



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ 421
Ημερομηνία 28-6-2013

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΘΕΜΑ

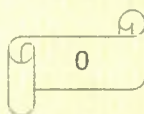
ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

«Μελέτη της επίδρασης τύπων λιπασμάτων στην αύξηση και την παραγωγικότητα του βαμβακιού στη Θεσσαλία, το 2011»

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΚΑΝΔΡΗ

ΒΟΛΟΣ 2013





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

Αριθ. Εισ.: 11939/1
Ημερ. Εισ.: 22/08/2013
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2013
KAN

Η τριμελής επιτροπή θα αποτελείται από τους:

- ✚ Κ.Νικόλαο Δαναλάτο, Καθηγητή, Επιβλέπων,
- ✚ Κ. Βασίλειο Αντωνιάδη, Λέκτορα, Μέλος,
- ✚ Κ.Δημήτριο Μπαρτζιάλη, Διδάσκων ΠΔ407/80, Μέλος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών κ. Νικόλαο Δαναλάτο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του κατά τη διεξαγωγή και τη συγγραφή της πτυχιακής διατριβής μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τον Λέκτορα Κ.Αντωνιάδη Βασίλειο, της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής μου για τη συμβολή του στην ολοκλήρωση της διατριβής μου. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά το Διδάκτορα κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη για την πολύτιμη βοήθεια του και καθοδήγηση του ως προς τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας καθώς και για την σημαντική βοήθεια του κατά την επεξεργασία και συγγραφή της πτυχιακής μου διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Γιαννούλη Κυριάκο για την πολύτιμη βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την οικονομική και ηθική υποστήριξη, υπομονή και κατανόηση σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Την πτυχιακή διατριβή μου την αφιερώνω
στους γονείς μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βαμβάκι είναι ένα από τα σημαντικότερα ετήσια εαρινά φυτά μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα, καθώς (μετά από τη στροφή από το σύστημα πολυκαλλιέργεια-κτηνοτροφία στο σύστημα ολιγοκαλλιέργεια ή μονοκαλλιέργεια) έγινε ένας ισχυρός μοχλός επαγγελματισμού του καλλιεργητή. Οι μεγάλες επιδοτήσεις που δόθηκαν για την παραγωγή του, οδήγησαν σε εντατικοποίησή της.

Μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη του βαμβακιού όπως και κάθε καλλιέργειας είναι η λίπανση και κυρίως η αζωτούχος, η οποία συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη και την παραγωγή της καλλιέργειας. Ωστόσο, η αποσύνδεση της οικονομικής ενίσχυσης από την παραγωγή, καθιστά το ελληνικό βαμβάκι ευάλωτο στο διεθνή ανταγωνισμό, επιβάλλει την ορθολογικότερη διαχείριση των εισροών, μεταξύ δε αυτών και της λίπανσης, η οποία απορροφά ένα αρκετά υπολογίσιμο ποσοστό των παραγωγικών δαπανών.

Δεν πρέπει βέβαια να παραγνωρίζεται ότι η βαμβακοκαλλιέργεια υπό συνθήκες εντατικής γεωργικής εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας με την υπερβολική χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων συμβάλλει στην υποβάθμιση ορισμένων βασικών παραμέτρων ποιότητας του εδάφους, όπως η δομή και η οργανική ουσία και αυξάνει την αλατότητα, λόγω υπεράρδευσης και χρήση κακής ποιότητας αρδευτικού ύδατος. Πιο συγκεκριμένα η υπερβολική χρήση χημικών λιπασμάτων ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την νιτρορύπανση των υπόγειων υδάτων εξαιτίας βαθιάς διήθησης ή επιφανειακής απορροής του αζώτου.

Για να περιοριστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις από την υπερβολική χρήση λιπασμάτων ιδιαίτερα των αζωτούχων αναπτύχθηκαν νέες τεχνολογίες. Τα υψηλής ποιότητας και τα νέας τεχνολογίας λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στη βαμβακοκαλλιέργεια αναβαθμίζουν ποιοτικά και ποσοτικά τις αποδόσεις και ευνοούν ταυτόχρονα την ορθολογικοποίηση των λιπάνσεων και το γενικότερο αίτημα της προστασίας του περιβάλλοντος.

Δύο από αυτές τις τεχνολογίες συνδυάζονται στα λιπάσματα Duratec της Compo. Τα λιπάσματα Duratec είναι πλήρη κοκκώδη λιπάσματα και

αποτελούν ιδανικό συνδυασμό δύο καταξιωμένων και πολύ πετυχημένων τεχνολογιών λιπασμάτων, των σταθεροποιημένων τεχνολογίας Novatec και των περικαλυμμένων τεχνολογίας Basacote Plus.

Με σκοπό να διερευνηθεί η επίδραση των νέων αυτών λιπασμάτων στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, το 2011 στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός όπου καλλιεργήθηκε βαμβάκι και εφαρμόστηκαν διάφοροι τύποι λιπασμάτων.

Για την ακρίβεια πραγματοποιήθηκαν 8 μεταχειρίσεις λίπανσης, σε 4 επαναλήψεις η καθεμία μεταχείριση. Οι μεταχειρίσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν: 1) Μάρτυρας (μηδενική λίπανση), 2) Συμβατική λίπανση (15-15-15), 3) Duratec (14-7-14), 4) 80% Duratec (14-7-14), 5) 60% Duratec (14-7-14), 6) Duratec (21-5-9), 7) 70% Duratec (21-5-9), 8) Duratec (24-5-5), 9) 70% Duratec (24-5-5). Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε για την βαμβακοκαλλιέργεια είναι η ST373 της Pioneer Hi-Bred, η οποία είναι μεσοπρώιμη ποικιλία με τεχνολογικά χαρακτηριστικά ίνας: α) απόδοση σε ίνα (%)37, β)micronaire 4, γ) μήκος ίνας (mm) 29 και δ) αντοχή ίνας 30,5 (gr/tex).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης των νέων αυτών λιπασμάτων σε καλλιέργεια βαμβακιού που αφορούν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Μέσω των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ενδεχομένως λόγω της υπολειμματικότητας αζώτου που προϋπήρχε στον πειραματικό αγρό από την προηγούμενη καλλιέργεια.

Υπήρξε όμως αριθμητική υπεροχή των μεταχειρίσεων του Duratec έναντι της συμβατικής λίπανσης. Επίσης φαίνεται ότι η μειωμένη λίπανση κατά 30% με Duratec με μια εφαρμογή οδηγεί σε ίδιες αποδόσεις με την συμβατική λίπανση και εφαρμογή δύο επιφανειακών λιπάνσεων.

Για να υπάρχουν αξιόπιστα συμπεράσματα για την υπεροχή ή μη των λιπασμάτων Duratec, απαιτείται επανάληψη του πειραματισμού για μερικά έτη, ώστε να αποκλεισθεί η περίπτωση της δράσης υπολειμματικού αζώτου.

Η πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτήθηκε από την Compro Hellas A.E.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	3
Περιεχόμενα	5

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για το βαμβάκι.....	7
1.1.2 Καταγωγή και εξάπλωση του βαμβακιού	7
1.1.3 Περιγραφή του γένους <i>Gossyrium</i>	8
1.1.4 Περιγραφή των καλλιεργούμενων ειδών	9
1.2 Μορφολογία και ανατομία των καλλιεργούμενων ειδών	12
1.3 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ινών	20
1.4 Οικολογικές απαιτήσεις	20
1.5 Καλλιεργούμενες ποικιλίες.....	25
1.6 Αύξηση και ανάπτυξη του φυτού	26
1.6.1 Στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού.....	27
1.7 Λίπανση.....	30
1.7.1 Γενικά.....	30
1.7.2 Η φυσιολογία του αζώτου στο φυτό.....	31
1.7.2.1 Πρόσληψη	31
1.7.2.2 Μετατροπή του αζώτου στο έδαφος	32
1.7.2.3 Εξαέρωση αμμωνίας.....	36
1.7.2.4 Έκπλυση αζώτου	37
1.7.3 Σημασία των θρεπτικών στοιχείων	38
1.7.4 Χρόνος και τρόπος εφαρμογής της λίπανσης.....	48
1.8 Λιπάσματα της Compro Hellas	50
1.8.1 Η χρήση των λιπασμάτων Duratec	52
1.8.2 Διαθέσιμοι τύποι Duratec	54
1.8.3 Τεχνολογία Novatec σταθεροποιημένου αμμωνιακού λιπάσματος	55
1.8.4 Διαθέσιμοι τύποι Novatec.....	57
1.8.5 Οφέλη που επιτυγχάνονται με τη χρήση της τεχνολογίας Novatec	57
1.8.6 Τεχνολογία Basacote Plus περικαλυμμένων λιπασμάτων	58
1.8.7 Διαθέσιμοι τύποι Basacote Plus.....	60

1.8.8 Κύρια οφέλη της χρήσης των λιπασμάτων Duratec	62
2 Σκοπός της εργασίας	64
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
3.1 Στοιχεία πειράματος	65
3.2 Λιπαντικές μονάδες ανά καλλιέργεια και μεταχείριση	67
3.3 Καιρικές συνθήκες	69
3.4 Καλλιεργητικές εργασίες	69
3.5 Μετρήσεις – Προσδιορισμοί Αύξησης και ανάπτυξης βαμβακοφύτων	70
3.5.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά – Ξηρά βάρη	70
3.5.2 Απόδοση	71
3.6 Αναλύσεις φυτικών ιστών	71
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
4.1 Καιρικές συνθήκες	72
4.2 Αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού	73
4.3 Απόδοση	80
4.4 Αποδοτικότητα χρήσης αζώτου	82
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για το βαμβάκι

Είναι φυτό που προέρχεται από τροπικές ή υποτροπικές περιοχές και παρά το γεγονός ότι καλλιεργείται ως μονοετές, στην άγρια μορφή του είναι πολυετές. Το βαμβάκι είναι κλωστικό φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως. Αποτελεί αγροτικό προϊόν, το οποίο όμως απασχολεί και μεγάλο μέρος της μεταποιητικής βιομηχανίας (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002) .

Το βαμβάκι αν και διεθνώς θεωρείται ελαιούχος καλλιέργεια, κυρίως καλλιεργείται για τις ίνες του, που αποτελούν την κύρια πρώτη ύλη για τη βιομηχανία της κλωστοϋφαντουργίας. Με τη διαδικασία της εκκόκκισης γίνεται ο διαχωρισμός του σπόρου από τις ίνες του βαμβακιού. Ο σπόρος αποτελεί το πενήντα έως πενήντα πέντε τοις εκατό του σύσπορου βαμβακιού. Το αντίστοιχο ποσοστό των ινών είναι της τάξης του είκοσι οχτώ έως τριάντα τέσσερα τοις εκατό ανάλογα με το είδος, την ποικιλία και της συνθήκες εκκόκκισης (World Bank, 1995).

Μετά την εκκόκκιση ένα ποσοστό του σπόρου που παράχθηκε χρησιμοποιείται στη σπορά του βαμβακιού. Η υπόλοιπη ποσότητα, αφού υποστεί την απαραίτητη επεξεργασία μας δίνει το βαμβακέλαιο και τη βαμβακόπιτα. Το βαμβακέλαιο βρίσκει πολλαπλές χρήσεις στη ανθρώπινη διατροφή και η βαμβακόπιτα χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, η οποία μάλιστα θεωρείται σημαντική πηγή φυτικής πρωτεΐνης. Οι ίνες του βαμβακιού αποτελούν τη πρώτη ύλη των βιομηχανιών κλωστοϋφαντουργίας. Εκεί με την ανάλογη επεξεργασία παράγεται το νήμα, το ύφασμα, το τελικό ένδυμα και όποιο άλλο προϊόν έχει ως βάση τις ίνες του βαμβακιού (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002) .

1.1.2 Καταγωγή και εξάπλωση του βαμβακιού

Δεν υπάρχουν άμεσες αναφορές και σίγουρες ενδείξεις για τις χώρες που το καλλιεργήσαν για πρώτη φορά. Σχετικές όμως έρευνες έδειξαν πως το βαμβάκι πρωτοαναπτύχθηκε σε δύο χωριστές περιοχές, εντελώς ανεξάρτητες και απομακρυσμένες, την Ινδία και την Αμερική. Στην Ευρώπη καλλιεργείται

κυρίως στην Ελλάδα, στην Ισπανία και σε μικρές εκτάσεις στη Βουλγαρία και στη Γιουγκοσλαβία (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002).

Το βαμβάκι καλλιεργείται σήμερα σε έκταση πάνω από 280.000.000 στρέμματα σε όλο τον κόσμο, ενώ η παραγωγή με την κατανάλωση φθάνει περίπου 15.000-17.000 τόνους εκκοκκισμένου. Καλλιεργείται σε 70 χώρες σε όλες τις Ηπείρους. Οι κυριότερες βαμβακοπαραγωγικές χώρες είναι: Η.Π.Α, Κίνα, Ινδία, Πακιστάν, που είναι και οι πιο σημαντικές χώρες της κατανάλωσης και παράγουν σήμερα τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2005).

Η μέση στρεμματική απόδοση σύσπορου βαμβακιού στο σύνολο της χώρας ήταν 55 kg το 1931, 110 kg το 1960, 251kg το 1980 και 300 kg το 1995 ενώ τα τελευταία χρόνια κυμαίνεται περίπου στα 450 kg/στρ. Η αύξηση των αποδόσεων δεν οφείλεται μόνο στη βελτίωση των καλλιεργούμενων ποικιλιών αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως είναι η κατασκευή αρδευτικών δικτύων και η βελτίωση στην τεχνική καλλιέργειας (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002).

1.1.3 Περιγραφή του γένους *Gossypium*

Το βαμβάκι (*Gossypium* sp.) είναι φυτό της οικογένειας Malvaceae. Το γένος *Gossypium* sp. περιλαμβάνει πολυετή είδη, ποώδη ή δενδρώδη, που καλλιεργούνται σαν μονοετή.

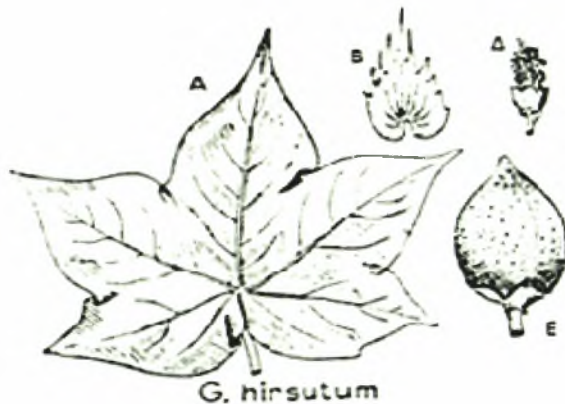
Υπάρχει μεγάλη μορφολογική παραλλακτικότητα στο γένος *Gossypium*. Τα φύλλα είναι πεντάλοβα με μακρύ μίσχο. Τα άνθη είναι άσπρα, κίτρινα ή κόκκινα και μπορεί στη βάση των πετάλων να έχουν μία κηλίδα κόκκινου χρώματος. Ο καρπός είναι κάψα (καρύδι) με 3-5 καρπόφυλλα, μόλις ωριμάσει ανοίγει και εμφανίζονται οι ίνες του βαμβακιού, οι οποίες σχηματίζονται από την επιμήκυνση των επιδερμικών τριχών του σπόρου. Σε πολλές ποικιλίες εκτός από αυτές τις μακριές ίνες υπάρχουν και κοντές (χνούδι) που δεν ανταποκρίνονται με τον εκκοκκισμό (Βαμβάκι 1999).

Το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει συνολικά 23 είδη βαμβακιού. Από αυτά, τα 19 βρίσκονται σε άγρια ή αυτοφυή κατάσταση και τα 4 καλλιεργούνται. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι: το *Gossypium herbaceum*, το *G. arboreum*, το *G. hirsutum* και *G. Barbadense* (Σφήκας, Α., 1978).

1.1.4 Περιγραφή των καλλιεργούμενων ειδών

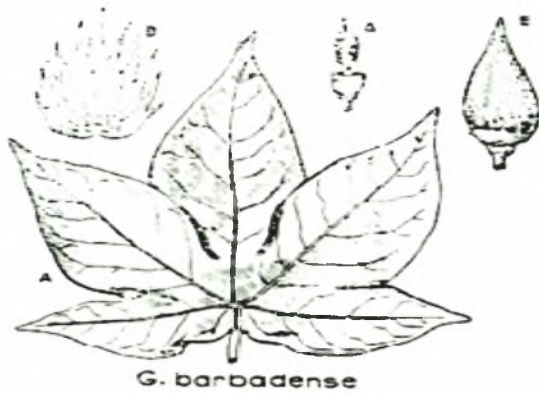
1) **Gossypium hirsutum (χνοώδες βαμβάκι)**: Το βαμβάκι τύπου Upland είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος βαμβακιού. Απαντάται στη χώρα μας, στην Τουρκία, στην Κίνα, στην Ινδία, στην Κορέα, στην Αφρική, στη Βραζιλία και στις Η.Π.Α. (όπου αντιπροσωπεύει το 99% της παραγωγής). Στη χώρα μας καλλιεργείται αποκλειστικά αυτό το είδος.

Τα φυτά είναι ετήσιοι θάμνοι ύψους 1-1,5 m με λίγους φυλλοφόρους βλαστούς χρώματος πρασίνου, άνθη άσπρα ή ελαφρά κίτρινα, κάψες 4 ή 5 χωρών, μήκος ίνας 25-31mm και σπόροι με χνούδι σε όλη την επιφάνεια (Βαμβάκι 1999) .



Εικόνα 1. Χαρακτηριστικά φύλλων (A) και αναπαραγωγικών οργάνων (B= κτένι, Δ= θηλυκό άνθος, και E= κάψα) του *G. Hirsutum* (Χριστίδης 1965).

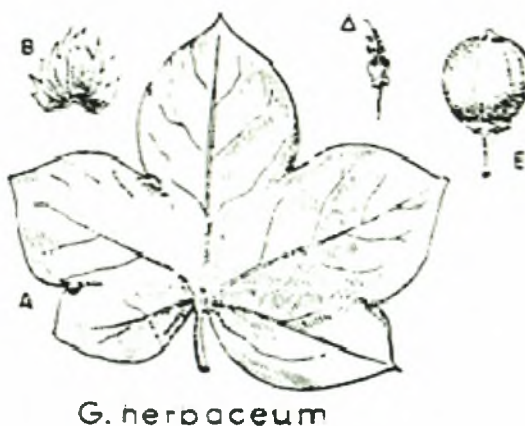
2. **Gossypium barbadense (βαρβαδινό βαμβάκι)**: Το Αιγυπτιακό ή Αμερικάνικο που είναι μακρόνιο βαμβάκι κατάγεται από την Ν. Αμερική. Περιλαμβάνει ετήσια φυτά ή πολυετείς θάμνους που γίνονται μεγάλα δέντρα, ύψους 1-3 m. Τα φύλλα σχηματίζουν 3-5 εμφανείς λοβούς. Βράκτια αναπτυγμένα με μεγάλα δόντια, 1-15 τον αριθμό. Έχει άνθη κίτρινα με κόκκινες κηλίδες, κάψα τρίχωρη και σπόρους με χνούδι στα άκρα. (Σφήκας, Α., 1976).



Εικόνα 2. Χαρακτηριστικά φύλλων (A) και αναπαραγωγικών οργάνων (B= κτένι, Δ= θηλυκό άνθος, και E= κάψα) του *G. barbadense* (Χριστίδης 1965).

3. *Gossypium herbaceum*: τύπος που καλλιεργείται στην Ασία με κοντές ίνες μικρής ποιοτικής αξίας. Είναι μικροί θάμνοι ύψους 1-1,5μ . Φέρουν λίγους ή καθόλου βλαστοφόρους κλάδους. Τα φύλλα έχουν 3-5 όχι καλά διαμορφωμένους λοβούς. Τα λουλούδια είναι μικρά με κιτρινωπό συνήθως χρώμα. Τα βράκτια είναι μικρά με 6-8 δόντια και δε σκεπάζουν το άνθος ή το καρύδι.

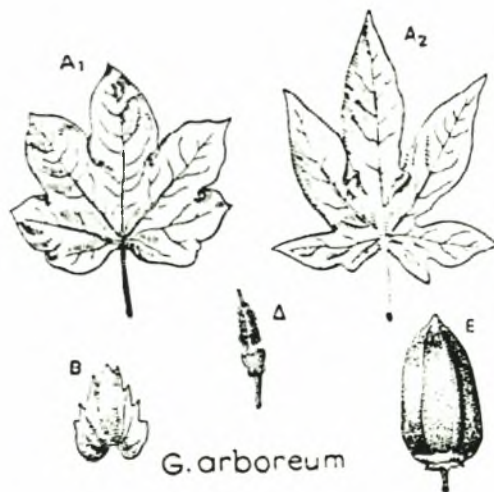
Το *G. herbaceum* είναι όψιμο, δίνει μικρή παραγωγή και είναι ευαίσθητο στην αδρομύκωση. Καλλιεργείται ελάχιστα στις ξηρότερες περιοχές της Αφρικής και της Ασίας (Σφήκας, Α., 1976).



Εικόνα 3. Χαρακτηριστικά φύλλων (A) και αναπαραγωγικών οργάνων (B= κτένι, Δ= θηλυκό άνθος, και E= κάψα) του *G. Herbaceum* (Χριστίδης 1965).

4. *Gossypium arboreum* (δενδρώδες βαμβάκι): το είδος αυτό απαντάται στην χώρα μας σαν άγριο είδος, έχει ίνες κοντές (13mm) αλλά πολύ ανθεκτικές.

Σε αυτό ανήκουν διάφοροι τύποι, μονοετείς ή πολυετείς. Είναι ιερό δένδρο για τους Ινδούς. Οι μονοετείς τύποι είναι θάμνοι ύψους 0,50-1,50μ, ενώ οι πολυετείς φθάνουν τα 2 μέτρα. Τα φύλλα σχηματίζουν 5-7 λοβούς. Τα βράκτια έχουν σχήμα τριγωνικό και περιβάλλουν καλά το λουλούδι. Το σχήμα των καρυδιών είναι κωνοειδές με αδένες στην επιφάνεια που διακρίνονται εύκολα. Δεν παρουσιάζει σήμερα γεωργικό ενδιαφέρον. Αντικαταστάθηκε με τα είδη του Νέου Κόσμου (Σφήκας, Α., 1976).



Εικόνα 4. Χαρακτηριστικά φύλλων (A) και αναπαραγωγικών οργάνων (B= κτένι, Δ= θηλυκό άνθος, και E= κάψα) του *G. Arboreum* (Χριστίδης 1965).

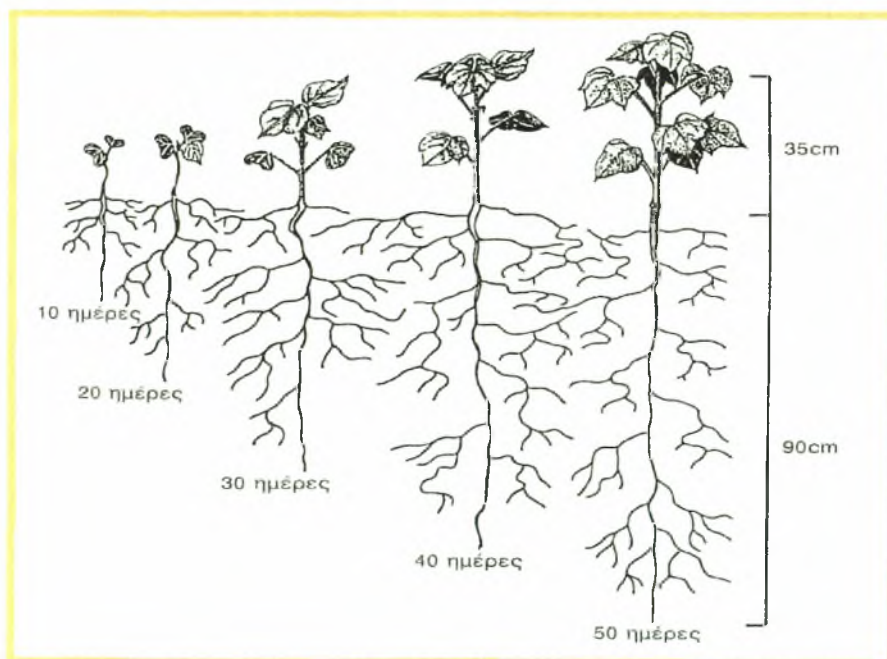
Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα είδη *G.hirsutum* και *G.barbadense* συγκροτούν την ομάδα του αμερικάνικου βαμβακιού (ομάδα *Hirsuta*) και έχουν διπλοειδή αριθμό χρωμοσώμων ($n=26$) και τα είδη *G.arboreum* και *G.herbaceum* την ομάδα του ασιατικού βάμβακα (ή είδη του Παλαιού κόσμου, ομάδα *Herbacea*) και έχουν απλοειδή αριθμό χρωμοσώμων ($n=13$) (Βαμβάκι 1999).

1.2 Μορφολογία και ανατομία των καλλιεργούμενων ειδών

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, με αποτέλεσμα τη μεγάλη αποκοπή καρποφόρων οργάνων (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Ριζικό σύστημα. Αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα, η οποία σε μερικές ημέρες από τη βλάστηση και σε βάθος περίπου 15 cm αρχίζει να αναπτύσσει πολλές δευτερεύουσες ρίζες (συνήθως με την εμφάνιση των κοτυληδόνων στην επιφάνεια του εδάφους), οι οποίες διακλαδίζονται περαιτέρω (Γαλανοπούλου - Σενδούκα 2002).

Η κύρια ρίζα μπορεί να φθάσει (ή και να υπερβεί) το βάθος των 2 m. Το κυρίως ριζόστρωμα βρίσκεται συνήθως στα 40 – 60 cm και πλαγίως μπορεί να φτάσει μέχρι 120 cm από την κύρια ρίζα. Η βιομάζα του ριζικού συστήματος αποτελεί το 10% ολόκληρου του φυτού όταν το βαμβάκι έχει αναπτυχθεί πλήρως (Χριστίδης 1965).



Εικόνα 5. Ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε σχέση με το υπέργειο τμήμα του φυτού (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 μία πλευρική ρίζα. Οι ρίζες του βαμβακιού αναπτύσσονται αρκετά καλά σε αλκαλικά εδάφη (ακόμη και με 0,25% περιεκτικότητα NaCl), ενώ δεν αναπτύσσονται ακόμη και με ελάχιστη (1ppm) περιεκτικότητα αργιλίου (Χριστίδης 1965, Oosterhuis and Jernstedt 1999).

Βλαστός . Ο βλαστός αποτελείται από το κύριο στέλεχος και τους πλευρικούς κλάδους. Το ύψος του φυτού στα μονοετή βαμβάκια κυμαίνεται συνήθως από 0,6-1,8m αναλόγως την ποικιλία, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Η μεγάλη ηλιοφάνεια, οι χαμηλές θερμοκρασίες νύχτας αλλά και η απότομη άνοδος των θερμοκρασιών, που επιταχύνει την είσοδο στο αναπαραγωγικό στάδιο, η ανεπάρκεια νερού και αζώτου περιορίζουν το ύψος του φυτού σε μη επιθυμητά επίπεδα. Την εποχή που γενικεύεται η καρποφορία του φυτού περιορίζεται η ανάπτυξη του στελέχους, όπως εξάλλου και του ριζικού συστήματος, επειδή τα προϊόντα αφομοιώσεως προωθούνται κυρίως προς τα καρύδια (Χριστίδης 1965).

Κατά μήκος του κεντρικού στελέχους από τους κόμβους εκφύονται φύλλα στη μασχάλη των οποίων υπάρχουν οι καταβολές δύο οφθαλμών, του κύριου μασχαλιαίου και του πλευρικού. Οι κατώτεροι μασχαλιαίοι οφθαλμοί δίνουν φυλλοφόρους βλαστούς που δεν κάνουν λουλούδια αν δεν κάνουν νέα διακλάδωση (μονοπόδια). Οι πλευρικοί οφθαλμοί και οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού παράγουν συνήθως ανθοφόρους βλαστούς (συμπόδια) (Γαλανοπούλου - Σενδούκα 2002).

Φύλλα. Παρατηρούνται τριών τύπων φύλλα: κοτυληδόνες, παράφυλλα και πραγματικά φύλλα. Τα φύλλα των κοτυληδόνων έχουν νεφροειδές σχήμα και συνήθως πλάτος περίπου 5 cm. Τα παράφυλλα είναι τα πρώτα φύλλα που σχηματίζονται στο βλαστό, είναι μικρά (0,5 cm μήκος), δεν διακρίνονται εύκολα και δεν έχουν έλασμα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

Το έλασμα παρουσιάζει συνήθως πέντε λοβούς και στα αμερικάνικα βαμβάκια (*G. hirsutum*) είναι λεπτό σαν χαρτί, ενώ στα αιγυπτιακά βαμβάκια (*G. barbadense*), είναι παχύ σαν περγαμηνή. Στο κάτω μέρος του φύλλου

διακρίνονται τρία ως πέντε κύρια νεύρα πολύ πιο παχιά από το έλασμα, με άφθονες μικρές διακλαδώσεις που καλύπτουν όλη την επιφάνεια του φύλλου. Στην επιφάνεια του ελάσματος, ιδιαίτερα στην κάτω, υπάρχουν πολυάριθμα στομάτια που οι πόροι τους καλύπτονται μερικώς από εφυμενίδα, στοιχείο που συνδέεται με αντοχή στην ξηρασία. Το χρώμα των φύλλων ποικίλλει από ανοικτό έως πολύ σκούρο πράσινο. Υπάρχει και κόκκινο χρώμα των φύλλων. Στο μεσαίο νεύρο βρίσκεται ένα μεγάλο κυπελλοειδές νεκτάριο το οποίο εκκρίνει κατά το θέρος άφθονη ρητινώδη ουσία που κυκλοφορεί στα αγγεία των φύλλων. Η άφθονη έκκριση των νεκταρίων σχετίζεται με την προστασία των φυτών, εναντίον των προσβολών εντόμων, καθώς επίσης και με την αντίδρασή τους στις δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες (Γαλανοπούλου - Σενδούκα 2002).



Εικόνα 6. Φύλλα με διαφορετικό σχήμα λοβών. (1-4 *G. Hirsutum* - 5, *G. Barbadense* - 6, *G. Herbaceum*)

Άνθη. Οι οφθαλμοί οι οποίοι θα εξελιχθούν σε άνθη εμφανίζονται στην αρχή σαν μικρές πράσινες πυραμιδοειδείς κατασκευές οι οποίες ονομάζονται χτένια. Τα χτένια αποτελούνται από τρία χαρακτηριστικά βράκτια φύλλα τα οποία περικλείουν τελείως τον ανθοφόρο οφθαλμό, τον οποίο και προστατεύουν. Τα βράκτια φύλλα συνεισφέρουν περίπου το 10% των προϊόντων φωτοσύνθεσης που χρειάζεται ο ανθοφόρος οφθαλμός (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).



Εικόνα 7. Χτένια στο κάτω μέρος, (ανθοφόροι οφθαλμοί) βαμβακιού.

Συνήθως απαιτούνται 21 ημέρες από την εμφάνιση των κτενιών μέχρι την άνθηση. Τα πρώτα άνθη εμφανίζονται στους κατώτερους κόμβους του κύριου βλαστού, συνήθως 4^ο έως 7^ο και στην πρώτη θέση του συμποδίου (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).



Εικόνα 8. Τομή άνθους βαμβακιού. (Χριστίδης 1965)

Τα μέρη του άνθους από έξω προς τα μέσα, είναι τα εξής:

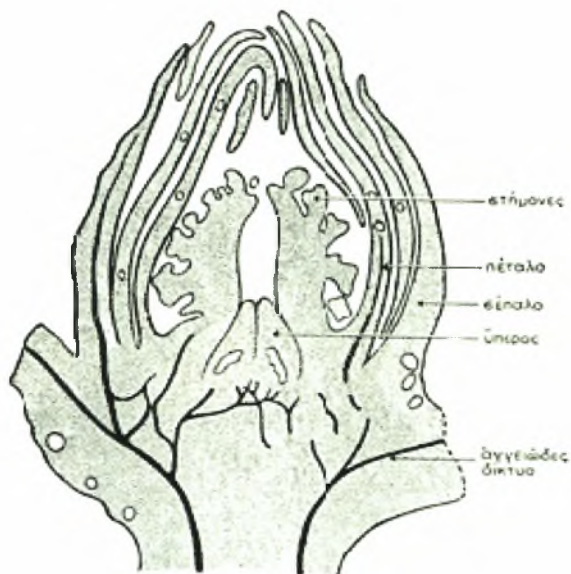
1) Τρία **βράκτια** φύλλα που περικλείουν το κέντρο της ανθοφόρου καταβολής και τα οποία μπορεί να μένουν ελεύθερα, όπως το αμερικανικό βαμβάκι, ή να ενώνονται μεταξύ τους όπως το ασιατικό. Τα βράκτια φύλλα είναι ακέραια ή καταλήγουν σε μυτερά δόντια.

2) **Κάλυκας**, που αποτελείται από πέντε βραχεία σέπαλα ενωμένα, ώστε να σχηματίζουν ένα σφιχτό κύπελλο στη βάση της στεφάνης και ο οποίος παραμένει στο αναπτυγμένο καρύδι (καρπός).

3) **Στεφάνη** που αποτελείται από 5 μεγάλα πέταλα ενωμένα στην βάση τους. Τα πέταλα έχουν χρώμα άσπρο ή ωχρο στα αμερικάνικα βαμβάκια, ζωηρό κίτρινο στο αιγυπτιακό, κιτρινωπό στο *herbaceum* και κόκκινο, κίτρινο ή λευκό στο *arboreum*.

4) **Στήμονες** που είναι πολυάριθμοι (συνήθως 90-100), περιβάλλουν εντελώς τον στύλο και φέρουν δίχωρους ανθήρες οι οποίοι ελευθερώνουν μεγάλους γυρεοκόκκους με μικρά αγκάθια στην περιφέρεια.

5) **Ύπερος** που αποτελείται από πολύχωρη ωοθήκη, τον στύλο και το στίγμα. Ο ύπερος αποτελείται από 2-6 καρπόφυλλα, όσοι και οι χώροι της ωοθήκης, που ονομάζονται λοβοί. Συνήθως τα αμερικάνικα βαμβάκια έχουν 4-5 λοβούς και τα αιγυπτιακά 3. Κάθε λοβός περιλαμβάνει 8-12 ωάρια. Ο στύλος έχει διάφορο μήκος και το στίγμα σχίζεται σε τόσους λοβούς όσα είναι τα καρπόφυλλα (Χριστίδης, 1965).



Εικόνα 9. Κατά μήκος τομή σε ανθοφόρο οφθαλμό (Gore 1935)

Γονιμοποίηση. Η άνθηση γίνεται τις πρωινές ώρες (αναλόγως της θερμοκρασίας) και λίγο μετά το στίγμα γίνεται υποδεκτικό. Η γύρη είναι βαρειά και δεν μεταφέρεται με τον άνεμο, αλλά με έντομα, και ιδιαίτερα με μέλισσες.

Η μεταφορά της γύρεως γίνεται σε λίγες ώρες. Οι ανθήρες σχίζονται ελευθερώνοντας τους γυρεόκοκκους, οι οποίοι προσκολλώνται στην επιφάνεια του στίγματος, βλαστάνουν και φθάνουν μέσω του στύλου στα ωάρια της ωοθήκης, όπου γίνεται η γονιμοποίηση. Το γονιμοποιημένο ωάριο εξελίσσεται σε σπόρο, εάν δεν πέσει το καρύδι. Η γονιμοποίηση γίνεται 10-30 ώρες μετά την επικονίαση. Στα αιγυπτιακά βαμβάκια, η γονιμοποίηση γίνεται 30 περίπου ώρες μετά την επικονίαση, σε άλλες όμως περιπτώσεις ο χρόνος που χρειάζεται ήταν πολύ πιο σύντομος από 10 ώρες ή και περισσότερες (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Η μη γονιμοποίηση, η ατελής ανάπτυξη του ζυγώτη ή ο μη σχηματισμός εμβρυοσάκκου συντελούν στη δημιουργία ατροφικών σπόρων (ψοφάκια, motes) που επηρεάζουν δυσμενώς τη νηματοποίηση και γενικώς την ποιότητα του προϊόντος. Σημειώνεται ότι τα μητρικά κύτταρα των γυρεοκόκκων πριν την άνθηση και συνεπώς αντίξοες καιρικές συνθήκες κατά το στάδιο αυτό επηρεάζουν δυσμενώς τη βλαστικότητα της γύρεως (Oosterhuis, 1990).



Εικόνα 10. Άνθη με ή χωρίς κόκκινη κηλίδα στη βάση των πετάλων
(Διασταυρώσεις *G.hirsutum* x *G. barbadense*)

Καρπός. Το γονιμοποιημένο άνθος εξελίσσεται σε καρπό, που είναι κάψα και ονομάζεται καρύδι. Το σχήμα του καρυδιού παραλλάσει σε μεγάλο βαθμό (σφαιρικό, ωειδές, κωνικό, επίμηκες κ.α.) και μέσα στο είδος. Γενικώς, είναι πιο επίμηκες στο αιγυπτιακό και πιο στρόγγυλο στα upland βαμβάκια. Κατά την ωρίμανση σχηματίζονται τα καρπόφυλλα στα σημεία της συρραφής τους κατά το άνοιγμα προβάλλει προς τα έξω το προϊόν, που αποτελείται από σπόρους και ίνες (σύσπορο βαμβάκι) ενώ το προϊόν του κάθε λοβού συγκρατείται στην βάση του. Για τα αμερικάνικα βαμβάκια το χρονικό διάστημα από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση κυμαίνεται συνήθως από 45-65 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία, καιρικές συνθήκες, ηλικία του φυτού, καθώς και με διάφορες καλλιεργητικές συνθήκες (λίπανση, αποστάσεις, αποστράγγιση κλπ) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Όταν τα καρύδια ωριμάσουν σχίζονται τα καρπόφυλλα στο σημείο ένωσής τους ενώ το σύσπορο βαμβάκι (σπόροι και ίνες) συγκρατείται στη βάση τους. Καλή συγκράτηση του σύσπορου είναι επιθυμητή για την αποφυγή απωλειών λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών (βροχή, δυνατός αέρας). Υπερβολική όμως συγκράτηση είναι ανεπιθύμητη γιατί δυσκολεύεται η συγκομιδή (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

Το βάρος του σύσπορου βαμβακιού ανά καρύδι στα upland βαμβάκια κυμαίνεται από 3-10 g ενώ στα αιγυπτιακά 1,5-3 g. Το μέσο βάρος του καρυδιού των Ελληνικών ποικιλιών κυμαίνεται από 5,2-6,4 g (Κεχαγιά 1999).



Εικόνα 11. Καρύδια upland με διαφορετικό σχήμα και μέγεθος

Σπόροι. Ο ώριμος σπόρος έχει σχήμα απιοειδές, μήκος 6-12 mm και βάρος 0,10-0,13 g κατά μέσον όρο. Το ένα άκρο του σπόρου (η χάλαζα) είναι φαρδύτερο από το άλλο. Στο στενότερο υπάρχει η μικροπύλη με τον ομφαλό, που συνδέει το σπόρο με το καρύδι.

Ο σπόρος αποτελείται από το περισπέρμιο, το έμβρυο και τα υπολείμματα του ενδοσπερμίου. Το έμβρυο αποτελείται από το βλαστίδιο και τις δύο κοτυληδόνες, που περιέχουν αποθησαυριστικές ουσίες (μεγάλο ποσοστό λαδιού) και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος στο εσωτερικό του σπόρου. Οι σπόροι περιβάλλονται από ίνες και συνήθως από χνούδι (κοντές ίνες). Οι σπόροι που δεν έχουν χνούδι περιέχουν περισσότερο λάδι, διευκολύνουν τη σπορά με τη μηχανή και φυτρώνουν ευκολότερα. Μειονεκτούν εντούτοις στο ότι δίνουν μικρότερο ποσοστό ινών (Σφήκας, 1988).

Ίνες. Την ημέρα που γίνεται το άνοιγμα του λουλουδιού, μερικά από τα κύτταρα της επιδερμίδας, αρχίζουν να σχηματίζουν μικρές εξογκώσεις, τις πρώτες επιδερμικές τρίχες, τις ίνες. Η κάθε ίνα σχηματίζεται από ένα κύτταρο της επιδερμίδας του σπόρου. Οι τρίχες που αρχίζουν να μακραίνουν τις πρώτες 2-5 ημέρες μετά την άνθηση είναι πραγματικές ίνες, ενώ όσες σχηματίζονται αργότερα παράγουν χνούδι. Οι ίνες αποκτούν το τελικό τους μήκος σε περίπου 20ημέρες από την άνθηση ενώ η πάχυνση της ίνας αρχίζει από την 16^η ημέρα περίπου και συνεχίζεται μέχρι την ωρίμανση του καρυδιού. Η πάχυνση συντελείται με την εναπόθεση κυτταρίνης, κατά στρώματα ομοκεντρικά, στην εσωτερική επιφάνεια της ίνας, που φαίνεται να είναι τόσα όσες ημέρες διαρκεί η πάχυνση (συνήθως 25-40).

Το τελικό μήκος της ίνας αποτελεί βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό και κυμαίνεται από 15-50mm αναλόγως του είδους και της ποικιλίας (μακρόνιο το *barbadense*, μεσόνιο το *hirsutum*, κοντόνιο τα διπλοειδή). Τα αιγυπτιακά βαμβάκια έχουν πιο λεπτή ίνα και επομένως καλύτερη ποιότητα. Οι νηματοποιήσιμες ίνες είναι λευκές (πιο επιθυμητές) ή ελαφρώς κρεμ. Το χνούδι έχει παρόμοιο χρώμα ή συχνά καφέ ή πράσινη χροιά (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

1.3 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ινών

Η ποιότητα των ινών του βαμβακιού εκτιμάται με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1) **Μήκος.** Είναι από τα σπουδαιότερα τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Διεθνώς έχει επικρατήσει η εξής ταξινόμηση των ποικιλιών του βαμβακιού :

A. Μακροίνες : μήκος ίνας μεγαλύτερο των 35mm

B. Μεσοίνες : μήκος ίνας μεγαλύτερο των 25-35mm

Γ. Βραχύνες : μήκος ίνας μεγαλύτερο των 15-19mm

Τα ελληνικά βάμβακα έχουν μήκος γύρω στα 25-30mm.

Μεγάλη σημασία έχει και η ομοιομορφία του μήκους, η οποία ευνοεί τη νηματοποίηση και μειώνει τις απώλειες. Υπάρχουν ειδικές τεχνικές και συσκευές οι οποίες προσδιορίζουν την ομοιομορφία του μήκους.

2) **Αντοχή.** Υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ του μήκους της ίνας και της αντοχής. Υπάρχουν ειδικά όργανα (Pressley, Stelometer) για τον υπολογισμό της.

3) **Λεπτότητα.** Η λεπτότητα καθορίζεται από τις διαστάσεις κάθε ίνας (πάχος τοιχώματος, διάμετρος, βάρος, κ.λπ.) που επηρεάζει την λεπτότητα και αντοχή του νήματος καθώς επίσης τη γυαλάδα και την απορρόφηση της βαφής. Επιθυμούμε όσο το δυνατόν λεπτότερες ίνες.

4) **Ωριμότητα.** Η ωριμότητα επιδρά στη κλωστική αξία, στην ομοιομορφία και στην εμφάνιση του νήματος, η οποία μειώνεται όσο αυξάνει το ποσοστό των ανώριμων και νεκρών ινών.

Βαμβάκι καλής ποιότητας είναι αυτό που έχει μακριές, ομοιόμορφες ίνες, μεγάλη αντοχή, λεπτότητα και λίγες ανώριμες ή νεκρές ίνες (Βαμβάκι 1999).

1.4 Οικολογικές απαιτήσεις

➤ ΚΛΙΜΑ

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

Σε χώρες όπως η Ελλάδα και ειδικότερα στις ψυχρότερες και οψιμότερες περιοχές, που έχουν περιορισμένη βλαστική περίοδο (περίοδο με

θερμοκρασίες υψηλότερες από 15 °C), οι συνθήκες ανάπτυξης κυρίως στην αρχή και το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου είναι συχνά λιγότερο ευνοϊκές για μια καλή καρποφορία και ωρίμανση της παραγωγής. Βασικός περιοριστικός παράγοντας είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν συχνά κατά την περίοδο βλαστήσεως του σπόρου και αρχικής αναπτύξεως του φυτού, καθώς και οι απρόβλεπτες καιρικές μεταβολές, με πρώιμες βροχές και πτώση της θερμοκρασίας, κατά την ωρίμανση και συγκομιδή (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Το βαμβάκι αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε περιοχές με ζεστό καλοκαίρι, χωρίς βροχές, με μικρές διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας, με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας, μεγάλη ηλιοφάνεια, υψηλή εδαφική υγρασία και με φθινόπωρο ξηρό και θερμό, ώστε να ωριμάσουν κανονικά τα καρύδια (Βαμβάκι 1999).

Θερμοκρασία. Θεωρείται ο σπουδαιότερος κλιματικός παράγοντας που διαμορφώνει το μέγεθος και την ποιότητα της παραγωγής. Ιδιαίτερα η θερμοκρασία που επικρατεί κατά τη βλάστηση και φύτευμα του σπόρου επηρεάζει σοβαρά την εξέλιξη του φυτού, εξαιτίας και της μεγαλύτερης ευαισθησίας που παρουσιάζει το βαμβάκι κατά το στάδιο αυτό. (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1979).

Θερμοκρασία κάτω των 10 °C κατά το φύτευμα είναι επιζήμια για την όλη συμπεριφορά των βαμβακοφύτων και ειδικότερα μικρή έστω έκθεση του βαμβακοσπόρου στο ψύχος (5 °C), κατά το στάδιο του εμποτισμού του με νερό, ελαττώνει τη βλαστικότητα και δημιουργεί ανωμαλίες στο ριζικό σύστημα. Χαμηλή θερμοκρασία κατά το στάδιο αυτό συνδέεται ακόμη και με εντονότερη προσβολή από μύκητες που προκαλούν σήψη του λαιμού, ειδικότερα όταν συνδέεται με υψηλή υγρασία (Christiansen 1968, Abou-El-Fittough et al. 1969, Christiansen and Thomas 1969).

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

Η **κατώτερη θερμοκρασία** για το φύτερωμα και την πρώτη ανάπτυξη είναι 14-15 °C ενώ με θερμοκρασίες αέρος χαμηλότερες από 10-12 °C σταματά η ανάπτυξη των καρυδιών και σε θερμοκρασίες -2 °C επέρχεται θάνατος του φυτού (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002 και Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1979).

Η **άριστη θερμοκρασία** για τα μετέπειτα στάδια ανάπτυξης είναι 30-33 °C και η ανώτερη 38-39 °C. Στις ΗΠΑ με θερμοκρασία Ιουλίου 28 °C επιτυγχάνονται οι μεγαλύτερες αποδόσεις (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Η **θερμοκρασία αέρος** επιδρά στην ποιότητα της ίνας και του σπόρου ποικιλοτρόπως. Ικανοποιητικές έως υψηλές θερμοκρασίες αέρος προωμίζουν την εμφάνιση των χτενιών, πολλές φορές πριν το φυτό αποκτήσει ικανοποιητική βλαστική ανάπτυξη (Mauney 1966, Powell και McMichael 1968, Guinn 1974).

Συνήθως υψηλότερη μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρος έχει ως αποτέλεσμα:

- την αύξηση της εκατοστιαίας αναλογίας ινών,
- την επιβράχυνση της ίνας,
- την αύξηση της αντοχής,
- της τραχύτητας της ίνας,
- τη μείωση του βάρους του σπόρου
- τη μείωση της περιεκτικότητάς του σπόρου σε λάδι, αλλά και
- την αύξηση της πρωτεΐνης.

Χρειάζεται όμως προσοχή, προκειμένου να αποδοθούν οι παραπάνω διαφορές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βαμβακιού στη θερμοκρασία, γιατί κατά κανόνα η επίδραση της υγρασίας στην ανάπτυξη του καρυδιού είναι ισχυρότερη (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Υγρασία. Το βαμβάκοφυτο έχει συντελεστή διαπνοής αρκετά υψηλό, περίπου 560. Για να καλλιεργηθεί χωρίς άρδευση πρέπει η ετήσια βροχόπτωση να είναι τουλάχιστον 500mm, από την οποία τα 175-200mm να πέφτουν κατά

την περίοδο της καρποφορίας. Βροχές κατά την εποχή της συγκομιδής δυσχεραίνουν την ωρίμανση των όψιμων καρυδιών και τη συλλογή του βαμβακιού και υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος. Στη χώρα μας η καλλιέργεια είναι κατά κανόνα αρδευόμενη, αλλά οι συχνά πρώιμες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου δημιουργούν προβλήματα στην καλλιέργεια.

Η έλλειψη εδαφικής υγρασίας είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού. Σε έδαφος που η υγρασία βρίσκεται στο σημείο ή κάτω από το σημείο μαράνσεως ο σπόρος δεν φυτρώνει και τα νεαρά φυτά δεν μπορούν να μεγαλώσουν. Αν μάλιστα οι συνθήκες ξηρασίας συνεχιστούν για μεγάλη περίοδο, τα φυτάρια πεθαίνουν. Για να φυτρώσει ο σπόρος πρέπει να απορροφήσει αρκετό νερό, σε μερικές ποικιλίες μέχρι και το τριπλάσιο του βάρους του.

Τη μεγαλύτερη ανάγκη σε νερό έχει το βαμβάκι κατά την πλήρη άνθηση, όταν ήδη έχει σχηματίσει αρκετά καρύδια. Γενικώς, το βαμβακόφυτο, αφού περάσει το νεαρό βλαστικό του στάδιο, είναι πολύ ευαίσθητο στη σοβαρή μείωση της εδαφικής υγρασίας, αλλά και περιορισμένη μείωση καθλώνει την ανάπτυξη, προκαλεί πτώση χτενιών, ανθέων, και καρυδιών και σε περίπτωση που συνεχίζεται μειώνει την απόδοση και ποιότητα του προϊόντος (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Όταν τα καρύδια ωριμάζουν κάτω από συνθήκες ξηρασίας, συνήθως ο σπόρος είναι ελαφρύτερος, η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι μικρότερη και η αναλογία ίνας προς σπόρο μεγαλύτερη. Το μήκος της ίνας μειώνεται, όταν η στέρση παρουσιάζεται στα πρώτα στάδια αναπτύξεως του καρυδιού (Χριστίδης 1965, Grimes et al. 1969).

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

ειδικότερα, όταν συνδυάζεται με χαμηλές θερμοκρασίες οψιμίζει την παραγωγή. Για το λόγο αυτό συνιστάται, σε όψιμες φυτείες και περιοχές, η αποφυγή αρδεύσεως μέχρι τον σχηματισμό των πρώτων χτενιών ή και των πρώτων ανθέων. Από την έναρξη ανθοφορίας και μετά το βαμβακόφυτο δεν πρέπει να διψάσει (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Φως. Το βαμβάκι απαιτεί άφθονο φωτισμό για την ανάπτυξή του. Η έλλειψη φωτισμού κάνει τα φυτά μονοστέλεχα, καθυστερεί την ανάπτυξη των καρποφόρων κλάδων και ευνοεί την καρπόπτωση σε περιπτώσεις πυκνής σποράς. Η ηλιοφάνεια στη χώρα μας είναι ικανοποιητική για την ανάπτυξη του βαμβακιού σε όλα τα στάδια (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Η επίδραση της ανεπάρκειας φωτός στην πρώτη ανάπτυξη του βαμβακιού είναι μεγαλύτερη στις πυκνές φυτείες και αποτελεί ίσως το ισχυρότερο αίτιο στο να επιμηκύνονται υπέρμετρα τα χαμηλότερα μεσογονάτια διαστήματα, να ελαττώνεται ο αριθμός των βλαστοφόρων κλάδων στους κατώτερους κόμβους, να σχηματίζεται ο πρώτος καρποφόρος κλάδος σε υψηλότερο κόμβο και να καθλώνεται η αύξηση των συμποδίων. Επίσης βρέθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ παρατεταμένης συννεφιάς και έντονης αποκοπής νεαρών χτενιών και καρυδιών. Σε πειράματα στο Ι.Β.Β.Φ. το ύψος ηλιοφάνειας, κατά την περίοδο από το φύτευμα μέχρι την έναρξη ανθοφορίας, παρουσίασε στενή συσχέτιση ($r= 0,868$) με την απόδοση (Χλίχλιας κ.ά 1977).

Τέλος κάποια άλλα πειράματα έδειξαν ότι το ποσοστό της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση του CO_2 στην ατμόσφαιρα. Πιο συγκεκριμένα η αύξηση του ποσοστού της φωτοσύνθεσης που προκαλείται από το CO_2 αυξάνει τον αριθμό των ανθέων και μειώνει το ποσοστό της καρπόπτωσης. (Kohel R., and Lewis C., 1984).

➤ ΕΔΑΦΟΣ

Το βαμβάκι καλλιεργείται σε ποικιλία εδαφών από τα αμμώδη ως τα βαριά αργιλώδη. Τα καλύτερα εδάφη για την καλλιέργεια του βαμβακιού είναι εκείνα που έχουν ίσες αναλογίες άμμου, πηλού και αργίλου, ικανή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και μέση γονιμότητα ή μέτρια περιεκτικότητα σε N, P και K (Σφήκας 1988).

Τα εδάφη πρέπει να έχουν επαρκές βάθος για να μην εμποδίζετε η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, καθόσον το βαμβάκι είναι βαθύριζο φυτό. Θα πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ υγρά και συνεκτικά με περιορισμένη στράγγιση εδάφη, τα πολύ άγονα και αμμώδη, τα οποία δεν έχουν καλή υδατοϊκανότητα, τα πολύ όξινα ή αλατούχα. Το καλύτερο pH για το βαμβάκι είναι 6,5-7,5. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε πιο όξινα εδάφη (pH έως 4,5) (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Θεωρείται ότι το βαμβάκι είναι καλλιέργεια σχετικά ανθεκτική στα άλατα. Δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECe) εδάφους μέχρι $7,7 \text{ dSm}^{-1}$. Παρατηρήθηκε 10% απώλεια στην απόδοση όταν η ECe υπερέβει το 9,6 και 25% όταν η ECe υπερέβει το 13, ενώ οι απώλειες έφθασαν το 50% σε ECe μεγαλύτερη από 17 dS/m. Η αντοχή όμως αυτή που παρουσιάζει η καλλιέργεια στην αλατότητα δεν πρέπει να ενθαρρύνει τη χρησιμοποίηση νερού άρδευσης με υψηλή αγωγιμότητα γιατί υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας αλατούχων εδαφών (Silvertooth κ.ά. 1999 και Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

1.5 Καλλιεργούμενες ποικιλίες

Οι περισσότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα ανήκουν στον αμερικανικό τύπο βαμβακιού upland (*G.hirsutum*) (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Όλες οι ελληνικές ποικιλίες που δόθηκαν στην καλλιέργεια συνέβαλαν στη σταδιακή πρόοδο της βαμβακοκαλλιέργειας. Αλματώδης όμως πρόοδος σημειώθηκε με την εισαγωγή στην καλλιέργεια το 1965 της ποικιλίας 4S χάρη στην οποία το ελληνικό βαμβάκι καθιερώθηκε ποιοτικώς στην ανώτερη

βαθμίδα του *hirsutum*, αλλά, παράλληλα, σε συνδυασμό με τη βελτίωση της καλλιεργητικής τεχνικής συνέβαλε, ώστε να διπλασιασθούν σύντομα οι στρεμματικές αποδόσεις σε σχέση με την πενταετία 1960-1964. Η 4S (μέσης πρωιμότητας ποικιλία με πολύ καλή ποιότητα ίνας και νήματος) αποτέλεσε σχεδόν μονοκαλλιέργεια για μία 15ετία και στη συνέχεια δόθηκαν στην καλλιέργεια νεότερες, μεταξύ των οποίων οι κυριότερες είναι : η Σίνδος 80 και η Εύα (κατάλληλες για περιοχές με σχετικά μικρή βλαστική περίοδο), οι Ζέτα 2, Ζέτα 5 και Κορίνα (ανθεκτικές στις αδρομυκώσεις) και Σάμος.

Το βελτιωτικό έργο σήμερα έγινε πιο δύσκολο, γιατί η πρόοδος που έχει ήδη συντελεστεί περιορίζει τη θεαματική πρόοδο για το μέλλον, αλλά κυρίως γιατί καλείται ο βελτιωτής να συγκεντρώσει σε ένα γενότυπο όλο και περισσότερα και σε μεγαλύτερο βαθμό επιθυμητά χαρακτηριστικά που συνήθως συνδέονται αρνητικά μεταξύ τους (Χριστίδης 1965, Χλίχλιας κ.ά. 1981, Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1983, 1994, Galanorouliou 1991).

Τα τελευταία χρόνια εισάγονται σπόροι μεγάλου αριθμού ποικιλιών βαμβακιού που προσαρμόζονται καλά από άποψη πρωιμότητας και αντοχής στις αδρομυκώσεις. Η παραγωγικότητα ορισμένων είναι πολύ ικανοποιητική, οι περισσότερες όμως από αυτές υστερούν των Ελληνικών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας. Οι ξένες ποικιλίες υπερτερούν ως προς την ποιότητα του σπόρου σποράς και έχουν καλύτερη προώθηση προς τους παραγωγούς, με αποτέλεσμα ενώ πριν από το 1990 οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κατά 90% ήταν ελληνικές τα τελευταία χρόνια το ποσοστό των ξένων ποικιλιών σταδιακά αυξάνεται και το 1998 κατείχε το 78% των καλλιεργούμενων εκτάσεων (Δελτίο Οργανισμού Βάμβακος, Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

1.6 Αύξηση και ανάπτυξη του φυτού

Η διάρκεια των σταδίων αυξήσεως και αναπτύξεως του φυτού εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, την ποικιλία και την καλλιεργητική τεχνική, ώστε υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ περιοχών μέσα στη ζώνη του βαμβακιού.

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

Συνηθέστερα, επειδή η αναπαραγωγική ανάπτυξη είναι πιο ανταγωνιστική, το φυτό περιορίζει τη βλαστική ανάπτυξη μετά την είσοδο στο αναπαραγωγικό στάδιο και, όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες, καθλώνεται (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Υπερβολική βλαστική αύξηση μπορεί να οψιμίσει την παραγωγή και να οξύνει τα εντομολογικά προβλήματα και τη σήψη καρυδιών. Από την άλλη πλευρά, υπερβολικά πρώιμη είσοδος στο αναπαραγωγικό στάδιο μπορεί να αναγκάσει το φυτό να περατώσει πρόωρα τον βιολογικό κύκλο του, να αυξήσει την πτώση καρποφόρων οργάνων και να μειώσει την παραγωγή. Με τη σύγχρονη αντίληψη επιδιώκεται να εισέλθει το φυτό στο αναπαραγωγικό στάδιο, όταν ήδη έχει συμπληρώσει επαρκώς τη βλαστική του ανάπτυξη, ώστε να έχει δυναμικότητα για υψηλή παραγωγικότητα. Πειράματα στο Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών (Ι.Β.Β.Φ.) έδειξαν ότι υπάρχει ένα άριστο επίπεδο αυξήσεως 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 αυξήσεως, όπως ύψος φυτού, δείκτης φυλλικής επιφάνειας κ.ά., με την απόδοση, ενώ όταν το υπερβεί, η συσχέτιση γίνεται αρνητική (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 1977).

1.6.1 Στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού

Η πορεία ανάπτυξης του φυτού του βαμβακιού για πρακτικούς λόγους (και σε συνδυασμό με την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική πρακτική) μπορεί να διακριθεί σε πέντε βασικά στάδια ανάπτυξης:

- ❖ Στάδιο σπόρου-φυτρώματος
- ❖ Στάδιο πρώτης ανάπτυξης (βλαστικής ανάπτυξης)
- ❖ Στάδιο προάνθισης
- ❖ Στάδιο ανθοκαρποφορίας
- ❖ Στάδιο αύξησης και ωρίμανσης των καρπών (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

1.Στάδιο σπόρου-φυτρώματος: Είναι η περίοδος από το σπόρο μέχρι την εμφάνιση των κοτυληδόνων πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Πριν

εμφανιστούν οι κοτυληδόνες, βλαστάνει το ριζίδιο και φτάνει σε αρκετό βάθος. Το φυτάριο στη φάση αυτή είναι πολύ ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες, την υπερβολική υγρασία και τις ασθένειες.

Στις υπερπρώιμες φυτείες, που καλύπτονται με πλαστικό, οι σπορές ξεκινούν από τα τέλη Μαρτίου-αρχές Απριλίου, στις πρώιμες φυτείες κατά τα μέσα Απριλίου, στις μεσοπρώιμες τέλη Απριλίου, στις όψιμες αρχές Μαΐου και στις πολύ όψιμες φυτείες μέσα Μαΐου (Βαμβάκι 2000).

Για να ξεκινήσει η διαδικασία του φυτρώματος ο σπόρος πρέπει να απορροφήσει υγρασία διπλάσια και πολλές φορές τριπλάσια από το βάρος του. Το φύτευμα, ανάλογα και με τις καιρικές συνθήκες (ιδιαίτερα τη θερμοκρασία και υγρασία), την υφή, την κατάσταση του εδάφους και το κατάλληλο βάθος σποράς, γίνεται συνήθως σε 8-15 ημέρες.

Το βαμβάκι, λόγω της καταγωγής του, φυτό τροπικών και υποτροπικών περιοχών, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θερμοκρασία. Χαμηλές θερμοκρασίες (5-10 °C) αποδείχθηκαν πιο επιζήμιες όταν διαδέχονται περίοδο ζέστης που συντελεί στο να αρχίζει η διαδικασία του φυτρώματος, παρά όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται αμέσως μετά τη σπορά. Ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα του σπόρου θεωρούνται οι 15 °C και σε αυτή τη θερμοκρασία το φύτευμα γίνεται με αργό ρυθμό. Στους 20-30 °C η ταχύτητα φυτρώματος είναι δύο φορές μεγαλύτερη από ότι στους 15 °C. Όμως και πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 35 °C) είναι επιζήμιες (Christiansen 1963 και Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

2.Στάδιο πρώτης ανάπτυξης (βλαστικής ανάπτυξης): Είναι η περίοδος από το φύτευμα μέχρι την εμφάνιση των πρώτων ανθοφόρων οφθαλμών (χτενιών). Αφορά τη βλαστική ανάπτυξη του φυτού, που τη θέλουμε έντονη και γρήγορη (χωρίς ανταγωνισμό ζιζανίων). Περιλαμβάνει την εμφάνιση των πρώτων φύλλων, την επιμήκυνση του κεντρικού βλαστού και το σχηματισμό των πρώτων φυλλοφόρων πλευρικών βλαστών (επόμενοι πλευρικοί βλαστοί θα είναι καρποφόροι). Με κανονικές συνθήκες το πρώτο μόνιμο φύλλο εμφανίζεται 8-10 ημέρες μετά το φύτευμα και το δεύτερο μόνιμο φύλλο μετά από 10-12 ημέρες. Ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός εμφανίζεται 35-50 ημέρες από το φύτευμα. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του

βαμβακιού είναι 33 °C αλλά οπωσδήποτε δεν πρέπει να είναι κάτω των 20 °C. Μια ημερήσια θερμοκρασία μεταξύ 25 °C και 30 °C είναι πολύ ικανοποιητική. Απαιτείται προστασία της φυτοϋγείας, διαθεσιμότητα φωσφόρου για ανάπτυξη καλού ριζικού συστήματος, και αζώτου (χωρίς υπερβολές) για γρήγορη ανάπτυξη των φυτών. Στη χώρα μας το στάδιο αυτό συμπίπτει συνήθως με την περίοδο από το Μάιο έως τις αρχές ή και μετά τα μέσα Ιουνίου, ανάλογα και με το χρόνο σποράς. Διαρκεί 35-50 μέρες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Βαμβάκι 2000).

3.Στάδιο προάνθισης: Είναι η περίοδος από το σχηματισμό των πρώτων χτενιών (συνήθως στον πέμπτο έως τον έβδομο κόμβο), μέχρι την εμφάνιση των πρώτων ανθέων (το φυτό έχει τότε ύψος 0,5 μ. ή λίγο μεγαλύτερο). Στο στάδιο αυτό η ανάπτυξη του φυτού είναι έντονη, γι' αυτό απαιτείται επάρκεια νερού, αλλά και έλεγχος της βλαστικής ανάπτυξης. Διαρκεί συνήθως 20-25 μέρες και συμπίπτει με την περίοδο μετά τις αρχές Ιουνίου έως τις αρχές ή τα μέσα Ιουλίου. Για βαμβάκια αμερικανικού τύπου βρέθηκε ότι όσο η θερμοκρασία της ημέρας είναι μεγαλύτερη τόσο η ζωή της ανθοφόρου καταβολής είναι μικρότερη, οπότε έχουμε ταχύτερη εμφάνιση των ανθέων. Το χτένι εξελίσσεται σε λουλούδι κατά μέσο όρο σε 22 ημέρες (Βαμβάκι 2000).

4.Στάδιο ανθοκαρποφορίας: Είναι η παραγωγική περίοδος της φυτείας, που αρχίζει με την εμφάνιση των πρώτων ανθέων. Μετά από λίγο διάστημα, δένουν οι πρώτοι καρποί (καρύδια), αρχικά χαμηλά (συνήθως στον πέμπτο-έβδομο κόμβο) και σ' όλη τη διάρκεια της ανθοφορίας η καρπόδεση συνεχίζεται προς το άνω μέρος του φυτού. Την περίοδο αυτή τα φυτά έχουν τη μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας από εχθρούς και τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Η βλαστική ανάπτυξη πρέπει να παραμένει υπό έλεγχο, για να μην ανταγωνίζεται την καρποφορία. Το στάδιο αυτό διαρκεί συνήθως 45-50, μέχρι και 70 μέρες και συμπίπτει με την περίοδο μετά τις αρχές ή τα μέσα Ιουλίου έως τον Αύγουστο, ανάλογα και με τις καιρικές συνθήκες (Βαμβάκι 2000).

5.Στάδιο αύξησης και ωρίμανσης των καρπών: Είναι η περίοδος από την καρπόδεση μέχρι το πλήρες άνοιγμα των καρυδιών. Υπάρχει

αλληλοεπικάλυψη του σταδίου αυτού με το προηγούμενο, γιατί ενώ τα χαμηλά καρύδια αυξάνουν σε μέγεθος και αρχίζουν να ωριμάζουν, στην κορυφή του φυτού μπορεί να υπάρχουν ακόμη άνθη. Τα καρύδια αυξάνουν ως το τελικό τους μέγεθος για 20 τουλάχιστον μέρες και στη συνέχεια ωριμάζουν και ανοίγουν (σχίζονται τα καρπόφυλλα στο σημείο ένωσής τους). Προσοχή χρειάζεται αυτή την περίοδο για τον έλεγχο τυχόν αναβλάστησης, ώστε να έχουμε πρώιμη και ικανοποιητική συγκομιδή στο πρώτο χέρι. Η ωρίμανση απαιτεί τουλάχιστον 25 μέρες κι έτσι συνολικά το στάδιο διαρκεί 45-70 μέρες, ανάλογα με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Στη χώρα μας συμπίπτει συνήθως με την περίοδο από τον Αύγουστο έως και τον Οκτώβριο (Βαμβάκι 2000).

1.7 Λίπανση

1.7.1 Γενικά

Το βαμβάκι δεν εξαντλεί το έδαφος σε μεγάλο βαθμό γιατί όταν απομακρύνεται από το χωράφι μόνο το σύσπορο, περίπου 70% από την ξηρή ουσία του φυτού επιστρέφει στο έδαφος. Για την κατασκευή όμως του βλαστικού μέρους του φυτού απαιτείται αρκετά μεγάλη ποσότητα θρεπτικών ανόργανων στοιχείων, η οποία ποικίλλει αναλόγως της ποικιλίας και της καλλιεργητικής τεχνικής.

Με παραγωγή σύσπορου βαμβακιού 240Kg/στρ. βρέθηκε ότι απομακρύνονται από το έδαφος περίπου 5kg αζώτου (N), 0,9Kg φωσφόρου (P) και 1,8 Kg καλίου (K). Το βαμβάκι αφαιρεί επίσης αξιόλογες ποσότητες ασβεστίου (Ca), μικρότερες μαγνησίου (Mg), θείου (S) και νατρίου (Na) καθώς και μικροποσότητες ιχνοστοιχείων όπως βορίου (B), σιδήρου (Fe), μαγγανίου (Mn), χαλκού (Cu), χλωρίου (Cl) και ψευδαργύρου (Zn) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Κατά το στάδιο του νεαρού φυτού, πριν την εμφάνιση των χτενιών, το βαμβάκοφυτο απαιτεί σχετικώς χαμηλές ποσότητες N, P, K, Ca και Mg. Καθώς το φυτό εισέρχεται στο στάδιο του κτενιού και στα επόμενα στάδια, αυξάνονται οι απαιτήσεις στα παραπάνω στοιχεία, οι οποίες και μεγιστοποιούνται κατά το στάδιο της καρποφορίας, οπότε το φυτό συσσωρεύει περίπου τη μισή από τη συνολική ποσότητα. Στη φάση αυτή τα

στοιχεία συσσωρεύονται κατά κύριο λόγο στους καρποφόρους ιστούς, ενώ στα προηγούμενα στάδια συσσωρεύονται στα φύλλα, μίσχους και ρίζες. Όταν το φυτό υπερβεί την αιχμή της καρποδέσεως, οι απαιτήσεις του σε θρεπτικά στοιχεία ελαττώνονται με γρήγορο ρυθμό, γιατί όλη η ποσότητα που είχε συσσωρευτεί στα υπέργεια τμήματα του φυτού μεταφέρεται στα αναπτυσσόμενα καρύδια (Χριστίδης 1965, Σφήκας 1988).

1.7.2 Η φυσιολογία του αζώτου στο φυτό

1.7.2.1 Πρόσληψη

Τα νιτρικά είναι η κύρια πηγή αζώτου που απορροφάται από τα φυτά επειδή το ιόν αμμωνίου μετατρέπεται γρήγορα σε νιτρικό στο έδαφος. Τα νιτρικά και τα αμμωνιακά είναι δύο διαφορετικές θρεπτικές μορφές αζώτου για το φυτό λόγω της διαφορετικής δράσης τους μέσα στο φυτό. Τα αμμωνιακά είναι τοξικά για το φυτό όταν απορροφώνται και πρέπει να ενσωματωθούν σε οργανικές ενώσεις για να σχηματίσουν αζωτούχες ενώσεις και να εμποδιστεί έτσι το αμμώνιο να καταστρέψει το φυτό.

Η πρόσληψη του αμμωνίου είναι άριστη σε ουδέτερο pH. Μικρότερη πρόσληψη με αυξανόμενη οξύτητα έχει παρατηρηθεί λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ πρωτονίων και ιόντων αμμωνίου στις θέσεις διασύνδεσης στις ρίζες. Καθώς η συγκέντρωση πρωτονίων αυξάνει ή το pH μειώνεται, ο ανταγωνισμός με το αμμώνιο γίνεται πιο έντονος. Ο μηχανισμός πρόσληψης των ιόντων αμμωνίου δεν είναι γνωστός.

Τα νιτρικά προσλαμβάνονται από τα φυτά τόσο με παθητική όσο και με ενεργή απορρόφηση σε μεγάλες ποσότητες. Νιτρικά απορροφώνται συνεχώς από τα φυτά όσο υπάρχουν στο έδαφος. Η πρόσληψη των νιτρικών παρεμποδίζεται από το αμμώνιο και μειώνεται σε επίπεδα pH πάνω από 6 ή κάτω από 4,5. Η πρόσληψη των νιτρικών και του αμμωνίου εξαρτάται από τη θερμοκρασία, όπου αυξανόμενης της θερμοκρασίας αυξάνεται και η πρόσληψη (<http://www.agrool.gr/files/physiol.pdf>).

Η περιεκτικότητα των φυτών σε άζωτο κυμαίνεται μεταξύ 1 και 6% του ξηρού βάρους των ιστών του φύλλου. Υψηλά επίπεδα αζώτου όμως μπορούν να προκαλέσουν ενεργοποίηση της αύξησης που μπορεί να δημιουργήσει

ελλείψεις σε άλλα στοιχεία αν δεν τροφοδοτηθούν συμπληρωματικά, λόγω φαινομένου αραιώσης. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στους μίσχους κυμαίνονται από 8.000-12.000 ppm κατά τη διάρκεια της αρχικής αύξησης σε 3.000-8.000 ppm κατά το μέσο της περιόδου. Νιτρικά συσσωρεύονται κυρίως στη βάση του κύριου βλαστού και στους μίσχους των νεαρών ώριμων φύλλων.

1.7.2.2 Μετατροπή του αζώτου στο έδαφος

➤ **Ανοργανοποίηση-Ακίνητοποίηση**

Η οργανική ουσία του εδάφους αποτελείται από:

- ❖ Οργανικές ενώσεις που εύκολα διασπώνται και
- ❖ Το χούμο που είναι το τμήμα της οργανικής ουσίας που είναι ανθεκτικό σε περαιτέρω ταχεία αποσύνθεση.

Αν η σχέση $C/N > 30$ στην οργανική ουσία, τότε παρατηρείται ακίνητοποίηση του εδαφικού N.

Αν $C/N = 20-30$, τότε το N ούτε ακίνητοποιείται ούτε απελευθερώνεται.

Αν $C/N < 20$, τότε το N απελευθερώνεται, με διάσπαση της οργανικής ουσίας (Μήτσιος, 2004).

Κεντρικό στοιχείο στις ροές και τη διαθεσιμότητα των ευκίνητων μορφών αζώτου στο έδαφος είναι η ισορροπία μεταξύ των δύο βιοχημικής φύσεως διεργασιών, της ανοργανοποίησης και ακίνητοποίησης (Šimek et al., 2001). Οι διεργασίες αυτές συνδέονται με τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που αποτελούν την ετεροτροφική βιομάζα του εδάφους, και λαμβάνουν χώρα ταυτοχρόνως (Αναλογίδης, 2000).

Η **ανοργανοποίηση** αναφέρεται στην απελευθέρωση NH_4^+ ή NH_3 μέσω μίας σειράς ενζυματικών αντιδράσεων οξειδωτικής διάσπασης της οργανικής ουσίας του εδάφους (αμινοποίηση, αμμωνιοποίηση) από έναν μεγάλο αριθμό μη εξειδικευμένων μικροοργανισμών, ενώ η **ακίνητοποίηση** περιλαμβάνει την αφομοίωση και ενσωμάτωση των ανόργανων μορφών N σε οργανικά συστατικά της ετεροτροφικής βιομάζας. Είναι επόμενο, λοιπόν, ότι το ποσό του διαθέσιμου ανόργανου N (συνήθως ως NH_4^+ ή NO_3^-) για τα φυτά

εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ των ρυθμών των δύο αυτών αντίθετων διεργασιών.

Ο ρυθμός της ανοργανοποίησης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη φύση του οργανικού υλικού που αποσυντίθεται (πηλίκο C/N) και από τη σύσταση και τις ανάγκες της εδαφικής πανίδας σε N. Σε γενικές γραμμές, όταν ο λόγος C/N του υποστρώματος είναι μεγαλύτερος από αυτόν των μικροοργανισμών, οι μικροοργανισμοί δε θα ελευθερώσουν ανόργανο N κατά την αποσύνθεση, αντίθετα θα συμπληρώσουν τις απαιτήσεις τους σε N από το ανόργανο N του εδάφους (ακινητοποίηση), μειώνοντας έτσι τη διαθεσιμότητα του στοιχείου για τα φυτά (Hodge et al., 2000).

Αν και η ακινητοποίηση του N θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία ανεπιθύμητη διεργασία που καθιστά το N προσωρινά μη διαθέσιμο για τα φυτά, η συμμετοχή της στη δυναμική του N στο έδαφος είναι σημαντική, καθώς συμβάλλει στη συγκράτηση του ευκίνητου αυτού θρεπτικού στοιχείου στο έδαφος, περιορίζοντας έτσι τη διαφυγή του προς την ατμόσφαιρα και τους υδάτινους αποδέκτες (Αναλογίδης, 2000).

Η όλη πορεία των μεταμορφώσεων του αζώτου στο έδαφος διαιρείται σε τρία μέρη:

- A) Μετατροπή των οργανικών αζωτούχων ενώσεων σε αμμωνία (αμμωνιοποίηση)
- B) Μετατροπή της αμμωνιακής μορφής του αζώτου σε νιτρώδη και νιτρική (νιτροποίηση) και
- Γ) Αναγωγή της νιτρικής μορφής (απονιτροποίηση) (Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

➤ Αμμωνιοποίηση

Βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες συμμετέχουν στις μεταβολές της οργανικής αζωτούχου ουρίας σε αμμωνιακή (Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

Ο Myers (1975) μελετώντας την επίδραση της θερμοκρασίας στη διαδικασία της αμμωνιοποίησης αναφέρει ότι αυτή αποκτά τη μέγιστη τιμή στους 50 °C, ενώ μηδενίζεται όταν η θερμοκρασία βρίσκεται γύρω στους 0 °C. Οι άριστες συνθήκες παρατηρούνται όταν η υγρασία του εδάφους βρίσκεται περίπου στο σημείο της υποχωρητικότητας. Καθώς μειώνεται η υγρασία του εδάφους η αμμωνιοποίηση περιορίζεται σημαντικά, ενώ σταματά όταν η υγρασία είναι

λιγότερη από αυτή του σημείου μονίμου μαρασμού. Άλλοι εδαφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αμμωνιοποίησης είναι το pH, η αλατότητα, η υφή και η ύπαρξη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (Αλιφραγκής, 2008).

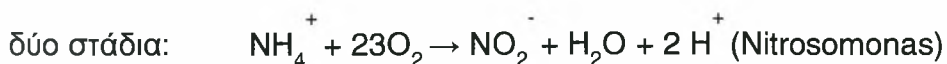
Για την αποσύνθεση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων του εδάφους και επομένως για την αμμωνιοποίηση, μεγάλης σημασίας είναι η σχέση C/N των αζωτούχων ενώσεων.

Το σώμα των μικροοργανισμών αποτελείται από άνθρακα και άζωτο που βρίσκονται σε ορισμένη σχέση μεταξύ τους. Απαραίτητο, λοιπόν, είναι να βρίσκεται ικανή ποσότητα αζώτου στο περιβάλλον, που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να ενσωματωθεί από τους μικροοργανισμούς. Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι η οργανική ουσία που προστίθεται στο έδαφος οφείλει να περιέχει N 1,7% δηλαδή να έχει σχέση C/N=20-25/1. Φυτικά υπολείμματα που περιέχουν N πάνω από 1,7% εμπλουτίζουν το έδαφος σε άζωτο. Αντίθετα φυτικά υπολείμματα που περιέχουν N κάτω του 1,7% (ως άχυρο 0,5%) αδυνατούν τον αγρό σε N, γιατί αναγκάζουν τους μικροοργανισμούς να χρησιμοποιήσουν υδατοδιαλυτές αζωτούχες ενώσεις, οι οποίες είναι χρήσιμες στην καλλιέργεια. Σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει να υπολογίζεται το άζωτο που θα χρησιμοποιήσει η μικροπανίδα του εδάφους και να προστεθεί ως λίπασμα για ικανοποίηση των αναγκών των μικροοργανισμών (Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

➤ Νιτροποίηση

Ο σχηματισμός της αμμωνίας αποτελεί το τέλος της αμμωνιοποίησης, ενώ η οξείδωση της αποτελεί τη νιτροποίηση. Τα νιτροποιητικά βακτήρια παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον, γιατί είναι σε θέση να μετατρέπουν το αμμωνιακό άζωτο σε νιτρικό.

Η νιτροποίηση αναφέρεται στη βιολογική οξείδωση του αμμωνίου σε νιτρικό ιόν, η οποία πραγματοποιείται με τη δράση χημοαυτότροφων βακτηρίων σε



Τα νιτροποιητικά βακτήρια είναι αυστηρά αυτότροφα και αυστηρά αερόβια. Η νιτροποίηση αγγίζει το μέγιστο στο 60% της υγρασίας κορεσμού, γίνεται

ασήμαντη στο 80% και είναι ανύπαρκτη στο 90% αυτής, εξαιτίας του απολύτως απαραίτητου οξυγόνου. Οι μικροοργανισμοί της νιτροποίησης είναι ευαίσθητοι σε μυκητοκτόνα. Η προσθήκη μυκητοκτόνων στο έδαφος προκαλεί συσσώρευση αμμωνιακών αλάτων με πιθανό αποτέλεσμα τα φυτά να υποφέρουν από έλλειψη αζώτου. Στις περιπτώσεις αυτές συνίσταται η προσθήκη νιτρικών λιπασμάτων (Μουρκίδης 1982).

Το άθροισμα των ιόντων NH_4^+ και NO_3^- αποτελεί την ολική ποσότητα του ανόργανου N στα γεωργικά εδάφη, με σημαντική υπεροχή του NO_3^- , εκτός αν επικρατούν συνθήκες που παρεμποδίζουν τη νιτροποίηση, η συνηθέστερη των οποίων είναι το όξινο pH (Αναλογίδης, 2000).

Αν και η νιτροποίηση είναι μία αβλαβής διεργασία για τα φυσικά οικοσυστήματα με μικρές εισροές N, η συμβολή της στις απώλειες N από τα γεωργικά εδάφη είναι σημαντικές. Ο όγκος του αζώτου που χάνεται μέσω της διήθησης και της απονιτροποίησης των NO_3^- είναι αποτέλεσμα της νιτροποίησης, η οποία πρέπει να αναγνωριστεί ως η κύρια αιτία ρύπανσης των αγροσυστημάτων και η κύρια αιτία μικρής ικανότητας αξιοποίησης αζώτου στις καλλιέργειες (Šimek et al., 2001).

Επιπλέον, σε εδάφη που λιπαίνονται συστηματικά, η νιτροποίηση μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της γονιμότητας των εδαφών σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα με την πάροδο των ετών, μέσω της παραγωγής H^+ κατά την οξείδωση του NH_4^+ (μείωση του pH). Η φωσφορική λίπανση δεν επιδρά πάνω στη νιτροποίηση, ενώ η καλιούχος επιδρά αρνητικά.

Το άριστο εύρος της νιτροποίησης βρίσκεται μεταξύ 25 και 35°C, έτσι η νιτροποίηση πρακτικά σταματά τελείως σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 45°C, ενώ στους 10°C ο ρυθμός νιτροποίησης είναι το 18-20% του μέγιστου. Αυτό σημαίνει ότι τα αμμωνιακά λιπάσματα που εφαρμόζονται στο τέλος του φθινοπώρου μπορούν να μείνουν ως έχουν, μη οξειδωμένα, χωρίς σημαντικές απώλειες από έκπλυση, μέχρι τα μέσα ή τα τέλη της άνοιξης, οπότε η θερμοκρασία αρχίζει να ανεβαίνει (http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1143/1/Nimertis_Georgila.pdf).

➤ Απονιτροποίηση

Μέρος του νιτρικού αζώτου που παράγεται από τη νιτροποίηση ή προστίθεται στο έδαφος με τα ανόργανα λιπάσματα χάνεται στην ατμόσφαιρα μέσω της απονιτροποίησης. Η χημική απονιτροποίηση εντοπίζεται σε ορισμένα όξινα εδάφη (pH<5.5) και είναι περιορισμένης σημασίας για τα γεωργικά εδάφη, όπου κυριαρχεί η βιολογική απονιτροποίηση (Sánchez et al., 2001).

Η βιολογική απονιτροποίηση πραγματοποιείται με τη δράση χημοετερότροφων βακτηρίων, με τελικά προϊόντα τα αέρια N_2O και N_2 , τα οποία διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα. Εκτιμάται ότι οι απώλειες αζώτου λόγω απονιτροποίησης μπορούν να κυμαίνονται από 2,5-50 % του προστιθέμενου N, ανάλογα με τις συνθήκες και την καλλιέργεια (Šimek et al., 2001).

Το άριστο θερμοκρασιακό εύρος της απονιτροποίησης βρίσκεται μεταξύ 25 και 37°C. Κάτω από τους 10°C, η απονιτροποίηση είναι αργή, ενώ κάτω από τους 5°C η διαδικασία σταματά. Αυτό σημαίνει ότι το φαινόμενο εκδηλώνεται μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα μετά από έντονη βροχόπτωση. Υπολογίστηκε πως ένα έδαφος με υπερβολική υγρασία, που σε θερμοκρασία κάτω των 10°C χάνει μέσω της απονιτροποίησης 500γρ N/στρ./έτος, στους 25°C χάνει 2-3 kg N/στρ./έτος.

Η υπερβολική υγρασία ευνοεί την απονιτροποίηση, μέσω της έλλειψης οξυγόνου που δημιουργεί. Όσο περισσότερη είναι η εδαφική υγρασία (κακή στράγγιση), τόσο ο αερισμός γίνεται ελλειμματικότερος. Έτσι, το γρήγορο λιώσιμο του χιονιού την άνοιξη μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες απονιτροποίησης. Η απονιτροποίηση έχει μέγιστη ένταση σε συνθήκες κορεσμού του εδάφους με νερό και πρακτικά δεν εκδηλώνεται σε υγρασία κάτω από το 80% της υγρασίας κορεσμού. Πρακτικά υπολογίζεται ότι για κάθε 25mm βροχής, που πέφτει στο διάστημα ενός μήνα μετά την ανοιξιάτικη εφαρμογή λιπασμάτων, χάνεται περίπου το 8% του χορηγηθέντος αζώτου. Η απονιτροποίηση αποτελεί σημαντική αιτία της αναποτελεσματικότητας των νιτρικών μορφών αζώτου στους ορυζώνες.

1.7.2.3 Εξαέρωση αμμωνίας

Μία εξίσου σημαντική, ίσως και η κυριότερη, οδός διαφυγής του N προς την ατμόσφαιρα είναι η εξαέρωση της αμμωνίας, η οποία λαμβάνει μεγάλη έκταση

σε αλκαλικά και ασβεστούχα εδάφη, κατά την αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ή μετά την επιφανειακή εφαρμογή (ή ρηχή ενσωμάτωση) αμμωνιακών λιπασμάτων, ουρίας ή κοπριάς. Το N μπορεί να χαθεί από το έδαφος με εξαέρωση, υπό μορφή NH_3 . Το ποσοστό του N που χάνεται από τα λιπάσματα λόγω της εξαέρωσης της NH_3 μπορεί να φτάσει έως και >50 %, ανάλογα τον τύπο του λιπάσματος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις ιδιότητες του εδάφους (Sommer et al., 2004, http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1143/1/Nimertis_Georgila.pdf).

Αν το pH του εδάφους είναι πάνω από 8 και η θειική αμμωνία ριφθεί επιφανειακά οι απώλειες μπορούν να φθάσουν τα 15-25% του αζώτου που προστίθεται ή ακόμη πιο πολύ. Ουρία που προστίθεται στο έδαφος, ανεξαρτήτως pH, παρουσιάζει πάντοτε σοβαρές απώλειες λόγω σχηματισμού αερίου αμμωνίας (Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

Συνθήκες κατάλληλες για απώλεια N υπό μορφή NH_3 είναι:

- 1) Η υψηλή συγκέντρωση NH_4^+ στο νερό, στο κορεσμένο έδαφος
- 2) Το υψηλό pH του νερού
- 3) Η υψηλή θερμοκρασία, και
- 4) Η μεγάλη ταχύτητα του ανέμου (Θεριός 1996).

1.7.2.4 Έκπλυση αζώτου

Τα 50-70% των αζωτούχων λιπασμάτων χρησιμοποιούνται από τα φυτά. Το άζωτο εκπλύνεται εύκολα από εδάφη που δεν καλλιεργούνται, όπως και από αμμώδη εδάφη με το νερό της βροχής και της άρδευσης. Αυτό συμβαίνει γιατί το νιτρικό ιόν είναι αρνητικά φορτισμένο και τα ηλεκτροαρνητικά κολλοειδή του εδάφους δεν το συγκρατούν. Η έκπλυση των νιτρικών μπορεί να μειώσει σε πολύ σημαντικό βαθμό την αποτελεσματικότητα της αζωτολίπανσης και να μολύνει το υπεδάφειο νερό.

Οι απώλειες μπορούν να ελαττωθούν σημαντικά με την εκλογή του κατάλληλου χρόνου και τρόπου της λιπάνσεως. Το είδος του λιπάσματος μπορεί επίσης να ελαττώσει τις απώλειες. Τα νιτρικά λιπάσματα εκπλύνονται εύκολα, ενώ τα αμμωνιακά (θειικά, ουρία, κυαναμίδη) δεσμεύονται από τα

κολλοειδή του εδάφους και εκπλύνονται με αργό ρυθμό. Σε όξινα εδάφη τα αμμωνιακά δεν μπορούν να δεσμευθούν.(Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

Κατά το φθινόπωρο, που συνήθως έχουμε πολλές βροχές, δεν πρέπει να λιπάνουμε με νιτρικά λιπάσματα, αλλά με αμμωνιακά. Κατά την περίοδο όμως αυτή η θερμοκρασία του εδάφους θα πρέπει να παραμένει ικανοποιητικά χαμηλή, ώστε να μη γίνεται νιτροποίηση των αμμωνιακών λιπασμάτων και επομένως έκπλυση του αζώτου (Γ.Α. Μουρκίδης 1982).

1.7.3 Σημασία των θρεπτικών στοιχείων

Στο βαμβάκι ο λόγος του βάρους των καρυδιών προς το 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 δύο ομάδες. Έλλειψη των στοιχείων της πρώτης ομάδας (P, K, Ca, Mg, B, Zn) περιορίζει την καρποφορία σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι η 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 από τα στοιχεία της πρώτης ομάδας επηρεάζουν το δείκτη καρποφορίας με το ρόλο που διαδραματίζουν στον έλεγχο της ανακατανομής των υδατανθράκων από τα βλαστικά τμήματα προς τους καρπούς (καρύδια) (Παπακώστα-Τασσοπούλου 2002).

Πίνακας 1.1. Ποσότητες θρεπτικών (kg/στρέμμα) που παίρνουν τα φυτά βαμβακιού από το έδαφος κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης.

	ΣΤΑΔΙΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΣΤΑΔΙΟ ΧΤΕΝΙΟΥ	ΣΤΑΔΙΟ 1 ^ο ΚΑΡΥΔΙΟΥ	ΣΤΑΔΙΟ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	ΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ Kg
N	4,5	9,0	25,4	21,8	60,8
P₂O₅	0,9	2,3	10,4	14,1	27,7
K₂O	3,1	13,6	16,8	16,8	54,5

Πίνακας 1.2. % Ποσότητες θρεπτικών που προσλαμβάνονται από τα φυτά βαμβακιού κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης.

	ΣΤΑΔΙΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΣΤΑΔΙΟ ΧΤΕΝΙΟΥ	ΣΤΑΔΙΟ 1 _ο ΚΑΡΥΔΙΟΥ	ΣΤΑΔΙΟ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ
N	8%	14%	42%	36%
P₂O₅	3%	8%	38%	51%
K₂O	6%	25%	38%	31%

(Πηγή: Σετάτου και Σιμώνης 1991)

➤ **Άζωτο**

Αποτελεί το πιο σημαντικό θρεπτικό στοιχείο για το βαμβάκι. Το άζωτο βοηθά:

- ✓ στην καλύτερη βλαστική ανάπτυξη των φυτών,
- ✓ στην παραγωγή περισσότερων συμποδίων, ανθέων και καρυδιών,
- ✓ αυξάνει το βάρος του καρυδιού και του σπόρου καθώς
- ✓ και την εκατοστιαία αναλογία ινών.
- ✓ Είναι βασικό συστατικό των πρωτεϊνών, που διαδραματίζουν σημαντικότατο ρόλο στις διαδικασίες της αναπνοής και φωτοσύνθεσης (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Ο χρόνος των αυξημένων αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία εντοπίζεται μεταξύ της άνθισης και της ωρίμανσης των καρυδιών. Στη διάρκεια των 40 ημερών από την 72^η ως την 112^η ημέρα μετά το φύτευμα παράγεται το 75% της συνολικής ξηράς ουσίας (Halevy, 1976).

Γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε πως οι μέσες ημερήσιες ανάγκες σε άζωτο ενός στρέμματος βαμβακιού, στη μέση της ανθοφορίας, είναι δεκαπλάσιες έως δεκαπενταπλάσιες από τις μέσες ημερήσιες ανάγκες αυτού έως την έναρξη της καρποφορίας (Γεωργική τεχνολογία, 2000).

Συμπτώματα έλλειψης αζώτου

Επειδή το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό του φυτού η έλλειψη προκαλεί:

- ❖ Καχεξία και μείωση του ύψους των φυτών.
- ❖ Τα φύλλα γίνονται στην αρχή κίτρινα και αργότερα καθώς ακολουθεί πρόωρη γήρανση και γίνονται κοκκινωπά.
- ❖ Το στέλεχος των φυτών είναι αδύνατο και καθώς τα φυτά δεν αναπτύσσουν πλάγια διακλάδωση έχουν σχήμα σαν 'οδοντογλυφίδα'.
- ❖ Η συγκράτηση χτενιών μειώνεται και συχνά παρατηρούμε στο έδαφος μεγάλους αριθμούς νεαρών χτενιών (Καλλιεργητής βαμβακιού, 2004).

Ο εμπλουτισμός της καλλιέργειας με N θα πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο εξαιτίας της ποσότητας αζώτου που απορροφούν τα φυτά, της ποσότητας αζώτου που χάνεται λόγω της έκπλυσης και της ποσότητας που μπορεί να απομακρύνεται από τα βακτήρια του εδάφους.

Υπερβολική ποσότητα αζώτου:

- ⬇ ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη σε βάρος της καρποφορίας,
- ⬇ αυξάνει το δείκτη φυλλικής επιφάνειας, την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη και την ένταση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών,
- ⬇ καθυστερεί την ωρίμανση,
- ⬇ προκαλεί ανθόρροια, καρπόρροια και σάπισμα των καρυδιών, κυρίως λόγω της σκίασης του κατώτερου φυλλώματος και αυξημένης σχετικής υγρασίας της φυτείας,
- ⬇ δημιουργεί υδαρείς ιστούς και τα φυτά γίνονται ευαίσθητα σε προσβολές από ασθένειες (π.χ αδρομυκώσεις) και σε έντομα (π.χ πράσινο σκουλήκι, αλευρώδη),
- ⬇ μειώνεται η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι, ενώ το αντίθετο παρατηρείται με την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Οι απαιτούμενες λιπαντικές μονάδες εξαρτώνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, το ύψος της παραγωγής και την ακολουθία της αμειψισποράς. Ο ακριβής προσδιορισμός των αναγκών μιας καλλιέργειας δεν είναι εύκολος κυρίως γιατί οι χημικές μεταβολές που ίσως υποβληθεί το άζωτο

επηρεάσουν την συγκράτηση και την κινητικότητα του στο έδαφος καθώς και την διαθεσιμότητα του στα φυτά. Η μεγάλη βλαστική περίοδος, η πρώιμη φυτεία και η ύπαρξη ικανοποιητικής ποσότητας νερού για άρδευση αξιοποιούν περισσότερες λιπαντικές μονάδες N ενώ σε περιπτώσεις ξηρικής καλλιέργειας ή ανεπαρκούς αρδεύσεως, η αζωτούχος λίπανση πρέπει να είναι πολύ συντηρητική (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Η εμπειρία στην Ελλάδα προτείνει από 12 έως και 16 μονάδες αζώτου. Στη Θεσσαλία και με το σύστημα της υδρολίπανσης μεγάλες αποδόσεις, έως και 500 κιλά, λαμβάνονται με 12 μονάδες αζώτου σωστά κατανεμημένο (Καλλιεργητής βαμβακιού, 2004).

Στην Αμερική χρησιμοποιούνται κατά μέσο όρο γύρω στις 10-12 μονάδες αζώτου. Στην Ισπανία έως και 22 μονάδες αζώτου. Στην Τουρκία στην περιοχή του Αιγαίου έως 17 μονάδες ενώ στην νοτιοανατολική περιοχή όπου και ποτίζουν πολλές φορές εφαρμόζουν 20 μονάδες.

Το βαμβάκι χρειάζεται και νιτρικό και αμμωνιακό άζωτο. Το αμμωνιακό άζωτο συντελεί στην αυξημένη πρόσληψη του φωσφόρου, αυξάνοντας έτσι τη συμμετοχή του στο μεταβολισμό του βαμβακιού. Αυτή η θετική επίδραση της αμμωνιακής μορφής του αζώτου στο μεταβολισμό αζώτου-φωσφόρου συνοδεύεται από αυξημένες αποδόσεις. Έχει διαπιστωθεί επίσης η θετική επίδραση των λιπασμάτων με επιβραδυντή νιτροποίησης, στο μεταβολισμό του αζώτου στα φυτά. Η σχέση του πρωτεϊνικού και μη πρωτεϊνικού αζώτου, που χαρακτηρίζει την ένταση των διαδικασιών σύνθεσης στο φυτό αλλάζει ευνοϊκά όταν γίνεται χρήση λιπασμάτων επιβραδυμένης νιτροποίησης. Η αύξηση των πρωτεϊνικών ενώσεων του αζώτου γίνεται στο φόντο της αύξησης των ολικών αζωτοενώσεων. Σε επίπεδα ορθής φωσφοροκαλιούχου λίπανσης τα αποτελέσματα είναι πολύ καλύτερα. Έτσι η ένταση αυτή των διαδικασιών σύνθεσης στο βαμβάκι οδηγεί στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων (Γεωργική Τεχνολογία 2000).

Τύποι λιπασμάτων

Οι τύποι λιπασμάτων που περιέχουν νιτρικό άζωτο είναι άμεσα διαθέσιμο στο φυτό. Το αντίθετο συμβαίνει με τους τύπους που περιέχουν αμμωνιακό.

Πίνακας 1.3. Οι κυριότεροι τύποι λιπασμάτων.

ΤΥΠΟΣ	% αζώτου (μονάδες)
ΟΥΡΙΑ	46
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	33
ΘΕΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	21
ΥΓΡΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	20
ΚΟΠΡΙΑ ΠΟΩΤΡΙΚΩΝ	5-6
ΚΟΠΡΙΑ ΒΟΟΕΙΔΩΝ	0,7-2

Το βαμβάκι συνήθως εκμεταλλεύεται μόνο το 30-40% των λιπασμάτων. Η ποσότητα των λιπασμάτων εξαρτώνται από την αναμενόμενη απόδοση.

Πειράματα του Εργαστηρίου Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έδειξαν ότι η υδρολίπανση αυξάνει την αποτελεσματικότητα του αζώτου, όπως επίσης μειώνοντας την αζωτούχο λίπανση από 24 μονάδες (συνήθης λίπανση μέχρι πρόσφατα στην Θεσσαλία) σε 12 μονάδες για την Θεσσαλία και από 14 σε 7 μονάδες για την Μακεδονία, όχι μόνο δεν μείωσε την απόδοση του βαμβακιού, αλλά πρωίμισε και την παραγωγή (Gertsis A., et al. 1997).

Η διαφυλλική εφαρμογή με ουρία είναι μια ακόμη αποτελεσματική μέθοδος για την πρόσληψη μικρών ποσοτήτων από τα φυτά. Πειράματα έδειξαν ότι ένα φύλλο μπορεί να απορροφήσει το 30% της διαφυλλικής εφαρμογής με ουρία μέσα σε 1 ώρα, και το 70% της εφαρμογής μέσα σε διάστημα 24 ωρών (Stewart M., 1998).

Σήμερα, σύμφωνα με τους Κώδικες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, επιβάλλεται η κλασματική λίπανση, ώστε να αποφεύγεται η νιτρορύπανση και να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του αζώτου (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

➤ **Φώσφορος**

Ο φώσφορος πρωιμίζει την παραγωγή και ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ενώ η επίδραση του στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας και του σπόρου δεν είναι σημαντική (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Το επίπεδο του ολικού P της ξηρής ουσίας στα φύλλα προσδιορίζεται στους μίσχους κατά τα στάδια ανάπτυξης και έχει τα εξής όρια:

- Αρχική άνθιση 1,5 - 2,0
- Μέγιστη άνθιση 1,2 - 1,5
- Άνοιγμα πρώτου καρυδιού 1,0 - 1,2
- Ωρίμανση 0,8 - 1,0

(Κουκουλάκης, Πασχαλίδης και Λίγκος 1994).

Σύμφωνα με τον Halevy (1976), για την παραγωγή 100Kg ίνας απαιτείται πρόσληψη 26,5Kg P, ενώ η απομάκρυνση είναι 11,8Kg (συγκομιδή). Η δε πρόσληψη του δεν διαφέρει πολύ από αυτή του N και K, μόνο που μετά την 112^η μέρα από το φύτευμα ο P συνεχίζει να συσσωρεύεται με βαθμό υψηλότερο από τον αντίστοιχο των N και K. Οι συμβουλευτικές σχέσεις N:P της ελληνικής βιβλιογραφίας είναι κοντά στο 2:1.

Τα σύνθετα κοκκώδη λιπάσματα (N, P και N, P,K) αυξάνουν την αποτελεσματικότητα του φωσφόρου. Η πρόσληψη του φωσφόρου κατά τη θρέψη με αμμωνιακής μορφής άζωτο, αυξάνεται 1,5-2 φορές, σε σύγκριση με τη νιτρική μορφή (Βαμβάκι 2000).

Σε πειράματα όπου μελετήθηκε η εποχή τοποθέτησης του φωσφορικού λιπάσματος, προέκυψε ότι η εφαρμογή της φωσφορικής λίπανσης το φθινόπωρο αντί της άνοιξης δεν πλεονεκτεί. Το βαμβάκι αντιδρά θετικά σε διαφυλλικές εφαρμογές φωσφόρου στην αρχή της ανθοφορίας (Σετάτου 1995 και Βαμβάκι 2000).

Συμπτώματα ελλείψεως P

Έλλειψη φωσφόρου στην αρχή της βλαστικής περιόδου του βαμβακιού έχει αρνητικές συνέπειες που δύσκολα ξεπερνιούνται αργότερα. Κάποια συμπτώματα είναι όπως:

- Φυτά καχεκτικά, τα οποία δεν φθάνουν στο επιθυμητό ύψος (νανισμός)
- Τα φύλλα παίρνουν βαθυπράσινο χρώμα και αργότερα στην περιφέρειά τους παρουσιάζονται κηλίδες με χρώμα σκουριάς
- Μικρά φύλλα.
- Οψίμιση της καρποφορίας και της ωρίμανσης.
- Μείωση μήκους ίνας.
- Μείωση βάρους σπόρων.

- Μείωση ελαίου στο σπόρο (Καλλιεργητής βαμβακιού, 2004).

Συνήθως χρησιμοποιούνται 3-4 kgP/στρ., σπάνια δε και μεγαλύτερες δόσεις. Η εφαρμογή γίνεται την εποχή σποράς. Η τοποθέτηση του φωσφορικού λιπάσματος κατά θέσεις σε μικρό βάθος κοντά στο σπόρο συνεπάγεται πληρέστερη αξιοποίηση (Σφήκας 1988).

➤ **Κάλιο**

Η επάρκεια καλίου:

- ✓ εξασφαλίζει την αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση του αζώτου από το φυτό και οδηγεί στην αύξηση των αποδόσεων,
- ✓ αυξάνει την περιεκτικότητα σε λάδι του βαμβακόσπορου,
- ✓ αυξάνει το βάρος των σπόρων,
- ✓ έχει ευεργετικές συνέπειες στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βαμβακιού, στην ομοιομορφία και ωρίμανση των ινών, καθώς και στην αύξηση της εκατοστιαίας τους αναλογίας
- ✓ βοηθά στον εφοδιασμό του φυτού με νερό
- ✓ προσφέρει καλύτερη αντίσταση του βαμβακιού στις χαμηλές θερμοκρασίες και
- ✓ καθιστά το βαμβακόφυτο περισσότερο ανθεκτικό στις αδρομυκώσεις, αλλά κι στις εντομολογικές προσβολές (Βαμβάκι 2000).

Οι κάψες καταναλώνουν υψηλές ποσότητες καλίου κατά την αρχική φάση ανάπτυξης. Εάν η ικανότητα του εδάφους να εφοδιάσει με κάλιο δεν είναι επαρκής, τότε οι κάψες θα 'τραβήξουν' κάλιο από παρακείμενα φύλλα οδηγώντας τα σε εξασθένηση και γηρασμό. Διαφυλλική εφαρμογή καλίου μπορεί να καθυστερήσει την γήρανση των φύλλων κατά 7-10 ημέρες εξασφαλίζοντας έτσι πρόσθετη παραγωγή νήματος περί τις 140-250lb (Hake 1994).

Με έλλειψη Κ τα φυτά δεν μεγαλώνουν ικανοποιητικά ή δεν αποκτούν το κανονικό πράσινο χρώμα, γίνονται πιο ευάλωτα σε ασθένειες και την υδατική καταπόνηση, μειώνεται η ποιότητα της ίνας και η απόδοση. Τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν μεσونهύριες χλωρώσεις (λευκοκίτρινες κηλίδες), που

στην συνέχεια νεκρώνονται και τα φύλλα πέφτουν πρόωρα. Η προσθήκη νατρίου ως θρεπτικού συστατικού φαίνεται ότι μειώνει τα συμπτώματα Κ στο φυτό και αυξάνει την παραγωγή. Αντιθέτως, η χρήση αυξημένων ποσοτήτων ασβεστίου μπορεί να προκαλέσει έλλειψη Κ στην καλλιέργεια (Χριστίδης 1965).

Στην Ελλάδα μέχρι πρόσφατα δεν χρησιμοποιούσαν καλιούχα λιπάσματα στο βαμβάκι γιατί θεωρούσαν ότι τα εδάφη είναι επαρκώς εφοδιασμένα με Κ. Ωστόσο, ύστερα από την εξαντλητική εκμετάλλευση των εδαφών, διαρκώς αυξάνονται οι περιπτώσεις που διαπιστώνεται έλλειψη Κ και η προσθήκη του έχει ευεργετική επίδραση στην απόδοση, την κανονική ωρίμανση, την καλή ποιότητα ίνας και σπόρου και στην αντίδραση του φυτού στη βερτισιλλίωση (Γαλανοπούλου- Σενδούκα 2002).

Καλιούχος λίπανση συνιστάται όπου το ανταλλάξιμο Κ είναι κάτω από 23kg/στρ. Και γίνεται συνήθως στην ποσότητα των 2-4 kg Κ. Η εφαρμογή της λιπάνσεως γίνεται κατά κανόνα λίγο πριν ή μαζί με τη σπορά (Σφήκας 1988).

Υπόλοιπα στοιχεία

➤ Ασβέστιο

Το βαμβάκι χρειάζεται πολύ ασβέστιο καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης θεωρείται απολύτως απαραίτητο στοιχείο, γιατί αυξάνει τη ζωηρότητα των φυταρίων και προφυλάσσει την καλλιέργεια από ασθένειες, κυρίως τήξεις. Στην ωρίμανση το στοιχείο αυτό παραμένει στα φύλλα, μικρή ποσότητα μεταφέρεται στα καρύδια και έτσι ξαναγουρίζει στο έδαφος. Για το λόγο αυτό το βαμβάκι αντιδρά σπάνια σε λίπανση με ασβέστιο. Επίσης ευνοϊκή είναι η επίδραση του ασβεστίου στην αύξηση του pH του εδάφους και την ευκολότερη πρόσληψη από το φυτό άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως π.χ. φωσφόρου. Σε όξινα εδάφη είναι απαραίτητη η προσθήκη Ca σε ποσότητες πολύ μεγαλύτερες από όσες χρειάζεται ως θρεπτικό στοιχείο (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

➤ Μαγνήσιο

Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα ελλείψεως Mg στο βαμβάκι είναι η εμφάνιση φύλλων με κοκκινωπή απόχρωση και πράσινη κύρια νεύρωση, που οδηγούν σε πρόωρη πτώση των κατώτερων φύλλων. Έλλειψη μαγνησίου είναι πιθανότερη σε όξινα εδάφη (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Σύμφωνα με τον Basset et al. (1970), όπως αναφέρεται από τους Κουκουλάκη, Πασχαλίδη και Λίγκο (1994), το βαμβάκι προσλαμβάνει το Mg σε ποσότητες που κυμαίνονται από 3,0 έως 6,5Kg Mg/100Kg ίνας, ενώ η ποσότητα που απομακρύνεται είναι 0,9Kg Mg/100Kg ίνας (συγκομιδή) (Τσαμπικούνης 1997).

➤ Θείο

Σε εδάφη που είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με θείο τα νεαρά φύλλα της κορυφής γίνονται κιτρινωπά, όπως τα κατώτερα φύλλα στην περίπτωση έλλειψης αζώτου. Το θείο απομακρύνεται από το έδαφος σε μικρές ποσότητες και εφόσον τα λιπάσματα περιέχουν το στοιχείο, δεν απαιτείται ιδιαίτερη προσθήκη (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

➤ Νάτριο

Φαίνεται να υποκαθιστά το K όταν λείπει(καθώς και το Ca), γι' αυτό βρίσκεται στο βαμβάκι σε υπολογίσιμη ποσότητα. Μεγάλες ποσότητες Na εξ άλλου είναι επιβλαβής στα φυτά του βαμβακιού (Σφήκας 1988).

➤ Βόριο

Διευκολύνει την ανθοφορία, αυξάνει την απόδοση και καθιστά τα φυτά ανθεκτικά στα άλατα. Συνιστάται ψεκασμός σε αναλογία 10 ppm B, όταν διαπιστωθεί έλλειψη (Σφήκας 1988).

Τα συμπτώματα ελλείψεως B εμφανίζονται αρχικά στην κορυφή του φυτού, όπου ο ακραίο οφθαλμός νεκρώνεται, δημιουργείται διχασμός της κορυφής και τα φυτά παραμένουν νάνα με δύο ή περισσότερες κορυφές. Τα νεαρά φύλλα αποκτούν κιτρινοπράσινη απόχρωση, τα χτένια είναι χλωρωτικά και

τελικά πέφτουν. Συνθήκες ξηρασίας και pH εδάφους μεγαλύτερο από 6,5 ενισχύουν την εμφάνιση τροφοπενίας Β (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

➤ Σίδηρος

Έλλειψη σιδήρου, η οποία δημιουργεί χλώρωση αρχικά των φύλλων της κορυφής, η οποία στη συνέχεια επεκτείνεται και στα υπόλοιπα, παρατηρείται σπάνια στο βαμβάκι. Παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας σε εδάφη με υψηλό Ph, υψηλή περιεκτικότητα ανθρακικού ασβεστίου και ανεπαρκή στράγγιση και αερισμό (Κουκουλάκης κ.ά. 1994).

➤ Μαγγάνιο

Τα πρώτα συμπτώματα από έλλειψη Mn παρουσιάζονται στα νεαρά φύλλα ή τα φύλλα της κορυφής, που αποκτούν κιτρινογκρί ή κοκκινογκρί απόχρωση, ενώ οι νευρώσεις τους διατηρούν το πράσινο χρώμα. Περίσσεια Mn είναι τοξική για το φυτό, με πρώτο σύμπτωμα την εμφάνιση ανώμαλων φύλλων με συστροφές και ζαρωμένα, με κηλίδες χλωρωτικές και αργότερα νεκρωτικές. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται προσθήκη ασβεστίου (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Τιμές από 27-216ppm δείχνουν φυτά επαρκώς εφοδιασμένα σε Mn και τιμές κάτω από 20ppm υποδηλώνουν πιθανή τροφοπενία (Τσαμπικούνης 1997).

Από πειράματα στην Κωπαΐδα (Καλλίνη και συν. 1981), βρέθηκε ότι αποτελεσματικότερη για την διόρθωση της τροφοπενίας Mn είναι η διαφυλλική εφαρμογή 150gr/στρ $MnSO_4$. Στα ίδια πειράματα τα φυτά δεν αντέδρασαν σε προσθήκη χηλικού Mn. Η πλέον κατάλληλη στιγμή είναι της ανθικής καταβολής (χτένια) και ένας ψεκασμός στο στάδιο αυτό αρκεί για να εξουδετερώσει την έλλειψη (Τσαμπικούνης 1997).

➤ Ψευδάργυρος

Έλλειψη ψευδαργύρου παρουσιάζεται σπάνια στα βαμβακόφυτα. Όταν υπάρχει παρουσιάζεται χαρακτηριστική μεσονεύρια χλώρωση και μπρούτζινη απόχρωση των κατώτερων φύλλων, που γίνονται εύθραυστα με χαρακτηριστική συστροφή της κορυφής. Τα φυτά επίσης οψιμίζουν (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002).

Σύμφωνα με τους Κουκουλάκη, Πασχαλίδη και Λίγκο (1994), από αναλύσεις κάποιων εδαφών η συγκέντρωση Zn είναι μικρότερη από 1ppm (ανεπαρκώς εφοδιασμένα εδάφη). Σε αυτές τις περιπτώσεις συνίσταται η προσθήκη 1-2kg Zn/στρ υπό μορφή θειικού Zn ή άλλου κατάλληλου σκευάσματος.

Τα δευτερεύοντα λιπαντικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, στις περιπτώσεις τροφοπενιών, προστίθενται είτε με ιδιές μορφές βασικής λίπανσης, είτε με διαφυλλική λίπανση η οποία κατά κανόνα συνδυάζεται και με χρήση φυτοφαρμάκων (Χριστίδης 1965, Σφήκας 1988). Ακόμη όμως και για ιχνοστοιχεία θα πρέπει να διαπιστωθεί η συγκεκριμένη τροφοπενία με βάση τη φυλλοδιαγνωστική, ώστε να αποφευχθούν οι άχρηστοι ψεκασμοί και επιπλέον ανισόρροπη αύξηση του φυτού (Γαλανοπούλου-Σενδούκα 2002)..

1.7.4 Χρόνος και τρόπος εφαρμογής της λίπανσης

Η εφαρμογή των λιπασμάτων μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- ✚ Διάσπαρτα, όταν το λίπασμα σκορπίζεται σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού, με λιπασματοδιανομέα,
- ✚ Γραμμικά, όταν τοποθετείται κάτω και δίπλα από την γραμμή σποράς, κατά τη σπορά
- ✚ Εντοπισμένα, όταν τοποθετείται κάτω και δίπλα από την γραμμή σποράς ή μέσα από τη στάγδην άρδευση.

Η λίπανση ανάλογα με τον χρόνο και τρόπο εφαρμογής της διακρίνεται σε:

- ❖ Βασική, όταν εφαρμόζεται πριν ή κατά τη σπορά. Χρησιμοποιούνται δυσδιάλυτα λιπάσματα, όπως είναι τα φωσφορικά, καλιούχα και οργανικά,
- ❖ Επιφανειακά, όταν εφαρμόζεται μετά τη σπορά. Χρησιμοποιούνται ευδιάλυτα λιπάσματα, όπως η νιτρική αμμωνία, το νιτρικό κάλιο κλπ.,
- ❖ Διαφυλλική, όταν εφαρμόζεται πάνω στα φύλλα. Χρησιμοποιούνται υδατοδιαλυτά λιπάσματα (κυρίως ιχνοστοιχεία) (Οργανισμός Βάμβακος 1995).

Η σχέση μεταξύ βασικής και επιφανειακής λίπανσης είναι 1:1 ή 3:1, ανάλογα με την περιοχή. Ολόκληρη η ποσότητα του φωσφόρου και του καλίου πρέπει να εφαρμόζεται ως βασική λίπανση. Διαφυλλική λίπανση με τα κύρια θρεπτικά στοιχεία N, P, και K δεν συνιστάται, καθόσον είναι ελάχιστα αποτελεσματική και έχει πολύ μεγάλο κόστος σε σχέση με τη λίπανση στο έδαφος. Η χρησιμοποίηση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης λόγω μικρής διαλυτότητας στο έδαφος ή λόγω περιβλήματος του λιπάσματος που εμποδίζει τη διαλυτότητα) αυξάνει την αποτελεσματικότητά τους.

Πίνακας 1.4. Συνιστώμενες ποσότητες λιπαντικών στοιχείων και χρόνος εφαρμογής τους ανάλογα με το μήκος της βλαστικής περιόδου των διαφόρων περιοχών (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Βλαστική περίοδος (περιοχές)	Λιπαντικά στοιχεία	Ποσότητες kg/στρ.	Χρόνος εφαρμογής
Μικρή (Θράκη)	N	8-10	Βασική
	P ₂ O ₅	4-5	Βασική
Μέση (Κεντρική Μακεδονία)	N	10-12	Βασική ή
	P ₂ O ₅	5-6	Βασική+Επιφανειακή Βασική
Μεγάλη (Θεσσαλ-Στερ. Ελλάδα)	N	14-16	Βασική+Επιφανειακή
	P ₂ O ₅	5-6	Βασική

1.8 Λιπάσματα της Compo Hellas

Στα πλαίσια της λίπανσης και της θρέψης των καλλιεργειών η ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια ήταν σχεδόν στάσιμη και μόνο ελάχιστες εταιρείες παγκοσμίως έριξαν το βάρος στην έρευνα και την καινοτομία. Οι περισσότερες εταιρείες του χώρου σε παγκόσμιο επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη το δυσχερές οικονομικό περιβάλλον, προχώρησαν σε τακτικές ομογενοποιήσεις των προϊόντων τους (με αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας λόγω της πίεσης των τιμών μεταξύ των ομοειδών ανταγωνιστικών), πράγμα που είχε σαν αποτέλεσμα την συνολική υποβάθμιση των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων. Το κενό αυτό σε μεγάλο βαθμό καλύπτεται σήμερα από την Compo η οποία θέτει καθημερινά ως στόχο την αναβάθμιση των προς χρήση λιπασμάτων σε κάθε καλλιέργεια, που όχι μόνο δεν επιβαρύνει το κόστος παραγωγής ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, αλλά αντίθετα αυξάνει την πρόσοδο της αγροτικής εκμετάλλευσης τόσο με την αύξηση της παραγωγής, όσο και με την αύξηση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.



Τα όπλα της Compo σε αυτή την κατεύθυνση είναι τα ειδικά και όχι κοινά προϊόντα της, που σε συνδυασμό με τη σωστή χρήση τους, η οποία επιτυγχάνεται και από τη συμβολή των ανθρώπων της στον τομέα της τεχνικής κάλυψης, επιτυγχάνουν τα επιζητούμενα αποτελέσματα.

Για την Compro η καινοτομία ήταν και είναι ο αδιαμφισβήτητος στόχος της. Την προώθηση των προϊόντων θρέψης – λίπανσης της Compro στη χώρα μας κάνει η COMPO Ελλάς Α.Ε.

Ο όρος **«ειδικά λιπάσματα»** σημαίνει:

α. Λιπάσματα με καλή κοκκομετρία:

Όλα τα λιπάσματα της COMPO έχουν άριστο κυκλικό σχήμα που διευκολύνει τη ροή και την καλή διασπορά με τον λιπασματοδιανομέα, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τη διαπιστωμένη εργαστηριακά και οπτικά κοκκομετρία που το 90% των κόκκων βρίσκεται μεταξύ 2-4 χιλιοστών. Επίσης κάθε κόκκος είναι επεξεργασμένος ώστε να μειώνονται ακόμα περισσότερο οι τριβές και να αυξάνεται η απορρόφηση της υγρασίας. Επίσης, οι κόκκοι είναι συμπαγείς και ομοιόμορφοι για να μη σπάζουν εύκολα και να μην δημιουργούν σκόνη.

β. Ομοιόμορφη κατανομή των θρεπτικών στοιχείων: Σημαίνει ότι κάθε κόκκος περιέχει όλα τα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία του λιπάσματος. Έτσι θα είναι ομοιόμορφη η κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο χωράφι κατά τη διασπορά του λιπάσματος.

γ. Άριστες πρώτες ύλες: Η ποιότητα των α' υλών σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα των στοιχείων τα μικρο και μακρο στοιχεία βρίσκονται σε διαθέσιμη προς τα φυτά μορφή και σε ισορροπημένη αναλογία. Παράγονται από άριστες πρώτες ύλες, γεγονός που αντικατοπτρίζεται από την υψηλή τους διαλυτότητα και απορρόφησή τους.

δ. Με μηχανισμούς διαχείρισης απωλειών και διάθεσης των θρεπτικών στοιχείων, όπως ο παρεμποδιστής νιτροποίησης DMPP στα Novatec, Novatec solub και στο σταθεροποιημένο μέρος του Duratec που μειώνει σημαντικά τις απώλειες αζώτου και αυξάνει την διάρκεια διαθεσιμότητας του και το περικαλυμμένο μέρος του λιπάσματος στα Duratec που περιορίζουν τις απώλειες και αυξάνουν έως και τρεις μήνες τη διάθεση όλων των θρεπτικών στοιχείων.

Τα προϊόντα θρέψης – λίπανσης της COMPO χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- τα κοκκώδη, στα οποία αναφερθήκαμε παραπάνω, όπως Complesal, Blaukorn, Enpeka, Novatec, Duratec, και
- τα υδατοδιαλυτά όπως Complesal Solub, Complesal Calcidic, Novatec Solub, ιχνοστοιχεία & υγρά που έχουν πια την αποδοχή των παραγωγών αγροτικών προϊόντων και γεωτεχνικών. Επίσης στην γκάμα της υπάρχουν και τα Basacote και Floranid κυρίως για τη λίπανση επιμέρους γεωργικών κλάδων όπως η ανθοκομία και τα φυτώρια καθώς και η κηποτεχνία.

Η COMPO με τα εξειδικευμένα και καινοτόμα προϊόντα θρέψης που διαθέτει, καλύπτει τις ανάγκες ενός ευρέος φάσματος της γεωργίας, λαχανοκομίας, δενδροκομίας, αμπελουργίας, κηποτεχνίας και αστικού πρασίνου. Η υψηλή ποιότητα και τεχνολογία των προϊόντων σε συνδυασμό με την άριστη τεχνογνωσία του ανθρώπινου δυναμικού της COMPO EXPERT αποτελούν εγγύηση επιτυχίας.

Η τεχνολογία των λιπασμάτων ελεγχόμενης αποδέσμευσης **Basacote** αναπτύχθηκε ειδικά για την παραγωγή κηποτεχνικών και ανθοκομικών φυτών, διασφαλίζοντας τη συνεχή τροφοδοσία τους με θρεπτικά στοιχεία για χρονικό διάστημα από 3 έως 12 μήνες.

Τα σταθεροποιημένα NPK κοκκώδη λιπάσματα **NovaTec** αποτελούν απαραίτητα προϊόντα θρέψης για τις φυτωριακές καλλιέργειες. Το σταθεροποιημένο άζωτο παραμένει στο έδαφος σε αμμωνιακή μορφή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι τα απλά λιπάσματα, διασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό την αποτελεσματική διαχείριση του αζώτου.

1.8.1 Η χρήση των λιπασμάτων Duratec

Τα Duratec είναι πλήρη κοκκώδη λιπάσματα με μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία και αποτελούν τον ιδανικό συνδυασμό δύο καταξιωμένων και πολύ πετυχημένων τεχνολογιών λιπασμάτων, των σταθεροποιημένων τεχνολογίας Novatec και των περικαλυμμένων τεχνολογίας Basacote Plus. Το άζωτο σε σταθεροποιημένη αμμωνιακή μορφή είναι παρεμποδιστής της νιτροποίησης επιβραδύνοντας έτσι την μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου από τους

μικροοργανισμούς του εδάφους σε νιτρικό με αποτέλεσμα το άζωτο να παραμένει για μεγαλύτερο διάστημα στο έδαφος, ενώ στην περικαλυμμένη μορφή των θρεπτικών ξεκινάει μόλις τελειώνει η δράση του σταθεροποιημένου αζώτου.

Τα συγκεκριμένα λιπάσματα είναι σύμμεικτα προϊόντα, όπου ένα πολύ μεγάλο μέρος των NPK κόκκων τους έχει σταθεροποιημένη μορφή με διάρκεια δράσης έως 3 μήνες εξασφαλίζοντας έτσι την συνεχή τροφοδοσία της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια του βιολογικού της κύκλου αλλά και απλό και επομένως άμεσα απορροφήσιμο νιτρικό άζωτο, φώσφορο, κάλιο, μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία. Το υπόλοιπο μέρος των NPK κόκκων βρίσκεται σε περικαλυμμένη μορφή, δηλαδή όλα τα στοιχεία βρίσκονται σε κατάσταση ελεγχόμενης αποδέσμευσης με διάρκεια δράσης 3 μήνες κατά μέσο όρο.

NovaTec® 



Basacote® Plus

DER MARATHON-DÜNGER



Duratec: Ο συνδυασμός 2 κορυφαίων τεχνολογιών

Τα λιπάσματα Duratec περιέχουν τρεις μορφές αζώτου:

- Απλή νιτρική και αμμωνιακή μορφή αζώτου

- Σταθεροποιημένο άζωτο
- Περικαλυμμένο άζωτο (και φώσφορο, κάλιο, ιχνοστοιχεία)

Οι περικαλυμμένοι κόκκοι εξασφαλίζουν:

- ✚ Ομαλή τροφοδοσία N (χωρίς απώλειες – εκπλύσεις)
- ✚ Ομαλή τροφοδοσία P (αποφεύγονται οι δεσμεύσεις)
- ✚ Ομαλή τροφοδοσία K
- ✚ Ομαλή τροφοδοσία ιχνοστοιχείων

Η δράση των περικαλυμμένων κόκκων εξαρτάται από την θερμοκρασία.

Λειτουργούν σε θερμοκρασίες πάνω από 8° C.

1.8.2 Διαθέσιμοι τύποι Duratec



❖ DuraTec Top 14

Κοκκώδες ημιπερικαλυμμένο NPK πλήρες λίπασμα που περιέχει σταθεροποιημένο αμμωνιακό άζωτο και ιχνοστοιχεία. Ισόρροπη αναλογία θρεπτικών στοιχείων, κατάλληλο για κάθε καλλιέργεια κυρίως ως βασική λίπανση. Σύνθεση: 14-7-14 +2+IXN.

❖ DuraTec Top 21

Κοκκώδες ημιπερικαλυμμένο NPK λίπασμα που περιέχει σταθεροποιημένο αμμωνιακό αλλά και περικαλυμμένο άζωτο με μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία. Κατάλληλο για κάθε καλλιέργεια για βασική αλλά και επιφανειακή χρήση. Σύνθεση: 21-5-9 +2+IXN.

❖ DuraTec Top 24

Κοκκώδες ημιπερικαλυμμένο λίπασμα που περιέχει περικαλυμμένο αλλά και σταθεροποιημένο αμμωνιακό άζωτο. Κατάλληλο για βασική αλλά και επιφανειακή χρήση σε κάθε καλλιέργεια. Σύνθεση: 24-5-5 +2+IXN (<http://www.compro-expert.com/gr/proionta/imiperikalymmenalipasmata/duratec.html>).

1.8.3 Τεχνολογία Novatec σταθεροποιημένου αμμωνιακού λιπάσματος

Το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπασμάτων της σειράς Duratec αποτελείται από σταθεροποιημένα λιπάσματα τεχνολογίας Novatec.

Η νιτροποίηση είναι βιολογική οξείδωση της NH_3 σε NO_3^- . Τα αζωτούχα λιπάσματα που περιέχουν παρεμποδιστή νιτροποίησης καταδεικνύουν μια αυξημένη αποτελεσματικότητα χρήσης αζώτου και μάλιστα σε σχετικά χαμηλές δόσεις.

Έχουν δοκιμασθεί πολλές ενώσεις ως αναστολείς της νιτροποίησης. Ο άριστος αναστολέας πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

- ✚ Να είναι αδρανής ένωση
- ✚ Να διατηρεί τη δραστηρότητα του για αρκετές εβδομάδες
- ✚ Να συνδυάζεται με τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα
- ✚ Να είναι οικονομικός και μη τοξικός
- ✚ Να βοηθά τους μικροοργανισμούς του εδάφους (Θερίος, 1996).

Έχουν προταθεί δύο ενώσεις για αναστολείς νιτροποίησης:

- 1) 1-chloro-6-trichloromethyl) pyridine. Εμπορεύεται με το όνομα N-serve ή nitrapyrin (νιτροαπυρίνη), [2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine]. Η ελάχιστη ποσότητα που απαιτείται να προστεθεί στο έδαφος για καθυστέρηση της μετατροπής του NH_4 σε NO_3^- για τουλάχιστον 6 εβδομάδες ποικίλλει από 0,05 ppm ως 20 ppm. Υψηλότερες συγκεντρώσεις καθυστερούν τη μετατροπή για μακρότερο διάστημα. Η

χρήση των αναστολέων νιτροποίησης μπορεί να μειώσει τις απώλειες και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης των αζωτούχων λιπασμάτων.

- 2) 5-ethoxy-3-(trichloromethyl)-1-2,4 thiadiazole ή Dwell (Tetrazole). Η επιτρεπόμενη δόση εφαρμογής είναι 110 g/στρ., που είναι αρκετή να καθυστερήσει τη νιτροποίηση στη ζώνη χορήγησης του λιπάσματος. Το tetrazole χορηγείται μαζί με NH_4 ή διαλύματα N, ή υπό μορφή ψεκασμού του εδάφους, προ της φύτευσης. Ακολουθεί ενσωμάτωση του στο έδαφος.
- 3) Το dicyandiamide (δικυανδιαμίνη) (dicyan, DCD) επίσης προτάθηκε ως αναστολέας νιτροποίησης με το εμπορικό όνομα Didin και εμφανίστηκε στην Ευρώπη περί το 1982 όπου και έγινε ιδιαίτερος γνωστό (Θεριός, 1996).

Η νιτροπυρίνη και η δικυανδιαμίνη διαθέτουν έναν εξελιγμένο τρόπο διαχείρισης του αζώτου που στηρίζεται στην παρεμπόδιση της δράσης των βακτηρίων *Nitrosomonas* που επεμβαίνουν στην μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου (θετικά φορτισμένο), σε νιτρικό (αρνητικά φορτισμένο), με αποτέλεσμα να παρατείνεται ο χρόνος προσκόλλησης του αμμωνιακού αζώτου στα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή της αργίλου του εδάφους.

Το άζωτο βρίσκεται συνήθως στο έδαφος σε νιτρική μορφή, η οποία όμως δεν συγκρατείται από τα κολλοειδή του εδάφους. Αυτός είναι λοιπόν ο λόγος που η νιτρική μορφή του αζώτου εκπλένεται εύκολα από το έδαφος. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου είναι λιγότερο κινητική στο έδαφος μιας και δεσμεύεται πιο εύκολα από τα κολλοειδή του εδάφους. Υπό κανονικές συνθήκες όμως, μέσα σε λίγες μέρες μετατρέπεται στη νιτρική μορφή.

Το Novatec επιμηκύνει το χρόνο παραμονής του αζώτου στην αμμωνιακή μορφή, επιβραδύνοντας την βιολογική διαδικασία της μετατροπής του στη νιτρική μορφή. Έτσι ο κίνδυνος απόπλυσης της νιτρικής μορφής ελαχιστοποιείται.

1.8.4 Διαθέσιμοι τύποι Novatec



➤ **NovaTec Classic**

Ιδανικό για καλλιέργειες με αυξημένες απαιτήσεις σε όλα τα στοιχεία. Το αυθεντικό γερμανικό Compresal Supra με προσθήκη σταθεροποιητή.

Σύνθεση: 12-8-16 +3MgO+B+Fe+Zn.

➤ **NovaTec Suprem**

Ιδανικό για καλλιέργειες με αυξημένες απαιτήσεις κυρίως σε κάλιο, άζωτο, μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία και λιγότερο σε φώσφορο.

Σύνθεση: 21-5-10 +3MgO+B+Fe+Zn.

➤ **NovaTec Triplo**

Ιδανικό για βασικές λιπάνσεις και για καλλιέργειες με αυξημένες απαιτήσεις κυρίως σε φώσφορο, κάλιο, άζωτο μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία.

Σύνθεση: 15-9-15 +2MgO+B+Fe+Zn

(<http://www.agricentro.gr/%CE%9A%CE%9F%CE%9A%CE%9A%CE%A9%CE%94%CE%97.php>).

1.8.5 Οφέλη που επιτυγχάνονται με τη χρήση της τεχνολογίας **Novatec**

- ❖ Παρατηρούνται λιγότερες απώλειες αζώτου (λόγω μειωμένου ρυθμού μετατροπής του αμμωνιακού σε νιτρικού αζώτου) με αποτέλεσμα την προστασία του περιβάλλοντος και του υδροφόρου ορίζοντα.

- ❖ Έχουμε μερική αμμωνιακή θρέψη, με αποτέλεσμα την καλύτερη ενεργειακή διαχείριση λόγω οικονομίας από την μετατροπή εντός του φυτού του νιτρικού σε αμμωνιακή μορφή αζώτου. Αυτό σημαίνει πως η ενέργεια που περισσεύει το φυτό την αξιοποιεί για τον καλύτερο μεταβολισμό και την καλύτερη ανάπτυξη του.
- ❖ Η αμμωνιακή θρέψη μειώνει το pH της ριζόσφαιρας. Αυτό γίνεται γιατί υπάρχει ανταλλαγή NH_4^+ H^+ (I.A.K) και όπως είναι γνωστό η απορρόφηση ενός NH_4^+ προκαλεί έκκριση ενός H^+ και μειώνει το pH στην ριζόσφαιρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την καλύτερη απορρόφηση στοιχείων όπως σίδηρος, φώσφορος, ψευδάργυρος, μαγγάνιο, χαλκός, ειδικά σε ελαφρώς αλκαλικά – αλκαλικά εδάφη. Η απορρόφηση ενός νιτρικού ανιόντος σημαίνει αποβολή ενός υδροξυλίου (αρνητικό σθένος) δηλαδή οδηγεί σε αύξηση του pH.
- ❖ Το άζωτο παραμένει διαθέσιμο για χρονικό διάστημα έως και 3 μήνες (εξαρτάται από παράγοντες όπως θερμοκρασία, υγρασία, κτλ.).
- ❖ Έχουμε καλύτερη αξιοποίηση και οικονομικότητα της απόδοσης του αζώτου.
- ❖ Τέλος ομαλή τροφοδοσία αζώτου και ανάπτυξη των φυτών χωρίς εξάρσεις αγωγιμότητας.

1.8.6 Τεχνολογία Basacote Plus περικαλυμμένων λιπασμάτων

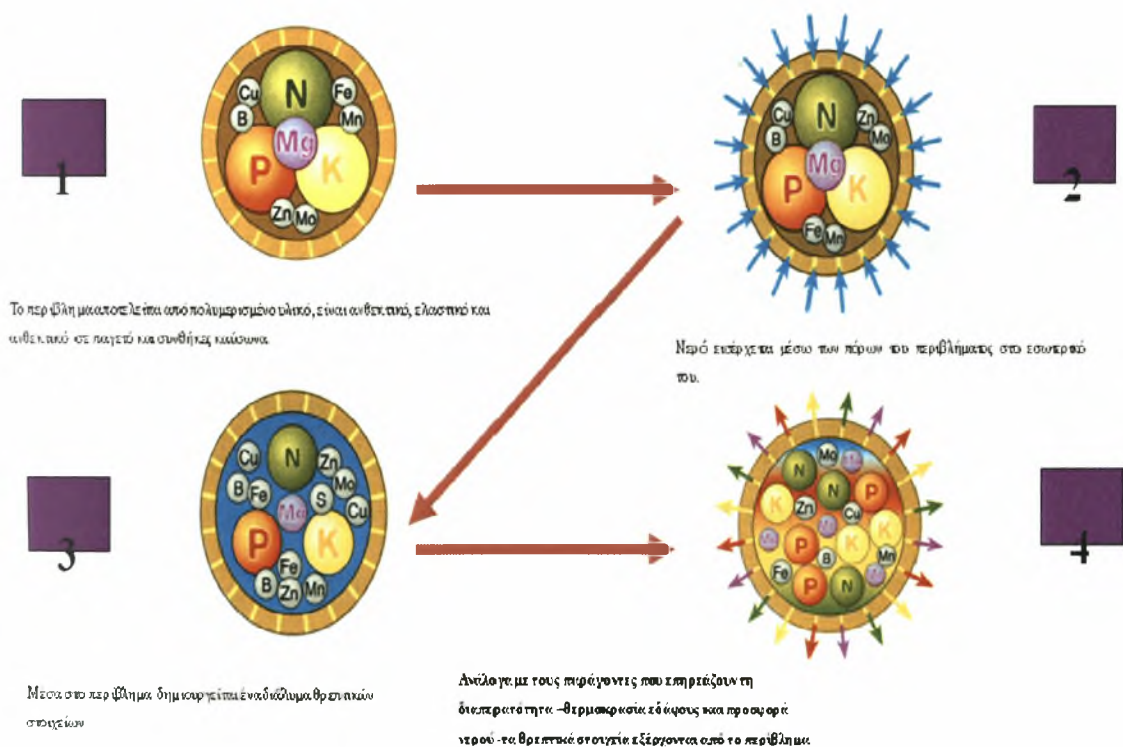
Όπως γνωρίζουμε, παράγοντας όπως το pH του εδάφους και οι διάφορες αλληλεπιδράσεις κάνουν πολλά από τα θρεπτικά στοιχεία, μη διαθέσιμα στο φυτό. Όπως αναφέρθηκε, η τεχνολογία Novatec αφορά τη διαχείριση του αζώτου, χωρίς να μπορεί να προσφέρει αντίστοιχη παρατεταμένη προσφορά στο φυτό και των υπολοίπων στοιχείων όπως του φωσφόρου, του καλίου, του μαγνησίου και των ιχνοστοιχείων.

Αυτό το κενό έρχεται να καλύψει η χρήση των λιπασμάτων τεχνολογίας Basacote Plus, που είναι λιπάσματα πλήρως περικαλυμμένα και ελεγχόμενης αποδέσμευσης σε όλα τα στοιχεία (ακόμα και στο άζωτο).

Το περίβλημα αποτελείται από πολυμερισμένο υλικό, είναι ανθεκτικό και ελαστικό με μεγάλη αντοχή στις μηχανικές κατεργασίες. Η ομαλή

απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων δεν επηρεάζεται ακόμα και από εξαιρετικά ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (-20° C έως +20° C θερμοκρασία υποστρώματος). Το νερό εισέρχεται μέσω των πόρων του περιβλήματος στο εσωτερικό του. Μέσα στο περίβλημα δημιουργείται ένα διάλυμα θρεπτικών στοιχείων. Ανάλογα με τους παράγοντες που επηρεάζουν την διαπερατότητα – θερμοκρασία εδάφους και προσφορά νερού – τα θρεπτικά στοιχεία εξέρχονται από το περίβλημα. (Σχήμα 1)

Σχήμα 1: Μηχανισμός δράσης ελεγχόμενης αποδέσμευσης των θρεπτικών στοιχείων από περικαλυμμένο λίπασμα.



Τα Basacote είναι λιπάσματα με επικάλυψη πολυμερών ενώσεων όπως για παράδειγμα το Osmocote. Η επικάλυψη προστίθεται σε αρκετά στρώματα και έχει ως βάση το συμπολυμερές δικυκλοπενταδιένιο με εστέρα γλυκερόλης που προήλθε από τη σόγια. Τα λιπάσματα αυτά περιέχουν NPK και κυκλοφορούν με το εμπορικό όνομα Osmocote και Sierra blen. Στο λίπασμα Osmocote οι υδρατμοί μεταφέρονται μεταξύ των μικροσκοπικών πόρων στο κάλυμμα, αυξάνουν την οσμωτική πίεση και προκαλούν τάνυση του καλύμματος, με αποτέλεσμα οι πόροι να μεγαλώνουν και το διάλυμα να

περνά μέσω του καλύμματος. Τρεις ενώσεις (πολύ-αιθυλένιο και άλλοι υδρογονάνθρακες) χρησιμοποιήθηκαν για επικάλυψη ουρίας ή αμμωνιωθέντος υπερφωσφορικού οξέος) και εμπορεύονται με το όνομα Precise. Στην κατηγορία των λιπασμάτων βραδείας απελευθέρωσης υπάγονται και λιπάσματα υπό μορφή ράβδου. Αποτελούνται από υδατοδιαλυτά λιπάσματα που αναμιγνύονται με μια ένωση που συνδέει τους κόκκους και τους δίνει μια συμπαγή στερεά μορφή. Τα προϊόντα αυτά έχουν μικρή επιφάνεια επαφής με το διαλύτη, σε σχέση με τον όγκο τους και έτσι επιβραδύνεται η ταχύτητα διάλυσης και απελευθέρωσης των θρεπτικών στοιχείων. Τα υπό μορφή ράβδων-λιπάσματα είναι κατάλληλα για δένδρα, θάμνους και για ανθοκομικές καλλιέργειες (Θεριός, 1996).

1.8.7 Διαθέσιμοι τύποι Basacote Plus περικαλυμμένων λιπασμάτων

Περικαλυμμένα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης για αργή (ανάλογα με τη θερμοκρασία), αλλά συνεχή απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων. Εξασφαλίζουν ισορροπημένη παροχή μακρο- και μικροστοιχείων σε φυτώρια δένδρων, καλλωπιστικά, φυτά κήπου και αστικό πράσινο. Χρησιμοποιούνται στη βασική λίπανση με ενσωμάτωση στο εδαφικό υπόστρωμα. Ανάλογα με τον τύπο τους αποδίδουν τα θρεπτικά στοιχεία σε διάστημα από 3 έως 12 μήνες.

Τύποι:

- Basacote Plus (16-8-12-2+Iχv.) 3M, 6M και 9M
- Basacote Plus (11-9-19+2+Iχv.) 6M
- Basacote Plus (15-8-12+2+Iχv.) 12M
- Basacote Tabs 6 M



➤ **Basacote Plus 3M**

- Ιχνοστοιχεία: 0,02%B, 0,05%Cu, 0,4%Fe, 0,06%Mn, 0,015%Mo, 0,02%Zn
- Μέγεθος κόκκου: 2,5 - 3,5 mm
- Χρήση: Ενσωμάτωση στο υπόστρωμα για καλλιέργειες μικρού βιολογικού κύκλου.
- Διάρκεια δράσης περίπου 3 μήνες.
- Δοσολογία: καλοκαίρι, 1-2 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
χειμώνα, 2-3 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
- Σύνθεση: 16-8-12 (+2) + IXN

➤ **Basacote Plus 6M**

- Ιχνοστοιχεία: 0,02%B, 0,05%Cu, 0,4%Fe, 0,06%Mn, 0,015%Mo, 0,02%Zn
- Μέγεθος κόκκου: 2,5 - 3,5 mm.
- Χρήση: ενσωμάτωση στο υπόστρωμα σε καλλιέργειες μέσου βιολογικού κύκλου.
- Διάρκεια δράσης περίπου 6 μήνες.
- Δοσολογία: καλοκαίρι, 2-3 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
χειμώνα, 3-4 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
- Σύνθεση: 16-8-12 (+2) + IXN κ 11-9-19 (+2) + IXN

➤ **Basacote Plus 9M**

- Ιχνοστοιχεία: 0,02%B, 0,05%Cu, 0,4%Fe, 0,06%Mn, 0,015%Mo, 0,02%Zn
- Μέγεθος κόκκου: 2,5 - 3,5 mm.
- Χρήση: ενσωμάτωση στο υπόστρωμα σε καλλιέργειες μικρού - μεγάλου βιολογικού κύκλου.
- Διάρκεια δράσης περίπου 9 μήνες.
- Δοσολογίες: καλοκαίρι, 3-5 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
χειμώνα, 4-6 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
- Σύνθεση: 16-8-12 (+2) + IXN

➤ **Basacote Plus 12M**

- Ιχνοστοιχεία: 0,02%B, 0,05%Cu, 0,4%Fe, 0,06%Mn, 0,015%Mo, 0,02%Zn
- Μέγεθος κόκκου: 2,5 - 3,5 mm.
- Χρήση: ενσωμάτωση στο υπόστρωμα για καλλιέργειες μεγάλου βιολογικού κύκλου.
- Διάρκεια δράσης περίπου 12 μήνες.
- Δοσολογία: καλοκαίρι, 3-5 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
χειμώνα, 4-6 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος.
- Σύνθεση: 15-8-12 (+2) + IXN

➤ **Basacote Mini 3M**

- Μικρής κοκκοποίησης περικαλυμμένο λίπασμα με χρόνο διάρκειας 3 μήνες.
- Δοσολογία 0,5 - 2 κιλά ανά κυβικό υποστρώματος ανάλογα με το φυτό και την εποχή φύτευσης.
- Σύνθεση: 13-6-13 (+2)+IXN

➤ **Basacote Tabs 6M**

Κυβάρια των 7,5 γραμμαρίων σε μορφή ταμπλέτας. Τοποθέτηση μέσα σε γλάστρες ή στο χώμα σε βάθος 5-10 εκατοστά. Εγγυάται την ομοιόμορφη και στρωτή ανάπτυξη των φυτών χωρίς να κινδυνεύουν από "καψίματα" ή υπερβολική λίπανση. Διάρκεια δράσης περίπου 6 μήνες. Σύνθεση: 16-8-12 (+2)+IXN

1.8.8 Κύρια οφέλη της χρήσης των λιπασμάτων Duratec

Συνοψίζοντας, μπορούμε να αναφέρουμε κάποια από τα οφέλη από τη χρήση των λιπασμάτων Duratec:

- ✓ Προϊόν που αποτελεί συνεργιστικό συνδυασμό δύο κορυφαίων τεχνολογιών (και των ωφελειών τους) στον τομέα της θρέψης των φυτών.

- ✓ Μέγιστη απόδοση και αξιοποίηση του αζώτου καθώς και των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων όπως φώσφορος, κάλιο, μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία, με σεβασμό στην καλλιέργεια και στο περιβάλλον.
- ✓ Διάρκεια δράσης (απελευθέρωσης) των θρεπτικών στοιχείων περίπου 3 μήνες (κατά μέσο όρο).
- ✓ Η απελευθέρωση γίνεται με ρυθμό ανάλογο της ανάπτυξης και επομένως και των αναγκών των φυτών.
- ✓ Το νιτρικό άζωτο και οι απλές μορφές φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου και ιχνοστοιχείων που περιέχουν, διασφαλίζουν την άμεση αρχική παροχή θρεπτικών στοιχείων, έως την στιγμή που θα αρχίσει η σταδιακή προσφορά από τις μορφές ελεγχόμενης αποδέσμευσης.
- ✓ Οι παρατεταμένες ή και οι έντονες βροχοπτώσεις δεν αποτελούν πλέον περιοριστικό παράγοντα για τον χρόνο εφαρμογής. Επομένως περιορίζονται οι απώλειες λόγω έκπλυσης, ανταγωνισμού ή δέσμευσης
- ✓ Μεγιστοποίηση της απόδοσης και της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.
- ✓ Ενδεδειγμένη χρήση τους και για την μετασυλλεκτική θρέψη δενδροκομικών καλλιεργειών.
- ✓ Σε πολλές καλλιέργειες (ειδικά μικρού βιολογικού κύκλου) μπορεί να γίνει μόνο μία εφάπαξ εφαρμογή χωρίς να υπάρχει η ανάγκη για περαιτέρω επιφανειακές λιπάνσεις.
- ✓ Ομαλή τροφοδοσία του ριζικού συστήματος χωρίς κινδύνους εγκαυμάτων.
- ✓ Ιδανικά για χρήση σε δύσκολες περιπτώσεις, όπως όταν έχουμε υψηλή αλατότητα.
- ✓ Κατάλληλα για αμμώδη εδάφη με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (I.A.K.).

Τα λιπάσματα Duratec είναι ένα καινοτόμο προϊόν το οποίο ικανοποιεί τις σύγχρονες απαιτήσεις των καταναλωτών για τα παραγόμενα γεωργικά προϊόντα και την προστασία του περιβάλλοντος.

2. Σκοπός της εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία έγινε με σκοπό να διερευνηθεί η επίδραση νέων τύπων λιπασμάτων βραδείας αποδεσμεύσεως του αζώτου στην καλλιέργεια του βαμβακιού στην Θεσσαλία.

Η έρευνα περιλάμβανε 8 μεταχειρίσεις λίπανσης, σε 4 επαναλήψεις η καθεμία μεταχείριση.

Οι τύποι των λιπασμάτων για τους οποίους επιχειρήθηκε η αξιολόγηση είναι οι εξής:

- α) Μάρτυρας (μηδενική λίπανση),
- β) Συμβατική λίπανση (15-15-15),
- γ) Duratec (14-7-14),
- δ) 80% Duratec (14-7-14),
- ε) 60% Duratec (14-7-14),
- ζ) Duratec (21-5-9),
- η) 70% Duratec (21-5-9),
- θ) Duratec (24-5-5),
- ι) 70% Duratec (24-5-5).

3. Υλικά και μέθοδοι

3.1 Στοιχεία πειράματος

Το 2011 εγκαταστάθηκε πείραμα αγρού στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας για τις ανάγκες του ερευνητικού έργου. Το καλλιεργούμενο φυτό που επιλέξαμε είναι το βαμβάκι και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ετήσια εαρινά φυτά μεγάλης καλλιέργειας στην περιοχή της Θεσσαλίας αλλά και στη χώρα γενικότερα.

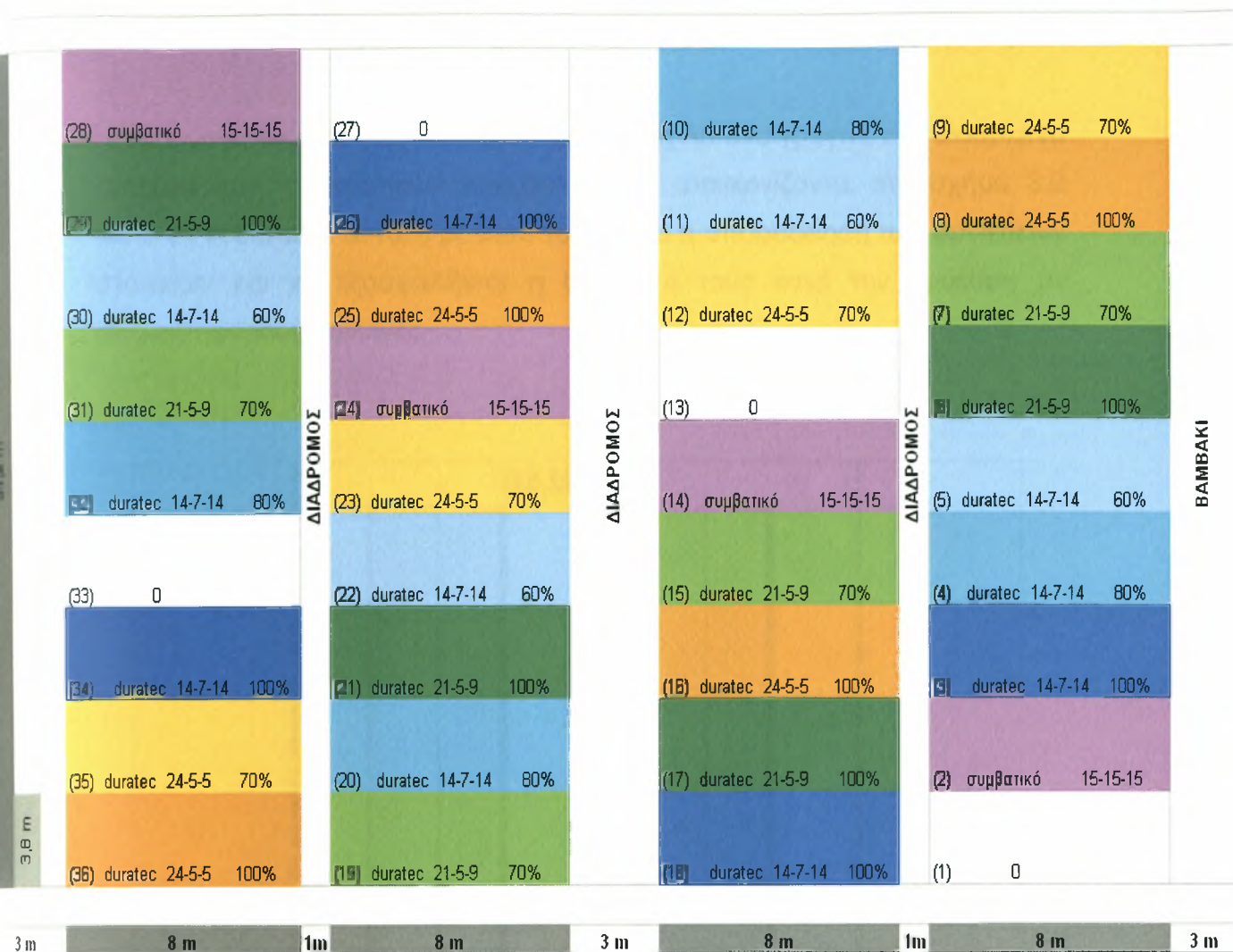
Το σχέδιο του πειράματος ήταν πλήρως τυχαίοποιημένο σχέδιο 8 μεταχειρίσεων λίπανσης, σε τέσσερις επαναλήψεις, όπως φαίνονται και παρακάτω στο πειραματικό σχέδιο που ακολουθεί.

Οι μεταχειρίσεις λίπανσης ήταν οι ακόλουθες:

1. Μάρτυρας (μηδενική λίπανση)
2. Συμβατική λίπανση 15-15-15 (100% μονάδες N της παραδοσ. βασ.+ επιφανειακή)
3. Duratec14-7-14 (100% μονάδες N της παραδοσ. βασ. + επιφανειακή)
4. Duratec14-7-14 (80% μονάδες N της παραδοσ. βασ. + επιφανειακή)
5. Duratec14-7-14 (60% μονάδες N της παραδοσ. βασ. + επιφανειακή)
6. Duratec 21-5-9 (100% μονάδες N της παραδοσ. βασ.)
7. Duratec 21-5-9 (70% μονάδες N της παραδοσ. βασ.)
8. Duratec 24-5-5 (100% μονάδες N της παραδοσ. βασ.)
9. Duratec 24-5-5 (70% μονάδες N της παραδοσ. βασ.)

Η ποικιλία βαμβακιού που καλλιεργήθηκε είναι η ST 373 της Pioneer Hi-Bred, μεσοπρώιμη ποικιλία με τεχνολογικά χαρακτηριστικά ίνας:

- ✚ απόδοση σε ίνα (%)37,
- ✚ micronaire 4,
- ✚ μήκος ίνας (mm) 29 και
- ✚ αντοχή ίνας (gr/tex) 30,5.



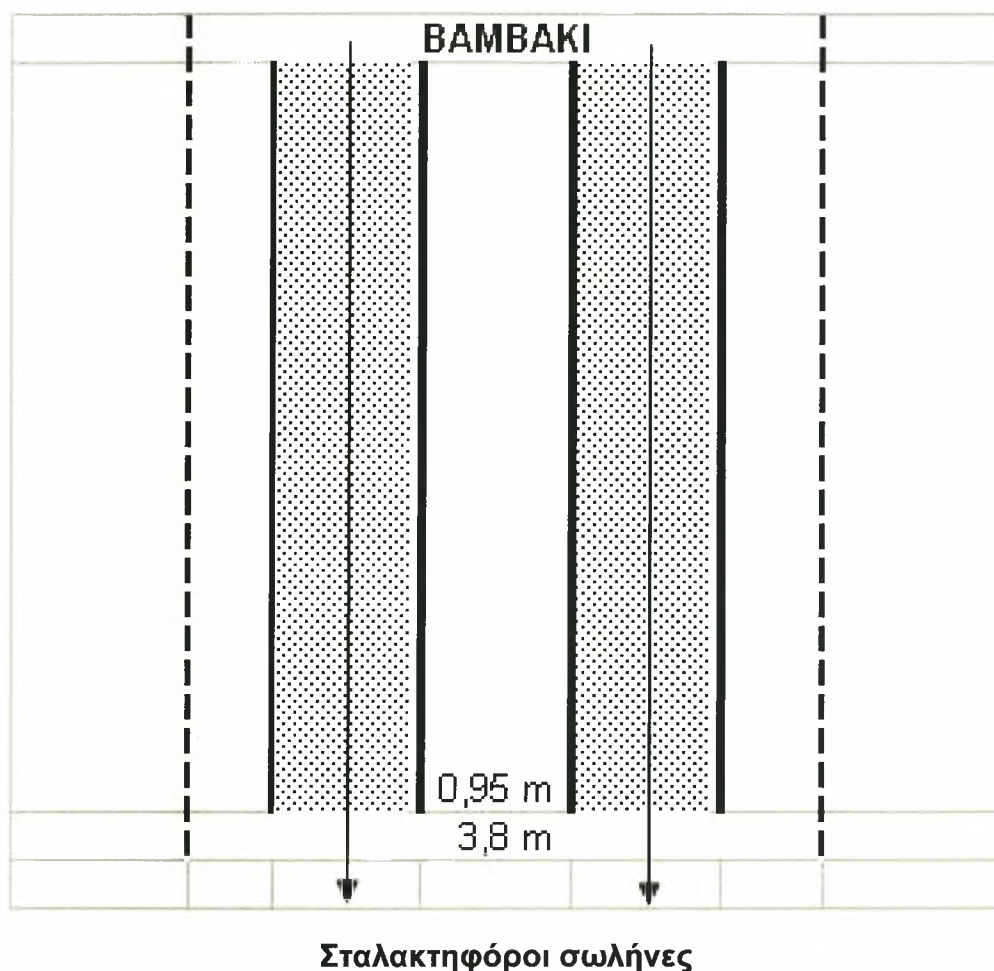
Σχήμα 3.1: Πειραματικό σχέδιο.

Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελείται από 4 γραμμές βαμβακοφύτων. Από τις δύο μεσαίες γραμμές, η 2^η ήταν η γραμμή απόδοσης και η 3^η η γραμμή δειγματοληψίας ενώ οι δύο ακραίες ήταν οι περιθωριακές.

Στο βαμβάκι οι διαστάσεις του κάθε τεμαχίου ήταν 3,8 m πλάτος επί 8 m μήκος (30,4 m²). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 0,95 m και η απόσταση των φυτών επί της γραμμής ήταν 0,05 m, ώστε τελικά προέκυψε πληθυσμός περίπου 20 φυτών/m². Η εκτίμηση συνεπώς της απόδοσης προήλθε από τη συγκομιδή 7,6 m².

3.2 Λιπαντικές μονάδες ανά καλλιέργεια και μεταχείριση

Η εφαρμογή της βασικής και της επιφανειακής λίπανσης έγινε στα σκιασμένα τμήματα των πειραματικών τεμαχίων όπως απεικονίζονται στο σχήμα 3.2 ώστε να καθίσταται δυνατή με αυτό τον τρόπο η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων και να εξασφαλίζεται η διαβροχή τους κατά την άρδευση με σταλακτηφόρους σωλήνες.



Σχήμα 3.2: Εφαρμογή λίπανσης στα σκιασμένα τμήματα των πειραματικών τεμαχίων.

Οι λιπαντικές μονάδες που εφαρμόστηκαν τόσο με τη βασική όσο και με την επιφανειακή λίπανση παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3.1: Λιπαντικές μονάδες ανά μεταχείριση στο βαμβάκι.

Τύπος λιπάσματος	ΒΑΜΒΑΚΙ					
	Βασική Kg/στρ	Επιφανειακή		Μονάδες		Σύνολο Kg/στρ
		34,5-0-0	46-0-0	Βασική N-P-K	Επιφανειακή ή N-P-K	
		Kg/στρ	Kg/στρ	Kg/στρ	Kg/στρ	
Μάρτυρας	0	0	0	0	0	0
Συμβατικό (15-15-15)	40	15	15	6-6-6	12,1-0-0	18,1-6-6
Duratec (14-7-14) 100%	43	15	15	6-3-6	12,1-0-0	18,1-3-6
Duratec (14-7-14) 80%	34	15	15	4,8-2,4-4,8	12,1-0-0	16,9-2,4-4,8
Duratec (14-7-14) 60%	26	15	15	3,6-1,8-3,6	12,1-0-0	15,7-1,8-3,6
Duratec (21-5-9) 100%	86	0	0	18,1-4,3-7,7	0	18,1-4,3-7,7
Duratec (21-5-9) 70%	60	0	0	12,7-3-5,4	0	12,7-3-5,4
Duratec (24-5-5) 100%	75	0	0	18-3,8-3,8	0	18-3,8-3,8
Duratec (24-5-5) 70%	53	0	0	12,7-2,6-2,6	0	12,7-2,6-2,6

3.3 Καιρικές συνθήκες

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής που είναι εγκατεστημένος στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Οι μέσες κλιματικές τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης είναι για την περιοχή της Ν. Αγχιάλου διότι δεν υπάρχουν στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου.

3.4 Καλλιεργητικές εργασίες

Εφαρμόστηκε η συνήθης καλλιεργητική τεχνική για την καλλιέργεια του βαμβακιού στη Θεσσαλία. Για την προετοιμασία του αγρού έγιναν όλες οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές φροντίδες (φθινοπωρινό όργωμα, καλλιεργητής μέσου τύπου τον Ιανουάριο, δισκοσβάρνισμα και καλλιεργητής ελαφρού τύπου – προετοιμασίας, το τρίτο δεκαήμερο του Μαρτίου).

Μια ή δύο ημέρες πριν τη σπορά έγινε εφαρμογή της βασικής λίπανσης στα πεταχτά και ενσωμάτωση των λιπασμάτων με περιστροφικό καλλιεργητή (τύπου φρέζας).

Η άρδευση έγινε στην αρχή με αυτοκινούμενο αρδευτικό συγκρότημα και στη συνέχεια όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν, με σταλακτηφόρους σωλήνες. Η ποσότητα αρδευτικού νερού που δόθηκε ήταν 70 mm νερού για το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη των φυτών και στη συνέχεια περίπου 260 mm.

Η σπορά του βαμβακιού έγινε στις 3/5/2011. Χρησιμοποιήθηκε πνευματική σπартική μηχανή ακριβείας (Gaspardo 520). Έγινε προφυτρωτική εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, καθώς επίσης και καταπολέμηση των ζιζανίων χειρονακτικά.

Δεν παρατηρήθηκαν προσβολές από εχθρούς ή ασθένειες σε τέτοιο βαθμό ώστε να απαιτηθούν ψεκασμοί για την καταπολέμησή τους, ενδεχομένως λόγω της μη γειννίασης του αγρού με άλλους αγρούς με βαμβακοκαλλιέργεια.

3.5 Μετρήσεις – Προσδιορισμοί Αύξησης και Ανάπτυξης φυτών

3.5.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά – Ξηρά βάρη

Για την ανάλυση της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, έγιναν δειγματοληψίες φυτών βαμβακιού. Κάθε δειγματοληψία περιλάμβανε την κοπή ενός μέτρου φυτών από τη γραμμή δειγματοληψίας του κάθε τεμαχίου.

Αρχικά γινόταν καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Στη συνέχεια για την καταγραφή των μορφολογικών και λοιπών χαρακτηριστικών τους επιλέγονταν τρία αντιπροσωπευτικά φυτά από κάθε τεμάχιο. Ακολούθως τα παραπάνω φυτά χωρίζονταν σε καρποφόρα όργανα, στελέχη και φύλλα και προσδιορίζονταν τα αντίστοιχα ξηρά βάρη, όπως και το συνολικό τους.

Προσδιοριζόταν και ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (ΔΦΕ) κάθε πειραματικού τεμαχίου με μέτρηση της επιφάνειας φύλλων των τριών φυτών με τη συσκευή Portable Area Meter LI3000A (LI-COR). Η αναγωγή της φυλλικής επιφάνειας στο 1m^2 γινόταν μέσω του καταγεγραμμένου βάρους των φύλλων των τριών φυτών και της συνολικής ποσότητας του δείγματος.

Επίσης, η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ για τα στελέχη και τα φύλλα και $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ για τους καρπούς. Η ξήρανση θεωρείτο περατωμένη όταν δεν μεταβαλλόταν το βάρος των δειγμάτων από την προηγούμενη μέτρηση μετά την παρέλευση μιας ημέρας.

3.5.2 Απόδοση

Για τον υπολογισμό της απόδοσης γινόταν συγκομιδή με το χέρι στις προεπιλεγμένες γραμμές απόδοσης του κάθε τεμαχίου.

Η συγκομιδή του βαμβακιού έγινε στις 20 Οκτωβρίου, χειρονακτικά. Η δεύτερη συγκομιδή του βαμβακιού, πραγματοποιήθηκε στις 4 Νοεμβρίου.

3.6 Αναλύσεις φυτικών ιστών

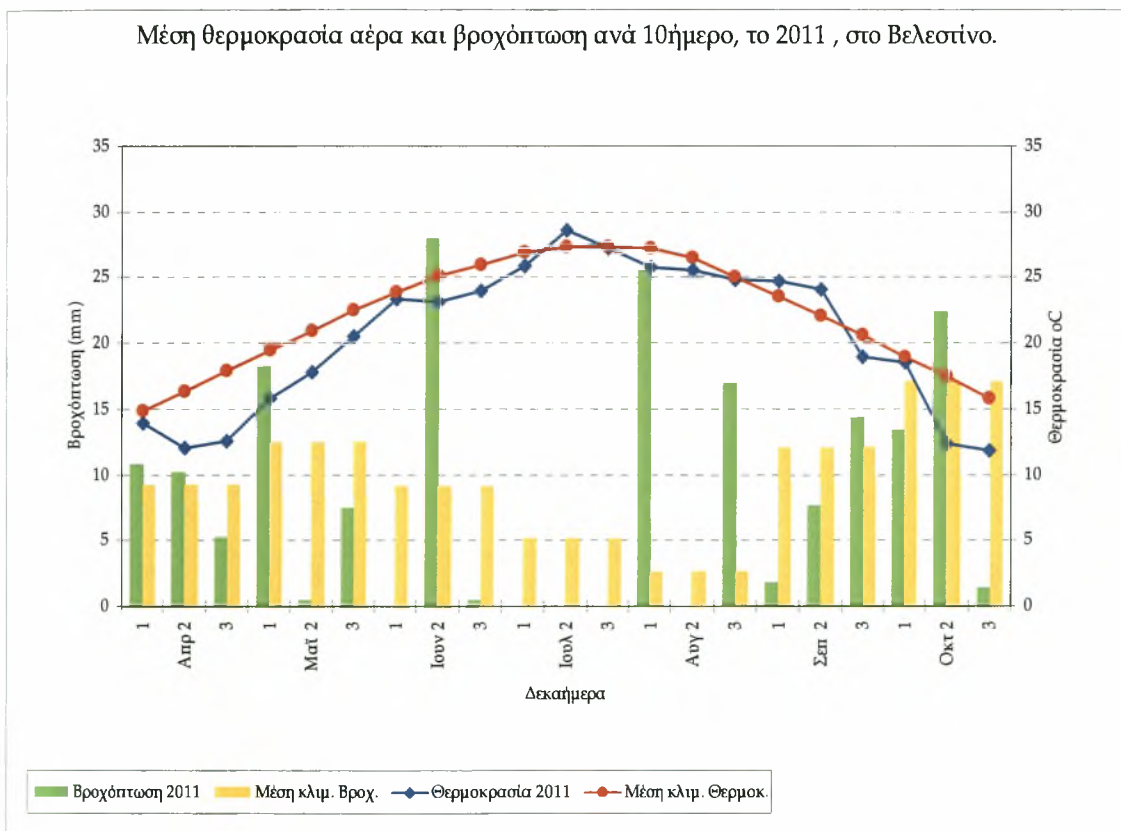
Έγινε ανάλυση φυτικών ιστών για να προσδιορισθεί το ολικό N (%), ώστε να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα χρήσης των λιπασμάτων.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Καιρικές συνθήκες

Αξιοσημείωτες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν κυρίως το δεύτερο δεκαήμερο του Ιουνίου (28 mm) και το πρώτο (26 mm) και τρίτο (17 mm), όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Κάποιες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο χωρίς ωστόσο να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια.

Η θερμοκρασία κατά την έναρξη του βιολογικού κύκλου των φυτών κυμάνθηκε σε χαμηλότερα για την εποχή επίπεδα έως και 5°C. Αυτό είχε ως συνέπεια το καθυστερημένο φύτρωμα του βαμβακιού και την υστέρηση στην πρώτη ανάπτυξη όλων των φυτών και στην εμφάνιση των επόμενων σταδίων.



Διάγραμμα 4.1: Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο, το 2011, στο Βελεστίνο.

Γενικά, πέραν των παραπάνω, οι συνθήκες που επικράτησαν δεν απέτρεψαν το ικανοποιητικό φύτρωμα του βαμβακιού, ώστε τελικά επιτεύχθηκε ο επιθυμητός πληθυσμός φυτών.

4.2 Αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού

Το βαμβάκι ως λιγότερο απαιτητικό φυτό ως προς τη θρέψη του δεν εμφανίζει διαφορές μεταξύ των λιπασμένων μεταχειρίσεων στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1 σύμφωνα με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των μετρήσεων. Υστέρηση εμφανίζει μόνο η μεταχείριση του μάρτυρα (μηδενική λίπανση) έναντι όλων των άλλων.

Πίνακας 4.1: Ύψος φυτών, αριθμός μεσογονάτιων διαστημάτων ανά φυτό και κόμβος εμφάνισης του πρώτου καρποφόρου οργάνου στο φυτό.

ΒΑΜΒΑΚΙ							
Μεταχείριση	16/7/2011			6/8/2011		6/9/2011	
	Ύψος	Αριθμός μεσογονατίων	Κόμβος εμφάνισης 1 ^{ου} χτενιού	Ύψος	Αριθμός μεσογονατίων	Ύψος	Αριθμός μεσογονατίων
	cm			cm		cm	
Μάρτυρας	59	12	7	80	15	79	16
Συμβατικό (15-15-15)	67	13	8	94	17	100	18
Duratec (14-7-14) 100%	66	13	7	93	17	95	18
Duratec (14-7-14) 80%	63	13	8	96	17	100	18
Duratec (14-7-14) 60%	62	13	8	96	18	99	18
Duratec (21-5-9) 100%	66	13	7	103	18	100	19
Duratec (21-5-9) 70%	68	13	8	99	18	99	18
Duratec (24-5-5) 100%	70	13	7	98	17	100	18
Duratec (24-5-5) 70%	66	13	7	96	18	97	18
ΕΣΔ₀₅	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	8,96	0,88	9,93	0,87
CV (%)	6,66	4,11	6,11	6,47	3,50	7,06	3,32

Η παραγωγικότητα των φυτών όπως προκύπτει από το ξηρό βάρος κάθε μεταχείρισης (Πίνακας 4.2), δείχνει ανάλογα αποτελέσματα με τα

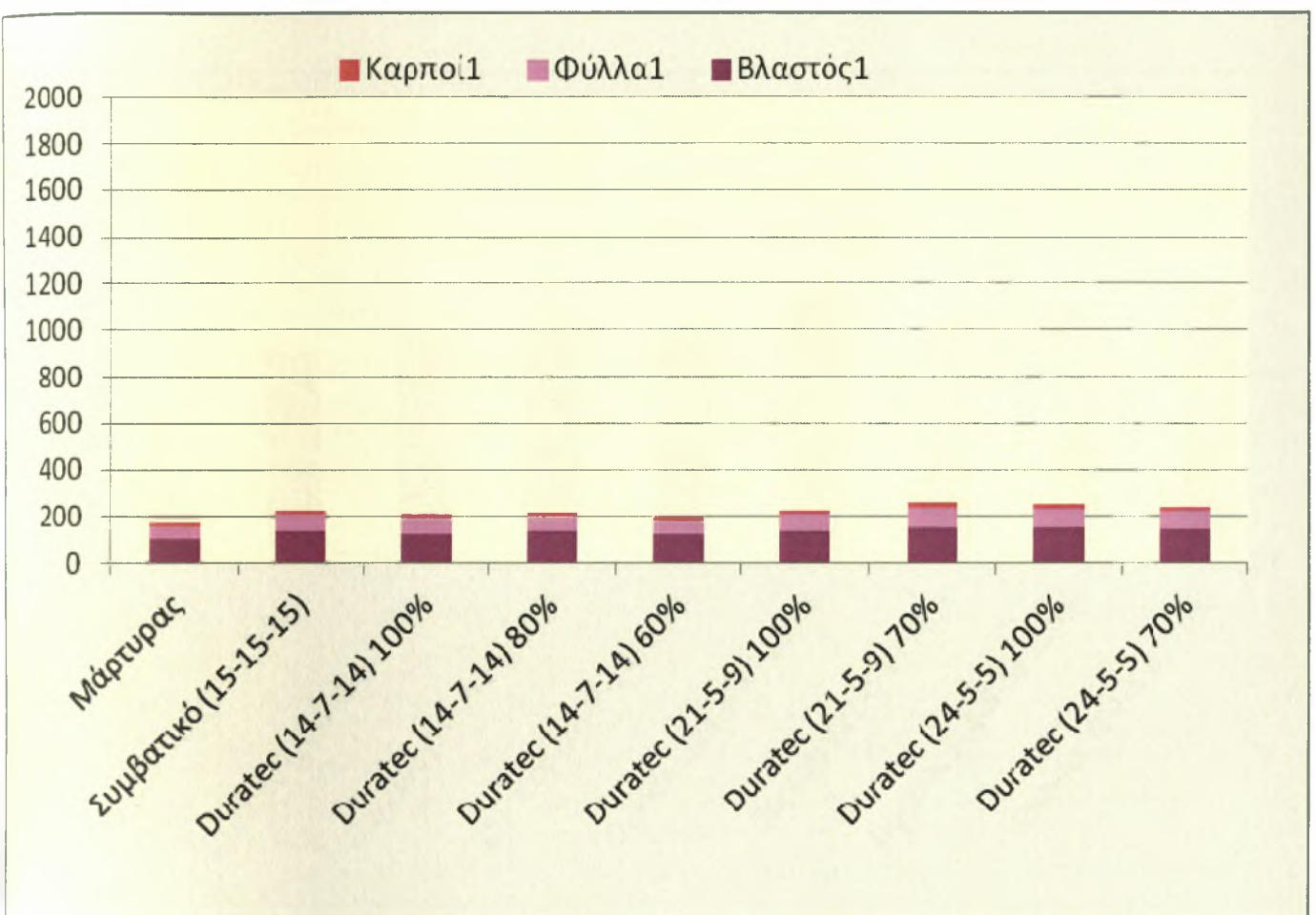
μορφολογικά. Φαίνεται δηλαδή σαφής υστέρηση του μάρτυρα έναντι όλων των άλλων. Επίσης οι μεταχειρίσεις του duratec μόνο με βασική λίπανση δείχνουν σε όλες τις δειγματοληψίες σταθερά υψηλή παραγωγικότητα. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα του δείκτη φυλλικής επιφάνειας και της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη. Σημειώνεται ότι οι μεταχειρίσεις του duratec με εφαρμογή μόνο βασικής λίπανσης διατηρούν και κατά την περίοδο γεμίσματος και ωρίμανσης των καρυδιών, πλούσια φυλλοστοιβάδα (άριστος ΔΦΕ στο βαμβάκι είναι 3 έως 3,5 αναλόγως έτους), και μάλιστα ιδιαίτερα ενεργή όπως φαίνεται από την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Επίσης σε όλες τις δειγματοληψίες έχουν σταθερά αριθμητική υπεροχή στη συνολική βιομάζα έναντι της συμβατικής τόσο στη κανονική δόση (100%) όσο και στη μειωμένη (70%).

Πίνακας 4.2: Ξηρό βάρος ανά στρέμμα, δείκτης φυλλικής επιφάνειας (ΔΦΕ) και περιεχόμενη χλωροφύλλη του βαμβακιού.

Μεταχείριση	Ξηρό Βάρος kg/στρέμμα				ΔΦΕ	Χλωροφύλλη	
	16/7/11	6/8/11	6/9/11	6/10/11	6/8/11 1	16/7/11	6/9/11
Μάρτυρας	172	493	988	663	2,1	30,8	19,4
Συμβατικό (15-15-15)	228	668	1240	807	2,8	31,4	39,4
Duratec (14-7-14) 100%	214	719	1190	1131	3,1	33,8	41,5
Duratec (14-7-14) 80%	222	771	1596	1177	3,1	35,4	36,5
Duratec (14-7-14) 60%	197	732	1262	988	3,1	36,4	35,4
Duratec (21-5-9) 100%	229	864	1351	1057	3,6	36,5	41,5
Duratec (21-5-9) 70%	261	805	1448	1081	3,4	36,2	38,1
Duratec (24-5-5) 100%	255	838	1558	1177	3,6	40,2	44,9
Duratec (24-5-5) 70%	239	876	1366	1107	3,7	40,2	40,3
ΕΣΔ ₀₅	51,5	194,2	264,9	<i>ns</i>	0,80	<i>ns</i>	8,36
CV (%)	15,74	17,70	13,61	22,85	17,42	15,12	15,28

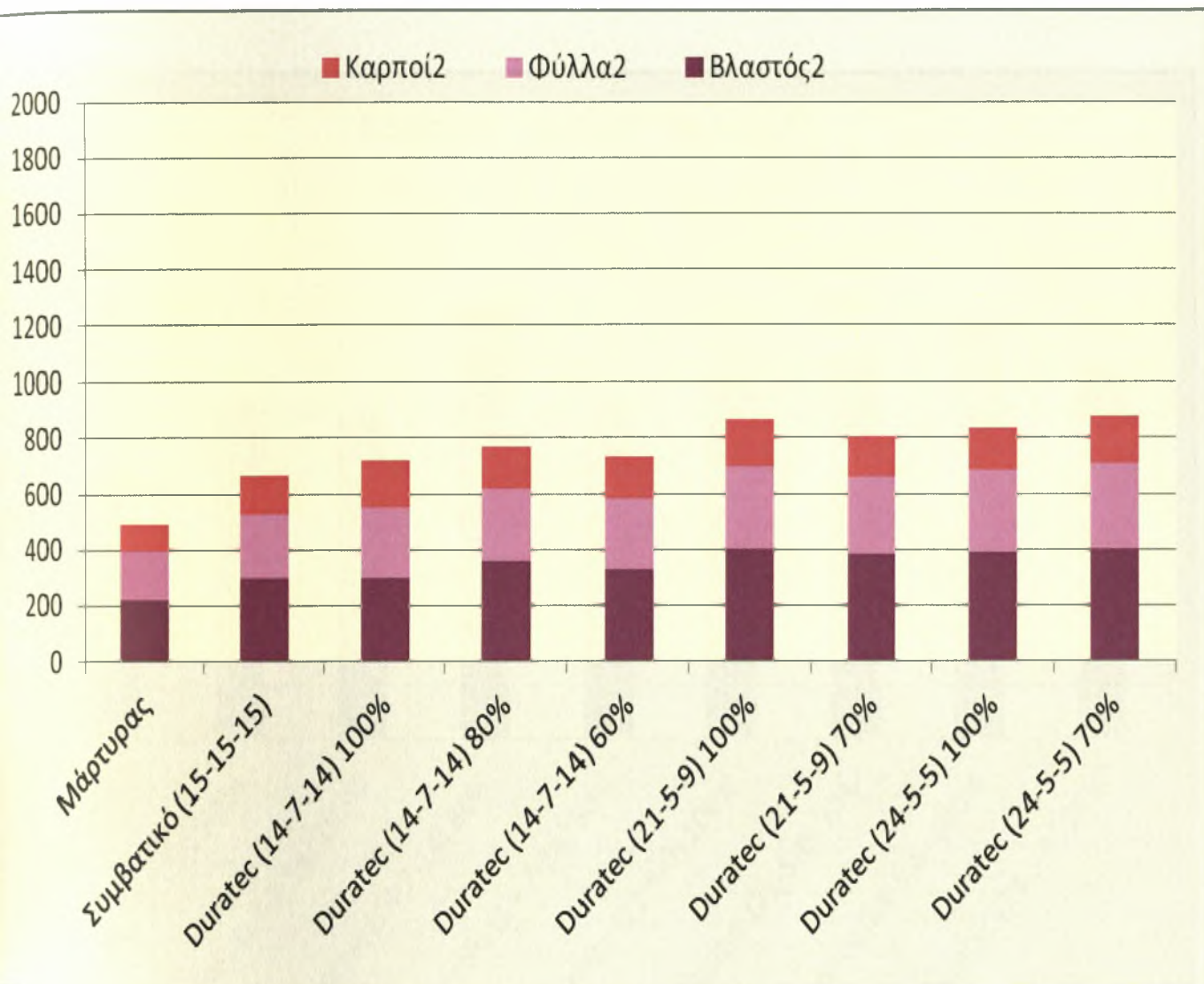
Παρακάτω παρουσιάζονται σε διαγράμματα τα αποτελέσματα από τα ξηρά βάρη των φύλλων, των βλαστών και των καρπών για κάθε κοπή ξεχωριστά.

Στα μέσα Ιουλίου η βιομάζα των βαμβακοφύτων κυμαίνεται περί τα 200kg/στρ με το μεγαλύτερο μέρος να είναι βλαστοί (Διάγραμμα 4.2). Εκείνη την περίοδο δεν έχει επιτευχθεί πλήρως η φυτοκάλυψη του αγρού ενώ η ύπαρξη καρπών δείχνει ότι η καλλιέργεια έχει εισέλθει στο αναπαραγωγικό στάδιο όπου αρχίζουν οι μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά και κυρίως N.



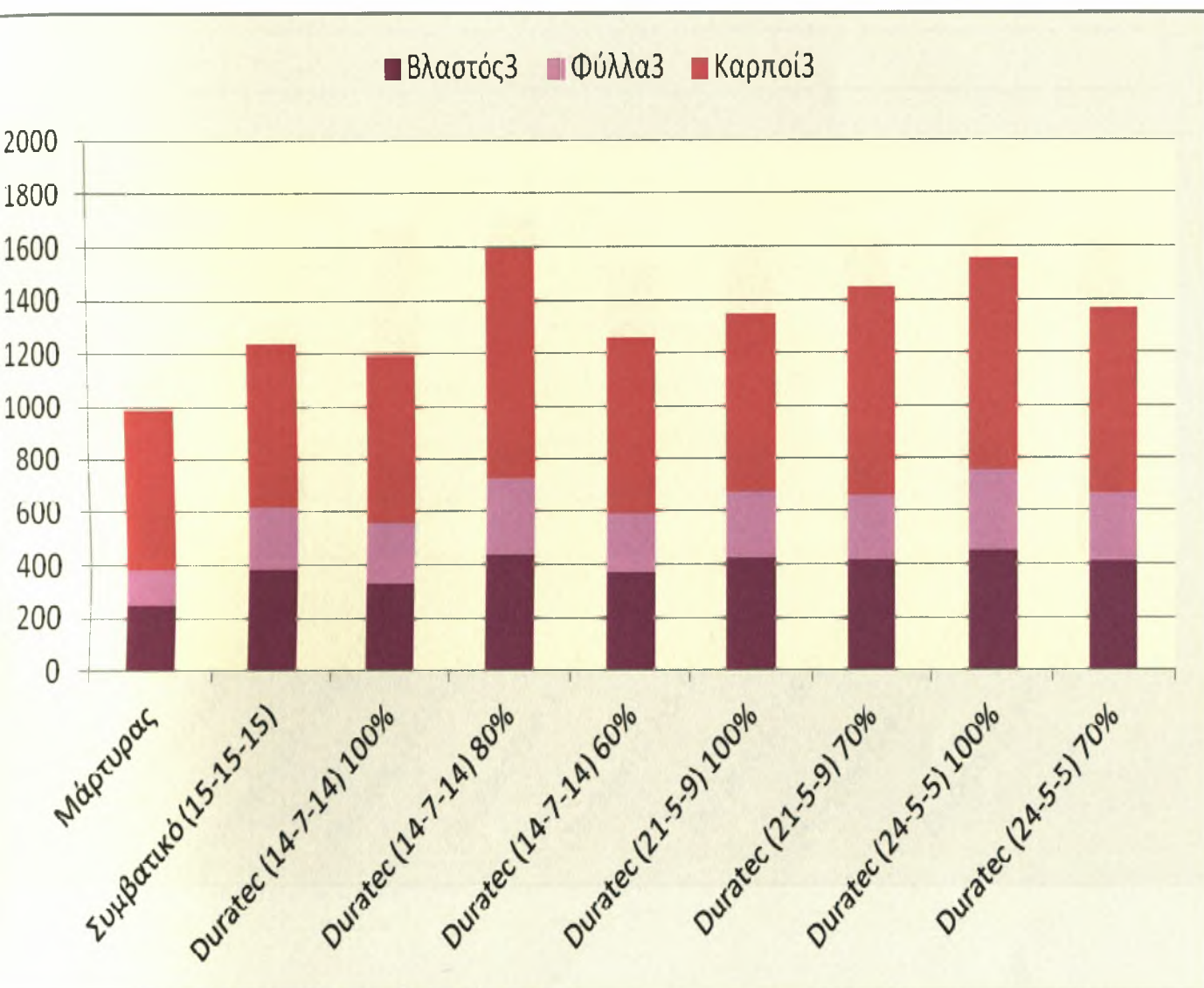
Διάγραμμα 4.2: Αποτελέσματα μετρήσεων αύξησης και ανάπτυξης βαμβακιού κατά την πρώτη δειγματοληψία (16/7/2011).

20 ημέρες μετά την πρώτη δειγματοληψία η καλλιέργεια σχεδόν έχει τετραπλασιάσει την παραγωγή βιομάζας, φτάνοντας τα 800 kg/στρ. περίπου από τα οποία τα 300 kg/στρ είναι φύλλα. Οι 4 μεταχειρίσεις του Duratec με βασική λίπανση δείχνουν αριθμητική υπεροχή έναντι των υπολοίπων.



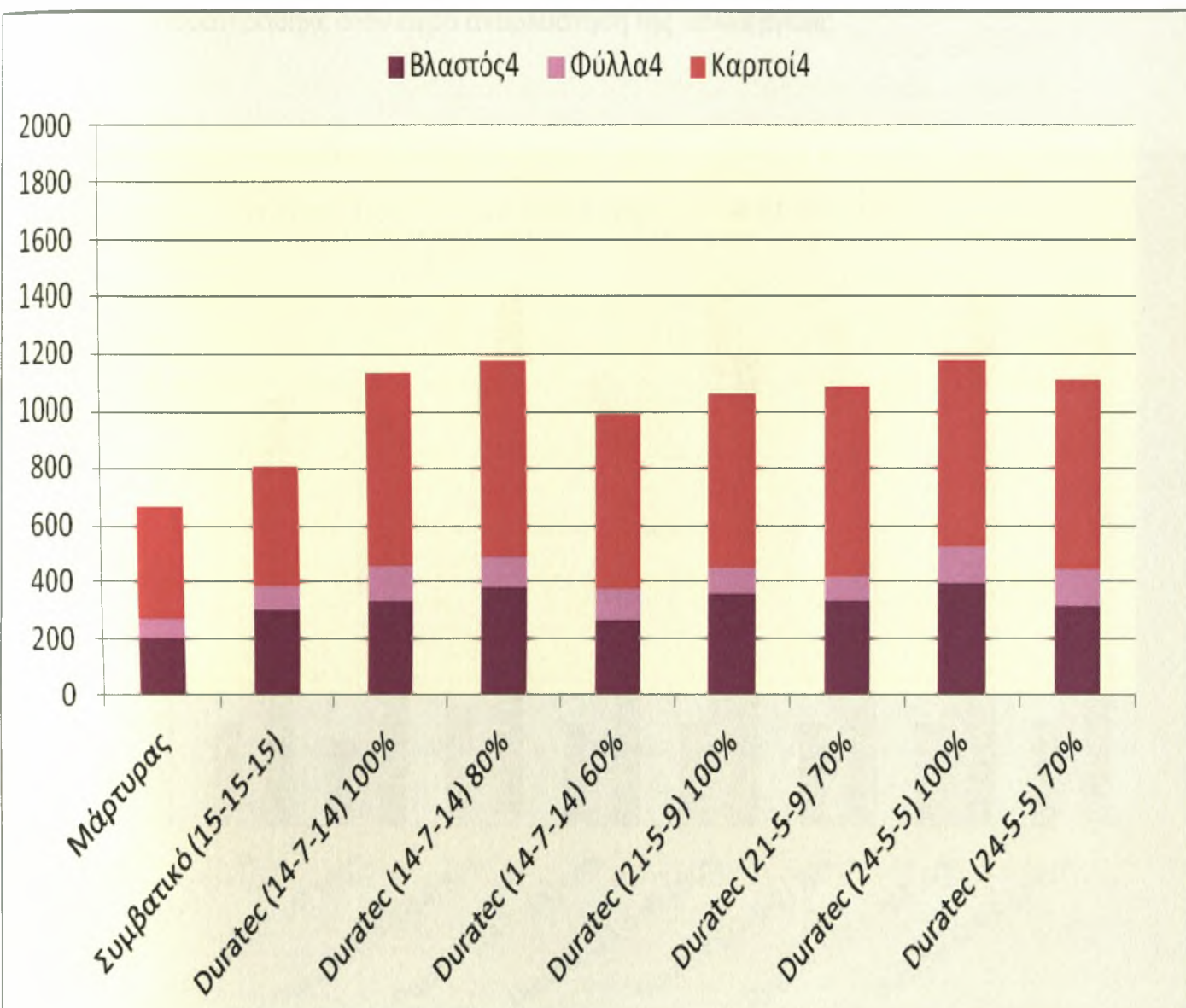
Διάγραμμα 4.3: Αποτελέσματα μετρήσεων αύξησης και ανάπτυξης βαμβακιού κατά την δεύτερη δειγματοληψία (6/8/2011).

Στις αρχές Σεπτεμβρίου η καλλιέργεια έχει εισέλθει στο στάδιο της γήρανσης των φυτών. Οι καρποί (κάψες) έχουν πάρει το τελικό τους μέγεθος κι έχουν εισέλθει στη φάση του ανοίγματος. Η συνολική βιομάζα έχει ανέλθει στα 1400 kg/στρ περίπου με το μεγαλύτερο μέρος της να αποτελούν οι καρποί. Η αριθμητική υπεροχή του Duratec με βασική μόνο λίπανση έναντι της συμβατικής συνεχίζεται.



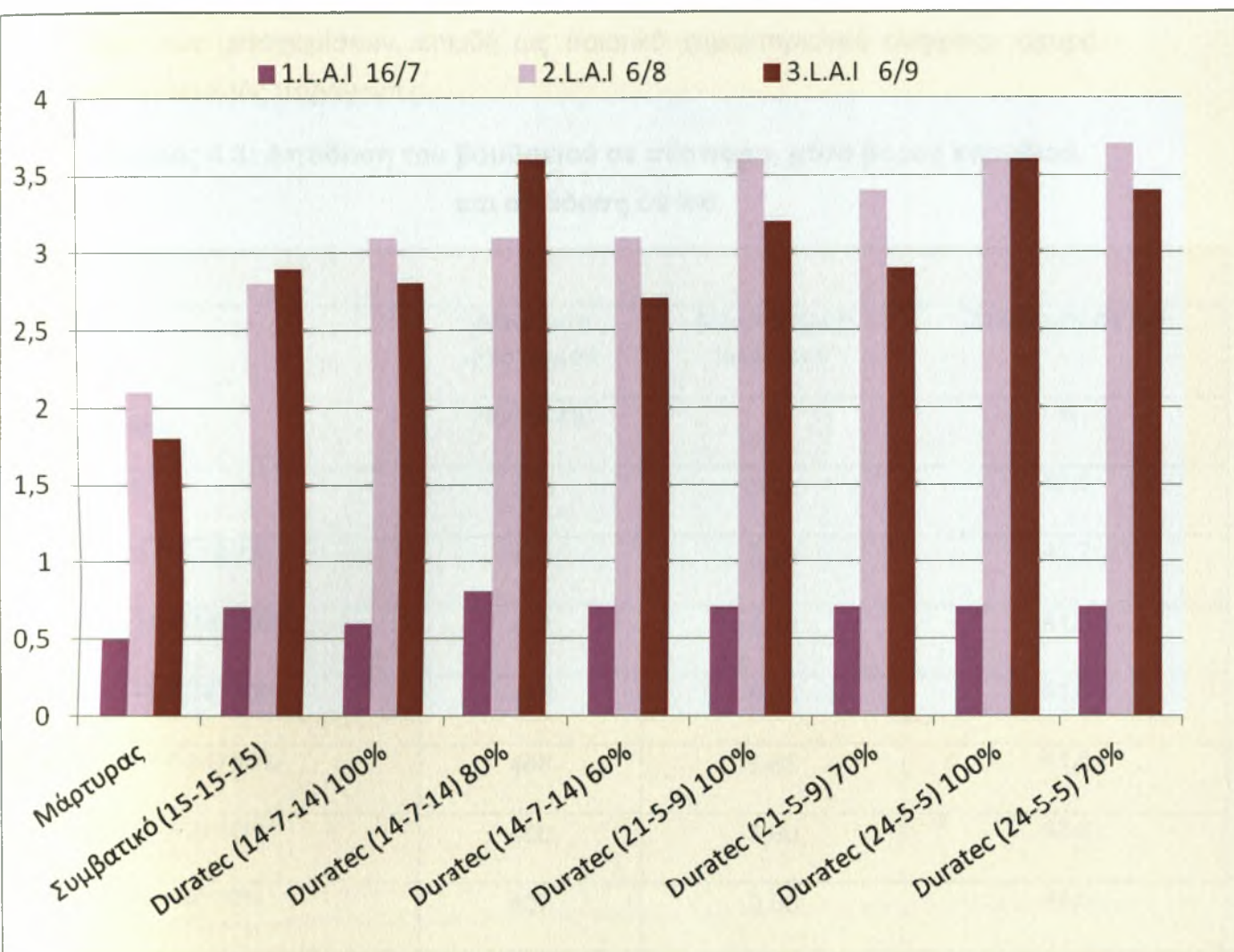
Διάγραμμα 4.4: Αποτελέσματα μετρήσεων αύξησης και ανάπτυξης βαμβακιού κατά την τρίτη δειγματοληψία (6/9/2011).

Αρχές Οκτωβρίου έχει επέλθει η γήρανση των φυτών με πτώση των φύλλων όπως φαίνεται από τη δραματική μείωση της ποσότητάς τους έναντι της προηγούμενης δειγματοληψίας. Όλες οι μεταχειρίσεις του Duratec υπερέχουν αριθμητικά έναντι της συμβατικής λίπανσης.



Διάγραμμα 4.5: Αποτελέσματα μετρήσεων αύξησης και ανάπτυξης βαμβακιού κατά την τέταρτη δειγματοληψία (6/10/2011).

Ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας παίρνει τη μέγιστη τιμή του περί το τέλος Ιουλίου με αρχές Αυγούστου και τη διατηρεί όλο τον Αύγουστο. Μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν παρατηρούνται αξιοσημείωτες διαφορές εκτός της υστέρησης του μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή του το Σεπτέμβριο στη δεύτερη και τέταρτη μεταχείριση μάλλον οφείλεται σε πειραματικό σφάλμα διότι δεν παρατηρήθηκε στον αγρό αναβλάστηση της καλλιέργειας.



Διάγραμμα 4.6: Εξέλιξη του Δείκτη φυλλικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού.

4.3 Απόδοση

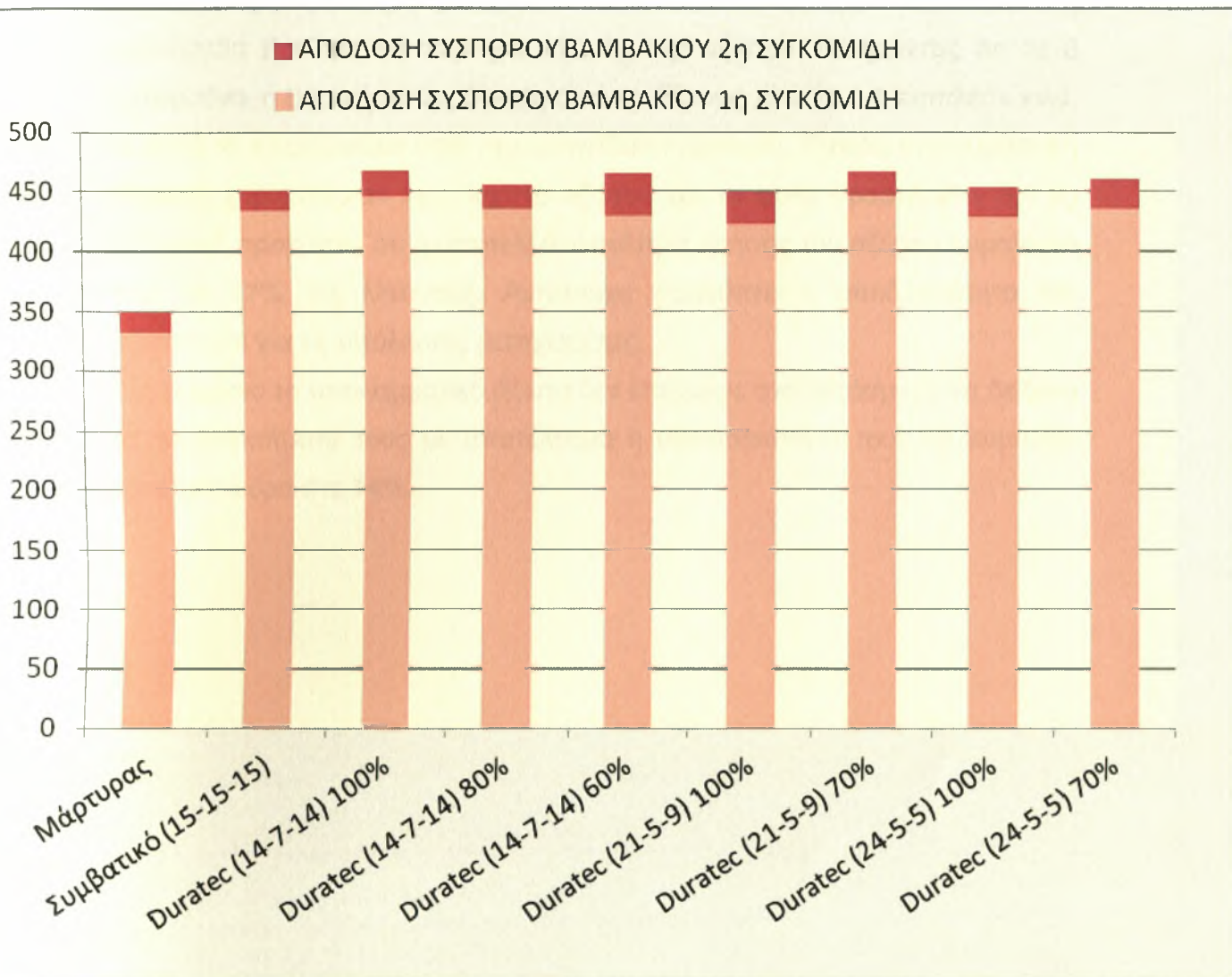
Ως προς την απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (Πίνακας 4.3) δεν υπήρξαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων πλην του μάρτυρα που υστέρησε έναντι όλων. Φαίνεται ότι και η μειωμένη λίπανση κατά 30% με duratec με μία εφαρμογή (βασική) οδηγεί σε ίδιες αποδόσεις με τη συμβατική λίπανση και εφαρμογή δύο επιφανειακών λιπάνσεων. Ως προς το βάρος καρυδιού παρουσιάζεται υστέρηση του μάρτυρα έναντι των υπολοίπων λόγω ελλιπούς θρέψης. Η εκατοστιαία αναλογία σε ίνα δεν παρουσιάζει διαφοροποίηση μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων, επειδή ως ποιοτικό χαρακτηριστικό ελέγχεται ισχυρά από γενετικούς παράγοντες.

Πίνακας 4.3: Απόδοση του βαμβακιού σε σύσπορο, μέσο βάρος καρυδιού, και απόδοση σε ίνα.

Μεταχείριση	Απόδοση σύσπορου	Μέσο Βάρος καρυδιού	Απόδοση σε ίνα
	Kg/στρεμ.	g	%
Μάρτυρας	349	5,08	42,6
Συμβατικό (15-15-15)	451	5,45	41,7
Duratec (14-7-14) 100%	467	5,48	41,6
Duratec (14-7-14) 80%	456	5,85	41,8
Duratec (14-7-14) 60%	465	5,63	41,6
Duratec (21-5-9) 100%	450	5,60	42,0
Duratec (21-5-9) 70%	467	5,50	41,8
Duratec (24-5-5) 100%	454	5,60	41,8
Duratec (24-5-5) 70%	461	5,43	42,6
ΕΣΔ _{.05}	55,9	ns	ns
CV (%)	8,57	5,17	2,22

Πρέπει να σημειωθεί ότι η υψηλή απόδοση του μάρτυρα καταδεικνύει την υπολειμματική δράση του αζώτου από την προηγούμενη καλλιέργεια. Η προσθήκη αζώτου έδωσε περίπου 100 kg σύσπορου βαμβακιού σε όλες τις περιπτώσεις.

Το ποσοστό της πρώτης συγκομιδής κυμάνθηκε σχεδόν στα ίδια επίπεδα σε όλες τις μεταχειρίσεις δηλαδή δεν παρατηρήθηκε οψίμιση της καλλιέργειας σε κάποια από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 4.7: Απόδοση σύσπορου βαμβακιού κατά τη πρώτη και δεύτερη συγκομιδή.

4.4 Αποδοτικότητα χρήσης αζώτου

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 4.4 η βασική απορρόφηση του αζώτου από το έδαφος εκτιμήθηκε περί τα 8 kg/στρ σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων των φυτικών ιστών.

Η αποδοτικότητα χρήσης αζώτου προκύπτει από τη διαφορά της απορρόφησης του αζώτου από τα φυτά της κάθε μεταχείρισης σε σχέση με τη βασική απορρόφηση (8 kg/στρ). Για παράδειγμα στη συμβατική λίπανση η καλλιέργεια βρέθηκε να περιέχει 11,1 kg/στρ αζώτου, θεωρώντας ότι τα 8 kg/στρ είναι η βασική απορρόφηση από το έδαφος τότε τα 3,1 επιπλέον κιλά, τα φυτά τα προσέλαβαν από τη χορηγηθείσα λίπανση. Επειδή στη συμβατική λίπανση χορηγήθηκαν 18,1 kg/στρ αζώτου και τα φυτά προσέλαβαν 3,1 kg από αυτό προκύπτει ότι η αποτελεσματικότητα χρήσης του αζώτου κυμαίνεται περί τα 17% της λίπανσης. Αντίστοιχα προκύπτει η αποδοτικότητα του αζώτου και για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Στο βαμβάκι το υπολειμματικό άζωτο δεν επέτρεψε στα λιπάσματα να δείξουν τα πλεονεκτήματά τους με αποτέλεσμα η αποδοτικότητά τους να κυμανθεί κατά μέσο όρο στο 14%.

Πίνακας 4.4: Ποσότητα N-ούχου λίπανσης που εφαρμόστηκε, απορρόφηση N από την καλλιέργεια, απόδοση σε καρπό και αποδοτικότητα χρήσης N στο βαμβάκι.

ΒΑΜΒΑΚΙ	N εφαρμογή	N απορρόφηση	Απόδοση σύσπορου	Αποδοτικότητα χρήσης N	
				kg/στρ.	%
Μεταχειρίσεις	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/στρ.	kg/στρ.	%
Μάρτυρας	0	8,0	349	0,0	0
Συμβατικό (15-15-15)	18,1	11,1	451	3,1	17
Duratec (14-7-14) 100%	18,1	11,7	467	3,7	21
Duratec (14-7-14) 80%	16,9	10,4	456	2,4	14
Duratec (14-7-14) 60%	15,7	9,6	465	1,6	10
Duratec (21-5-9) 100%	18,1	10,1	450	2,1	12
Duratec (21-5-9) 70%	12,7	8,8	467	0,8	6
Duratec (24-5-5) 100%	18,0	10,8	454	2,8	16
Duratec (24-5-5) 70%	12,7	10,0	461	2,0	16

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των βαμβακοφύτων, ενδεχομένως λόγω της υπολλειματικής δράσης του N της προηγούμενης καλλιέργειας αλλά και της ικανοποιητικής θρέψης μέσω της λίπανσης σε μία καλλιέργεια που δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητική.

Οι τελικές αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι έδειξαν στατιστικώς σημαντική υστέρηση του μάρτυρα έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων λόγω ελλιπούς θρέψης.

Επίσης, η μειωμένη λίπανση κατά 30% με Duratec με μια εφαρμογή οδηγεί σε ίδιες αποδόσεις με την συμβατική λίπανση και εφαρμογή δύο επιφανειακών λιπάνσεων. Όσον αφορά το βάρος του καρυδιού ο μάρτυρας εμφανίζει αριθμητική υστέρηση η οποία όμως δεν είναι στατιστικώς σημαντική.

Σε όλες τις δειγματοληψίες οι μεταχειρίσεις τον Duratec με βασική λίπανση μόνο εμφανίζουν αριθμητική υπεροχή έναντι των υπολοίπων τόσο στην κανονική δόση (100%) όσο και στη μειωμένη (70%).

Ο ΔΦΕ στη μεταχείριση της συμβατικής λίπανσης πλησίασε αλλά δεν έφτασε την τιμή 3. Στις μεταχειρίσεις τον Duratec κυμάνθηκε από 3,1 έως 3,7.

Στατιστικές διαφορές εμφανίζονται μόνο μεταξύ του μάρτυρα (μηδενική λίπανση) και των υπολοίπων μεταχειρίσεων σε διάφορα χαρακτηριστικά, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν.

Η αποδοτικότητα χρήσης αζώτου κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα λόγω της αυξημένης πρόσληψης από το εδαφικό απόθεμα (με μηδενική λίπανση τα φυτά αποθήκευσαν στα διάφορα μέρη τους 8 kg αζώτου το στρέμμα).

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- ❖ Αλιφραγκής Δ., 2008. Το έδαφος, γένεση- ιδιότητες-ταξινόμηση, τόμος Ι. Εκδόσεις Αϊβάζη. Θεσσαλονίκη. Σελ 421.
- ❖ Αναλογίδης Α. Δ. 2000. Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή. Εκδόσεις ΑΓΡΟ-τύπος Α.Ε., Αθήνα.
- ❖ Βαμβάκι καλαμπόκι '96. Εκδόσεις γεωργική τεχνολογία.
- ❖ Βαμβάκι. 1999. Αγροτική συμβουλευτική Βορείου Ελλάδος Α. Ε. Εκδόσεις Ζευσ Α.Ε, σσ. 13,16,18.
- ❖ Βαμβάκι 2000. Μάρτιος 1999. Εκδόσεις γεωργική τεχνολογία, σσ. 110-111, 72-74.
- ❖ Γαλανοπούλου-Σενδούκα Σ., 1977. Αύξηση και ανάπτυξη βαμβακιού με διάφορο πληθυσμό φυτών και εποχή σποράς, Διδακτορική διατριβή, Γεωπονική Σχολή, Πανεπ. Θεσσαλονίκης, σελ.1-83.
- ❖ Γαλανοπούλου-Σενδούκα Σ., 1979. Γενετική παραλλακτικότητα και οικολογική προσαρμοστικότητα των φυτών. Γεωτεχνικά 3, σελ. 15-20.
- ❖ Γαλανοπούλου-Σενδούκα Στέλλα. 2002. Βιομηχανικά φυτά και υπόλοιπα κλωστικά Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλο-Καπνός, Εκδόσεις ΑΘ. Σταμούλη, Αθήνα. Σελ 34,49,64.
- ❖ Γεωργία κτηνοτροφία, αφιέρωμα βαμβάκι. Δεκέμβριος 2004. Αγροτύπος Α. Ε. Σελ 25-26.
- ❖ Ζευσ., 1999. Ποικιλίες βαμβακιού στην Ελληνική αγορά , τεύχος ετήσιο, σελ 74-83.

- ❖ Θεριός Ι.Ν., 1996. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη. Σελ 36, 232,248-249,251.
- ❖ Καλλιεργητής βαμβακιού. Οκτώβριος 2004. Μηνιαία τεχνική-επιστημονική έκδοση της εφημερίδας << ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ>>. Σελ 9-12.
- ❖ Κεχαγιά Ο., 1999. Τι είναι και πως επηρεάζεται η ποιότητα του βαμβακιού. Γεωργική τεχνολογία, τεύχος Βαμβάκι 2000, Μάρτιος.
- ❖ Κουκουλάκης, Π., Χ. Πασχαλίδης, Ε. Λίγκος. 1994. Σύγχρονες αρχές λίπανσης του βαμβακιού. Γεωργική τεχνολογία, Τεύχος Ιουνίου: 38-40.
- ❖ Μήτσιος Ι., 2004. Γονιμότητα εδαφών. Εκδόσεις της Zymel Δρ. Αβραμίδα. Βόλος. Σελ 196.
- ❖ Μουρκίδης Γ.Α, 1982. Λιπάσματα, γεωργική χημεία, Τρίτη έκδοση. Θεσσαλονίκη. Σελ 63,66,68,100,101.
- ❖ Ο.Π.Ε.Κ.ΕΠ.Ε. Οργανισμός Πληρωμών Και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού Και Εγγυήσεων. 2005.
- ❖ Οργανισμός βάμβακος. 1995. Οδηγός βαμβακοκαλλιεργητή. Αθήνα. Σελ 27-28.
- ❖ Παπακώστα – Τασοπούλου Δ., 2002. Βιομηχανικά φυτά, ζαχαρότευτλα, βαμβάκι, καπνός. Εκδόσεις σύγχρονη παιδεία. Θεσσαλονίκη. Σελ 143-146, 158-163, 167-170, 182-184,192.
- ❖ Παπακώστα – Τασοπούλου Δ., 2008. Ειδική Γεωργία Ι (Τεύχος Α') ΣΙΤΗΡΑ (Χειμερινά, Εαρινά). Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.
- ❖ Σφήκας, Α., 1976. Γενική Γεωργία. Θεσσαλονίκη.
- ❖ Σφήκας, Α., 1978. Ειδική Γεωργία. Θεσσαλονίκη.

- ❖ Σφήκας, Α., 1988. Ειδική Γεωργία, Βιομηχανικά φυτά τόμος ΙΙ. Θεσσαλονίκη, σσ. 8,16.
- ❖ Τσαμπικούνης Φ., 1997. Θρέψη-λίπανση των φυτών, Λαχανικά-Βιομηχανικά Φυτά, Φυτά μεγάλης καλλιέργειας, Μέρος Δ'. Εκδόσεις Α. Σταμούλη. Αθήνα. Σελ 105-112.
- ❖ Χλίχλιας, Α. Γ., Σ. Λευκοπούλου και Σ. Γαλανοπούλου. 1977. Η επίδραση των καιρικών συνθηκών στη διαμόρφωση της παραγωγής του βαμβακιού. Ινστιτούτο Βάμβακος. Επιστημ. Δελτίο, νέα σειρά: Νο 1, σσ. 1-80. (Περίληψη Γεωργική Έρευνα, Τομ. 3, Τεύχος 2, σσ. 190-196).
- ❖ Χριστίδης Β., 1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη.

Ξένη βιβλιογραφία

- ❖ Abou-Ei-Fittough, H. A, J. O. Rawlings, and P. A. Miller. 1969. Genotype by environment interaction in cotton. Their nature and related environmental variables. Crop Sci. 9, pp.377-381.
- ❖ Christiansen, M.N. 1963. Influence of chilling upon seedling development of cotton. Plant Physiology 38:520-522.
- ❖ Christiansen, M.N. 1968. Induction and prevention of chilling injury to radicle tips of imbibing cottonseed. Plant Physiol. 43, pp. 743-746.
- ❖ Christiansen, M.N., and R. O. Thomas. 1969. Season long effects of chilling treatments applied to germinating cottonseed. Crop Sci. 9, pp. 672-673.
- ❖ Galanopoulou, S. 1991. Cotton breeding in Greece. Proceedings FAO Cotton Network/ICAC meeting. Seville, 4-5 March. Pp 13.

- ❖ Gertsis, A., Galanopoulou - Sendouca S., Papathanasiou G., and Simeonakis A., 1997. Use of GOSSYM., - A Cotton Growth Simulation Model – To Manage a Low Input Cotton. Proceeding: First European Conference for Information Technology in Agricultural University Copenhagen, Denmark 15-18 June, 1997, p.p 359-362.

- ❖ Grimes, D. W., W. L. Dickens, and W. D. Anderson. 1969. Functions for cotton (*Gossypium hirsutum*) production from irrigation and nitrogen fertilization variables: II Yield Components and quality characteristics. *Agron. J.* 61, pp. 773-76.

- ❖ Guinn, G. 1974. Abscission of cotton floral seeds and bolls as influenced by factors affecting photosynthesis and respiration. *Crop Sci.* 14, pp. 291-93.

- ❖ Halevy J., 1976 Growth rate and nutrient uptake of two cotton cultivars grown under irrigation. *Agron. Jour.* 68: 701-705.

- ❖ Hodge A., Robinson D., Fitter A. 2000. Are microorganisms more effective than plants at competing for nitrogen? *Trends in Plant Science*, 5: 304-308.

- ❖ Kohel R. and Lewis C., 1984. *Cotton*. American Society of Agronomy.

- ❖ Mauney, J. R. 1966. Floral initiation of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. in response to temperature. *J. Exp. Bot.* 17, pp.452-459.

- ❖ Oosterhuis, D. M. 1990. Growth and development of a cotton plant. Cooperative Extension Service. MP 332. Univ. of Arkansas, USDA and Country Governments Cooperating.

- ❖ Oosterhuis, D. M., and J. Jernstedt. 1999. Morphology and anatomy of the cotton plant. In: *Cotton*. Edit. C. Wayne Smith and J. Tom Cothren. Wiley Series in Crop Science, pp.175-206.

- ❖ Powell, R. D., and B. L. McMichael. 1968. The effect of temperature on flowering and boll development of cotton. Proc. Beltwide Cott. Prod. Res. Conf., pp.84.
- ❖ Sánchez L., Díez A. J., Vallejo A., Cartagena C. M. 2001. Denitrification losses from irrigated crops in central Spain. Soil Biology & Biochemistry, 33: 1201-1209.
- ❖ Silvertooth, J.C., K.L. Edmisten and W.H. McCarty. 1999. Production practices. In Smith, C.W. and J.T. Cothren (eds). Cotton: Origin, History, Technology and Production pp 451-488. Wiley Series in Crop Science. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- ❖ Šimek M, Cooper E. J. 2001. Nitrogen Use Efficiency in Temperate Zone Arable Lands. In: Shiyomi M, Koizumi H., ed. Structure and Function in Agroecosystem Design and Management. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., pp. 228-251.
- ❖ Sommer G. S., Schjoerring K. J., Denmead T. O. 2004. Ammonia Emission from Mineral Fertilizers and Fertilized Crops. Advances in Agronomy, 82: 557-622.
- ❖ Stewart M., 1998. Fertilize Cotton for Optimum Yield and Quality. News & Views, Great Plains Region.

Πηγές διαδικτύου

- ❖ <http://www.agricentro.gr/%CE%9A%CE%9F%CE%9A%CE%9A%CE%A9%CE%94%CE%97.php>
- ❖ <http://www.agronews.gr/tech/eisroes/arthro/70438/lipasma-kai-kalliergeia-apo-tin-compo/>

- ❖ <http://www.agrotikistegi.gr/index.php/component/fsf/?view=faq&catid=12&tmpl=component&faqid=14>
- ❖ <http://www.compo-expert.com/gr>
- ❖ <http://www.compo-expert.com/gr/proionta/imiperikalymmenalipasmata/duratec.html>
- ❖ <http://www.compo-expert.com/gr/kalliergeies/fytoria.html>
- ❖ http://www.cotton-net.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=72
- ❖ <http://el.wikipedia.org/wiki/Βαμβάκι>
- ❖ <http://www.elfegroup.eu/%CE%B7-%CE%B5%CE%BE%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B1%CF%82-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%BF-%CE%AC%CE%B6%CF%89%CF%84%CE%BF-%CF%81%CF%85%CE%B8%CE%BC%CE%BF%CF%86%CE%AD%CF%81%CF%84/>
- ❖ <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=125>
- ❖ <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/2324/Lala%20N%20%20Mardas%20X%20%5BMain%5D.pdf?sequence=1>
- ❖ Γεωργίλα. Β. 2006. Μεταβολές του αζώτου σε βιολογική καλλιέργεια γλυκού σόργου για παραγωγή βιομάζας. Πανεπιστήμιο Πατρών ΔΠΜΣ.http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1143/1/Nimeris_Georgila.pdf
- ❖ <http://invenio.lib.auth.gr/record/113905/files/paliouras.pdf?version=1>

- ❖ <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/steg/fp/2008/GampaGeorgia/attached-document/gampa.pdf>

- ❖ <http://www.pasepelip.gr/pdf/asimakopoulos.pdf>

- ❖ Σαρρής Φ. Παναγιώτης. Η φυσιολογία των χημικών στοιχείων στο φυτό. Βιβλιογραφική έρευνα. <http://www.agrool.gr/files/physiol.pdf>

- ❖ Χουλιάρης Ν. Η λίπανση στη βιολογική γεωργία. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Λάρισας. <http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita3.pdf>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114884