



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΩΝ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΙΚΩΝ  
ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑ**

**ΠΑΛΛΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2022**

**"Μελέτη της επίδρασης των συνδυασμών βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στην απόδοση του βαμβακιού στην Θεσσαλία"**

**"Study of the effect of the combinations of biostimulants on the yield of cotton in Thessaly"**

Τριμελής Επιτροπή:

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής, Επιβλέπων

Καρκάνης Ανέστης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Μπαρτζιάλης Δημήτριος, ΕΔΙΠ, Μέλος

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος (ΤΓΦΠΑΠ).

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Δαναλάτο Νικόλαο, για την ευκαιρία που μου έδωσε, να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου διατριβή στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών.

Εν συνεχεία, ιδιαίτερα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, στον Δρ. Μπαρτζιάλη Δημήτριο, για την βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε, καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος αλλά και της συγγραφής της παρούσας εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή κ. Γιαννούλη Κυριάκο, για τη βοήθεια που μου παρείχε κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα εγκάρδιο ευχαριστώ, στην οικογένεια μου για όλη την στήριξη που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης τριών βιοδιεγερτικών σκευασμάτων, του Nutri BS-95, Zinc tip plus pro και Foska, στην απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι, η αύξηση της οποίας θα επιτυγχάνονταν μέσω αυξημένης καρπόδεσης. Για την εκπόνηση της έρευνας εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός το 2021, το πειραματικό σχέδιο του οποίου ήταν τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων (RCB). Οι μεταχειρίσεις ήταν έξι σε 4 επαναλήψεις, δηλαδή εικοσιτέσσερις εν συνόλω. Στις 28 Απριλίου έγινε σπορά βαμβάκιου (*Gossypium hirsutum*) της ποικιλίας ST 402, μιας παραγωγικής ποικιλίας που ενδείκνυται για πολλές περιοχές. Πραγματοποιήθηκαν μέτρηση χλωροφύλλης, με το όργανο CCM 200, καθώς και δύο δειγματοληψίες φυτών, από κάθε τεμάχιο, για ανάλυση της αύξησης και ανάπτυξής τους. Σ' αυτά μετρήθηκε το χλωρό βάρος ενώ από δείγματα φυτών, τα οποία χωρίστηκαν σε στελέχη, καρποφόρα όργανα και φύλλα, μετρήθηκαν τα αντίστοιχα ξηρά βάρη αλλά και το συνολικό. Η ξήρανση έγινε εντός ξηραντηρίου, στους 50 °C. Επιπροσθέτως, από την έναρξη της ανθοφορίας μέχρι και το πέρας της ωφέλιμης ανθοφορίας, έγινε καταμέτρηση ανά δεύτερη ημέρα των λευκών ανθέων, ενώ δύο χειροσυλλογές πραγματοποιήθηκαν για την εύρεση της απόδοσης. Ακόμη, το στατιστικό πακέτο GenStat (7η έκδοση) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις μετρήσεις αγρού και τις εργαστηριακές αναλύσεις. Ως προς την περιεχόμενη χλωροφύλλη, μορφολογικά χαρακτηριστικά και τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας του βαμβακιού, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, στις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Επίσης, στατιστικώς μη σημαντικές κρίθηκαν και οι διαφορές ως προς την παραγωγή βιομάζας, όπως αυτή παρουσιάστηκε μέσω των ξηρών βαρών. Τέλος, υπό το ίδιο πρίσμα ο συνολικός αριθμός ανθέων, το μέσο βάρος καρυδιού αριθμός καρυδιών/m<sup>2</sup> και η συνολική απόδοση ως άθροισμα της πρώτης και δεύτερης συγκομιδής, δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ ως προς την πρωιμότητα, δεν παρουσιάστηκε διαφοροποίηση. Συμπερασματικά, οι διαφορές που μελετήθηκαν είναι αριθμητικές και όχι στατιστικές, με τον παραγωγό να καλείται να αποφασίσει τη συμφέρουσα γι αυτόν επιλογή, λαμβάνοντας υπ' όψιν και το κόστος των σκευασμάτων δεδομένης της συχνότητας χρήσης τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	7
1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	7
1.1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	8
1.1.3 ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	9
1.1.4 ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	10
1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	12
1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	14
1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	15
1.5 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	16
1.5.1 ΚΛΙΜΑ.....	16
1.5.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	18
1.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	19
1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	20
1.7.1 ΣΠΟΡΑ.....	20
1.7.2 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	21
1.7.3 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	21
1.7.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	22
1.8 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	23
1.8.1 ΠΟΙΚΙΛΙΑ ST 402.....	24
1.9 ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ) ..	25
1.10 ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	26
1.10.1 ΑΖΩΤΟ.....	26
1.10.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	27
1.10.3 ΚΑΛΙΟ.....	28
1.10.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	29
1.10.5 ΘΕΙΟ.....	29
1.10.6 ΜΑΓΝΗΣΙΟ.....	30
1.11 ΜΙΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ).....	30
1.11.1 ΣΙΔΗΡΟΣ.....	31
1.11.2 ΒΟΡΙΟ.....	31
1.11.3 ΜΑΓΓΑΝΙΟ.....	32
1.11.4 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	32

1.12 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ.....	32
1.12.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	32
1.12.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ .....	33
1.12.2.1 ΧΟΥΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΟΥΛΒΙΚΑ ΟΞΕΑ.....	33
1.12.2.2 ΦΥΚΗ .....	34
1.12.2.3 ΩΦΕΛΙΜΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ .....	35
1.12.2.4 ΧΙΤΟΖΑΝΗ .....	35
1.12.2.5 ΥΔΡΟΛΥΜΑΤΑ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ .....	36
1.12.2.6 ΠΥΡΙΤΙΟ .....	37
1.12.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ.....	38
1.12.4 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ .....	39
1.13 ΣΚΟΠΟΣ.....	41
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	42
2.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ.....	43
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	44
2.3 ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ.....	46
2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ.....	46
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	49
3.1 ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	49
3.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	50
3.3 ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΠΟΔΟΣΗ.....	51
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	58
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

#### 1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πρόκειται για φυτό γνωστό από τους προϊστορικούς χρόνους, κυρίως στην Αμερική και την Ινδία, όπου και καλλιεργήθηκε περίπου πριν από 5.000 χρόνια. Η παλαιότερη απόδειξη της χρήσης βαμβακιού στον Παλαιό Κόσμο, που χρονολογείται στο 5500 π.Χ. και διατηρήθηκε σε χάλκινες χάντρες, έχει βρεθεί στη νεολιθική τοποθεσία "Mehrgarh", στους πρόποδες του περάσματος Bolan στην αρχαία Ινδία, στο σημερινό Μπαλουχιστάν του Πακιστάν (Mitchen 2006, Yinhua *et al.* 2018, Moulherat 2002). Θρύμματα βαμβακερών υφασμάτων έχουν βρεθεί στο "Mohenjo-daro" και σε άλλες τοποθεσίες του Πολιτισμού της Κοιλιάδας του Ινδού στην Εποχή του Χαλκού, και το βαμβάκι μπορεί να ήταν μια σημαντική εξαγωγή από αυτόν (Ahmed, 2014).

Ούτε οι Έλληνες ούτε οι Άραβες ήταν εξοικειωμένοι με το βαμβάκι έως τους Πολέμους του Μεγάλου Αλεξάνδρου, καθώς όπως είπε ο ιστορικός και πρέσβης Μεγασθένης στον Σέλευκο Α' Νικάτορα ότι "υπάρχουν δέντρα στα οποία φυτρώνει μαλλί", το οποίο αναφέρεται στο βιβλίο του "Ινδικά". Αυτό μπορεί να είναι μια αναφορά στο "δενδρώδες βαμβάκι", *Gossypium arboreum*, που είναι ιθαγενές της ινδικής υποηπείρου.

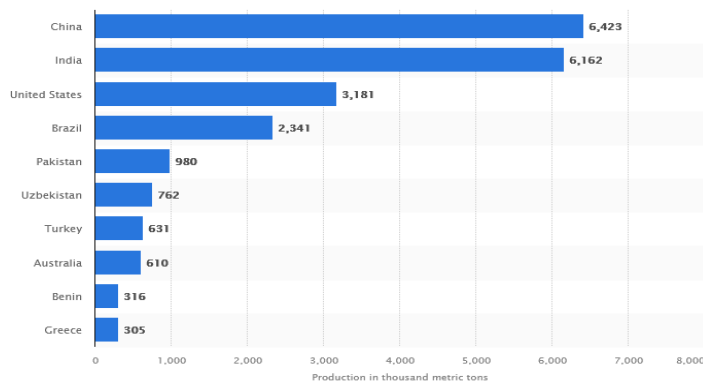
Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα έγινε για πρώτη φορά τον 2ο μ.Χ. αιώνα στην Ηλεία, υπό του ονόματος Βύσσος. Έτσι τα υφάσματα τα οποία δημιουργήθηκαν πήραν το όνομα βύσσινα, ενώ μέχρι τότε η φυσική ίνα που χρησιμοποιούταν, ήταν το έριον. Η πρώτη αναφορά του σημερινού ονόματος (βάμβαξ) τόσο για το φυτό όσο και για το προϊόν του βαμβακιού, βρίσκεται στη Νομοθεσία του Ιουστινιανού (6ο μ.Χ. αιώνα), ενώ η διάδοση του βαμβακιού σε όλη την Ελλάδα έγινε, τον 10ο αιώνα. Η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα στα χρόνια της Τουρκοκρατίας πραγματοποιήθηκε στην κοιλάδα του Κηφισού, στις Σέρρες αλλά και τη Θεσσαλία. Όμως τα *G. herbaceum* και *G. arboreum* που για δυο χιλιάδες χρόνια καλλιεργούνταν στην Ελλάδα εκτοπίστηκαν (από το *G. hirsutum*) και κατά συνέπεια το γενετικό τους υλικό εξαφανίστηκε. Την αιτία αποτέλεσε ο εμφύλιος πόλεμος στην Αμερική λόγω



του οποίου πραγματοποιήθηκε εισαγωγή και στην Ελλάδα του *G.hirsutum*. Στην αυγή του 20ου αιώνα καθώς και μεταγενέστερα πραγματοποιήθηκαν προσπάθειες διάδοσης στην Ελλάδα τόσο του Αιγυπτιακού βαμβακιού όσο και ορισμένων μακρόκλωστων ποικιλιών τύπου Sea Island. Οι προσπάθειες αυτές όμως δεν ευοδώθηκαν λόγω έλλειψης πρακτικού ενδιαφέροντος. Πιο αναλυτικά στις ελληνικές συνθήκες η παραγωγή των συγκεκριμένων βαμβακιών κρίθηκε ασύμφορη, εξαιτίας της τάχιστα οψίμισής τους. Σε ότι αφορά τα καλλιεργήσιμα στρέμματα βαμβακιού, υπολογίστηκε ότι η έκταση αυτών το 1910 ήταν περί τα 90.000 στρέμματα ενώ από το 1930, όπου η καλλιέργεια βαμβακιού άγγιξε τα 220.00 στρέμματα, διαπιστώνεται τεράστια αύξηση, ώστε τη δεκαετία του '90 τα στρέμματα με βαμβάκι να αγγίζουν τα 4,5 εκατομμύρια (Χριστίδης 1965, Οργανισμός βάμβακος 1995, Γαλανοπούλου-Σενδουκά 1979).

### **1.1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί βαμβακιού, για το 2021 είναι η Ινδία, η Κίνα, οι ΗΠΑ, το Πακιστάν, η Βραζιλία, το Ουζμπεκιστάν, η Αυστραλία, η Τουρκία, η Αργεντινή και η Ελλάδα, με την Κίνα, την Ινδία και τις ΗΠΑ να πρωταγωνιστούν, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (Εικ.1). Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της παραγωγής καταναλώνεται από τις αντίστοιχες βιομηχανίες κλωστοϋφαντουργίας τους. Οι μεγαλύτεροι εξαγωγείς ακατέργαστου βαμβακιού είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες, με πωλήσεις 4,9 δισεκατομμυρίων δολαρίων και η Αφρική, με πωλήσεις 2,1 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Το συνολικό διεθνές εμπόριο υπολογίζεται σε 12 δισεκατομμύρια δολάρια. Το μερίδιο της Αφρικής στο εμπόριο βαμβακιού έχει διπλασιαστεί από το 1980. Καμία περιοχή δεν έχει σημαντική εγχώρια κλωστοϋφαντουργία, καθώς αυτή έχει μετακινηθεί σε χώρες της Ανατολικής και Νότιας Ασίας, όπως η Ινδία και η Κίνα (FAOSTAT 2022, Statistica 2021).



**Εικόνα 1:** Οι δέκα χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή βαμβακιού για το 2021

(Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/263055/cotton-production-worldwide-by-top-countries/>)

### 1.1.3 ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Επί του παρόντος, η παραγωγή του βαμβακιού στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιείται σε 3 μόνο χώρες της και σε έκταση που αγγίζει περί τα 320.000 εκτάρια. Κύρια βαμβακοπαραγωγός χώρα είναι η Ελλάδα με ποσοστό 80% της ευρωπαϊκής βαμβακοκαλλιέργειας, η χώρα που ακολουθεί με ποσοστό 20% είναι η Ισπανία (κυρίως η Ανδαλουσία), ενώ η βαμβακοπαραγωγή της Βουλγαρίας είναι πολύ μικρή, με έκταση λιγότερη των 1.000 εκταρίων. Αν και η αξία της ευρωπαϊκής γεωργικής παραγωγής για το βαμβάκι αντιπροσωπεύει ποσοστό μικρότερο του 0,2% η περιφερειακή σημασία για τις δύο κύριες χώρες παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι πολύ σημαντική. Το 2018, η βαμβακοπαραγωγή στην ΕΕ έφτασε τους 340.000 τόνους, αριθμός που αντιπροσωπεύει μόνο το 1% της παγκόσμιας παραγωγής βάμβακος. Την τελευταία δεκαετία παρατηρήθηκε έντονη ελάττωση στις εισαγωγές της Ε.Ε από: 870.000 τόνους το 2002 σε 130.000 τόνους κατά μέσο όρο την τελευταία πενταετία. Οι εξαγωγές το ίδιο χρονικό διάστημα, κυμάνθηκαν στο επίπεδο των 250.000 τόνων ετησίως, παραμένοντας δηλαδή σε σχετικά σταθερό επίπεδο. Τέλος λόγω της απουσίας ύπαρξης τόσο δασμών όσο και επιδοτήσεων στο εξαγόμενο βαμβάκι, η αγορά της Ε.Ε έχει παραμείνει τελείως ανοιχτή (European Commission, 2018).

#### 1.1.4 ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί ότι ενώ η Ελλάδα από γεωγραφική σκοπιά αποτελεί περιοχή οριακή για την καλλιέργεια βάμβακος, εντούτοις καταλαμβάνει μία από τις πρώτες θέσεις σε παγκόσμιο επίπεδο όχι μόνο λόγω των υψηλών αποδόσεων αλλά και λόγω της υψηλής ποιότητας βαμβακιού τύπου upland. Επιπλέον χάρη στο βαμβάκι έχει παρατηρηθεί σημαντική στήριξη της κλωστοϋφαντουργίας στην Ελλάδα αλλά και εισροή συναλλάγματος (Καλόγηρος, 1994). Σε ότι αφορά τις εκτάσεις βαμβακοκαλλιέργειας στο πέρασμα των χρόνων στη χώρα μας η αύξηση είναι σημαντική. Συγκεκριμένα το 1930 τα στρέμματα που καλλιεργήθηκαν ήταν 200.000, το 1936 2.000.000 ενώ το 2001 τα στρέμματα ήταν πάνω από 4.000.000. Η άνοδος αυτή ήταν απόρροια τόσο των αυξημένων αποδόσεων ανά έκταση όσο και της αυξημένης τιμής που λάμβανε το βαμβάκι, λόγω της στήριξης από την Ε.Ε. Με την αναμόρφωση όμως της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2006 η οικονομική ενίσχυση στην βαμβακοκαλλιέργεια μειώθηκε, με αποτέλεσμα να μειωθεί η καλλιεργούμενη έκταση η οποία τα τελευταία χρόνια κυμαίνεται στα 2.000.000 έως 2.800.000 στρέμματα. Η καλλιέργεια του βαμβακιού λαμβάνει χώρα κυρίως στη Θεσσαλία (νομοί Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Μαγνησίας), στη Μακεδονία (νομοί Θεσ/νίκης, Σερρών, Δράμας, Πέλλας, Κιλκίς, Ημαθίας), στη Θράκη (νομοί Έβρου, Ροδόπης, Ξάνθης) και λιγότερο στα υπόλοιπα διαμερίσματα κυρίως στους νομούς Φθιώτιδος, Βοιωτίας και Αιτωλοακαρνανίας. Ο μέσος όρος απόδοσης σύσπορου βαμβακιού ανά στρέμμα στο σύνολο της χώρας ήταν το 1931 55 κιλά, 1960 110 κιλά, το 1980 251 κιλά και το 1995 300 κιλά, απόδοση που περίπου επιτυγχάνεται μέχρι σήμερα. Οι αριθμοί αυτοί, οι υψηλές αποδόσεις δηλαδή, σχετίζονται με μια σειρά παραγόντων, στους οποίους ανήκουν η χρήση βελτιωμένων ποικιλιών, η δημιουργία δικτύων άρδευσης αλλά και η βελτιωμένη καλλιεργητική τεχνική. Σε ότι αφορά την απόδοση από γεωγραφικό διαμέρισμα σε γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα έχουν εντοπιστεί διαφορές. Αυτές οφείλονται πρωτίστως στο διαφορετικό μήκος βλαστικής περιόδου και σε μικρότερο βαθμό σε λοιπούς παράγοντες. Η Θεσσαλία κατέχει την πρωτιά σε ότι αφορά την απόδοση ανά στρέμμα, με την παραγωγή σύσπορου να αγγίζει τα 400 κιλά, όπου η βλαστική περίοδος είναι αυξημένη, ενώ αντίθετα η Θράκη κατέχει την τελευταία θέση με παραγωγή ανάμεσα στα 220 με 250 κιλά, όπου το μήκος της βλαστικής περιόδου

είναι περιορισμένο. Επομένως το βαμβάκι συνιστά για την χώρα μας το υψηλότερης αξίας προϊόν με μείζονα συμβολή στους τομείς της οικονομίας και της γεωργίας.

Η έκταση των αγροτεμαχίων που καταλαμβάνονται από βαμβάκι, το πλήθος των παραγωγών αλλά και τα κιλά και απόδοση του βαμβακιού ανά περιφερειακή ενότητα, για το έτος 2019, περιγράφονται στο παρακάτω πίνακα (Πιν.1)

**Πίνακας 1:** Έκταση αγροτεμαχίων-Παραγωγοί-Κιλά -Απόδοση.

Νομός	Αγροτεμάχια έκταση	Παραγωγοί	Κιλά	Απόδοση
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	18.131,50	354	6.606.430	364
ΑΡΤΗΣ	931,50	7	255.670	274
ΑΧΑΪΑΣ	42,50	2	8.980	211
ΒΟΙΩΤΙΑΣ	169.318,50	3.169	54.154.104	320
ΔΡΑΜΑΣ	47.641,30	641	18.121.430	380
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	12.211,10	148	2.057.493	168
ΕΒΡΟΥ	99.380,20	1.510	21.300.165	214
ΕΥΒΟΙΑΣ	5.620,70	73	1.459.030	260
ΗΛΕΙΑΣ	6.899,40	83	2.399.530	348
ΗΜΑΘΙΑΣ	161.461,20	2.876	78.636.316	487
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	148.656,50	2.552	63.709.934	429
ΚΑΒΑΛΑΣ	1.407,60	25	425.230	302
ΚΑΡΔΙΤΣΗΣ	430.960,80	8.077	167.058.684	388
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	65,10	2	11.200	172
ΚΙΛΚΙΣ	78.167,20	1.199	21.643.133	277
ΚΟΖΑΝΗΣ	324,50	8	123.270	380
ΛΑΡΙΣΗΣ	324.895,50	4.506	131.496.516	405
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	45.406,10	620	18.922.100	417
ΞΑΝΘΗΣ	44.909,10	613	14.713.494	328
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ	244.915,50	2.764	49.845.983	204
ΠΕΛΛΗΣ	143.591,40	2.101	59.835.182	417
ΠΙΕΡΙΑΣ	42.508,80	836	15.141.903	356
ΠΡΕΒΕΖΗΣ	363,10	5	93.790	258
ΡΟΔΟΠΗΣ	341.058,80	4.850	68.634.231	201
ΣΕΡΡΩΝ	294.239,10	4.570	104.140.690	354
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	97.691,40	2.212	40.712.377	417
ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ	150.938,90	2.429	52.377.971	347
ΦΩΚΙΔΟΣ	224,90	4	62.270	277
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	3.937,00	53	670.970	170
ΣΥΝΟΛΑ	2.915.899,00	46.505	1,043,710,359	358

(ΟΠΕΚΕΠΕ 2019)

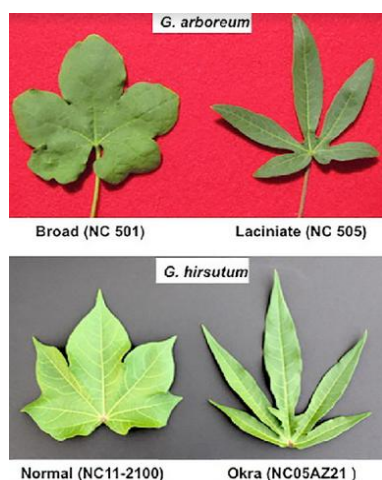
## 1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το ριζικό σύστημα στο βαμβάκι (Εικ.2) είναι πασσαλώδες αποτελούμενο από μια κύρια ρίζα, που δύναται να φθάσει τα 2 μέτρα, και πολλές δευτερεύουσες. Το ενεργό ριζόστρωμα εκτείνεται σε βάθος 60 εκατοστών. Επίσης, το βαμβάκι έχει ριζικό σύστημα (McMichael, 1986), όπου η ανάπτυξη των ριζών εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα και την πρόσληψη νερού και θρεπτικών συστατικών (Min *et al.* 2014).



**Εικόνα 2:** Ριζικό σύστημα βαμβακιού

Το στέλεχος είναι όρθιο, με ύψος κυμαινόμενο από 0,6 έως 1,80 μέτρα και αποτελείται από κόμβους και μεσογονάτια. Από κάθε κόμβο βγαίνουν φύλλα και βλαστοί, φυλλοφόροι ή ανθοφόροι. Παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στα φύλλα ως προς το σχήμα, το μέγεθος και την υφή από φυτό σε φυτό, αλλά και επάνω στο ίδιο φυτό. Τα φύλλα (Εικ.3) αποτελούνται από το έλασμα, το μίσχο, και δύο μικρά, οδοντωτά παράφυλλα που βρίσκονται στη βάση του. Το έλασμα του φύλλου μπορεί να έχει 3, 5 ή και 7 λοβούς, και είναι λείο ή χνουδωτό.



**Εικόνα 3:** Φύλλα βαμβακιού

Οι οφθαλμοί, που θα εξελιχθούν σε άνθη (Εικ.4), καλούνται χτένια και αρχικά περιβάλλονται από τρία ενωμένα, οδοντωτά στην περιφέρεια βράκτια φύλλα σε σχήμα πυραμίδας. Ο κάλυκας κάθε άνθους αποτελείται από πέντε μικρά, άνισα ενωμένα μεταξύ τους σέπαλα και η στεφάνη από πέντε πέταλα ενωμένα στη βάση τους, λευκά ή κίτρινα που αργότερα γίνονται ρόδινα, ιώδη και πέφτουν. Οι στήμονες είναι πολλοί και βρίσκονται σε δέκα σειρές γύρω από τον ύπερο.



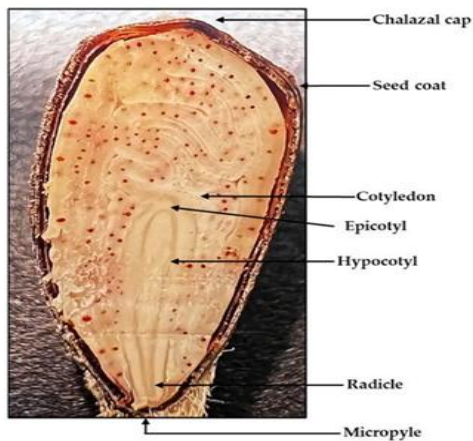
**Εικόνα 4:** Άνθος βαμβακιού

Ο καρπός (Εικ.5) που καλείται καρύδι, είναι κάψα που αποτελείται από 3, 5 ή 7 χώρους που περιέχουν 5-11 σπόρους, και ίνες και αποτελούν το σύσπορο βαμβάκι. Το σχήμα και το μέγεθος της κάψας εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία του βαμβακιού.



**Εικόνα 5:** Καρύδι βαμβακιού

Ο σπόρος (Εικ.6) του βαμβακιού αποτελείται από το σκληρό κέλυφος (περισπέρμιο) και το έμβρυο, που περιέχει τις δύο κοτύλες και τον εμβρυακό άξονα. Ο άξονας του εμβρύου αποτελείται από το επικοτύλιο, το υποκοτύλιο και το ριζίδιο.



**Εικόνα 6:** Σπόρος βαμβακιού

Σε όλο το φυτό, πλην των ριζών του, υπάρχουν κηλίδες σκούρου χρώματος που ονομάζονται νεκτάρια. Τα νεκτάρια, όταν αναπτύσσονται σε συνθήκες μειωμένου φωτισμού, εκκρίνουν μια τοξική ουσία που ονομάζεται γκοσσυπόλη.

(Αυγουλάς κ.ά 2017, Παπακώστα-Τασοπούλου 2013)

### 1.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το βαμβάκι είναι ένα πολυετές φυτό τροπικής και υποτροπικής προέλευσης, αλλά καλλιεργείται ως επί το πλείστον ως ετήσια καλλιέργεια, για την ίνα, σπορέλαιο και ζωικό αλεύρο (Constable and Bange, 2015). Εξαίρεση αποτελούν ορισμένες μόνο χώρες της Ν. Αμερικής, όπου εκεί η καλλιέργεια του βαμβακιού είναι πολυετής. Το βαμβάκι αποτελεί ευρέως διαδεδομένο φυτό για μια σειρά λόγων με κυρίαρχους την ικανότητα προσαρμογής του στις διάφορες συνθήκες κλίματος και εδάφους καθώς και τη μεγάλη πολυμορφία του.

Το βαμβάκι ανήκει στην οικογένεια Malvaceae και το γένος *Gossypium*, στο οποίο ανήκουν περισσότερα από 30 είδη. Τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη είναι τα ακόλουθα:

(α) *Gossypium herbaceum* (ποώδες ή κινέζικο): αυτοφύεται και καλλιεργείται κυρίως σε περιοχές Αφρικής και Ασίας και έχει φύλλα με 3-5 λοβούς, κάψες σφαιρικές και μήκος ίνας γύρω στα 17-26 mm.

(β) *G. arboreum* (δενδρώδες ή ινδικό): είδος που αυτοφύεται σε χώρες της Ασίας, ετήσιο ή πολυετές, έχει φύλλα με 5-7 λοβούς, κωνοειδείς κάψες και μήκος ίνας 16-22 mm.

(γ) *G. hirsutum* (αμερικάνικο ή upland): είδος ευρύτατα καλλιεργούμενο (με ποσοστό μεγαλύτερο του 90% της παγκόσμιας βαμβακοπαραγωγής) και συνηθέστερα σαν ετήσιο, τα φύλλα του διαθέτουν 3-5 λοβούς, στρογγυλές ή επιμήκεις κάψες και ίνα υψηλής ποιότητας με μήκος 23-40 mm, μεγάλη αντοχή, ελαστικότητα, αρκετά καλή ομοιομορφία αλλά και στιλπνότητα.

(δ) *G. barbadense* (αιγυπτιακό): είδος ετήσιο ή πολυετές, μπορεί να φτάσει σε ύψος 5-6 m, έχει φύλλα με 3-5 λοβούς, μυτερές κάψες και ίνες εύκολα αποχωριζόμενες από τον σπόρο και μήκους 32-45 mm (Αυγουλάς, 2013).

#### **1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ**

Ο βιολογικός κύκλος του βαμβακιού έχει διάρκεια 170-210 μέρες, και σχετίζεται με την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες. Τα περιλαμβανόμενα στάδια είναι πέντε.

Στάδιο φυτρώματος. Καλείται το χρονικό διάστημα εκείνο που ξεκινά με τη σπορά και φτάνει έως την εμφάνιση των κοτυληδόνων πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Η διάρκειά του είναι 8-10 ημέρες (ανάλογα με τις θερμοκρασίες μπορεί να διαρκέσει 3-4 εβδομάδες). Η παρουσία όμως του σπόρου σε συνθήκες ευνοϊκές αερισμού, υγρασίας, θερμοκρασίας, τον οδηγούν στο να αναπτύξει το ριζίδιο που εισχωρεί σε βαθύτερα εδαφικά στρώματα, ενώ ταυτόχρονα επιμηκύνεται το υποκοτύλιο πάνω από την εδαφική επιφάνεια. Οι κοτυληδόνες εξέρχονται από το έδαφος διπλασιάζουν την επιφάνειά τους και φωτοσυνθέτουν έντονα μέχρι την ανάπτυξη των πρώτων φύλλων.

Στάδιο πρώτης ανάπτυξης. Αφορά την περίοδο που έχει ως έναρξη το φύτεμα και φτάνει έως την εμφάνιση των πρώτων χτενιών. Η διάρκειά του είναι 35-50 ημέρες και περιλαμβάνει τη βλαστητική ανάπτυξη του φυτού, δηλαδή την εμφάνιση των φύλλων, την επιμήκυνση του κεντρικού βλαστού και το σχηματισμό των φυλλοφόρων πλευρικών βλαστών. Στην Ελλάδα συμπίπτει με το χρονικό διάστημα Μάιος-αρχές/μέσον Ιουνίου εξαρτώμενο κάθε φορά από το χρόνο σποράς και τις συνθήκες.



Στάδιο προ-άνθισης. Αποτελεί το χρονικό διάστημα από την εμφάνιση των πρώτων χτενιών (συνηθέστερα στον πέμπτο έως τον έβδομο κόμβο) έως τον σχηματισμό των πρώτων ανθέων. Διαρκεί 20-25 ημέρες και συμπίπτει με τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές ή τα μέσα Ιουλίου.

Στάδιο ανθοφορίας-καρποφορίας. Αφορά την παραγωγική εκείνη περίοδο της καλλιέργειας που έχει ως έναρξη την εμφάνιση των πρώτων ανθέων. Αργότερα δένουν οι πρώτοι καρποί (κοινώς ονομαζόμενα καρύδια) στον πέμπτο έως τον έβδομο κόμβο και η καρπόδεση συνεχίζεται προς το ανώτερο τμήμα του φυτού. Στο στάδιο αυτό αρχίζει η ανάπτυξη των ινών. Η διάρκεια αυτού του σταδίου είναι 45 με 50 ημέρες και αφορά το χρονικό διάστημα, αρχές Ιουλίου έως τα τέλη Αυγούστου

Στάδιο ωρίμανσης. Αφορά το διάστημα που ξεκινά από την άνθιση και φτάνει έως την ωρίμανση και το άνοιγμα των καρυδιών. Στο στάδιο αυτό αυξάνεται η διάμετρος των ινών. Διαρκεί 45-70 ημέρες και συμπίπτει με το χρονικό διάστημα αρχές Αυγούστου μέχρι και τον Οκτώβριο (Αυγουλάς κ.ά, 2017).

## **1.5 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Το βαμβάκι είναι μια σημαντική βιομηχανική καλλιέργεια που καλλιεργείται κάτω από διαφορετικές εδαφικές και κλιματικές συνθήκες (Wang *et al.* 2011, Shah *et al.* 2016). Η βλάστηση και η ανάπτυξη του, εξαρτώνται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος καθώς και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (Bradow and Bauer, 2010).

### **1.5.1 ΚΛΙΜΑ**

Η προσαρμοστικότητα που εμφανίζει το βαμβάκι σε περιοχές όπου η ηλιοφάνεια είναι επαρκής και η θερμοκρασία κατά μέσο όρο είναι μεγαλύτερη των 25°C , κρίνεται ως αρκετά ικανοποιητική (Pettigrew, 2004). Ιδανική κρίνεται τόσο για την ποιότητα όσο και για την ποσότητα του παραγόμενου βαμβακιού κάθε θερμοκρασία που κυμαίνεται από 27°C έως 36°C (Oosterhuis and Snider, 2011). Ως απαιτητική καλλιέργεια κρίνεται σε διαστήματα χωρίς την παρουσία παγετών (ιδίως κατά το

φύτρωμα, την ωρίμανση των ινών και το άνοιγμα των καψών) και άνευ βροχοπτώσεων κατά το διάστημα ωρίμανσης και συγκομιδής. Όπως προαναφέρθηκε, απαιτείται μια ευνοϊκή περίοδος τουλάχιστον 170-210 ημερών με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, κάτι που δεν είναι δεδομένο για ορισμένες περιοχές της χώρας. Σε ότι αφορά θερμοκρασίες μικρότερες των 10°C κατά το φύτρωμα, αυτές είναι ιδιαίτερα βλαβερές για την όλη συμπεριφορά του βαμβακιού ως φυτό. Πιο συγκεκριμένα ακόμη και η έκθεση του σπόρου βάμβακος σε θερμοκρασία ψύχους 5°C, στο στάδιο του εμποτισμού του με νερό, μειώνει τη βλαστικότητα και συντελεί στη δημιουργία ανωμαλιών στο ριζικό σύστημα. Σε ότι αφορά την υγρασία, τα υψηλά επίπεδα αυτής δρουν συνεργικά με το ψύχος, συντελώντας σε βλαβερές συνέπειες. Ειδικότερα χαμηλά επίπεδα θερμοκρασίας σε αυτό το στάδιο έχουν συνδεθεί και με εντονότερη προσβολή από μύκητες που δημιουργούν σήψη του λαιμού, όταν ιδιαίτερα υπάρχει και η παρουσία υψηλών επιπέδων υγρασίας (Christiansen 1968, Abou-El-Fittough *et al.* 1969, Christiansen and Thomas 1969).

Επιπροσθέτως, όσον αφορά τα χαμηλά επίπεδα θερμοκρασιών στο διάστημα της έκπτυξης των πρώτων μόνιμων φύλλων, εντοπίστηκε ότι, σε ορισμένες ποικιλίες βαμβακόφυτων, συμβάλλουν στην αύξηση της απόδοσής τους, τόσο λόγω των βραχύτερων μεσογονάτιων διαστημάτων, όσο και λόγω της πρωιμότερης ανθοφορίας (Mauney, 1966).

Ως προς την εδαφική υγρασία, αυτή δεν θα πρέπει να είναι πολύ υψηλή καθώς δύναται να υπάρξουν σήψεις, στα στάδια φυτρώματος και πρώτης ανάπτυξης, ενώ υπάρχει και η πιθανότητα να παρεμποδιστεί ο επαρκής αερισμός και κατά συνέπεια όχι μόνο η ανάπτυξη αλλά και η λειτουργικότητα του ριζικού συστήματος. Το διάστημα κατά το οποίο πραγματοποιείται η συγκομιδή, ο βροχερός καιρός έχει τις ακόλουθες συνέπειες: επιβράδυνση της ωρίμανσης, δυσκολία ανοίγματος των καρυδιών και βαμβακοσυλλογής καθώς και ποιοτική υποβάθμιση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Οι μεγαλύτερες ανάγκες νερού για την καλλιέργεια, είναι κατά τις κρίσιμες περιόδους σχηματισμού ινών και σπόρων, όταν είναι αυξημένα καρύδια και φύλλα στο φυτό. Εάν η ωρίμανση των καρυδιών πραγματοποιηθεί σε περίοδο ξηρασίας, τότε συνηθέστερα ο σπόρος θα είναι πιο ελαφρύς, η περιεκτικότητά του σε λάδι μικρότερη ενώ μεγαλύτερη θα είναι η αναλογία ίνας προς σπόρο. Επιπλέον σε συνθήκες ξηρασίας, υποβαθμίζεται η ποιότητα του νήματος καθώς, ελαττώνεται η επί τις εκατό αναλογία ίνας (το μήκος δεν επηρεάζεται απαραίτητα) και οι ίνες

εμφανίζονται με γωνίες (pers) και με λεπτότερα κυτταρικά τοιχώματα. Όταν όμως υπάρξει ξηρασία στα πρώτα αναπτυξιακά στάδια του καρυδιού τότε θα ελαττωθεί το μήκος της ίνας (Χριστίδης 1965, Grimes *et al.* 1969).

Σε σχέση με την ηλιοφάνεια και την ανάπτυξη του βαμβακιού παρατηρήθηκε ότι σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια η ανάπτυξη ήταν καλύτερη, ενώ αντίστοιχα στη μειωμένη ηλιοφάνεια, σε ορισμένες περιπτώσεις, σχηματίστηκαν μονοστέλεχα φυτά, υπήρξε καρπόπτωση ή καθυστερημένη ανάπτυξη των καρποφόρων κλάδων. Οι περιοχές στις οποίες η ηλιοφάνεια κυμαίνεται σε επίπεδο 50% είναι επισφαλείς ενώ με ηλιοφάνεια μικρότερη του 40% είναι κρίνονται μη κατάλληλες για βαμβακοκαλλιέργεια (Σφηκας, 1988).

Η Ελλάδα, ως προς την προσαρμοστικότητα, ανήκει ουσιαστικά στις βορειότερες περιοχές των καλλιεργητικών ζωνών βαμβακιού. Αυτό σημαίνει ότι είναι μείζονος σημασίας το πόσο πρόιμη θα είναι η καλλιέργεια δίχως όμως την ύπαρξη υποβαθμισμένης ποιότητας ή μειωμένης ποσότητας, του παραγόμενου βάμβακος. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Θράκης όπου εξαιτίας της μικρής διάρκειας της ευνοϊκής περιόδου η παραγωγή είναι ποσοτικά και ποιοτικά χαμηλότερη από άλλες περιοχές της χώρας.

## **1.5.2 ΕΛΔΑΦΟΣ**

Οι απαιτήσεις του βαμβακιού, σε ότι αφορά την κοκκομετρική σύσταση, καθώς και τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους, δεν είναι ιδιαίτερες. Μπορεί να έχει αυξημένες αποδόσεις σε πληθώρα εδαφών, ακόμα και στα αλατούχα (Zhong and Lauchli, 1993). Κατά προτίμηση όμως χρησιμοποιούνται εδάφη με αυξημένες ποσότητες οργανικών ουσιών, μέσης μηχανικής σύστασης και γονιμότητας. Ακόμη, συνίσταται η αποφυγή υγρών εδαφών με κακή αποστράγγιση, τα αμμώδη και άγονα καθώς και τα υπερβολικά γόνιμα, καθώς είναι πολύ πιθανό να ευνοηθεί σε βάρος της καρποφορίας, μεγάλη βλαστητική ανάπτυξη (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

## 1.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Οι ασθένειες και οι εχθροί από τους οποίους μπορεί να προσβληθεί το βαμβάκι είναι πολλοί. Όμως σοβαρή ζημία μπορούν να προκαλέσουν ορισμένοι μύκητες και λιγιστά έντομα. Προκειμένου να μην υπάρξει ζημία στην παραγωγή, αλλά έγκαιρη και οικονομική αντιμετώπιση, απαιτείται έντονη παρακολούθηση της εξέλιξης και εμφάνισης των προσβολών. Η αντιμετώπιση της πλειοψηφίας των εχθρών και ασθενειών του βαμβακιού είναι συστηματική και η παραγωγή προστατεύεται. Στην Ελλάδα οι βασικοί εχθροί και οι σημαντικότερες ασθένειες του βαμβακιού είναι οι κάτωθι:

### Εχθροί

Σιδηροσκόληκες (*Agriotes* spp.)

Αγρότιδες (*Agrotis* spp.)

Υλέμνα (*Delia platura* Mg)

Θρίπας (*Thrips tabaci*)

Αφίδες (*Aphis gossypii* Glover)

Πράσινο σκουλήκι (*Helicoverpa armigera*)

Ρόδινο σκουλήκι (*Pectinophora gossypiella*)

Τζιτζικάκια ή ιασσίδες (*Empoasca* spp)

Αλευρώδης (*Bemisia tabaci*)

Λύγκος (*Lygus* spp)

Ακάρεα με πιο επιβλαβή αυτά της οικογένειας Tetranychidae

### Ασθένειες

#### Μυκητολογικές

Τήξεις φυταρίων και σηψιρριζίες (*Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp.)

Αδρομύκωση (*Verticillium dahliae* και *Fusarium oxysporum*)

Αλτερνάρια (*Alternaria* spp.)

### Βακτηριολογικές

Βακτηρίωση (*Xanthomonas campestris*)

(Τόλης 1995, Οργανισμός Βάμβακος 1995)

## **1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ**

### **1.7.1 ΣΠΟΡΑ**

Η σπορά αρχίζει, σε εδαφικές θερμοκρασίες που κυμαίνονται στους 14 με 15 °C, συνήθως το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Απριλίου. Η πνευματική σπαρτική μηχανή του βαμβακιού σπέρνει με ακρίβεια σε απόσταση ενός μέτρου μεταξύ των γραμμών, με ποσότητα 2-3 κιλών γυμνού σπόρου ανά στρέμμα. Το βάθος σποράς διαφέρει από 3-4 εκατοστά για υγρά αμμοπηλώδη εδάφη, έως 5-7 εκατοστά σε ελαφρά αμμώδη εδάφη, που θερμαίνονται γρήγορα, αλλά χάνουν την υγρασία τους.

Στο γυμνό σπόρο έχει απομακρυνθεί με χημικό τρόπο το χνούδι (αποχνώση, κοινώς λιντάρισμα), για να διευκολυνθεί η τοποθέτηση του σπόρου, για οικονομία στην ποσότητα που σπέρνεται και για ταχύτερο και ομοιόμορφο φύτρωμα, που αποτελεί βασική προϋπόθεση για πρωιμότερη και μεγαλύτερη παραγωγή. Αν αποτύχει το φύτρωμα, λόγω κακών καιρικών συνθηκών, και η ποσότητα των φυτών είναι 50-60 % μικρότερη από την κανονική, γίνεται επανασπορά. Το γεγονός αυτό αφενός οψιμίζει την παραγωγή και αφετέρου αυξάνει το κόστος της καλλιέργειας. Μια καινούργια τεχνική που έχει βρει εφαρμογή τα τελευταία χρόνια, αποτελεί η πρώιμη σπορά του βαμβακιού και κάλυψη των γραμμών σποράς με πλαστικό φιλμ. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα της πρώιμησης της παραγωγής, ομοιόμορφο φύτρωμα και συγκράτηση της εδαφικής υγρασίας. Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος, η ιδιαίτερη διαδικασία κατά τη σπορά και η προσεκτική χρήση αγροχημικών ουσιών, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας του εδάφους. Προβλήματα υποβάθμισης της ποιότητας του βαμβακιού μπορεί να

παρουσιαστούν, αν δε γίνει προσεκτικά η απομάκρυνση του πλαστικού (Αυγουλάς κ.ά 2017, Μπιλάλης κ.ά 2019).

### **1.7.2 ΛΙΠΑΝΣΗ**

Για την κάλυψη των αναγκών του βαμβακιού, γίνεται βασική λίπανση με 10-16 μονάδες αζώτου, 6-8 μονάδες φωσφόρου και 4-6 μονάδες καλίου ανά στρέμμα. Επιφανειακή λίπανση σε μια ή δύο δόσεις συνιστάται προγενέστερα της εμφάνισης ανθέων και χτενίων, με 3-4 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα. Χορήγηση καλίου και μαγνησίου δύναται να είναι ωφέλιμη σε κάποιες περιπτώσεις. Η βασική λίπανση είναι προτιμότερο να γίνεται ταυτόχρονα με τη σπορά, εντοπισμένα, ενώ τα επιφανειακά λιπάσματα πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα και στο επιθυμητό βάθος (Μπιλάλης κ.ά, 2019).

### **1.7.3 ΑΡΔΕΥΣΗ**

Κατά τη χειμερινή περίοδο, εάν σημειώθηκαν αρκετές βροχοπτώσεις, έπειτα από τη σπορά πραγματοποιούνται μια ή δύο αρδεύσεις, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφο και γρήγορο φύτευμα. Την περίοδο της ανάπτυξης, και ιδίως στο διάστημα πριν την εμφάνιση των χτενίων, το φυτό είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό. Γίνονται μια έως δύο ελαφρές αρδεύσεις στην ανάπτυξη και δύο έως πέντε στη διάρκεια της ανθοκαρποφορίας. Το στάδιο από την έναρξη της άνθισης έως τα μέσα Αυγούστου θεωρείται ως το κρίσιμότερο για τη βαμβακοφυτεία. Το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου ή και μέχρι τις 10 Σεπτεμβρίου γίνονται μια έως δύο αρδεύσεις παραγωγής με σκοπό να ωριμάσουν και να ανοίξουν τα καρύδια. Οι κυριότεροι τρόποι άρδευσης, που εφαρμόζονται, είναι η στάγδην άρδρευση, άρδευση με αυλάκια και με τεχνητή βροχή (Μπιλάλης κ.ά 2019, Παπακώστα-Τασοπούλου 2013).

Η άρδευση με σταγόνες έχει βρεθεί ότι είναι το πιο αποτελεσματικό σύστημα εξοικονόμησης νερού. Μπορεί να διατηρήσει το έδαφος, τη δομή των αδρανών, να αποτρέψει με επιτυχία την απώλεια βαθέων υδάτων και την απώλεια επιφανειακών

υδάτων, και επομένως, να μειώσει την έκθεση του εδάφους στην υποβάθμιση και την αλάτωση (Wang *et al.* 2011, Ayars *et al.* 1999, Bachelor *et al.* 1996, Karlberg *et al.* 2004). Οι Fereres *et al.* (1985), ανέφεραν ότι μια πρώιμη και αυξημένη απόδοση βαμβακιού θα μπορούσε να επιτευχθεί με στάγδην άρδευση. Οι Mateos *et al.* (1991), ανέφεραν ότι η στάγδην άρδευση ήταν πιο ευεργετική από την άρδευση με αυλάκια. Στην ίδια γραμμή, οι Ibragimov *et al.* (2007), κατέγραψαν ότι, με την στάγδην άρδευση που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βαμβακιού, εξοικονομήθηκε το 18–42% του νερού άρδευσης σε αντίθεση με την άρδευση με αυλάκια. Σύμφωνα με τους Ward και Pulido-Velazquez (2008), σε σύγκριση με την άρδευση με αυλάκια, η στάγδην άρδευση αύξησε τις αποδόσεις βαμβακιού κατά περίπου 25% και συνέβαλε στην εξοικονόμηση νερού κατά 40-50%.

#### 1.7.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή του βαμβακιού γίνεται πλέον κυρίως μηχανικά, περίπου 1-2 βδομάδες μετά τον ψεκασμό με τα διάφορα αποφυλλωτικά. Για την αποφυγή μεγάλης συμπίεσης του χωραφιού από τη μηχανή βαμβακοσυλλογής, είναι απαραίτητο το έδαφος να είναι στεγνό, ενώ σε περιπτώσεις που έχει προηγηθεί αποφύλλωση η συγκομιδή μπορεί να ξεκινήσει από νωρίς το πρωί. Η χειροσυλλογή (συνήθως σε 3-4 χέρια) εξακολουθεί να γίνεται κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες και όχι στην Ελλάδα αφού, παρά το πλεονέκτημα της καλύτερης ποιότητας σύσπορου βαμβακιού, αποτελεί πάνω από το 50% του συνολικού κόστους της καλλιέργειας (Μπιλάλης κ.ά, 2019).

Η μηχανική συγκομιδή του βαμβακιού (Εικ.7) ξεκινά με την απόπτωση των φύλλων και το άνοιγμα του συνόλου των ώριμων καρυδιών. Η συγκομιδή θα πρέπει να αποφεύγεται πολύ νωρίς το πρωί, αργά τη νύχτα ή μετά από βροχή. Σε κάθε περίπτωση, υγρά σύσπορα βαμβάκια (με βαθμό υγρασίας άνω του 10%) πρέπει να εκκοκκίζονται τάχιστα και η αποθήκευσή τους να αποφεύγεται, καθώς υπάρχει σοβαρός κίνδυνος υποβάθμισης της ποιότητας και απωλειών λόγω σήψεων (Παπακώστα-Γασοπούλου, 2002).



**Εικόνα 7:** Μηχανική συγκομιδή βαμβακιού

## 1.8 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Η δημιουργία ελληνικών ποικιλιών βαμβακιού αποτέλεσε εδώ και πολλά χρόνια το αντικείμενο έντονης και σε πολλές περιπτώσεις επιτυχημένης βελτιωτικής προσπάθειας (Χριστίδης, 1965). Κατ' αρχάς αυτό έγινε με τη διαλογή ντόπιων πληθυσμών και στην πορεία με διασταυρώσεις γονέων του είδους *G. hirsutum*. Μερικές από τις γνωστότερες ποικιλίες που δημιουργήθηκαν ήταν οι «4S», «Σίνδος 80», «Ζέτα-5» και «Εύα». Τα τελευταία χρόνια εισάγονται σπόροι πολλών ποικιλιών βαμβακιού οι οποίες συχνά χαρακτηρίζονται από υψηλή παραγωγικότητα, πρωιμότητα, ανθεκτικότητα στις αδρομυκώσεις αλλά και χαμηλής ποιότητας ίνα. Δυστυχώς, αυτή η «πανσπερμία» και η ανεξέλεγκτη καλλιέργεια πολλών ποικιλιών σε μία περιοχή οδήγησαν σε υποβάθμιση της ποιότητας (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Σε γενικές γραμμές, χαρακτηριστικά όπως η υψηλή παραγωγικότητα, η καλή ποιότητα ίνας, η πρωιμότητα, η ανθεκτικότητα στην ενετική καταπόνηση και σε βιοτικούς παράγοντες (ασθένειες, έντομα, ζιζάνια), η ομοιομορφία ανοίγματος των καρυδιών και άλλα γνωρίσματα που διευκολύνουν τη μηχανική συγκομιδή είναι ιδιαίτερα επιθυμητά (ανάλογα και με την περιοχή), γι' αυτό και αποτελούν σημαντικούς στόχους της βελτίωσης σε παγκόσμιο επίπεδο (Calhoun and Bowman, 1999).

Συγκεκριμένα οι 20 δημοφιλέστερες ποικιλίες στη Ελλάδα για το έτος 2019 αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα, στον οποίο φαίνεται πως οι ποικιλίες ST 402, ELPIDA, CELIA και ST 318 πρωταγωνιστούν.



**Πίνακας 2:** Δημοφιλέστερες ποικιλίες βαμβακιού στην Ελλάδα, για το 2019.

Έτος	Ποικιλία	Επιλέξιμη έκταση (ha)	Ποσοστό χρήσης
2019	ST 402	67.948,31	23,32
2019	ELPIDA	29.041,70	9,97
2019	CELIA	23.920,02	8,21
2019	ST 318	19.576,95	6,72
2019	HERSI	14.545,86	4,99
2019	ELSA	10.300,91	3,53
2019	DP 332	8.394,35	2,88
2019	PRG 9811	8.118,74	2,79
2019	ST 474	7.831,23	2,69
2019	DP 396	6.143,02	2,11
2019	IRINI	6.017,64	2,06
2019	BRIDGET	5.252,50	1,80
2019	PHY 983	5.064,15	1,74
2019	ARMONIA	4.754,99	1,63
2019	FLORA	4.532,00	1,56
2019	LIDER	4.511,31	1,55
2019	FIDEL	3.554,63	1,22
2019	CARMEN	3.518,40	1,21
2019	CARLA	3.462,24	1,19
2019	IDEAL	3.269,64	1,12

(ΟΠΕΚΕΠΕ 2019)

### **1.8.1 ΠΟΙΚΙΛΙΑ ST 402**

Η ποικιλία ST 402 αποτελεί μια πολύ πρώιμη ποικιλία, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλή παραγωγικότητα σε σχεδόν όλες τις περιοχές. Χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη συμπαγή, με πλούσια πλάγια έκπτυξη καρποφόρων οργάνων. Αποτελεί φυτό με μέσο ύψος, με φύλλα μικρού έως μεσαίου μεγέθους και με ελαφρύ τρίχωμα. Χαρακτηρίζεται από αραιό φύλλωμα, γεγονός που βοηθάει, ώστε να ελεγχθούν έντομα, όπως το πράσινο σκουλήκι και έχει ταχεία αναπαραγωγή καρποφόρων οργάνων. Η ποικιλία ST 402 έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Αποτελείται από καρύδια μικρού/μεσαίου μεγέθους και εμφάνίζει το πρώτο καρύδι στον 5ο κόμβο.
- Εμφανίζει ανθεκτικότητα στη μειωμένη άρδευση.
- Ανταποκρίνεται θετικά στην πυκνή σπορά αλλά και στις στενές σειρές σποράς.
- Διαχειρίζεται εύκολα και είναι ανεκτική σε καλλιεργητικά σφάλματα.
- Η εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης στην ποικιλία ST 402, πρέπει να είναι υπό προϋποθέσεις (Pioneer 2019, Corteva 2022).

### **1.9 ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ)**

Τα ανασταλτικά της βλαστικής ανάπτυξης μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες, αυτά που έχουν δραστική ουσία το chlormequat chloride (π.χ. Cycocel) και αυτά με δραστική ουσία το mepiquat chloride, όπως το Pix (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002). Το Cycocel (CCC: χλωροχολίνη) καθώς και το Pix αποτελούν προϊόντα, τα οποία στη χώρα μας χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάσχεση της βλαστικής ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη στο φυτό περιορίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό, όταν η διαδικασία του ψεκασμού πραγματοποιηθεί πιο νωρίς αλλά κι όταν η δόση είναι πιο ισχυρή. Συνίσταται, βασιζόμενοι σε παρατηρήσεις και πειράματα, να εφαρμόζονται κοντά στην αρχή της ανθοφορίας κι όταν το ύψος του φυτού είναι το λιγότερο 60cm, καθώς εάν εφαρμοστούν πιο πρώιμα δύναται το φυτό να παραμορφωθεί είτε να προκληθεί ανισορροπία. Καθ' αυτόν τον τρόπο συνιστώνται ένας έως τρεις ψεκασμοί μαζί με κάποιο προσκολλητικό κατά το διάστημα από την έναρξη έως το τέλος της άνθησης. Οι εφαρμογές αποφεύγονται σε καλλιέργειες υδατικά καταπονημένες, με τροφοπενίες ή έντονες εντομολογικές προσβολές (Μπιλάλης κ.ά, 2019). Άλλωστε η σύσταση είναι να εφαρμόζονται όταν τα φυτά παρουσιάζουν τάση για υπερβολική ανάπτυξη, χωρίς αυτή να δύναται να ελεγχθεί με πιο οικονομικά μέσα καλλιεργητικών τεχνικών, καθώς είναι για παράδειγμα η αρδευτική ρύθμιση (Γαλανοπούλου-Σενδουκά, 2002). Με το CCC επιτυγχάνεται μονομερής καθήλωση της κατακόρυφης φυτικής ανάπτυξης, απ' την άλλη με το Pix

περιορίζεται η φυτική ανάπτυξη και πλευρικά. Σύμφωνα με ενδείξεις, αυτά τα ορμονικά σκευάσματα, συνεργούν στην καρπόδεση, μέσω της αυξητικής ρύθμισης, παράλληλα όμως περιορίζουν και τη φυτική προσβολή από βερτισιλλίωση, με την ιστική σκληροποίηση. Χάρη σε αυτές τις ουσίες υπήρξε αντικατάσταση του κορυφολογήματος το οποίο διενεργούνταν τα προηγούμενα χρόνια στην Ελλάδα, σε μικρό βαθμό (Χριστίδης, 1965).

## **1.10 ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ**

### **1.10.1 ΑΖΩΤΟ**

Για οικονομικές αποδόσεις, το βαμβάκι πρέπει να έχει τη σωστή ποσότητα αζώτου (N) σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης και ανάπτυξης των καρπών (Fritsch *et al.*, 2004). Όταν το άζωτο βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο, τότε αυξάνεται η βλαστική ανάπτυξη, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας, καθώς και η ποσότητα χλωροφύλλης στα φύλλα. Επίσης, αύξηση παρατηρείται και στην ένταση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Ακόμη, η μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυτών, η παραγωγή περισσότερων ανθοφόρων κλάδων, ανθέων και καρυδιών, το μεγαλύτερο βάρος καρυδιού και σπόρου και ο υψηλότερος δείκτης ινών (βάρος ινών ανά σπόρο), βοηθούνται από το N. Άλλωστε μείωση παρατηρείται στην αναλογία ελαίου στο σπόρο και αυξάνεται η αναλογία πρωτεϊνών. Σημαντική ωφέλεια επίσης αποτελεί η αύξηση της στρεμματικής απόδοσης σε σύσπορο βαμβάκι (Σφήκας, 1988). Επίδραση του αζώτου παρατηρείται κυρίως στην απόδοση του βαμβακιού και όχι τόσο στην ποιότητα των ινών, η οποία επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από το γενότυπο και τις κλιματικές συνθήκες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Η έλλειψη του στοιχείου αυτού, οδηγεί στη μείωση της βλαστικής ανάπτυξης αλλά της καρποφορίας, ενώ εμφανίζεται μικρή ανάπτυξη και φτωχή διακλάδωση στα φυτά. Στα παλιά φύλλα παρουσιάζεται πρασινοκίτρινος χρωματισμός και πρόωρη πτώση, καθώς και πτώση των καρποφόρων οργάνων, το οποίο έχει ως απόρροια χαμηλότερες αποδόσεις (Οργανισμός Βαμβακος, 1995). Όταν τα εδάφη έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο, τα φυτά που αναπτύσσονται σε αυτά θα δέσουν καρύδια νωρίτερα, αλλά νωρίτερα θα γίνει και η διακοπή της παραγωγής καρυδιών. Ο δείκτης καρποφορίας όταν το άζωτο βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα βρέθηκε 2,7,

ενώ σε συνθήκες επάρκειας αυτού βρέθηκε 4,1 (Benedict, 1984). Όταν το άζωτο βρίσκεται σε επαρκή επίπεδα, τότε βελτιώνεται ο δείκτης ινών, αλλά οι δημοσιεύσεις αντιφάσκουν ως προς την επίδραση του στη αναλογία ινών σε εκατοστιαίο επίπεδο (Χρηστίδης 1965, Σετάτου 1995). Επίσης, υπάρχει απουσία ενδείξεων πως από το άζωτο μεταβάλλονται στις ίνες τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, ενώ το μήκος και η αντοχή των ινών, μπορεί να επηρεαστούν μονάχα όταν η έλλειψη αζώτου χαρακτηρίζεται σημαντική.

Όταν το άζωτο βρίσκεται σε ποσότητα υπερβολική, τότε ευνοείται η βλαστική ανάπτυξη, η οποία είναι σε βάρος της καρποφορίας, ενώ ακόμα καθυστερείται η ωρίμανση, προκαλείται ανθόρροια και καρπόρροια, αλλά και τα καρύδια σαπίζουν, κυρίως επειδή σκιάζεται το κατώτερο φύλλωμα και επειδή η σχετική υγρασία της καλλιέργειας, βρίσκεται σε αυξημένα επίπεδα. Ακόμη, η υπερβολική ποσότητα του αζώτου, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία υδαρών ιστών, αλλά και την ευαισθησία των φυτών από προσβολές ασθενειών, όπως αδρομυκώσεις αλλά και εντόμων, όπως πράσινο σκουλήκι και αλευρώδη. Επιπροσθέτως, όταν αυξάνεται η αζωτούχος λίπανση, τότε παρατηρείται μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας του σπόρου, ενώ αύξηση παρατηρείται ως προς την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Έτσι, η ισορροπημένη διατροφή των φυτών είναι μια ορθή πρακτική διαχείρισης για παραγωγή βαμβακιού υψηλής απόδοσης και υψηλής ποιότητας (Mullins, 1998).

### **1.10.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ**

Ο φώσφορος (P) έχει μείζονα σημασία συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος αλλά και στην πρωίμιση της παραγωγής (Σφηκας, 1988). Με την προσθήκη του στοιχείου αυτού σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο, οι αποδόσεις δύναται να αυξηθούν (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Παρά τη μέγιστη κατανάλωση P από το βαμβάκι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, συχνά εμφανίζονται ελλείψεις στο βαμβάκι σπορόφυτου όταν το φυτό ξεπερνά το αποθηκευμένο P στον σπόρο (Duggan *et al.*, 2009). Εν αντιθέσει με το άζωτο στον φώσφορο τα συμπτώματα έλλειψής του δεν είναι ιδιαίτερα φανερά. Οι συνέπειες της πείνας σε φώσφορο όταν το βαμβάκι βρίσκεται στην έναρξη της βλαστικής περιόδου, μπορεί να

είναι μη αναστρέψιμες, οδηγώντας το φυτό σε νανισμό. Σε ότι αφορά τα φύλλα υπάρχει μεταβολή του χρώματος από πράσινο, σε βαθύ πράσινο ενώ μεταγενέστερα στην περιφέρεια εμφανίζονται κηλίδες με χρώμα σκουριάς (Οργανισμός Βάμβακος, 1995). Επομένως, η ανεπάρκεια φωσφόρου εμποδίζει την ανάπτυξη και την γενικότερη πρόοδο του βαμβακιού μειώνοντας το φωτοσυνθετικό όριο επέκτασης των φύλλων και τη συγκέντρωση βιομάζας (Barrett and Gifford, 1995). Η πλειοψηφία των ερευνητών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο φώσφορος δεν φαίνεται να επιδρά σημαντικά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά σπόρου και ίνας.

### 1.10.3 ΚΑΛΙΟ

Η επαρκής ποσότητα του καλίου (Κ) αποτελεί σπουδαίο παράγοντα, που βοηθάει την ανάπτυξη του βαμβακόφυτου, καθώς οδηγεί στην αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, στην προαγωγή της φωτοσύνθεσης, αλλά και στη μείωση της διαπνοής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνονται οι αποδόσεις και να εξοικονομείται νερό. Επιπροσθέτως, το κάλιο βοηθάει την κανονική ωρίμανση του βαμβακιού, καθώς ελαττώνει την οψίμηση που μπορεί να δημιουργηθεί από πλεονάζουσα ποσότητα αζώτου ή την πρωίμηση από πλεονάζουσα ποσότητα φωσφόρου. Επίσης, μέσω αυτού διευκολύνεται η ριζική ανάπτυξη και περιορίζονται τα προβλήματα από ορισμένες ασθένειες σαν το *Fusarium* (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Επιπλέον, έχει καταστεί φανερό πως επιμηκύνει τη διάρκεια ανθοφορίας και συντελεί στην αύξηση της φυλλικής επιφάνειας όταν πραγματοποιείται σε χαμηλές δοσολογίες (Σφήκας, 1988). Όλα τα θρεπτικά συστατικά χρειάζονται στην διάρκεια ολόκληρου του βιολογικού κύκλου της βαμβακοκαλλιέργειας, αλλά η ανάγκη για Κ αυξάνεται δραματικά όταν οι κάψες εναποτίθενται και σχηματίζονται στο φυτό. Οι κάψες είναι κύρια σημεία χρήσης του Κ και απαιτούνται υψηλές συγκεντρώσεις Κ για να διατηρηθεί επαρκής πίεση νερού για την επιμήκυνση των ινών (Read *et al.*, 2006). Η έλλειψη καλίου, έχει ως αποτέλεσμα αρχικά την εμφάνιση κιτρινοπράσινου χρώματος στα κατώτερα φύλλα καθώς και την εμφάνιση κίτρινων κηλίδων ανάμεσα στα κύρια νεύρα. Επίσης, στα φύλλα, στην περιφέρεια τους γίνονται αντιληπτές καστανές, νεκρωτικές κηλίδες και κάμψη τους προς τα κάτω. Τα φύλλα ακόμη γίνονται καστανοκόκκινα, ενώ η πρόωρη πτώση τους είναι επίσης χαρακτηριστική και μπορεί να επηρεάσει την

ανάπτυξη των καρυδιών με αποτέλεσμα τα καρύδια να μην ωριμάζουν ή να ανοίγουν μόνο μερικώς και να περιέχουν κακής ποιότητας ίνες (Cassman *et al.*, 1990). Τα συμπτώματα από την έλλειψη του καλίου εμφανίζονται κατά κύριο λόγο στα ελαφρά αμμώδη εδάφη (Οργανισμός Βάμβακος, 1995).

#### **1.10.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ**

Το ασβέστιο (Ca) αποτελεί αναγκαίο συστατικό, καθώς το βαμβάκι το χρειάζεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξής του (Σφήκας, 1988). Στα πρώτα αναπτυξιακά στάδια κρίνεται ως στοιχείο απολύτως αναγκαίο, καθώς συντελεί στην αυξημένη ζωηρότητα των νεαρών φυτών και προστατεύει τη βαμβακοκαλλιέργεια από ασθένειες, πρωτίστως από τήξεις. Στο στάδιο της ωρίμανσης το ασβέστιο μένει στα φύλλα, μικροποσότητα αυτού πηγαίνει στα καρύδια, γυρίζοντας τελικά στο έδαφος. Δικαιολογείται επομένως η σπάνια αντίδραση του βαμβακιού στην με ασβέστιο λίπανσή του. Επιπροσθέτως το ασβέστιο επιδρά ευνοϊκά στο εδαφικό pH αυξάνοντάς το, ενώ διευκολύνει την πρόσληψη από το βαμβάκι κι άλλων θρεπτικών συστατικών όπως ο φώσφορος. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Επιπλέον, το Ca διαδραματίζει θετικό ρόλο στην ανάπτυξη των ριζών και η καθυστερημένη ανάπτυξη των ριζών του βαμβακιού παρατηρήθηκε με περιορισμένη ποσότητα του Ca (Adams and Moore, 1983). Έλλειψη ασβεστίου είναι σπάνια δεδομένου ότι τα φύλλα, τα οποία έχουν τη μέγιστη συγκέντρωση, το επαναφέρουν στο έδαφος (Σφήκας, 1988). Επομένως, η ανεπάρκεια ασβεστίου είναι σχετικά περιστασιακή στο βαμβάκι (Donald, 1964). Η προσθήκη ποσοτήτων ασβεστίου, μεγαλύτερων των όσων είναι συνήθως αναγκαία ως θρεπτικό συστατικό, κρίνεται επιτακτική στα όξινα εδάφη.

#### **1.10.5 ΘΕΙΟ**

Απαραίτητο στοιχείο για το βαμβάκι είναι και το θείο (S). Ωστόσο η παρατήρηση συμπτωμάτων έλλειψης είναι σπάνια καθώς όπως και με το ασβέστιο, με τη συγκομιδή του βαμβακιού πραγματοποιείται μικρή απομάκρυνση ποσότητας θείου.

Συγκεκριμένα απομακρύνονται ποσότητες περί τα 200 g το στρέμμα, από το χωράφι. Επιπρόσθετα, πολλά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ευρέως όπως η θειική αμμωνία και το θειικό κάλιο εμπεριέχουν θείο σε μεγάλες ποσότητες (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Συμπτώματα έλλειψης θείου αποτελούν το κιτρίνισμα στα φύλλα της κορυφής, στα οποία παραμένουν πράσινα τα κύρια νεύρα και τα βαμβακόφυτα εμφανίζουν πενιχρή ανάπτυξη, έχοντας λίγα καρύδια (Οργανισμός Βάμβακος, 1995).

### **1.10.6 ΜΑΓΝΗΣΙΟ**

Σχετικά με το μαγνήσιο (Mg) δεν είναι καθόλου ασυνήθιστο φαινόμενο τα τελευταία χρόνια η εκδήλωση συμπτωμάτων έλλειψής του στο βαμβάκι. Το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και έλλειψή του προκαλεί χαρακτηριστική μεσονεύρια χλώρωση, σε παλιότερα φύλλα απόχρωση κοκκινωπή ενώ έπεται πρόωρη φυλλόπτωση (Οργανισμός βάμβακος, 1995). Συχνά τα ελαφρά εδάφη, είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με εναλλακτικό Mg, γεγονός που δημιουργεί μια ανισορροπία μεταξύ Ca, K και  $\text{NH}_4^+$ , τα οποία ανταγωνίζονται το μαγνήσιο. Επίσης αυξημένες δόσεις καλιούχου λίπανσης ενδέχεται να δημιουργήσουν τροφopenία μαγνησίου ακόμη και αν αυτό βρίσκεται σε επάρκεια στο έδαφος. Σε περιπτώσεις έλλειψης συνιστάται η εφαρμογή ποσότητας 1 με 5 kg MgO σε υδατοδιαλυτή μορφή (Σφήκας, 1988).

### **1.11 ΜΙΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ)**

Το βαμβάκι εμφανίζει σχετικά μικρές ανάγκες σε ιχνοστοιχεία. Στην Ελλάδα για την καλλιέργεια του βαμβακιού, μεταξύ των ιχνοστοιχείων χρειάζεται αυξημένη προσοχή στον σίδηρο, το βόριο, το μαγγάνιο και το ψευδάργυρο.

### 1.11.1 ΣΙΔΗΡΟΣ

Η έλλειψη σιδήρου (Fe) στην Ελλάδα παρατηρήθηκε σε εδάφη τα οποία είχαν υψηλό pH, μεγάλη περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο και κακή στράγγιση και αερισμό. Τα συμπτώματα της έλλειψης αυτής στο βαμβάκι είναι κατ' αρχάς η δημιουργία χλώρωσης των φύλλων της κορυφής, η οποία εν συνεχεία επεκτείνεται και στα υπόλοιπα φύλλα (Κουκουλάκης κ.ά., 1994), ωστόσο σπάνια παρατηρείται στο βαμβάκι (Σφήκας, 1988).

### 1.11.2 ΒΟΡΙΟ

Σε αρκετές περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι εδάφη, με καλλιέργεια βαμβακιού, έχουν μειωμένη περιεκτικότητα σε βόριο (B). Το στοιχείο αυτό είναι αναγκαίο προκειμένου να σχηματιστούν τα καρύδια (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Ακόμη το βόριο, κάνει ανθεκτικότερα τα φυτά στα άλατα, βελτιώνει την απόδοση ενώ και η ανθοφορία διευκολύνεται (Σφήκας, 1988). Επιπλέον, το βόριο διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων κυττάρων στα αναπτυσσόμενα μεριστώματα. Το βόριο απαιτείται επίσης για τη σύνθεση πρωτεϊνών όπου το N και οι υδατάνθρακες μετατρέπονται σε πρωτεΐνες (Albers *et al.*, 1993). Εκτελεί επίσης βασικές λειτουργίες στην επικοινωνία και την αναπαραγωγή. Έλλειψη βορίου παρουσιάζεται όταν το pH του εδάφους είναι ψηλό (>8,0) και υπάρχει ανθρακικό ασβέστιο. Συμπτώματα της έλλειψης αυτού του στοιχείου αποτελούν η οφθαλμική νέκρωση, ο νανισμός του φυτού και η πτώση των χτενιών. Ακόμη, τα άνθη είναι μικρά, το άνοιγμά τους ατελές, ενώ παρατηρείται νέκρωση του οφθαλμού επεκτάσεως της κορυφής με συνέπεια να σχηματίζονται δύο ή παραπάνω κορυφές. Η απόχρωση των νεαρών φύλλων είναι κιτρινοπράσινη, χλωρωτικοί είναι οι ανθοφόροι οφθαλμοί και τα καρύδια έχουν νεκρωτικό αποχρωματισμό, ενώ είναι μικρού μεγέθους (Οργανισμός Βάμβακος, 1995).



### **1.11.3 ΜΑΓΓΑΝΙΟ**

Η έλλειψη μαγγανίου (Mn), έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων στα νεαρά ανώτερα φύλλα, υπό την μορφή νεκρώσεων χρώματος φαιοκίτρινου ή φαιοκόκκινου, με τις νευρώσεις τους να διατηρούνται πράσινες. Αν τυχόν λείπει, προστίθεται σε ποσότητα 500 g MnSO<sub>4</sub>, το στρέμμα (Σφηκας, 1988). Στην Κωπαΐδα σε έλλειψη μαγγανίου οφειλόταν μικρές αποδόσεις βαμβακιού (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

### **1.11.4 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ**

Σε ότι αφορά τον ψευδάργυρο (Zn) και τα συμπτώματα έλλειψής του σε καλλιέργειες βαμβακιού οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι λιγιστές. Αναλύσεις που έχουν γίνει όμως σε εδάφη καταδεικνύουν ότι σε αυτά ο ψευδάργυρος δεν βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες και επομένως στο μέλλον είναι αυξημένες οι πιθανότητες να εμφανίσουν τα φυτά τροφοπενία στο στοιχείο αυτό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Σε νέα φυτά βαμβακιού παρουσιάζεται μεσονεύρια χλώραση στα φύλλα που αποκτούν χαλκοπράσινο χρώμα και είναι εύθραυστα. Όταν τα φυτά είναι μεγαλύτερα εμφανίζεται εντονότερη μεσονεύρια χλώραση αλλά και νέκρωση των ιστών του φύλλου (Οργανισμός βάμβακος, 1995).

## **1.12 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ**

### **1.12.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Βιοδιεγέρτες φυτών αποκαλούνται κάποιες ουσίες, κάποια μείγματα και ορισμένοι μικροοργανισμοί, τα οποία οδηγούν στη διέγερση των φυσικών διεργασιών θρέψης των φυτών, μη αποτελώντας ωστόσο τα ίδια εισροές θρεπτικών στοιχείων. Όταν τα

προϊόντα αυτά αποσκοπούν μόνο στο να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της χρήσης των θρεπτικών συστατικών από τα φυτά, η ανθεκτικότητα σε αβιοτικές καταπονήσεις, τα χαρακτηριστικά ποιότητας ή στο να αυξηθεί η παροχή θρεπτικών συστατικών, τα οποία συγκρατούνται είτε στο έδαφος είτε στη ριζόσφαιρα, τότε μπορούν να θεωρηθούν από τη φύση τους όμοια περισσότερο με λιπαντικά παρά με φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Δρουν συνεπικουρώντας τα λιπάσματα, στοχεύοντας έτσι στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αυτών των λιπασμάτων και στη μειωμένη δοσολογική εφαρμογή των θρεπτικών στοιχείων (Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2019). Οι βασικότερες κατηγορίες βιοδιεγερτών, είναι οι εξής : Χουμικά και φουλβικά οξέα, εκχυλίσματα φυκιών, υδρολύματα πρωτεϊνών και άλλες ενώσεις που περιέχουν N, χιτοζάνη και άλλα βιοπολυμερή, ανόργανες ενώσεις, ωφέλιμα βακτήρια και ωφέλιμοι μύκητες (Du Jardin, 2015), ενώ γενικότερα μπορούν να διακριθούν σε μικροβιακούς και μη μικροβιακούς (Rouphael *et al.*, 2020).

## **1.12.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ**

### **1.12.2.1 ΧΟΥΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΟΥΛΒΙΚΑ ΟΞΕΑ**

Οι χουμικές ουσίες αποτελούν συλλογές φυσικών συστατικών της οργανικής ύλης του εδάφους με σχετικά χαμηλή μοριακή μάζα που προκύπτουν από την αποσύνθεση φυτικών, ζωικών και μικροβιακών υπολειμμάτων και από τις μεταβολικές δραστηριότητες των μικροβίων του εδάφους. Σε σύγκριση με τα φουλβικά οξέα, τα χουμικά οξέα έχουν πιο σκούρο χρώμα, έχουν υψηλότερο μοριακό βάρος και περιεκτικότητα σε άνθρακα και υψηλότερο βαθμό πολυμερισμού. Οι περισσότερες πηγές χουμικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στη γεωργία είναι μη ανανεώσιμες και περιλαμβάνουν φυσική υγροποιημένη οργανική ύλη, όπως τύρφη και οργανικά εδάφη, και κοιτάσματα ορυκτών, όπως λεοναρδίτη και μαλακό άνθρακα (Du Jardin, 2012). Πιο βιώσιμες, ανανεώσιμες πηγές είναι οι χουμικές ουσίες που προέρχονται από το κομπόστ και το βερμικομπόστ. Οι φυσιολογικές αποκρίσεις των φυτών είναι συχνά καλύτερες με χουμικές ουσίες που απομονώνονται από τύρφη, κομπόστ ή λίπασμα σε σύγκριση με εκείνες που απομονώνονται από καφέ άνθρακα. Οι

περισσότερες αναφερόμενες θετικές επιδράσεις των χουμικών ουσιών στα φυτά είναι η βελτίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα και η πλευρική ανάπτυξη της ρίζας. Αυτές οι επιδράσεις συνδέονται με την πολυανιονική φύση των χουμικών ουσιών, με αποτέλεσμα την αυξημένη ικανότητα ανταλλαγής κατιονικών (CEC) του εδάφους και την δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τους μεταφορείς της ριζικής μεμβράνης (Canellas *et al.*, 2015).

#### 1.12.2.2 ΦΥΚΗ

Η δράση των φυκιών είναι και σε φυτά και σε εδάφη (Craigie *et al.*, 2008, Craigie, 2011, Khan *et al.*, 2009). Τα φύκια είναι από καιρό γνωστά για τις ευεργετικές τους επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα φύκια στη γεωργία είναι τα καφέ φύκια, συμπεριλαμβανομένων των ειδών των γενών *Ascophyllum*, *Laminaria* και *Fucus*. Τα περισσότερα προϊόντα φυκιών είναι διαλυτές σκόνες ή υγρές συνθέσεις που προέρχονται από διαφορετικές διαδικασίες εκχύλισης. Η βιολογική δραστηριότητα αυτών των εκχυλισμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πρώτη ύλη και τη διαδικασία εκχύλισης, η οποία θα μπορούσε να είναι η εκχύλιση με αλκάλια, η όξινη εκχύλιση ή άλλη τεχνολογία (Battacharyya *et al.*, 2015). Ένα από τα κύρια συστατικά των εκχυλισμάτων φυκιών είναι οι πολυσακχαρίτες, οι οποίοι μπορεί να αποτελούν το 30%-40% του ξηρού βάρους και περιλαμβάνουν αλγινικά άλατα και λαμιναρίνες. Αυτοί οι πολυσακχαρίτες διαθέτουν δραστηριότητες που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και είναι γνωστό ότι προκαλούν αποκρίσεις άμυνας των φυτών έναντι μυκητιακών και βακτηριακών παθογόνων. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα φυκιών είναι πλούσια σε φαινολικές ενώσεις και μπορεί να περιέχουν φυτοορμόνες, οι οποίες δύναται να επηρεάσουν άμεσα την ανάπτυξη των φυτών. Εκτός από τη διευκόλυνση της πρόσληψης και της χρήσης θρεπτικών συστατικών, τα φύκια διαθέτουν επίσης ιδιότητες ρύθμισης του εδάφους και χηλικές ιδιότητες μετάλλων. Λόγω της ικανότητάς τους να σχηματίζουν δίκτυα τύπου γέλης ή υδρογέλες, τα φύκια είναι επίσης γνωστό ότι επηρεάζουν θετικά την ικανότητα κατακράτησης νερού των φυτών (Albrecht, 2019). Τέλος, αναφέρονται επίσης επιδράσεις κατά του στρες και θα μπορούσαν να εμπλέκονται τόσο προστατευτικές ενώσεις στα εκχυλίσματα φυκιών, όπως είναι τα αντιοξειδωτικά, όσο

και ρυθμιστές ενδογενών γονιδίων που ανταποκρίνονται στο στρες (Calvo *et al.*, 2014).

### **1.12.2.3 ΩΦΕΛΙΜΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ**

Οι ωφέλιμοι μύκητες με φυτική βιοδιεγερτική δράση βρίσκονται στην ομάδα των συμβιωτικών μυκήτων, ιδιαίτερα των μυκορριζικών μυκήτων (AMF) στο γένος *Glomus*, οι οποίοι διεισδύουν στις ρίζες των φυτών και σχηματίζουν ένα πολύ διακλαδισμένο δίκτυο ριζών και υφών που μοιάζει με δέντρο. Αυτό το δίκτυο επιτρέπει στα φυτά να επεκτείνουν το ριζικό τους σύστημα πέρα από τη ζώνη εξάντλησης, επιτρέποντας την ενισχυμένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και νερού και καθιστώντας τα πιο ανεκτικά στο στρες της ξηρασίας. Εκτός από τη βελτίωση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, η πιο γνωστή επίδραση του AMF είναι η βελτίωση της πρόσληψης φωσφόρου, ιδιαίτερα σε εδάφη με έλλειψη φωσφόρου. Μία από τις δυσκολίες που σχετίζονται με τη χρήση του AMF είναι η ευαισθησία τους σε διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης των καλλιεργειών, όπως η άροση του εδάφους, οι περίοδοι γυμνής αγρανάπαυσης και η χρήση υψηλών επιπέδων λιπασμάτων και μυκητοκτόνων. Άλλοι ωφέλιμοι για τα φυτά μύκητες βρίσκονται στο γένος *Trichoderma*, μια ομάδα μυκήτων που σχηματίζουν υφές που βρίσκονται στο έδαφος ή σε νεκρό ξύλο και φλοιό. Το *Trichoderma* σχηματίζει στενές συμβιωτικές συσχετίσεις με τα φυτά και είναι γνωστό ότι απελευθερώνει ενεργούς μεταβολίτες στη ριζόσφαιρα, προάγοντας τη διακλάδωση της ρίζας και την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών (López-Bucio *et al.*, 2015). Λόγω της ικανότητάς τους να παρασιτούν άλλους μύκητες, χρησιμοποιούνται συχνά ως παράγοντες βιοελέγχου για τον έλεγχο των μυκητιακών ασθενειών των φυτών (Albrecht, 2019).

### **1.12.2.4 ΧΙΤΟΖΑΝΗ**

Οι χιτοζάνες είναι αποακετυλιωμένες μορφές χιτίνης, ενός φυσικού συστατικού των κυτταρικών τοιχωμάτων των μυκήτων, του κελύφους των αυγών των νηματωδών και

του εξωσκελετού των εντόμων και των καρκινοειδών. Οι χιτοζάνες είναι περισσότερο γνωστές για την ικανότητά τους να προκαλούν αποκρίσεις άμυνας των φυτών, ιδιαίτερα τη συσσώρευση φυτοαλεξινών, πρωτεϊνών που σχετίζονται με την παθογένεση, δραστικών ειδών οξυγόνου και άλλων ενώσεων που σχετίζονται με την άμυνα, καθιστώντας τα φυτά πιο ανεκτικά στο στρες και τις ασθένειες. Επιπλέον, έχουν αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και αντικές ιδιότητες. Οι ακριβείς μηχανισμοί των επιδράσεων της χιτοζάνης δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί, αλλά φαίνεται να σχετίζονται με άμεση τοξικότητα ή χηλοποίηση θρεπτικών ουσιών και μετάλλων που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη και την επιβίωση των παθογόνων (El Hadrami *et al.*, 2010). Εξαιτίας αυτών των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων, οι χιτοζάνες συχνά εφαρμόζονται ως παράγοντες επικάλυψης σπόρων, διαφυλλικές επεξεργασίες και επικαλύψεις φρούτων και λαχανικών μετά τη συγκομιδή για την πρόληψη της αποσύνθεσης μετά τη συγκομιδή και την αύξηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων. Επιπλέον, οι χιτοζάνες χρησιμοποιούνται ως βελτιωτικά του εδάφους για τον έλεγχο του μαρασμού *Fusarium* ή άλλων εδαφογενών ασθενειών. Όπως και με άλλα βιοδιεγερτικά υλικά, τα φυτικά αποτελέσματα ποικίλλουν ανάλογα όχι μόνο με το χρόνο και το ρυθμό εφαρμογής, αλλά και με το μοριακό βάρος του προϊόντος χιτοζάνης, το ποσοστό αποακετυλίωσης και άλλα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τη διαδικασία παραγωγής (Albrecht, 2019).

#### **1.12.2.5 ΥΔΡΟΛΥΜΑΤΑ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ**

Τα υδρολύματα πρωτεϊνών είναι μείγματα πεπτιδίων και αμινοξέων που δημιουργούνται με ενζυματική ή χημική υδρόλυση πρωτεϊνών από πρώτες ύλες ζωικής ή φυτικής προέλευσης (Colla *et al.*, 2015). Τα υλικά πηγής μπορεί να περιλαμβάνουν υπολείμματα ή υποπροϊόντα καλλιεργειών, βιομάζα αποκλειστικής καλλιέργειας όπως από όσπρια, και ζωικά απόβλητα και βιομηχανικά υποπροϊόντα όπως δέρμα, κολλαγόνο και επιθηλιακούς ιστούς. Άλλες ενώσεις που περιέχουν N, όπως οι πολυαμίνες, η γλυκίνη βεταΐνη και τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα περιλαμβάνονται επίσης σε αυτή την ομάδα φυτικών βιοδιεγερτικών υλικών. Η γλυκίνη, βεταΐνη και οι πολυαμίνες χαρακτηρίζονται καλά όσον αφορά τη λειτουργία τους ως συμβατές διαλυμένες ουσίες και τους άλλους ρόλους τους στην προστασία

των φυτών από το στρες. Τα υδρολύματα πρωτεϊνών μπορούν να αυξήσουν τη γονιμότητα του εδάφους και τις μικροβιακές δραστηριότητες του εδάφους, επηρεάζοντας έτσι έμμεσα την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών. Οι άμεσες επιδράσεις αυτών των υλικών περιλαμβάνουν ορμονικές δραστηριότητες και ρύθμιση του πρωτογενούς και δευτερογενούς μεταβολισμού μέσω της ρύθμισης των γονιδίων και των ενζύμων που εμπλέκονται στην αφομοίωση του N και στον κύκλο TCA (τρικαρβοξυλικό οξύ). Ορισμένα αμινοξέα έχουν χηλικές ιδιότητες και μπορούν να χρησιμεύσουν ως προστατευτικά έναντι του στρες που προκαλείται από βαρέα μέταλλα, ενώ άλλα συμβάλλουν στην απόκτηση μικροθρεπτικών συστατικών και στην κινητικότητα. Τα αποτελέσματα των φυτών ποικίλλουν και εξαρτώνται από τη σύνθεση των υλικών υδρόλυσης πρωτεϊνών καθώς και από το χρόνο και τη δόση εφαρμογής (Albrecht, 2019).

#### **1.12.2.6 ΠΥΡΙΤΙΟ**

Το πυρίτιο είναι βιοδιεγερτικό στην ομάδα των ανόργανων προϊόντων. Είναι το δεύτερο πιο άφθονο στοιχείο στον φλοιό της Γης, αλλά δεν θεωρείται απαραίτητο για τη διατροφή των φυτών, εκτός από ορισμένα μονοκοτυλήδονα, ειδικά είδη Poaceae όπως το ρύζι ή το ζαχαροκάλαμο. Οι ευεργετικές ιδιότητες του πυριτίου τεκμηριώνονται καλύτερα όσον αφορά τις θετικές του επιδράσεις στην ανοχή στο αβιοτικό στρες και στην αντοχή σε παθογόνα και ασθένειες. Στο έδαφος, το πυρίτιο υπάρχει συνήθως ως αδιάλυτος χαλαζίας ή πυριτικά άλατα που συνδέονται χημικά με μέταλλα. Στο εδαφικό διάλυμα, το πυρίτιο εμφανίζεται ως μη ιονικό πυριτικό οξύ, το οποίο προσλαμβάνεται εύκολα από τις ρίζες των φυτών και μετακινείται σε όλο το φυτό. Αποτίθεται κυρίως στα τελικά σημεία του ρεύματος διαπνοής σε κυτταρικά τοιχώματα, κυτταρικούς αυλούς και μεσοκυτταρικούς χώρους με τη μορφή ένυδρου άμορφου πυριτίου (Savvas and Ntatsi, 2015). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται συνήθως γύρω από τα στόματα. Αυτές οι εναποθέσεις πυριτίου ή οι φυτόλιθοι αυξάνουν τη μηχανική αντοχή και την ορθότητα των φύλλων, αυξάνοντας έτσι την αναχαίτιση του φωτός και τη φωτοσύνθεση. Επίσης, ρυθμίζουν την κινητικότητα των θρεπτικών συστατικών και του νερού και αυξάνουν την αντοχή των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις, ασθένειες και παθογόνα, παρόλο που οι ακριβείς

μηχανισμοί δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Η βελτίωση των σχέσεων με το νερό οφείλεται πιθανώς στον σχηματισμό πυριτικής πηκτής στα κυτταρικά τοιχώματα, που μειώνουν έτσι τη διαπνοή. Άλλες επιδράσεις του πυριτίου που ανακουφίζουν το στρες περιλαμβάνουν την ικανότητά του να ακινητοποιεί τοξικά μέταλλα στους φυτικούς ιστούς και το έδαφος και να καθυστερεί τις διαδικασίες γήρανσης των φυτών (Albrecht, 2019).

### **1.12.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΩΝ**

Τα βιοδιεγερτικά σκευάσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη μορφή παρασκευασμάτων εδάφους (σκόνες, κόκκους ή διαλύματα που προστίθενται στο έδαφος) ή ως υγρά προϊόντα διαφυλλικής εφαρμογής (Kocira *et al.*, 2017). Βιοδιεγέρτες που περιέχουν χουμικές ουσίες και ενώσεις αζώτου εφαρμόζονται συχνά απευθείας στο έδαφος, ενώ διάφοροι τύποι εκχυλισμάτων από τα φυτά και τα φύκια χρησιμοποιούνται με τη μορφή διαφυλλικών εφαρμογών. Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να εισαχθούν στο σύστημα άρδευσης και να προσληφθούν από τα φυτά μαζί με το νερό. Τα βιοδιεγερτικά σκευάσματα χρησιμοποιούνται τακτικά κατά τη διάρκεια ολόκληρης της βλαστικής περιόδου ή προληπτικά, δηλαδή μία φορά κατά τη διάρκεια της πτώσης των ζωτικών δυνάμεων του φυτού.

Οι συνήθεις μορφές στις οποίες εμφανίζονται οι βιοδιεγέρτες είναι έτοιμα προς χρήση εκχυλίσματα ή σκόνη για την παρασκευή ενός υδατικού διαλύματος. Οι βιοδιεγέρτες του εδάφους συχνά επηρεάζουν τη δομή της ρίζας, αυξάνοντας, μεταξύ άλλων παραγόντων, την ικανότητά της να απορροφά θρεπτικά συστατικά. Τα εκχυλίσματα φυλλώματος προστατεύουν το φυτό από βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Οι βιοδιεγέρτες θα πρέπει να εφαρμόζονται το πρωί όταν τα στόματα είναι ανοιχτά και ο ρυθμός αφομοίωσης είναι στο αποκορύφωμά του (Battacharyya *et al.* 2015, Goñi *et al.* 2018). Τα επιστημονικά αποδεδειγμένα αποτελέσματα όλων των βιοδιεγερτικών σκευασμάτων συγκλίνουν σε τουλάχιστον μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες γεωργικές λειτουργίες: ενισχύουν τη διατροφική αποτελεσματικότητα, την ανοχή στο αβιοτικό στρες και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών. Τα ποιοτικά

χαρακτηριστικά μπορεί να αναφέρονται στη θρεπτική αξία, την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες δημητριακών και τη διάρκεια ζωής.

#### **1.12.4 ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ**

Η χρήση βιοδιεγερτικών σκευασμάτων στο βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.), θεωρείται πως έχει ευεργετικές ιδιότητες, μεταξύ των οποίων, η εξισορρόπηση της βλαστικής ανάπτυξης και της καρποφορίας, η μεγιστοποίηση της απόδοσης του βαμβακιού και της ποιότητας των ινών (Silva *et al.*, 2016).

Σύμφωνα με μελέτη από τον M. Arif προτείνεται ότι ο διαφυλλικός ψεκασμός με εκχυλίσματα φύλλων "moringa" (MLE), το οποίο αποτελεί φυτικό βιοδιεγερτικό για την προώθηση της ανάπτυξης και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών, σε συνδυασμό με πηγές καλίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας του βαμβακιού. Η εξωγενής εφαρμογή του MLE έχει μεγάλη επίδραση στις φωτοσυνθετικές και ενζυματικές δραστηριότητες που οικειοποιούνται την αποτελεσματικότητα της χρήσης θρεπτικών συστατικών και ως εκ τούτου η συνδυασμένη εφαρμογή του με νιτρικό κάλιο βελτιώνει την ανάπτυξη και την απόδοση του βαμβακιού και τους ποιοτικούς χαρακτήρες του (Arif *et al.*, 2020). Επιπροσθέτως, σύμφωνα με μελέτη των Fichhof *et al.* (2018) στο βαμβάκι, η ρήψη Si και του βιοδιεγέρτη CaT<sup>TM</sup> προκάλεσαν αύξηση στην ακεραιότητα του κυτταρικού τοιχώματος και στη περιεκτικότητα σε N, Fe και Si στα φύλλα. Παρά τα θετικά αποτελέσματα σχετικά με τη θρέψη, δεν υπήρξε αλλαγή στην απόδοση και στην ποιότητα ινών.

Μερικοί από τους πιο διαδεδομένους βιοδιεγέρτες, με εφαρμογή στο βαμβάκι, που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι οι εξής:

##### **Nutri BS-95**

Φώσφορος (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 8% w/w, Κάλιο (ως K<sub>2</sub>O): 12% w/w, Βόριο (B): 0,4% w/w,  
Μολυβδαίνιο (Mo): 0,2% w/w.



Το Nutri BS-95 αποτελείται από φυτικής προέλευσης και υψηλής τεχνολογίας βιοδιενεργοποιητές, με μακροστοχεία, ιχνοστοιχεία και φυσικούς διεγέρτες. Είναι ειδικά σχεδιασμένο στοχεύοντας, στην αύξηση της ποιότητας και της ποσότητας παραγωγής, μέσω της ορθής και ομοιόμορφης καρπόδεσης, της γρήγορης κυτταροδιαίρεσης και εν τέλει της αυξημένης παραγωγής. Τους στόχους του προϊόντος συνθέτουν η αναβάθμιση της ποιότητας του καρπού, όπως για παράδειγμα μέγεθος, σχήμα και χρώμα χάρη στην πλούσια περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα φυκιών και άλλων φυσικών βοηθητικών ουσιών που περιέχει. Επιπλέον, η σύνθεση του, παρέχει μετασυλλεκτική διάρκεια στους ψυκτικούς χώρους, ακόμη και στο ράφι. Δύναται να χρησιμοποιηθεί σε κάθε καλλιέργεια. Η άριστη αναλογία του σε θρεπτικά συστατικά, το καθιστούν άριστα ανταποκρινόμενο στις ανάγκες τόσο του άνθους όσο και του καρπιδίου. Συγκεκριμένα στην καλλιέργεια του βαμβακιού, συμβάλλει στην αναστολή της βλαστικής ανάπτυξης προς όφελος της καρπόδεσης, ενώ ακόμη βοηθάει στη συγκράτηση των καρποφόρων οργάνων προσδίδοντας στην παραγωγή πρωιμότητα.

### **Zinc tip plus pro**

Φώσφορος ( $P_2O_5$ ): 8% w/w, Ψευδάργυρος (Zn): 8,5% w/w, Ελεύθερα αμινοξέα: 8% w/w, Σύνολο αζώτου: 1,9% w/w.

Το Zinc-tip plus αποτελεί, ένα σύμπλοκο μείγμα δύο στοιχείων ανταγωνιστικών, του φωσφόρου και του ψευδαργύρου με αμινοξέα. Το προτέρημα του Zinc Tip Plus είναι η δυνατότητα συνδυασμού δύο στοιχείων καταλυτών με μια εφαρμογή συγχρόνως, τα οποία είναι απαραίτητα για την έναρξη πολλών καλλιεργειών. Επομένως στα κρίσιμα στάδια αποφεύγεται η διπλή επίσκεψη στο κτήμα. Αποτελεί επιπλέον, έναν διορθωτή τροφοπενιών φωσφόρου και ψευδαργύρου που εφαρμόζεται ή μέσω εδάφους ή διαφυλλικά. Επίσης, χάρη στο Zinc tip plus pro προάγεται η σύνθεση της αυξίνης, ευνοείται η άνθιση και η καρπόδεση, ενώ ακόμη ενισχύεται η ριζική ανάπτυξη αν εφαρμοστεί από εδάφους. Τέλος, η χρήση του συμβάλλει στην υπερπήδηση καταστάσεων στρες, λόγω ψεκασμών με ζιζανιοκτόνα.

### **Foska**

Φώσφορος ( $P_2O_5$ ): 15% w/w, Κάλιο (ως  $K_2O$ ): 20% w/w, Βόριο (B): 0,1% w/w,

Μαγγάνιο (Mn): 0,1% w/w, Μολυβδαίνιο (Mo): 0,01% w/w.

Το foska αποτελεί προϊόν υψηλής απόδοσης, το οποίο έχει μελετηθεί για την συμβολή του στην παροχή καλίου, φωσφόρου και άλλων ιχνοστοιχείων όπως τα: μαγγάνιο, βόριο και μολυβδαίνιο σε φυτά σε συνεργιστική μορφή, προκειμένου να επιτευχθεί άμεση απορρόφηση. Επίσης, χάρη στο foska προάγεται η διαδικασία ωρίμανσης των καρπών, προσδίδεται στη παραγωγή πρωιμότητα ενώ βελτιώνονται και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ίνας (Emphyton, 2021).

### **1.13 ΣΚΟΠΟΣ**

Η πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο ερευνητικό έργο, του οποίου ο σκοπός ήταν η μελέτη της επίδρασης των συνδυασμών βιοδιεγερτικών σκευασμάτων Nutri BS-95, Zinc Tip Plus Pro και Foska στην απόδοση του βαμβακιού στην Θεσσαλία. Χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα σχήματα κυρίως βιοδιεγερτικών σκευασμάτων της εταιρείας EMPHYTON σε σύγκριση με το μάρτυρα (διαφυλλική λίπανση με κρυσταλλικό ισόρροπο λίπασμα 20-20-20 + Pix στη 2<sup>η</sup> εφαρμογή), προκειμένου να γίνει εκτίμηση της επίδρασής τους στην αύξηση, ανάπτυξη αλλά και απόδοση του βαμβακιού. Ειδικότερα η λιπαντική αγωγή στόχευε κυρίως στην καλύτερη καρπόδεση των βαμβακοφύτων και συνεπώς στην αύξηση της απόδοσης σε σύσπορο βαμβάκι.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τους σκοπούς της μελέτης εγκαταστάθηκε πείραμα αγρού στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο την καλλιεργητική περίοδο 2021. Η καλλιέργεια που επιλέχθηκε ήταν το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum*) ως η πλέον διαδεδομένη μεταξύ των ετησίων εαρινών φυτών στην Ελλάδα, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση των συνδυασμών βιοδιεγερτικών σκευασμάτων Nutri BS-95, Zinc Tip Plus Pro και Foska στην απόδοσή του, στην Θεσσαλία.



**Εικόνα 8:** Πειραματικός αγρός με βαμβάκι στο Βελεστίνο, τον Αύγουστο του 2021.

## 2.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Προκειμένου να εγκατασταθεί ο πειραματικός αγρός, έλαβαν χώρα όλες οι ενδεδειγμένες εργασίες αγρού. Στην προετοιμασία της σποροκλίνης, συμπεριλήφθηκαν τα ακόλουθα: περιστροφικός καλλιεργητής και όργωμα.

Σε ότι αφορά τη βασική λίπανση, αυτή έγινε μία ημέρα πριν τη σπορά με διασπορά του κοκκώδους σκευάσματος 15-15-15 (40 kg ή 6 μονάδες ανά στρέμμα NPK) σε όλη την έκταση του πειραματικού αγρού και ενσωματώθηκε χρησιμοποιώντας έναν περιστροφικό καλλιεργητή. Η επιφανειακή λίπανση με άζωτο εφαρμόστηκε σε δύο δόσεις των 5 μονάδων η καθεμιά, με την πρώτη να πραγματοποιείται στα μέσα Ιουνίου και τη δεύτερη περί τα μέσα Ιουλίου σε όλα τα πειραματικά τεμάχια.

Η σπορά του βαμβακιού πραγματοποιήθηκε στις 28 Απριλίου 2021 με πνευματική μηχανή σποράς γραμμικών καλλιεργειών και πληθυσμό περίπου 22.000 φυτών/στρέμμα. Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία ST 402 της PIONEER ως υψηλοαποδοτική στην ευρύτερη περιοχή.

Διενεργήθηκε χημική ζιζανιοκτονία προφυτρωτικά, για να ελεγχθούν τα ζιζάνια με ψεκασμό των δραστικών ουσιών πενταμεθαλίν και φλουομετουρόν στις ενδεδειγμένες δόσεις για την καλλιέργεια. Ταυτόχρονα εφαρμόστηκε και χλωρπυριφός για προστασία των νεαρών φυταρίων από έντομα εδάφους. Η ενσωμάτωση των παραπάνω ουσιών πραγματοποιήθηκε με την άρδευση φυτρώματος. Επίσης στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακόφυτου εφαρμόστηκε δύο φορές το Select 12EC για έλεγχο των αγρωστωδών ζιζανίων. Εκτός από τη χημική αντιμετώπιση πραγματοποιήθηκαν και δύο χειροσκαλίσματα για την απαλλαγή του πειραματικού αγρού από οποιοδήποτε ζιζάνιο.

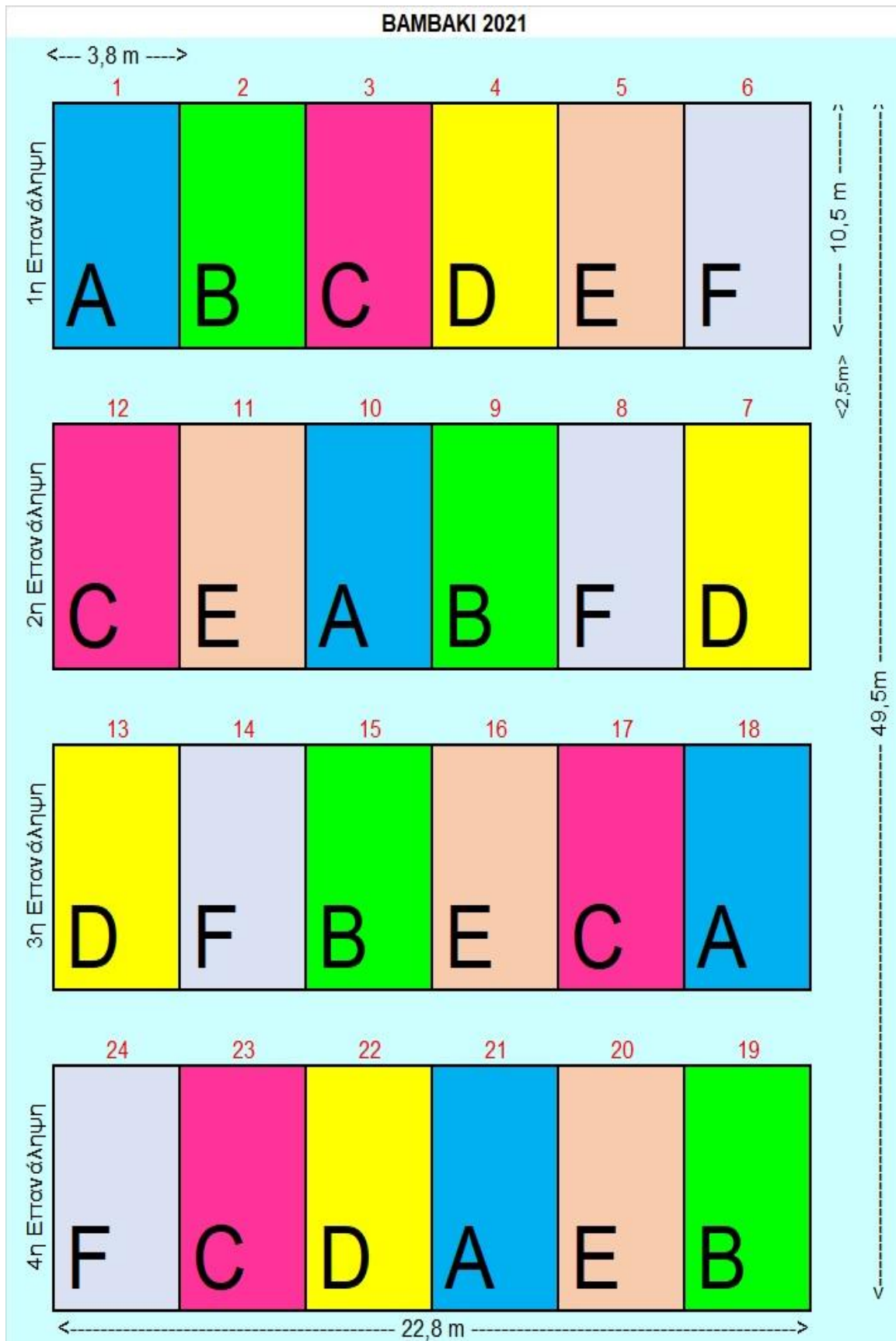
Για την καταπολέμηση των εχθρών πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί με profil (αλευρώδης, τζίτζικάκι 2/7, 25/7 και 7/8 ) και coragen (πράσινο σκουλήκι, 7/8), altacor (πράσινο σκουλήκι, 23/8) και πυρεθρίνη (ρόδινο σκουλήκι, 23/8).

Τα εδαφικά χαρακτηριστικά εκτιμήθηκαν με τη διενέργεια δειγματοληψίας και την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από διαφορετικά σημεία του πειραματικού αγρού σε βάθος που κυμαίνονταν από 0 έως 30 cm.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Τμήματος Γεωπονίας ΦΠ&ΑΠ που βρίσκεται τοποθετημένος, στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο μέσος όρος κλιματικών τιμών σε ότι αφορά τόσο τη θερμοκρασία όσο και τη βροχόπτωση, είναι για την περιοχή της Ν. Αγχιάλου καθώς υπάρχει έλλειψη στοιχείων για την ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου.

## **2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ**

Το πειραματικό σχέδιο (Σχ. 1) που εφαρμόστηκε στην καλλιέργεια του βαμβακιού είναι τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων (RCB) και απεικονίζεται στην επόμενη σελίδα. Οι μεταχειρίσεις ήταν έξι σε τέσσερις επαναλήψεις, συνολικά δηλαδή 24 τεμάχια.



Σχήμα 1: Πειραματικό σχέδιο.

### 2.3 ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Πιο συγκεκριμένα οι μεταχειρίσεις που διενεργήθηκαν στο βαμβάκι ήταν οι κάτωθι:

**A:** Zinc tip plus pro – 0,2cc/m<sup>2</sup> 10 χτένια/φυτό (30 Ιουνίου), Nutri BS-95 – 0,1cc/m<sup>2</sup> & Pix 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου), Foska – 0,3gr/m<sup>2</sup> (5 Αυγούστου).

**B:** Nutri BS-95 – 0,1cc/m<sup>2</sup> - 10 χτένια/φυτό (30 Ιουνίου), Nutri BS-95 – 0,1cc/m<sup>2</sup> & Pix 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου), Foska – 0,3gr/m<sup>2</sup> (5 Αυγούστου).

**C:** 20-20-20 0,3g/m<sup>2</sup> 10 χτένια/φυτό (30 Ιουνίου), 20-20-20 0,3gr/m<sup>2</sup> & Pix 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου).

**D:** Nutri BS-95 – 0,1cc/m<sup>2</sup> – 10 χτένια/φυτό (30 Ιουνίου), Nutri BS-95 – 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου), Foska – 0,3gr/m<sup>2</sup> (5 Αυγούστου).

**E:** Zinc tip plus pro – 0,15cc/m<sup>2</sup> 10 χτένια/φυτό (30 Ιουνίου), Nutri BS-95 – 0,15cc/m<sup>2</sup> & Pix 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου), Zinc tip plus pro – 0,15cc/m<sup>2</sup> (5 Αυγούστου).

**F:** Nutri BS-95 – 0,15cc/m<sup>2</sup> & Pix 0,1cc/m<sup>2</sup> πλήρης άνθηση (20 Ιουλίου), Zinc tip plus pro – 0,15cc/m<sup>2</sup> (5 Αυγούστου).

### 2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

**Χλωροφύλλη.** Για την εκτίμηση της περιεχόμενης χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στον αγρό στις 30/7/2021 με το φορητό όργανο CCM 200 της εταιρείας OPTI-SCIENSES.



Εικόνα 9: Χλωροφυλλόμετρο CCM 200

**Ξηρά βάρη.** Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες φυτών (27/7/2021 και 31/8/2021) προκειμένου να αναλυθεί η αύξηση και η ανάπτυξή τους με την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των καλλιεργειών. Στις δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκε κοπή φυτών έκτασης ενός τετραγωνικού μέτρου από κάθε τεμάχιο. Πιο αναλυτικά, σε πρώτο στάδιο διενεργούνταν η καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Έπειτα γινόταν από κάθε τεμάχιο λήψη υποδείγματος φυτών και λάμβανε χώρα διαχωρισμός σε στελέχη, καρποφόρα όργανα και φύλλα και γινόταν υπολογισμός των αντίστοιχων ξηρών βαρών, καθώς και του συνολικού. Η διαδικασία της ξήρανσης των δειγμάτων έγινε σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία των 50°C. Η διαδικασία της ξήρανσης θεωρούνταν ως ολοκληρωμένη όταν έπειτα από την πάροδο μιας μέρας, το βάρος των δειγμάτων, δεν μεταβαλλόταν από την προγενέστερη μέτρηση.





**Εικόνα 10:** Ξηραντήριο

**Ανθοφορία.** Η ανθοφορία μετρήθηκε το χρονικό διάστημα αρχές ,πρώτο δεκαήμερο Ιουλίου, έως τέλος Αυγούστου. Δηλαδή, από τις αρχές μέχρι και το τέλος της ωφέλιμης ανθοφορίας, μέχρι και τα άνθη που έχουν πιθανότητα να συγκομισθούν ως ανοιχτά καρύδια. Πιο αναλυτικά, για να προσδιοριστεί η διαδικασία της ανθοφορίας, σε ολόκληρη τη διάρκειά της, κάθε δεύτερη μέρα καταγράφονταν τα λευκά άνθη, σε προκαθορισμένο 10μετρο της γραμμής απόδοσης κάθε τεμαχίου το οποίο και συγκομιζόταν όταν η καλλιεργητική περίοδος έφτανε στο πέρας της.

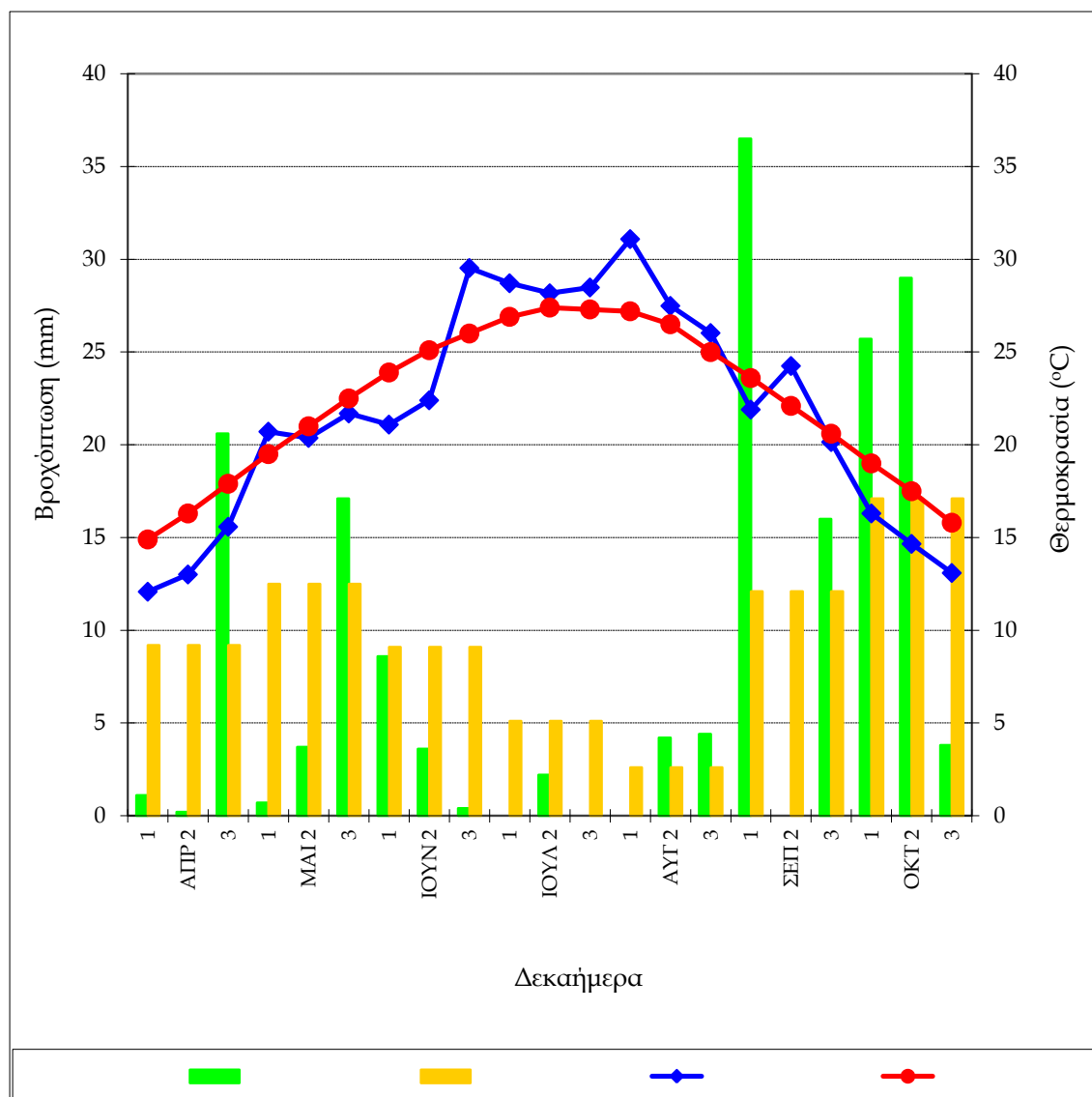
**Απόδοση.** Προκειμένου να υπολογιστεί η απόδοση στο βαμβάκι πραγματοποιήθηκε χειροσυλλογή του σύσπορου βαμβακιού της γραμμής απόδοσης κάθε τεμαχίου (5/10/2021 και 23/10/2021).

**Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.** Προκειμένου να αναλυθεί η διακύμανση (ANOVA) των αποτελεσμάτων που προήλθαν τόσο από τις αναλύσεις που έλαβαν χώρα στα εργαστήρια όσο και από τις μετρήσεις στον αγρό, χρησιμοποιήθηκε η 7η έκδοση του στατιστικού πακέτου GenStat. Η ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ( $LSD_{.05}$ ) χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο δοκιμής για να εκτιμηθούν οι διαφορές μεταξύ μέσων όρων.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Στο Διάγραμμα 1 που έπεται γίνεται παρουσίαση των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν στο Βελεστίνο στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού.



**Διάγραμμα 1:** Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο, από Απρίλιο 2021 έως και Οκτώβριο 2021, στο Βελεστίνο.

Αμέσως μετά τη σπορά του βαμβακιού (τέλος Απριλίου) καταγράφηκαν υψηλότερες για την εποχή θερμοκρασίες οι οποίες σε συνδυασμό και με την άρδευση συνέβαλαν στο επιτυχημένο φύτευμα της καλλιέργειας. Στη συνέχεια, κατά το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου καταγράφηκαν βροχοπτώσεις οι οποίες προκάλεσαν και πτώση της θερμοκρασίας που κυμάνθηκε για διάστημα περίπου ενός μήνα σε χαμηλότερο επίπεδο από τη μέση κλιματική της περιοχής. Στο επόμενο διάστημα διάρκειας περίπου δύο μηνών (μέχρι το τέλος Αυγούστου) οι θερμοκρασία κυμάνθηκε σε υψηλότερο για την περιοχή επίπεδο, ενώ δεν σημειώθηκαν καθόλου βροχοπτώσεις. Τόσο το πρώτο και τρίτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου όσο και κατά τη διάρκεια του Οκτωβρίου καταγράφηκαν σημαντικές βροχοπτώσεις που συνοδεύτηκαν και από αντίστοιχη πτώση της θερμοκρασίας δυσχεραίνοντας τη συγκομιδή του βαμβακιού στην ευρύτερη περιοχή.

### **3.2 ΕΛΛΑΦΟΣ**

Η αναλυτική παρουσίαση της εδαφικής σύστασης γίνεται στον Πίνακα 3 που έπεται. Πιο αναλυτικά το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες με αλκαλική αντίδραση στον επιφανειακό εδαφικό ορίζοντα. Θεωρείται γόνιμο δεδομένου ότι, ανευρίσκεται οργανική ουσία σε ποσοστό 1,8% και σε βάθος που κυμαίνεται από 0 έως 30 cm. Το γεγονός αυτό θεωρείται ένδειξη ανοργανοποίησης υψηλότερου ποσοστού οργανικού αζώτου σε σύγκριση με το μέσο όρο των ελληνικών εδαφών. Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και χωρίς την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων μπορεί να επιτευχθεί απόδοση των καλλιεργειών μεγαλύτερη του μέσου όρου των αλίπαντων εκτάσεων της Ελλάδας. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε φώσφορο κρίνεται χαμηλή, ενώ σε κάλιο και μαγνήσιο μέση. Σε σχέση με τα ιχνοστοιχεία η περιεκτικότητα του εδάφους κρίνεται επαρκής σε ότι αφορά το χαλκό και το μαγγάνιο, μέση αναφορικά με το βόριο και οριακή στο σίδηρο και τον ψευδάργυρο.

**Πίνακας 3:** Εδαφικές ιδιότητες του επιφανειακού εδαφικού ορίζοντα (0-30 cm).

Βάθος (cm)	Κοκκομετρική σύσταση			Υφή	pH (πάστας)	EC	Οργ.	CaCO <sub>3</sub>	P Olsen	K+	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
						(πάστας)	Ουσία									
	άμμος	ίλος	Αργίλος			μS/cm	%									
(%)	(%)	(%)														
0 - 30	27	30	43	C	8,0	385	1,8	10	3,6	0,34	6,8	2,8	9,0	4,7	0,70	0,62

### 3.3 ΑΥΞΗΣΗ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΠΟΔΟΣΗ

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί γίνεται παράθεση των μέσων όρων των μετρήσεων της χλωροφύλλης, των μορφολογικών χαρακτηριστικών και του δείκτη φυλλικής επιφάνειας, στις διαφορετικές μεταχειρίσεις, οι οποίες δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Ως προς τη χλωροφύλλη, μικρή αριθμητική υπεροχή παρουσιάζει η μεταχείριση F ακολουθούμενη από τις D και A.

Την 27/7/2021 τα φυτά στη μεταχείριση A υπερέχουν αριθμητικά ως προς το ύψος τους έναντι όλων των άλλων που παρουσιάζονται ισοϋψείς. Σε όλες τις μεταχειρίσεις τα φυτά του βαμβακιού εμφάνισαν το πρώτο καρποφόρο όργανο περίπου στον έκτο με έβδομο κόμβο, ενώ ο αριθμός των μεσογονάτιων διαστημάτων ήταν ανάλογος του

ύψους των φυτών, με τη μεταχείριση Α να έχει περισσότερα έναντι των υπολοίπων. Επίσης και στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά δεν παρουσιάζονται αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Κατά τη δειγματοληψία στις 31/8/2021 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μορφολογικά χαρακτηριστικά των βαμβακοφύτων. Η μικρή αύξηση του ΔΦΕ έναντι της προηγούμενης μέτρησης δείχνει περαιτέρω αύξηση των φυτών κατά τον Αύγουστο και προιδαίνει για οψίμιση της καλλιέργειας.

**Πίνακας 4:** Περιεχόμενη χλωροφύλλη, μορφολογικά χαρακτηριστικά και δείκτης φυλλικής επιφάνειας του βαμβακιού στις 27/7 και 31/8, στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Μεταχειρίσεις	Χλωροφύλλη 30/7/2021	Δειγματοληψία 27/7/2021							Δειγματοληψία 31/8/2021				
		Υψος φυτών (cm)	Γόνατο 1ου χτενιού	Μεσογονάτια διαστήματα	Χτένια/φυτό	Άνθη/φυτό	Πράσινα καρύδια	ΔΦΕ	Υψος φυτών (cm)	Μεσογονάτια διαστήματα	Ανοιχτά καρύδια	Πράσινα καρύδια	ΔΦΕ
<b>A</b>	50,4	87	6,6	16,7	13,3	1,0	6,8	3,0	88	17,7	0,2	9,3	3,2
<b>B</b>	49,7	80	6,5	15,8	12,8	0,9	5,6	3,0	85	17,4	0,1	10,5	3,5
<b>C</b>	49,9	79	6,6	15,8	12,4	0,7	4,8	2,9	80	17,2	0,2	8,9	2,9
<b>D</b>	50,8	82	6,1	15,9	11,0	1,3	5,3	3,1	87	17,5	0,0	7,8	3,1
<b>E</b>	49,6	81	5,8	16,0	12,1	0,7	6,5	2,6	83	17,8	0,2	9,8	2,9
<b>F</b>	51,3	80	6,4	15,9	13,9	0,9	3,9	3,0	82	16,6	0,0	8,2	2,7
<b>ΕΣΔ<sub>05</sub></b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	10,3	6,4	7,5	4,0	21,7	52,0	25,5	19,6	7,0	6,2	65,0	25,9	17,9

Ως προς την παραγωγή βιομάζας (Πίν. 5), όπως αυτή παρουσιάζεται μέσω των ξηρών βαρών ( $\text{g/m}^2$  ή  $\text{kg/στρέμμα}$ ), δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων τόσο στην πρώτη όσο και στη δεύτερη δειγματοληψία.

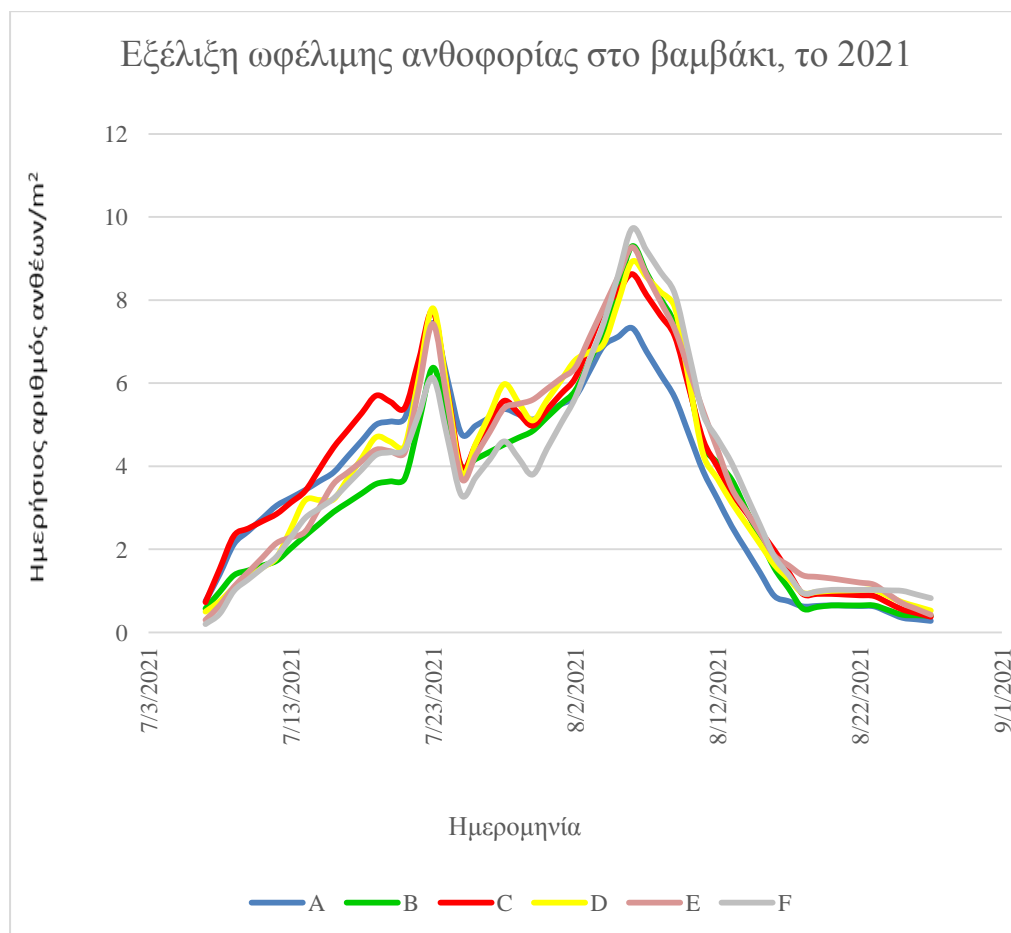
**Πίνακας 5:** Ξηρά βάρη των διαφορετικών φυτικών μερών και συνολικό του βαμβακιού στις 27/7 και 31/8, στις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Μεταχειρίσεις	Δειγματοληψία 27/7/2021				Δειγματοληψία 31/8/2021			
	Ξηρό βάρος φύλλων ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρό βάρος βλαστών ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρό βάρος καρπών ( $\text{g/m}^2$ )	Συνολικό ξηρό βάρος ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρό βάρος φύλλων ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρό βάρος βλαστών ( $\text{g/m}^2$ )	Ξηρό βάρος καρπών ( $\text{g/m}^2$ )	Συνολικό ξηρό βάρος ( $\text{g/m}^2$ )
<b>A</b>	258	284	144	686	273	315	728	1316
<b>B</b>	257	274	121	651	270	303	767	1340
<b>C</b>	231	234	113	578	224	251	623	1099
<b>D</b>	242	261	122	625	261	283	571	1115
<b>E</b>	213	206	117	535	237	256	618	1112
<b>F</b>	230	244	87	568	222	243	545	1009
<b>ΕΣΛ<sub>.05</sub></b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	18,3	23,1	28,1	19,7	19,0	19,7	24,2	20,7

Οι δύο πρώτες μεταχειρίσεις παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές βιομάζας και στις δυο δειγματοληψίες.

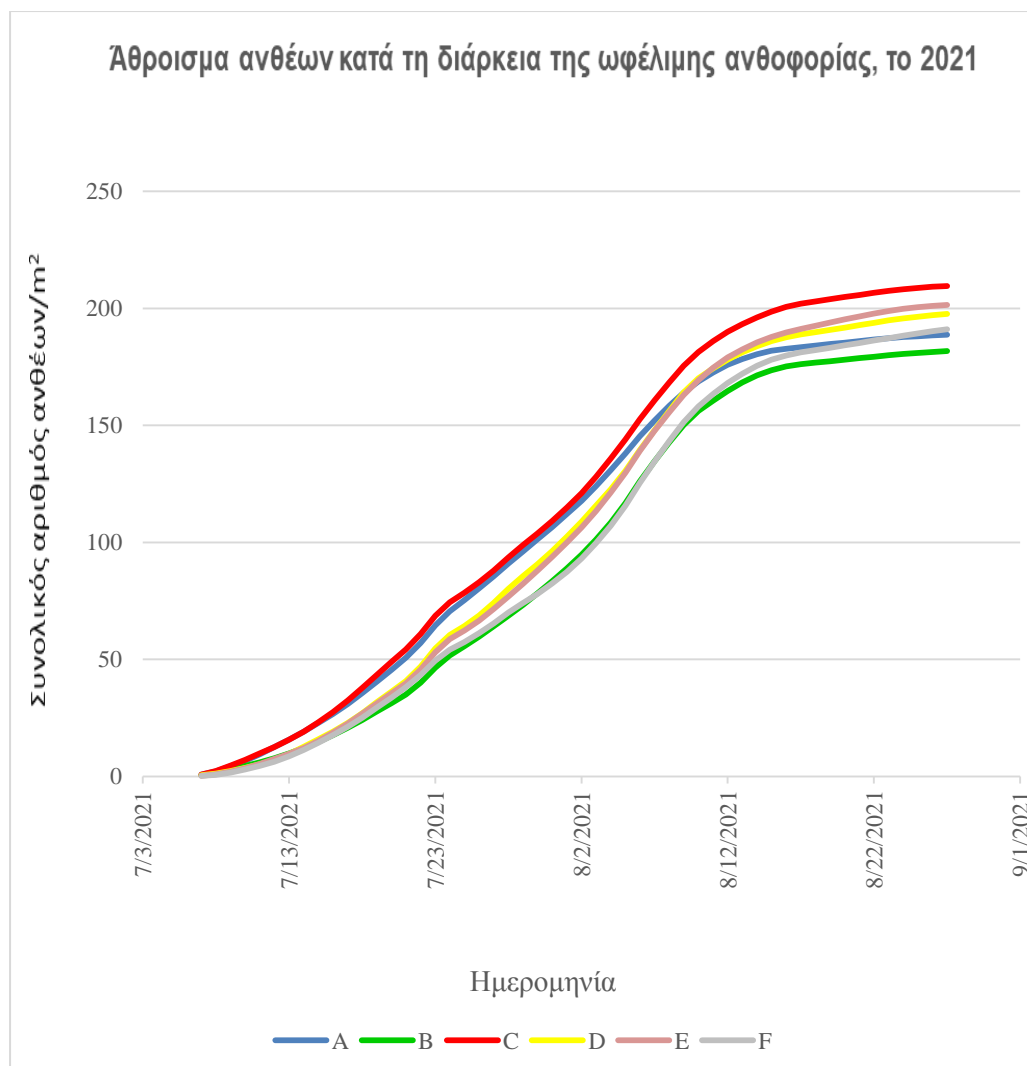
Παρατηρώντας την ημερήσια εξέλιξη της ανθοφορίας (Διάγρ. 2), φαίνεται ότι κατά τον Ιούλιο στο τρίτο δεκαήμερο υπήρξε πτώση του ρυθμού ανθοφορίας η οποία συμπίπτει με την καταγραφή υψηλότερων για την εποχή θερμοκρασιών (συνθήκες καύσωνα). Η μεταχείριση του μάρτυρα παρουσιάζει εντονότερη ανθοφορία από την έναρξή της μέχρι και το δεύτερο ψεκάσμο (20/7), ενώ στη συνέχεια ο ρυθμός

ανθοφορίας μειώθηκε σε αυτή τη μεταχείριση έναντι άλλων και ιδιαίτερα της F, η οποία υπερίσχυσε στη συνέχεια.



**Διάγραμμα 2:** Ημερήσια εξέλιξη της ανθοφορίας του βαμβακιού το 2021, στο Βελεστίνο.

Στο συνολικό αριθμό ανθέων (Διάγρ. 3), φαίνεται ότι τελικά ο μάρτυρας υπερέχει έναντι των υπολοίπων και ακολούθησε η E, η D και οι υπόλοιπες. Η παραγωγή ανθέων κυμάνθηκε από τα 182 άνθη/m<sup>2</sup> στη μεταχείριση B μέχρι τα 210 άνθη/m<sup>2</sup> στο μάρτυρα.



**Διάγραμμα 3:** Συνολικός αριθμός ανθέων ανά m<sup>2</sup> σε όλες τις μεταχειρίσεις το 2021, στο Βελεστίνο.

Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί παρουσιάζονται ο συνολικός αριθμός ανθέων, το μέσο βάρος καρυδιού (όπως προέκυψε από τη συγκομιδή 30 τυχαίων καρυδιών από τη γραμμή δειγματοληψίας μετά το καθολικό άνοιγμα των καρυδιών), ο αριθμός καρυδιών/m<sup>2</sup> (όπως προκύπτει από το πηλίκο της απόδοσης προς το μέσο βάρος καρυδιού), το ποσοστό συγκράτησης (όπως προκύπτει από το συνολικό αριθμό καρυδιών/m<sup>2</sup> προς το συνολικό αριθμό ανθέων/m<sup>2</sup>) και η συνολική απόδοση ως άθροισμα της πρώτης και δεύτερης συγκομιδής, αλλά και το ποσοστό της πρώτης συγκομιδής ως δείκτης πρωιμότητας.

Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 6 παρουσιάζεται με αριθμούς η συνολική παραγωγή ωφέλιμων ανθέων στις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Οι διαφορές μεταξύ τους δεν είναι



στατιστικώς σημαντικές. Φαίνεται όμως αριθμητική υπεροχή στη μεταχείριση του μάρτυρα έναντι όλων των υπολοίπων και υστέρηση στη μεταχείριση B έναντι των άλλων.

Ως προς το μέσο βάρος των καρυδιών παρατηρείται υστέρηση του μάρτυρα έναντι των υπολοίπων. Η μεταχείριση D (δύο εφαρμογές Nutri BS-95 και η τρίτη με Foska) έδωσε το μεγαλύτερο βάρος καρυδιού.

Ο αριθμός καρυδιών/m<sup>2</sup> είναι περίπου ίδιος σε όλες τις μεταχειρίσεις. Κυμάνθηκε από 80,4 καρύδια/m<sup>2</sup> στην F έως 84,9 καρύδια/m<sup>2</sup> στη D.

Ως προς το ποσοστό συγκράτησης των ανθέων ο μάρτυρας υστερεί αριθμητικά έναντι όλων των άλλων (39,6%) ενώ το υψηλότερο ποσοστό εμφανίζει η μεταχείριση B (45,7%).

**Πίνακας 6:** Δείκτες απόδοσης και απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι όλων των μεταχειρίσεων στο Βελεστίνο, το 2021.

Μεταχειρίσεις	Άνθη ανά m <sup>2</sup>	Μέσο βάρος καρυδιού (g)	Καρύδια ανά m <sup>2</sup>	Ποσοστό συγκράτησης	Ποσοστό 1ου χεριού	Απόδοση (kg/στρέμμα)		
						1ο χέρι	2ο χέρι	Σύνολο
<b>A</b>	189	6,23	83,3	44,7	81	418	100	518
<b>B</b>	182	6,22	82,2	45,7	78	394	117	511
<b>C</b>	210	5,90	82,8	39,6	80	392	96	488
<b>D</b>	198	6,43	84,9	43,2	79	430	114	544
<b>E</b>	202	6,33	80,9	40,2	79	403	109	512
<b>F</b>	191	6,25	80,4	42,2	78	392	108	500
<b>ΕΣΛ<sub>05</sub></b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	8,2	11,8	8,2	11,5	4,0	9,4	14,3	7,3

Ως προς την πρωιμότητα, όπως αυτή εκτιμήθηκε ως ποσοστό της πρώτης συγκομιδής έναντι της ολικής απόδοσης, δεν παρουσιάστηκε διαφοροποίηση μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων.

Η συνολική απόδοση κυμάνθηκε σε υψηλά για το έτος επίπεδα, ως αποτέλεσμα τόσο της ευφορίας του αγρού όσο και της κατάλληλης καλλιεργητικής πρακτικής που ακολουθήθηκε. Αν και δεν καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, παρουσιάζεται αριθμητική υπεροχή της μεταχείρισης D έναντι των υπολοίπων, όπως αντιθέτως και αριθμητική υστέρηση του μάρτυρα έναντι των άλλων μεταχειρίσεων.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Όλες οι μεταχειρίσεις, συμπεριλαμβανομένου και του μάρτυρα, έχουν στόχο την υψηλή τελική απόδοση, που είναι και ο στόχος κάθε καλού καλλιεργητή βάμβακος ώστε να είναι προσοδοφόρα η καλλιέργεια. Σε αυτό το πλαίσιο έγινε προσπάθεια να αναδειχθούν οι έστω και μικρές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Λόγω του παραπάνω σχεδιασμού που είχε ως στόχο να παρουσιάσει και εφαρμόσει ρεαλιστικές καλλιεργητικές επεμβάσεις για επίτευξη υψηλών αποδόσεων και όχι εικονικές, οι διαφορές τελικώς δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές παρά μόνο αριθμητικές και ως τέτοιες παρουσιάζονται στη συνέχεια.
- Όλες οι μεταχειρίσεις σημείωσαν υψηλές αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι που κυμάνθηκαν από 488 κιλά ανά στρέμμα στο μάρτυρα έως 544 στη μεταχείριση D.
- Οι δύο πρώτες μεταχειρίσεις A και B έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας, πάνω από 1300 κιλά ανά στρέμμα όταν οι υπόλοιπες τέσσερις κυμάνθηκαν γύρω στα 1100.
- Ως προς την αρχιτεκτονική του φυτού όλες οι μεταχειρίσεις έδωσαν ικανοποιητικά φυτά, όμως η μεταχείριση D έδωσε ένα πιο ισορροπημένο φυτό με ικανοποιητικό ύψος (87 cm), με καρπόδεση από τον 6<sup>ο</sup> κόμβο, με αριθμό κόμβων στο μέσο όρο των μεταχειρίσεων(17,5), όπως και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (3,1) και η περιεχόμενη χλωροφύλλη (50,8).
- Περισσότερα άνθη παρήχθησαν στη μεταχείριση του μάρτυρα (210 άνθη/m<sup>2</sup>), ενώ τα λιγότερα στη μεταχείριση B (182 άνθη/m<sup>2</sup>). Αυτό όμως αναιρέθηκε από το υψηλότερο ποσοστό συγκράτησης καρπών και το μεγαλύτερο βάρος καρυδιών στη B που τελικά οδήγησε και σε υψηλότερη απόδοση έναντι του μάρτυρα.
- Στην τελική απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι η μεταχείριση D έδωσε την υψηλότερη τιμή (544 κιλά ανά στρέμμα) ακολουθούμενη από την A (518) την E (512) την B (511) την F (500) και το μάρτυρα C (488).
- Αν και σε επιμέρους χαρακτηριστικά υπερέχουν διαφορετικές μεταχειρίσεις η συνολική αποτίμηση παρουσιάζει υπεροχή της μεταχείρισης D. Η μεταχείριση αυτή δίνει ένα φυτό με ικανοποιητική αρχιτεκτονική (όπως αναλύθηκε

παραπάνω), η παραγωγή ανθέων όπως και η συγκράτηση καρπών είναι στο μέσο όρο των μεταχειρίσεων, όμως δίνει το μεγαλύτερο βάρος καρυδιού (6,43 g) και τελικώς την υψηλότερη απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι (544 κιλά ανά στρέμμα). Επιπροσθέτως θα πρέπει να είναι συμφέρουσα και από πλευράς κόστους αφού χρησιμοποιεί τρία σκευάσματα (2 φορές το Nutri BS-95 και μία το Foska). Επίσης τρία χρησιμοποιούνται και στις μεταχειρίσεις C και F, ενώ τέσσερα στις A, B και E.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αυγουλάς Χ., 2013. Το βαμβάκι και η καλλιέργειά του. Πανεπιστημιακές σημειώσεις ΓΠΑ, σελ. 45.

Αυγουλάς Χ., Ποδηματάς Κ., Παπαστυλιανού Π., 2017. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας, Εκδόσεις ΙΤΥΕ, Αθήνα.

Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., 1979. Γενετική παραλλακτικότητα και οικολογική προσαρμοστικότητα των φυτών. Γεωτεχνικά 3, σσ. 15-20.

Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., 2002. Βιομηχανικά φυτά: Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλα- Καπνός, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα.

Κουκουλάκης Π., Πασχαλίδης Χ., Λίγκος Ε., 1994. Σύγχρονες αρχές λίπανσης του βαμβακιού. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος Ιουνίου: 38-40.

Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π.Θ., Τραυλός Η.Σ., 2019. Γεωργία φυτά μεγάλης καλλιέργειας, Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε, Αθήνα.

Οργανισμός Βάμβακος, οδηγός βαμβακοκαλλιεργητή, 1995.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2002. Βιομηχανικά φυτά Ζαχαρότευτλα-Βαμβάκι-Καπνός, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2013. Βιομηχανικά φυτά, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Σεράτου Ε.Β., 1995. Η λίπανση του βαμβακιού στην Ελλάδα. Μία ανασκόπηση αποτελεσμάτων της έρευνας. Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 2 : 62-72.

Τόλης Ι.Δ., 1995. Καλλιέργεια και φυτοπροστασία του βαμβακιού στην Ελλάδα.

Χριστίδης Β., 1965. Το βαμβάκι. Θεσσαλονίκη, σελ 743.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abou-El-Fittough H.A., Rawlings J.O., and Miller P.A., 1969. Genotype by environment interaction in cotton. Their nature and related environmental variables. *Crop Sci.* 9, pp. 377-381.

Adams F., Moore B.L., 1983. Chemical factors affecting root growth in subsoil horizons of coastalplain soils. *Soil Sci Soc Am J* 47:99–102.

Ahmed M., 2014. Ancient Pakistan - an Archaeological History, Volume III: Harappan Civilization - the Material Culture, p.249.

Albers D., Hefner S., and Klobe D., 1993. Fertility management of cotton. University of Missouri Extension Publication G4256. Retrieved from <http://extension.missouri.edu/Publications/DisplayPub.aspx?P=G4256>).

Albrecht U., 2019. Plant biostimulants: Definition and overview of categories and effects. University of florida IFAS extension HS1330, pp. 1-3. Retrieved from <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1330>.

Arif M., Hussain N., Yasmeen A., Naz S., Mushtaq S., Anwar E., Shaheen A., Aziz M., Bukhari S.A.H, Shah S.H., 2020. Exogenous application of bio-stimulant and growth retardant improved the productivity of cotton cultivars under different planting arrangement. *Brazilian Journal of Biology*, 2022, vol. 8, pp.2-6.

Ayars J.E., Phene C.J., Hutmacher R.B., Davis K.R., Schoneman R.A., Vail S.S., Mead R.M., 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: A review of 15 years of research at the water management research laboratory. *Agric. Water Manag.* 42, 1–27.

Barrett D.I., Gifford R.M., 1995. Photosynthetic acclimation to elevated CO<sub>2</sub> on relation to biomass allocation in cotton. *J Biogeogr* 2:331–339.

Batchelor C., Lovell C., Murata M., 1996. Simple microirrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. *Agric. Water Manag.* 32, 37–48.

Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithviraj., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sc. Horticulturae* 196:39–48.

Benedict C.R., 1984. Physiology. In Kohel, R.J. and C.F. Lewis (eds). *Cotton* pp. 151-200. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Bradow J.M. and Bauer P.J., 2010. Germination and seedling development. In: *Physiology of Cotton* (ed. J.M. Stewart, D.M. Oosterhuis, J.J. Heitholt and J.R. Mauney), 48–56. Dordrecht: Springer.

Calhoun D. and Bowman D., 1999. Techniques for development of new cultivars. In Smith, C.W. and Cothren, J.T. (eds), *Cotton: origin, history, technology, and production*, 872 p. Wiley Series in Crop Science.

Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383, 3–41.

Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P., Piccolo A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Sc. Horticulturae* 196:15–27.

Cassman K.G., Kerby T.A., Roberts B.A., Bryant D.C., and Higashi S.L., 1990. Potassium nutrition effects on lint yield and fiber quality of upland cotton. *Crop Sci.* 30:672-677.

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 Thomas R.O., 1969. Season long effects of chilling treatments applied to germinating cottonseed. *Crop Sci.* 9. pp. 672-673.

Colla G., Nardi S., Cardarelli M., Ertani A., Lucini L., Canaguier R., Rouphael Y., 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sc. Horticulturae* 196:28–38.

Constable G.A. and Bange M.P., 2015. The yield potential of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crop Res.* 182: 98–106.

Craigie J.S., 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23, 371–393.

Craigie J.S., MacKinnon S.L., Walter J.A., 2008. Liquid seaweed extracts identified using <sup>1</sup>H NMR profiles. *J. Appl. Phycol.* 20, 665–671.

Donald L., 1964 .Nutrient deficiencies in cotton. In: Sprague HB (ed) *Hunger signs in crops*. DavidMcKay Company, New York, pp 59–98.

Du Jardin P., 2012. *The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis*. Ad hoc Study Report to the European Commission DG ENTR. 2012; [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final report bio 2012 en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012_en.pdf)

Du Jardin P., 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*,196:pp 3-14.

Duggan B.L., Yeates S.J., Gaff N., and Constable G.A., 2009. Phosphours fertilizer requirements and nutrient uptake of irrigated dry-season cotton grown on virgin soil in tropical Australia. *Comm. In Soil Sci. and Plt. Analysis*, 40:2616-2637.

El Hadrami A., Adam L.R., El Hadrami I., Daayf F., 2010. Chitosan in plant protection. *Mar. Drugs* 8:968–987.

Ertani A., Schiavon M., Muscolo A., Nardi S., 2013. Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants *Plant Soil*, 364 , pp. 145-158.

Fereres E., Cuevas R., Orgaz F., 1985. *Drip Irrigation of Cotton in Southern Spain*; American Society of Agricultural Engineers: St. Joseph, MICH, USA, 43 pp. 185–192.

Fichhof W.F., Silva R.D.A, Oliveira L.S. and Silva R.M.D, 2018. Management of Biostimulant and Silicon in Mineral Nutrition and Quality of Cotton Fiber, *Journal of Agricultural Science*, 10, pp. 482-483.

Fritschi F.B., Roberts B.A., Travis R.L., Rains D.W., and Hutmacher R.B., 2004. Seasonal nitrogen concentration, uptake, and partitioning pattern of irrigated acala and pima cotton as influenced by nitrogen fertility level. *Crop Sci.* 44:516-527.



Goñi O., Quille P., O'connell S., 2018. Ascophyllum Nodosum Extract Biostimulants and Their Role in Enhancing Tolerance to Drought Stress in Tomato Plants. *Plant Physiol. Biochem.*

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

Ibragimov N., Evet S.R., Esanbekov Y., Kamilov B., Mirzaev L., Lamers J.P.A., 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agric. Water Manag.* 90, 112–120.

Karlberg L., Frits W.T.P.V., 2004. Exploring potentials and constraints of low-cost drip irrigation with saline water in sub-Saharan Africa. *Phys. Chem. Earth.* 29, 1035–1042.

Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithiviraj B., 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28, 386–399.

Kocira S., Sujak A., Kocira A., Wójtowicz A., Oniszczyk A., 2015. Effect of Fylloton Application on Photosynthetic Activity of Moldavian Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Agric. Agric. Sci.*, 7, 108–112.

López-Bucio J., Pelagio-Flores R., Herrera-Estrella A., 2015. Trichoderma as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Sc. Horticulturae* 196:109–123.

Mateos L., Berengena J., Orgaz F., Diz J., Fereres E.A, 1991. Comparison between drip and furrow irrigation in cotton at two levels of water supply. *Agric. Water Manag.*, 19, 313–324.44.

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

Mithen S., 2006. *After the Ice: A Global Human History, 20,000-5000 BC*, Harvard University Press, pp. 411–412.

- Moulherat C., Tengberg, M., Haquet, J. R. M. F., Mille B.T., 2002. "First Evidence of Cotton at Neolithic Mehrgarh, Pakistan: Analysis of Mineralized Fibres from a Copper Bead". *Journal of Archaeological Science*. 29 (12): 1393–1401. doi:10.1006/jasc.2001.0779.
- Mullins G.L., 1998. Cotton response to the rate and source of sulfur on a sandy Coastal Plain soil. *J. Production Agriculture*. 11:214-218.
- Oosterhuis D.M. and Snider J.L., 2011. High temperature stress on floral development and yield of cotton. In: Oosterhuis, D.M. (ed.), *Stress physiology in cotton*, pp. 1-25. Cordova, Tennessee: Number Seven, The Cotton Foundation Reference Book Series, The Cotton Foundation.
- Pettigrew W.T., 2004. Cotton genotypic variation in the photosynthetic response to irradiance. *Photosynthesis*, 42: 567-571.
- Read J.J., Reddy K.R and Jenkins J.N., 2006. Yield and fiber quality of upland cotton as influenced by nitrogen and potassium nutrition. *European J. Agron*. 24:282-290.
- Rouphael Y. and Colla G., 2020. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front. Plant Sci*. 11:40. doi: 10.3389/fpls.2020.00040.
- Ruzzi M, Aroca R., 2015. Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Sc. Horticulturae* 196:124–134.
- Savvas D., Ntatsi G., 2015. Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Sc. Horticulturae* 196:66–81.
- Seiber J.N., Coats J., Duke S.O., Gross A.D., 2014. Biopesticides: state of the art and future opportunities *J. Agric. Food Chem.*, 62 , pp. 11613-11619.
- Shah A.N., Iqbal J., Tanveer M. et al., 2016. Nitrogen fertilization and conservation tillage: a review on growth, yield, and greenhouse gas emissions in cotton. *Environ. Sci. Pollut. Res*. 24: 2261–2272.
- Silva R.D.A., Santos J.L., Oliveira L.S., Soares M.R.C. and Dos Santos S.M.C., 2016. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality off cotton crop. *Brazilian journal of agricultural and enviromental engineering*. 3: 1062-1066.

Wang G., Asiimwe R.K., and Andrade P., 2011. Growth and yield response to plant population of two cotton varieties with different growth habits. Arizona Cotton Report. p. 161

Wang R.S., Kang Y.H., Wan S.Q., Hu W., Liu S.P., Liu S.H., 2011. Salt distribution and the growth of cotton under different drip irrigation regimes in a saline area. Agric. Water Manag. 100, 58–69.

Ward F.A., Pulido-Velazquez M., 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 105, 18215–18220.

Yinhua J., Zhaoe P., Shoupu H., Wenfang G., Xiaoli G., Baoyin P., Liru W., Xiongming D., 2018. "Genetic diversity and population structure of *Gossypium arboreum* L. collected in China". Journal of Cotton Research. 1 (1): 11. doi:10.1186/s42397-018-0011-0.

Zhong H. and Lauchli A., 1993. Spatial and temporal aspects of growth in the primary root of cotton seedlings: Effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub>. Journal of Experimental Botany, 44: 763-771.

Ziosi V., Zandoli R., Di Nardo A., Biondi S., Antognoni F., Calandriello F., 2012. Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays Acta Hort., 1009 , pp. 61-66.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

Corteva agriscience 2022, Βαμβάκι σελ 16. Ανακτήθηκε από: <https://www.corteva.gr/content/dam/dpagco/corteva/eu/gr/el/files/catalogues/>

Emphyton 2021, Προϊόντα θρέψης. Ανακτήθηκε από: <https://www.emphyton.com>

European Commission, Cotton: Detailed information on the evolution of EU cotton policy, legal bases, the market situation, and specific cotton study. Retrieved from: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/cotton\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/cotton_en)

FAOSTAT 2022, Crops and livestock products. Ανακτήθηκε από:  
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

PIONEER® 2019, Ποικιλίες βαμβακιού. Ανακτήθηκε από: [https://www.corteva.gr/content/dam/dpagco/corteva/eu/gr/el/products/files/2.2\\_cottonCatalogue\\_2019\\_greek.pdf](https://www.corteva.gr/content/dam/dpagco/corteva/eu/gr/el/products/files/2.2_cottonCatalogue_2019_greek.pdf)

STATISTA 2021, Leading cotton producing countries worldwide in 2020/2021  
Ανακτήθηκε από: <https://www.statista.com/statistics/263055/cotton-production-worldwide-by-top-countries/>

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2019. Κανονισμός (ΕΕ) 2019/1009 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 5ης Ιουνίου 2019 για τη θέσπιση κανόνων σχετικά με τη διάθεση προϊόντων λίπανσης της ΕΕ στην αγορά και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 και (ΕΚ) αριθ. 1107/2009 και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2003/2003, σσ. 6, 36. Ανακτήθηκε από:  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2019:170:FULL&from=FI>

ΟΠΕΚΕΠΕ 2019, Επικρατέστερες ποικιλίες βάλβακος στην Ελλάδα. Ανακτήθηκε από: <https://hca.org.gr>

ΟΠΕΚΕΠΕ 2019, Παραδόσεις βάλβακος ανά Περιφερειακή Ενότητα. Ανακτήθηκε από: <https://hca.org.gr>