στο έδαφος (οι ανωτέρω απώλειες μπορούν να μειωθούν αν η ουρία ενσωματωθεί).

Το λίπασμα της Compro (46-0-0) περιέχει την χημική ουσία ENTEC. Η λέξη ENTEC προέρχεται από τα αρχικά τριών αγγλικών λέξεων Οικολογία–*Ecology*, Άζωτο–*Nitrogen*, Τεχνολογία–*Technology*. Το ENTEC είναι μία ουσία που ανήκει στην ομάδα των πυραζολών, που είναι μία χημική ομάδα ευρύτατα διαδεδομένη στη φύση. Το χημικό του όνομα είναι 3,4-dimethylpyrazole-phosphate (3,4 δι-μέθυλο-πυράζολο-φωσφορικό οξύ) ή ENTEC όπως εκφράζεται για συντομία. Το ENTEC επεμβαίνει στη διαδικασία της νιτροποίησης (η μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό) παρεμποδίζοντας απολύτως επιλεκτικά τη δράση των βακτηριδίων *Nitrosomonas*, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρώδες. Το ENTEC δρα απολύτως επιλεκτικά παρεμποδίζοντας τη δράση της μονοοξυγενάσης του αμμωνίου, που είναι το υπεύθυνο ένζυμο για την μετατροπή. Επομένως το ENTEC σταθεροποιεί το αμμωνιακό άζωτο με το να παρεμποδίζει την νιτροποίηση. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης λιπασμάτων ENTEC σύμφωνα με στοιχεία της παρασκευάστριας εταιρίας είναι τα εξής: 1) Τα φυτά λαμβάνουν το άζωτο όταν το χρειαστούν, 2) Μερική αμμωνιακή θρέψη για τα φυτά - οικονομία ενέργειας από το φυτό για την πρόσληψη του αμμωνιακού αζώτου το οποίο χρησιμοποιείται απ' ευθείας για το σχηματισμό πρωτεϊνών και θετική επίδραση στο σχηματισμό πολυαμινών, γιβεριλλινών και κυτοκινινών, 3) Μειωμένες εκπλύσεις αζώτου (προστασία εδάφους και υδροφόρων οριζόντων), 4) Μείωση νιτρικών σε έδαφος και καρπούς - μείωση νιτρορύπανσης, 5) Καλύτερη πρόσληψη Φωσφόρου και Ιχνοστοιχείων, 6) Η δράση του ENTEC εξαρτάται από τη θερμοκρασία - όσο αυξάνει η θερμοκρασία εδάφους τόσο περισσότερο νιτρικό άζωτο απελευθερώνεται. Αυτό είναι καλό για τα φυτά καθώς όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνονται και οι ανάγκες των φυτών για αζωτούχο θρέψη.

Οι 2 ποικιλίες (Celia και Diamond) που αξιολογήθηκαν στο πείραμα είναι ευρείας κυκλοφορίας και αρκετά αποδεκτές απ' τους Θεσσαλούς παραγωγούς. Και οι δύο είναι μίγματα ομοζύγωτων γενετικών σειρών (multilines), που προέρχονται απ' την ίδια διασταύρωση. Ο βαμβακόσπορος της Celia ήταν επενδεδυμένος με το εντομοκτόνο Gaucho. Το Gaucho (δραστική ουσία imidacloprid) με την διασυστηματική κίνηση που εκδηλώνει, προστατεύει από τη σπορά μέχρι και τα

πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών από έντομα εδάφους (σιδηροσκούληκα) και φυλλώματος (θρίπες, αφίδες). Η Celia θεωρείται όψιμη ποικιλία με αυστηρά καθορισμένο τρόπο ανάπτυξης. Το σχήμα του φύλλου είναι παλαμοειδές και το μέγεθος του φυτού μεσαίο. Έχει ισχυρό κεντρικό βλαστό που δεν πλαγιάζει. Είναι πολύ παραγωγική, δένει γρήγορα και κρατάει τα καρύδια. Παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικιλία εδαφοκλιματικών συνθηκών αλλά ιδιαίτερα στις Θεσσαλικές συνθήκες (όπου υπάρχει μεγάλο μήκος βλαστικής περιόδου) θεωρείται απ' τις πιο παραγωγικές ποικιλίες. Έχει καλή συμπεριφορά σε συνθήκες έλλειψης νερού και είναι ανθεκτική στην αδρομύκωση. Η ποιότητα της ίνας είναι εξαιρετική διότι περιέχει γενετικό υλικό απ' το *Gossypium barbadense* L.(μακρόινο βαμβάκι με πολύ εκλεκτή ποιότητα ίνας). Η Diamond θεωρείται μεσοόψιμη ποικιλία με φύλλο παλαμοειδές και λειόφυλλο. Το ύψος του φυτού είναι μεσαίο προς ψηλό. Ο βαμβακόσπορος της Diamond δεν ήταν επενδεδυμένος με το εντομοκτόνο Gaucho.

2.2 Έδαφος πειραματικού αγρού

Για τον προσδιορισμό του τύπου του εδάφους ελήφθησαν εδαφικά δείγματα από τυχαίες θέσεις του πειραματικού αγρού, σε 2 βάθη (0-30 cm και 30-60 cm), ώστε να αποτυπωθεί αν υπάρχει παραλλακτικότητα. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των εδαφικών δειγμάτων, που ελήφθησαν πριν απ' τη σπορά του βαμβακιού φαίνονται στον πίνακα 2.2.1.

Πίνακας 2.2.1 Μηχανική σύσταση και φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους στο Βελεστίνο (αγρόκτημα Π.Θ.)

Βελεστίνο		0-30 cm	30-60 cm
Μηχανική σύσταση	Άργιλος	36,7	42,7
	Ίλύς	44	34
	Άμμος	19,3	23,3
	Χαρακτηρισμός	Αργιλοπηλώδες	Αργιλώδες
Χημικοί & Φυσικοχημικοί προσδιορισμοί	CaCO ₃ (%)	5,95	8,73
	pH	8	7,9
	Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	0,62	0,67
	Οργανική ουσία (%)	3,18	1,87

Απ' τα αποτελέσματα φαίνεται ότι ο πειραματικός αγρός ήταν ομοιογενής. Το έδαφος ήταν γόνιμο και καλώς αποστραγγιζόμενο. Ενδιαφέρον στοιχείο που προέκυψε από την εδαφική ανάλυση είναι το υψηλό ποσοστό της οργανικής ουσίας, ιδιαίτερα στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (0-30 cm), όπως είναι φυσικό, σε σχέση με το μέσο όρο της χώρας μας που κυμαίνεται περίπου στο 1%.

2.3 Καιρικές συνθήκες

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για το Βελεστίνο προέρχονται απ' το μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργίας που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Στο διάγραμμα 2.1 δίνονται γραφικά η θερμοκρασία και η βροχόπτωση ανά 10ήμερο στο Βελεστίνο από 1^η Απριλίου μέχρι και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (τέλος Οκτωβρίου). Στο ίδιο διάγραμμα παριστάνονται γραφικά η μέση κλιματική τιμή τόσο της θερμοκρασίας όσο και της βροχόπτωσης, ανά δεκαήμερο. Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι τιμές των παραγόντων.

Οι συνθήκες του έτους 2006 δεν ήταν ευνοϊκές για την σπορά του βαμβακιού. Επικράτησαν χαμηλότερες θερμοκρασίες από το μέσο όρο και τον μήνα Απρίλιο αλλά και στα 2 πρώτα 10ήμερα του Μαΐου με αποτέλεσμα το μικρό άθροισμα των θερμομονάδων (πίνακες 2.2 & 2.3, διαγράμματα 2.2 & 2.3). Αυτό οδήγησε σε σχετικά όψιμη σπορά (9 και 11 Μαΐου). Επίσης οι βροχοπτώσεις δεν ήταν ικανοποιητικές μέχρι και τις 20 Μαΐου (χαμηλότερες απ' το μέσο όρο). Αντιθέτως το τελευταίο 10ήμερο του Μαΐου σημειώθηκαν έντονες βροχοπτώσεις (48 mm) με αποτέλεσμα να σχηματιστεί κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους. Εξαιτίας του σχηματισμού κρούστας απαιτήθηκε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μέχρι να επιτευχθεί ικανοποιητικό φύτρωμα. Συμπερασματικά το φύτρωμα ήταν ομοιόμορφο και ικανοποιητικό, παρ' όλες τις καιρικές αντιξοότητες, και επιτεύχθηκε ο ζητούμενος πληθυσμός φυτών και στις πολύ στενές και στις κανονικές σειρές (≈ 20 φυτά/m²).

Κατά την περίοδο του Ιουνίου οι βροχοπτώσεις ήταν ικανοποιητικές και υψηλότερες απ' την μέση κλιματική βροχόπτωση. Τον Ιούλιο, τον Αύγουστο και το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου οι βροχοπτώσεις ήταν ελάχιστες αλλά επειδή συνδυάστηκαν με όχι υψηλές θερμοκρασίες, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι καιρικές συνθήκες κατά την περίοδο ανθοφορίας, καρποφορίας και ωρίμανση των καρυδιών ήταν ικανοποιητικές.

Οι καιρικές συνθήκες όμως κατά την περίοδο συγκομιδής ήταν ιδιαίτερα δυσμενείς. Οι εντονότερες βροχοπτώσεις στα τέλη Σεπτεμβρίου (50 mm) και αρχές Οκτωβρίου (139 mm) δεν επέτρεψαν την συγκομιδή η οποία παρατάθηκε για τα τέλη Οκτωβρίου. Οι έντονες βροχές δεν προκάλεσαν μείωση στην απόδοση αφού η πλειοψηφία των καρυδιών είχε προλάβει να ωριμάσει. Επίσης η σκόπιμη και αναγκαία παράταση της συγκομιδής συνέβαλε στο να συγκομιστεί βαμβάκι, με ικανοποιητική υγρασία ($\approx 9\%$), σε "ένα χέρι".

2.4 Καλλιεργητικές εργασίες

Εφαρμόστηκε η συνήθης καλλιεργητική τεχνική για τη βαμβακοκαλλιέργεια στη Θεσσαλία. Για την προετοιμασία του αγρού έγιναν όλες οι απαιτούμενες καλλιεργητικές φροντίδες.

Για την καταπολέμηση των ζιζανίων χρησιμοποιήθηκε η δραστική ουσία trifluralin σε δοσολογία 250 cm³/στρ. και ακολούθησε ενσωμάτωση. Για μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία χρησιμοποιήθηκε το ζιζανιοκτόνο Fusillade το οποίο εφαρμόστηκε με φορητό ψεκαστήρα πλάτης (λόγω αδυναμίας διέλευσης του γεωργικού ελκυστήρα απ' τον πειραματικό αγρό).

Η άρδευση έγινε αρχικά με αυτοκινούμενο εκτοξευτήρα υψηλής πίεσεως και στη συνέχεια όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν με σταλακτηφόρους σωλήνες σε τέτοια διάταξη ώστε να δίνεται η ίδια ποσότητα νερού και στα 2 καλλιεργητικά συστήματα (κανονικές και αραιές γραμμές σποράς). Αυτό επετεύχθη ως εξής: Στα πειραματικά τεμάχια με τις κανονικές γραμμές σποράς τοποθετήθηκαν αυτορυθμιζόμενοι σταλακτηφόροι σωλήνες (με παροχή σταλάκτη στα 2,2 lt νερού/ώρα) στους οποίους οι σταλάκτες πάνω στον σωλήνα είχαν απόσταση 0,8m και οι σωλήνες μεταξύ τους 1m. Στα πειραματικά τεμάχια με τις στενές γραμμές σποράς τοποθετήθηκαν αυτορυθμιζόμενοι σταλακτηφόροι σωλήνες (με παροχή σταλάκτη στα 2,2 lt νερού /ώρα) στους οποίους οι σταλάκτες πάνω στον σωλήνα είχαν απόσταση 1 m και οι σωλήνες μεταξύ τους 0,72 m.

2.5 Μετρήσεις-Προσδιορισμοί Αύξησης και Ανάπτυξης φυτών

Έγιναν 4 δειγματοληψίες φυτών για ανάλυση της αύξησης και της ανάπτυξής τους απ' τις αρχές Ιουλίου μέχρι και τα μέσα Σεπτεμβρίου ανά 21 ημέρες. Συγκεκριμένα, η 1^η δειγματοληψία έγινε στις 11 Ιουλίου, η 2^η την 1^η Αυγούστου, η 3^η στις 22 Αυγούστου και η 4^η στις 12 Σεπτεμβρίου. Κάθε δειγματοληψία περιελάμβανε την κοπή 0,5m φυτών απ' την 2^η γραμμή κάθε πειραματικού τεμαχίου, η οποία θεωρείτο η γραμμή δειγματοληψίας. Αρχικά, γινόταν μέτρηση του χλωρού τους βάρους. Έπειτα, καταγράφονταν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, τα οποία ήταν: 1) το ύψος φυτών, 2) ο αριθμός των μεσογονάτιων διαστημάτων και 3) ο κόμβος εμφάνισης του πρώτου χτενιού. Στη συνέχεια, τα παραπάνω φυτά τεμαχίζονταν σε στελέχη, φύλλα και καρποφόρα όργανα, με σκοπό να προσδιοριστούν τα αντίστοιχα ξηρά τους βάρη. Η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε ξηραντήριο, σε θερμοκρασία 40 βαθμών Κελσίου για τα στελέχη και τα φύλλα και στους 60 βαθμούς Κελσίου για τα καρποφόρα όργανα. Η ξήρανση κρινόταν περατωμένη όταν δεν μεταβαλλόταν το βάρος των δειγμάτων απ' την προηγούμενη μέτρηση, μετά την παρέλευση μιας ημέρας.

Επίσης, προσδιοριζόταν ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) κάθε πειραματικού τεμαχίου με μέτρηση της επιφάνειας 20 φύλλων τα οποία προέρχονταν απ' το δείγμα. Η μέτρηση γινόταν με τη συσκευή Portable Area Meter LI 3000 A (LI-COR). Η αναγωγή της φυλλικής επιφάνειας γινόταν μέσω του καταγεγραμμένου ξηρού βάρους των 20 φύλλων και του υπολοίπου ξηρού βάρους των φύλλων του δείγματος.

2.6 Απόδοση

Η συγκομιδή της παραγωγής έγινε χειρωνακτικά στις 29 Οκτωβρίου και στις 9 Νοεμβρίου. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο η 3^η γραμμή σποράς θεωρείτο ως γραμμή απόδοσης. Επομένως, πάνω στην 3^η γραμμή σποράς επιλεγόταν απόσταση 3 μέτρων και μέσα στην απόσταση αυτή γινόταν η συγκομιδή με το χέρι.

Για τον υπολογισμό της αναλογίας ίνας, συλλέγονταν 30 τυχαία καρύδια από το 3μετρο της γραμμής απόδοσης κάθε πειραματικού τεμαχίου. Τα 30 αυτά καρύδια ζυγίζονταν, οπότε υπολογιζόταν το βάρος ενός καρυδιού. Η ποσότητα του συσπόρου βαμβακιού των 30 καρυδιών, εκκοκκίζόταν με την εκκοκκιστική μηχανή βάμβακος

SDL 010 (ΜΑΚΙΝΕΤΟ) του Εργαστηρίου Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η συσκευή αυτή διαχωρίζει το σύσπορο βαμβάκι σε ίνα και σε σπόρο, καθώς αυτό περνάει από άξονα με περιστρεφόμενα πριόνια με δόντια. Έπειτα, υπολογιζόταν η απόδοση σε εκκοκκισμένο βαμβάκι.

2.7 Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση και την μελέτη των αποτελεσμάτων, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο MSTATC και το λογισμικό MICROSOFT EXCEL. Η ανάλυση παραλλακτικότητας έγινε για να προσδιοριστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων των μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ύψος φυτών:

Τα αποτελέσματα όσον αφορά την εξέλιξη του ύψους των φυτών για τον κάθε παράγοντα και για τις αλληλεπιδράσεις αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1. Στο διάγραμμα 3.1.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη του ύψους των φυτών σε κανονικές (1m) και πολύ στενές γραμμές (0,36m). Όπως φαίνεται στις κανονικές γραμμές τα φυτά ήταν ψηλότερα σε σχέση με τις πολύ στενές καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Κατά την 1^η και 2^η κοπή (11-Ιουλ και 1-Αυγ αντίστοιχα) οι διαφορές στο ύψος δεν ήταν έντονες αφού δεν είχαν εκδηλωθεί ακόμη τα αποτελέσματα του ανταγωνισμού. Στη συνέχεια, λόγω εκδήλωσης ανταγωνισμού στις πολύ στενές γραμμές ο ρυθμός αύξησης του ύψους των φυτών υποχώρησε έναντι των κανονικών (91 cm για τις κανονικές και 86 cm για τις πολύ στενές). Όπως φαίνεται απ' τον πίνακα 3.1 οι διαφορές στο ύψος των φυτών μεταξύ κανονικών και πολύ στενών γραμμών κατά την 3^η και 4^η κοπή (22-Αυγ και 12-Σεπ αντίστοιχα) είναι στατιστικώς σημαντικές. Αν και η υπεροχή των κανονικών γραμμών ως προς το ύψος των φυτών δεν είναι μεγάλη (5 cm) ωστόσο επιβεβαιώθηκε η τάση των φυτών για μείωση του ύψους τους λόγω μείωσης της απόστασης μεταξύ των γραμμών σποράς όπως αναφέρεται και από άλλους ερευνητές (Vories *et al.* 1992). Η τάση αυτή παρουσιάστηκε και στις αλληλεπιδράσεις (απόσταση X λίπασμα), (απόσταση X επίπεδο N) και (απόσταση X ποικιλία), παρόλο που οι διαφορές ως προς το ύψος δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.

Όσον αφορά τον τύπο λιπάσματος, τα φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ ήταν κοντότερα κατά 6 cm σε σχέση με τα φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Αυτό συνέβη κατά την 1^η κοπή. Στις υπόλοιπες 3 κοπές όμως, υπερέιχαν ως προς το ύψος τα φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ με αποτέλεσμα να είναι ψηλότερα κατά 7 cm (πίνακας 3.1). Το ίδιο συνέβη και στις αλληλεπιδράσεις (λίπασμα X απόσταση), (λίπασμα X επίπεδο N) και (λίπασμα X ποικιλία).

Σχετικά με τα επίπεδα λίπανσης (επίπεδο N) δεν βρέθηκε να υπάρχει διαφοροποίηση ως προς το ύψος των φυτών, δηλαδή καθώς αυξανόταν η ποσότητα του λιπάσματος δεν βρέθηκε να αυξάνεται το ύψος, παρόλο που η αζωτούχος λίπανση ως γνωστόν ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη. Αυτό συνέβη διότι υπήρχε υπολειμματικό άζωτο στον πειραματικό αγρό και επομένως δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα απ' τον πρώτο χρόνο πειραματισμού.

Στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς το ύψος των φυτών παρουσιάστηκε μεταξύ των ποικιλιών Celia και Diamond. Όπως φαίνεται απ' το διάγραμμα 3.1.2 η ποικιλία Diamond ήταν ψηλότερη κατά 13 cm έναντι της Celia. Αυτό εξηγείται διότι η Celia είναι ποικιλία αυστηρής και καθορισμένης ανάπτυξης ενώ η Diamond θεωρείται πιο υψηλόσωμη ποικιλία. Στις αλληλεπιδράσεις (λίπασμα X ποικιλία) και (απόσταση X ποικιλία) παρουσιάστηκε επίσης η υπεροχή της Diamond ως προς το ύψος καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές (πίνακας 3.1).

Αριθμός μεσογονάτιων διαστημάτων στο κεντρικό στέλεχος:

Ο αριθμός των μεσογονάτιων διαστημάτων του κεντρικού στελέχους έδειξε ότι ήταν ανάλογος του ύψους των φυτών και για τους 4 παράγοντες αλλά και για τις αλληλεπιδράσεις αυτών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 3.1 φαίνεται ότι οι κανονικές γραμμές είχαν μια ελάχιστη υπεροχή 0,1 κόμβων ανά φυτό, κάτι που ήταν αναμενόμενο αφού στις κανονικές γραμμές τα φυτά ήταν ψηλότερα σε σχέση με αυτά των πολύ στενών. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα τριετούς έρευνας απ' τον Vories και τους συνεργάτες του (1999), όπου φάνηκε ότι υπήρχε αναλογία μεταξύ ύψους φυτών και αριθμού κόμβων σε κανονικές (0,96 m) και στενές γραμμές (0,20 m).

Όσον αφορά τις ποικιλίες (διάγραμμα 3.1.3), η Diamond εμφάνισε υπεροχή κατά 2,1 κόμβους έναντι της Celia, διαφορά που ήταν στατιστικώς σημαντική (πίνακας 3.1). Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία), όπως φαίνεται απ' τον πίνακα 3.1, η Celia είχε περισσότερους κόμβους στις στενές αποστάσεις απ' ότι στις κανονικές και σε συνδυασμό με το μικρότερο ύψος της Celia στις στενές γραμμές (77 cm έναντι 86 cm στις κανονικές), φαίνεται να προκύπτει ότι η Celia επέδειξε πρωιμότητα στις στενές γραμμές έναντι των κανονικών. Αντιθέτως η Diamond φαίνεται να ευνοήθηκε απ' τις κανονικές γραμμές αφού σ' αυτές υπερτερούσε ως προς τον αριθμό κόμβων. Επίσης στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία) η Diamond υπερείχε σε κόμβους και όταν δέχτηκε λίπασμα ΧΠΝ και όταν δέχτηκε λίπασμα ΜΠΝ.

Φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ είχαν περισσότερους κόμβους έναντι αυτών που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Το ίδιο συνέβη στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία). Στην αλληλεπίδραση όμως (λίπασμα X απόσταση), τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις κανονικές γραμμές είχαν περισσότερους κόμβους όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ ενώ τα φυτά των στενών υπερείχαν σε κόμβους όταν εφαρμόστηκε σ' αυτά λίπασμα ΜΠΝ.

Κόμβος εμφάνισης 1^{ου} χτενιού:

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πινάκων 3.1 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς τον κόμβο 1^{ου} χτενιού, για κανέναν παράγοντα ούτε για τις αλληλεπιδράσεις αυτών. Ο κόμβος εμφάνισης του πρώτου χτενιού φάνηκε ότι δεν εξαρτάται απ' την απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς (7,5 για τις κανονικές γραμμές και 7,6 για τις στενές). Επίσης για κάθε παράγοντα και για τις αλληλεπιδράσεις αυτών, το 1^ο χτένι εμφανίστηκε στον 7^ο κόμβο ή και παραπάνω αλλά σε καμιά περίπτωση χαμηλότερα απ' τον 7^ο. Αυτό οφείλεται κατά ένα μέρος στο ότι και οι δύο ποικιλίες δεν είναι πρώιμες, αφού ως γνωστόν θεωρητικά ισχύει ο κανόνας ότι οι πρώιμες ποικιλίες ανθοφορούν στον 5^ο ή 6^ο κόμβο.

Φυτά που λιπάνθηκαν με λίπασμα ΜΠΝ σχημάτισαν το 1^ο χτένι σε υψηλότερο κόμβο (1 κόμβο περίπου ψηλότερα) σε σχέση με αυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ. Το ίδιο συνέβη σε όλες τις αλληλεπιδράσεις του πίνακα 3.1. Συγκεκριμένα και στις κανονικές αλλά και στις στενές γραμμές, φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ εμφάνισαν το 1^ο χτένι σε υψηλότερο κόμβο. Επίσης και η Celia αλλά και η Diamond εμφάνισαν το 1^ο χτένι ψηλότερα με λίπασμα ΜΠΝ.

Διαφορές μεταξύ των 2 ποικιλιών ως προς τον κόμβο εμφάνισης του 1^{ου} χτενιού δεν παρουσιάστηκαν (7,7 για τη Celia και 7,4 για τη Diamond). Η Celia είτε δέχτηκε λίπασμα ΧΠΝ είτε ΜΠΝ φάνηκε να σχηματίζει το 1^ο χτένι σε υψηλότερο κόμβο σε σχέση με τη Diamond, όπως επίσης και στις δύο αποστάσεις γραμμών σποράς η Celia σχημάτιζε ψηλότερα το 1^ο χτένι.

3.2 Φυλλική επιφάνεια

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 3.3 και όπως φαίνεται απ' το διάγραμμα 3.2.1 οι στενές γραμμές υπερείχαν ως προς το δείκτη LAI σε σχέση με τις κανονικές σε όλη την καλλιεργητική περίοδο. Για τις στενές γραμμές ο δείκτης LAI κυμαινόταν από 0,8 έως 3,5 ενώ για τις κανονικές από 0,8 έως 1,9 (στατιστικώς σημαντική διαφορά). Ούτε στις κανονικές αλλά ούτε στις στενές γραμμές δεν παρατηρήθηκε πτώση του δείκτη LAI. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι στενές γραμμές πέτυχαν πλήρη εδαφοκάλυψη περί τις 20 μέρες νωρίτερα (γύρω στα τέλη Ιουλίου) συγκριτικά με τις κανονικές. Αν και δεν υπάρχει μια σταθερή τιμή που να εκφράζει τον άριστο δείκτη LAI (Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1977), φαίνεται πως οι στενές γραμμές κατά τη διάρκεια της καρποφορίας είχαν τη δυνατότητα να απορροφήσουν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, λόγω μεγαλύτερου LAI, αλλά και της μεγαλύτερης διείσδυσης του φωτός στη φυλλοστοιβάδα στις στενές γραμμές σύμφωνα με τον Krieg (1996) (ακόμη και για ισοδύναμους δείκτες LAI με τις κανονικές).

Ο τύπος λιπάσματος δεν φάνηκε να επηρεάζει το δείκτη LAI αφού τα φυτά είτε δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ είτε λίπασμα ΜΠΝ δεν εμφάνισαν διαφορές ως προς το LAI (πίνακας 3.3). Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα Χ απόσταση), τα φυτά των στενών γραμμών είχαν μεγαλύτερο LAI και όταν εφαρμόστηκε σ' αυτά λίπασμα ΧΠΝ και όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Στις κανονικές γραμμές, φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ εμφάνισαν μεγαλύτερο LAI εν συγκρίσει με αυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Αντιθέτως στις στενές, τα φυτά που είχαν μεγαλύτερο LAI ήταν εκείνα που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ (διάγραμμα 3.2.2).

Η Diamond ως πιο εύσωμη ποικιλία παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά ως προς το δείκτη LAI συγκριτικά με τη Celia (2,9 έναντι 2,5) όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.2.3. Η Diamond φάνηκε να ευνοείται απ' το λίπασμα ΜΠΝ αφού ανέπτυξε μεγαλύτερο LAI ενώ η Celia ευνοήθηκε με λίπασμα ΧΠΝ (πίνακας 3.3). Πάντως οι ποικιλίες είτε δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ είτε λίπασμα ΜΠΝ έδειξαν να υπερτερεί ως προς το LAI η Diamond (πίνακας 3.3). Επίσης είτε καλλιεργήθηκαν σε κανονικές είτε σε στενές γραμμές πάλι φάνηκε να υπερτερεί η Diamond (πίνακας 3.3). Και οι 2 ποικιλίες είχαν μεγαλύτερο LAI στις στενές γραμμές (διάγραμμα 3.2.4).

3.3 Κατανομή ξηράς ουσίας

Ξηρό βάρος βλαστών:

Το ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρ.) των στενών γραμμών ήταν αριθμητικά μεγαλύτερο έναντι των κανονικών, απ' την αρχή έως και το τέλος της καλλιέργειας και η διαφορά αυτή ήταν στατιστικώς σημαντική (πίνακας 3.2). Ο τύπος λιπάσματος δε φάνηκε να επηρεάζει το ξηρό βάρος των βλαστών (μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές). Όσον αφορά τις ποικιλίες, η Diamond υπερείχε ως προς το ξηρό βάρος των βλαστών έναντι της Celia, λόγω του μεγαλύτερου ύψους της πρώτης και η διαφορά αυτή ήταν στατιστικώς σημαντική. Η αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα ανεξάρτητα απ' τον τύπο λιπάσματος, τα φυτά των στενών γραμμών υπερείχαν ως προς το ξηρό βάρος βλαστών σε σχέση με τα φυτά των κανονικών. Επίσης τα τελευταία όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος βλαστών συγκριτικά με τα φυτά των στενών γραμμών ενώ τα φυτά των στενών παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος βλαστών όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία) η Diamond είτε δέχτηκε λίπασμα ΧΠΝ είτε λίπασμα ΜΠΝ υπερείχε ως προς το ξηρό βάρος βλαστών έναντι της Celia. Η τελευταία φάνηκε να ευνοείται απ' το λίπασμα ΧΠΝ ενώ η Diamond απ' το λίπασμα ΜΠΝ. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία). Και οι 2 ποικιλίες παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος βλαστών όταν καλλιεργήθηκαν στις στενές γραμμές. Η Diamond είτε καλλιεργήθηκε στις κανονικές είτε στις στενές γραμμές υπερτερούσε στο ξηρό βάρος βλαστών.

Ξηρό βάρος φύλλων:

Το ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρ.) των στενών γραμμών ήταν αριθμητικά μεγαλύτερο έναντι των κανονικών, απ' την αρχή έως και το τέλος της καλλιέργειας και η διαφορά αυτή ήταν στατιστικώς σημαντική (πίνακας 3.2). Η διαφορά αυτή οφείλεται στη μεγαλύτερη τιμή του δείκτη LAI των στενών γραμμών έναντι των κανονικών. Φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος φύλλων σε σχέση με αυτά που προσέλαβαν λίπασμα ΧΠΝ, διαφορά που ήταν στατιστικώς σημαντική. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) ανεξάρτητα απ' τον τύπο λιπάσματος, τα φυτά των στενών γραμμών υπερείχαν ως προς το ξηρό βάρος φύλλων σε σχέση με τα φυτά των κανονικών. Τα φυτά των κανονικών γραμμών ευνοήθηκαν απ' το λίπασμα ΧΠΝ ως προς την παραγωγή ξηρού βάρους φύλλων έναντι των φυτών των στενών γραμμών ενώ τα τελευταία έδειξαν την υπεροχή τους ως προς το ξηρό βάρος φύλλων με λίπασμα ΜΠΝ. Αυτό παρατηρήθηκε όπως προαναφέρθηκε και για το ξηρό βάρος των βλαστών. Στατιστικώς σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε μεταξύ των ποικιλιών ως προς το ξηρό βάρος φύλλων, με την Diamond να υπερτερεί εμφανώς (πιο εύσωμη και με μεγαλύτερο δείκτη LAI). Η υπεροχή της Diamond ήταν ξεκάθαρη στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία). Στην ίδια αλληλεπίδραση και οι 2 ποικιλίες έδωσαν μεγαλύτερη ποσότητα ξηρού βάρους φύλλων με λίπασμα ΜΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία) πάλι υπερίσχυσαν οι στενές γραμμές έναντι των κανονικών και η Diamond ήταν αυτή που έδωσε περισσότερο ξηρό βάρος φύλλων και στις κανονικές και στις στενές γραμμές.

Ξηρό βάρος καρπών:

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.2 οι στενές γραμμές υπερίσχυσαν ως προς το ξηρό βάρος των καρπών (διάγραμμα 3.3.5) συγκριτικά με τις κανονικές και οι διαφορές ήταν στατιστικώς σημαντικές. Η λίπανση της ΜΠΝ έναντι της ΧΠΝ φάνηκε να

ευνοεί τα φυτά ως προς το ξηρό βάρος καρπών, διαφορά όμως που δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Η Celia υστερούσε σε ξηρό βάρος καρπών συγκριτικά με την Diamond (διάγραμμα 3.3.6) κάτι που όπως προαναφέρθηκε ίσχυσε και για το ξηρό βάρος των βλαστών αλλά και των φύλλων. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) φαίνεται ξεκάθαρα η υπεροχή των φυτών των στενών γραμμών και στους 2 τύπους λιπασμάτων (διάγραμμα 3.3.7). Τα φυτά των κανονικών γραμμών παρήγαγαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ ενώ αυτά των στενών όταν προσέλαβαν λίπασμα ΜΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία) η Celia έδωσε μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών όταν δέχτηκε λίπασμα ΧΠΝ ενώ η Diamond ευνοήθηκε απ' το λίπασμα ΜΠΝ (διάγραμμα 3.3.8). Όταν και οι 2 ποικιλίες δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών έδωσε η Celia ενώ με λίπασμα ΜΠΝ δεν συνέβη το ίδιο και υπερίσχυσε η Diamond. Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Στις στενές γραμμές η Diamond έδωσε μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών έναντι της Celia.

Ολικό ξηρό βάρος:

Στο διάγραμμα 3.3 φαίνεται πως κατανέμεται η ξηρά ουσία. Ως προς το ολικό ξηρό βάρος η υπεροχή των στενών γραμμών έναντι των κανονικών ήταν ξεκάθαρη καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο (πίνακας 3.2 & διάγραμμα 3.3.1). Φυτά που προσέλαβαν λίπασμα ΧΠΝ έναντι λιπάσματος ΜΠΝ φαίνεται να παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος (διάγραμμα 3.3.2). Όσον αφορά τις ποικιλίες η Celia έδωσε περισσότερο ξηρό βάρος έναντι της Diamond μόνο κατά την 1^η κοπή, διαφορά που ήταν στατιστικώς σημαντική. Στις υπόλοιπες κοπές υπερείχε η Diamond. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) τα φυτά των κανονικών γραμμών έδωσαν περισσότερη ξηρά ουσία όταν λιπάνθηκαν με λίπασμα ΧΠΝ ενώ τα φυτά των στενών υπερείχαν με λίπασμα ΜΠΝ (διάγραμμα 3.3.3). Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία), όταν οι ποικιλίες δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ υπερίσχυσε ως προς το ξηρό βάρος η Diamond έναντι της Celia. Το ίδιο συνέβη και όταν οι ποικιλίες λιπάνθηκαν με ΜΠΝ. Απ' την ίδια αλληλεπίδραση φαίνεται ότι η Celia ευνοήθηκε απ' το λίπασμα ΧΠΝ ενώ η Diamond απ' το λίπασμα ΜΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία) η Diamond υπερείχε της Celia ως προς το ξηρό βάρος και στα 2 καλλιεργητικά συστήματα (διάγραμμα 3.3.4).

Ο μεγαλύτερος δείκτης LAI στις στενές γραμμές είχε ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη παραγωγικότητα των φυτών λόγω της καλύτερης εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τον Krieg (1996) η καλύτερη εκμετάλλευση του φωτός έχει ως αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ρυθμό παραγωγής συνολικής βιομάζας, αλλά και φύλλων, ιδιαίτερα στην αρχή της αναπαραγωγικής περιόδου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους των καρπών φαίνεται ότι η υπεροχή των στενών γραμμών ως προς το συνολικό ξηρό βάρος οφειλόταν στο μεγαλύτερο μέρος της στο ξηρό βάρος των καρπών. Φαίνεται δηλαδή ότι μεγάλος μέρος των προϊόντων της φωτοσύνθεσης κατευθυνόταν προς τα καρύδια. Η υπεροχή των στενών γραμμών ως προς το ξηρό βάρος των καρπών διατηρήθηκε μέχρι τη λήξη της καλλιέργειας. Μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών εκείνη τη χρονική περίοδο θα μπορούσε να σημαίνει είτε υψηλότερες αποδόσεις κατά τη συγκομιδή, είτε πρωίμηση της παραγωγής, δηλαδή τα καρύδια να ήταν σε πιο προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης, άρα μεγαλύτερα και βαρύτερα ή συνδυασμό αυτών των δύο.

3.4 Απόδοση συσπόρου βαμβακιού

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.3 & το διάγραμμα 3.4.1 οι στενές γραμμές υπερείχαν ως προς την απόδοση συσπόρου κατά 6,7% έναντι των κανονικών (436 kg/στρ. στις στενές και 407 kg/στρ. στις κανονικές). Η διαφορά δεν είναι στατιστικώς σημαντική αλλά είναι σύμφωνη με αποτελέσματα άλλων ερευνητών οι οποίοι έδειξαν ότι καθώς μειώνεται η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς αυξάνεται η απόδοση συσπόρου. Η υψηλότερη τιμή του δείκτη LAI των στενών γραμμών έναντι των κανονικών καθώς επίσης και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καρπών των φυτών στις στενές γραμμές συνετέλεσαν στην υπεροχή των στενών γραμμών ως προς την απόδοση.

Ο τύπος λιπάσματος δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά την απόδοση (διάγραμμα 3.4.2). Φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή (429 kg/στρ.) σε σχέση με τα φυτά που προσέλαβαν λίπασμα ΧΠΝ (414 kg/στρ.).

Στατιστικώς σημαντική διαφορά στην απόδοση συσπόρου υπήρξε ως προς τα επίπεδα λίπανσης (διάγραμμα 3.4.3). Καθώς αυξανόταν η ποσότητα λιπάσματος αυξανόταν η απόδοση. Ασφαλή συμπεράσματα για το άριστο επίπεδο λίπανσης δεν μπορούν να εξαχθούν κατευθείαν απ' τον πρώτο χρόνο πειραματισμού λόγω της παρουσίας υπολειμματικού αζώτου από προηγούμενες χρονιές.

Η Celia (διάγραμμα 3.4.4) έδωσε μεγαλύτερη παραγωγή έναντι της Diamond (425 kg/στρ. και 418 kg/στρ. αντίστοιχα). Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα Χ ποικιλία), όταν τα φυτά λιπάνθηκαν με λίπασμα ΧΠΝ η Diamond έδειξε μια ελαφρά υπεροχή έναντι της Celia ενώ όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ πιο παραγωγική ήταν η Celia. Και η Diamond και η Celia έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ (διάγραμμα 3.4.6).

Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα Χ απόσταση) τα φυτά των στενών γραμμών ήταν πιο παραγωγικά έναντι αυτών των κανονικών γραμμών ανεξάρτητα απ' τον τύπο λιπάσματος. Επίσης τα φυτά που λιπάνθηκαν με λίπασμα ΜΠΝ υπερείχαν στην απόδοση είτε καλλιεργήθηκαν σε στενές γραμμές είτε στις κανονικές (διάγραμμα 3.4.5).

Στην αλληλεπίδραση (απόσταση Χ ποικιλία) πάλι υπερτερούσαν οι στενές γραμμές ως προς την απόδοση έναντι των κανονικών, ανεξάρτητα απ' την ποικιλία που καλλιεργήθηκε (διάγραμμα 3.4.7). Στις κανονικές γραμμές η Celia έδωσε μεγαλύτερη παραγωγή έναντι της Diamond. Η τελευταία ήταν πιο παραγωγική έναντι της Celia στις στενές γραμμές κάτι που έρχεται σε αντιδιαστολή με όσα υποστηρίζουν ορισμένοι ερευνητές. Οι Hawkins και Peacock (1973) δέχονται ότι για καλλιέργεια σε στενές γραμμές μια ποικιλία πρέπει να είναι καθορισμένης ανάπτυξης, συμπαγής, με κοντούς καρποφόρους κλάδους και μικρά μεσογονάτια διαστήματα.

3.5 Αναλογία ίνας (%)

Η αναλογία ίνας δεν φάνηκε να επηρεάζεται απ' τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς (43,4 % στις κανονικές και 43,5 % στις στενές γραμμές). Φυτά που λιπάνθηκαν με λίπασμα ΧΠΝ έδωσαν μεγαλύτερη αναλογία ίνας σε σχέση με αυτά που προσέλαβαν λίπασμα ΜΠΝ. Η Diamond υπερείχε ως προς την αναλογία ίνας έναντι της Celia, διαφορά που ήταν στατιστικώς σημαντική αλλά δεν συνέβαλε στο να δώσει η Diamond μεγαλύτερη απόδοση συσπόρου έναντι της Celia (διάγραμμα

3.5). Επομένως η υπεροχή της Celia ως προς την απόδοση συσπόρου πιθανότατα να οφείλεται στο μεγαλύτερο βάρος σπόρων έναντι της Diamond. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) τα φυτά είτε καλλιεργήθηκαν στις κανονικές είτε στις στενές γραμμές έδωσαν μεγαλύτερη αναλογία ίνας όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία) η Diamond υπερείχε της Celia ανεξάρτητα απ' τον τύπο λιπάσματος. Πάντως και οι 2 ποικιλίες έδωσαν μεγαλύτερη αναλογία ίνας όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ. Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία) η Diamond υπερείχε ως προς την αναλογία ίνας έναντι της Celia και στα δύο καλλιεργητικά συστήματα.

3.6 Μέσο βάρος καρυδιού

Τα φυτά των κανονικών γραμμών παράγαγαν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού σε σχέση με αυτά των στενών γραμμών, διαφορά όμως που δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ έδωσαν ελαφρά μεγαλύτερο βάρος καρυδιού σε σχέση με αυτά που λιπάνθηκαν με λίπασμα ΜΠΝ. Η Celia (διάγραμμα 3.6) παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο βάρος καρυδιού (6,3 gr) έναντι της Diamond (5,3 gr). Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X απόσταση) οι κανονικές γραμμές υπερείχαν έναντι των στενών ανεξάρτητα απ' τον τύπο λιπάσματος. Πάντως και στα δύο καλλιεργητικά συστήματα το λίπασμα ΧΠΝ βοήθησε τα φυτά να παράγουν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού. Στην αλληλεπίδραση (λίπασμα X ποικιλία) η Celia έδωσε μεγαλύτερο βάρος καρυδιού έναντι της Diamond και όταν τα φυτά λιπάνθηκαν με λίπασμα ΧΠΝ και όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ. Και οι 2 ποικιλίες όταν προσέλαβαν λίπασμα ΧΠΝ έδωσαν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού. Στην αλληλεπίδραση (απόσταση X ποικιλία) η Celia παρουσίασε την υπεροχή της συγκριτικά με τη Diamond και στα δύο καλλιεργητικά συστήματα. Και οι 2 ποικιλίες έδωσαν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού όταν καλλιεργήθηκαν στις κανονικές γραμμές.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα της ετήσιας μελέτης συνοψίζονται στα εξής:

Τα φυτά στην απόσταση των 0,36 m μεταξύ των γραμμών σποράς έδειξαν ότι ήταν πιο μικρά και πιο συμπαγή σε σχέση με αυτά στην απόσταση του 1m. Οι στενές γραμμές ήταν πιο παραγωγικές όσον αφορά το ολικό ξηρό βάρος αλλά και όσον αφορά το ξηρό βάρος βλαστών, φύλλων, καρπών. Φυτά που προσέλαβαν λίπασμα ΧΠΝ έναντι λιπάσματος ΜΠΝ φαίνεται να παρήγαγαν περισσότερο ξηρό βάρος. Η εξέλιξη του δείκτη LAI έδειξε ότι η φυτοκάλυψη του εδάφους έγινε ταχύτερα στις στενές γραμμές, γεγονός που συνέβαλε στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, στη μείωση της εξατμισοδιαπνοής, και στον περιορισμό των ζιζανίων (λόγω αδυναμίας να φωτοσυνθέσουν), παράμετροι που συνέβαλαν στο να παρατηρηθεί πρωίμηση της παραγωγής στις στενές γραμμές έναντι των κανονικών.

Απόρροια όλων των παραπάνω ήταν η αύξηση της απόδοσης στις στενές γραμμές κατά 6,7%. Η Celia έδωσε μεγαλύτερη παραγωγή έναντι της Diamond (425 kg/στρ. και 418 kg/στρ. αντίστοιχα) και φάνηκε να προσαρμόζεται καλύτερα στο νέο καλλιεργητικό σύστημα. Και η Diamond και η Celia έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή όταν δέχτηκαν λίπασμα ΜΠΝ.

Η αναλογία ίνας δεν φάνηκε να επηρεάζεται απ' τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς. Η Diamond υπερείχε ως προς την αναλογία ίνας έναντι της Celia αλλά δεν συνέβαλε στο να δώσει η Diamond μεγαλύτερη απόδοση συσπόρου έναντι της Celia. Και οι 2 ποικιλίες έδωσαν μεγαλύτερη αναλογία ίνας όταν δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ.

Τα φυτά των κανονικών γραμμών παρήγαγαν μεγαλύτερο βάρος καρυδιού σε σχέση με αυτά των στενών γραμμών. Φυτά που δέχτηκαν λίπασμα ΧΠΝ έδωσαν ελαφρά μεγαλύτερο βάρος καρυδιού σε σχέση με αυτά που λιπάνθηκαν με λίπασμα ΜΠΝ. Η Celia παρουσίασε μεγαλύτερο βάρος καρυδιού (6,3 gr) έναντι της Diamond (5,3 gr).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος ακολουθήθηκαν οι καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται στην Θεσσαλία. Αναμένεται να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των πολύ στενών γραμμών (0,36m) με την εφαρμογή ειδικών καλλιεργητικών τεχνικών-πρακτικών που απαιτεί το νέο σύστημα ως προς την λίπανση, την άρδευση, την ζιζανιοκτονία και τις υπόλοιπες επεμβάσεις που επηρεάζουν την καλλιέργεια.

Ιδιαίτερα με την εφαρμογή των μέτρων που προβλέπονται στη νέα ΚΟΑ οι πολύ στενές γραμμές μπορούν να συμβάλλουν στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της βαμβακοκαλλιέργειας, στην αύξηση της απόδοσης συσπόρου, στη μείωση των εισροών και στην εξοικονόμηση νερού.

Αυτά τα πλεονεκτήματα κρίνονται ικανά να καθιερώσουν και να επιβάλλουν τα UNR συστήματα για την καλλιέργεια του βαμβακιού όπως επιτάσσει άλλωστε η ανάγκη και σύγχρονη τάση για βελτιστοποίηση της απόδοσης-ποιότητας με παράλληλη χρήση φιλοπεριβαλλοντικών μέτρων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, C.T., C. Kennedy, B. Robertson, M. Kharboutli, K. Bryant, C. Capps, and L. Earnest. 1998. p. 1403-1406. Potential of ultra narrow row cotton in southeast Arkansas. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Anderson, K.L., and A.G. Douglas. 1973. Effects of nitrogen rate, leaf type and row spacing on cotton. p. 74. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Product. Res. Conf.*, Phoenix, AZ. 9-10 Jan. 1973. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Anthony, W.S., and B. Molin. 2000. Ginning and fiber characteristics of cotton varieties planted in ultra narrow row and conventional patterns. p. 785-792. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Anthony, W.S., W.D. Mayfield, and T.D. Valco. 1999. Results of 1998 ginning studies of ultra narrow cotton. p. 1484-1485. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Atwell, S.D. 1996. Influence of ultra-narrow row on cotton growth and development. p. 1187-1188. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Atwell, S., R. Perkins, B. Guice, W. Stewart, J. Harden, and T. Odeneal. 1996. Essential steps to successful ultra narrow row cotton production. p. 1210-1211. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Bader, M.J., S.W. Smith, R. Reed, R. McDaniel, L.L. Lanier, and C. Ellis. 1999. UNR farm trials in Georgia 1998. p. 1482-1484. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Baker, S.H. 1976. Response of cotton to row patterns and plant populations. *Agron. J.* 68:85-88.
- Bednarz, C.W., D.C. Bridges, and S.M. Brown. 2000. Analysis of cotton yield stability across population densities. *Agron. J.* 92:128-135.
- Bell, P.F., D.J. Boquet, E. Millhollon, S. Moore, W. Ebelhar, C.C. Mitchell, J. Varco, E.R. Funderburg, C. Kennedy, G.A. Breitenbeck, C. Craig, M. Holman, W. Baker, and J.S. McConnell. 2003. Relationships between leaf-blade nitrogen and relative seedcotton yields. *Crop Sci.* 43:1367-1374.
- Bilbro, J.D., and J.E. Quisenberry. 1973. A yield-related measure of earliness for cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 13:392-393.
- Boman, R.K., and R.L. Westerman. 1994. Nitrogen and mepiquat chloride effects on the production of nonrank, irrigated, short-season cotton. *J. Prod. Agric.* 7:70-75.
- Bondada, B.R., and D.M. Oosterhuis. 2001. Canopy photosynthesis, specific leaf weight, and yield components of cotton under varying nitrogen supply. *J. Plant Nutr.* 24:469-477.
- Boquet, D.J., and D.M. Walker. 1982. Effect of early maturity on cotton yield and fiber quality. p. 28-30. *In Louisiana Agric. Exp. Stn. Northeast Res. Stn. Annu. Prog. Rep. Louisiana Agric. Exp. Stn.*, Baton Rouge, LA.

- Boquet, D.J., E.B. Moser, and G.A. Breitenbeck. 1993. Nitrogen effects on boll production of field-grown cotton. *Agron. J.* 85:34-39.
- Boquet, D.J., E.B. Moser, and G.A. Breitenbeck. 1994. Boll weight and within-plant yield distribution in field-grown cotton given different levels of nitrogen. *Agron. J.* 86:20-26.
- Boquet, D.J. 2005. Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agron. J.* 97:279-287.
- Bradow, J.M., P.J. Bauer, G.F. Sassenrath-Cole, and R.M. Johnson. 1997. Modulations of fiber properties by growth environment that persist as variations of fiber and yarn quality. p. 1351-1360. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, New Orleans, LA. 6-10 Jan. 1997. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Bradow, J.M., and G.H. Davidonis. 2000. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: A physiologist's perspective. *J. Cotton Sci.* 4:34-64.
- Briggs, R.E., L.L. Patterson, and G.D. Massey. 1967. Within-and between-row spacing of cotton. *Arizona Agric. Ext. Serv. Annual Report.* p. 6-7. Univ. of Arizona, Tuscon.
- Buehring, N., and R. Dobbs. 2000. Cotton plant population effect on growth and yield. p. 660-661. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Bullen, S.G., and B. Brown. 2000. Economic evaluation of ultra narrow row cotton on a whole farm basis. p. 287-289. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Burmester, C.H. 1996. Status of ultra-narrow row research in the Southeast. p. 67-68. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.* Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Buxton, D.R., L.L. Patterson, and R.E. Briggs. 1979. Fruiting pattern in narrow row cotton. *Crop Sci.* 19:17-22.
- Buxton, D.R., R.E. Briggs, L.L. Patterson, and S.D. Watkins. 1977. Canopy characteristics of narrow-row cotton as influenced by plant density. *Agron. J.* 69:929-933.
- Cawley, N., K. Edmisten, R. Wells, and A. Stewart. 1999. Evaluation of ultra narrow row cotton in North Carolina. p. 558-559. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Cawley, N., K.L. Edmisten, A.M. Stewart, and R. Wells. 1998. Evaluation of ultra-narrow row cotton in North Carolina. p. 1402-1403. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.* San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Colwick, R.F., G.L. Barker, and S.T. Rayburn, Jr. 1979. Row spacing, short season and stripper harvesting of cotton in northeast Mississippi. *Mississippi Agric. For. Exp. Stn. Tech. Bull.* 94.
- Culp, T.W., D.C. Harrell, J.B. Pitner. 1974. Population studies with cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *South Carolina Exp. Stn. Bull.* 575.
- Culpepper, A.S., and A.C. York. 2000. Weed management in ultra narrow row cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technol.* 14:19-29.

- Curley, R., B. Roberts, B.A. Brooks, and J. Knutson. 1990. Effect of moisture on moduled seed cotton. p. 683-686. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Las Vegas, NV. 9-14 Jan. 1990. Natl. Cotton Council. Am., Memphis, TN.
- Deere and Company. 2004. New tools for narrow-row cotton production. Available at www.deere.com/en_US/ag/feature/2004/pro12-vrs-cotton-picking-units-article-jan04.html (accessed 2 June 2004; verified 22 Aug. 2005). Deere and Co., Moline, IL.
- Delaney, D.P., C.D. Monks, D.W. Reeves, J.S. Bannon, and R.M. Durbin. 1999. Planting dates and populations for UNR cotton in central Alabama. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Delaney, D.P., D.W. Reeves, C.D. Monks, and B.E. Gamble. 2000. Cover crops and tillage methods for UNR and wide row cotton. p. 1414-1415. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Douglas, A.G., and J.A. Andries. 1970. Narrow-row cotton culture in Mississippi—A progress report. p. 61-62. *In Proc. Beltwide Cotton Conf. National Cotton Council*, Memphis, TN.
- Ebelhar, M.W., R.A. Welch, and W.R. Meredith, Jr. 1996. Nitrogen rates and mepiquat chloride effects on cotton lint yield and quality. p. 1373-1378. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Enciso-Medina, J., B.L. Unruh, J.C. Henggeler, and W.L. Multer. 2002. Effect of row pattern and spacing on water use efficiency for subsurface drip irrigated cotton. *Trans. ASAE* 45:1397-1403.
- Fowler, J.L., and L.L. Ray. 1977. Response of two cotton genotypes to five equidistant spacing patterns. *Agron. J.* 69:733-738.
- Fritschi, F.B., B.A. Roberts, R.L. Travis, D.W. Rains, and R.B. Hutmacher. 2003. Response of irrigated Acala and Pima cotton to nitrogen fertilization: Growth, dry matter partitioning, and yield. *Agron. J.* 95:133-146.
- Galanopoulou-Sendouka, S., A.G. Sficas, N.A. Fotiadis, A.A. Gagianas, and P.A. Gerakis. 1980. Effect of population density, planting date, and genotype on plant growth and development of cotton. *Agron. J.* 72:347-353.
- Gerik, T.J., R.G. Lemon, K.L. Faver, T.A. Hoelewyn, and M. Jungman. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in central Texas. p. 1406-1408. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council. Am., Memphis, TN.
- Gerik, T.J., R.G. Lemon, K.L. Faver, T.A. Hoelewyn, and M. Jungman. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in central Texas. p. 1406-1408. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, New Orleans, LA. 6-10 Jan. 1998. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Guinn, G. 1982. Causes of square and boll shedding in cotton. USDA-ARS Tech. Bull. 1672. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Gwathmey, C.O. 1996. Ultra-narrow row cotton research in Tennessee. p. 68. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council. Am., Memphis, TN.
- Gwathmey, O.C., C.E. Michaud, R.D. Cossar, and S.H. Crowe. 1999. Development and cutout curves for ultra-narrow and wide-row cotton in Tennessee. p. 630-632. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide*

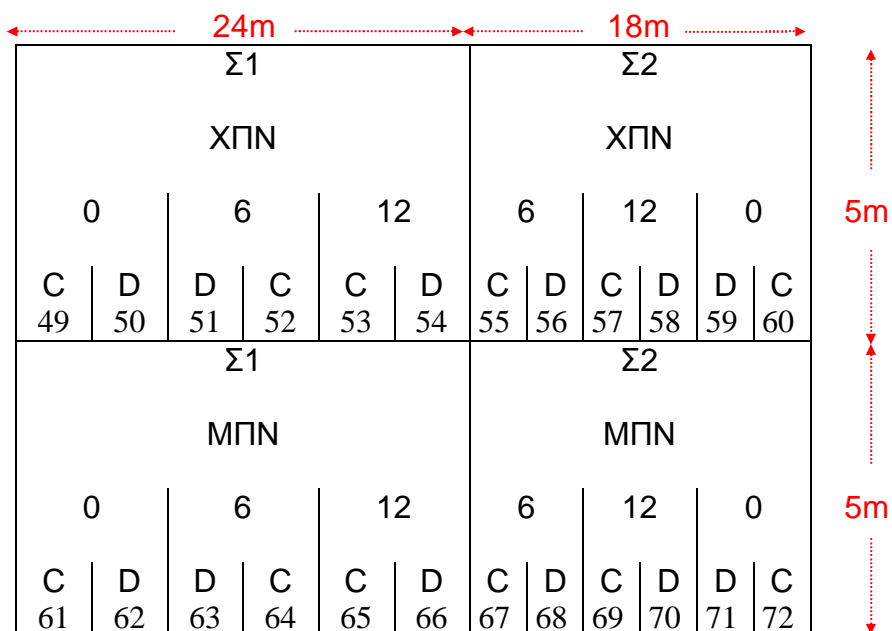
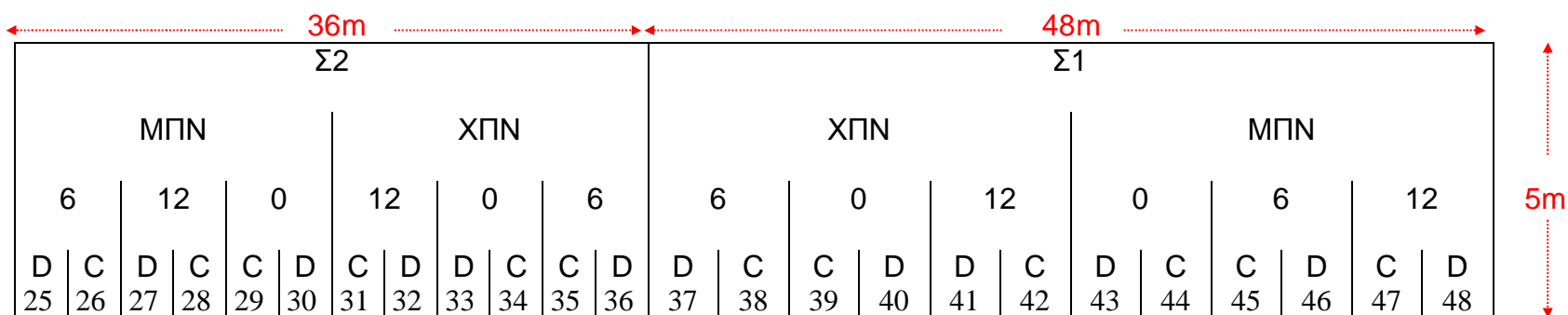
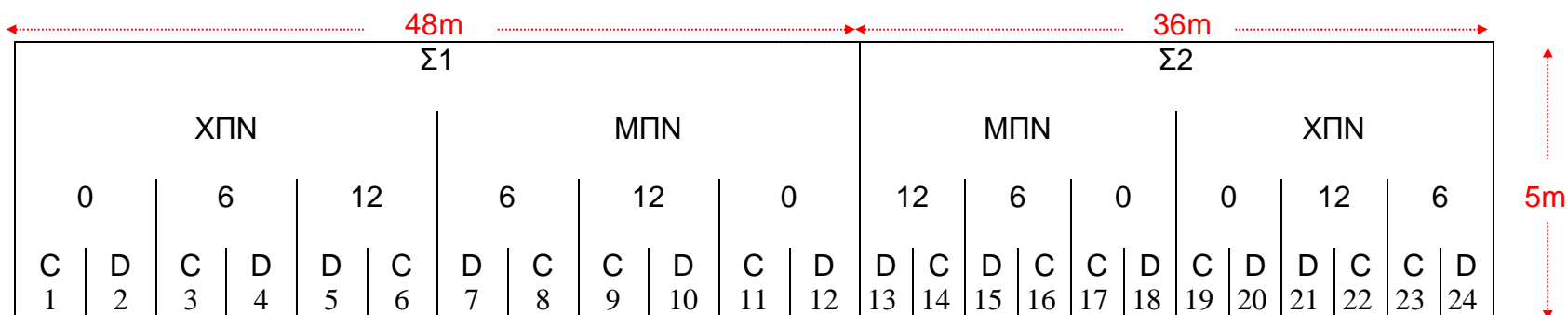
- Cotton Conf., Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Gwathmey, O.W., and R.M. Hayes. 1996. Ultra-narrow-row systems of no-till cotton production: Research progress in Tennessee. p. 61-67. *In Proc. South. Conserv. Tillage Conf. for Sustain. Agric.*, Jackson, TN. 23-25 July 1996. Tenn. Agric. Exp. Stn. Spec. Publ. 96-07.
 - Hake, K.D., D.M. Bassett, T.A. Kerby, and W.D. Mayfield. 1996. Producing quality cotton. p. 134-149. *In S.J. Hake et al. (ed.) Cotton production manual.* Publ. 3352. Univ. of California Div. of Agric. and Natural Resources, Oakland, CA.
 - Hawkins, B.S., and H.A. Peacock. 1973. Influence of row width and population density on yield and fiber characteristics of cotton. *Agron. J.* 65:47-51.
 - Heitholt, J.J. 1994. Canopy characteristics associated with deficient and excessive cotton plant population densities. *Crop Sci.* 34:1291-1297.
 - Heitholt, J.J., W.T. Pettigrew, and W.R. Merideth, Jr. 1992. Light interception and lint yield of narrow-row cotton. *Crop Sci.* 32:728-733.
 - Heitholt, J.J., W.T. Pettigrew, and W.R. Merideth, Jr. 1993. Growth, boll opening rate, and fiber properties of narrow-row cotton. *Agron. J.* 85:590-594.
 - Hicks, S.K., and R.J. Lascano. 1995. Estimation of leaf area index for cotton canopies using the LI-COR LAI-2000 Plant Canopy Analyzer. *Agron. J.* 87:458-464.
 - Hoskinson, P.E., J.A. Mullins, and T. McCutchen. 1974. Narrow row cotton in Tennessee. Univ. of Tenn. Agric. Exp. Stn. Bull. 535.
 - Howard, D.D., C.O. Gwathmey, M.E. Essington, R.K. Roberts, and M.D. Mullen. 2001. Nitrogen fertilization of no-till cotton on loess-derived soils. *Agron. J.* 93:157-163.
 - Howard, K.D., T.A. Kerby, J. Burgess, M. Casavechia, A. Coskrey, and J. Miller. 2001. Evaluation of methods of planting and row spacing in ultra narrow row cotton (URNC). p. 299. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Anaheim, CA. 9-13 Jan. 2001. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.
 - Jackson, B.S., and T.J. Gerik. 1990. Boll shedding and boll load in nitrogen-stressed cotton. *Agron. J.* 82:483-488.
 - Jenkins, J.N., J.C. McCarty, Jr., and W.L. Parrott. 1990. Fruiting efficiency in cotton: Boll size and boll set percentage. *Crop Sci.* 30:857-860.
 - Jones, M.A., C.E. Snipes, and G.R. Tupper. 2000. Management systems for transgenic cotton in ultra-narrow rows. p. 714-717. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
 - Jones, M.A. 2001. Evaluation of ultra-narrow row cotton in South Carolina. p. 522-524. *In Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Anaheim, CA. 9-13 Jan. 2001. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.
 - Jones, J.E. 1982. The present state of the art and science of cotton breeding for leaf-morphological types. p. 93-99. *In Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, Las Vegas, NV. 3-7 Jan. 1982. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.
 - Jordan, A.G. 2001. Management to increase strength. *Cotton Physiol. Today.* 12:4.
 - Jost, P.H. 2000. Comparisons of ultra-narrow row and conventionally-spaced cotton. Ph. D. diss. Texas A&M Univ., College Station, TX.

- Jost, P.H., and J.T. Cothren. 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra-narrow row spacings. *Crop Sci.* 40:430-435.
- Jost, P.H., and J.T. Cothren. 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Sci.* 41:1150-1159.
- Kennedy, C.W., and R.L. Hutchison. 2001. Cotton growth and development under different tillage systems. *Crop Sci.* 41:1162-1168.
- Kerby, T.A., K.G. Cassman, and M. Keeley. 1990. Genotypes and plant densities for narrow-row cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. *Crop Sci.* 30:644-649.
- Kerby, T.A., K.G. Cassman, and M. Keeley. 1990. Genotypes and plant densities for narrow-row cotton systems: II. Leaf area and dry-matter partitioning. *Crop Sci.* 30:649-653.
- Kerby, T. 1998. UNR cotton production system trial in the mid-south. p. 87. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.*
- Kerby, T.A., and D.R. Buxton. 1976. Fruiting as affected by leaf type and population density. p. 67-70. *In Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf., Las Vegas, NV. 5-7 Jan. 1976. Natl. Cotton Council Am., Memphis, TN.*
- Kittock, D.L., R.A. Selley, C.J. Cain, and B.B. Taylor. 1986. Plant population and plant height effects in pima cotton lint yield. *Agron. J.* 78:534-538.
- Koli, S.E., and L.G. Morrill. 1976. Influence of nitrogen, narrow rows and plant population on cotton yield and growth. *Agron. J.* 68:897-901.
- Krieg, D.R. 1996. Physiological aspects of ultra-narrow row cotton production. p. 66. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf. Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.*
- Landivar, J.A., and S. Searcy. 1999. A variable-rate chemical application system for cotton in south Texas. p. 581-583. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.*
- Marani, A., and D. Levi. 1973. Effect of soil moisture during early stages of development on growth and yield of cotton plants. *Agron. J.* 65:637-641.
- Marois, J.J., D.L. Wright, P.J. Wiatrak, and M.A. Vargas. 2004. Effect of row width and nitrogen on cotton morphology and canopy microclimate. *Crop Sci.* 44:870-877.
- Mauney, J.R. 1986. Vegetative growth and development of fruiting sites. p. 11-28. *In J.R. Mauney and J.M. Stewart (ed.) Cotton physiology. The Cotton Foundation, Memphis, TN.*
- McAlister III, D.D. 2001. Comparison of ultra-narrow row and conventionally grown cottons. *Appl. Eng. Agric.* 17:737-741.
- McConnell, J.S., R.C. Kirst, Jr., R.E. Glover, and R. Benson. 2001b. Nitrogen fertilization of ultra-narrow-row cotton. p. 63-66. *Arkansas Agric. Exp. Stn. Res. Ser.* 480.
- McConnell, J.S., W.H. Baker, and R.C. Kirst, Jr. 2001a. Varietal responses of cotton to nitrogen fertilization. p. 67-69. *Arkansas Agric. Exp. Stn. Res. Ser.* 480.
- McFarland, M.L., R.G. Lemon, F.M. Hons, and T. Gerik. 1999. Nitrogen management in ultra narrow row cotton. p. 1279-1280. *In P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.*

- Meredith, W.R., Jr., J.J. Heitholt, W.T. Pettigrew, and S.T. Raburn. 1997. Comparison of obsolete and modern cotton cultivars at two nitrogen levels. *Crop Sci.* 37:1453-1457.
- Meredith W.R., Jr., Wells R. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. *Crop Sci.* 1989;29:636-639.
- Mobley, M.L., N.R. Burgos, and M.R. McClelland. 2000. Weed control and yield performance of transgenic cotton in ultra narrow rows. *Arkansas Agric. Exp. Stn. Spec. Rep.* 198.
- Nichols, S.P., C.E. Snipes, and M.A. Jones. 2003. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. *J. Cotton Sci.* 7:148-155 [Online]. Available at <http://journal.cotton.org/2003/Issue04/toc.html>.
- Perkins, W.R., and S.D. Atwell. 1996. Ultra-narrow row harvesting approaches. p. 69-70. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.* Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Perkins, W.R. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. p. 91. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.* Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Perkins, W.R. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. p. 91. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Pettigrew, W.T., and M.A. Jones. 2001. Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley alluvial flood plain. *Agron. J.* 93:1398-1404.
- Pettigrew, W.T. 2002. Improved yield potential with an early planting cotton production system. *Agron. J.* 94:997-1003.
- Ramey, H.H., Jr. 1999. Classing of fiber. p. 709-728. *In* C.W. Smith and J.T. Cothren (ed.) *Cotton: Origin, history, technology, and production manual.* Texas A&M University. John Wiley & Sons, New York.
- Ray, L.L., E.B. Hudspeth, and E.R. Holekamp. 1959. Cotton planting rate studies on the High Plains. *Texas Agric. Exp. Stn. Misc. Publ.* 358.
- Reddy, V.R., K.R. Reddy, and Z. Wang. 1997. Cotton responses to nitrogen, carbon dioxide, and temperature interactions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 43:1125-1130.
- Reeves, D.W., D.P. Delaney, and R.M. Durbin. 2000. Farming systems for ultra-narrow row cotton. p. 1415-1416. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Reta-Sánchez, D.G., and J.L. Fowler. 2002. Canopy light environment and yield of narrow-row cotton as affected by canopy architecture. *Agron. J.* 94:1317-1323.
- Rinehardt, J.M., K.L. Edmisten, R. Wells, and J.C. Faircloth. 2003. Response of ultra-narrow and conventional spaced cotton to variable nitrogen rates. *J. Plant Nutr.* 27:741-753.
- Roussopoulos, D., A. Liakatas, and W.J. Whittington. 1998. Cotton responses to different light-temperature regimes. *J. Agric. Sci.* 131:277-283.
- Smith, C.W. 1995. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) p. 287-349 *In* C.W. Smith (ed.) *Crop production: Evolution, history, and technology.* John Wiley & Sons, New York.
- Smith, C.W., J.M. Chandler, and J.E. Morrison. 1989. Genotypic response to narrow rows at Temple, Texas. p. 120-122. *In* J. Brown and D. Richter (ed.)

- Proc. Beltwide Cotton Conf., Nashville, TN. 2-7 Jan. 1989. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Snipes, C.E. 1996. Weed control in ultra-narrow row cotton—Possible strategies assuming a worst case scenario. p. 66-67. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf. Nashville, TN. 9-12 Jan. 1996. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
 - Snow, J.P., S. Wh. Crawford, G.T. Berggren, and J.G. Marshall. 1981. Growth-regulator tested for cotton boll rot control. *La. Agric.* 24:3-9.
 - Steglich, E.M., T.J. Gerik, J. Kiniry, J.T. Cothren, and R.G. Lemon. 2000. Change in the light extinction coefficient with row spacing in upland cotton. p. 606-608. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 4-8 Jan. National Cotton Council, Memphis, TN.
 - Tavernetti, J.R., and B.B. Ewing. 1951. Cotton mechanization studies in California. *Agric. Eng.* 32:489-492.
 - Tupper, G.R., J.M. Anderson, W.I. Spurgeon, and R.R. Bridge. 1977. Relationships of row spacings, nitrogen and seeding rates for cotton production in the Mississippi Delta. *Mississippi Agric. For. Exp. Stn. Bull.* 857.
 - University of Arkansas. 1998. Cotman™ Expert System 5.0. (M.J. Cochran, N.P. Tugwell, F.M. Bourland, D.M. Oosterhuis, and D.M. Danforth, eds.) Univ. Ark. Agric. Exp. Sta., Fayetteville, AR.
 - Vacek, S.G., J.E. Matocha, and J.R. Smart. 2000. Effects of population, row spacing, and nitrogen fertilization on lint yields of no-till cotton. p. 1416-1419. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. National Cotton Council, Memphis, TN.
 - Valco, T.D., W.S. Stanley, and D.D. McAllister III. 2001. Ultra narrow row cotton ginning and textile performance results. p. 355-357. *In* Proc. Beltwide Cotton Conf., Anaheim, CA. 9-13 Jan. 2001. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
 - Vories, E.D., R.E. Glover, K.J. Bryant, and T.D. Valco. 1999. A three-year study of UNR cotton. p. 1480-1482. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) Proc. Beltwide Cotton Conf., Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
 - Vories, E.D., T.D. Valco, K.J. Bryant, and R.E. Glover. 2001. Three-year comparison of conventional and ultra narrow row cotton production systems. *Appl. Eng. Agric.* 17:583-589.
 - Wells, R., and W.R. Meredith, Jr. 1986. Normal vs. okra leaf yield interactions in cotton: II. Analysis of vegetative and reproductive growth. *Crop Sci.* 26:223-228.
 - Wells, R., W.R. Meredith, Jr., and J.R. Williford. 1986. Canopy photosynthesis and its relationship to plant productivity in near-isogenic cotton lines differing in leaf morphology. *Plant Physiol.* 82:635-640.
 - Wiatrak, P.J., D.L. Wright, J.A. Pudelko, B. Kidd, and W. Koziara. 1998. Conventional vs. ultra-narrow row (UNR) cotton in different tillage systems. *In* T.C. Keisling (ed.) Proc. 21st Annu. Southern Conservation Tillage Conf. for Sustainable Agric., North Little Rock, AR. 15-17 July 1998. Arkansas Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 186.
 - Wilson, F.D. 1986. Pink bollworm resistance, lint yield, and lint yield components of okra-leaf cotton in different genetic backgrounds. *Crop Sci.* 26:1164-1167.

- Wilson, L.T., and W.W. Barnett. 1983. Degree-days: An aid in crop and pest management. *Calif. Agric.* 37:4-7.
- Wilson, S.G., W.D. Shurley, C. Bednarz, and M.J. Bader. 1999. Economic analysis of ultra-narrow-row cotton production in the coastal plain region of Georgia. p. 317-320. *In* P. Dugger and D. Richter (ed.) *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Orlando, FL. 3-7 Jan. 1999. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Witten, T.K., and J.T. Cothren. 2000. Varietal comparisons in ultra narrow row cotton (UNRC). p. 608. *In* *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.
- Wright, D.L., J.J. Marois, P.J. Wiatrak, R.K. Sprenkel, J.A. Tredaway, J.R. Rich, and F.M Rhoads. 2000. Production of ultra narrow row cotton. SS-AGR-83. Agronomy Department, Florida Coop. Ext. Ser., Gainesville, FL.



Πειραματικό σχέδιο

Σ1, Σ2 : αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς 1m & 0,36m αντίστοιχα

ΧΠΝ, ΜΠΝ : τύποι λιπάσματος

0, 6, 12 : επίπεδα λίπανσης 0, 6 & 12 kg αζώτου/στρέμμα αντίστοιχα

C, D : ποικιλίες βαμβακιού Celia & Diamont αντίστοιχα

(2 αποστάσεις X 2 τύποι λιπασμάτων X 3 επίπεδα λίπανσης X 2 ποικιλίες X 3 επαναλήψεις = 72 πειραματικά τεμάχια)

Μεταξύ των επαναλήψεων υπήρχε ακαλλιέργητη ζώνη πλάτους 0,5m